

F I Z Y K A

F I Z Y K A

X. JOZEFA OSINSKIEGO S. P.

PRZEROBIONA I NAYNOWSZEMI

ODKRYCIAMI

P O M N O Z O N A

PRZEZ

X. JANA BYSTRZYCKIEGO S. P.

*Nauczyciela Fizyki w Kónwikcie Warszawskim
Xięży Piiarów, Członka Towarzystwa War-
szawskiego Przyjaciół nauk.*

T O M II.

Z F I G U R A M I.

Za pozwoleniem zwierzchności.

w WARSZAWIE 1803.

w Drukarni Xięży Piiarów

PRZEDMOWA.

JAK użyteczna jest wiadomość Fizyki w towarzystwie ludzkim, otaczające nas rzeczy przekonywają. Umiejętność tę nie wiele znaną w kraju naszym, rozmaici Meżowie rozszerzyć usiłowali: z tych liczby Jozef OSINSKI, ile się do iéy wzrostu przyczynił, okazuje się z dzieł iego, które wyszły na widok publiczny. Poświęcony edukacji młodzieży w Zgromadzeniu Pliarskim, prócz innych nauk, szczególniejszym sposobem przykładał się do Fizyki, a z téy naybardziej te zatrudniały go części, z których przystosowania naywiększy dla kraju mógł wyniknąć pożytek. Przy pilnéy pracy, sposobności naturalnéy i bystrym dowcipie, poznał dokładnie teorią Fizyki; a nadarzona okoliczność posłużyła mu do potwierdzenia iéy praktyką. Będąc towarzyszem podróży Stanisławowi SOLTYKOWI do zagranicznych krajów, zwiedził nayobfitsze w machiny *Musea* Wiedeńskie i Paryskie, przyjrzał się rękodzielom zagranicznym, uważał pilnie to wszystko, coby do kraio- wych rzemioł przystosować się mogło.

Powróciwszy do Ojczyzny był Nauczycielem Matematyki i Fizyki w Konwiktzie Warszawskim przez lat dziesięć; w ciągu tego czasu, chcąc, aby nie tylko młodzież, ale i cała publiczność z nabytych iego za granicą w Fizyce wiadomości korzystała, dawał publiczne lekcyje Fizyki eksperymen-

nr. inw:

427954/
99

53¹⁸

talnéy. STANISŁAW August Król w nadgro-
dę téy jego troskliwości o rozszerzenie świa-
tła w Narodzie, udarował go medalem złotym. W roku 1777 wydał Fizykę stwierdzo-
ną doświadczeniami, a to w tym celu istotnie, aby i dla nayodleglejszych od sto-
licy obywatelów nauka ta obcą nie była. Wkrótce potem chcąc zachęcić współziom-
ków do szukania w własnéy ziemi tych nay-
potrzebniejszych produktów, które tak dro-
go z zagranicy zakupować zwykli; wydał tłumaczenie dzieła PP. *Courtivron, Bochu i Fars* o Rudach żelaznych i sposobie ich wy-
rabiania w różnych krajach, iako też wła-
sny Opis żelaznych fabryk Polskich, osobli-
wie znajdujących się w dobrach Hiacynta
MALACHOWSKIEGO, z kopersztychami kolo-
rowemi rudy kraiovéy.

Gdy tym sposobem OSINSKI starał się upo-
wszechnić wiadomość Fizyki w kraju wła-
snym, tymczasem nowe wynalazki w nay-
ważniejszém iéy części, to jest Chemii, za
granicą poczynione zostały: udzielił ich na-
tychmiast rodakom przez wydanie dzieła
w roku 1784 o Gatunkach Powietrza
Lecz zaledwo to dzieło rozeszło się po kra-
iu, alisci Chemia przez poprawienie iéy ię-
zyka przez nieśmiertelnych mężów *Lavoisier, Berthollet, Guiton, Fourcroy, Laplace*, i
odkrycie nowych wynalazków zupełnie no-
wą na siebie postać przybrała. OSINSKI rzu-
ca natychmiast zasady, które mu były wska-

zane w jego młodości, podług których zwykł
był mówić, pisać i dawać tę umiejętność;
idzie drogą świeższych wynalazków; chwy-
ta się nowo utworzonego ięzyka, wydaie
w roku 1801 Fizykę naynowszemi doświad-
czeniami pomnożoną, i własném, że tak po-
wiem, zrzeczeniem się dawnych mniemań,
nsiłnie wyprowadzić spółziomków z zaszce-
pionych przez niego, pomimowolnie, błę-
dów, i przykładem swoim nauczą, iak nie
należy bydź upartym w umiejętnościach,
gdy nowe światło, albo nieznanne w nich
prawidła odkryje, albo sposób ich wykła-
dania wydoskonali. Chciał ieszć Osinski
inne części Fizyki stosownie do nowych
zasad poprawić, lecz obciążony laty, wy-
cieńczony ustawiczną pracą, i znękany sła-
bością, nie skuteczniejszy swego zamiaru,
umarł dnia 13go Marca 1802 roku, przeży-
wszy lat 64.

Dopelniając życzeń tego szanownego Mę-
ża, ośmielam się podać współrodakom Fizy-
kę jego w roku 1777 wydaną, stosownie do
zasad terazniejszém, przerobioną i nayno-
wszemi odkryciami pomnożoną. Prócz wie-
lu poczynionych odmian, ostrzegam czy-
telników, iż wiele wyrazów w ni wéy Chi-
mii używanych, ze Słownika Akademii Wi-
leńskiéy, na miejsce utworzonych przez
Autora, przybrałem.

C Z E Ś Ć IV. BIEG CIAŁ

ROZDZIAŁ I. Bieg ciał w powszechności.

§:	Karta.
1. <i>Wstęp — 2. Wyobrażenie biegu co w sobie zamyka</i>	3
3. <i>Jak się znajduie droga, prędkość i czas</i>	4
4. <i>Stosunek dróg, prędkości i czasów</i>	5
5. <i>Jak się znajduie siła, masa i prędkość</i>	7
6. <i>Stosunek sił, prędkości i mass</i>	8
7. <i>Spadanie ciał czyli bieg przyspieszony</i>	9
8. <i>Ciężkość ciał</i>	11
9. <i>Wszystkie ciała mają równą siłę ciężkości</i>	11
10. <i>Znaczenie wyrazów ciężkość, ciężar, waga,</i>	14
11. <i>Skutki ciężkości ciał</i>	15
12. <i>Bieg iednostajnie opóźniony</i>	18
13. <i>Bezwładność ciał</i>	18
14. <i>Prawidła wynikające z bezwładności ciał</i>	20
15. <i>Srodek iest przeszkodą biegu</i>	22
16. <i>Tarcie iest przeszkodą biegu</i>	25
17. <i>Bieg składany</i>	29
18. <i>Kiedy ciało przebiega połowę paraboli</i>	33
19. <i>Kiedy ciało przebiega całą parabolę</i>	35

R O Z D Z I A Ł II.

T E O R Y A M A C H I N.

20. <i>Co są maszyny</i>	38
21. <i>Waga</i>	39

(1)

22. <i>Prawidła podług których znajdują się srodki ciężkości różnych ciał</i>	43
23. <i>Na czem zależy doskonałość wagi</i>	50
24. <i>Przemian czyli waga Rzymska</i>	54
25. <i>Drag</i>	55
26. <i>Jak znaleźć odległość siły i ciężaru od podpory</i>	59
27. <i>Koło na walcu</i>	59
28. <i>Krążek czyli Blok</i>	61
29. <i>Równia pochyła</i>	63
30. <i>Sruba</i>	67
31. <i>Sruba Archimedesza</i>	69
32. <i>Klin</i>	70
33. <i>Drugi złożone</i>	71
34. <i>Przemian złożony</i>	72
35. <i>Bloki złożone</i>	74
36. <i>Koła palczaste</i>	76
37. <i>Léwar</i>	78
38. <i>Sruba niestająca</i>	78
39. <i>Dlaczego teoria machin nie zawsze zgadza się z praktyką</i>	79

R O Z D Z I A Ł III.

H I D R O S T A T Y K A.

40. <i>Cisnienie cieczy na wszystkie strony</i>	81
41. <i>Cisnienie cieczy na dna naczyńa różna się wieloczynowi ze dna przez wysokość</i>	83
42. <i>Stosunek ciśnień, den i wysokości w dwóch naczyńiach</i>	86
43. <i>Naczynia spółkujące</i>	88
44. <i>Ciężkość gatunkowa ciał</i>	91

45. Ciężar stały uważane w cieczach	93
46. Sposoby dochodzenia gatunkowej ciężkości ciał statycznych	99
47. Sposoby dochodzenia gatunkowej ciężkości ciał ciekłych	104
48. Miarę daną kompozycją z dwóch metali, dążyć iaka jest w nię ilość każdego	110
49. Na co potrzeba mieć względy w dochodzeniu ciężkości gatunkowych ciał statycznych i ciekłych	112
50. Tablice okazujące ciężkość gatunkową ciał niektórych	114

R O Z D Z I A Ł I X.

H I D R A U L I K A.

51. Wypływanie cieczy przez otwory naczyń zależny od ciężkości	128
52. Jak się poznać prędkość cieczy wypływającej z naczynia	129
53. Stiskanie żyły płynącej (Vena fluidi)	121
54. Stosunek ilości wypłyniętej wody do wysokości naczynia, otworu i czasu płynienia	122
55. Tablica okazująca stosunek ilości wypłyniętej wody do wysokości naczynia i średnicy otworu	127
56. Wody w górę wytryskujące	128
57. Proporcya średnicy kanału i otworu	132
58. Tablica okazująca ilość wody wypłyniętej przez wiadomy otwór fontanny	135
59. Naczynia wyprężniające się	141

(2)

60. Bieg wody w rzekach	143
61. Jak tamy być potrzeba?	147

R O Z D Z I A Ł V.

M A C H I N Y U Ż Y T E C Z N I E J S Z E S P O Ł E C Z N O Ś C I.

62. Części Pompy	152
63. Pompa ssąca	154
64. Pompa wypychająca	157
65. Pompa złożona	159
66. Sikawka do zalewania ognia	160
67. Woda siebie pompuje	161
68. Młyny wodne	162
69. Doświadczenia okazujące największą siłę koła skrzyżowanego i skrzydlastego	165
70. Koła wewnętrzne, cewy, prędkość cew	167
71. Wiatraki	170
72. Młyny bydlące	171
73. Zarna	173
74. Tartak	174

C Z E Ś Ć V. Ś W I A T Ł O.

R O Z D Z I A Ł I. O P T Y K A.

75. Jak światło dąży	176
76. Światło prędko się rozchodzi	180
77. Jak światło stabilizuje	181
78. Które promienie można brać za równo-odległe	183
79. Przyciąganie światła	184
80. Części oka	185

81. Cięż	-	189
82. Pozorna wielkość przedmiotów	-	195
83. Pozorna figura przedmiotów	-	197
84. Pozorna ciemność przedmiotów	-	199
85. Pozorna liczba przedmiotów	-	201
86. Pozorny ruch przedmiotów	-	202

R O Z D Z I A Ł II. K A T O P T R Y K A.

87. Robota zwierciadeł	-	205
88. Kąt wpadania równy kątowi odbicia	-	209
89. Zwierciadła płaskie nie odmieniają kierunku promieni	-	211
90. W jakiej odległości wyjdzie się przedmiot za zwierciadłem płaskim	-	213
91. Skutki zwierciadeł kołisto-wypukłych	-	218
92. Skutki zwierciadeł kołisto-wklęsłych	-	222
93. Skutki zwierciadeł cylindrowych i t. d.	-	227

R O Z D Z I A Ł III. D Y O P T R Y K A.

94. Łamanie się światła	-	229
95. Prawidła łamania się promieni	-	237
96. Jednostajny jest stosunek między wstawianymi kątów wpadania i złamania	-	241
97. Wyznaczyć kierunek łamania się światła, gdy środki oddzielone są powierzchnią płaską	-	242
98. Łamanie się światła w środkach oddzielonych powierzchnią kołistą	-	245
99. Łamanie się promieni w soczewkach wypukłych	-	250

100. Widzenie wyraźne i niewyraźne, i sposoby poprawienia niedoskonałości oczów	255
---	-----

R O Z D Z I A Ł IV.

R O Z B I Ó R Ś W I A T Ł A.

101. Rozbiór światła przez pryzmę	262
102. Czyli wszystkie promienie słoneczne jednakowe ciepło sprawują	267
103. Mieszanie kolorów inne okazuje kolory	270
104. Kolory ciał od czego pochodzą?	272
105. Wykład tęczy na niebie	277

R O Z D Z I A Ł V.

N A R Z Ę D Z I A O P T Y C Z N E.

106. Teleskop Galileusza	-	290
107. Teleskop Astronomiczny	-	294
108. Teleskop ziemski czyli perspektywa	-	301
109. Teleskop Newtona	-	302
110. Teleskop Gregorego	-	304
111. Teleskop Jakoba Le Maire	-	307
112. Soczewki Achromatyczne	-	308
113. Mikroskopy	-	311
114. Ciemnica (Camera obscura)	-	320
115. Latarnia Czarnoxięzka	-	321
116. Poleoskop	-	322

C Z E Ś Ć VI.

ELEKTRYCZNOŚĆ: MAGNETYZM: GALWANIZM.

R O Z D Z I A Ł I.

E L E K T R Y C Z N O Ś Ć .

117. Co znaczy wyraz Elektryczność	323
118. Dwojaki sposób Elektryzowania ciał	324
119. Narzędzia służące do okazania skutków elektryczności	327
120. Przyciąganie i odpychanie	332
121. Bukieciki i punkta świecące	337
122. Końce ostre ściągają materią elektryczną	339
123. Iskry, płomień i palenie za pomocą elektryczności	340
124. Butelka Leydeyska i iły skutki	243
125. Kwadrat Franklina i Tablica Czarnociężka	348
126. Bateria elektryczna i iły skutki	351
127. Elektrofor	355
128. Skutek elektryczności w próżni	358
129. Skutki elektryczności w węgietacyi i ekonomii zwierzęcy	359
130. Teorya elektryczności podług Franklina	360
131. Teorya elektryczności podług Coulomba	371
132. Elektryczność niektórych zwierząt i mineralów	381
133. O naturze płynu elektrycznego różnych domysły	382
134. Elektryczność Atmosfery	384
135. Przyczyna gwałtownych dźwięków, grzmotów, piorunów i t. d.	385
136. Zorza północne (Aurorae boreales)	389

R O Z D Z I A Ł II.

O sposobach zabezpieczających życie i majątek od piorunów, czyli o stawianiu konduktorów.

137. Z czego się składa konduktor	399
138. Przykłady okazujące, iż konduktory zabezpieczają przeciw piorunom	400
139. Jaka powinna być grubość i szerokość konduktorów?	408
140. Kapelusz blaszany i część mosiężna	411
141. Konduktor pojedynczy doskonałszy	414
142. Na domie ile konduktorów stawiać potrzeba	415
143. Przedłużenie konduktora	417
144. Przedłużenie dokąd dawać	419
145. Konduktor malować	421
146. Czyli potrzeba konduktor odosobnić	423
147. Jak ratować ludzi, których piorun dotknął	423
148. Budynki ratować	425

R O Z D Z I A Ł III.

O M A G N E T Y Z M I E .

149. Co jest Magnes	426
140. Przyciąganie	427
151. Wzmocnienie Magnesu (Armatura)	429
152. Odpychanie się biegunów jednegoż imienia	432
153. Kierunek magnesu	434
154. Sposoby magnesowania Żelaza	435
155. Żgia magnesowa	437

156. Od czego pochodzi osłabienie mocy magnetyczny	439
157. Sposoby magnesowania żelaza bez użycia magnesu	441
158. Zboczenie igły magnesowey	445
159. Nachylenie igły magnesowey	448

R O Z D Z I A Ł I V.

O GALWANIZMIE.

160. Początek Galwanizmu	449
161. Łuk zwierzęcy	452
162. Łuk wzbudzający	457
163. Działanie płynu galwanicznego na człowieka	460
164. O wpływie różnych przyczyn w skutki galwaniczne	461
165. Kolumna galwaniczna	462
166. Wzruszenie, iskry, palenie ciał	464
167. Rozbór wody za pomocą kolumny galwanicznej	466
168. Działanie kolumny galwanicznej na pospolite powietrze	473
169. O ruchu płynu galwanicznego	475
170. Tłumaczenie kolumny galwanicznej	477.

C Z Ę Ś Ć I V.

B I E G C I A Ł (*motus*)

R O Z D Z I A Ł I.

B I E G C I A Ł W P O W S Z E C H N O Ś C I.

§. I. *Wstęp.*

OKAZALIŚMY w Tomie I. własności ognia, powietrza i wody; zastanawialiśmy się szczególnie nad temi trzema istotami, i wyłożyliśmy po większej części, naynowsze wynalazki od późniejszych Fizyków zrobione. Teraz zastanowiemy się nad wszelkiemi ciałami w naturze, i uważać w nich będziemy tę szczególnie własność, dla której z jednego miejsca, przenoszą się na drugie: własność tę nazywamy ruchem czyli biegiem (*motus*): służy ona wszystkim ciałom; ustawicznie ją postrzegamy: tę więc rozbiierając, wielu skutków dowiemy się przyczyny.

§. 2. *Wyobrażenie biegu co w sobie zamyka.*

Uważając ciało bieżące, na cztery rzeczy względ mieć powinniśmy. 1o^d. Na długość dro-
T O M I I. A

gi, którą przebiega. 2re. [Na prędkość którą bieży. 3cie. Czas w którym tę drogę przebiega. 4te. Siłę która ciało do biegu nakłania. Drogę wyrażamy linią prostą, ponieważ najwięcej załatwiamy się nad biegiem prostym. Czas rachujemy na sekundy, minuty, godziny i t. d. Prędkość poznajemy uważając, jaką drogę przebiegała ciała w jednakowym czasie: np. jeżeli jedno ciało ubiega cztery pręty w sekundzie, a drugie w tym samym czasie ubiega dwa pręty, tedy pierwsze ciało dwa razy ma większą prędkość, aniżeli drugie. Nakoniec przez siłę rozumiemy to wszystko, co w ciele bieg sprawuje.

J. 3. Jak się znajduje droga, prędkość i czas.

Rzecz jest oczywista, iż ciało tém większą drogę przebiega, im większą bieży prędkością i przez dłuższy czas. Niech *toż.* biegną dwa ciała jednakową prędkością, ale pierwsze przez dwa razy dłuższy czas, aniżeli drugie; tedy pierwsze dwa razy większą drogę przebieży, iak drugie. 2re. Niech bieżą obadwa ciała przez jednakowy czas, ale pierwsze dwa razy prędzej, iak drugie; więc pierwsze dwa razy większą drogę przebieży, aniżeli drugie. 3cie. Nakoniec jeżeli pierwsze bieży i przez dwa razy dłuższy czas i dwa razy większą prędkością; przebieży zatem cztery razy większą drogę, aniżeli drugie ciało. Azatem droga, którą ciało przebiega znajduje się, mnożąc czas przez prędkość: Naprzykład człowiek idzie na minutę kro-

ków piętnaście, które oznaczają jego prędkość: jeżeli szedł przez minut trzydzieści: zatem rozmnożywszy piętnaście przez trzydzieści, wieloczyn 450. pokazuje mi, że ów człowiek uszedł kroków 450, które są długością jego całej drogi. W powszechności niech kroki 450. oznaczające drogę przebieżoną = D. piętnaście prędkość = P. a zaś minut trzydzieści = C; będzie wyrażenie algebracznego drogi: $D = C \times P$.

Ponieważ długość drogi znajduje się mnożąc czas przez prędkość; więc mając wiadomą długość drogi i czas biegu, łatwo znaleźć prędkość, dzieląc długość drogi przez czas. Tak np: jeżeli człowiek idąc przez trzydzieści minut, uszedł kroków 450; łatwo się dowiem, ile uszedł na jedną minutę; gdy 450. podzielę przez trzydzieści, wieloraz piętnaście, pokazuje mi, że na każdą minutę uszedł kroków piętnaście. Te więc znają jego prędkość. Albo w powszechności, ponieważ $D = C \times P$, więc $P = \frac{D}{C}$. Nakoniec łatwo znajdę czas, podzieliwszy drogę przez prędkość; tak przez piętnaście podzieliwszy 450, wieloraz trzydzieści okazuje mi czas biegu. Albo w powszechności, ponieważ $D = C \times P$; więc $C = \frac{D}{P}$.

J. 4. Stosunek dróg prędkości i czasów.

Wiedząc iak się znajduje droga, czas i prędkość, łatwo okażemy, iaki jest stosunek dróg, czasów i prędkości we dwóch ciałach biejących.

Nazwiemy iednego ciała drogę przebieżoną D .
 czas w którym ją przebiega - C .
 prędkość którą bieży - P .

Nazwiemy drugiego ciała drogę ∂ , czas c ,
 prędkość p .

będzie - $D = C \times P$
 i znowu $\partial = c \times p$.

Przeto, ile razy D jest większe lub mniey-
 sze od ∂ , tyle razy $C \times P$ jest większe lub
 mniejsze od $c \times p$. Azatem $D : \partial = C \times P : c \times p$. (A). (*)

to jest, gdy drogi są nierówne, mają się iak
 wieloczynny z czasów i prędkości, czyli są w sto-
 sunku składanym z czasów i prędkości.

Daymy, że w proporcji (A.) $C = c$, więc
 podzieliwszy stosunek $C \times P : c \times p$ przez C ,
 będzie $P : p$. azatem proporcja (A) zamieni
 się na $D : \partial = P : p$.

to jest, gdy czasy są równe, drogi mają się
 iak prędkości, i nawzajem prędkości mają się
 iak drogi.

Daymy, że w proporcji (A.) $P = p$, więc
 podzieliwszy stosunek $C \times P : c \times p$ przez
 p , będzie $C : c$. Azatem proporcja (A) za-
 mieni się na $D : \partial = C : c$.

to jest, gdy prędkości są równe, drogi mają się
 iak czasy, i nawzajem czasy mają się iak drogi.

Nakoniec daymy, że w proporcji (A.) $D = \partial$, azatem $C \times P = c \times p$, więc (po-
 dług Twierdz: I. Rozdziału IX. Jeometrii Ele-
 ment.) będzie $C : c = p : P$.

to jest, gdy drogi są równe, czasy mają
 się w stosunku odwrotnym prędkości, i nawza-
 iem prędkości są w stosunku odwrotnym czasów.

Okazaliśmy zatem stosunek dróg, czasów i
 prędkości w tym sposobie.

Ze: 1o. gdy drogi są nierówne, mają się
 w stosunku składanym z czasów i
 prędkości.

2o. gdy czasy są równe, drogi mają
 się iak prędkości.

3o. gdy prędkości są równe, drogi ma-
 ją się iak czasy.

4o. gdy drogi są równe, czasy mają
 się w stosunku odwrotnym (prę-
 dkości).

S. 5. Jak się znajduje siła, massa i prędkość.

Uważając bieg ciała iakiego, widzimy rze-
 czywisty skutek, który zatem powinien mieć
 rzeczywistą przyczynę. Y chociaż téy przyczy-
 ny nie znamy, wszelako będąc przeświadczeni
 o iéy bytności, możemy ją nazwać siłą. Nie
 znając co jest siła, przestańmy na okazaniu iéy
 skutków i wyznaczeniu prawidła iéy działania.
 Z doświadczenia mamy, że im prędzэй ciało
 bieży, tém mocniэй uderza, czyli tém większą
 ma siłę. Y tak np: piłka tém silniэй uderza

[*] Jak cała tę Proporcję oznaczyliśmy literą [A], tak i
 następujące pojedynczemi oznaczać będziemy literami
 w nawiasie zamkniętymi, a to dla uniknienia potrze-
 by powtarzania całej proporcji, gdzie o niej wspo-
 mnieć wypadnie.

w ścianę, im z większą prędkością swoją drogę przebiega. Y to także wiemy z doświadczenia, że gdy dwa ciała biegną jednakową prędkością, natenczas to silniejszy uderza, które jest pełniejszy, czyli które ma większą masę. Y tak daleko mocniejszy uderzy kamień, aniżeli piłka, chociaż będą biegły jednakową prędkością. Dochodzimy więc siły bieżącego ciała uważając jego prędkość i masę. Niech *1od.* będą dwa ciała jednakowey massy, ale pierwsze dwa razy prędzey bieży, iak drugie; będzie zatem pierwsze miało dwa razy większą siłę, aniżeli drugie. *2re.* Niech biegną oba ciała jednakową prędkością, ale pierwsze ma dwa razy większą masę, iak drugie; będzie zatem pierwsze miało dwa razy większą siłę, aniżeli drugie. *3cie* Nakoniec iezeli pierwsze, i dwa razy ma większą prędkość i dwa razy większą masę, iak drugie; będzie zatem miało cztery razy większą siłę, aniżeli drugie. Azatem znajdujemy siłę bieżącego ciała, mnożąc jego prędkość przez masę.

f. 6. Stosunek sił, prędkości i mass.

Nazwiemy jednego ciała prędkość P , masę M , siłę S , drugiego prędkość p , masę m , siłę s . Będzie zatem $S = P \times M$
i znowu - $s = p \times m$

Azatem - $S : s = P \times M : p \times m$ (B)
to jest, gdy siły są nierówne, mają się w stosunku składanym z prędkości i mass.

Daymy, że w proporcji (B) $P = p$; będzie więc $S : s = M : m$.

to jest, gdy prędkości są równe; siły mają się iak massy, i massy mają się iak siły.

Daymy, że w proporcji (B) $M = m$, będzie więc $S : s = P : p$:

to jest, gdy massy są równe; siły mają się iak prędkości, i wzajemnie prędkości mają się iak siły.

Nakoniec daymy, że w proporcji (B) $S = s$, będzie więc - $P \times M = p \times m$.

Azatem $P : p = m : M$.

to jest, gdy siły równe; prędkości są w stosunku odwrotnym mass, i wzajemnie massy są w stosunku odwrotnym prędkosci.

Okazaliśmy więc.

1od. że, gdy siły są nierówne, natenczas mają się w stosunku składanym z prędkości i mass.

2re. Gdy prędkości są równe, siły mają się iak massy.

3cie. Gdy massy są równe, siły mają się iak prędkości.

4te. Gdy siły są równe, prędkości są w stosunku odwrotnym mass.

f. 7. Spadanie ciał czyli bieg przyspieszony (motus acceleratus).

Wszelkie ciała, iezeli nie są utrzymywane od innych, spadają na ziemię: iestto skutek który codziennie postrzegamy. Doświadczenie pokazuje, iż ciało z wyższego miejsca spadając, mocniej uderza; azatem ma większą siłę. Aże siła znajduje się mnożąc masę przez prędkość,

(§. 5.), a nie powiększa się masa spadającego ciała; więc musi się powiększać jego prędkość: to jest, puszczone ciało z jakiej wysokości, tém większą ma prędkość, im bliżej jest ziemi. Dajmy, że to powiększanie się prędkości, jest iednostayne np: iż w podwóynym czasie prędkość jest podwóyna; w potróynym potróyna. i t. d. Wiemy iż, długość drogi znajduie się mnożąc czas przez prędkość (§. 3.); Azatém, podług założenia, ieżeli w piérwszym czasie np: w jedney sekundzie prędkość jest 1, a we dwóch sekundach prędkość jest 2: więc w piérwszey sekundzie długość drogi będzie $1 \times 1 = 1$, a we dwóch sekundach długość drogi będzie $2 \times 2 = 4$. To założenie potwierdza się doświadczeniem. Albowiem ciało samowolnie puszczone z jakiej wysokości, ubiega w jedney sekundzie stóp piętnaście, czyli pręt ieden, we dwóch sekundach prętów cztery, we trzech dziewięć, i t. d. to jest, drogi przebieżone we czasach razem wziętych, są iak kwadraty z czasów. Stąd mając wiadomy czas przez który ciało spada, łatwo znaleźć drogę przebieżoną, np: ieżeli spadało przez cztery sekundy, to przebiegło szesnaście prętów.

Ponieważ w jedney sekundzie ubiega ciało pręt ieden, a we dwóch sekundach ubiega cztery pręty; więc w drugiéy sekundzie ubiega prętów trzy.

Ponieważ we trzech sekundach ubiega prętów dziewięć, a we dwóch ubiega prętów cztery; więc w trzeciéy sekundzie ubiega prętów pięć,

więc w czwartéy sekundzie ubiega prętów siedem, w piątéy dziewięć, w szostéy iedenaste, i t. d. to jest, drogi przebieżone w czasach osobno branych, są iak liczby nieparzyste 1. 3. 5. 7. 9. 11. 13. i t. d. Otoż jest bieg ciała iednostaynie przyspieszony, nazwany od tego, iż się w nim iednostaynie powiększa prędkość.

§. 8. Ciężkość ciał (gravitas)

Ponieważ ciało samowolnie spadając, przyspiesza biegu; więc musi bydź iakaś siła, która ten skutek sprawuie. Siłę tę nazywaią ciężkością, (gravitas). Nie wiemy, iaka jest iey przyczyna. Dwoiakie są w téy mierze zdania Filozofów: iedni uważaią ciężkość iako istotną własność wszystkich ciał, iako powszechne prawidło natury, którego przyczyną jest sama wola Twórcy Naywyższego. Prawda, że tym sposobem wszelką trudność ułatwaią; ale iednakże nie tłumaczą fizycznie przyczyny ciężkości. Drudzy mniemaią, że ciężkość iest skutkiem działania iakieysis materji bardzo subtelnéy i niewidzialnéy. Ale co to jest ta materya? iak ona dzielność swoię wywiera? i dlaczego kieruie ciała prostopadle do ziemi? Nie mogąc doyść przyczyny ciężkości, okażmy raczey iey skutki.

§. 9. Wszystkie ciała mają równą siłę ciężkości.

Doświadczenie nas przekonywa, iż ciała iakieykolwiek bądź massy, puszczone z jednakowéy

wysokości, razem spadają; zatem muszą mieć równą siłę spadania, to jest równą ciężkość. Y tak, puśćmy z jakiej wysokości uncya ołowiu, i z takiejże wysokości dziesięć uncyy innego metalu, natenczas te dwa ciała chociaż nierówny massy, razem jednak spadną na ziemię. Albo tak: puszczamy z jakiej wysokości uncya ołowiu, i z takiejże wysokości, dziesięć kawałków ołowiu, położonych jedne na drugich i ważących razem uncyy dziesięć. Pewna jest, iż obadwa te ciała jednakową prędkością będą spadały. Albowiem owe dziesięć uncyy ołowiu, leżące jedne na drugich, i składające jednęż massę, nie mogą spadać odmiennymi prędkościami: bo stykanie się z sobą tych dziesięciu uncyy żadnym sposobem nie może powiększyć ich prędkości, ponieważ wszystkie mają tę własność, iż dążą do ziemi jednakowo przyspieszoną prędkością; zatem wyższe nie przyciskają niższych, ani też niższe nie pociągają za sobą wyższych. A tak, chcieliby dziesięć uncyy ołowiu prędzjy spadały, aniżeli jedna uncya; jestto iedno, co chcieliby, aby dziesięciu ludzi, z których każdy równo bieży, prędzjy razem biegło, aniżeli który z nich w szczególności. Wszelkie zatem ciała równie przyspieszać bieg powinny spadając, czyli powinny mieć równą siłę ciężkości. Czemuż iednak piórko lub kłaczek i kamyk razem nie spadają z jednéjże wysokości puszczone? To znowu pochodzi od większego oporu powietrza, którego piórko i kłaczek doznają, aniżeli kamień, iak to okaże-

my w Hidrostatyce mówiąc o ciężkości ciał gaunkowey. Oddaliwszy zaś przeszkodę powietrza, łatwo okazać możemy, iż wszelkie ciała iednakowo bieg przyspieszają. Y tak, na talerzu maszyny pneu-tycznjy stawiamy rurę szklaną, której wyższy koniec następującą ma osadę. (Tabl. I. Fig. 1.) AA jest przykrywka metalowa okrągła, mająca we środku małeńki bębenek D, napełniony wewnątrz kilkunastą skurkami zamiszowemi, aby przez nie przechodzący pręt ME można podnosić, opuszczać i obracać nie wpuszczając powietrza w rurę szklaną, na którą wkładać się ma przykrywka AA. Prócz tego od przykrywki AA idą sześć słupków OB, OB, i t. d. do których końców B, B, B, i t. d. przyprawione są sześć rączek C. C. i t. d. tak aby w punktach B, B, B, i t. d. będąc ruchome, mogły łatwo opadać na dół. Te rączki utrzymywane są w położeniu horyzontalném przez krążek mały E, będący na końcu pręta ME. Ze zaś ten krążek ma przy E takie wycięcie, iż koniec każdjy rączki C. C. C. i t. d. może łatwo przezeń przechodzić; dlatego iесли koniec rączki iakiej odpowiadać będzie temu wycinkowi E, natenczas rączka na dół opadnie. Mając taką przykrywkę kładziemy naprzód na każdą rączkę C. C. C. i t. d. po dwa ciała rozmaitej wagi, np: piórko i kawałek ołowiu, kłaczek bawełny i kawałek innego iakiego metalu, i tak dalej. Potém tę przykrywkę AA kładziemy na wyższy koniec rury szklanjy, i oblepiamy ją woskiem. Dopiero iесли za pomocą maszyny pneu-

matyczny rozrzedziemy powietrze w rurze szklanej, iak może być naydoskonalej, i zaczniemy obracać pręt ME; każda rączka odpowiadając wycinkowi krążka E, opadnie na dół, i dwa ciała na nię znajdujące się, przebiegać będą razem wysokość rury szklanej. Aże rączek jest sześć; więc sześć doświadczeń możemy uczynić względem spadania ciał, które dostatecznie przekonają, iż gdyby nie było przeszkody od powietrza, wszystkieby ciała razem spadały. A zatem, że wszystkie ciała mają jednakową siłę ciężkości.

§. 10. Znaczenie wyrazów ciężkość, ciężar, waga.

Przez wyraz tedy *ciężkość* oznaczać będziemy siłę, którą ciała spadają na ziemię: *ciężar* oznaczać będzie wszelkie ciało mające siłę ciężkości: *waga* zaś oznaczać będzie zbiór cząstek, z których się ciało składa, czyli jego masę. A zatem ciała wszystkie mają jednakową ciężkość, ale niejednakową wagę, biorąc je co do jedny wielkości; np: cał sześcienny ołowiu i cał sześcienny drzewa, mają jednakową ciężkość, ale ołów jest ważniejszy, aniżeli drzewo. Mówimy wszelako pospolicie ołów jest cięższy iak drzewo, ale w takię mowie wyraz *cięższy* jest użyty przenośnie, bo znaczy to samo, co *ważniejszy*.

§. II. Skutki

§. II. Skutki ciężkości ciał.

Okazawszy *10d.* że wszelkie ciała jednostajnie przyspieszają bieg w stosunku liczb nieparzystych 1, 3, 5, 7, i t. d. *arc.* że drogi przebieżone w czasach razem wziętych, mają się iak kwadraty z czasów; z tych wiadomości inne jeszcze prawdy okażemy. Dla łatwiejszego zaś pojęcia wykładamy je sposobem iometrycznym.

Niech linia AD (Tab: I. Fig: 2.) wystawia trzy czasy równe AB, BC, CD. Jakożkolwiek krótkie są te czasy, możemy je dzielić na niekończenie małe momenta. Podzielmyż każdy czas na sześć momentów np: Aa, ac, ce, eg, gi, iB, i t. d. Ponieważ prędkości rosną w tym samym stosunku, iak czasy, (§. 7.) niechże prędkość nabytą na końcu pierwszego momentu wyraża linia ab, będzie prędkość na końcu drugiego momentu wyrażać linia cd, dwa razy tak wielka iak ab. Podobnież prędkość na końcu trzeciego momentu nabyta będzie ef, trzy razy tak wielka iak ab, i t. d. a zatem prędkość na końcu szóstego momentu oznaczy się linią AE, sześć razy tak wielką iak ab; a zaś Trójkąt ABE, wyttawiać będzie drogę przebieżoną prędkością jednostajnie przyspieszoną w czasie pierwszym AB. Przypuśćmy teraz, iż ciało nie ma siły ciężkości: więc dalej pobieży prędkością BE na końcu pierwszego czasu nabytą, i w czasie BC przebieży BE \times BC (§. 3.), to jest kwadrat BF, który dwa razy jest tak wielki, iak Trójkąt ABE, bo się składa z dwóch Trójkąt

tów BEC, CEF, z których każdy równy jest Trójkątowi ABE. Ale że i w drugim czasie podlega ciało sile ciężkości równie iak w pierwszym, więc oprócz kwadratu BF przebieży jeszcze Trójkąt EFH dla siły ciężkości; to jest w drugim czasie przebieży trzy razy tak wielką drogę, iak w pierwszym. Dalej, gdyby biegło prędkością CH na końcu drugiego czasu nabytą przez czas CD, przebiegłoby $CH \times CD$ (§. 3.) to jest przebiegłoby prostokąt CI cztery razy tak wielki, iak trójkąt ABE, lecz dla iednostaynie powiększaiący się prędkości przebiega jeszcze trójkąt HIK, azatém w trzecim czasie przebieży pięć razy tak wielką drogę, iak w pierwszym. Azatém drogi przebieżone w czasach osobno branych mają się iak liczby nieparzyste 1, 3, 5, i t. d.

Powiedzieliśmy dopiéro, iż gdyby ciało biegło prędkością BE, przez czas BC przebiegłoby kwadrat BF dwa razy tak wielki, iak trójkąt ABE. Stąd wypada:

10d. Ciało bieżąc prędkością na końcu nabytą, przebiega drogę dwa razy tak wielką, iak prędkością iednostaynie przyśpieszoną.

are. Trójkąt ACH tak się ma do trójkąta ABE, iak $CH^2 : BE^2$, albo iak $AC^2 : AB^2$ (Jeom: Elem: Rozd: IX), to jest: drogi przebieżone w czasach razem wziętych mają się iak kwadraty z prędkości, albo iak kwadraty z czasów: i wzajemnie kwadraty z prędkości lub czasów mają się iak drogi przebieżone.

$$\begin{aligned} \text{3cie.} \quad & \text{Ponieważ trójkąt } ACH : ABE \\ & = AC^2 : AB^2 \\ & \text{albo } = CH^2 : BE^2 \\ & \text{czyli } AB^2 : AC^2 \\ & \quad \text{i } BE^2 : CH^2 = ABE : ACH \\ & \text{azatém } AB : AC \\ & \quad \text{i } BE : CH = \sqrt{ABE} : \sqrt{ACH} \end{aligned}$$

to jest czasy, lub prędkości na końcu ich nabyte są iak pierwiastki z dróg przebieżonych. Aże drogi przebieżone spadającego ciała, są wysokości z których spada; więc prędkości na końcu nabyte mają się, iak pierwiastki z wysokości.

Wyłożmy ieszcze te same prawdy algebraycznym sposobem. Naznaczmy czasy, przez które ciało spada C, c. prędkości na końcu ich nabyte P, p. drogi czyli wysokości w tych czasach przebieżone. D, d.

$$\begin{aligned} \text{Ponieważ } P : p & = C : c \quad (\text{§. 7.}) \\ \text{azas } D : d & = C^2 : c^2 \\ \text{więc } D : d & = P^2 : p^2 \\ \text{czyli } c^2 : C^2 & = d : D \\ \text{i } p^2 : P^2 & = d : D \\ \text{azatém } p : P & = \sqrt{d} : \sqrt{D} \\ \text{i } c : C & = \sqrt{d} : \sqrt{D}. \end{aligned}$$

Prawdy te o biegu iednostaynie przyśpieszonym. iako też i inne, które późniéy z nich wyprowadzimy, pierwszy odkrył Galileusz. Zda się nam teraz, iż ie łatwo można było wyłożyć, ale ponieważ przy licznych badaniach Filozofów nie odkryto ich wszelako, mimo ustawicznych skutków okazujących te prawdy, trzeba

więc było szczególniejszego dowcipu, aby ie z tych skutków wyprowadził.

§. 12: *Bieg iednostaynie opoźniony*
(motus uniformiter retardatus).

Wyrzuciwszy ciało do góry, bieg iego opoźnia się takim sposobem, iak się przyspieszał, gdy było puszczone z wysokości. Tak np: gdyby ciało było rzucone do góry taką siłą, aby w sekundzie pierwszy ubiegło prętów siedem, toby w drugiey sekundzie ubiegło pięć tylko prętów, w trzeciéy trzy, w czwartéy ieden. Tu straciwszy całą siłę od rzucańia, puściłoby się ciężkością swoją na dół, i spadałoby przyspieszając biegu: to iest w pierwszyéy sekundzie ieden pręt, w drugiey trzy, w trzeciéy pięć, w czwartéy siedem. Stąd widzimy, że ciało bieży przez równy czas do góry i na dół. Gdybyśmy zatem mieli wiadomy czas biegu ciała do góry i na dół, łatwobyśmy mogli wyznaczyć wysokość do iakiéy było wyrzucone. Niech będzie ten czas 10". Ponieważ bieg ciała do góry i na dół iest 10", więc biegiło do góry 5", a spadało na dół 5". Azatém przebiegło $5" \times 5" = 25$. prętów (§. 11.).

§. 13. *Bezwładność ciał* (inertia).

Uważamy, iż ciała same siebie do biegu nakłonić nie mogą, i że bieżące w tenczas ustaiają w biegu, kiedy iaka przeszkoda nastąpi. Przyczyna tego bydz musi, iż ciała same sobą władać nie

nie mogą: taką ciał własność nazywają *bezwładnością* (inertia). Dla téyto własności opiera się ciało wszelkiéy odmianie, która w niem zachodzić może: to iest, opiera się ruchowi, gdy iest w spoczynku; albo gdy iest w biegu, opiera się spoczynkowi lub pędzemu biegowi. Y tak *toż*. jeżeli w kulkę spoczywającą, toczącą się uderzy; po uderzeniu wolniey bieży, albo część biegu traci. *zre*. W kulkę wolno bieżącą, gdy inna pędzém toczącą się uderzy; także iéy pędkość będzie zmniejszona: niemniey i to prawda, że ciało bieżące odbiia inne, które się na iego drodze znajduie. Stąd widzimy, iż ciało spoczywające opiera się biegowi, bieżące zaś opiera się, albo spoczynkowi, albo pędzemu biegowi; więc musi mieć własność, która go w spoczynku lub biegu utrzymuie.

Bezwładność ciał nie zawisła od oporu powietrza: ponieważ uderzanie się pomienionych kulek, zawiesiwszy ie na nitkach, równy skutek sprawi w próżném mieyscu, iako też w pełném powietrza. Samo nawet powietrze iest bezwładne, iakośmy to okazali w Tomie pierwszyém mówiąc o wiatrach.

Bezwładność ciał nie może pochodzić od siły ciężkości: bo gdyby ciężkość była iéy przyczyną, natenczas bezwładność odmieniałaby się podług rozmaitego kierunku ciał bieżących, tak dalece, iż ciała bieżące horyzontalnie żadneyby nie miały bezwładności, bo ciężkość ma kierunek pionowy (§. 7.): a wszelako przekonywamy się, iż ciała iakimkolwiek biegną kierun-

kiem, są bezwładne, a zatem bezwładność ciał nie pochodzi od ciężkości.

Nakoniec bezwładność nie może być brana za siłę istotną ciałom: wszelka siła sprawuje bieg w ciałach, albo przynajmniej usiłuje one poruszyć. Takie wyobrażenie przywiążniemy do tego wyrazu *siła*. Y tak ciężkość jest siła, ponieważ dla niej ciała zawsze usiłują dążyć do środka ziemi, i wtenczas tylko ciężkość nie okazuje swego skutku, kiedy jaka nieprzełamana zachodzi przeszkoda; lecz skoro ta ustaje, zaraz ciężkość swoje działanie wywiera i ciało spada na ziemię. Bezwładność zaś, przeciwnie, zamiast sprawowania biegu w ciałach, usiłuje one zachować w tym stanie, w którym się znajdują, i dlatego ciała opierają się wszelkim odmianom, które w nich zachodzić mogą: ale ten opór nie jest skutkiem szczególny jakiej siły, raczej powinien być uważany za prawidło natury, podobnie którego ciało biec nie może, jeżeli zachodzą przeszkody, albo ciągle bieży, jeżeli żadnych przeszkód nie dozna.

§. 14. Prawidła wynikające z bezwładności ciał.

Ponieważ ciało spoczywając, opiera się biegowi, a biegnąc sprzeciwia się spoczynkowi; z tego następujące wynikają prawidła.

108. Ciało nie ma w sobie żadnej siły, która by się ze spoczynku poruszyło do biegu, albo która by się w biegu zatrzymało. Tak gałka na stole położona zawsze na nim spoczywać bę-

dzie, jeżeli jej nikt nie poruszy: popchnięta zaś zawszeby się toczyła, gdyby jej opór powietrza i stołu nie zatrzymywał.

Opór jest równy sile wzruszającej: to jest, gdy jedno ciało, albo porusza drugie, albo zatrzymuje w biegu; to ostatnie tyle się opiera, ile pierwsze siły używa, aby go wzruszyło lub zatrzymało. Tak gdy człowiek, na jedney łodce będący, drugą do siebie przyciąga, sam z własną ku niej przybliża się, a totem prędzej, im z większą mocą ku sobie przyciąga. Gdy zaś mówię, że opór jest równy sile wzruszającej, nie ma się rozumieć, aby na zwyciężenie oporu, całą siłę zawszełożyć było potrzeba; ale tylko równą oporowi, inaczej żadnego ciała nie możnaby poruszyć. Przeto człowiek mający siłę zdolną do podniesienia funtów 100, jeżeli tylko dwadzieścia podnosi; wywiera tylko dwadzieścia części swojej siły na zwyciężenie oporu wyrównywającego dwudziestu funtów, a reszta siły w nim się zostaje, którą on ciało podnosi.

Opór jest w przeciwną stronę siły wzruszającej. Y tak naczynie pełne wody nagle szarpnawszy, woda rozleje się w przeciwną stronę: albo naczynie z wodą prędko ciągnięte, nagle zastanowiwszy, woda podobnie rozleje się w przeciwną stronę. W pierwszy okoliczności po szarpnięciu naczynia, woda dla swęj bezwładności usiłuje zostać w miejscu swego spoczynku; w drugiey zaś dla teyże przyczyny chce zostać w ruchu, przeto rozlewać się musi. Stąd także

XIX MBP B 2
1444 Łódź

pochodzi; iż konie powóz z miejsca ruszają, osoba w nim siedząca w tył się nachyla; przeciwnie, gdy w biegu konie staną, na twarz upada: toż sądzić potrzeba o osobie płynącej na statku, który odpływa od lądu, lub do niego przybija.

§. 15. Środek jest przeszkodą biegu.

Mówiąc o biegu i skutkach z niego pochodzących, nie mieliśmy żadnego względu na opór powietrza, w którym ciało bieg swój odprawia. Właśnie trzeba było koniecznie ominąć w początkach tę okoliczność, któraby zrazu mogła wiele zadać trudności, a dopiero się do nięj wrócić, poznawszy doskonale jakieby skutki z biegu wynikały, gdyby żadnych przeszkód nie było. Takimto stopniami rozum ludzki powinien się wznosić do wiadomości skutków natury. Ma on niejako rozdzielać swój przedmiot, uważać go naprzód w najprostszym względzie, oswoić się, że tak powiem, z pierwszemi trudnościami, nim się weźmie do przełamania większych.

Powietrze uważane względem bieżącego ciała, nazywa się jego środkiem (*medium*), podobnież woda, i wszelkie cieki (*liquida*), w których ciała swoje biegi odprawiają, zowią się ich środkami. Opór zależący od środka w którym ciało bieg swój odprawia, w rozmaitych względach uważać potrzeba. *1o*. Opór środka zależy od powierzchni zewnętrznej ciała bieżącego: bo im większą powierzchnią ciało uderza

na płyn, w którym bieży, tém większą ilość cząstek tego płynu wypycha, a przeto tém więcej oporu doznaje. Y tak robiący wiosłem na czólnie większego doznaje oporu od wody, kiedy wiosło płasko trzyma, aniżeli krawędzią. Statek z rozwiniętym żaglem dlatego płynie pod wodę, iż większą powierzchnią wystawia na pęd wiatru. Strzała dlatego szybko leci, iż mając ostry koniec, mniejszego oporu od powietrza doznaje. *2o*. Im gęstszy jest środek, tém bardzięj się opiera ciało bieżącemu: tak ciała bieżące iednakową prędkością, piérwéj ustają w wodzie, aniżeli w powietrzu. *3o*. Łatwo także okazać, iż opór środka jest proporcjonalny kwadratowi prędkości ciała bieżącego. Bo, im większą ma ciało prędkość, tém większą drogę przebiega w iednakowym czasie (§. 3.), a przeto tém większą ilość płynu wypycha w którym bieży: pod tym względem opór jest proporcjonalny prędkości bieżącego ciała. Lecz nie dosyć na tém: im większą ma ciało prędkość, tém większą ma siłę (§. 5.), azatém tém większą siłą uderza o cząstki płynu, w którym swój bieg odprawia; więc i w tym względzie opór jest proporcjonalny prędkości bieżącego ciała. Aże ciało bieżące w jakim środku, trzeba zawsze uważać w tych dwóch względach; to jest, jaką drogę przebiega, i jaką siłą bieży; azatém opór jest proporcjonalny kwadratowi z prędkości. Dlatego np: czólnó tém prędzéj płynie, im częścizy wiosłem robi człowiek na nim siedzący: bo opór jest w przeciwną fro-

nę siły (§. 14.); azatém, im większa jest prędkość wiosła, tém większy ma opór od wody, więc tém większą prędkością odpływa czołno. Stąd wnieść potrzeba, iż wtenczas jest znaczny opór środka, kiedy ciało bieży, albo wielką prędkością, albo téż ma wielką powierzchnią. Y tak owe ptaki, które długo latają, jakoto iaskółki i niektóre wodne ptaki i drapieżne, wielkie mają skrzydła w proporcji swego ciała, przeto większą ilość powietrza niemi zajmując, doznają większego oporu i utrzymują się na powietrzu; dlatego bez zmordowania się długo latać mogą, bo nie robią ustawicznie skrzydłami. Przeciwnie te ptaki, które krótko i nie często latają, opatrzone są skrzydłami bardzo małemi w proporcji swego ciała: dlatego aby leciały, prędko niemi robić muszą, przez co wkrótce się morduują. 4te Nakoniec, kiedy sam środek jest w ruchu, natenczas jego opór jest większy lub mniejszy, podług kierunku siły, która go porusza: większy będzie opór, jeżeli kierunek biegu środka, jest przeciwny kierunkowi bieżącego ciała; mniejszy zaś, jeśli środka i ciała bieżącego jednakowy jest kierunek. Człowiek idący przeciwko wiatru, ryba przeciw wodzie płynąca, dwoiaki opór przewycięzać muszą: 1od bezwładność środka, którą przemodz mają. 2re. bieg środka, którego kierunek jest przeciwny. Jeżeli płyn środka i ciało bieżące jednakowym kierunkiem bieżną i jednakową prędkością, natenczas ciało bieżące, żadnego oporu nie doznaje. Jeżeli zaś środek i ciało bieżące nie ma-

ją jednakowey prędkości, natenczas to, które prędzey bieży, udziela swęj prędkości temu, które ma bieg wolniejszy.

W takichto względach uważać trzeba opór zależący od środka. *Newton*, *J. Bernoulli* wkładali teorią tego oporu. Po nich *Euler*, *Boscut*, *Dumaitz*, robili doświadczenia w téyże materji ściągające się do budowli okrętów, (czytáy *Histoire des Mathematiques par Montucla Tome IV. pag. 438. à Paris 1802.*

§. 16. Tarcie jest przeszkodą biegu

Tarcie jest znaczną przeszkodą biegu: téy prawdy łatwe doświadczenie: na desce równey położywszy ciało gładkie, deskę jednym końcem tak podnieść, aby się ciało sunąć zaczęło. Na ówczas położywszy na niem nowy ciężar, spostrzeżemy, że spoczywa. Téy odmiany nie inna jest przyczyna, tylko tarcie: bo za przydaniem ciężaru, cząstki jednego ciała głębię wchodzą między cząstki drugiego, a tém samém o drugie zawadzają się, co nazywamy tarcie. Powierzchnia zaś ciała iakiegokolwiek, chociaż na pozor zdaie się byź gładką, zawsze jest wszelako chropowatą: o czém przekonać się można, patrząc przez szkło powiększające na polerowną płaszczynę. Przez tarcie ciało ubywa ich chropowatości, ale razem ubywa massy. Stądto pochodzi, iż suknie i naczynia, długiem używaniem psują się, noże, siekiery i inne narzędzia tępiją, kamienie naytwardsze psują się, o które pęd wody uderza.

Próżne były usiłowania Fizyków, chcących okazać dokładnie prawidła tarcia. Różność części składających ciała stałe, większa lub mniejsza spójność tychże części; różność zachodząca między wydatnościami i wklęsłościami w powierzchniach rozmaitych ciał, są to nieoddzielne przeszkody do wyznaczenia dokładnego prawidła tarcia.

Nie zawsze jednakowe, lecz raz większe, drugi raz mniejsze tarcie bywa: téj odmiany czworakie jest źródło. *1o d.* Powierzchnowość: tak ciało okrągłe łatwiej po równym ruszyć, niżeli inny wierzch mające, lubo z téjże saméj jest massy, i tyleż co pierwsze waży: tu więc tarcia odmiana od powierzchniowości zawisła. *2o e.* Gładkość albo chropowatość wierzchów tarcie zmniejsza, lub powiększa. Tak mając dwa ciała równe co do wagi i powierzchniowości, lecz z tych jedno gładkie, drugie chropowate; pierwsze łatwiej można poruszyć, iak drugie. *3o c.* Większego tarcia początkiem bywa większa waga. Mamy bowiem z doświadczenia, że ciało ważniejsze bardziej się trze, iak to które ma mniejszą wagę, chociaż obudwu są jednakowe wierzchy. *4o e.* Większe niekiedy bywa tarcie, gdy ciała iednego gatunku; mniejsze zaś gdy różnych gatunków trą się o siebie. Y tak miedź mniej się trze o stal, bardziej o miedź. *Muchembroek de attritu Machinar.* wiele w téj okoliczności przytacza doświadczeń. Z tych widzimy, że stal najmniej się trze o mosiądz, bar-

dziej zaś ścięra się stal na ołowiu, cynie, lub stali. Zaczém aby się stal najmniej trza, tę na mosiądzu, albo téż mosiądz na stali wspierać należy. Dlatego w zegarkach dla umniejszenia tarcia, kółka mosiężne trą się o cewki stalowe.

Camus z swych doświadczeń wnosi, iż tarcie nie tylko pochodzi od różney natury ciał, które się trą, ale ieszcze od różności materyi, któremi ułatwiają tarcie.

Nakoniec *Coulomb* w terażniejszych czasach wiele ważnych uczynił doświadczeń względem tarcia: (*Czytaj Journal de l'Ecole Polytechnique IV. Cahier. p. 397.*), z których wypada:

1o d. Ze płasczyzna suchego drzewa posuwając się po płasczyźnie takiegoż drzewa, gdy potém spocznie, tém trudniéj ją poruszyć, im mocniéj przyciska tę na której spoczywa, czyli, że opór jest proporcjonalny iéy ciśnieniu: ten opór w pierwszym momencie spoczynku znacznie się powiększa, a po kilku minutach jest najmocniejszy.!

2o e. Jakażkolwiek prędkością sunie się iedna powierzchnia drzewa suchego po drugiey, zawsze tarcie proporcjonalne jest ciśnieniu: ale daleko łatwiej można sunącą się poruszyć, aniżeli gdyby spoczywała: i siła którejby trzeba użyć w pierwszym razie, tak się ma do siły, której użyć trzeba w drugim razie, iak 2 : 9.

3o c. Tarcie metalów o siebie, nienasmarowanych, jest także proporcjonalne ich ciśnieniu; ale iednakowéy potrzeba siły, tak do poruszenia ich gdy spoczywają, iako téż gdy są w ruchu.

4te. Jeżeli zaś metal trze się o drzewo; natenczas tém znaczniejszy jest tarcie, im większa jest prędkość.

Tarcie można umniejszyć rozmaitemi sposobami. *1od.* Smarowaniem: to zaś według różności ciał, ma być różne. Tarcie metalu o metal zmniejsza się smarując oliwą, albo inną jakąkolwiek tłustością. Drzewa tarcie umniejsza się, smarując je łożem, albo mydłem rzadkiem: nakoniec gdy drzewo trze się o kamień, woda tarcie umniejsza. Ze zaś pomienione ciała tarcie zmniejszają; przyczyna jest; iż oliwa *np.*: wlana pomiędzy metale, dołki napełniając, wierzchy równa, i nie dopuszcza, aby siebie samych dotykały się: aże oliwy albo oleju cząstki słabo trzymają się z sobą, więc łatwo jedna drugiey ustępuje, czyli jedna ślizga się po drugiey: toż rozumieć trzeba o wodzie i innych tłustościach. *2re.* Wierzchy jak naydoskonalej wygładziwszy, tarcie będzie umniejszone. *3cie.* Ciało dobrze wygładziwszy i nasmarowawszy wspierać na taciem, o które się naymniey ściera. *4te.* Wierzchy ciał zmniejszając, naprzykład wspierać okrągłe na płaskich. Dla téyto przyczyny biegli rzemieślnicy walce okrągłe wkładają w stępki kwadratowe. Niekiedy zamiast zmniejszenia powiększać tarcie potrzeba: taką *np.* okoliczność być może zieżdzając z góry wysokiey; w tenczas jedno lub więcej kół zatamowawszy; będą się tarły, i powozu bieg trudny uczynią. Szlufujący metale, szkła, kamienie, rzucając ostry piasek pomiędzy ciała które szlufują, tarcie powiększają.

§. 17. Bieg składany (motus compositus)

Dotąd wyftawialiśmy sobie, iż ciało bieżące iednéy tylko sile podlegało: i taki bieg nazywa się pojedynczy (*motus simplex*). Ale ciało może podlegać dwóm, albo kilku siłóm, i taki bieg nazywa się składany (*compositus*). Ze się on przytrafia, codzienne doświadczenia pokazują. Y tak człowiek płynący na statku, lub przewożący się prómém, czasem idzie w tę samą stronę, w którą statek lub prom płynie, czasem w przeciwną, czasem od iednego boku do drugiego. W tych razach człowiek i sam chodzi i statek go unosi, azatém ma bieg składany.

Kierunek sił poruszających ciało do biegu, może być trojaki: *1od.* albo siły ciągną ciało w jedną stronę. *2re.* albo kierunek sił jest w przeciwną stronę. *3cie.* alboteż kierunek sił czyni kąt jaki. Tego trojakiiego sił położenia obaczmy przykłady.

1od. Gdy siły razem w jedną stronę ciągną; natenczas prędkość ciała równa jest prędkościom od sił udzielonym razem wziętym. Naprzykład: gdy po stole tak popchniesz kulkę, aby w pięć sekund od iednego końca stołu, zatoczyła się do drugiego; jeżeli w tym samym czasie przenosisz stół na miéysce inne, od pierwszego na łokci pięć oddalone; kulka nie tylko przebieży długość stołu, ale też i owe pięć łokci, na które stół przeniosłeś.

2re. Jeżeli siły ciągną ciało w przeciwné strony, te być mogą, *1od* równe, *2re* nierówną.

Jeżeli są równe, natenczas nie poruszają ciała: bo jedna sprawi skutek, a druga go zepsunie. Jeżeli zaś siły są nierówne, wtenczas większa i ciało poruszy i drugą siłę zniszczy, ale przeto mniejszą się stanie. Pokazało się bowiem, że na zwyciężenie oporu, siła część równą iemu łożyć powinna (§. 14.); W tój okoliczności opór jest złożony z siły przeciwnéj i ciała samego; więc gdy siła jest większa, ta przekona i opór ciała i przeciwną siłę, ale za to część swoięj siły równą operowi ciała i przeciwnéj sile, utraci. Te prawdy prostém objaśniam doświadczeniem. Gdy dwóch ludzi równé siły stanie ze dwóch stron drzwi, z których pierwszy one odmyka, a drugi przywiera; te zaiste się nie ruszą. Gdy zaś otwierający jest silniejszy, tén drzwi otwiera, ale z taką trudnością, iakieyby doznał otwierając tak ciężkie drzwi, iak jest siła pchającego, razem z ciężarem drzwi złączona.

3cie. Jeżeli zaś kierunki sił ciągnących czynią kąt, wtedy ciało średnią drogę przebiega. (Tab. I. Fig. 3.) Niech będzie $ABab$ statek płynący kierunkiem TS . M . N . są przedmioty nieruchome na ziemi np drzewa. D i C są dwie osoby na obu brzegach rzeki podobnież nieruchome. A i B są dwie osoby na statku, grające w piłkę. Daymy, że w tym czasie gdy piłka leci z A do B , statek odpływa i bierze położenie miejsca $banm$; natenczas osoba A będzie na a , osoba zaś B odbierze piłkę w punkcie b . Oczywiście jest rzecz, że odległość piłki od pierwszego iéy położenia A , jest linią Ab przekątna

równoległoboku $ABba$. Gdyby statek był nieruchomy w miejscu $ABba$; natenczas piłka przebiegłaby linią AB . Gdyby zaś osoba A nie rzucała piłki do osoby B , tylko statek płynął; natenczas osoba A z piłką przebiegłaby linią Aa . Dlatego więc piłka przebiega przekątnią Ab , iż podlega dwóm siłom, których kierunek jest pod kątem BAA : przebiega zaś przekątnią w tym samym czasie, w którymby przebiegła iedną z tych linii Aa lub AB , gdyby podlegała iednéj tylko sile. Tymczasem osobom płynącym na statku, zdawałoby się, że piłka leciała z A do B ; ponieważ w tym samym czasie, kiedy piłka przybywa do b ; osoby te znajdują się na linii ab : nie czując zaś biegu statku, który ich unosi, biorą ab za AB . Ależ osoby będące na punktach D i C stosując bieg statku do przedmiotów nieruchomych M i N , nie będą brały linii ba za BA , przeto obaczą, iż piłka z A bieży do b .

Z tego doświadczenia następujące prawidło wyprowadzić można: że ciało poruszone od dwóch sił, których kierunki czynią kąt, przebiega przekątnią równoległoboku zrobionego z dwóch linii oznaczających sił kierunki, i z kąta, w tymże samym czasie, w którymby przebiegło iedną linią podlegając iednéj tylko sile.

Ta przekątnia oznaczająca prędkość bieżącego ciała, jest różna podług różności kąta, który czynią kierunki dwóch sił. (Tab. I. Fig. 4.) Jeżeli kierunki sił AB , AC są pod kątem prostym; ciało przebiega przekątnią AD . Jeżeli kierunki sił AB , AE czynią kąt roztwarty; ciało

przebiega przekątnią AF , mniejszą jak AD , tak dalece, że im roztwarszy będzie kąt EAB ; tём mniejsza będzie przekątnia AF , bo wtenczas siły zbliżać się będą do kierunków przeciwnych sobie. Nakoniec, jeżeli kierunki sił AB , AG czynią kąt ostry, ciało przebiega przekątnią AH , większą jak AD , i ta przekątnia tём większa będzie, im mniejszy będzie kąt GAB .

Gdy dwie siły są równe, iakoto AB , AC , wtedy przekątnia AD iednakowo iest nachylona do iednéy i do drugiéy siły, czyli kąt DAB równy iest kątowi DAC . Ale jeżeli siły są nierówne, iakoto AB , AE ; wtedy przekątnia bardziej się nachyla ku kierunkowi téy siły, która iest większa, iak tu ku linii AE , czyli robi z tym kierunkiem kąt mniejszy, to iest kąt EAF , mniejszy od kąta FAB .

Stąd wypada: że, mając wiadomy kąt, który czynią kierunki sił, i ich ważność, możemy wyznaczyć drogę, którą ciało przebieży podlegając tym dwóm siłom. Niech będzie kąt roztwarty EAB , ważność sił wyrażmy liniami AB , AE . Dopelnimy równoległoboku $AEFB$, przekątnia AF będzie drogą przebieżoną od ciała.

Albo też mając wiadomą drogę przebieżoną od ciała, ważność siły i iéy nachylenie do przekątnej, którą ciało przebiega; znajdziemy ważność drugiéy siły, i iéy nachylenie do przekątnej. Wiedząc np: że ciało podlegając dwóm siłom przebiega drogę AH , mając ważność iednéy siły wyrażoną linią AB , i mając wiadome iéy nachylenie do AH , czyli kąt BAH ; Dopelniam

równoległoboku $ABHG$, i wyznaczy się linią AG , ważność drugiéy siły i iéy nachylenie do przekątnej AH .

Bieg składany bardzo często uważać możemy. Przeprowadzający się na drugi brzeg rzeki kieruje czołno ukośnie; i tём bardziej bierze się przeciwko wodzie, im bystrzej rzeka płynie.

§. 18. Kiedy ciało przebiega połowę paraboli.

Bieg składany odprawuje się po linii prostej, gdy ciało podlega dwóm siłom, których stosunek zawsze iest iednostayny. Ale jeżeli zachodzi iaka odmiana w stosunku tych sił, np: iесли iedna stać się większa lub mniejsza, gdy tymczasem druga nie odmieenia się; albo nawet, gdy obiedwie odmieeniają się, ale nie iednostaynie; natenczas średnia droga wypadająca z kierunku tych dwóch sił, nie będzie linią prostą, ale krzywą, iak doświadczenie pokazuje.

Y tak rzuciwszy ciało poziomo, to powinno by biecć tymże samym kierunkiem i iednakową prędkością, gdyby żadney przeszkody nie było. Lecz prócz oporu powietrza, które prędkość umniejsza (§. 13.), ieszcze siła ciężkości odmieenia kierunek iego biegu. Daymy, że to ciało nie podlega sile ciężkości, tylko samemu oporowi powietrza, natenczas nie odmieinłoby kierunku swojego biegu, aleby tylko odmieinłó swą prędkość: albowiem, dla opierającego się powietrza, coraz wolniej biecć, nareszcie fra-

ciałoby całą swoją siłę i zostałoby na powietrzu. Ale mając zawsze siłę ciężkości, dlatęy przyspiesza biegu iednostaynie (§. 9.): azatém bieg tego ciała będzie złożony z siły ciężkości i rzucenia. Gdyby stosunek tych dwóch sił zawsze był iednostayny; przebiegłoby ciało linią prostą, ale chociaż od siły ciężkości powiększa się bieg iednostaynie, siła jednak rzucenia nie w takim stosunku zmniejsza się, więc dlatęgo przebiega linią krzywą.

Rzucmy ciało poziomo z punktu A do B (Tab: I, Fig: 5.). Daymy, że tylko podlega sile rzucenia, więc w piérwszýy np: sekundzie przebieży linią AD, w drugiéy, dla oporu powietrza mniéjszą linią DC, w trzeciéy sekundzie ieszcze mniéjszą linią CB, i straciwszy całą siłę dla opierającego się powietrza, zostałoby na powietrzu w punkcie B. Lecz to ciało będąc ciężkiém dąży do ziemi, azatém podlegając sile ciężkości przebiegłoby we trzech sekundach prętów dziewjeć (§. 7.) kierunkiem pionowym, co niech wyraża linią AE podzielona na dziewięć części równych. A więc podlegając dwóm siłom, to jest rzucenia i ciężkości, przebieży przekątnią. Y tak w piérwszýy sekundzie od siły rzucenia przebiegłoby AD, a od ciężkości ieden pręt, to jest A1; więc podlegając tym dwóm siłom, przebieży przekątnią Ab równoległoboku. Znajdując się na punkcie b; od siły rzucenia przebiegłoby bf, a od siły ciężkości prętów trzy, to jest be; więc przebieży przekątnią bh; z punktu h od siły rzucenia przebiegłoby hO, a od ciężkości

prętów pięć, to jest hn, więc przebieży przekątnią hM. Gdyby stosunek sił, rzucenia i ciężkości był iednostayny, ciało przebiegłoby linią prostą AM; ale że ich stosunek coraz się odmiénia, dlatęgo ciało przebiega linią krzywą AbhM. Porobiliśmy tylko zakrzywienia w punktach b i h, bośmy tylko uważali działanie dwóch sił na końcu piérwszýy i drugiéy sekundy; ale że ciało w każdym nieskończeniu małym momencie podlega tym dwóm siłom; więc tworzyć się będą nieskończenie małe przekątne, które uformują połowę *Paraboli*.

§. 19. Kiedy ciało przebiega całą Parabolę?

Rzuciwszy zaś ciało ukośnie do horyzontu, natenczas przebieży całą parabolę. Niech będzie linią pozioma AW (Tab: I, Fig: 6.). Rzucmy ciało z punktu A kierunkiem AI, czyniącym z poziomą kąt IAW. Gdyby to ciało nie było ciężkiém, więcby biegło kierunkiem AI. Daymy, że tę drogę AI przebiega w sześciu sekundach; więc w piérwszýy sekundzie przebiegłoby linią AB, w drugiéy Bb i t. d. w szostéy nakoniec MI: tu straciwszy całą siłę dla oporu powietrza, zostałoby na punkcie I. Lecz będąc ciężkiém, dąży do ziemi, i w sześciu sekundach przebiegłoby 36. prętów (§. 7.) kierunkiem pionowym, co niech wyraża linią IW podzielona na 36 części równych. A zatém podlegając zawsze dwóm siłom, rzucenia i ciężkości, przebieży linią krzywą.

Podzielmy poziomą AW na sześć równych części, i z ich końców wyprowadźmy prostopadłe CB, Db i t. d.

Linia CB = $\frac{1}{6}$ IW dla podobieństwa Trójkątów BAC, IAW, czyli CB = 6 prętów.
 Podobnie Db = $\frac{2}{6}$ IW, czyli Db = 12 prętów
 FE = $\frac{3}{6}$ IW, czyli FE = 18 prętów
 HG = $\frac{4}{6}$ IW, czyli HG = 24 prętów
 NM = $\frac{5}{6}$ IW, czyli NM = 30 prętów

Rzuciwszy tedy ciało z punktu A kierunkiem AI, przebiegłoby w pierwszój sekundzie od siły rzucenia linią AB, a od ciężkości pręt ieden, to jest Ax, więc przebieży przekątną AL, i będzie wyniesione od ziemi na linią LC, która znaaczy prętów 5, ponieważ BC waży 6 prętów, a BL 1. W drugiej sekundzie od siły rzucenia przebiegłoby L ∂ , a od ciężkości ∂n , więc przebieży przekątną Ln, i jest wysoko od ziemi na linią nD, czyli prętów 8, bo Db = 12 prętów, a w dwóch sekundach spada do ziemi na 4 pręty, to jest przebiega linią bn; więc nD = 8 prętów. Podobnie w trzeciej sekundzie przebieży nO, w czwartej OP, w piątej PQ, w szóstej QW.

Stąd widzimy, że linia

LC = 5 prętom
 nD = 8 prętom
 OF = 9 prętom
 PH = 8 prętom
 QN = 5 prętom.

Ciało na punkcie L, jest na wysokości LC, czyli 5 prętów:

na punkcie n, jest na wysokości nD, czyli 8 prętów:

na punkcie O, jest na wysokości OF, czyli 9 prętów:

to jest: w pierwszój sekundzie podnosi się na 5 prętów; w drugiej ponieważ jest wysoko na 8 prętów, więc się podniosło na 3 pręty: w trzeciej sekundzie jest wysoko na 9 prętów, więc się tylko na 1 podniosło: czyli w pierwszój sekundzie podniosło się na 5 prętów, w drugiej na 3, w trzeciej na 1: więc z punktu A do O, ma bieg opóźniony (§. 12.).

Już zaś na punkcie O jest na wysokości OF, czyli 9 prętów:

na punkcie P, jest na wysokości PH, czyli 8 prętów:

na punkcie Q, jest na wysokości QN, czyli 5 prętów:

to jest w czwartej sekundzie opadło na 1 pręt, w piątej na 3, w szóstej na 5, zatem z punktu O do W, ma ciało bieg przyspieszony. Widzimy zatem, iż ciało iedną połowę swęj drogi przebywa biegiem opóźnionym, a drugą połowę biegiem przyspieszonym. Widzimy także, iż tylko podnosi się do czwartej części wysokości IW: bo najwyżej jest na punkcie O. Zaś OF = 9, które jest czwartą częścią IW. Porobiliśmy tylko zakrzywienia w punktach L, n, O, P, Q, ale ciało bieżąc, w każdym momencie podlega sile rzucenia i ciężkości, dlatego przebieży linią krzywą AOW, która się zowie Parabola.

Kule z armat, albo z innej strzelby ukośnie wyrzucone przebiegają parabolę: Na tém się zasadza umiejętność Inżynierów; ci przez doświadczenie dochodzą, iak daleko armata bieie pod kątem 45° wymierzona.

R O Z D Z I A Ł II.

TEORYA MACHIN.

§. 20. Co są Machiny.

WYŁOŻONE prawdy w poprzedzającym rozdziale, ułatwiają nam tłumaczenie skutków, które iakiejkolwiek Machiny sprawiają. Nazywamy Machiną to wszystko, co siłę powiększa, to jest co sile dopomaga, aby ciężar, którego sama przez się utrzymać nie może, za pomocą Machiny podnieść zdołała, np: siła ludzka ogromnego kamienia dzwignąć nie może, lecz używszy drąga lub jakiej innej Machiny, łatwo go podniesie. Mówiąc o Machinach, uważamy je tylko tak, że niemi siła utrzymuje ciężar na równy wadze, to jest, że Machiną tyle tylko siła jest powiększona, iż ciężar utrzymuje w spoczynku: bo iak skoro, powiększymy siłę, zaraz ciężar podniesie. Siłę będziemy czasem oznaczali ciężarem: bo wielkość siły poznać można z ciężaru, który drugi ciężar, albo utrzymuje na wadze, albo

podnosi. Tak gdy jeden człowiek całą swą siłą podnosi funtów 100, drugi zaś podnosi tylko 50; mówimy, że pierwszy dwa razy ma większą siłę od drugiego. Machiny są dwojakie pojedyncze i złożone. Zacznijmy od wykładu najprostszey Machiny, z której wszelkie inne pochodzą.

§. 21. Waga (Libra).

Niech będzie linia prosta AB, (Tab: I. Fig: 7.) ięj środek S: naznaczmy na téj linii punkta jednakowo odległe od ięj środka, np: A i B, C i D. Jeżeli ta linia obracając się koło swego środka weźmie położenie linii ba, tedy punkta na nięj naznaczone, obiegają łuki podobne Aa, Cc, Dd, Bb. Te łuki mają się iak ich promienie, np: $Aa : Dd = AS : DS$. Te łuki są to drogi przebieżone od punktów, a ich promienie są odległości tychże punktów od środka S; azatém tak się ma droga przebieżona od punktu A, do drogi przebieżonęj od punktu D, iak odległość punktu A od środka S, do odległości punktu D od tegoż środka: to jest, nazwawszy drogi D i d, a zaś odległości od środka O i o, będzie $D : d = O : o$ (C). Te drogi są przebieżone w jednakowym czasie; więc mają się ieszcze iak prędkości (§. 4):

to jest $D : d = P : p$, (D)

azatém z proporcyy (C) i (D) wypada

$$P : p = O : o,$$

to jest, prędkości któremi biegają punkta, tak się mają, iak ich odległości od środka.

Zawieśmy w punkcie A (Tab: I. Fig: 8.) ciężar wążący funtów 6, którego odległość od środka S, jest 4 części równych: a na drugiey stronie linii w punkcie B, zawieśmy w takiejże odległości od środka podobnie 6 funtów. Ciało przy A, będąc ciężkiem, usiłuje dążyć do ziemi kierunkiem pionowym A6, a przeto ciągnie ciało B do góry: i nawzajem, ciało przy B, pociąga w górę ciało A, czyli te dwa ciała wzajemne siły na siebie wywierają. Wiemy, iż siła znajduje się mnożąc masę przez prędkość (§ 5.), a tu pokazaliśmy dopiero, że prędkości tak się mają, jak odległości; więc w tym razie znajdziemy siły ciał zawieszonych, mnożąc ich masy przez odległości od środka S. Aże masy i odległości od środka są równe, więc i siły będą równe. Te zaś siły, będąc równe i przeciwne, wzajemnie się zniszczą, i ciała będą w spoczynku, czyli będzie równowaga.

Pierwszy więc przypadek równowagi jest wtenczas, kiedy ciała są jednakowey masy, i zawieszone w równey odległości od środka.

Zawieśmy znowu na iednuy stronie téżże linii przy B w odległości od iéy środka 4, masę wążącą funtów 6, a na drugiey stronie w odległości od środka 3, masę wążącą funtów 8, będzie także równowaga: bo wieloczyn z masy 6, przez iéy odległość od środka 4, równy jest wieloczynowi z masy 8, przez iéy odległość od środka 3.

czyli $6 \times 4 = 8 \times 3$ (*Geom: Elem.*
 azatém $6 : 8 = 3 : 4$ (*Rozdz. IX.*)

to jest, masa pierwszego ciała do masy drugiego, jak odległość od środka drugiego ciała, do odległości od środka pierwszego, czyli, masy są w stosunku odwrotnym odległości.

Drugi więc przypadek równowagi jest wtenczas, kiedy masa mniejsza zawieszona się w odległości od środka tyle razy większey, ile razy jest mniejsza od większey masy, czyli gdy masy są w stosunku odwrotnym ich odległości od środka.

Linia AB (Fig: 8.) podzielona na części równe, wystawie Wagę, powszechnie znaiome narzędzie. Linie AS, BS są ramiona Wagi. Punkt S, nazywa się zbiorem ciężaru ciał zawieszonych, lub środkiem ich ciężkości, (*centrum gravitatis*), bo przez utrzymanie tego punktu, nie spadają ciała na ziemię dla swoiey ciężkości (§ 7.), czyli utrzymują się w spoczynku na ramionach wagi. A jako dwóch ciał wiszących na ramionach wagi AB, uważamy zbiór ciężaru, czyli spólny środek ciężkości w punkcie S; tak też w jakimkolwiek ciele znajduje się punkt, około którego wszystkie iego cząstki utrzymują się na równey wadze. Zbiór ciężaru, czyli środek ciężkości ciała, rzadko kiedy przypada w środku iego wielkości: na to potrzeba, aby ciało było iednorodne, to jest z cząstek iednakowych złożone i figury foremney, np: kuli iednorodney środek ciężkości i środek wielkości w jednymże punkcie znajdować się będzie. W innych zaś ciałach niereguralnych, dwa te środki nie na ieden punkt przypadają.

Powiedzieliśmy, że gdy środek ciężkości nie jest utrzymany, ciało spada kierunkiem pionowym do ziemi: Lecz kiedy ten kierunek przechodzi przez punkt na którym się ciało wspiera, natenczas zostaje w spoczynku, to jest, gdy kierunek ciężkości przypada na podstawę, na której się ciało wspiera. Stąd wnosimy, iż te ciała trudniéy ustawić do równowagi, które bardzo małą mają podstawę. Y tak kula położona na płaszczyźnie pochyłej, stoczy się na ziemię, bo dotykając się płaszczyzny jednym punktem, kierunek iéy ciężkości łatwo wybocza z tego punktu podpory: przeciwnie bryła inna na tejże płaszczyźnie położona, może na niéy spoczywać, jeżeli kierunek iéy ciężkości nie wypada z podstawy. Dlategoto młode zwierzęta nie tak łatwo padają, jak małe dzieci: albowiem podstawa dziecięcia jest niewielka, więc gdy się pochyli, kierunek iégo ciężkości nie przechodzi przez podstawę. Przeciwnie zwierzęta ze czterema nogami wielki plac zajmują, przeto gdy jedną nogę podniosą, jeszcze jednak kierunek ciężkości znajdzie się w podstawie; Tańcujący na linie, dla utrzymania kierunku ciężkości w swéy podstawie, rozmaite położenia swoim członkom nadaje. Człowiek na górę wstępując, ku niéy się nachyla, przeciwnie z niéy schodząc w tył się wypreża. Toż sądzić o człowieku dźwigającym ciężar na plecach, lub przed sobą. Budynków długoletność stąd pochodzi, że kierunek ich środka ciężkości wpada w podstawę. Y tak wieża Pizańska i Bonońska, chociaż są pochylo-

ne do ziemi, i zdają się upadkiem zagrażać, wszelako bezpiecznie stoją. Wieża Pizańska jest okrągła, wysoka prawie na 138 stóp, a na 15 stop pochyła. Wieża Bonońska jest kwadratowa, wysoka na 130 stóp, a na 9 stóp pochylona. Takto biegły Architekt potrafił ułożyć ich części, iż mimo znacznego pochylenia, kierunek ich ciężkości wpada w podstawę.

§. 22. Prawidła podług których znajdują się środki ciężkości różnych ciał.

Znalezienie środka ciężkości w jednym lub w kilku ciałach, jest bardzo ważną rzeczą w wielu okolicznościach; przeto poznamy prawidła, podług których dochodzić go można.

10d. Niech będą dwa ciała jednorodne A i B (Tab. I. Fig. 9.), przez ich środki ciężkości poprowadźmy linią prostą AB. Jeżeli masy tych dwóch ciał są sobie równe; natenczas spólny ich środek ciężkości będzie we środku linii AB, to jest w punkcie S (§. 21.). A zatem będzie:

$$A : B = BS : AS$$

$$\text{Stąd } A + B : A = BS + AS : BS$$

$$\text{azatem } BS = \frac{BS + AS \times A}{A + B}$$

to jest, aby znaleźć spólny środek ciężkości dwóch ciał, trzeba rozmnożyć jednego masy, przez odległość szczególnych środków od siebie, i ten wieloczyn podzielić przez sumę mass.

Daymy, że ciężary są nierówne, np: $A = 12$,
 $B = 4$, $AB = 24$; będzie $BS = \frac{24 \times 12}{12 + 4}$
 $= 18$. to jest, kiedy odległość AB , szczegól-
 nych środków ciężkości jest 24 części równych;
 natenczas spólny środek ciężkości przypadnie na
 część osmnastą z strony B ; gdyby zaś massy
 były równe, środek ciężkości przypadałby na
 część dwunastą.

Ponieważ $B : A = AS : BS$ (§. 21.)

$$\text{azatem } B = \frac{A \times AS}{BS}.$$

Niech $A = 12$, $BS = 18$, $AS = 6$.

$$\text{będzie } B = \frac{12 \times 6}{18} = 4.$$

To jest, mając wiadomą jednę masę, odle-
 głość od siebie szczególnych środków ciężkości,
 i spólny środek ciężkości dwóch mass; można
 wyznaczyć drugą masę.

2rc. Znajdźmy teraz spólny środek ciężko-
 ści kilku ciał. Na linii AB (Tab: I. Fig: 10.)
 zawieśmy cztery ciała a, b, c, d , gdzie będzie
 spólny ich środek ciężkości? Według poprzedza-
 jącego prawidła, szukamy naprzód spólnego
 środka ciężkości ciał a i b , który niech przy-
 pada w punkcie F ; wystawmyż sobie, że w tym
 punkcie F zawieszony jest ciężar równy summie
 mass $a + b$, i między tym ciężarem i masą c
 szukamy spólnego środka ciężkości, który niech
 będzie w punkcie G . Nakoniec wystawmy sobie,

że w punkcie G zawieszony jest ciężar równy
 summie ciężarów $a + b + c$, i między tym cięża-
 rem, a masą d znalazłszy spólny środek cięż-
 kości w punkcie H ; ten będzie środkiem cięż-
 kości szukany.

3cie. Znaleźć środek ciężkości Trójkąta
 ABC (Tab: I. Fig: 11.). Podzielmy bok trójką-
 kąta CB na dwie części równe w punkcie E , i po-
 prowadźmy linią prostą AE . Punkt E jest środ-
 kiem ciężkości linii CB (§. 21.). linia zaś AE
 przechodząc przez środek ciężkości linii CB , bę-
 dzie oraz przechodziła przez środek ciężkości
 wszelkich linii równoodległych od CB , a zakoń-
 czonych bokami trójkąta AC, AB , czyli środek
 ciężkości trójkąta ABC , będzie się znajdował na
 linii AE . Podzielmy drugi bok trójkąta AB na
 dwie części równe w punkcie D , i poprowadźmy
 linią prostą DC ; ta podobnie przechodzi przez
 środek ciężkości wszelkich linii równoodległych
 od AB , czyli środek ciężkości trójkąta znaj-
 duje się na linii CD , azatem jest w punkcie F ,
 w przecięciu linii DC i AE .

Z punktu E poprowadźmy EG równoodległą
 od AB . Dla podobieństwa trójkątów CEG, CBD
 linia EG jest połową linii BD , albo AD . Po-
 tęp dla podobieństwa trójkątów DAF, EGF jest
 $AD : GE = AF : FE$. Aże AD dwa razy jest
 tak wielką, jak GE , więc AF dwa razy jest więk-
 sza od FE , azatem AF ma takich części dwie,
 jakich AE trzy; czyli AF jest $\frac{2}{3} AE$. Podobnym-
 że sposobem można okazać, że CF jest $\frac{2}{3} CD$,
 azatem środek ciężkości trójkąta znajdziemy,

prowadząc linią od wierzchołka któregokolwiek kąta, do środka boku leżącego naprzeciw temu kątowi: odległość środka ciężkości od tego wierzchołka będzie $\frac{2}{3}$ téj linii, to jest środek trójkąta przypada na środek jego wielkości.

Podobnymże sposobem znajdziemy środek ciężkości wielokąta foremnego wyznaczyszy środek jego wielkości.

4te. Znaleźć środek ciężkości równoległoscianu ADEG (Tab: I. Fig: 12.). Poprowadźmy w równoległoboku ABDC, dwie przekątne AD, CB, punkt I w którym się przecinają, jest środkiem ciężkości równoległoboku. Dla teyże przyczyny punkt K jest środkiem ciężkości równoległoboku HGFE. Poprowadźmy płaszczyzny CBFH, ADGE. Każda z nich, dzieli równoległoscian na dwie części równe, zatem każda przechodzi przez środek jego ciężkości, więc w środku ich przecięcia IK, będzie środek ciężkości równoległoscianu.

Takimże sposobem można wyznaczyć środek ciężkości graniastosłupów i walców, biorąc połowę linii prostey łączący środki ścian przeciwnych.

5te. Znaleźć środek ciężkości ostrosłupa. Niech będzie ostrosłup ASBC (Tab: I. Fig: 13.), którego podstawą jest trójkąt ABC. Szukamy naprzód środka ciężkości podstawy ostrosłupa ABC. Poprowadźmy linią prostą AD od wierzchołka kąta A, do punktu D środka przeciwnego boku temu kątowi, i na linii AD odetniemy AF równą $\frac{2}{3}$ AD. Punkt F będzie środkiem cięż-

kości trójkąta ABC, według trzeciego prawidła. Od tego punktu poprowadźmy linią prostą FS do wierzchołka ostrosłupa. Linia FS idąca przez środek ciężkości płaszczyzny ABC, idzie oraz przez środek ciężkości wszystkich płaszczyzn równoległych od podstawy ABC, zatem idzie przez środek ciężkości ostrosłupa ASBC.

Szukamy powtórę środka ciężkości trójkąta BSC. Prowadźmy linią SD do środka BC, i weźmy SE równą $\frac{2}{3}$ SD; punkt E będzie środkiem ciężkości płaszczyzny BSC, zaś linia AE będzie przechodziła przez środek ciężkości wszelkich płaszczyzn równoodległych od ściany BSC, zatem przez środek ciężkości ostrosłupa. A więc punkt G w którym przecinają się dwie linie SF, AE, jest środkiem ciężkości ostrosłupa ASBC.

Poprowadźmy linią prostą FE. Ponieważ linia DF jest $\frac{1}{3}$ AD, zaś DE jest $\frac{1}{3}$ DS, zatem trójkąty FDE, ADS są sobie podobne (Geom: Rozdz: VIII. Twierdz. fundamentalne odwrotne.), zatem FE jest równoodległa od AS, a przeto FE jest $\frac{1}{3}$ AS.

Znowu trójkąty FGE, SGA są sobie podobne, zatem FE : AS = FG : SG, aże FE jest $\frac{1}{3}$ AS, więc i FG jest $\frac{1}{3}$ SG, zatem SG ma takich części 3, jakich SF ma 4, czyli SG jest $\frac{3}{4}$ SF.

Azatem aby znaleźć środek ciężkości ostrosłupa, którego podstawą jest trójkąt, trzeba naprzód znaleźć środek ciężkości podstawy; potem od tego punktu poprowadzić linią prostą do wierzchołka ostrosłupa; będzie odległość środ-

ka ciężkości ostrosłupa od jego wierzchołka równa $\frac{3}{4}$ téj linii.

Znajdźmy teraz środek ciężkości ostrosłupa, którego podstawą jest jaki inny wielokąt, np: pięciokąt foremny. Poprowadźmy w tym pięciokącie dwie przekątne od wierzchołka iakiegokolwiek kąta, podzieli się przez to pięciokąt na trzy trójkąty, które możemy uważać za podstawy trzech ostrosłupów schodzących się w jednym punkcie, i składających podany ostrosłup. Znajdźmy środek ciężkości pięciokąta podług prawidła trzeciego, i od tego punktu do wierzchołka ostrosłupa poprowadźmy linią prostą: weźmy na niéy punkt odległy od wierzchołka na $\frac{3}{4}$ całej linii, przez ten punkt poprowadźmy płaszczyznę równoodległą od podstawy ostrosłupa, ta przechodzi będzie przez środek ciężkości trzech ostrosłupów, których podstawami są trójkąty, azatém przechodzi także przez środek ciężkości ostrosłupa, którego podstawą jest pięciokąt. Azatém od środka ciężkości podstawy iakiegokolwiek ostrosłupa poprowadziwszy linią prostą do wierzchołka ostrosłupa, punkt odległy od wierzchołka ostrosłupa na $\frac{3}{4}$ téj linii będzie jego środkiem ciężkości.

Stąd wypada, że i ostrokregu środek ciężkości jest odległy od jego wierzchołka na $\frac{3}{4}$ osi.

6te. Znaleźć środek ciężkości półkuli. Niech będzie AB (Tab: I. Fig 14.) średnica półkuli AIB i walca na niéy opisanego ABDE: azas linia ED, równa AB, średnica ostrokregu ECD. Podług poprzedzającego prawidła, środek ciężkości

ostrokregu ECD, będzie w punkcie F odległym od C na $\frac{3}{4}$ linii CI: a podług czwartego prawidła, środek ciężkości walca ABDE, będzie w punkcie H odległym od C na $\frac{1}{2}$ linii CI. Ponieważ tedy $CF = \frac{3}{4} CI$, azas $CH = \frac{1}{2} CI$; więc $FH = CF - CH = \frac{3}{4} - \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ to jest $FH = \frac{1}{4} CI$. Ponieważ masa walca ABDE równa jest summie mass półkuli AIB i ostrokregu ECD; (podług Geom: Elemnt: części agity Rozdziału VIII. Twierdż: 5 i Rozdz: IX. Twierdż: 2.), więc punkt H, to jest środek ciężkości walca, możemy uważać za spólny środek ciężkości półkuli i ostrokregu, a punkt F za środek ciężkości samego ostrokregu. Azatém massy te są w stosunku odwrotnym odległości od spólnego środka (§. 21.), to jest, masa półkuli tak się ma do massy ostrokregu, iak FH odległość ostrokregu od spólnego środka ciężkości, do odległości półkuli od tegoż środka, która będzie GH, azatém środek ciężkości półkuli będzie w punkcie G. Aże masa półkuli ABI, jest dwa razy większa od massy ostrokregu ECD, (podług twierdzeń przytoczonych w poprzedzającym nawiasie), więc FH odległość ostrokregu od spólnego środka ciężkości, jest dwa razy większa od GH odległości kuli od tegoż środka, to jest, $GH = \frac{1}{2} FH$, że zaś $FH = \frac{1}{4} CI$, więc $GH = \frac{1}{8} CI$. Potém $CG = CH - GH = \frac{1}{2} CI - \frac{1}{8} CI = \frac{3}{8} CI$, to jest środek ciężkości półkuli odległy jest od środka kuli na $\frac{3}{8}$ promienia kuli.

Można wyznaczyć mechanicznie środek ciężkości ciała następującym sposobem. Położywszy

ciało na drzewie, albo metalu tróyraniastym naprzód wzdłuż, potem wszcz, trzeba w pierwszym i drugim razie póty posuwać, aż póki nie będzie równowaga, i na miejscach wsparcia kreski pociągnąć: punkt w którym się owe kreski przecinają, pokaże, iż naprzeciw niego jest środek ciężkości.

§. 23. *Na czém zależy dokładność Wagi.*

Aby waga była doskonałą, powinna być bardzo ruchoma w punkcie E (Tab: I. Fig: 15.) tak dalece, aby za przydaniem najmniejszego ciężaru na jedno iéy ramie, równowaga się psuła. To wachanie się ramion wagi EC, EB tém bardziej się powiększy, im mniej się będą tarcie, gdy ramiona wagi w punkcie E ostro się wspierają, iak bywa pospolicie. Powiększy się także znacznie wachanie się ramion, jeżeli ich środek ciężkości, i punkt wsparcia, czyli środek wachania się na iedenę punkt przypadają: bo natenczas zawsze będzie równowaga, iakieźkolwiek ramiona wezmą położenie, czyli poziome, czyli nachylone. Tak np: gdy środek ciężkości ramion, i środek ich wachania się jest w punkcie E, natenczas jeżeli ciężary równe M i D położymy na talerzach; zawsze będzie $M \times CE = D \times BE$ (§. 21.), czyli zawsze będzie równowaga, iakieźkolwiek będą długości sznurki do których są przywiązane talerze z ciężarami: bo kierunek ciężkości będąc pionowy, (§. 7.)

cięża-

ciężary M i D leżące na talerzach, tak działają na siebie, iak gdyby były w punktach C i B. Jeżeli ramiona téy wagi wezmą położenie linii *bc*, wtedy kierunki ciężkości ciał leżących na talerzach, będą *cm*, *bđ*, i ciało M będzie w punkcie *m*, zaś D w punkcie *đ*, i te ciała tak będą działały na siebie, iak gdyby były w punktach *o* i *n*: które to punkta ponieważ są jednakowo odległe od środka ciężkości E, (bo Trójkąty *Eco*, *Ebn* mogą przystać do siebie podług II. Rodz: Jeom: Elem:), a zatem będzie znowu równowaga, i najmniejszy ciężar do jednego talerza przydany, onę zepsuie. A zatem jeżeli środek ciężkości, i środek wachania się ramion przypadają w jednym punkcie; zawsze będzie równowaga, iakieźkolwiek położenie wezmą ramiona. Ale że prawie ustawiczne i prędkie ich wachanie się wyciąga długiego czasu i wielkiéy pilności w ładowaniu ciężarami talerzów; przeto dla wygody robią pospolicie takie wagi, w których środek ciężkości ramion jest niżéy punktu ich wsparcia, czyli środka wachania się. Takie wszelako ułożenie wagi jest niedokładne. Aby okazać tę niedokładność, daymy, że trójkąt *ASB* (Tab: I. Fig: 16.) oznacza wagę, w której punkt S jest środkiem wachania się iéy ramion, a punkt C jest środkiem ciężkości. Poprowadźmy linią *SC*. W odległościach równych od środka wachania się S, to jest AS, BS zawieśmy ciężary równe P, M. Jeżeli położenie ramion wagi jest horyzontalne, siły ciał zawieszonych będą równe, to jest będzie $P \times AS = M \times BS$

TOM II.

D

(§. 21.) i ciała wiszące P i M, można uważać jak gdyby leżały na punktach A i B. Ale jeśli ramiona wagi wezmą położenie linii ab , natenczas ciało M będzie w punkcie m , a ciało P w punkcie p . Przez środek wahaniasię S poprowadźmy linią $rS w$, równoodległą od AB i spotykającą kierunki ciężkości ciał w punktach r , w . Odległość ciała m od środka wahaniasię S jest linią rS , większa od wS odległości kierunku ciała p od tegoż środka. Bo trójkąty $bn\partial$, xan są podobne: zatem $\partial n : nz = bn : an$; Aże liniia bn większa jest od an linią cn , więc i ∂n większa jest od linii nz , a tém bardziéy ∂C większa jest od Cz , zatem i rS , jest większa od wS , zatem $m \times rS$, jest większa od $p \times wS$. (§. 21.) to jest ciało m przeważy, czyli spólny środek ciężkości wywdzie ze środka odległości dwóch końców ramion wagi na stronę ciała m , które dlatego przeważy ciało p ; przeto ciało m , może bydź lżeysze od ciała p , a będą oba w równéywadze: co wielką niedokładność uczynićby mogło w ważeniu rzeczy kosztownych.

Nakoniec im dłuższe będą ramiona, tém dokładniejsza waga: bo jeżeli na ramionach iéy dwa ciężary zawieszzone będą w równéy wadze, natenczas gdy jeden ciężar nieznacznie powiększemy, równowagasię zepsunie: bo iakożkolwiek jest mała ilość, którą przydajemy; wszelako iéy odległość od środka wahaniasię będąc znaczna, uczyni iéy siłę proporcjonalną do téy odległości (§. 21.), ale znowu i w długości ramion

miarę zachować potrzeba: bo jeżeli są zbyt długie, będą ciężkie, a zatem znaczne będzie tarćie w środku wahaniasię: jeżeli znowu są cienkie, mogą się uginąć, gdy wielkie ciężary na nich będą zawieszzone, nie można zaś bydź pewnym, czyli jednakowo się uginają po obudwu stronach.

Pospolicie na końcach ramion wagi są kółka, do których przywieszają się sznurki z talerzami, co żadanego uchybienia nie sprawi, jeżeli środki tych kółek i środek wahaniasię ramion czynią linią prostą.

Dla łatwiejszego pomiarkowania, czyli ramiona wagi mają położenie horyzontalne, powinien bydź w środku wahaniasię S (Tab: I. Fig: 17.) skazownik SD prostopadły do ramion wagi. Skazownik ten żadnéy odmiany nie sprawi, jeżeli położenie ramion czyni linią horyzontalną AB, bo kierunek iego środka ciężkości przechodzi przez środek ciężkości ramion S. Ale kiedy ramiona wagi wezmą położenie linii ab , w tenczas kierunek środka ciężkości skazownika nie przechodzi przez środek ciężkości ramion. Daymy, że środek ciężkości skazownika $S\partial$, jest w punkcie E; kierunek iego ciężkości będzie pionowa EF, zatem skazownik SD przyda ciężaru ramieniu Sb . Dla uniknienia w tym razie niedokładności, dają z przeciwnéy strony ciężarek wyrównywający skazownikowi SD, a w takim razie można wystawiać sobie dwie wagi, których ramiona przecinają się zawsze pod kątem prostym w punkcie S.

Czasem ramiona fałszywey wagi będą w położeniu horyzontalném, a to w ten czas się trafi, kiedy jedno ramie będzie krótsze od drugiego, ale równéy massy. Aby się przekonać o iéy niedokładności, trzeba naprzód kłaść na obadwa talerze tyle ciężarów, aby była równowaga, a potem przemienić ciężary z jednego talerza na drugi. Jeżeli waga jest fałszywa, ramiona iéy nie będą miały położenia horyzontalnego po przełożeniu ciężarów: bo równowaga w pierwszym razie stąd pochodziła, iż ramie krótsze obciążone było większą massą (§. 21.), a ramie dłuższe mniejszą; więc po przełożeniu ciężarów równowaga się zepsuła.

§. 24. *Przemian, czyli waga Rzymska*
(statera).

Niekiedy towary ważone bywają przemianem, który tém się tylko różni od pospolitéy wagi, iż jego ramiona są nierówne (Tab: I. Fig: 18. *Prima*). Talerz T jest na krótszém ramieniu, podpora czyli środek wachania się ramion jest w punkcie P, ciężarek zaś W wieszają się na ramieniu dłuższém, podzieloném na części tym sposobem. Na talerzu T położywszy funt 1; ciężarek W póty posuwają, póki nie będzie równowaga: to pierwsze ciężarku zawieszenie znaczą 1. Potem na talerzu T kładą pojedynczo ciężary 2, 3, 4, 5, 6, i t. d. funtów ważące; z temi ciężarkami W na równéywadze ustanowiwszy, znaczą 2, 3, 4, 5, 6, i t. d. i podział ramienia jest

inż zrobiony. Ze jednym ciężarkiem W można ważyć różne wielkie towary, iasna jest rzecz z prawdy wyżéy położonéy (§. 21.); stąd więc ta machina naprzód wygodna. Powtóre wygodna jest dlatego, że w niéy podpora P tyle tylko obciążona, ile ciężarek W i towar ważą. Lecz niewygodna dlatego, iż trudno dociec oszukania, które od podziału i ciężarku W zawisło. Kupiec towar biorąc, może powiedzieć, iż ciężarek W mniej waży, aniżeli jest w rzeczy saméy: może go tam zawiesić, gdzie większego ciężaru towar jest w równéy wadze, z ciężarkiem W. Stąd pochodzi, że drogich towarów przemianem nigdy nie ważą.

Figura 18. *Secun*: wystawienie przemian, którego pospolicie na prowincyach używają. Na jednym zawsze końcu jest waga W, na drugim z haka C wieszają towar. Podporę P tu i owdzie przesuwać, póki towar, na haku C zawieszony, nie stanie do równowagi z ciężarem W. Ale taki przemian ieszcze może być niedokładniejszy od poprzedzającego, bo oszukanie by być może od ciężaru W, i od podziału drążka WPC.

§. 25. *Drag* (*Vectis*).

Najlepszy jest sposób dochodzenia prawdy, postępować od wiadoméy rzeczy do niewiadoméy. Teorya wagi, którą znamy, posłużyć nam może do wytłumaczenia skutków wszelkich innych machin. Y tak drag, którego używają do podnoszenia ciężarów, nic innego nie jest tylko waga.

Drąg wyrażony linią SC (Tab. II. Fig: 19.), i wspierający się na podporze P, jest to samo, co waga w punkcie P zawieszona. Przeto cośmy powiedzieli o wadze, to samo do drąga przytossować możemy. Jako w wadze uważaliśmy punkt zawieszenia, i ciężary na iéy ramionach; tak w drągu uważać będziemy podporę i ciężary na końcach drąga, z których ciężarów jeden zwać będziemy ciężarem, a drugi siłą. Lecz w drągu rozmaite miejsce podpora mieć może, stąd różność drągów pochodzi.

1o d. Jeżeli podpora jest między ciężarem i siłą, będzie drąg pierwszego rodzaju.

2o c. Jeżeli ciężar jest między siłą i podporą, będzie drąg rodzaju drugiego.

3o c. Jeżeli siła jest między ciężarem i podporą, będzie drąg trzeciego rodzaju.

Ponieważ drąg jest to samo, co waga, więc w każdym rodzaju drąga, tak się ma siła do ciężaru, jak odległość ciężaru od podpory, do odległości siły od podpory, czyli siła i ciężar są w stosunku odwrotnym swych odległości od środka. Zastanówmy się w szczególności nad każdym rodzajem drąga.

1o d. W drągu pierwszego rodzaju (Tab: II. Fig: 19.), niech linia SP oznaczająca odległość siły od podpory będzie łokci 3. Siła S funtów 6. Ciężar C funtów 6, CP odległość iego od podpory łokci 3, będzie $6 \times 3 = 6 \times 3$, to jest w drągu pierwszego rodzaju, gdy podpora przypada na środek drąga, ciężar jest równy sile. Jeżeli drąg SC weźmie położenie linii sc,

łuk Ss, będzie równy łukowi Cc, to jest drogi przebieżone od siły i ciężaru są równe. Jeżeli zaś podpora bliżej jest siły (Tab: II. Fig: 20.), np: odległość siły od podpory SP = 3 łokci, odległość ciężaru od podpory PC = 9 łokci, siła S = 6 funtów, ciężar C = 2 funty, będzie także $6 \times 3 = 2 \times 9$; lecz łuk Cc, jest większy od łuku Ss, to jest, gdy podpora bliżej jest siły, trzeba większy siły do utrzymania na równy wadze mniejszego ciężaru, ale ciężar większą drogę przebiega w jednymże czasie, aniżeli siła. Jeżeli zaś ciężar C weźmiemy za siłę, a siłę S za ciężar; więc mniejsza siła, to jest 2 funty, utrzymaie na równy wadze ciężar większy, to jest funtów 6; ale zato droga przebieżona od siły C, jest większa, aniżeli droga przebieżona od ciężaru S, czyli, im bardziej siła powiększa się przez swą odległość od podpory, tém dłuższego czasu potrzebuie do podniesienia ciężaru.

2o c. W drągu drugiego rodzaju (Tab: II. Fig: 21.). Niech będzie siła w punkcie S, ciężar C, podpora P. W takim drągu zawsze odległość siły od podpory jest cały drąg SP: aza-tem im bliżej jest ciężar C podpory P, tém łatwiej go siła podniesie, ale nie wysoko, i wiele czasu siła łąży. Bo niechay siła przebiega łuczek Ss w dwóch sekundach, tedy ciężar C przebieży w tymże czasie łuczek Cc, i tym mniejszy łuczek ciężar przebieży, im bliżej będzie podpory: przeto takiego rodzaju drąga używają pospolicie do podnoszenia ciężarów wielkich, ale nie wysoko.

zcie. W drągu trzeciego rodzaju, niech będzie siła w punkcie S, (Tab: II. Fig: 22.) ciężar C na jednym końcu drąga, a podpora P na drugim. W takim drągu odległość ciężaru od podpory zawsze jest cały drąg CP, a zaś odległość siły S od podpory jest część drąga CP, a zatem trzeba większy siły do podniesienia mniejszego ciężaru: lecz droga przebieżona od ciężaru, w jednymże czasie, jest większa od drogi przebieżonej od siły; To zyskowanie czasu jest przyczyną, iż drąg trzeciego rodzaju używają do podnoszenia lekkich ciężarów na znaczną wysokość, jakoto gdy snopki, siano z wozów składają.

Dragów jest bardzo częste używanie. *10d.* Robotnicy mając podnieść wielki ciężar, biorą się do pierwszego, albo drugiego drąga, ten pod ciężar zasadziwszy, jeżeli ramie dłuższe na doł przycinają, używają drąga pierwszego rodzaju, jeżeli zaś do góry podnoszą, używają drąga drugiego. *are.* Nożyczki składają się ze dwóch drążków rodzaju pierwszego, te podczas strzyżenia wspierają się na sztyfcie, który je spaja, ciężar czyli ciało przestrzygane z jednéj strony podpory znajduje się, z drugiéj zaś ręka sciskająca ramiona nożyczek: więc im twardsze ciało przecinać trzeba, tém je bliżej podpory przysuwamy, aby jego odległość zmniejszyć. *zcie.* Wiosła na statkach, drygawki na tratwach są drągi drugiego rodzaju.

§. 26.

§. 26. *Jak znaleźć odległość siły i ciężaru od podpory.*

Używając drąga któregokolwiek rodzaju, postrzeżemy, iż ten albo cały, albo jego części koło podpory przeważają się. Ze zaś inne maszyny, jak pokażemy, składają się z drąga, więc aby w nich poznać podporę, trzeba uważać punkt, około którego części maszyny biegają, ten będzie podporą. Od niéj poprowadziwszy linią prostopadłą, do kierunku siły, ten będzie odległością iéy od podpory. Niemniej odległość ciężaru od podpory znajdziemy prowadząc linią prostopadłą do téj linii, po którejby ciężar spadł, gdyby nie był utrzymywany. I tak niech będzie drąg krzywy SPC (Tab: II. Fig: 23.), którego podpora w punkcie P, ciężar C, siła S. Od podpory P poprowadziwszy prostopadłe Ps, Pc, do kierunków siły i ciężaru, możemy brać drąg prosty cPs, za drąg krzywy CPS.

§. 27: *Koło na walcu (axis in peritrochio).*

Drągi nie bardzo wysoko ciała podnoszą: aby więc ciężary do znacznej wysokości podnieść, trzeba używać koła na walcu. Koła na walcu części są: Walec BTD (Tab: II. Fig: 24.) i koło Rr na nim osadzone. Siła jest na okręgu koła, ciężar zaś uciepiony jest na sznurze Cc wciągym się na walcu, a zatem gdy siła obędzie okrąg koła Rr, ciężar obędzie w tym sa-

mym czasie okrąg walca BCTD. Ta machina jest drąg pierwszego, albo drugiego rodzaju. To abym pokazać, wystawię kołowrot wpoprzecz, przez koło i walec przecięty (Tab: II. Fig: 25). Przecięcie walca jest hgM , drążki Pp , Ss w walcu utwierdzone, wyrażają średnicę koła osadzonego na walcu. Punkt h , przez który oś walca przechodzi jest podporą. Daymy, że siła jest na P , ciężar na sznurze gG , tedy odległość siły od podpory będzie Ph , odległość zaś ciężaru od podpory będzie gh , azatém gdy siła, drążek Ph na dół ciągnie, koło na walcu jest drągiem pierwszego rodzaju (§. 25). Niech znowu ciężar będzie w punkcie g , zaś w punkcie p siła pcha drążek pg do góry; takie położenie koła na walcu wystawia drąg drugiego rodzaju. Azatém koło na walcu jest drąg pierwszego lub drugiego rodzaju: więc tak się ma siła do ciężaru, jak odległość ciężaru od podpory, do odległości siły od podpory, czyli siła i ciężar są w stosunku odwrotnym odległości od podpory. Aże odległość ciężaru od podpory jest promień walca gh , a odległość siły jest promień koła ph , więc tak się ma siła do ciężaru, jak promień walca, do promienia koła.

Ponieważ siła zawsze jest na kole, a ciężar na walcu; przeto gdy siła, koło raz obróci, ciężar w tym samym czasie będzie tak wysoko podniesiony, albo niższy, jak wielki okrąg walca: azatém obwody koła i walca są drogi przebieżone od siły i ciężaru w jednymże czasie; więc w téj machinie prędkość siły, tak będzie do

prędkości ciężaru, jak obwód koła do obwodu walca; bo gdy czasy są równe; prędkości mają się, jak drogi przebieżone (§. 4.).

Zamiast koła osadzonego na walcu, mogą być drążki weń utwierdzone, albo też korba jedna lub dwie. Może także położenie walca być pionowe, iakich pospolicie do obracania wiatraków używają.

§. 28. Krążek czyli Blok (Trochlea).

Krążek czyli Blok, jest talerzyk okrągły, drewniany, albo metalowy po wierzchu wydrążony, aby się w nich sznur utrzymywał. Krążki w osadzie iakiéykolwiek na walcach obracać się powinny. Jeżeli blok ze swą osadą na jednym miejscu jest przytwierdzony, taki zowie się blokiem nieruchomym (Tab: II. Fig: 26.), gdy zaś z osadą podnosi się do góry, albo opuszczany bywa na dół, taki blok zowie się ruchomy (Fig: 27.). Krążek nieruchomy i siły nie pomnaża i czasu nie skraca, ten bowiem jest drągiem pierwszego rodzaju, w którym podpora jest w środku. Y tak: przez bloczek nieruchomy CA (Fig: 26.) przepuściwszy sznurek $SCAM$, zawieśmy na jego końcach ciężary równe S , M . Ciężar S nazwiemy siłą; będzie odległość siły od podpory P , linia CP , odległość zaś ciężaru od podpory P , linia AP (§. 26.). Aże $CP = AP$, bo są promienie jednegoż koła; więc siła równa ciężarowi (§. 25.), więc równą drogę i siła i ciężar przebiegać mogą, azatém blokiem

nieruchomym czas się nie skraca. Wygodny jednak jest blok nieruchomy: *10d.* Ze sznury przezeń przechodząc mniej się trą. *arc.* że siła na dole będąc, może blokiem ciężar do góry wynieść, przeto ma wygodne położenie: *3cie.* Ze siła przez blok sznur przepuściwszy, ciężarem własnym sznur ciągnąc, podnosi go do góry, iak często ludzie czynią.

Co się tycze krążka ruchomego, ten siłę sprawuje dwa razy większą od ciężaru: ponieważ taki blok jest drągiem rodzaju drugiego, w którym ciężar jest we środku drąga (§. 25.). Podpora w tym krążku jest *P* lub *p*, (Fig: 27.) ponieważ podpora może być uważana na każdym punkcie pionowey od nięj poprowadzonęj. A zatem odległość ciężaru *W*, od podpory będzie *CP*, a odległość siły od podpory będzie *AP* (§. 26.), dwa razy większa od *CP*, więc siła do ciężaru, iak 2 : 1.

Okazmy skutki obudwu bloków doświadczaniem: *10d.* Zawiesiwszy dwa równe ciężary *M* : *S* na sznurku przechodzącym przez blok nieruchomy (Fig: 26.), te na równy wadze zostaną. *arc.* Sznurka koniec jeden przywiązać do haka *H*, (Fig: 28.) drugi do ramienia szalek w punkcie *D*. Na tym sznurku należy ustawić krążek *K*, i szalki na równy wadze z nim utrzymać. Uwiesiwszy ciało *M* u bloka na sznurku będącego, na przeciwnym talerzu *B*, trzeba położyć ciężar *b* wazący połowę ciała *M*; Ciężar *b* utrzyma na równowadze ciało *M*. Bo odległość ciężaru *M* od podpory *P* jest promień *KP*, odległość zaś ciężaru

drugiego *b* od téjże podpory *P* jest *SP*; ponieważ ciężar *b* można uważać w każdym punkcie linii *Sn* równoodległy od *DW* (§. 26.).

§. 29. Równia pochyła (Planum inclinatum).

Równią pochyłą wystawiają nam góry, pagórki, wschody, drabiny i t. d. Każdy wie o tém, iż lżej jest, chodzić po równinie, ciężęj zaś wchodzić na góry, wschody i t. d. a tém ciężęj, gdy góra jest przykrzejsza. Tego łatwo dać można przyczynę z wykładu środka ciężkości (§. 21. 22.). Po równi pochyłęj siła bardzo często ciężar utrzymuje, albo porusza. Y tak konie wóz pod górę ciągną, robotnicy po dwóch drzewach z ukosa położonych, inne drzewa do góry posuwają. Zatem gdy siła po równi pochyłęj często ciężar utrzymuje lub porusza, obaczmy w jakiey proporcji od nięj bywa powiększana. Równią pochyłą wystawia Figura 29. i 30. Płaszczyzna *AC* zowie się długością równi pochyłęj, *CB* ięj podstawą, a od *A* prostopadła spuszczonej do podstawy, okazuje wysokość równi pochyłęj.

Siła dwoiako może utrzymywać ciężar na równi pochyłęj. *10d.* Równoodległy od ięj długości. *arc.* równoodległy od ięj podstawy. W pierwszym razie, tak się ma siła do ciężaru, iak wysokość równi pochyłęj do ięj długości. Okazmy to doświadczaniem. Na desce gładkiey *CA* (Fig: 29.) niech leży wałek okrągły ma-

iący czopki a , b , od których idą dwa sznurki równoodległe od deski: przez błoćki przy A na końcach tych sznurków wiszą dwa ciężarki D , ∂ wazące razem połowę wałka ab . Jeżeli deskę CA , tak podniesiemy, aby wysokość równi pochyłéy Am , była połową iéy długości CA ; natenczas ciężarki $D\partial$, będą w równowadze z wałkiem ab . Niech ciężarki $D\partial$ znaczą siłę, wałek ab znaczy ciężar, który siła utrzymuje; będzie siła do ciężaru, jak wysokość równi pochyłéy do iéy długości, czyli siła dwa razy mniejsza od ciężaru utrzyma go na równéywadze. Ze taki stosunek powinien być siły do ciężaru, przyczyna jest następująca. Gdy siła przebieży drogę CA , ciężar ab będzie na punkcie A , czyli siła przebiega długość równi pochyłéy w tym samym czasie, w którym ciężar przebiega iéy wysokość Am ; więc prędkość siły, tak się ma do prędkości ciężaru, jak długość równi pochyłéy do iéy wysokości (§. 4.), aże długość równi pochyłéy dwa razy jest większa od wysokości; więc prędkość siły do prędkości ciężaru, jak 2 : 1. Aże siła znajduje się mnożąc masę przez prędkość (§. 5.), więc ciężarki $D\partial$, równie połowie masy wałka ab utrzymują go na równowadze.

Jeżeli zaś siła ciągnie ciężar po równi pochyłéy równoodległe od iéy podstawy CB ; będzie siła do ciężaru, jak wysokość równi pochyłéy do iéy podstawy. Doświadczenie takie, jak piérwéy, bloki tylko pochyliwszy, tak aby sznurki były równoodległe od podstawy CB . W

tym razie siła przebiega długość podstawy CB , ciężar zaś, to jest wałek ab przebiega w tym samym czasie wysokość mA ; więc prędkość siły do prędkości ciężaru, jak podstawa równi pochyłéy do iéy wysokości (§. 4.), azatém siła do ciężaru, jak wysokość równi pochyłéy do iéy podstawy.

Okażmy te same prawdy innym sposobem. Niech będzie równia pochyła IWL (Fig: 30.), położmy na niéy ciało okrągłe, jednorodne S , więc iego środek ciężkości będzie w tém samym miejscu, gdzie i środek wielkości, to jest w punkcie S . Niechay to ciało ciągnie siła M kierunkiem linii SD równoodległéy od WI . Gdyby to ciało nie było utrzymywane od równi pochyłéy, spadłoby na ziemię kierunkiem SH . Ze to ciało jest okrągłe, więc jednym punktem dotyka się równi pochyłéy; azatém długość równi WI , jest styczną do téy kuli. Aby znaleźć ten punkt dotknięcia, trzeba od S spuścić prostopadłą SP do WI . Punkt tedy P , jest punktem dotknięcia, czyli podpory tego ciała. Wyznamy teraz odległości siły i ciężaru od podpory, prowadząc od niéy prostopadłe PS , PC do kierunków siły i ciężaru (§. 26.). Możemy przeto uważać siłę w punkcie S , ciężar w punkcie C , a podporę w P ; azatém linia krzywa SPC , jest drąg piérwszego rodzaju: azatém siła do ciężaru, jak odległość ciężaru od podpory, do odległości siły od podpory (§. 25.). Nazwiemy siłę S , ciężar C , będzie $S : C = CP : SP$. Aże $CP : SP = CF : FP$ dla pod-

bieństwa trójkątów CSP, CFP (*podanie przybrane w VIII. Rozdz: Geom: Elem:*); więc $S : C = CF : FP$, aże $CF : FP = FH : FW$, dla podobieństwa trójkątów CFP, FHW; więc $S : C = FH : FW$, aże $FH : FW = IL : WI$; dla podobieństwa trójkątów FHW, IWL; więc $S : C = IL : WI$. To jest, siła do ciężaru, iak wysokość równi pochyłéy do iéy długości.

Pójdźmy do drugiego przypadku. Niech siła K ciągnie ciężar równoodlegle od podstawy WL; będzie siła do ciężaru, iak wysokość równi pochyłéy do iéy podstawy. W tym razie odległość ciężaru od podpory, iest ta sama CP, odległość zaś siły od podpory iest PO. Ażatém i tu, uważając ciężar w punkcie C, podporę w P, siłę w punkcie O, będąc linią krzywa CPO drągiem pierwszego rodzaju. Więc siła do ciężaru, iak $CP : PO$. Aże $PO = CS$ bo są boki przeciwne równoległoboku CO; więc siła do ciężaru, iak $CP : CS$. Nazwiemy znowu siłę S, ciężar C; będzie $S : C = CP : SC$. Aże $CP : SC = CF : CP$, dla podobieństwa trójkątów SCP, CFP; więc $S : C = CF : CP$. Aże $CF : CP = FH : WH$, dla podobieństwa trójkątów CFP, FHW; więc $S : C = FH : WH$. Aże $FH : WH = IL : WL$, dla podobieństwa trójkątów FHW, ILW; więc $S : C = IL : WL$. To iest siła do ciężaru, iak wysokość równi pochyłéy do iéy podstawy.

Można ieszcze tak wyrazić te dwa przypadki. Promieniem WI nskreśliwszy łuk koła; wysokość równi IL, będzie wstawą kąta pochyłości

ści W, azaś WL, będzie iego dostawą (*Geom: Elem: Rozdz: XII.*). Ażatém pierwszy przypadek tak się wyrazi : Siła do ciężaru, iak wstawą kąta pochyłości do promienia; drugi zaś przypadek tak się wyrazi : Siła do ciężaru, iak wstawą kąta pochyłości, do iego dostawy.

Równia pochyła nie utrzymaie całego ciężaru, ale tylko część iego, a tę tém większą, im równia będzie bardziéy pochyłona, czyli im mniejszy będzie kąt IWL. Bo gdyby bok WI leżał na WL, wtenczas bok WI utrzymywałby cały ciężar S. Gdyby zaś bok WI stał pod pionem tak, iak IL, niczy ciężaru nie utrzymywał, bo ten także po linii pionowéy spada; więc im bardziéy WI zbliża się do WL, tém większą część ciężaru utrzymaie. Nakoniec gdyby WI był podniesiony na 45° , utrzymywałby połowę ciężaru: iasna iest rzecz z poprzedzającego wykładu równi pochyłéy.

§. 30. Sruba (Cochlea).

Sruba iest to samo, co równia pochyła. O tém każdy się przekona następującym sposobem. Z papieru wystrzedz trójkąt prostokątny ABC (Fig: 31.), ten okazywać będzie równią pochyłą, któręy długość iest AB, podstawa AC, wysokość BC. Przyłożywszy bok BC do waleczka, trójkąt ABC tak nawiliac nań potrzeba, aby bok AC na siebie zachodził: bok AB śrubę pokaze z gwintem po wierzchu idącym. Jeżeliby zaś trójkąt był nawiliany na waleczek, zaczyna-

iąc od kąta A , bok AB gwint wewnętrzny zrobi. A zatem śruba jest równią pochyłą: odległość dwóch najbliższych gwintów znaczy wysokość równi pochyłej: dwa gwinty najbliższe wzięte na około od punktu a do b znaczą długość równi: okrągłość, czyli grubość śruby znaczy podstawę równi pochyłej. Uważaliśmy tylko dwa gwinty, jako czyniące równią pochyłą, lecz w rzeczy samej, tyle jest równi pochyłych, ile jest gwintów. Ponieważ śruba jest to samo, co równia pochyła, łatwo można okazać, iak się powiększa.

Siła podnosząc ciężar śrubą, albo go opuszczając, tak się ma do ciężaru, iak odległość dwóch gwintów najbliższych do grubości śruby. Albowiem siła podnosząc śrubą ciężar, lub opuszczając, przebiega grubość śruby w tym samym czasie, w którym ciężar podnosi się na wysokość dwóch gwintów. Stąd się pokazuje, że kierunek siły używającej śruby, jest zawsze równoodległy od ięj grubości. Lecz w równi pochyłej, gdy taki jest siły kierunek; tak się ma siła do ciężaru, iak wysokość równi do ięj podstawy; (§. 29.) a zatem w śrubie tak się ma siła do ciężaru, iak odległość dwóch gwintów, do grubości śruby. To zaś jest tylko wtenczas, gdy siła za samą okrągłość śruby chwytą: bo gdyby w śrubę włożony był pręt, albo drąg mn , natenczas siła obiegłaby okrąg $m\partial$, od pręta uczyniony, przeto takby się miała do ciężaru, iak odległość dwóch gwintów do koła zrobionego od pręta lub drąga.

Z tego cośmy dotąd o śrubie powiedzieli, łatwo wiać można: *10d.* że im gęstszy jest gwint, tém więcej jest siła powiększona śrubą. *are.* Siła tém bardzięj się powiększa, im dłuższego pręta lub drąga używa: bo na ówczas większy okrąg przebiega: dlatego to ślusarze swoje śrubstaki długiemi kluczami przykręcaią: dlatego w prasach do ściskania towarów, wkładają w śrubę drągi.

Śruba ze wszystkich machin, jest naywygodniejsza, ponieważ ciężar podniosłszy, zattzymie, co bardzo jest wygodnie, bo siła może spocząć, a ciężar nie opadnie. Dlatego to śruby używają do spaiania takich sztuk, które czasem potrzeba rozbierać, iuz do poprawy, iuz do chędożenia.

§. 31. Śruba Archimedes.

Wyłożmy teraz szczególniejszą śrubę, której użytek od dawnego czasu po wielu mieyscach jest znaiomy. Zowie się ona śrubą Archimedes a dlatego, że ią Archimedes wynalazł: chociaż Perrault utrzymuje, że téy śruby używali Egipcyanie, dobrze ieszcze przed Archimedesem, do osuszenia kraiu zalanego od wezbrania Nilu. Śrubę tę wystawie Figura 32. Jestto walec AB , opasany niby węzownicą dętą $CD\partial E$ i t. d. i obracający się na dwóch czopkach A i B , Nachylają ten walec do ziemi tak, aby to nachylenie czyniło kąt 45° mnięj lub więcéj, i otwor węzownicy C zanurzaią w wodę, którą

trzeba do góry podnosić. Jeżeli za pomocą ko-
by RB, albo jakim innym sposobem obraca się
walec AB; tedy woda wpływając przez otwór
C w węzownicę, przechodzi wszystkie ięć zakrę-
ty i wylewa się przez otwór H. Jestto machina
nayprostsza, i wynalazek ięć nayszczęśliwszy:
woda za pomocą ięć podnosi się do góry opada-
jąc na dół. Jakoż część wody wchodząca w o-
twór C dla ciężkości swojej opadnie do D. Je-
żeli punkt D węzownicy przez obrot walca weźmie
położenie miejsca ∂ ; to i część wody, będąca pier-
wéy w punkcie D, weźmie także położenie miejsca
 ∂ , i opadnie do E. Tymto sposobem przebiega wo-
da wszystkie zakręty węzownicy, aż do punktu H,
gdzie się wylewa. Oczywista rzecz, iż woda wy-
niesiona jest na wysokość BM. Azatem ta ma-
china użyteczna jest bardzo do wylewania wody
ze statków, kanałów, i t. d. bo nie wielką siłą
znaczną ilość wody wylać można. *Daniel Ber-*
noulli obszerną teorią śruby Archimedesesa poda-
je w dziewiątym traktacie Hydrostatyki.

§. 32. Klin (Cuneus).

Klin jest to samo, co równia pochyła. Gdy
go w drewno wciskają, części drewna tak dale-
ko od siebie odchodzą, jaka jest grubość kli-
na, siła zaś wciskająca, długość klina przebie-
ga: więc używając klina, tak się ma siła do cię-
żaru, jak grubość klina do długości. Stąd idzie,
że im cieńsze są kliny, tém łatwiej w drzewo
wcisnięone bydź mogą. Tęy prawdy codzienne ma-

my dowody na nożach, brzytwach, siekierach,
i t. d. które im są cieńsze, tém łatwiej niemi
krajać lub rąbać można. Użytek tęy maszyny jest
każdemu wiadomy.

§. 33. Dragi złożone.

Wyłożywszy maszyny proste, i pokszawszy,
jak w każdéy z nich siła ma się do ciężaru, któ-
ry, na równowadze utrzymuje; przytaczamy nie-
które maszyny składające się z prostych.

Z dragów pierwszego rodzaju można złożyć
maszynę, bardzo siłę powiększającą następującym
sposobem. Kilka dragów, mających własne pod-
pory, niech tak będzie ułożonych, aby końce
jednego zachodziły na końce drugich, np: dragą
średniego CD (Fig: 33.) końce C, D niech za-
chodzą na końce B, E dragów AB, EF, i machi-
na będzie sporządzona: w którą siła do ciężaru
ma się w stosunku składanym z odległości cięża-
ru, od podpory, i siły od podpory trzech dra-
gów pojedynczych. Niech AG, CH, EI długie bę-
dą na jeden cal, GB, HD, IM niech mają długości
po 4. cale. Na punkcie A zawiesiwszy ciężar fun-
tów 125, a na punkcie M funt 1; będzie równo-
waga: dlatego, iż w każdym dragu pojedynczym
siła do ciężaru, tak się ma, jak 1 : 5, a że jest
trzy dragów; azatem w tych trzech, siła będzie
do ciężaru w stosunku składanym ze trzech sto-
sunków 1 : 5; to jest, będzie siła do ciężaru,
jak 1 \times 1 \times 1 : 5 \times 5 \times 5, czyli
jak 1 : 125, to jest funt 1 utrzyma na równy-

wadze funtów 125. Przydając więcéy drągów, siła bardziéy się ieszcze powiększy: prawdę iednak mówiąc, ta machina nie jest użyteczna. 100. Wielkie bardzo mieysce zastępuje, bo gdy są długie drągi każdy z nich osobną podpórę mieć powinien. arc tą machiną niewysoko ciężar może bydź podniesiony: że zaś mamy wiele innych machin, siłę znacznie powiększających; dlatego drąga złożonego nigdzie nie używają. Położyliśmy ją tylko dla przestrogi starających się o machiny, aby na niepożyteczne kosztu darownie nie łożyli.

§. 34. Przemian złożony.

Oprócz przemiana wyżéy położonego (§. 24.) znajduje się ieszcze po wielu mieyscach przemian złożony, tym sposobem (Fig: 34.) NG, OD są dwie sztaby żelazne zawieszona kółkami N, O na hakach: te sztaby spoione są drągiem RS, aby zawsze miały kierunek pionowy, i to iest dopiéro osada do przemianu złożonego. Przy G iest przemian pojedynczy LGM, którego środek wahanía się iest w G, i ramie krótsze tego przemianu LG, iest w równowadze z dłuższém ramieniem GM. Przy D iest drąg ADB, którego środek wahanía się iest w punkcie D, i część krótsza tego drąga, to iest DB, zachowuje równowagę z dłuższą jego częścią AD. W punkcie C zawiesiwszy ciężar K, ważący funtów 100, w odległości od podpory D na 1 cal; a zaś w punkcie E odległym od podpory D na 10.

calów zawiesiwszy funtów 10, będzie równowaga: bo $C \times CD = E \times ED$ (§. 25.), czyli $100 \times 1 = 10 \times 10$. Zdiawszy ciężar z punktu E, złączmy ten punkt drągiem EF z przemianem pojedynczym LGM. Możemy uważać iakoby w punkcie F zawieszona było 10 funtów, których odległość od podpory, to iest FG niech będzie 1 cal. Zawieśmy na dłuższém ramieniu GM w punkcie H odległym od G na 10 calów, funt 1, będzie równowaga: bo $FG \times F = GH \times H$, czyli $1 \times 10 = 10 \times 1$. Aże 10 funtów zawieszona przy E lub F utrzymały na równowadze 100 funtów wiszących przy C; więc 1 funt zawieszony przy H, utrzyma na równowadze 100 funtów przy C. W tym przemianie złożonym iedna część LGM, iest drągiem pierwszego rodzaju, ponieważ podpora iest w G, ciężar przy F, siła przy H, druga zaś część przemianu ECD, iest drąg rodzaju drugiego, w którym podpora iest przy D, ciężar przy C, siła przy E. Azatém w drągu LGM siła do ciężaru iest, iak $FG : GH$, czyli iak $1 : 10$; w drągu zaś ECD, siła do ciężaru, iak $CD : ED$, czyli iak $1 : 10$; azatém w przemianie złożonym z tych dwóch drągów siła do ciężaru będzie w stosunku składanym z pojedynczych stosunków, to iest, siła do ciężaru będzie, iak $1 \times 1 : 10 \times 10$. Podobny przemian wygodny iest w ludwisarniach, kuźnicach, komorach, do ważenia armat, żelaza i towarów.

§. 35. Bloki złożone.

Kilka, albo kilkanaście krążków tak ułożonych, aby sznur przez wszystkie przechodził i ciężar do góry podnosił, zowią blokiem złożonym. Krążki blok składające, albo są wszystkie ruchome, albo część ruchomych, część nieruchomych. Jeżeli krążki są wszystkie ruchome, na ówczas każdy na osobnym wspiera się sznurze, jak pokazuje Figura 35, gdzie jeden koniec każdego sznura przywiązany jest do haka H, a drugi do następującego krążka. W tym bloku krążków ruchomych jest cztery. Aże w jednym krążku ruchomym siła ma się do ciężaru, jak $1 : 2$, (§. 28.), więc w bloku złożonym ze czterech krążków ruchomych, siła do ciężaru będzie w stosunku składanym ze czterech stosunków pojedynczych, to jest: siła do ciężaru, jak $1 \times 1 \times 1 \times 1 : 2 \times 2 \times 2 \times 2$, czyli jak $1 : 16$, to jest funt 1 utrzyma na równowadze funtów 16.

W téj machinie prędkość siły, tak się ma do prędkości ciężaru, jak ciężar do siły. Wiemy, że siła znajduje się mnożąc masę przez prędkość, i że wtenczas są równe siły, gdy prędkości są w stosunku odwrotnym mass (§. 5. 6.), więc kiedy w tym bloku siła jednego funta, zdolna jest utrzymać na równowadze 16. funtów, musi tedy jego prędkość 16 razy być większa. Stąd wniesć należy, że takiéj machiny używając czasu wiele łożyc trzeba, i że nią ciężaru wysoko podnieść nie można.

Powszechniejszego używania bloki są złożone z krążków, częścią ruchomych, częścią nieruchomych. (Fig: 36.). Krążki A, B są ruchome, a zaś D, E są nieruchome. Przez te wszystkie jeden wprawdzie sznur przechodzi, można ich jednak tyle rachować, ile jest krążków, bo wszystkie utrzymują ciężar, jak figura pokazuje. W téj machinie siła tyle razy jest powiększona, ile jest sznurów ciężar utrzymujących: wszystkie bowiem sznury są równo wyciągnięte, więc każdy równą część ciężaru utrzymuje: aże sznurów jest cztery, przeto siła cztery razy będzie powiększona, czyli funt 1 utrzyma na równowadze funtów 4.

Prędkość także siły jest do prędkości ciężaru, jak 1 do liczby sznurów od ciężaru wyciągniętych. Bo aby ciężar był wyniesiony do jakiegokolwiek wysokości, wszystkie sznury tyle powinny być skrócone, ile się podnosi ciężar. Skracają je zaś siły; więc tyle razy prędkość na dół zstępuje, aniżeli ciężar; ile jest sznurów, które skracają. Ponieważ w podanym bloku jest sznurów 4, przeto jeżeli ciężar podniesie się na cal 1, każdy sznur na cal jeden będzie skrócony, więc siła przebieży calów 4.

Ale i ten blok jest jeszcze niedoskonały; bo jego krążki coraz to mniejsze być powinny, aby się sznury wzajemnie nie tarły, przeto sznury idą z ukosa i siły tyle nie powiększają. Oprócz tego taki blok wiele miejsca zastępuje, ponieważ do dzwigania wielkich ciężarów, krążki większe być muszą, zaczęć może się przy-

trafić, że ich osady zbiegną się, a ciężar do swego miejsca nie dojdzie.

Figura 37 wystawia blok doskonalszy, którego nawet starożytni używali, iako świadczy *Vitruvius* (Lib: 10. c. 5.). W tym bloku trzy krążki przy A są nieruchome, a przy B ruchome, krążki tak są ułożone, aby sznury przez nie przechodzące nie ocierały się o siebie. Stosunek siły do ciężaru w tym bloku takiż jest, iak w poprzedzającym: Ale ciężar może być daleko wyżey podniesiony.

§. 36. Koła palczaste.

Owe koła które po wierzchu lub na bokach mają zęby, zowią się kołami palczastymi lub palecznymi. Takie koła widział każdy we młynach wodnych lub wiatrakach, albo nawet i w zegarkach. W podobnych machinach, palce koła większego chwytają za palce mniejszego; stąd już idzie, że obudwu kół palce powinny być równe, bo inaczej nie mogłyby palce większe wchodzić pomiędzy mniejsze i onych poruszać. Z tego cośmy powiedzieli o kole na walcu (§. 27.), wnieść potrzeba, iak kołami palczastymi może być siła powiększona. Tu więc szczególniej ich prędkość uważać będziemy. Gdy większe koło raz się wykręca; tedy mniejsze w tym samym czasie tyle razy się obróci, ile razy liczba palców koła mniejszego zamyka się w liczbie palców koła większego. Bo jeden palec koła większego, porusza jeden palec koła mniej-

szego, zaczęm równa liczba poruszy równą. Damy, że koło większe ma palców 100, mniejsze 10; więc pierwsze 10 palców koła większego obróca raz koło mniejsze, drugie, trzecie i t. d. 10 palców, tenże sam skutek sprawią; zatem 100 palców koła większego obróca 10 razy koło mniejsze, czyli mniejsze koło tyle razy się obróci, ile razy liczba jego palców mieści się w liczbie palców koła większego.

Niech będzie machina złożona z kół palczastych większych i mniejszych (Fig: 38.) koła mniejsze B, D, F mają po 10 palców, koła zaś większe mają po 100 palców. Według poprzedzającego wykładu, prędkość koła B, tak się ma do prędkości koła C, iak 10 : 1. Aże kółko D na jednymże walcu obraca się z kołem palczastem C, więc prędkość koła B do prędkości koła D, iak 10 : 1. Tymże sposobem okazać można, że prędkość koła C do prędkości koła E lub F, iak 10 : 1, i że prędkość koła F do prędkości koła G, iak 10 : 1.

Ponieważ prędkość koła B : D = 10 : 1

prędkość koła D : F = 10 : 1

prędkość koła F : G = 10 : 1.

Więc prędkość koła B : G = 10 × 10 × 10 :
1 × 1 × 1,

czyli B : G = 1000 : 1.

to jest, gdy koło B obróci się 1000 razy koło G, w tym samym czasie obróci się tylko raz jeden. Zatem według (§. 6.) funt 1, przy A będzie na równowadze z ciężarem K wążącym 1000 funtów: Czyli siła niewielka obracająca

korbę E podniesie ciężar 1000 funtów. Taka machina zowie się *Pancration*, użyteczną byź może do dźwigania ogromnych ciężarów, lecz wiele czasu potrzebuie.

§. 37. *Léwar.*

Léwary, których do podnoszenia bryk, lub karet używają, są maszyny z kół palczastych złożone, z tą tylko różnicą, iż na mieyscu koła większego, jest drąg prosty z zębami. Drąg pomieniony podstawiwszy pod brykę, obraca się korbą kołko mniejsze, które chwytając swemi palcami za palce drąga, podnosi go razem z bryką. Ale nim część drąga podniesie się do góry, siła okrąg korby kilkanaście razy obieży: przeto prędkość siły jest wielka, a ciężaru na drągu wspartym bardzo mała. Ztémwszystkiem léwaru pospolicie ludzie używają, i człowiek ieden léwarem bardzo łatwo brykę podnosi do takiéj wysokości, iak potrzeba.

§. 38. *Sruba nieustająca (Cochlea infinita).*

Sruba nieustająca składa się ze śruby prostéj i koła na walcu, iak wystawnie Figura 39, azatém w téj maszynie siła do ciężaru będzie w stosunku składanym z pojedynczych stosunków. Mówiąc o śrubie pokazaliśmy, iż siła do ciężaru, jest, iak odległość dwóch gwintów a, b , do promienia koła przebieżonego od korby BA (§. 30.)

mówiąc o kole na walcu, pokazaliśmy, iż siła do ciężaru, jest iak promień walca H, do koła E: Azatém w śrubie nieustającej siła do ciężaru będzie, iak odległość dwóch gwintów a, b , rozmnożona przez promień walca H, do promienia koła, który przebiega korba BA, rozmnożonego przez promień koła palczastego ED. Sruba nieustająca rzadko kiedy jest użyteczna, bo wiele czasu potrzebuie. Uważamy bowiem prędkość siły i ciężaru. Sruba CB wykręcając się ieden tylko ząb koła ED porusza, więc jeżeli koło ED ma palców $np: 100$, tedy aby koło ED raz się obróciło, trzeba żeby śruba CB sto razy się obróciła. Siła zatém wiele czasułożyć musi, jeżeli używa śruby nieustającej: mimo tego, iednak ta machina jest użyteczna do podnoszenia bardzo wielkich ciężarów.

§. 39. *Dlaczego teorya maszyn nie zawsze zgadza się z praktyką.*

Wyłożone o maszynach, tak pojedynczych, iak złożonych prawdy, częstokroć omylają w praktyce, nie dlatego aby nie były prawdziwe, ale raczej dla przeszkod od maszyn nieoddzielnych.

100. Drągi uważaliśmy bez ciężkości, takich iednak nie masz: przeto ich ciężar może znacznie siłę umniejszyć: też same drągi jeżeli się uginają, zbliżają przeto siłę do podpory.

101. Bloki tém mniejszy skutek sprawiają, im większy jest ciężar samychże bloków i cięższe sznury: ich bowiem ciężar zawsze należy

do ciała, które siła podnosi. Sznurów tęgość, zmniejsza także siłę, bo ta musi je uginać, im zaś tęższe są sznury, tém siła większą część siebie łoży na ich ugięcie: tęższe sznury będą te, które są grube, nowe, i wielki ciężar utrzymujące. Nakoniec im mniejszy jest krążek i prędzej się obraca, tém trudniéj jest uginać sznury.

3cie. W kole na waleu podobnież tęgość sznurów, ich ciężar, i grubość, znacznie siłę zmniejszają.

4te. Każdy o tém jest także przekonany, iż tarcie we wszystkich machinach siłę umniejsza. *L'abbé Bossut* algiebraicznym sposobem wielkość tarcia w machinach pojedynczych wyłożył. Podług niego najmniejsze jest tarcie drąga; za tém w praktyce na nie względu mieć nie należy. W szalkach także nie wielkie jest tarcie. Bo gdy 200 funtów szalkami utrzymują się na równowadze, za przydaniem na talerz jeden $\frac{3}{4}$ funta równowagę utracą. Znaczniejsze jest tarcie w blokach; bo gdy blokiem złożonym ze trzech krążków ruchomych 800 funtów trzeba utrzymać na równowadze; podług tego co się wyżej powiedziało o blokach, powinno by 100 funtów one utrzymać; w praktyce jednak 121 funtów na to użyć potrzeba.

5te. Na równi pochyłéj tarcie nayszczelniejsze, bo równe trzeciéj części ciężaru według doświadczenia *Belidora*, *Bossut* i innych, a to jeszcze na ówczas, gdy wierzchy naydoskonalszy są wygładzone. Cóż dopiéro mówić o innych

tarcia źródłach, o których wyżej powiedzieliśmy (§. 16,). Gdy więc tyle zachodzi okoliczności zatrudniających uskutecznienie teorii machin; przeto dziwić się nie potrzeba, iż wiele znajduje się machin, które się w modelach tylko, a nie w skutku samym udają. Przeto każdy biorący się do robienia maszyny, któraby dany ciężar, albo na równowadze utrzymać, albo wrzucić można było, niechay nie przestaje na wyznaczeniu odległości siły i ciężaru od podpory, ale niech ma baczość na położone tu przestrogi.

Dotąd uważaliśmy ruch, ciężkość, i równowagę ciał stałych; teraz uważać będziemy to samo w ciałach ciekłych i płynnych. Uważać ciężkość i równowagę ciał ciekłych jest przedmiotem Hydrostatyki, uważać zaś cieczy w ruchu, jest przedmiotem Hidrauliki.

R O Z D Z I A Ł III.

H I D R O S T A T Y K A.

§. 40. Ciśnienie cieczy na wszystkie strony.

WIDZIELIŚMY w Tomie pierwszym (§. 27.), że prawie wszystkie ciała mogą rozmaitym podlegać odmianom, to jest mogą być stałe; ciekłe lub płynne podług zachodzącego stosunku

między siłą przyciągającą i odpychającą, czyli, co na jedno wychodzi, podług ilości ciepłoczynu, który w sobie przyymują. Ciała zatem stałe i ciekłe składają się z cząstek jednakowój natury, to jest cząstki ciał ciekących równie są ciężkie, jak cząstki ciał stałych. Jeżeli ciężkość tych cząstek nie okazuje się widocznie w saméj cieczy np: w wodzie; to stąd pochodzi, iż warsta niższych cząstek utrzymując wyższe, nie dozwala im opadać: tak właśnie, jak ciało stałe wsparte na inném, nie spada na ziemię. Stąd pochodzi, że wyższe cząstki utrzymując się na niższych, cisną na nie, proporcjonalnie do wysokości cieczy, którą składają. Lecz to ciśnienie ciał ciekłych pochodzące od ich ciężkości, różni się od ciśnienia ciał stałych: albowiem cząstki ciał stałych są ściśle z sobą połączone, i czynią, że tak powiem, jedną całość, przeto ich działanie zlewa się niejako w jeden punkt, który nazwaliśmy środkiem ciężkości: przeciwnie cząstki ciał ciekłych słabo bardzo trzymając się między sobą, oddzielnie działają, czyli oddzielnie cisną. Nadto ciała stałe przyciskają inne kierunkiem ciężkości, to jest pionowo, ciecze zaś cisną na wszystkie strony, i to ich ciśnienie wszelkimi kierunkami, różni je szczególniej od ciał stałych. Ciśnienie cieczy na wszystkie strony można okazać następującemi doświadczeniami.

108. Nalać pełen pęcherz wody, wpuścić weń gałkę z wosku miękkiego: zawiązawszy dobrze pęcherz, i znaczne ciężary na nim położyć: woski, gałka woskowa nie spłaszczy się: bo cząstki wo-

ki wody gałkę tę zewsząd otaczające, odpychają wodę, która z wierzchu ciśnie.

109. Naczynie MN nalawszy wodą (Fig: 40), lub jaką inną cieczą, włóżmy w nie rurki szklane D; B, A, C, mające z obudwu stron otwory, których wyższe otwory pozatykane są korkami: woda nie poydzie w te rurki dla nieprzenikliwości powietrza w nich zawartego: jeżeli zaś korki poodtykamy, woda we wszystkich rurkach tak wysoko stanie, jak w naczyniu. To doświadczenie okazuje równe ciśnienie wody na wszystkie strony: bo w rurkę A poszła woda przez ciśnienie z dołu do góry; w rurkę B przez ciśnienie z góry na dół; w rurkę C przez ciśnienie boczne; w rurkę D przez ciśnienie ukośne. Okazawszy, iż wszelkie ciecze jednorównie cisną na wszystkie strony; uważamy iakie jest ich ciśnienie na dno naczyń, w których się znajdują.

§. 41. Ciśnienie cieczy na dno naczyń, równa się wieloczynowi ze dna przez wysokość.

Niech będzie naczynie ABCD (Fig: 41.), nalémy je pełno wodą: Oczywista jest rzecz, iż cała ilość wody, w tém naczyniu zawarta, cisnie całym swoim ciężarem na dno AB; zatem znalazłszy ilość wody w naczyniu, znajdziemy iéy ciśnienie na dno. Już zaś ilość wody w tém naczyniu znajdziemy mnożąc jego dna powierzchnią AB, przez wysokość AD; więc podobnie znajdziemy i iéy ciśnienie na dno AB.

Niech znowu będzie naczynie ABCD (Fig: 42.) u góry szersze, u dołu węższe. W tém naczyniu kolumna wody środkowa EABF, ciśnię na dno AB, kolumny zaś wody m i n opierają się tylko o boki naczynia DA, CB; więc i w tém naczyniu znajdzie się ciśnienie wody na dno, mnożąc powierzchnią dna AB, przez wysokość AE.

Niech nakoniec będzie naczynie ABCD (Fig: 43.) u góry węższe, a u dołu szersze. W tém naczyniu kolumna środkowa DEFC, ciśnię na dno EF, ale równo ciśnię na poboczne kolumny wody m i n , które odparte od boków naczynia AD, CB, tak cisną na dna swoje, iakby miały wysokość kolumny DEFC; azatém i tu znajdziemy ciśnienie na dno, mnożąc powierzchnią dna AB przez wysokość naczynia DE.

Jakiéykolwiek tedy objętości jest naczynie; zawsze znajdzie się ciśnienie wody na jego dno, mnożąc powierzchnią dna przez wysokość wody w tém naczyniu.

Okażmy ieszcze te prawdy doświadczaniem. Jest naczynie metalowe ABCD (Fig: 44.), wewnątrz jednakowey średnicy, aby bębenek P mógł w niem tak łatwo chodzić, iak w sikawce: we dnie tego naczynia jest małeńki otwór m dla łatwiejszego przezeń wychodu powietrza, gdyby stępel P na dół był opuszczony: naczynie to ma ieszcze gwinty zewnętrzne u wierzchu AB. Prócz tego są trzy naczynia szklane ABEF, różnéy objętości wyrażone na Figurach 44, 45, 46, jednakowo wysokie, i mające u dolnych

otworów obrączki metalowe AB z gwintami wewnętrznymi, mogącemi zachodzić na gwinty zewnętrzne wierzchu naczynia ABCD. Takie mając przygotowanie, śrubujemy naczynie walcowe ABEF (Fig: 44.) do wierzchu naczynia ABCD, a od bębena P drót PS przywieszujemy do ramienia wagi SM, i lejemy wodę w naczynie walcowe; rzecz jest oczywista, iż cała ilość wody przycisnę bębenek P aż do dna CD. Na talerzu wagi T, kładziemy tyle ciężaru, aby bębenek P posuwając się do góry w naczyniu ABCD podniósł wodę aż do FE. Ciężar leżący na talerzu T, oznacza ciśnienie wody na dno ruchome walcowego naczynia, czyli na bębenek P. Niech wysokość kolumny wody od bębena P, aż do FE będzie calów 12: wylawszy potém wodę i odsrubowawszy naczynie walcowe, przyśrubujemy naczynie wyrażone na figurze 45, i nalejemy w nie wody; przekonamy się, iż tenże sam ciężar, na talerzu T leżący, podniesie bębenek P tak, iż wysokość kolumny wody w naczyniu będzie 12 calów. Tenże sam skutek okaże się przyśrubowawszy naczynie wyrażone figurą 46. Tarcie którego bębenek P doznaie, podnosząc się w naczyniu ABCD, jest iednostayne w tych trzech przypadkach, więc na to względu mieć nie trzeba: sądzić tylko powinniśmy o ciśnieniu wody na spólne dno, czyli bębenek P z ciężaru, który się kładzie na talerzu T, aby utrzymywał kolumnę wody wysoką na 12 calów. Aże iednakowy ciężar wystarcza w tych trzech przypadkach; więc ciśnienie w tych trzech

naczyniach, chociaż niejednakowéy objętości, dlatego jest równe, iż są równe dna naczyń i wysokości; czyli że ciśnienie znajduje się mnożąc powierzchnią dna przez wysokość wody w naczyniu zawartą.

§. 42. Stosunek ciśnień, den i wysokości we dwóch naczyniach.

Okazawszy, iż w jakimkolwiek naczyniu znajduje się ciśnienie wody na dno, mnożąc powierzchnią dna przez wysokość wody w naczyniu; obaczmy jaki jest stosunek ciśnień, den i wysokości we dwóch naczyniach.

Nazwiemy jednego naczynia dno D , wysokość W , ciśnienie C ,

Nazwiemy drugiego naczynia dno d , wysokość w , ciśnienie c .

$$\text{Będzie } C = D \times W$$

$$\text{i znowu } c = d \times w$$

Zatem $C : c = D \times W : d \times w$ (E) to jest, gdy dna i wysokości nie są równe; ciśnienia są w stosunku składanym z den i wysokości.

Daymy, że $D = d$, tedy proporcya (E) zamieni się na $C : c = W : w$. to jest, gdy dna są równe, ciśnienia mają się iak wysokości.

Daymy, że $W = w$, tedy proporcya (E) zamieni się na $C : c = D : d$ to jest, gdy wysokości są równe; ciśnienia mają się iak dna.

$$\text{Daymy, że } C = c, \text{ będzie } D \times W = d \times w$$

a zatem $D : d = w : W$; to jest, gdy

ciśnienia są równe; dna mają się w stosunku odwrotnym wysokości; czyli, ile razy dna będą w stosunku odwrotnym wysokości, natenczas ciśnienia będą równe.

Taki jest stosunek ciśnień cieczy, iednéyże gęstości: aby zaś porównać ciśnienia cieczy rozmaitéy gęstości; nie na samą tylko ich wysokość i powierzchnią dna naczyń względ mieć potrzeba, ale ieszcze na różną gęstość cieczy w tych naczyniach zawartych. Rzecz jest bowiem oczywista, że im która ciecz jest gęstsza, tém większą ma ilość materyi, niżeli inna ciecz pod iednymże wymiarem: przeto gęstsza ciecz np: merkuryusz wiany w jakie naczynie, ciśnie na iego dno 14 razy mocniéy, aniżeliby woda cisnęła w tém samym naczyniu: czyli ciśnienie merkuryusza tak się ma do ciśnienia wody, iak gęstość merkuryusza do gęstości wody. Stąd iezeli dwa naczynia mają dna równe, będzie ciśnienie merkuryusza w jedném, do ciśnienia wody w drugim, iak wysokość merkuryusza, w pierwszym naczyniu, rozmnożona przez iego gęstość, do wysokości wody, w drugim naczyniu, rozmnożoney przez iéy gęstość. W powszechności nazwiemy ciśnienia dwóch cieczy różnych C i c , ich gęstości G i g , wysokości ich w naczyniach, W , i w , dna naczyń D i d .

Jeżeli dna tych naczyń są równe, będzie $C : c = G \times W : g \times w$ (I), to jest ciśnienia będą w stosunku składanym z gęstości cieczy i ich wysokości.)

Gdy zaś wysokości cieczy są równe, będzie $C : c = G \times D : g \times \partial$, to jest ciśnienia są w stosunku składanym z den i gęstości cieczy.

Jeżeli nakoniec ani dna, ani wysokości nie są równe, będzie $C : c = G \times D \times W : g \times \partial \times w$; to jest, ciśnienia są w stosunku składanym z gęstości, den i wysokości.

Stąd aby w proporcji (I) było $C = c$, trzeba żeby było $G \times W = g \times w$, czyli żeby było $G : g = w : W$, to jest, aby w naczyniach o dnach równych, ciśnienia cieczy różnych były jednakowe, trzeba żeby ich gęstości były w stosunku odwrotnym ich wysokości.

§. 43. Naczynia spółkujące.

Gdy we dwa naczynia z sobą złączone, albo we dwie rurki spółkujące nalejemy jedneyże cieczy, ta do jednakowey wysokości w obudwu naczyniach lub rurkach stanie. Uważamy to naprzód w naczyniach równych: niech będą dwa naczynia AD, BE (Fig: 47.), złączone z sobą kanałem DE; nalejemy wody w naczynie AD, ta kanałem DE poydzie w naczynie EB i w obudwu naczyniach do jednakowey wysokości stanie. Przyczyna tego jest taka: ponieważ woda w tych dwóch naczyniach jest na równowadze, więc ciśnienia wody w nich zawarté są równe (§. 42): a zatem i wieloczyny z den przez wysokości są równe, że zaś dno w tych dwóch naczyniach jest spólne, więc wysokości są równe.

Uważamy powtórę naczynia nierówné obiętości (Fig: 48.). Niech będzie średnica naczynia AD 2 cale, naczynia zaś BE średnica cal 1, będzie obszerność pierwszego naczynia calów 4, drugiego cal 1. Nalejemy wody w naczynie AD, ta kanałem DE poszedłszy w naczynie EB, stanie do jednakowey wysokości w obudwu naczyniach; Aby była równowaga wody w tych dwóch naczyniach, trzeba żeby ciśnienia były równe: ciśnienia zaś są równe; bo gdyby w naczyniu AD opadła woda np: na cal 1, toby w naczyniu EB także sama masa wody podniosła się na 4 cale, bo naczynie EB cztery razy jest węższe od naczynia AD. Tu widzimy, że prędkości są w stosunku odwrotnym mass, a zatem siły są równe (§. 6.), czyli ciśnienia wody w obudwu naczyniach są równe, a zatem i wieloczyny z den przez wysokości są równe: a że dno jest spólne, więc wysokości są równe. Tenże sam skutek będzie gdyby jedno, albo obadwa naczynia były pochyłe, bo takie są równe profi stojącym, których wysokości są równe, jak wiadomo z Geometrii. A zatem w jakichkolwiek naczyniach cieczy jednakowego gatunku, do równéy wysokości się podnoszą. Jeżeliby zaś jedno z naczyń spółkujących było szczupłe na jedną linię lub mniej, (takie rurki zowią *tubi capillares*), w takim woda wyżej się podniesie, aniżeli w obszerniejszym naczyniu. Przyczyna tego jest niewiadoma: różni Fizycy usiłowali wytłumaczyć ten skutek, ale przyczyny,

które podają są niedostateczne: przeto tę materią odsyłamy do obszerniejszych zbiorów Fizyki.

Nalémy teraz w jedną rurkę, któregokolwiek z poprzedzających naczyń, merkuryuszu, a w drugą wody. Aby ciśnienia tych dwóch cieczy różnych były równe, trzeba żeby ich gęstości, czyli masy były w stosunku odwrotnym ich wysokości (§. 42); a zatem merkuryusz 14 razy niżej stanie, aniżeli woda.

Z tego, cośmy powiedzieli o ciśnieniu cieczy na dno naczyń, i o równy ich wysokości w naczyniach złączonych, łatwo okazać można dla czego mała ilość wody największe ciężary podnieść może, następującym sposobem. Niech będą dwa dna AB, CD (Fig: 49) skóra szeroką na calów 3, tak złączone, aby od siebie mogły się oddalać. Jeżeli powierzchnia każdego dna jest stopa kwadratowa, i jeżeli rurka RS jest wysoka np: na stop 5, wody ciśnienie na dno równe będzie ciśnieniu kolumny wody, której podstawa jest stopa kwadratowa, a wysokość stop 5, czyli, której bryłowatość jest 5 stop sześciennych. A że podług *Belidora* stopa sześcienna wody waży funtów 70; więc ciśnienie wody w tym naczyńiu równe 5 stopom sześciennym, będzie równe ciśnieniu funtów 350. A zatem położywszy 350 funtów na dnie AB, te, ilość wody, rurkę i naczynie napelniająca podniesie na wysokość CA; Może zaś być rurka RS, tak mała, że w niéy i naczyniu, tylko dwa garce wody zmieści się: więc dzielność téy ilości wody, tak jest wielka,

że podnosi 350 funtów nie ważąc sama woda, tylko funtów $15\frac{5}{8}$.

§. 44. Ciężkość gatunkowa ciał (gravitas specifica).

Waga (*pondus*) ciała iakiego uważana względem iego objętości (*volumen*), zowie się ciężkością gatunkową tego ciała: w takim zaś względzie, tém większa będzie waga, im gęstsze będzie ciało, a zatem i gatunkowa ciężkość ciała tém większa będzie, im większa będzie iego gęstość; czyli gatunkowa ciężkość ciał jest proporcjonalna do ich gęstości; więc aby poznać gatunkową ciężkość ciał, trzeba wiedzieć; iak się dochodzi ich waga, gęstość, i objętość. Niech będą dwa ciała jednorodne jednakowéy objętości, ale gęstość pierwszego dwa razy jest większa, niż gęstość drugiego; będzie waga pierwszego ciała dwa razy większa, aniżeli drugiego. Jeżeli gęstości dwóch ciał są równe, ale objętość pierwszego dwa razy jest większa, aniżeli drugiego; będzie znowu waga pierwszego dwa razy większa, aniżeli drugiego. Nakoniec jeżeli pierwsze ciało i dwa razy ma większą objętość, i dwa razy większą gęstość, aniżeli drugie; będzie iego waga cztery razy większa, aniżeli waga drugiego ciała. A zatem waga ciała znajdzie się mnożąc iego gęstość przez objętość: a zatem objętość znajdziemy dzieląc wagę przez gęstość, a zaś gęstość znajdziemy dzieląc wagę przez objętość: a że gatunkowa ciężkość proporcjonal-

na jest do gęstości; więc i ciężkość gatunkową znajdziemy, tak iak gęstość, to jest dzieląc wagę przez objętość.

Nazwiemy jednego ciała wagę W , objętość O , gęstość G , gatunkową ciężkość C ; W drugiem ciele podobnieź niech będzie waga w , objętość o , gęstość g , gatunkowa ciężkość c .

$$\left. \begin{array}{l} \text{Będzie } W = O \times G \\ \text{i znowu } w = o \times g \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Stąd; } O = \frac{W}{G}, \\ \text{azaś } G = \frac{W}{O}; \\ \text{więc i } C = \frac{W}{O}. \end{array}$$

Jeżeli W nie jest równe w ; będzie $W : w =$

$$O \times G : o \times g \quad - \quad - \quad (1)$$

Gdy $O = o$; będzie $W : w = G : g = C : c$ (2)

Gdy $G = g$; będzie $W : w = O : o$ - - (3)

Nakoniec gdy $W = w$; będzie $O \times G =$

$$o \times g$$

$$\text{azatem, } O : o = g : G, \text{ albo } O : o = \frac{c}{C} \quad (4)$$

Z pierwszy proporcji wypada, że wagi ciał są w stosunku składanym z ich objętości i gęstości, czyli gatunkowych ciężkości.

Z drugiéy, że wagi są w stosunku gęstości, lub gatunkowych ciężkości.

Z trzeciéy, że wagi są w stosunku objętości.

Z czwartéy, że objętości są w stosunku odwrotnym gęstości, lub gatunkowych ciężkości.

§. 45. Ciała stałe uważane w cieczech.

Ciała stałe uważane względem ciekłych, są albo gatunkowo cięższe od nich, albo gatunkowo lżejsze, albo jednakowego ciężaru. Ciało stałe gatunkowo cięższe od wody, tyle w niéy traci ciężaru, ile waży woda, którą wypycha, czyli któręy miejsce zastępuje: bo iako wszystkie cząstki wody w naczyniu będącęy utrzymują się na równowadze, tak i części teyże wody, równe objętości ciała stałego, równowagę między sobą zachowają; więc część ciężaru ciała stałego po-grążonego w wodzie, tyle ważąca, ile woda przezeń wypchnięta, zostanie na równowadze z innemi częściami wody, czyli ciężarem wody wypchniętęy lżejszym się ciało okaże. Ta prawda potwierdza się doświadczeniem: na to służy waga zwana *Waga Hydrostatyczna* (Fig: 50). Ta ma trzy naczynia A, B, C kanałem z sobą złączone; w tym kanale są kruczki D, F, G, E : kruczki F, G i G wpuszczają wodę z naczynia C do naczyń A i B , kruczki zaś D, E , wypuszczają wodę z naczyń A i B . Na naczyniu C stoją szalki, których talerze mają haczyki h, k . Skazownik szalek okazuje, na półkolu podzieloném na gradusy, ich nachylenie. Gdy więc chcemy doświadczyć, ile ciało stałe gatunkowo cięższe od wody traci w niéy ciężaru; wieszamy na haczyku k naczynie M , wewnątrz zupełnie równe wielkości ciała L , będącego w naczyniu A , a na przeciwnym haczyku h , wieszamy ciężar N , równy ciężarom M i L ; będzie równowaga. Z naczynia C wpuś-

ciwszy wodę do naczynia A, w niem do téy doydzie wysokości, którą ma w naczyniu C, ale ciało L w wodzie pogrążone mniéy ważyć będzie: napełniwszy zaś wodą naczynie M na haczyku k wiszące, równowaga znowu powróci. Azatém ciało zanurzone w wodzie, tyle traci ciężaru, ile waży ciecz, którą wypycha, czyli którój miejsce zastępuje. Można to doświadczenie robić pospolitą wagą, podsuwając naczynie z cieczą iaką pod ciężar wiszący u haczyka talerza wagi. Z tego doświadczenia następujące wnioski wyprowadzić można.

10d. Każde ciało w powietrzu zabiera takie miejsce, iaka jest tego ciała objętość, azatém tyle traci ciężaru, ileby ważyło powietrze, którego miejsce zastępuje, azatém wszelkie ciało mniéy waży w powietrzu, aniżeli by ważyło w czczości: i lubo ta różnica wagi jest nieznaczna, wszelako w doświadczeniach wyciągających wielkich dokładności, na nią względ mieć potrzeba.

21c. Dwa ciała stałe, iednakowój wagi, ale różnéj objętości, nie iednakową część swojego ciężaru utracą zanurzone w jednéjże cieczy: to które ma większą objętość, większą część ciężaru swego utraci, aniżeli ciało mniéjszój objętości. Y tak do haczyka iednego, wagi hydrostatycznój przywiązawszy funt ołowiu, a do przeciwnego haczyka na drugim ramieniu wagi przywiązawszy funt cyny; te dwa ciężary będą w równowadze: jeżeli zaś obadwa te ciała zanurzone będą w wodzie, równowaga się zepsunie, funt

ołowiu przeważy funt cyny: bo ołów mając mniéjszą objętość, mniéy wody wypchnie, aniżeli cyna, azatém mniéy straci ciężaru.

30c. Jedno ciało stałe zanurzone w rozmaitych cieczach, nie iednakową część swojego ciężaru w każdój utraci: prawda, że każdój cieczy iednakową ilość wypchnie, ale cieczy wypchnięte nie będą równo ważyły: Tak np: na obudwu ramionach wagi zawiesiwszy po funcie ołowiu, te zanurzywszy w wodzie, będą w równowadze, lecz zanurzywszy ieden funt w wodzie, a drugi w spirytusie winnym, równowaga się zepsunie.

40c. Ciało stałe, gatunkowo cięższe od iakiéj cieczy, powinno w niéy opaść aż do dna naczynia, w którym ta ciecz znajduje się: bo to ciało ciężarem swoim opada na dół, utracą zaś tyle ze swojego ciężaru, ile waży ciecz, którój miejsce zastępuje, aże objętość cieczy wyrównywiająca objętości tego ciała mniéy od niego waży, więc resztą ciężaru opadnie ciało stałe na dno naczynia.

50c. Ciało stałe, gatunkowo lżejsze od cieczy, tyle powinno się w niéy zanurzyć, aby iego gatunkowa ciężkość, tak się miała do ciężkości gatunkowój cieczy, iak objętość cieczy wypchniętój, do objętości ciała stałego: bo powiedzieliśmy (§. 44, liczba 4), że aby wagi dwóch ciał różnéj gęstości były równe, trzeba żeby ich gatunkowe ciężkości były w stosunku odwrotnym ich objętości. Azatém jeżeli ciało stałego gatunkowa ciężkość jest dwa razy mniéj-

sza od gatunkowey ciężkości cieczy; takie ciało zanurzy się w cieczy do połowy swęj objętości. Stąd wypada, iż objętość cieczy, którą część ciała stałego wypycha, tyle waży, ile ciało stałe: bo kiedy gatunkowe ciężkości są w stosunku odwrotnym objętości, natenczas wagi ciała będą równe (§. 44, liczba 4). Ważny ten wniosek potwierdzmy doświadczeniem. W naczynie AB (Fig: 51.) spółkujące z rurką CD, należymy wody, ta w obudwu naczyniach do iednakowey wysokości stanie: daemy, że do punktu *m* dochodzi, naznaczymy ten punkt przyklepieniem papierka: wpuścmy potem w naczynie AB kulę drewnianą, téy część zanurzy się w wodzie, przeto woda w obudwu naczyniach podniesie się nad znak papierowy: wylemy za pomocą kruszka K, tyle wody z naczynia, aby iéy wysokość opadła do *m*, i tę wylaną wodę zważmy na szalkach z kulą drewnianą, którąśmy wpuszczali w naczynie AB, będą miały iednakową wagę: azatém objętość cieczy, którą część ciała stałego, gatunkowo lżeyszego od téy cieczy, wypycha; tyle waży, ile ciało stałe. Azatém i statek na rzece, wypycha ilość wody tyle ważącą, ile waży statek ze swoim ładunkiem, a im bardziéy go ładujemy, tém się bardziéy pograża, i część iego zanurzona w wodzie, tém jest znaczniejsza, im bardziéy jest naładowany, lub im mnieysza jest gęstość wody. Aże woda morska jest gęstsza od słodkiéy; więc w piérwszém nie tak głęboko zanurzy się, iak w drugiém: przeto iezeli statki z morza mają iść na rzeki,

nie trzeba ich ładować na morzu tak, iak tylko można, boby zatoneły w wodzie słodkiéy.

6te. Ciało stałe iednéyże gatunkowey ciężkości, co i ciekłe w każdéy iego części spoczywać będzie: bo to ciało tyle ważąc, ile ciało ciekłe pod iednąż objętością, musi z niém bytż na równowadze, kiedy i części cieczy, iednakowey objętości tego ciała, są z sobą na równowadze.

Z tych prawd wytłumaczymy niektóre skutki. 1o. Dlaczego ciało stałe zostaiące w jakiegokolwiek głębokości cieczy, równą część swoiego ciężaru utracą, chociaż pewna jest, że im głębiéy jest ciało w jakiegokolwiek cieczy, tém od wyższéy kolumny jest przyciśnięte? Ciężar tego ciała właściwy, jest zawsze iednostayny, iakiegokolwiek głęboko zostaię w cieczy; traci zaś z tego ciężaru tyle, ile waży ciecz, któręy miejsce zastępuie, a zatém w iakiegokolwiek głębokości cieczy zostaię, zawsze iednakową część iéy zastępuie, czyli zawsze iednakową część swoiego ciężaru utracą. 2re. Łatwo jest także wytłumaczyć, dlaczego bańki szklane, lub małe figurki, które zowią diabelfkami Kartezyusza, podnoszą się lub opadają w butelce pełnéy wody, iezeli przyciskamy mnię lub bardziéy pęcherz, który otwór butelki zamyka, albo kiedy zachodzi iaka odmiana w ciężkości atmosferycznego powietrza: w tych bowiem bańkach lub diabelfkach jest powietrze, które jest gatunkowo lżeysze od wody, same zaś te figurki zrobione są ze szkła, które jest gatunkowo cięższe od wo-

dy: dlatego więc figurki unoszą się na wodzie; iż dla powietrza w nich będącego stałą się lżejsze od wody; jeżeli więc jakimkolwiek sposobem woda, w której się znajdują, przyciśnięta będzie, ta dla niewielkiej swojej ściśliwości (Tom: I. §. 201.) w mniejszą objętość zebrać się nie może, lecz powietrze w wydrążeniu figurki będącej, ponieważ jest ściśliwsze od wody, mniejsze miejsce zabierze, aniżeli pierwey zabierało, przeto woda w próżne miejsce figurki otworem małym wpłynie; lecz stąd figurka stawszy się gatunkowo cięższa od wody, opadnie na dół. Jeżeli zaś przestaniemy wodę cisnąć w butelce; to znowu powietrze w figurce dla swej elastyczności pierwsze miejsce zabierając, wodę z nię wypchnie; przez co figurka stawszy się gatunkowo lżejsza od wody, poydzie do góry. To opadanie lub wznoszenie się pomienionych figurek, może także nastąpić od większego lub mniejszego ciśnienia atmosfery. *zcie.* Łatwiej jest pływać, kiedy całe ciało jest zanurzone w wodzie, aniżeli część jego: bo w pierwszym razie ciało większą ilość wody wypycha, a zatem większą część ze swego ciężaru utracą. Dlatego statek, chociaż złożony z części, które osobno brane, są cięższe od wody, unosi się na wodzie, bo ma znaczną powierzchnią: Nawet ciało gatunkowo cięższe od wody nie zatoni w nię, jeżeli mu wielką powierzchnią nadamy. Tym to sposobem pontony metalowe pływają po wodzie: Dla teyże przyczyny ryby w rozmaitych wysokościach wody utrzymują się:

W nich

W nich bowiem znajduje się dwoiaki pęcherz, powietrzem napełniony, ten ryby przez swoje mięskuly, albo powiększając, albo zmniejszając; więc w pierwszym razie na wierzch wypływają, w drugim zaś opadają na dół. Z tychże prawd poznajemy przyczynę, dla której zwierzęta zatopione, albo ryby zdechłe po kilku dniach na wierzchu wody widzieć się dają: tego przyczyną jest, iż zwierzęta zatopione po kilku dniach gnąć zaczynają, gnicie zaś ciał sprawnie wydobywanie się ciepłoczynu, który rozszerzając ciało, czyni je gatunkowo lżejsze od wody.

§. 46. Sposoby dochodzenia gatunkowey ciężkości ciał stałych.

Powiedzieliśmy (§. 44), że gatunkowa ciężkość ciała jakiego, jest stosunek jego wagi do jego objętości. Skąd wypada, że aby mieć ciężkość gatunkową wszystkich ciał, trzeba by im dać jednakową objętość, a potem je zważywszy, byłyby ich ciężkości gatunkowe w stosunku ich wagi. Ale że jest trudna rzecz, a czasem i niepodobna obracać ciała na jednakową objętość; trzeba więc szukać innych sposobów wyznaczenia gatunkowey ich ciężkości. Pominąwszy różne sposoby, których używano ku temu zamiarowi, zastanówmy się szczególnie nad tym, który jest najprostszey, nayszybszey, i najbardziej zgodzający się z zasadami, któreśmy ustanowili.

TOM II.

G

Daymy, że trzeba znaleźć stosunek gatunkowych ciężkości ciała stałego i ciekłego, które mniej waży, aniżeli stałe: będzie tedy gatunkowa ciężkość stałego do gatunkowej ciężkości cieczy, jak waga ciała stałego do wagi cieczy mającej taką objętość, jak ciało stałe. Aby znaleźć wagę ciała stałego, trzeba je zważyć w czczości lub w powietrzu: różnica wagi ciała stałego ważonego w czczości i w powietrzu, ponieważ jest bardzo nieznaczna; można na nią nie mieć względu w doświadczeniach, które bardzo wielkiej dokładności nie wyciągają. Waga cieczy o jednakowej objętości z ciałem stałym, równa się ciężarowi, który traci ciało stałe zanurzone w tej cieczy (§. 45): skąd wypada, że waga cieczy o jednakowej objętości z ciałem stałym, taka jest, jaka jest różnica wagi ciała stałego ważonego w powietrzu i w cieczy: a zatem, że ciężkość gatunkowa stałego, do gatunkowej ciężkości cieczy, tak się ma, jak waga stałego w powietrzu, do różnicy jego wagi w powietrzu i w cieczy. Nazywamy ciężkość gatunkową stałego C , ciężkość gatunkową cieczy c , wagę stałego w powietrzu W , wagę jego w cieczy w , będzie. $C : c = W : W - w$; zatem $C = \frac{c \times W}{W - w}$. Jeżeli tą cieczą jest woda, a tej ciężkość gatunkową bierzemy za jedność, jak pospolicie się czyni dla łatwiejszego dochodzenia ciężkości gatunkowej; tedy poprzedzające równanie możemy zamienić na $C = \frac{W}{W - w}$; to jest znajduje się gatun-

kowa ciężkość ciała stałego, podzieliwszy jego wagę w powietrzu, przez różnicę jego wagi w powietrzu i w wodzie. Naprzykład, gdybym szukał gatunkowej ciężkości kawałka miedzi: zważyłbym go naprzód w powietrzu; daymy, że waży 36 granów, zważyłbym go potem w wodzie, w której niech waży 32 granów: różnica tych dwóch wag jest 4. Podzieliwszy 36 przez 4, wieloraz 9 okaże mi ciężkość gatunkową tego kawałka miedzi do wody, którą bierzemy za jedność: to jest, że ciężkość gatunkowa miedzi, tak się ma do ciężkości gatunkowej wody, jak 9 : 1.

Gdyby zaś ciało stałe było gatunkowo lżejsze od wody, trzeba mu przydać takie ciało, z którymby razem, było gatunkowo cięższe od niej. Ważąc potem oddzielnie ciało cięższe w powietrzu i w wodzie, i znowu ciało cięższe razem ze lżejszym ważąc w powietrzu i w wodzie; tak dalej postąpić trzeba. Odciągnąć ciała cięższego wagę w wodzie od jego wagi w powietrzu, reszta okaże wagę wody o jednakowej objętości z ciałem cięższym. Odciąć potem złożonego ciała wagę w wodzie od jego wagi w powietrzu; reszta będzie wagą wody o jedneyże objętości z tym ciałem złożonym. Nakoniec odciąć pierwszą resztę od drugiej, reszta okaże wagę wody o jednakowej objętości z ciałem lżejszym; będzie tedy waga tej objętości wody, do wagi ciała lżejszego, tak, jak ciężkość gatunkowa wody, do gatunkowej ciężkości ciała lżejszego: zatem, biorąc gatunkową ciężkość

wody za jedność; znajdziemy ciężkość gatunkową ciała lżejszego, dzieląc jego wagę, przez wagę wody o jednakowej z niem objętości. Mam np: szukać ciężkości gatunkowej kawałka drewna, które niech waży w powietrzu 15 granów: aby go zrobić cięższym od wody, przydadę mu kawałek miedzi ważący 18 granów w powietrzu, a 16 granów w wodzie; ciało więc złożone, będzie ważyło w powietrzu 15 + 18, czyli 33 granów. Dajmy, że to ciało złożone waży tylko w wodzie 6 granów. Odéymyśmy naprzód wagę miedzi w wodzie od iéy wagi w powietrzu, to jest, 16 od 18; pierwsza reszta 2, jest wagą wody o jednakowej objętości z miedzią. Odéymyśmy powtórę złożonego ciała wagę w wodzie, od jego wagi w powietrzu, to jest, 6 od 33; druga ta reszta 27, będzie wagą wody o iedneyże objętości z ciałem złożoném. Odiąwszy nakoniec pierwszą resztę od drugiey, to jest 2 od 27, reszta 25, będzie wagą wody o jednakowej objętości z kawałkiem drewna, które w powietrzu ważyło 15 granów. Skąd wypada, że ciężkość gatunkowa wody do ciężkości gatunkowej drewna, jak 25 : 15, czyli jak 1 : 0,6; aże bierzemy ciężkość gatunkową wody za jedność; więc tego drewna ciężkość gatunkowa będzie 0,6.

Biorąc zawsze ciężkość gatunkową wody za jedność, można do niéy stosować ciężkość gatunkową jakiegokolwiek ciała stałego, azatém można poznać wszystkich ciał stałych ciężkości gatunkowe. Aby zaś dokładny był stosunek, trzeba żeby jedność była stała i nieodmienna:

przeto w téy mierze używa się wody oczyszczoney przez dystylacyą od wszelkich obcych cząstek. Tym sposobem woda w każdym kraiu jest jednakowa. Zamiast dystylowaney wody można używać czystéy wody dészczowej, która także od obcych cząstek jest wolna.

Wiadomo jest, iż ciała słone rozpuszczają się w wodzie, azatém za iéy pomocą nie można dóyść ich ciężkości gatunkowych: w takim razie trzeba stosować ciężkość gatunkową tych ciał do spirytusu winnego, w którym się nie rozpuszczają: wiedząc zaś ciężkość spirytusu winnego względem wody, łatwo dóyść można stosunku ciężkości gatunkowej ciała słonego do wody.

Działania mechaniczne do wyznaczenia gatunkowej ciężkości ciał stałych odbywają się za pomocą wagi hydrostatycznej ważąc je w powietrzu i w wodzie: robota długa, uprzykrzona, ale konieczna. Można ją jakożkolwiek skrócić, czyniąc doświadczenia na ciałach małńkich, za pomocą narzędzia wynalezionego przez *Nicolsona*: narzędzie to zowią *hidrometrem*: jego skład jest następujący (Fig: 52). Walec blaszany A wysoki jest na 4 cale, mający średnicę cal 1, od spodu tego walca idzie drót w kabłączek, u którego wisi kubeczek kształtu ostrokregą: od środka wyższyć podstawy walca wychodzi drót z talérzykiem blaszanym: blisko środka tego dróta jest znaczek tak zrobiony, aby narzędzie to wpuściwszy w wodę, pomieniony znaczek był nad iéy powierzchnią. Jeżeli więc mamy ważyć

jakie ciało w powietrzu, trzeba włożyć *hidrometr* w wodę dystrylowaną i do talérzyka wierzchniego tyle przydawać wiadomych ciężarków, aby *hidrometr* zanurzył się w wodzie, aż do znaczku położonego na drócie. Zdiąwszy te ciężarki z talérzyków, trzeba na nim położyć to ciało, którego szukamy wagi w powietrzu, i przydajemy do talérzyka tyle ciężarków wiadomych, aby znowu *hidrometr* zanurzył się w wodzie do kreski na drócie położony: wagę tych ostatnich ciężarków odiawszy od wagi ciężarków piérwéy kładzionych na talérzyk *hidrometru*, różnica okaże wagę ciała w powietrzu, której szukaliśmy. Wyiąwszy potém *hidrometr* z wody włożmy ciało w kubeczek u spodu wiszący, i znowu *hidrometr* zanurzywszy w wodę, utraci on w niéy część swiego ciężaru taką, jaka jest waga wody o iednakowéy z nim objętości; trzeba więc znowu ciężarki przydawać do talérzyka, aby *hidrometr* zanurzył się w wodzie do znaku na drócie. Te nowe ciężarki przydane okazują, ile to ciało traci swego ciężaru w wodzie, czyli okazują wagę wody pod iednakową objętością z tém ciałem. Maiąc zatém wiadomą wagę tego ciała w powietrzu i w wodzie, mamy iego gatunkową ciężkość.

§. 47. Sposoby dochodzenia gatunkowéy ciężkości ciał ciekłych.

Dochodzi się gatunkowéy ciężkości ciał stałych za pomocą wody: gatunkowa zaś ciężkość

ciał ciekłych dóydzie się równie łatwym sposobem za pomocą ciała stałego. Na ten koniec używa się cała sześciennego iakiego metalu, pospolicie miedzianego cała używają; zawiesiwszy ten cał sześcienny na włosie u haczyka talérza wagi hydrostatycznéy, kładzie się na przeciwnym talerzu, taki ciężar, aby była równowaga w powietrzu i zanurza się potém sześcián w tey cieczy, której szukamy gatunkowey ciężkości: natychmiast ciężar na przeciwnym talerzu przeważy. Przywróćmy równowagę, przydając tyle ciężaru, ile potrzeba do talerza, u którego zawieszony jest cał sześcienny: będzie waga cała sześciennego cieczy, równa wadze ciężaru, który przywrócił równowagę. Nurzając ten sześcián w rozmaitych cieczach, mając wzgląd na iednakowy stopień ich ciepła, znajdziemy podobnie gatunkową ciężkość każdej cieczy, azatem będziemy mieli ich stosunek. Ten sposób jest wprawdzie naydoskonalszy; położmy iednak inne sposoby, któremi dochodzą stosunku gatunkowey ciężkości ciał ciekłych. Waży się naprzód iakie naczynie próżne, waży się powtore z jaką cieczą; wylawszy tę ciecz, waży się znowu z inną cieczą: będą ciężkości gatunkowe tych cieczy w takim stosunku, w jakim są ich wagi. Sposób ten jest bardzo prosty, i byłby dobry, gdyby za iego pomocą można mieć równe objętości rozmaitych cieczy. Lecz kiedy cieczą iaką napełniamy naczynie, powierzchnia iéy zawsze jest, albo wklęsła, albo wypukła: wklęsła, jeżeli ciecz przylega do naczynia boków; przeciwnie zaś bę-

dzie wypukła: W pierwszym więc razie nie jest pełne naczynie, w drugim zaś więcej jest cieczy, aniżeli potrzeba do napełnienia naczynia. Sposób więc ten nie jest dostateczny do otrzymania jednakowych objętości rozmaitych cieczy: jednakże go bardzo często używają, i aby iakożkolwiek zaradzić jego niedokładności, bierze się naczynie z otworem szczupłym: ale tu znowu atrakcyja większa lub mniejsza skła do rozmaitych cieczy może sprawić uchybienie.

Można jeszcze wyznaczyć ciężkość gatunkową różnych cieczy za pomocą rurek spojonych: Trzeba w nie tyle nalać merkuryuszu, aby w obu dwu stanął wysoko na cal 1. W jedną z tych rurek wlawszy cieczy jakiej; w drugą rurkę leymy inną taką cieczy tyle, aby merkuryusz w obu dwu rurkach do jednakowej był wysokości; natenczas wysokości samychże cieczy będą w stosunku odwrotnym ich mass, czyli gatunkowych ciężkości (§. 43). Dlatego zaś leje się trochę merkuryuszu w pomienione rurki, aby się nie mieszały z sobą ciecz, których doświadczać chcemy: Mimo téj jednak ostrożności niedokładny jest ten sposób; bo różne ciecz różną mają atrakcyją do boków rurki; azatém ich prawdziwych wysokości oznaczyć nie można.

Nakoniec jest jeszcze inny sposób porównania gatunkowych ciężkości ciał ciekłych: zależy on na tém, aby jednoż ciało zanurzać w cieczach rozmaitej gęstości: w którą cieczy większa część tego ciała zanurzy się, ta ciecz będzie

lżejsza: w którą zaś cieczy mniej się zanurzy to ciało, ta będzie gęstsza i cięższa. Narzędzie do tego służące nazywa się *Areometr* (ciekomiar). Jestto rurka szklana AC (Fig: 53) ze dwiema wydętymi gałeczkami B, S, podzielona na części równe: w gałeczkę S wlewa się tyle merkuryuszu, aby środek ciężkości całego narzędzia był przy końcu téj gałeczki; a przeto włożywszy to narzędzie w ciecz jaką, rurka AC utrzymywać się będzie pionowo: tyle jednak trzeba wlewać merkuryuszu, aby całe narzędzie było lżejsze od cieczy, których mamy doświadczać. Jeżeli więc ciężar *areometru* taki jest, że w wodzie zanurza się do punktu E; to w cieczach lżejszych zanurzy się głębiej, np. w winie do punktu F, w spirytusie winnym do punktu G. W cieczach zaś gatunkowo cięższych od wody zanurzy się mniej, aniżeli do E, np. w piwie do punktu D i t. d. Podobnym to sposobem robił *Areometr, Baumé* w roku 1768. Używał on wody z solą ordynaryjną złączony tym sposobem, że w dziewięciu częściach téj wody, była jedna część soli rozpuszczonej: w taką wodę włożywszy *areometr*, punkt do którego zanurzyła się rurka, naznaczył zero: zanurzał potem w wodzie dystrylowanej, i punkt, do którego stanął *areometr* naznaczywszy, odległość tych dwóch punktów podzielił na 10 części równych, i takież kładł na całą rurkę. Jestto sposób bardzo profity, ale niedokładny; można nim wprawdzie okazać, że jedna ciecz jest cięższa lub lżejsza od drugiej, ale nie można się dowiedzieć w jakim

stosunku: bo do tego trzeba by wyznaczyć stosunek rurki AC, do gałek B i S, co jest niepodobna, trzeba nad to aby rurka zupełnie była walcowata, co rzadko się zdarzy. Mimo tego jednak ten *areometr* powszechnie jest używany w handlu i ekonomice, i uchodzi pod nazwiskiem *probki do wódek* i innych spirytusów; różni się tylko podziałem od poprzedzającego. Zanurzają pomienioną próbkę w wódce zwaney okowitką, którą nazywają wódką tótey próby, i punkt do którego zanurzył się *areometr* znaczą 10. Zmieszawszy potem 9 części pomienioney okowitki, a jedną część wody, zrobi się wódka gatunkowo cięższa od okowitki; w tę zanurzona próbka nie dojdzie do znaku 10, punkt do którego stanęła znaczą liczbą 9; która okazuje, iż wódka ma w sobie 9 części okowitki, a jedną wody. Podobnie liczba 8 położona na rurce oznacza, iż w dziesięciu częściach wódki, jest 8 części okowitki, a 2 wody, i t. d. Takie narzędzie jest bardzo wygodne mimo swoich niedoskonałości.

Są także inne gatunki *areometrów*, które opuszczamy, ponieważ równie są niedoskonałe: opiszemy tylko *areometr* od *Farenheita* wynaleziony, który żadnym niedoskonałościom nie podlega, i który w fizycznych doświadczeniach wyciągających wielkię dokładności pospolicie się używa. Jestto buteleczka B (Fig: 54.) ze szczyplą szyyką AC: u téy wierzchu jest talérzyk DE, na który mają się kłaść ciężarki: u spodu buteleczki jest gałka S, w którą tyle wlewią merkuryszu, aby całe narzędzie utrzymywało się w

ciężcy pionowo: na szyyce AC daie się znaczek iaki *a*, i cała jest robota narzędzia. Aby zaś użyć tego *areometru*, trzeba go naprzód zważyć dokładnie, i liczbę oznaczającą jego wagę wyrznić dla pamięci na talérzyku DE. Potem włożyć go w wodę dyftylowaną, lub deszczową, i tyle ciężarków wiadomych przyrzucac do talérzyka DE, aby się zanurzył w wodzie, aż do znaczká *a*; summa wagi ciężarków położonych na talérzyku DE, dodana do wagi samego *areometru* okaże zupełnie wagę wody o takięj objętości, iak *areometr*. Czyniac podobneź doświadczenie na innej cieczy, również dokładnie znajdziemy wagę iey o iednakowey objętości z *areometrem*. Lecz te dwie objętości tych cieczy będą równe, bo w obudwu, przez przydawanie ciężarków do talérzyka DE, zanurzył się *areometr* do znaczká *a*, azatém różnica wag tych dwóch cieczy okaże różnicę ich ciężkości gatunkowych, azatém i stosunek ich gęstości: dojdziemy zaś tego przez taką proporcją: ciężkość gatunkowa np. wina tak się ma do ciężkości gatunkowey wody, iak waga objętości wina, którą *areometr* wymierza, do wagi objętości wody wymierzoney od *areometru*. Tym sposobem możemy dochodzić stosunku ciężkości gatunkowey wszelkich cieczy.

Aby doysć ciężkości gatunkowey iakiego płynu, np. kwasorodnego (*oxigene*), trzeba iakie naczynie ważyć z powietrzem, potem napełniwszy je płynem kwasorodnym, zważyć je powtórnie: różnica wag okaże ciężkość gatunkową te-

go płynu do powietrza atmosferycznego. Można także stosować ciężkość gatunkową płynów do wody dystrylowanej, napełniając nią naprzód naczynie i ważąc.

§. 48. Mając daną kompozycję ze dwóch metalów, dobyć iaka jest w niej ilość każdego.

Wiedząc jakim sposobem dochodzi się ciężkość gatunkowa ciał, możemy łatwo wyznaczyć w kompozycyi ze dwóch metalów ilość każdego. Na to trzeba mieć wiadomą ciężkość gatunkową samy kompozycyi, co jest łatwo, i trzeba wiedzieć gatunkową ciężkość każdego metalu z których ta kompozycya jest zrobiona. Dajmy, że w kompozycyi jest złoto i srebro. Nazwiemy objętość srebra w kompozycyi O , ciężkość jego gatunkową C . Nazwiemy objętość złota w kompozycyi o , ciężkość jego gatunkową c , a zaś ciężkość gatunkową samy kompozycyi nazwiemy K . Waga srebra w kompozycyi niech będzie W , waga złota w téżże w .

Ponieważ znajduie się waga ciała mnożąc objętość jego przez ciężkość gatunkową (§. 44), będzie tedy:

$$W = OC$$

i znowu $w = oc$. Waga zaś samy kompozycyi będzie równa summie objętości srebra i złota w kompozycyi, rozmnożoney przez ciężkość gatunkową kompozycyi: to jest waga kompozycyi będzie $OK + oK$. Aże waga kompozy-

cy równa jest summie wag srebra i złota, które ją składają; będzie zatem:

$$OK + oK = W + w$$

$$\text{czyli } OK + oK = OC + oc$$

Odiąwszy po obu dwu stronach OK , będzie

$$oK = OC + oc - OK$$

Odiąwszy po obu dwu stronach oc , będzie

$$oK - oc = OC - OK$$

$$\text{czyli } o(K - c) = O(C - K)$$

$$\text{azatem } O : o = K - c : C - K$$

Mamy więc stosunek objętości dwóch metalów w kompozycyi, azatem i stosunek ich wag mnożąc ich objętości przez gatunkowe ciężkości: będzie tedy waga srebra w kompozycyi do wagi złota, iak $C(K - c) : c(C - K)$

Wiemy, że ciężkość gatunkowa złota jest 19, srebra $10\frac{1}{3}$. Dajmy, że znaleziono ciężkość gatunkową kompozycyi 17. Podług tego będzie $K = 17$, $c = 19$, $C = 10\frac{1}{3}$. Azatem stosunek objętości tych dwóch metalów w kompozycyi wyrazi się w liczbach tym sposobem:

$K - c : C - K = 17 - 19 : 10\frac{1}{3} - 17 = -2 : -6\frac{2}{3} = 2 : 6\frac{2}{3} = 3 : 10$, bo stosunek między ilościami ujemnymi jest ten sam, co między dodatnimi; Ażas stosunek wag srebra i złota w kompozycyi wyrazi się tak:

$$C(K - c) : c(C - K) = 10\frac{1}{3} \times 3 :$$

$$19 \times 10 = 31 : 190$$

to jest waga srebra w kompozycyi, tak się ma do wagi złota w téżże $= 31 : 190$, azatem waga srebra w kompozycyi, do wagi srebra i złota razem w téżże kompozycyi $= 31 : 190 + 31$:

czyli jak 31 : 221. Jeżeli więc kompozycya waży funtów np: 20, będzie w niéy srebra $\frac{21}{221}$ funtów dwudziestu, zaś złota będzie $\frac{190}{221}$ dwudziestu funtów. Rozwiązanie tego zagadnienia zasada się na tém przypuszczeniu, iż złoto i srebro złane w kompozycyę, takie zachowują objętości, iakie piérwéy miały. Do rozwiązania tego zagadnienia pobudzony był Archimedes od Hierona Króla Syrakuzkiego: Hieron bowiem kazał Demetryuszowi swojemu złotnikowi ułać koronę, i dał na nią 19 funtów czystego złota, Demetryusz ułać koronę ważącą funtów 19, Król mając podeyrzenie na złotnika, że przymieszał iakiś obcy metal, pytał się Archimedes a czyliby nie można tego dociec bez zepsucia korony. Długo myślał Archimedes, nim tego doszedł, nareszcie jedna okoliczność podała mu sposób do rozwiązania tego zagadnienia. Wchodząc w wannę pełną wody, uważał, że iego ciało było lżeyszém w wodzie, z tego daley wnosił, że te ciała są lżeysze w wodzie, które pod jednakową wagą mają większą objętość, i znalazłszy gatunkową ciężkość srebra i złota, odkrył wiele piérwszego i wiele drugiego metalu było w koronie.

§. 49. Na co potrzeba mieć wzgląd w dochodzeniu ciężkości gatunkowych ciał stałych i ciekłych?

Poznanie gatunkowych ciężkości ciał, im jest ważniejszą rzeczą dla Fizyka, tém pilniey i uważniey doświadczania te czynić powinien.

A 1od. powinien mieć wzgląd na to, że gatunkowa ciężkość ciał iednegoż rodzaju odmienna się podług klimatu, azatem w doświadczeniach trzeba pamiętać na miejsce skąd ciała wzięte zostały.

are. Cząstki różnorodne, składające ciało podług swoiéy ilości sprawują widoczną odmianę w dochodzeniu gatunkowych ciężkości.

zcie. Doświadczając ciężkości gatunkowéy ciał, starać się trzeba, aby wszystkie iednakowy stopień ciepła miały. W pośród upałów letnich ciało ma większą objętość, iak w pośród tęgich mrozów w zimie, stąd wypada, że więcéy wypycha wody w lecie, iak w zimie, a przeto iego gatunkowa ciężkość mnieysza jest latem, iak zimą: bo podług (§. 44 proporcya pod liczbą 4) ciężkości gatunkowe ciał, są w stosunku odwrotnym ich objętości.

4te. Przed zanurzeniem ciała w wodę dyfelowaną, trzeba piórkiem usunąć warstę atmosfery, która tém mocniey trzyma się ciała, im większą ma do niego atrakcyę: bez téy ostróżności objętość wody wypchniętęy, większaby była, iak prawdziwa objętość ciała.

5te. W ścisłych doświadczeniach trzeba mieć wzgląd na ciśnienie atmosfery.

6te. Nakoniec trzeba mieć ważki naydokładnieysze, i ciężarki z naywiększą oznaczone precyzą.

Zachowując ściśle podobne przestroggi, można ułożyć dokładną Tablicę ciężkości gatunkowych wszelkich ciał.

D. 50. Tablice okazujące ciężkość gatunkową ciał niektórych.

I.

Gatunkowa ciężkość niektórych drzew do wody dystylowaney.

Grenadlowe drzewo	-	-	-	1. 354
Cedrowe	—	-	-	1. 315
Hebanowe	—	-	-	1. 109
Kokowe	—	-	-	1. 040
Brazylijskie	—	-	-	1. 031
Bukszan z Holandyi	-	-	-	1. 328
— z Francyi	-	-	-	0. 912
— z Turcyi	-	-	-	0. 919
Dębowe	—	-	-	1. 170
Grabowe	—	-	-	0. 852
Jesionowe	-	-	-	0. 734
Cierniowe	-	-	-	0. 755
Jabłkowe	-	-	-	0. 793
Sliwkowe	-	-	-	0. 785
Wiśniowe	-	-	-	0. 715
Gruszkowe	-	-	-	0. 661
Klonowe	-	-	-	0. 754
Jaworowe	-	-	-	0. 750
Olszowe	-	-	-	0. 750
Koralowe	-	-	-	0. 620
Laskowe	-	-	-	0. 600
Jałowcowe	-	-	-	0. 556
Sosnowe	-	-	-	0. 550
Jodłowe	-	-	-	0. 498
Wierzbowe drzewo	-	-	-	0. 585
Lipowe	-	-	-	0. 504
Korkowe	-	-	-	0. 240

II.

Gatunkowa ciężkość drogich kamieni do wody dystylowaney.

Rubin orientalny wysokiego koloru	42,835
Rubin orientalny żywszego koloru	41,833
Granat	41,888
Topaz orientalny	40,106
Szafir orientalny błękitny	39,941
Szafir orientalny biały	39,911
Hiacynt	36,873
Beryl	35,489
Dyament biały	35,212
Dyament koloru różowego	35,310
Chryzolit	27,821
Smaragd	27,755

III.

Gatunkowa ciężkość Metalów do wody dystylowaney.

Platyna czyszczona	195,000
Złoto	192,581
Merkuryusz	135,681
Ołów Angielski	113,523
Ołów Nieemiecki	113,250
Srebro	104,743
Bismut	98,227
Kobalt	78,119
Nickiel	78,070
Miedź	77,880
Cyna	72,914

Cyna Angielska	-	-	-	74,712
Stal najtwardsza	-	-	-	78,090
Zelazo Szwedzkie	-	-	-	77,650
Zelazo stopione	-	-	-	72,070
Zinek	-	-	-	71,908
Manganiez	-	-	-	68,500
Antymonium	-	-	-	67,021
Tungsten	-	-	-	66,785
Telluryum	-	-	-	61,150
Molibden	-	-	-	60,000
Arzenik	-	-	-	57,633

IV.

Gatunkowa ciężkość niektórych cieczy do wody dystylowaney.

Woda dystylowana	-	-	-	1.000
— morską	-	-	-	1.030
Ocet winny	-	-	-	1.011
Olej lniany	-	-	-	7.932
Kwas siarkowy ordynaryyny	-	-	-	1.700
— — težszy	-	-	-	1.827
Spirytus winny	-	-	-	0.876
Arak	-	-	-	0.940
Krew ludzka	-	-	-	1.040
Mleko krowie	-	-	-	1.030
Mleko kozie	-	-	-	1,034
Mleko kobiece	-	-	-	1,020
Piwo	-	-	-	1,028
Wino Francuzkie ordynaryyne	-	-	-	1.020
wino Burgundzkie	-	-	-	0.953
Wino Reńskie	-	-	-	0.999

Wino malaga	-	-	-	1.015
Wino pontag	-	-	-	0.993
Wódka	-	-	-	0.913
Wódka težsza	-	-	-	0.863

V.

Ciężkość gatunkowa plynów do wody dy-stylowaney.

Woda dystylowana	-	-	-	10000,0000
Powietrze atmosferyczne	-	-	-	12,3609
Plyn kwasorodny (oxigène)	-	-	-	13,3929
— saletrorodny (nitrogene)	-	-	-	11,9048
— saletrzany (nitreux)	-	-	-	13,0179
— kwaśny węglowy (carbonique)	-	-	-	18,6161
— kwaśny solny (muriatique)	-	-	-	21,3482
— kwaśny siarczisty (sulfureux)	-	-	-	25,3929
— amoniakalny (ammoniacal)	-	-	-	6,5357
Plyn wodorodny (hydrogene)	-	-	-	0,9911

VI.

Ciężkość gatunkowa plynów do powietrza atmosferycznego.

Powietrze atmosferyczne	-	-	-	100,00
Plyn kwasorodny (oxigene)	-	-	-	108,35
— saletrorodny (nitrogene)	-	-	-	96,31
— saletrzany (nitreux)	-	-	-	105,35
— kwaśny węglowy (carbonique)	-	-	-	150,60
— kwaśny solny (muriatique)	-	-	-	172,71
— kwaśny siarczisty (sulfureux)	-	-	-	205,43
— amoniakalny (ammoniacal)	-	-	-	52,87
Plyn wodorodny (hydrogene)	-	-	-	8,02

H 2

ROZDZIAŁ IV.

HIDRAULIKA.

§. 51. Wypływanie cieczy przez otwory naczyń zależy od ciężkości.

Powiedzieliśmy, że w naczyniu napełnioném iakąkolwiek cieczą, cząstki iéy niższe przyciskane są od wyższych; aże to ciśnienie iest na wszystkie strony (§. 40); więc cząstki niższe cieczy przyciśnięte od wyższych, ustępować będą na wszystkie strony z taką siłą, od iak éy są przyciśnięte, czyli cisnąć będą, iak na boki, tak na dno naczynia: iezeli zaś we dnie naczynia porobiemy otwory, temi ciecz będzie płynęła siłą równą iéy ciśnieniu. Prawda ta wynikająca z zasad ustanowionych w poprzedzającym Rozdziale, może bydz potwierdzona następującém doświadczeniem. Niech będą dwa iakiekolwiek naczynia napełnione wodą, np: kadzie lub beczki stojące pionowo: iezeli wysokość wody w tych dwu naczyniach iest jednakowa, a w ich dnach porobiemy równe otwory; przeświadczymy się, iż w równych czasach jednakowa ilość wody przez każdy otwór wypłynie. Iezeli równe otwory porobiemy na bokach naczyń; tedy i przez te równa ilość wody wypłynie w jednymże czasie, byle tylko te otwory miały jednakową odległość od

wierzchu wody w każdém naczyniu. Ponieważ tedy siła, którą ciecz otworém płynie, iest proporcjonalna do ciśnienia cieczy na dno naczynia, ciśnienie zaś cieczy pochodzi od iéy ciężkości; więc i wypływanie cieczy przez otwór naczynia, podobnież od ciężkości zależy. Obaczmy teraz, iak się poznaie prędkość cieczy wypływającej z naczynia.

§. 52. Jak się poznaie prędkość cieczy wypływającej z naczynia?

Niech będzie naczynie AWBK (Fig: 55) napełnione wodą: iego otwór O. Gdyby wody cząstka *w* była spuszczone z wysokości *wO*, przebiegłaby ją biegiem iednostajnie przyśpieszonym (§. 11), podobnie, iak i ciało stałe spadające z wysokości *wO*. Lecz ciała stałego prędkość na punkcie O nabyta, iest iak czas, w którym przebiega wysokość *wO*, albo iak pierwiastek z téy wysokości *wO* (§. 11. 5cie), więc i prędkość cząstki wody *w* przebiegającej wysokość *wO*, czyli wypływającej otworem O, taka iest na punkcie O, iaki iest czas, przez który przebiega wysokość *wO*, czyli iaki iest pierwiastek téy wysokości *wO*. Aże cząstki wody nie rozerwanie za sobą następują, bo wystawiamy naczynie zawsze pełne wody; więc wszystkich cząstek wody prędkość taka iest, iaki pierwiastek wysokości *wO*. Azatém prędkość wody wypływającej otworem naczynia, tak się ma; iak pierwiastek z wysokości naczynia, braney od otworu aż do

wierzchu wody. Z tego co się dopiero powiedziało wnieść potrzeba, że gdy dwóch naczyń wysokości są równe, będą także równe prędkości wody wypływającej z każdego naczynia: jeżeli prócz tego w tych dwóch naczyniach i otwory są równe, więc iaka ilość wody wypłynie w pewnym czasie z pierwszego naczynia, takąż ilość wody wypłynie w tymże samym czasie z drugiego naczynia: jeżeli zaś wysokości tych naczyń będą równe, a otwory nierówne, tedy ilości wypłynionej wody z każdego naczynia, będą się miały do siebie, iak otwory naczyń; otwory pospolicie bywają okrągłe, to jest koła, które mają się, iak kwadraty ze średnic (*Geom. Elem. Rozd. XIII.*); azatem ilości wypłynionej wody mają się, iak kwadraty ze średnic otworów.

Tych prawd doświadczał *L'abbé Bossut*: utrzymywał on we dwóch naczyniach wodę, z których każde było wysokie na stóp 11, calów 8, linii 10: otwory ich były okrągłe: iednego średnica cal 1, drugiego calów 2. Z pierwszego naczynia w jednéj minucie wypłynęło wody calów sześciennych 9281, (cal sześcienny wynosi $\frac{1}{48}$ kwarty). Z drugiego zaś w tymże samym czasie wypłynęło calów sześciennych 37203. Lecz $9281 : 37203 = 1 : 4$, bardzo blisko: bo wieloczynny ze skrajnych i średnich różnią się tylko między sobą liczbą 79, wyrazy zaś stosunku drugiego, są kwadratami ze średnic otworów naczyń; azatem gdy we dwóch naczyniach iedna-

kówę są wysokości, będą się miały ilości wody wypłynionej z każdego naczynia, iak kwadraty ze średnic otworów.

J. 53. Ściskanie żyły płynącej (vena fluidi).

Przyczyna, dla której ilości wypłynionej wody nie są zupełnie, iak kwadraty z otworów, jest ściskanie się żyły płynącej: nazywa się zaś żyłą płynącą kolumna wody, wypływająca z naczynia. Ta żyła oddalając się od naczynia cieńsze, iak *Newton* uważał i inni; toż samo każdy postrzeże przypatrując się wodzie, albo innej iakiej cieczy wypływającej z naczynia. To ściskanie się żyły płynącej stąd pochodzi: W naczyniu napełnioném wodą, wszystkie iey cząstki dążą do otworu, gdzie jest najmniejszy opór; stąd tedy, iedne cząstki działają prostopadle na otwór, drugie równoodległe, albo ukośnie: azatem pierwsze cząstki wody, które czynią żyłę płynącą, są ściśnięte od drugich. To ściśnienie żyły płynącej, podług doświadczeń *Newtona*, zaczyna się od otworu w odległości prawie połowy jego średnicy, np. jeżeli otworu średnica jest 4 cale, żyła płynąca ścisnąć się zacznie w odległości od otworu prawie na 2 cale: średnica zaś ściśnionej żyły, tak się ma do średnicy otworu, iak 3 : 4, albo iak $3\frac{1}{2} : 4$; azatem powierzchnia przecięcia żyły płynącej do powierzchni otworu, iak 10 : 16. Tenże sam *Newton* okazał, iż aby dokładnie wymierzyć ilość wypłynionej cieczy przez otwór dany, trzeba brać średnicę

żyły ściśnionej za średnicę otworu, a wysokość naczynia od wierzchu wody do tego miejsca, gdzie się żyła płynąca najbardziej ścisła.

Aby ściskanie się żyły płynącej nie przeszkadzało wypływaniu zamierzonej ilości wody, dają u otworów naczyń rurki, których średnica też sama jest co otworu; przeto żyła płynąca ścisła się tylko wchodząc w rurkę przydatkową, ale się nie ścisła wypływając z niej; zatem przydatkowe rurki u otworów dopomagają do wypływania zamierzonej ilości wody. Kształt rurek przydatkowych, powinien być taki, jaki jest żyły wypływającej z naczynia: to jest, powinna być rurka naksztalt ostrokągu ściętego, którego średnica mniejszej podstawy ma być taka, jaka jest średnica otworu; powierzchnia zaś tej mniejszej podstawy, powinna się mieć do powierzchni większej podstawy, jak 10 : 16, i żeby odległość tych dwóch podstaw od siebie, była prawie połową średnicy większej podstawy.

§. 54. Stosunek ilości wypłynionej wody do wysokości naczynia, otworu, i czasu płynienia.

Mając wiadomą ilość wypłynionej wody w pewnym czasie z jakiego naczynia, jego otwór i wysokość, można znaleźć ilość wypłynionej wody w pewnym czasie z drugiego naczynia, w którym wiadomy jest otwór i wysokość. Aby ułatwić rozwiązanie podobnych zagadnień, wyłożmy je naprzód literalnie, a podług tego sposobu łatwo wyłożemy liczebnie.

Nazwiemy wysokość jednego naczynia W , średnicę jego otworu S , ilość wypłynionej wody przezeń \mathcal{F} , czas C .

Nazwiemy wysokość drugiego naczynia w , średnicę jego otworu s , ilość wypłynionej wody i , czas płynienia c .

Jeżeli w tych dwóch naczyniach wysokości, średnice otworów, i czasy płynienia, są nierówne; będzie:

$$\mathcal{F} : i = \sqrt{W} \times S^2 \times C : \sqrt{w} \times s^2 \times c \quad (1)$$

Gdy czasy są równe; będzie:

$$\mathcal{F} : i = \sqrt{W} \times S^2 : \sqrt{w} \times s^2 \quad (2)$$

Gdy $S = s$; będzie $\mathcal{F} : i = \sqrt{W} : \sqrt{w}$. (3)

Gdy w proporcji (2) $\mathcal{F} = i$; będzie:

$$\sqrt{W} \times S^2 = \sqrt{w} \times s^2$$

$$\text{zatem } \sqrt{W} : \sqrt{w} = s^2 : S^2 \quad (4)$$

Podług tych proporcji, można łatwo rozwiązać następujące zagadnienia.

108. Znaleźć ilość wody wypłynionej. Niech będzie wysokość jednego naczynia 9 stóp, średnica otworu 6 linii, a ilość wody wypłynionej w jedney minucie 2018 cali sześciennych. Drugiego naczynia wysokość stóp 4, średnica otworu linii 12, jaka będzie ilość wody wypłynionej w jedney minucie? Na rozwiązanie tego zagadnienia użyjemy Proporcji (2):

$$\text{to jest, } \mathcal{F} : i = \sqrt{W} \times S^2 : \sqrt{w} \times s^2$$

$$\text{czyli } \mathcal{F} : 2018 = \sqrt{4} \times 12^2 : \sqrt{9} \times 6^2$$

$$\text{czyli } \mathcal{F} : 2018 = 2 \times 144 : 3 \times 36$$

$$\text{czyli } \mathcal{F} : 2018 = 288 : 108$$

Podzieliwszy oba wyrazy drugiego stosunku przez 36, będzie:

$$\mathcal{J} : 2018 = 8 : 3$$

$$\text{Azatém } \mathcal{J} = \frac{2018 \times 8}{3} = 5381\frac{2}{3}, \text{ aza-}$$

tém ilość wypłynionéy wody w jednéy minucie jest całów sześciennych $5381\frac{2}{3}$.

are. Znaleźć średnicę otworu. Niech będzie ilość wypłynionéy wody w jednéy minucie z jednego naczynia 2018 całów sześciennych, wysokość naczynia 9 stóp, średnica otworu 6 linii. Ilość wody wypłynionéy z drugiego naczynia w jednéy minucie, całów sześciennych 5436, wysokość naczynia stóp 4, jaka będzie średnica otworu? Użyjemy znowu proporcji (2):

$$\mathcal{J} : i = \sqrt{W \times S^2} : \sqrt{w \times s^2}$$

Wyrzawszy ją liczbami, będzie:

$$2018 : 5436 = \sqrt{9 \times 6^2} : \sqrt{4 \times s^2}$$

$$\text{czyli } 2018 : 5436 = 3 \times 36 : 2 \times s^2$$

$$\text{czyli } 2018 : 5436 = 108 : 2 \times s^2$$

Podzieliwszy oba wyrazy drugiego stosunku przez 2, będzie: $2018 : 5436 = 54 : s^2$

$$\text{azatém } s = \frac{54 \times 5436}{2018} = 145, \text{ ułomek}$$

się opuszcza:

azatém $s = 12$ to jest średnica otworu, jest linii 12, opuściwszy ułomek.

3cie. Podobnymże sposobem znaleźć można wysokość naczynia. Weźmy tenże sam przykład. Wyłożmy proporcją (2) liczbami:

to jest $\mathcal{J} : i = \sqrt{W \times S^2} : \sqrt{w \times s^2}$

$$\text{czyli } 2018 : 5436 = \sqrt{9 \times 6^2} : \sqrt{w \times 12^2}$$

$$\text{czyli } 2018 : 5436 = 3 \times 36 : \sqrt{w \times 144}$$

$$\text{czyli } 2018 : 5436 = 108 : \sqrt{w \times 144}$$

Podzieliwszy oba wyrazy drugiego stosunku przez 36, będzie:

$$2018 : 5436 = 3 : \sqrt{w \times 4}$$

Podzieliwszy następniki proporcji przez 4, będzie $2018 : 1359 = 3 : \sqrt{w}$

$$\text{Azatém } \sqrt{w} = \frac{3 \times 1359}{2018} = 2 \text{ opuści-}$$

wszy ułomek.

Azatém $w = 4$, czyli wysokość naczynia jest stóp 4.

4te. Znaleźć czas płynienia. Wysokość naczynia 4 stóp, średnica otworu 12 linii, ilość wypłynionéy wody w 1 minucie, całów sześciennych 5436. Wysokość drugiego naczynia stóp 9, średnica otworu 6 linii, wypłynęło wody całów sześciennych 60540, trzeba znaleźć czas, w którym ta ilość wody wypłynęła. Wyłożmy liczbami proporcją (1):

to jest:

$$\mathcal{J} : i = \sqrt{W \times S^2 \times C} : \sqrt{w \times s^2 \times c}$$

czyli:

$$5436 : 60540 = \sqrt{4 \times 12^2 \times 1} : \sqrt{9 \times 6^2 \times c}$$

czyli:

$$5436 : 60540 = 2 \times 144 : 3 \times 36 \times c$$

$$\text{czyli } 5436 : 60540 = 288 : 108 \times c$$

Podzieliwszy drugi stosunek przez 36, będzie:

$$5436 : 60540 = 8 : 3 \times c$$

Podzieliwszy następniki proporcji przez 3, będzie:

$$5436 : 20180 = 8 : c$$

$$\text{Zatem } c = \frac{8 \times 20180}{5436} = 30 \text{ prawie :}$$

to jest woda płynęła z drugiego naczynia prawie przez 30 minut.

5te. *Wodę proporcjonalnie podzielić.* Z naczynia zawsze pełnego wysokiego stóp 11, caliów 6, przez otwór, którego średnica linii 10, płynie w jednéj minucie 3600 caliów sześciennych: każą ów otwór tak na trzy rozdzielić, aby wody przez nie wypłynione, miały się do siebie, iak 6, 3, 1. Ponieważ otwór, którego średnica jest 10 linii, daje 3600; więc te 3600 podzieliwszy przez 10, wieloraz 360 pokazuje ile iey każda część daje. Te 360 mnożąc przez 6, dadzą 2160, mnożąc przez 3, dadzą 1080, mnożąc przez 1, dadzą 360. Te wieloczyny 2160, 1080, 360, tak się mają do siebie, iak 6, 3, 1. Teraz znajduję średnice otworów, które takie ilości wody wydaia. Wiadomo jest podług doświadczenia *Belidora*, że z wysokości stopy 1, przez otwór średnicy cal 1, płynie w jednéj minucie caliów sześciennych 2722, trzeba się dowiedzieć przez iakie otwory wypływaią 2160, albo 1080, albo 360; te otwory znajdziemy znalazłszy czwarty proporcjonalny *x*. będzie tedy

$$2722 : 2160 = 1 \times 144 : x$$

$$2722 : 1080 = 1 \times 144 : x$$

$$2722 : 360 = 1 \times 144 : x$$

To dzielenie otworów na części żądane, jest użyteczne do podzielenia wody ze zdrojów publi-

cznych na różne części miasta: trzeba zaś iey tam więcéy dodawać, gdzie jest więcéy mieszkańców. Ten więc, który ma wodę proporcjonalnie rozdzielać powinien, *tođ*. wymierzyć ile iey naczynie zawsze pełne w czasie wiadomym, *np.* w minucie, wydaie: *2re.* powinien wiedzieć wysokość téyże wody: *3cie.* powinien mieć wiadomą liczbę mieszkańców w częściach miasta, do których woda ma płynąć, aby iey proporcjonalnie wszyftkim udzielił.

§. 55. Tablica okazuiąca stosunek ilości wypłynięj wody do wysokości naczynia i średnicy otworu.

<i>Wysokość stała naczynia 11 stóp, 8 caliów, 10 linii.</i>		Licz: caliów sześć: w 1 minucie wypłynionych.
<i>Doświadczenie 1. przez otwór we dnie naczynia okrągły, średnicy 6 linii wypłynęło</i>		
		2311.
<i>2. przez otwór we dnie okrągły, średnicy 12 linii wypłynęło</i>		
		9281.
<i>3. przez otwór we dnie okrągły, średnicy 2 cale wypłynęło</i>		
		37203.
<i>4. przez otwór we dnie prostokątny, którego długość cal 1, szerokość 3 linii, wypłynęło</i>		
		2933.

5. przez otwór we dnie kwadratowy, którego bok 1 cal, wypłynęło	11817.
6. przez otwór we dnie kwadratowy, którego bok 2 cale, wypłynęło	47361.
<i>Wysokość stała naczynia 9 stóp</i>	
7. przez otwór na boku naczynia okrągły 6 linii średnicy	2018.
8. przez otwór na boku okrągły 1 cal średnicy	8135.
<i>Wysokość stała naczynia 4 stopy</i>	
9. przez otwór na boku okrągły linii 6 średnicy	1353.
10. przez otwór okrągły na boku cal 1 średnicy	5346.
<i>Wysokość stała 7 linii</i>	
11. przez otwór okrągły we dnie cal 1 średnicy	628.

§. 56. Wody w górę wytryskujące.

Po w miastach i ogrodach fontanny widzieć się dają: tych iaki początek łatwo wnieść można, z tego cośmy powiedzieli o rurkach spolkujących (§. 43); o takich bowiem naczyniach mówiąc, pokazaliśmy, że woda w nich zawsze się wznosi do jednakowey wysokości. Fontanny białące, są to samo, co spolkujące rurki, z tą tyl-

ko różnicą, że rurka z której woda wypada jest krótka, aby woda sama przez się wytryskując, piękniejszy widok czyniła. Stąd się okazuje, że do utrzymania fontan białących, koniecznie potrzeba, aby naczynie, z którego woda do krótszego spływa, było znacznie wyniesione: a tém znaczniéy, im wyżéy woda być powinna. Te zaś naczynia na miejscach wysokich zrobione, mają wodę albo ze źródeł w pobliskich górach znajdujących się, przeto fontanny z nich bez przestanku być mogą: albo też woda do takich naczyni przez maszyny, o których niżej powiemy, jest pędzona: z takich naczyni wytryskujące fontanny, w ten czas tylko bez przestania być mogą, gdy maszyna tyle wody dodaie, ile iéy ubywa, czyli gdy naczynie zawsze jest pełne.

Mówiąc o naczyniach spolkujących pokazaliśmy, że w nich woda utrzymuje się do jednakowey wysokości: z fontan zaś woda wytryskująca, nigdy nie dochodzi téy wysokości, z której spada. Tego troiaka jest przyczyna. *1. o d.* Woda wytryskując trze się o boki rurki, a tém samém traci część swoiéy prędkości; lecz to zmniejszenie najmniejsze. *2. are.* Kolumna powietrza, którą woda wytryskując odbiła, więcéy psunie iéy prędkości, ponieważ powietrze jest ciężkie (Tom I. §. 85), i w przeciwną stronę wody wytryskującéy ciśnie. *3. cie.* Woda w górę wytryskując, dla swéy ciężkości bieg opóźnia (§. 12), a zatem gdy prostopadle wyskakujące najwyższe iéy krople bieg utraciwszy, na dół opadają, więc uderzając o inne, prędkość ich

psują, i nie pozwalają im wybiec do téj wysokości, z jakiej spadają. Dla tych to przyczyn woda pod pion wytryskująca, najniżey bić, gdyby zaś rurka cokolwiek od pionu była odchylona, woda wyżey wytkoczy, iak piérwéy, ale nie tak piękny widok sprawi, iak gdyby biła pionowo.

Obaczmy teraz, w jakim stosunku zmniejsza się wysokość wody wytryskującej względem wysokości naczynia, z którego spada. Pewna i st, z doświadczeń *Mariotte* i *Bossut*, że gdy wysokość naczynia jest stóp 5 i cal 1, woda wytryska tylko na stop 5, dla przeszkód dopiero włożonych: gdybyśmy teraz chcieli, aby fontanna wyrzucała wodę na 10 stóp wysoko, iak powinno być wysokie naczynie? Zdaie się, że iako dwa razy wyżey woda bić ma, tak z dwa razy większey wysokości spadać powinna: wszelako podług doświadczeń pomienionych Fizyków okazuje się, iż różnice wysokości wód biących, nie mają się tak, iak różnice wysokości samychże naczyń, ale iak kwadraty z tych różnic. Obiaśniam to przykładem. Gdy fontanna biie wysoko na stóp 5, wysokość iey naczynia jest stóp 5 i cal 1, gdy zaś fontanna biie na stóp 10; wysokość iey naczynia nie jest stóp 10 i calów 2, ale stóp 10 i calów 4. W piérwszym więc razie różnica między wysokością wody wytryskującej, i wysokością naczynia jest cal 1; w drugim zaś razie, gdy dwa razy wyżey woda biie, różnica między wysokością wody biącej i wysokością naczynia, jest calów 4; lecz różnica 1,

jest

jest kwadratem z 1, różnica zaś 4, jest kwadratem z 2; a zatem wysokości wód wytryskujących, tak się mają, iak kwadraty z różnic samychże naczyń: więc aby fontanna biła na 15 stóp, to jest 3 razy wyżey, iak piérwsza, powinno być iey naczynie 15 stóp i calów 9. Za powodem tych doświadczeń ułożył *Mariotte* tabliczkę wysokości naczyń i wody wytryskującej: piérwsza kolumna pokazuje wysokość naczynia, druga wysokość skoku.

Wysokość naczynia.		Wysokość skoku.	
stopy.	cale.	stopy.	
5	- 1	- 5	
10	- 4	- 10	
15	- 9	- 15	
21	- 4	- 20	
30	- 0	- 25	
39	- 1	- 35	
45	- 4	- 40	
51	- 9	- 45	
58	- 4	- 50	
65	- 1	- 55	
72	- 0	- 60	
79	- 1	- 65	
86	- 4	- 70	
93	- 9	- 75	
101	- 4	- 80	
109	- 1	- 85	
117	- 0	- 90	
125	- 1	- 95	
125	- 4	- 100	

Tę tabliczkę, każdy może pociągnąć przez samą proporcją, lecz i te wysokości są wystarczające.

§. 57. Proporcja średnicy kanału i otworu.

Proporcje wysokości wody wyskakującej względem wysokości naczynia położone w poprzedzającym Paragrafie, w tenczas tylko prawdziwą się, kiedy obszerność otworu fontanny jest proporcjonalna do obszerności kanału. Doświadczono bowiem, iż woda z jednegoż wypływającego naczynia, przez większy otwór wyżę wytryskała, a przez mniejszy niżej: doświadczono i tego, że gdy otwór zbyt znacznie był powiększony, woda znowu niżej była, iak przez mały otwór: stąd wniesiono, iż aby woda z danęj wysokości naywyżę była, obszerność otworu i kanału proporcjonalne być powinny. Aby znaleźć tę proporcjonalność, uważamy, iak się mają prędkości wody płynący kanałem i otworem. Niech kanału (Fig: 56) średnica EH, ma calów 3, średnica zaś otworu fontanny O cal 1; będzie obszerność kanału, do obszerności otworu O, iak 9 : 1. Jeżeli iaka ilość wody w kanale popłynie od E do e w jednéj sekundzie; takż sama ilość i w tymże samym czasie wytrysnie otworem O, podług tego cośmy powiedzieli o rurkach spółkujących. Lecz otwór fontanny O, 9 razy jest węższy od obszerności kanału; więc prędkość wody wytryskującej otworem O, musi być 9 razy większa, niżeli prędkość wody

płynący kanałem, inaczey nie wypłynęłaby przezeń równa iey obfitość. A zatem prędkość wody płynący kanałem, tak się ma do prędkości wody wytryskującej otworem O, iak 1 : 9, to jest, iak kwadrat ze średnicy otworu, do kwadratu ze średnicy kanału. Podług tego, nazwiemy prędkość wody płynący kanałem P; będzie prędkość wody wytryskującej otworem O, równa piérwiłkowi wysokości FO (§. 52). Nazwawszy tedy tę wysokość W, będzie prędkość wody wytryskującej otworem równa \sqrt{W} ; nazwiemy średnicę otworu fontanny S, średnicę zaś kanału D; będzie:

$$P : \sqrt{W} = S^2 : D^2$$

$$\text{a zatem } P = \frac{\sqrt{W} \times S^2}{D^2} \quad \text{--- (1)}$$

Nazwiemy w drugiem iakiem naczyniu prędkość wody płynący kanałem p, prędkość wody wytryskującej otworem fontanny \sqrt{w} , nazwiemy średnicę kanału d, średnicę otworu fontanny s; będzie znowu $p : \sqrt{w} = s^2 : d^2$

$$\text{a zatem } p = \frac{\sqrt{w} \times s^2}{d^2} \quad \text{--- (2)}$$

Daymy, że w równaniach (1) i (2) $p = P$; będzie $\frac{\sqrt{w} \times s^2}{d^2} = \frac{\sqrt{W} \times S^2}{D^2}$, ztém licznik do licznika, iak mianownik do mianownika, to jest:

$$\sqrt{w} \times s^2 : \sqrt{W} \times S^2 = d^2 : D^2$$

12

Daymy, że $w = 16$ stóp, $s = 6$ linii,
 $W = 5$ stóp, $S = 3$ linie, $\vartheta = 28\frac{1}{2}$ linii,
 znajdziemy średnicę kanału, to jest D , położy-
 wszy w ostatniy proporcji za litery, ich wa-
 żność; będzie zatem:

$$\sqrt{16 \times 6^2} : \sqrt{5 \times 3^2} = (28\frac{1}{2})^2 : D^2$$

$$\text{czyli } 4 \times 36 : 2,236 \times 9 = \frac{3249}{4} : D^2$$

Rozmnożywszy poprzedniki przez 4, będzie:

$$16 \times 36 : 2,236 \times 9 = 3249 : D^2$$

$$\text{czyli } 576 : 20,124 = 3249 : D^2$$

Podzieliwszy piérwszy stosunek przez 36, będzie:

$$16 : 0,559 = 3249 : D^2$$

$$\text{A zatem } D^2 = \frac{3249 \times 0,559}{16} = \frac{1816,191}{16}$$

$$\text{A zatem } D = \frac{\sqrt{1816,191}}{\sqrt{16}} = \frac{42,61}{4} = 10,65$$

blizko.

Wiedząc zatem z doświadczenia, iaka jest średnica kanału, z którego z wiadomey wysokości, przez wiadomy otwór fontanny, naywyżey woda białe, łatwo można znaleźć średnicę innego kanału, aby przez dany otwór i z daney wysokości kanału woda naywyżey biała. Na tym fundamencie ułożona jest tablica średnic, otworów i kanałów, podług różney ich wysokości, wzięta z *Mariotte*.

Wyso-

Wysokość ka- nału.	Srednica otworu fontan.	Srednica ka- nału.
Stopy.	linie.	linie.
5	3, 4, 5, 6,	21, lub 22,
10	4, 5, 6,	25, lub 26,
15	5, lub 6,	27, lub 28,
20	6,	30, lub 31,
25	6,	calów 2 linie 9,
30	6,	calów 3,
40	7, lub 8	calów 4 linie 3,
50	8, lub 10	calów 5 linie 6,
60	10, lub 12	calów 5, albo 6,
80	12, lub 14	calów 6, albo 7,
100	12, 14, 15	calów 7, albo 8.

Z tęg tabliczki każdy poznaie, że średnice otworów i kanałów niezauważnie rosną.

*§. 58. Tablica okazująca ilość wody wypły-
nioney przez wiadomy otwór fontanny.*

Kładę ieszcze iedną tablicę okazującą ile wo-
dy wypływa w wiadomym czasie, przez wiado-
my otwór fontanny. Tablica ta wzięta jest z *Bos-
sut*, w nięy średnica otworu fontanny zawsze jest
6 linii, czas płynienia zawsze 1 minuta; wysokość
tylko wody białący, i średnica kanału, są od-
mienne.

Wyso-

Wysokość wody biiący.	Srednica ka- nału.	Obfitość wody.
Stopy.	linije.	kwarty Francuzkie.
5	21	32
10	26	45
15	28	56
20	31	65
25	33	73
30	34	81
35	36	88
40	37	95
45	38	101
50	39	108
55	40	114
60	41	120
65	42	125
70	43	131
75	44	136
80	45	142
85	46	147
90	47	152
95	48	158
100	49	163

Tablice położone (§. 56, 57, 58) nie zamykają, ani wszystkich wysokości, z których woda spada, ani wszystkich średnic, ani wszystkich obfitości w porządku liczb naturalnych, ale tylko od 5 do 5, lub też odmiennie: zatem gdyby kto miał wysokość naczynia, która się w pomienionych Tablicach nie znajdzie, powinien sobie znaleźć wysokość wody biiący i sre-

dnicę otworu fontanny: albo też mając daną wysokość wody biiący, którey nie masz w Tablicach, powinien znaleźć wysokość naczynia, ilość wody wypłynioney otworem fontanny, i średnicę kanału. Aby to wynaydowanie ułatwić, kładę niektóre zadania.

rod. Jaka ma być wysokość naczynia, aby woda przez otwór, którego średnica cal 1, wytryskała na 44 stóp? Podług Tablicy położonéy na końcu paragrafu 56, gdyby woda biła na 45 stóp, wysokość naczynia byłaby stóp 51 caliów 9. Aże, wysokości wód biiących tak się mają, jak kwadraty różnic wysokości naczyń (§. 56), będzie zatem $45 : 44 = \text{stóp } 6 \text{ i caliów } 9 : x$; obróciwszy w drugim stosunku stopy na cale, będzie $45 : 44 = 81 : x$. Podzieliwszy poprzedniki przez 9, będzie $5 : 44 = 9 : x$. A zatem $x = \frac{9 \times 44}{5} = \text{całom } 79\frac{1}{2} = \text{stóp } 6 \text{ ca-}$

łów $5\frac{1}{3}$, zatem dana wysokość wody biiący, to jest stóp 44, różni się od wysokości swiego naczynia stopami 6 i caliów $5\frac{1}{3}$, więc tę różnicę dodawszy do wysokości wody biiący, to jest do 44, będzie wysokość naczynia stóp 50 i caliów $5\frac{1}{2}$.

are. Woda przez otwór, którego średnica jest cal 1, biie na 44 stóp, pytam się, ile iéy w jednéy minucie wypływa? Aby na to pytanie odpowiedzieć, trzeba naprzód podług poprzedzającego zadania znaleźć wysokość naczynia, z którego ta woda wytryska, jak tu będzie stóp

50 i calów 5 opuściwszy ułomek. *Powtóre* w tablicy położony przed temi zadaniami, trzeba szukać, ile przez otwór, którego średnica jest 6 linii z wysokości trochę większy np. z 45 stóp, wypływa wody w 1 minucie; znajdziemy kwart 101. *Potrzenie*, wiemy podług (§. 54), iż gdy są nierówne wysokości naczyń, ilości wypłynioney wody z każdego naczynia, mają się, jak pierwiastki z wysokości naczyń. Azatém będzie: $\sqrt{(51 \text{ stóp, cal: } 9)} : \sqrt{(50 \text{ stóp, cal: } 5)} = 101 : 99\frac{1}{2}$ bardzo blisko; więc przez otwór, którego średnica jest linii 6, wypływa wody 99 $\frac{1}{2}$ kwart. Lecz tu trzeba było wynaleźć, ile iey wypływa przez otwór, którego średnica jest cal 1, czyli 12 linii. To się łatwo także znajdzie: wiemy bowiem, że gdy wysokości są równe, a otwory nierówne, ilości wód wypłynionych, tak się mają, jak kwadraty ze średnic otworów (§. 54), będzie zatém $6^2 : 12^2 = 99\frac{1}{2} : 398$. Te 398 pokazują ilość wody wypłynioney w 1 minucie przez otwór, którego średnica jest cal 1.

5cie. *Aby woda przez otwór, którego średnica jest cal 1, biła na 44 stóp, iaka powinna być średnica kanału?* Podług tablicy przed temi zadaniami położony, gdy woda biła na 45 stóp przez otwór, którego średnica jest linii 6, kanału średnica 38 linii mieć powinna; więc przez wyżey podany sposób (§. 57), znajdzie się średnica kanału calów 6 linii 3, lub 4.

Położone prawdy o ilościach wód wypływających przez otwory fontan, w ten czas tylko miejsce mają, gdy wody płyną przez niezbyt

długie kanały. Woda albowiem płynąc trze się o boki rury, a tém samém umniejsza się iey prędkość: im dłuższa zaś rura, tém większe jest tarcie, a zatém mniejsza prędkość; stąd też mniejsza ilość wody przez tenże sam otwór i z teyże samy wysokości. Doświadczono tego rurami długimi stóp 180. Tey rury otwór raz miał średnicę linii 16, drugi raz calów 2. Wysokość wody przez otwór płynący raz była stopa 1, drugi raz stóp 2. Rurę otwierano w różnych odległościach od naczynia, i wymierzwszy ilości wody wypłynioney w jednymże czasie; okazało się, że te ilości były bardzo odmienne. Bo gdy wysokość naczynia była stopa 1, średnicą otworu linii 16, odległość tego otworu od naczynia stóp 30; wypłynęło wody w jedney minucie calów sześciennych 2778, w odległości tegoż otworu od naczynia na stóp 60, wypłynęło w tymże samym czasie 1957, calów sześciennych, w odległości stóp 90, wypłynęło wody 1587 calów sześciennych, w odległości stop 120, wypłynęło wody calów sześciennych 1375, w odległości stóp 150, wypłynęło wody calów sześciennych 1178; nakoniec w odległości otworu od naczynia na stóp 180, wypłynęło calów sześciennych 1082. Utrzymywano potem wysokość wody w naczyniu na 2 stopy, średnica zaś otworu, odległości iego od naczynia, i czas płynienia były takie, jak pierwey; ilości zaś wody wypłynioney przez jednakowy otwór, ale w różnych odległościach od naczynia robioay, były następujące: w odległości pierwszey calów

sześciennych 4066, w drugiey 2888, w trzeciey 2352, w czwartéy 2011, w piątéy 1762, w szóstéy nakoniec 1583. Gdy zaś średnica otworu była calów 2, wysokość wody w naczyniu stopa 1; w czasie i odległościach iak wyżéy, ilości wypłynionéy wody były w calach sześciennych następujące 7680, 5564, 4534, 3944, 3486, 3119. Przecięż według prawideł położonych wyżéy (§. 54), z wysokości naczynia na 1 stopę przez otwór, którego średnica iest linii 16, wypłynęłoby wody w jednéy minucie calów sześciennych 6330: tu zaś w pierwszéy odległości wypłynęło tylko calów sześciennych 2778, które odciągnąwszy od 6330 reszta 3552 pokazuje różnicę ilości wody wypłynionéy, która iest bardzo znaczna, a tém znaczniejsza będzie w większych odległościach. Gdybyśmy zaś szukali ilości wypłynionéy wody w naczyniu, gdy średnica otworu jego iest calów 2, wysokość zaś naczynia raz stopa 1, drugi raz stóp 2; podług teoryi, pierwsza ilość wypłynionéy wody, będzie calów sześciennych 14243, druga 20112: te zaś ilości są daleko większe od owych, które wypłynęły przez takiż otwór i takież wysokości naczynia, lecz w odległości otworu od naczynia na stóp 30.

W rurach znaczne iest tarcie wód: bo iezeli rury są drewniane, iakie pospolicie bywają, drzewa cząstki są różnie nłożone; zaczęm, gdy drzewo wiercą, rura wewnątrz będzie chropowata. W rurach nawet ołowianych, żelaznych i t. d. też chropowatość będzie: bo w laniu ich cząstki

różnie się chwytają, iuż to dla odmienianącego się ciepła, iuż dla chropowatości stępla, który oblewają. Oprócz chropowatości rur, iest ieszcze druga przyczyna, dla której taka ilość wody nie wypływa, iak powinna: bo pokazaliśmy, mówiąc o równi pochyłéy (§. 29), że im mniejsza iest iéy wysokość, tém znaczniejsza część ciężaru ciała na niéy utrzymuje się, azatém resztą ciężaru nieutrzymanego spada ciało: więc im bardziey iest rura pochylona, tém mniejsza iéy wysokość, azatém i prędkość mniejsza. Gdy dotego ieszcze rury nie są proste, ale różnie pochylone, natenczas woda obijając się o zakręty, prędkość traci. Nakoniec powietrze między bokami rury zamknięte, przez swoję elastyczność prędkość wody umniejsza. Gdy więc tyle iest przyczyn umniejszających prędkość, azatém i ilość wypływającej wody; przeto daremny był owych zamysł, którzy usiłowali znaleźć proporcją, w której prędkości wód płynących przez rury zmniejszają się: tu wprawdzie głęboka teoria piękne daie uwagi, ale nieużyteczne.

§. 59. Naczynia wypróżniające się.

Dotąd mówiliśmy o ilościach wody wypływającej z naczyń zawsze pełnych, teraz obaczmy, iakie będą ilości wypłynionéy wody z naczynia, które się wypróżnia. Oczywista iest rzecz, iż prędkość wody wypływającej z naczynia wypróżniającego się, coraz się zmniejsza; bo gdy woda płynąc zaczyna, kolumna iest najwyższa,

ta płynąc staie się krótsza: aże prędkość wody wypływającej, jest jak pierwiastek wysokości naczynia (§. 52), a zatem ta prędkość ustawicznie się zmniejsza, a przeto i wody wypłynięny w pewnym czasie ilość będzie mniejsza.

Prędkość wody płynący z naczynia zawsze pełnego, jest jednostayna, i taka jakiey ciała na końcu biegu przyspieszonego nabywa (§. 52): prędkością zaś na końcu nabytą przebiega ciało dwa razy większą drogę, aniżeli prędkością przyspieszoną (§. 11); więc i wody płynący z naczynia zawsze pełnego, prędkość, a zatem i iéy ilość wypływa dwa razy większa, aniżeli ta, która wypływa z naczynia wypróżniającego się o jednakowey z pierwszém wysokości i otworze. Lecz jako ciało spadające prędkością przyspieszoną, tyleżby ubiegło, ileby ubiegło prędkością na końcu nabytą, gdyby pierwsza wysokość była dwa razy większa od drugiey, albo co na iedno wychodzi, gdyby druga wysokość była połową pierwszey; tak też i wody przez równe otwory płynący ilości będą też same, jeżeli wysokość naczynia zawsze pełnego, będzie połową wysokości naczynia wypróżniającego się: Stąd wypada, że naczynie wypróżniające się, można uważać za pełne, biorąc iego wysokości połowę. A zatem cośmy powiedzieli o naczyniach pełnych, wszystko to można przyktosować do naczyń, które się wypróżniają.

Y tak np. jest sadzawka na wysokiem mieyscu, w którój, albo tak małe źródła, że ią le-dwo we 12 godzin napełniają, albo też wcale

nie ma źródeł, lecz tylko czasem napełnia się z dęszczów lub śniegów roztopionych. Daymy, że w niéy iest wody 20 sążni sześciennych, iéy głębokość FC (Fig: 56) stóp 4, odległość dna sadzawki od otworu O, przez który ma płynąć, iest stóp 36, przeto cała wysokość FO, będzie stóp 40. Aby to naczynie można uważać za pełne, trzeba wziąć iego wysokości połowę, będzie zatem 20 stóp: szukam potém, ile wody wypływa w jednéy minucie z takiey wysokości przez otwór cała 1go Tę ilość łatwo znajde, bo mam z doświadczenia, iż z wysokości stóp 15, w 1 minucie przez otwór cal 1, wypływa calów sześciennych 10472. Gdy zaś otwory równe, a wysokości nierówne, wtedy ilości wypłynięny wody mają się, jak pierwiastki z wysokości (§. 54); będzie zatem $\sqrt{15} : \sqrt{20} = 10472 : 1264$. Ten czwarty proporcjonalny pokazuje ilość wody wypłynięny w 1 minucie z wysokości stóp 20. Nakoniec przez proporcycją znajduię czas, w którym 20 sążni sześciennych, albo 7,464,960 calów sześciennych płynie; mówiąc (10472 calów sześciennych): (1 minuty) = 7,464,960 : 618 minut, czyli godzin 10 i minut 18. Z téy więc sadzawki przez otwór średnicy cal 1, woda wypływać będzie przez godzin 10, minut 18. Jeżeliby zaś żądano, aby woda dłużej wypływała, trzeba dać mniejszą średnicę otworu.

§. 60. Bieg wody w rzekach.

Okazawszy bieg wody w naczyniach foremnych, zastanówmy się nad iéy biegiem w jakich-

kolwiek naczyniach, np. w rzekach, których koryta są rozmaite.

Aby rzeka płynęła, nie koniecznie z wyższego miejsca spadać powinna, dosyć jest, aby ię wierzch był wyższy od wierzchu morza: w ten czas bowiem wierzchnie cząstki wody w rzece nie będąc utrzymywane na równowadze z wierzchniemi cząstkami wody w morzu, wpłynęłyby do morza: pospolicie iednak we wszystkich rzekach woda z wyższego miejsca płynie. Stąd wynika: *10d.* że woda w rzekach płynąc, bieg przyspiesza, tak iak inne ciała z wyższego miejsca spadając na niższe. *arc.* że głębokość rzek w mniejszych odległościach od źródła iest mniejsza, w większych zaś większa; bo rzeka płynąc biegu przyspiesza, azatém gdy taż sama ilość co raz prędzëj płynie, więc coraz ma większą siłę, azatém mniejszą głębokość koryta zrobi w mniejszej odległości od źródła, a zaś w większëj odległości, głębsze zrobi koryto. Te iednak prawdy wtenczas tylko mają miejsce, gdy iednakowa iest pochyłość rzek, i koryta ich są w kierunku linii prostëj. Aże nie masz rzek, którychby spadzistość była iednostayna, i koryta w linią prostą, więc prędkość i głębokość wody rzecznej, raz iest większa, drugi raz mniejsza. Stąd wniesć potrzeba, że trudno iest wyrachować prędkość wody w całej rzece bieżącëj: wiadomośc zaś tøy prędkości potrzebna iest do poznania siły, którą woda machiny obraca; lecz na ten koniec dosyć iest znać prędkość rzeki w tém miejscu, w którym machina iaka, np. młyn

ma bydz stawiony. Z różnych sposobów na to obmyślonych, ieden i te prosty podaję. *10d.* Na rzekę rzucić kawałek drewna, albo wosku oliwem tak obciążony, aby cały prawie w wodzie utrzymywał się. *arc.* Uważać iaką długość w pewnym czasie przebiega ten kawałek drewna, lub wosku: podzieliwszy tę długość drogi przez czas, będzie prędkość wody bieżącëj (§. 3). Na przykład gdy kawałek drewna w 5 sekund przebiega stóp 50, prędkość wody bieżącëj iest taka, iż 10 stóp na iedną sekundę przebiega. *Mariotte* do wyznaczenia prędkości wody bieżącëj innegò sposobu używał. Brał on dwie gałki z wosku, związał je włosem konńskim, dając im znaczną odległość; z tych iedną przez przydanie ołowiu tak obciążał, że nie tylko sama tonęła, ale też i drugą lżeyszą, całą prawie w wodzie utrzymywała. Tëmi gałkami nie tylko poznawał prędkość wody w rzece bieżącëj, ale nawet postrzegał, że podług odmiany głębokości wody odmieniała się ię prędkość; bo gdy gałki płynęły nad zielińkiem, albo po mialkiem miejscu, natenczas wierzchnia wyprzedzała spodnią; gdy zaś przez głębią płynęły, spodnia gałka przebiegała wierzchnią. Azatém w mialkich miejscach rzeki, wyższe cząstki wody większą mają prędkość, aniżeli niższe; w głębokich zaś miejscach rzeki, niższe cząstki wody większą mają prędkość, a niżeli wyższe.

Aby ułatwić teorią machin od wody obracanych, wykładam sposób, którym naybiegleysi w tøy materji poznawali się, iaką woda ruch

w maszynie sprawić może. *Mariotte, Bouguer, l'Abbé Bossut*, siłę wody z następującego doświadczenia poznawali. Na ramieniu AB (Fig: 57) szalek ordynaryjnych utwierdzili taléż A, na ten z różnych wysokości spadała woda, która uderzając w taléż A, ten przeważał: zaczęli na przeciwny taléż T, póty dodawali ciężarów, póki szalki nie stanęły na równowadze. Te więc ciężary pokazywały im siłę wody z wiadomej wysokości spadającej. Aże siła znajduje się mnożąc masę przez prędkość (§. 5), tu zaś mieli wiadomą prędkość, bo ta równa jest pierwiastkowi z wysokości, z której woda spada (§. 11. 3cie) przez tę więc prędkość mnożyli wielość cząstek wody białych na taléż A, wielość zaś tych cząstek równa się wierzchowi taléża A, który zakrywają, a zatem gdy rozmnożyli przez prędkość wody wierzch taléża A, znajdowali wieloczyn równy ciężarom położonym na taléżu T; zatem wnieśli, że siła wody spadającej pionowo na jaką powierzchnią równa się wieloczynowi z prędkości wody przez powierzchnią, którą woda spadająca zakrywa. *L'abbé Bossut* mówi, że w praktyce ta reguła jest wystarczająca. Pan *Turgot* minister Francuzki zlecił był *L'abbé Bossut*, aby przez nowe doświadczenia dochodził, jeżeli tarcie, albo jaka inna zawada tej reguły nie psunie: wszelako z doświadczeń, które *L'abbé Bossut* wraz z *P. P. d'Alembert* i *Condorcet* czynił, wniósł, iż jest nieomylna.

Cztery jest znaczniejszych przyczyn, dla których rzeki kręto płyną: 1. od. odmiennosc gruntu:

tu: bo jeżeli jest piaszczysty, mułowaty, cząstki jego woda odnosi: 2. Kamienie na dnie będące: o te bowiem woda obijając się, na boki odchodzi, które jeżeli są piaszczyste, mułowate, woda ich części odnosi i koryto odmienia. 3. Rzeki pomniejszych wpadając w większe, na przeciwny brzeg się pchają. 4. Nakoniec lody: te gdy wodę ścisną, przedzwy płynię, ziemię odnosi i koryto odmienia, albo też lody wodę zatamowawszy, przymuszają onę, aby na lądy rozlewała, które psując, tém samém nowe sobie koryto robi.

§. 61. Jak tamy bić potrzeba?

Rzeka odmieniając swoje koryto czyni spław statków trudny i grunta zabiera: aby więc koryta nie odmieniała, powinny się bić tamy. Różne są sposoby ich robienia, naydogodniejszy i nayprostszy jest robić je z pęków, czyli faszyn chróstu. Sposób ten bicia tam wykładam podług *Bellidora* (*Architecture Hydraulique Tome IV*).

Przedsiębiorcy bicia tamy, ma się przysposobić w chróst długi na 6 łokci, prosty i dobrze wysuszony: z tego chróstu robić trzeba pęki, czyli faszyny mające obwodu 30 calów; pęki te trzema wiciami się wiążą, więc pierwsza od końca grubszego faszyny, czyli od ięć głowy, ma być oddalona na stopę 1, druga na stopę 3, trzecia na 6, tak aby przynajmniej 4 stopy zostały faszyny niezwiązanej wicią: prócz faszyn, trzeba mieć paliki, czyli kolki na 5 stop długie,

6, lub 7 cali obwołu mające u grubszego końca. Nakoniec trzeba mieć podostatkiem grubego piasku do zasypywania faszyn, jako też chróstu z jakiego drzewa gibkiego do robienia płotków na faszynach. Takie mając przygotowania, to jeszcze przed iéy zaczęciem uczynić potrzeba. Kiedy np. mamy brzeg rzeki AB (Fig: 58) zabezpieczyć od pędu wody, trzeba czekać póki nie będzie najmniejsza woda w tém miejscu, gdzie tamę bć zamysłamy; i wymierzywszy tę głębokość wody, pomiarkujemy przynajmniej, jaka powinna być tamy szerokość. Z doświadczenia wniesiono, iż szerokość iéy powinna być najmniéj półtora razy większa od głębokości wody: np. jeżeli głębokość wody jest 20 stóp, szerokość tamy ma być 30. Nie należy odstępować od tego prawidła, jeżeli chcemy trwałą tamę ubić: nawet czasem dwa razy większą iéy szerokość dać trzeba: iakoto dla ubezpieczenia brzegu rzeki, na który woda z wielkim pędem uderza, albo gdy brzeg bardzo jest spadzisty: wręście powiększeniem szerokości tamy nigdy się nie wykroczy przeciw założonemu prawidłu.

Wyznaczywszy długość i szerokość tamy, iako też iéy położenie względem biegu rzeki, trzeba zrobić iéy fundament czyli założenie, które ukośnie w łąd wchodzić powinno, i poczynać je trzeba od wyższego miejsca rzeki, iak okazuje figura 58, gdzie woda płynie od B do A; Tu więc założenie tamy trzeba robić przy *m*, i wpuszczać je w łąd od *m* do B, tak, aby to założenie *m* B, czyniło z brzegiem rzeki kąt 45°,

przez co część łądu *w m* B przeszkodzi, aby to założenie tamy od wody nie było podmyte: wystawiamy także, że cały brzeg téy rzeki jest mocny, wyiawszy jego części *m A*, gdzie zrobiona jest tama. Aby zrobić fundament, czyli założenie tamy, wybiera się w miejscu *m o d* B, tak głęboko ziemia, aby się woda weń nie sączyła, potem w tén doł układają się warsty faszyn sposobem, który zaraz opiszemy. Jak daleko w łąd to założenie tamy wpuszczać się powinno, trzeba miarkować z bystrości rzeki: jeżeli mały pęd jest wody, długość założenia *o d*, może być na 6 lub 7 sążni, albo i mniej, jeżeli zaś tama musi wytrzymać gwałtowny impet wody, trzeba iéy założenie daley w łąd posunąć np. na 10 lub 12 sążni: w tym razie grunt, na którym robi się założenie tamy, i bieg wody, jedyném prawidłem być powinny w wyznaczeniu długości założenia tamy.

Figura 59 wystawia wybraną ziemię na fundament, czyli założenie tamy, które robi się tym sposobem: układają się faszyny głowami do łądu ściśło iedna koło drugiey, aby cały grunt zakrywały; na tę warstę faszyn kładą się dwie inne warsty: tu znowu uważać trzeba, aby drugiey warsty pęki, przypadają na stykanie pęków pierwszey warsty, trzecie na stykanie drugich. Po ułożeniu faszyn następuje bicie kołków: pierwszy rząd kołków FF, powinien być oddalony od głowy faszyn AB na iedną stopę: drugi rząd kołków czyli palików GG, trzeba bć w odległości od pierwszego na dwie stopy, trzeci rząd HH na dwie od drugiego, czwarty rząd II na dwie stopy od

trzeciego: reszty faszyn od II, aż do DD w odległości na trzy lub cztery stopy nie trzeba przebić palikami, poprzedzające zaś rzędy palików tak powinny być ustawione, aby ich odległości od AB do II brane nie czyniły linii prostej, co figura okazuje: płotki na palikach grodzie potrzebne na sześć cali wysokie, pomiędzy nie nawieść grubego piasku, ten dobrze ubić, aby miejsca próżne między faszynami pozostałe poponepniał. To zrobiwszy, druga warstwa faszyn kładzie się w odległości na stopę lub półtory stopy od rzędu palików II (Fig: 60) i podobnym sposobem zakłada się faszynami całe założenie tamy. Tę warstwę faszyn ułożywszy, kładzie się inna znowu warstwa faszyn opierając ich głowy o pierwszy płotek II, jak okazuje Fig: 60, trzecia warstwa faszyn kładzie się na drugiey, ale posuwając ich głowy ku lądowi, to jest opierając je o płotek HH, jak okazuje figura 61. na figurze zaś 62 wyrażone są razem te trzy warstwy faszyn ubite i oplecione płotkami. Oto jest sposób układania faszyn w założeniu tamy: podobnymże sposobem inne kładą się warstwy, aż póki się nie dojdzie do wody: to ułożenie warstwy powinno mieć grubości na dwie stopy, gdyby zamiast ośm lub dziesięć stóp głębokości założenia tamy, wybrana była tylko ziemia na pięć lub sześć stóp, wtenczas dwie tylko warstwy faszyn kładą się w założeniu.

Doprowadziwszy założenie tamy do wody, (Fig: 63), to jest od L do B, robota iey staje się trudniejsza, bo ostatnia warstwa faszyn

LB, prawie do połowy unosi się nad wodą, przeto trudno chodzić po nię dla układania innych faszyn, a mimo tego trzeba w tém miejscu na jedną stopę grubszą warstwę faszyn ułożyć, aby trwalsza była tama: lecz w tym razie wielką ostrożność zachować należy, aby tama jeszcze unosząca się nad wodą nie zafamała się wcześniej w punkcie L od ciężaru warst faszyn, jednych na drugie położonych. Zapobieży się temu przypadkowi następującym sposobem: trzeba aby kładący faszyny stanął na warscie LB, unoszący się nad wodą, w takim miejscu, aby mógł się utrzymać bezpiecznie, i kładzie faszyny AB tak, aby ich głowy B na jedną stopę od końca faszyn LB były usunięte ku L, przez co środek ciężkości warstwy faszyn AB utrzymany będzie od warstwy faszyn LB, których połowa długości leży na lądzie: podobnymże sposobem na tę warstwę kładzie drugą głowami C na stopę usuwając od B ku L: trzeciej warstwy faszyn, głowy D usuwając, na jedną stopę od C: czwartęj warstwy faszyn, głowy E przytykając do płotka H: piątęj warstwy faszyn głowy F przytykając do płotka I, szóstęj nakoniec warstwy faszyn głowy G, opierając o płotek K; przeto środek ciężkości wszystkich warst faszyn będzie prawie na brzeg rzeki przypadł: zatém kładący faszyny, może śmiało i bezpiecznie bić paliki i oplatać je płotkami, nie zasypując ich jeszcze grubym piaskiem, aby się tama przed czasem w wodę nie pogrążyła. Na te warstwy faszyn inne faszyny kładź trzeba zaczynając od założenia tamy, ale położenie ich

odmieniać należy, to jest głowy faszyn obracać przeciwko wodzie, iak okazuje figura 65, gdzie kilka warst takim sposobem jest ułożonych. Figura zaś 64 wyftawia przecięcie warst tamy, wyrażonych figurą 65, gdzie LP okazuje położenie piérwszhey warsty faszyn, LO drugihey, LN trzecihey. Tak układaiąc warsty faszyn iedne na drugich, powoli tama opadać będzie w wodę. Nakoniec tama zakończy się wpuszczaiąc ią w ład raz, albo dwa razy, lub więcéy: podług większego lub mniejszego pędu wody, który tama musi wytrzymywać, Fig: 58 wystawuie tamę, która czterema korzeniami A, M, D, Z wpuszczona jest w ład. Gdy tama ukonczona zostanie, iéy czoło, a dla większego bezpieczeństwa i boki palami miał być ubezpieczone, aby od kry nie były zerwane.

ROZDZIAŁ V.

MACHINY UŻYTECZNIYSZE SPOŁECZNOŚCI.

§. 62. Części Pompy.

TRZY są istotne części pompy. 1o*d*. Rura. 2*re*. Kłapa. 3*cie*. Stępel, albo, iak nasi rzemieślnicy zowią bębenek. Rury pospolicie bywaią z drzewa iednego, albo też z kilku drzew złożo-

ne: ich długość zawisła od wysokości, do której wodę wynieść potrzeba. Kłapa, iestto skóra wołowa gruba, okrągła, albo też kilka skór na sobie położonych i zszytych: średnica kłapy powinna być trochę większa od średnicy dziury, którą ma przykrywać. Figura 66 wystawuie kłapę K tak, iak ią z góry widuć. Taż sama kłapa na figurze 67 iest przecięta, gdzie CD iest przecięcie samey kłapy, DF iest język długi, za który kłapa do rury lub bębenka bywa przybliżana. Na kłapie CD kładzie się blacha otowiana gruba, która ią do dziury bębenka przyciska, i nie dopuszcza, aby się na wodzie unosiła: kłapy bydy mogą różnego kształtu, i przybity ich język, albo do bębenka, albo do rury. Na figurze 68, wystawiony iest stępel, albo bębenek OHL P, ten pospolicie bywa drewniany skórą grubą obity, iego średnica powinna być taż sama, co rury, aby wcale ią napełniał: bębenek bywa albo pełny, albo przez środek na wylot przewiercony; jeżeli iest pełny, iak wystawia figura 69; łączy się z drążkiem QM drewnianym, albo żelaznym. Jeżeli bębenek na wylot iest przewiercony, (Fig: 68) łączy się z drążkiem QM, przez tróykąt OQP, aby kłapa mogła się łatwo podnosić. Tróykąt OQP z téyże sztuki, co bębenek OPHL bywa robiony. Tych części istotnych troiakié bydy może ułożenie, azatém pomp troiaka będzie odmiennosc. Wykładam każdą w szczególności.

§. 63. *Pompa Ssąca* (*antlia aspirans*).

Figura 70 wystawia Pompę ssącą pionowo przeciętą, aby wewnętrzne iéy części były widoczne. CBAW jest rura długa łokci dziesięć, albo mniéy pod pion w studni ustawiona, na niéy jest klapa K, tak przybita, aby się tylko do góry podnosiła. Na rurze CBAW stoi inna rura QDCB długa według wysokości, na którą wodę pompować trzeba. W téy rurze QDCB jest bębenek z klapką F także do góry otwierającą się, ten bębenek jest złączony z drążkiem FM, dłuższym od rury QDCB, w téy rurze ieszcze jest rurka DO ku ziemi trochę nachylona. Taka pompa zowie się ssąca (*antlia aspirans*). W niéy woda płynie w górę dla następującéy przyczyny. Gdy bębenek *mn* leży na klapie K, powietrze tak w rurze CBAW, jako też w rurze QDCB, równie jest gęste; przeto klapy K i F, swoje dziury zamykają; podniosszy bębenek *mn* do *fs*; powietrze nad nim będącé także jest podniesione, a zatem między bębenkiem *mn* i klapą K, nie masz powietrza. Ze zaś powietrze jest sprężne (Tom I. §. 92), więc będącé w rurze CBAW rozszerzy się, klapę K podniesie, i miejsce między bębenkiem *mn* i klapą K napełni. To powietrze rozrzedzone, mniéjszy czyni odpór, niżeli zewnętrzne przyciskające; przeto woda w rurze CBAW podniesie się *np.* do *a*. Opuszczając bębenek *mn* na dół; powietrze w części *mn* CB będącé przyciśnione, klapę K zamknie, a drugą klapę F na bębenku *mn* będącą otworzywszy, do

zewnętrznego powietrza wywdzie. Podniosszy powtóre bębenek do *fs*, powietrze znowu w części CBA rozszerzy się, klapę K otworzy, więc woda poydzie w rurę do *e*; za trzeciem podniesieniem bębenka dojdzie do *w*, za czwartém do C, za piątém napełni część rury CB mn . Ze zaś woda jest bardzo mało ściśliwa (Tom I. §. 201), przeto gdy bębenek *mn* jest opuszczony, woda przyciśniona klapę K zamyka, a zaś klapę F podniosszy, nad bębenek wypłynie: ten gdy podnoszą, woda swym ciężarem klapę F zamknie i nad nią zostanie, a dla cisnącego zewnątrz powietrza, inna woda część rury CB mn napełni, gdy bębenek będzie podniesiony. Podnosząc więc i opuszczając bębenek, woda dojdzie do QD, i przez rurkę DO popłynie.

Z tego, com dotąd podziędział, każdy poznaie, że w takiéy pompie woda idzie do góry szczególnie dla cisnącego powietrza. Nie ma zaś nikt rozumieć, że w niéy nad 32 stóp wyżéy nie może bydz wyniesiona: bo chociaż kolumna wody wysoka na 32 stóp, utrzymuje się na równowadze z kolumną powietrza, iak okazaliśmy w Tomie I. §. 86, ale kolumna wody w rurze QDCB, podnoszona bywa od siły pompującéy, która im jest większa, tém wyższą i grubszą kolumnę podniesie. W rurze tylko CBAW woda dla samego ciśnienia powietrza w górę idzie, ta więc nad 32 stóp dłuższa bydz nie może; iam krótszą daleko położył, bo tylko dziesięć łokci, czyli stóp dwadziestcia, a to dlatego, że powietrza działanie czasem tak bywa zmniéy-

szone, że jego ciśnienie ledwie wyrównywa ciśnieniu kolumny wody wysokiej na stóp 27, przeto w takim razie nie możnaby pompować. Dlatego, pompa nigdy nie jest tak zrobiona, aby przez bębenek powietrze zewnętrzne nie komunikowało z wewnętrznym. Aże z rury CBAW powietrze wychodzi przez swą elastyczność, podobnie, jak w maszynie pneumatycznej (Tom I. §. 92), ta zaś siła elastyczności coraz będzie mniejsza; przeto znaczna część powietrza zostanie w rurze CBAW, i nie puści wody do góry. Dlatego niektórzy radzą przed pompowaniem, wodę łąć z wierzchu w rurę QDCB. Jeżeli bębenek *mn* rurę całą napełnia, i kłapy K i F dziury swe dobrze zamykają, woda raz do góry wypompowana, blisko QD zatrzyma się; przeto za drugim albo trzecim poruszeniem stępla, przez rurkę DO popłynie.

Co się tycze obszerności rury CBDQ; téj średnicy, według różnej wysokości, do której woda ma być pompowana, różna być powinna, to jest mniejsza, gdy wyżej; większa gdy niżej wodę podnosić chcemy. Bo siła pompująca, podnosi i stępel i kolumnę wody, która się na nim wspiera. Aże powszechnie siłą pompującą jest człowiek, którą pospolicie kładą równą 25 funtów, zaczęć gdyby człowiek własną siłą miał pompować; powinna być średnica rury DQBC, tak zmniejszona, aby w niej nad 25 funtów woda ze stępem więcej nie ważyła. Na przykład wysokość rury QDCB stóp 30, albo łokci naszych 17; więcej rury tak mała średnica

bydź powinna, aby w niej tylko zmieściło się trzy garce wody, które ważą funtów $23\frac{1}{3}$, dajmy, że waga stępla z bębniem jest funt jeden, co wszystko uczyni funtów $24\frac{1}{3}$; więc siła ludzka może pompować. Ale że taka rura bardzo byłaby szczupła, zaczęć można iéy średnicę powiększyć do trzech cali; lecz i siłę potrzeba dzielniejszą uczynić przydając drugą pierwszego rodzaju MN i zachowując pilnie proporcją odległości siły od podpory, do odległości ciężaru od teży (§. 26). Jeżeli więc średnica rury była cali trzy, a wysokość iéy stóp 30; zmieściłoby się w niej wody cali sześciennych 2519, lecz że bębniak drążek MF jest gruby, niech więc iego średnica będzie cal jeden, przeto iego bryłowatość będzie cali sześciennych 270, odciągnąwszy je od pierwszych; będzie wody cali sześciennych 2249, które ważą funtów 19 blisko; drążka waga niech będzie funtów 9, zaczęć cały ciężar będzie funtów 100. Te, aby siła wyrównywająca 25 funtów, na równowadze utrzymała, powinna mieć odległość od podpory cztery razy większą: lecz że siła pomieniony ciężar powinna ruszać, trzeba iéy odległość, albo jeszcze powiększyć, albo na końcu N druga MN, ciężar kilka funtów ważący zawiesić, który także siłę powiększy.

§. 64. Pompa wypychająca (antlia premens).

Pompa wypychająca, Figura 71, składa się z rury ABCD, w której bębenek SZ jest pełny: mo-

że byź rura długa na stóp trzy, u góry AB jest otwarta, u dołu zaś CD zamknięta. Blizko D jest otwór O w niej kłapka K, do góry się podnosząca. Z rurą ABCD jest inna PQ złączona, obszerność jej większa od otworu O, aby kłapa K wolno się w niej podnosiła. Te części pod pion w studni ustawione składają pompę wypychającą: W takiéy bowiem woda idzie do góry dla tego, iż tam od stępla jest wypchnięta. Bo gdy stępel nad AB jest podniesiony, woda napłnia rurę ABCD, opuszczony stępel wodę przycisnie, która otworzy kłapę K i w rurę PQ popłynie. Podnosząc powtóre stępel, woda własnym ciężarem opadając w rurze PQ, kłapę K zamknie i nad nią zostanie, podnosząc więc stępel nad AB, woda rurę ABCD powtórné napłni, ta przycisniona od stępla w rurę PQ popłynie: toż kilka albo kilkanaście razy powtórzywszy, dojdzie do P i przez rurkę PT wypływać będzie. W téy pompie, powietrze do wyniesienia wody nic niedopomaga.

Figura 72 wystawia inne ułożenie teyże pompy. Bębenek czyli stępel SZ wpuszczony jest w rurę ABCD, ze spodu przez CD, na ówczas bębenek powinien mieć kłapkę do góry otwierającą się. Od bębena SZ idzie drążek przytwierdzony do RW, Część QXRW jest ruchoma, przeto bębenek SZ może byź podnoszony, lub opuszczany. Te części pompy ustawiwszy w studni; woda dążąc do równowagi, kłapy K i E podniesie, i w rurze ABLP tak będzie wysoko, jak w studni. Jeżeli bębenek SZ opuszczę do CD, woda

przyciśnięta podniosłszy kłapę E, napłni część rury $mnc\delta$: gdy zaś stępel podnoszę, woda, jako bardzo mało ściśliwa, kłapę tylko E przycisnie, a kłapę K otworzywszy, w rurę ABL popłynie.

W téy także pompie obszerność rury ABL, tak jak wyżej, miarkować potrzeba, bo tu ciśnienie na bębenek SZ jest takie, jak gdyby obszerność rury ABL równa była obszerności ABCD (§.), zaczęć chcąc wyrachować ile woda waży w rurze ALB, trzeba za średnicę jej podstawy brać średnicę rury ABCD, a za wysokość AP.

§. 65. Pompa złożona (antlia mixta).

Trzeci gatunek pomp jest złożony z pierwszych dwóch. W rurze ABCDF (Fig: 73) jest kłapa R w górę otwierająca się, i od wody EF na dziesięć łokci oddalona. Bębenek GH chodzi w części ABHG, jest pełny i niżej nad GH nie opada: Z tą rurą jest złączona druga KLM, w niej kłapa K podnosi się do góry. Te części w studni ustawione czynią pompę złożoną, ponieważ woda idzie do góry, tak dla ciśnienia od powietrza, jako też od bębena. Bo gdy bębenek jest na GH, powietrze w części GHKR, jest tak gęste, jak zewnętrzne, przeto kłapy K i R swoje otwory zamykają: gdy podnoszą bębenek GH do *ab*, powietrze w części ABCD rozszerzy się, kłapę R podniesie, w część *ABab* wniydzie, więc woda podniesie się do *e*. Opuszczając bębenek GH, tym powietrze przyciśnięte kłapę R zamknie, kłapę zaś K otworzy i do zewnętrznego

wyjdzie, iako się wyżey (§. 63) powiedziało. Za drugim, trzecim, czwartym, i t. d. bębenka podniesieniem powietrza ubędzie; woda więc do góry podniesie się i nad klapę R wypłynawszy, za bębenkiem poydzie do *ab*, przyciśniona zaś od spuszczonego bębenka, klapę R zamknie, klapę zaś K otworzywszy, w rurę KLM popłynie.

§. 66. Sikawka do zalewania ognia.

Sikawkę do zalewania ognia wystawie figura 74 FSCB, *fsxb* są dwie rury metalowe z klapami K, K, bębrenki w nich pełne. HN jest naczynie metalowe mające kanał skórzany NO. Z tém naczyniem łączą się rury FSCB, *fsxb* przez kanały EG, *eg*, kanały te mają klapy R, R do góry się otwierające. Te części połączone ustawiają w naczyniu wielkiem WXYZ. Całą machinę na saniach albo wozie niskim stawiają, aby na różne miejsca podług potrzeby mogła być przeprowadzona. Stęple *m, m*, drągiem rodzaju drugiego na przemian bywają podnoszone i opuszczane. Gdy się więc ogień pokaże; naczynie WXYZ napełniają wodą, która pompami złożonemi na przemian pędzona, przez O wypada i ogień zalewa: tém wyżey zaś wytryska, im bardziej jest przyciśniona. Rurkę NO dlatego dają skórzaną, aby woda wytryskująca mogła być w każdą stronę obrocona.

§. 67. Woda siebie pompuje.

Pompy, osobliwie drugiego i trzeciego gatunku, ustawwszy w rzece, woda samą siebie będzie do góry pompowała. Niech bowiem pompa ABCDZL (Fig: 75) będzie w rzece. Koło FG ma korbę Kn, która złączona jest z drągiem *gm* przez pręt *pt*, z tymże drągiem jest złączony stępel S. Gdy się koło FG, od biegu rzeki poruszone, do połowy obróci; korba weźmie położenie mieysca Kn, zaczęm drąga *gm* punkt *m*, będzie niżey, punkt zaś *g* wyżey, więc bębenek w pompie opadnie. Gdy zaś koło FG drugą połową wykręci się, punkt *m* drążka *mp* powdźie do góry, punkt zaś *g* na dół, zatem bębenek w pompie podniesie się do góry. Woda więc obrotom korby sama siebie będzie pompowała, na iakąkolwiek wysokość zechcemy.

Pompa wypychająca (Fig: 76), może być także ustawiona w rzece, i wodę do znaczney wysokości podniesie. Położmy rury PQO długość stóp trzdziesci. Niech przez QO woda płynie w każdą WM, od kadzi niech idzie rura *pqL*, tak obszerna, aby przez nią tyle wody wypływało, ile iey przez rurę PQO wpływa. Woda przez otwór L wypadając na 25 stóp w górę wytryskać będzie, i piękny widok sprawi.

Wiatr także do pompowania wody może być użyty, jeżeli stępel złączony będzie z korbą, którą obraca koło od wiatru poruszone.

§. 68. Młyny wodne.

Nie zamyslałam opisywać budowania młynów wodnych, zostawuję to architektóm: położę tylko części ich istotne, i stosunek między sobą, abym, dając wyobrażenie najpotrzebniejszych tych machin, zachęcił do poznania ich budowy. Młyna wodnego części istotne są. *tod.* Dwa kamienie, z których jeden nad drugim biega. *arc.* Dwa koła na jednymże walcu osadzone. *gcie.* Cewa z wrzecionem.

Zboże mielone bywa od dwóch kamieni: z tych spodni spoczywa, zwierzchni biega: ich wierzchy do mielenia, nie powinny być płaskie (Fig: 77). Kamień zwierzchni NN jest wklęsły, spodni zaś MM wypukły, i wklęsłość od wypukłości powinna być większa: tak np. jeżeli średnica kamienia jest stóp sześć, wklęsłość wierzchniego kamienia powinna być cal jeden, a wypukłość spodniego dziewięć linii; kamienie więc na sobie położone; we środku na 21 linii, będą od siebie oddalone, ku brzegom zaś coraz to mniej, aż się zbiegną. Zboże pomiędzy kamienie wpada blisko do dwóch części promienia, albo do A. Tam się trzeć czyli młóć zaczyna; bo tam odległość kamieni, ledwie trzeciéj albo czwartéj części grubości ziarna wyrównywa. Blisko A ziarno starte, tém na mniejsze cząstki odmienia się, czyli na delikatniejszą mąkę, im bardziej ku brzegom B. zbliża się. Ze zaś, iako wkrótce okażę, kamień zwierzchni może być od spodniego oddalony, albo do niego przybliżony; przeto

przeto gdy miało młóć potrzeba opuszczają go młynarze; przeciwnie, podnoszą zwierzchni kamień, gdy zboże na raz puszczaią albo śrótuia.

Kamienie obadwa, na wylot w samym środku są przekowane: zwierzchni dlatego, aby pomiędzy nie zboże sypało się z kosza; spodni zaś dlatego, aby wrzeciono przezeń przechodząc, zwierzchni obracało. Kamień zwierzchni ma paprzcę P (Fig: 78), iéy dziura D jest czworograniasta, w nią wkłada się wrzeciono W (Fig: 77) także czworograniaste, aby ią obracało. Przez paprzcę kamień zwierzchni wspiera się na samém wrzecionie W, przeto od spodniego kamienia może być oddalany, albo do niego przybliżany. Ponieważ kamień zwierzchni wspiera się na wrzecionie; przeto całym swoim ciężarem nie miele, lecz tylko jego częścią: iaka zaś jest owa część ciężaru kamienia do mielenia potrzebna, trudno wyrachować. Pewna jednak, że ciężar kamienia wiele przykłada się do mielenia: doświadczono bowiem, iż ze dwóch kamieni; w równych czasach, równie prędko biegających, równie od spodniego oddalonych, ale odmiennego ciężaru; więcej młóć cięższy, a mniej lżejszy. Tego przyczyna może być taka: pomiędzy kamienie coraz to więcej zboża wpada, które kamień lżejszy bardziej unosi, a mniej ciężki; przeto cięższego skutek większy być powinien. Ze zaś obadwa kamienie przynajmniej raz w miesiąc nakrzesnią; zatem zwierzchniego coraz więcej ubywa, stąd jego skutek coraz mniejszy.

Co się tycze prędkości kamienia zwierchniego, ta powinna być miarkowana tak, aby na jedną minutę 60 razy obrócił się: gdyby zaś znacznie prędzej biegał, mąkęby przypalał.

Koła we młynie tak są ułożone. Na walcu CC (Fig: 79), są dwa koła: AB zewnątrz, EG wewnątrz młyna. Gdy koło AB poruszone jest od wody, EG także się obraca. Koło AB woda porusza, albo na nie spadając; albo pod nie płynąc. Jeżeli woda spadając na koło, obraca je (Fig: 80), takie zowie się skrzyńczone, dlatego, iż na czole ma skrzyńczki H, I, K, w te woda wpadając ciężarem swoim i prędkością koło obraca. Gdy wody spadek bardzo mały, skrzyńczki przeciwnie idą, jak okazuje figura 81. Jeżeli zaś woda pod koło płynie, takie zowie się skrzydłaste (Fig: 79), to ma na czole deski, albo łopatki RR, te woda pchając, koło obraca. Młyn, którego koło zewnętrzne jest skrzyńczone zowią *korcznik*, *korczak*: mający zaś koło skrzydłaste zowie się *walcownik*.

O wszystkich kołach, to samo powiedzieć można, cośmy powiedzieli o kole na walcu (§. 27). Siła poruszająca, jest woda, odległość iéy od podpory jest promień koła zewnętrznego; odległość ciężaru albo oporu, jest promień koła wewnętrznego. Ponieważ w kołach skrzyńczone, woda zatrzymuje się w kilku skrzyńczkach, i swoim ciężarem do obrotu dopomaga, w takich więc za odległość siły, biorą pospolicie część średnicy FW (Fig: 82), którą odcinają dwie prostopadłe, spuszczone od dwóch skrzyńczek *a*, *k*,

z których w jedną woda wpada, z drugiey wypada. Im większa jest tedy średnica koła, tém większa jest odległość siły od podpory, to jest FW, więc i siła wody jest większa. Prawda, że gdy średnica koła jest wielka, spadek wody jest mały; a zatem i iéy prędkość jest także mała, podług tego cośmy powiedzieli o biegu przyspieszonym (§. 11): ale gdy koło większe, woda zatrzymuje się w większe liczbie skrzyńczek, przeto chociaż się prędkość wody umniejsza, ale zato powiększa się iéy masa, która przez tę małą prędkość pomnożona wielką, siłę okaże (§. 5).

§. 69. Doświadczenie okazujące największą siłę koła skrzyńczonego i skrzydłastego.

Doświadczył L'abbé Bossut, że siła wody obracającej koło skrzyńczone, w ten czas jest największa; kiedy w jednéj minucie prędkość koła, gdy kamień obraca, tak się ma do prędkości onegoż, gdy samo biega, jak jeden do sześciu. Doświadczenie zaś téy proporcji było następujące. Kazał zrobić koło mające skrzyńczek 48, iego średnica stóp trzy, głębokość skrzyńczek calów trzy, długość calów pięć, średnica walca calów $2\frac{1}{2}$. W skrzyńczki, w jednéj minucie wpływało wody calów sześciennych 1194. Na walec wił się sznur, z którego wieszal różne ciężary, pilnie rachując, ile się razy koło w jednéj minucie obróciło. Gdy na sznurze żadnego nie było ciężaru, koło obróciło się w jednéj minucie 48 ra-

zy. Obciążał sznur różnemi ciężarami, i znalazł różną liczbę obrotów, to jest:

Funtów.	Obrotów.
11 albo 12	11
13	10
14 15	9
16 17	8
18	7
19	ledwie się

koło ruszało: a gdy 20 funtów zawiesił, koło stanęło. Obrot koła, znaczy prędkość siły: przeto mnożąc każdy ciężar przez liczbę obrotów, podług (§. 5) największy wieloczyn, pokaże największy skutek siły: ten zaś największy wieloczyn wypada z mnożenia 17 przez 8, który jest 136. Lecz $8 : 48 = 1 : 6$, a zatem koła skrzydłałego siła największa jest w ten czas, kiedy jego prędkość, gdy kamień obraca, tak się ma do biegnącego bez poruszenia kamienia, jak jeden do sześciu.

Doświadczył tenże l'abbé Bossut, iż koła skrzydłałego największa jest prędkość, gdy ma łopatek 48, doświadczył zaś na kole mającym średnicy razem z łopatkami stóp trzy, cal jeden, łopatek długość cali pięć, szerokość cali cztery. Prędkość wody, pomienione koło poruszającej, była taka, iż 300 stóp mogła przebieść w 33 sekundach (§. 60): woda pod koło płynęła z wysokości cal 1, płynęła przez otwór, szerokości cali pięć. Koło mające różne liczby

skrzydeł, ile się razy w jednej minucie obracało z różnemi ciężarami, pokazują następujące kolumny.

Liczba skrzydeł.	Ciężar funtów.	Liczba obrotów w 1 minucie.
48	12	33
49	16	28
24	12	29
24	16	25
12	12	25
12	16	19.

Tu się pokazuje, że z wielkim ciężarem koła skrzydłałego najprędzej biega mając łopatek 48, i jego skutek w ten czas jest największy: więc ich tyleż dawać mu potrzeba. Jeżeliby okrąg koła był mały; aby go nie osłabiać przez wstawianie łopatek, tych liczbę można wprawdzie zmniejszyć, ale i prędkość jego będzie oraz zmniejszona.

§. 70. Koła wewnętrzne, cewy, prędkość cew.

Młynów pływających koła zewnętrzne w polu mają średnicę małą, łopatki długie i szerokie, jak okazuje figura 83, liczba łopatek zwyczajnie bywa 8. Można ich jednak więcej dawać, podług większej lub mniejszej prędkości rzeki. Oczywiście bowiem, że prędzej woda płynąca, silnie koło porusza, więc to prędzej biega: doświadczone zaś, że koło, młyna pływającego, i

nayprędzey biegało i naywiększy skutek czyniło; gdy jego prędkość tak się miała do prędkości wody w rzece bieżącej, jak dwa do pięciu. Mając tedy wiadomą średnicę koła, naprzód trzeba wyznaleźć prędkość wody podług (§. 60), powtórzyć liczbę łopatek tak miarkować, aby prędkość koła była do prędkości wody, jak 2 do 5.

Koło we młynie wewnętrzne EG (Fig: 84), inaczej zowią palczaste: dlatego, że kołki k, k, k , które młynarze palcami zowią, są w nie powbiłiane. Liczba palców różna się daje podług średnicy koła: bo jeżeli średnica koła jest stóp 8, wtedy koło palców mieć może 48. We Francyi długość palca za koło sterującego ma calów 4, szerokość calów trzy, grubość calów dwa. Palce bywają z drzewa suchego, twardego, jakie jest gruszkowe, grabowe. Koło ma palce, albo na boku, czyli według młynarzów na policzku, albo też na obwodzie, czyli na czole.

Cewy składa kółko małe (Fig: 85), mające palców dziewięć pod pion ustawionych, tych długość byź może calów 18. Cewy są osadzone na drągu żelaznym, wrzecionem zwanym: jego część ZS utrzymująca cewy, jest czworokątniasta; część zaś przez kamień spodni przechodząca, okrągła: długość wrzeciona zawisa od wysokości kamienia zwierchniego, który się na niem wspiera. Aby wrzecionem można kamień unosić; stawiają je na belce AB, przechodzącej przez dwa słupy CD, cD do znaczney wysokości wydłużane: poddając zatem pod belkę AB

kliny, albo je wywmuiąc, kamień bywa podnoszony, albo opuszczany.

Jeżeliby koło wewnętrzne miało palców 48, cewy zaś palców dziewięć; ponieważ koło mniejsze tyle razy prędzey biega, ile razy liczba jego palców zamyka się w liczbie palców koła większego (§. 36); zaczęć gdy koło palczaste raz wykręci się, cewy obróćą się razy $5\frac{2}{3}$: aby więc kamień w jedney minucie obrocił się 60 razy, koło wielkie w tym samym czasie obrocić się powinno razy $11\frac{1}{4}$; bo $5\frac{2}{3} : 1 = 60 : 11\frac{1}{4}$. Ale że niezawsze jest w mocy naszey dać tę prędkość kołu zewnętrznemu; zaczęć w tym razie koło palczaste, nie cewy, lecz inny wał porusza: do tego zaś używamy koła Ep (Fig: 86), mającego palce na czole, dajmy, że ich ma 84. Na innym walcu będące koło C, nakształt cewy, niech ma palców 24, drugie koło D, na tymże walcu co C, niech ma palców 54, cewy *mn* mają palców, jak przedtém 9. Jeżeli tedy koło EG w jedney minucie obroci się pięć razy; więc w tymże samym czasie koła C i D wykręćą się razy dziesięć. Bo $24 : 48 = 5 : 10$. Cewy także w tym samym czasie obróćą się 60 razy. Bo $10 : 60 = 9 : 54$. To pomnożenie kół we młynach pływających, iako też w wiatrakach, bardzo jest użyteczne, ponieważ prędkość wody i wiatru ustawicznie się odmieniają.

Zamyslający o budowaniu młyna wodnego powinien mieć wzgląd na okoliczności następujące. *108*. Jeżeli młyn na rzece nie splawney ma byź stawiany, potrzeba wodę ścisnąć i podnieść,

aby miała dobry spadek: oglądać się jednak należy, aby dla zbytniego ścśnienia pól nie zalewała, zaczęm wysokość gruntów i wzbieranie, potrzeba mieć wiadome. *arc.* Trzeba wiedzieć obfitość wody, gdy jest najmniejsza, i tak ją miarkować, aby zawsze mły n chodził. *zcie.* Koła zewnętrzne i koryta, któremi do nich woda płynie, tak mają być robione, aby między kołem i korytém woda nadaremnie nie płynęła.

§. 71. Wiatraki.

W wiatrakach kamienie, cewy, koła palczaste także są, iakie we młynach wodnych. Ale koło zewnętrzne odmienne, bo tylko ma cztery skrzydła, albo cztery śmigły. Skrzydła bywają długie łokci dwanaście albo więcej: té na walcu BC (Fig: 87) są osadzone: z walcem czynią kąt 54 stopni. Doświadczono bowiem, że gdy skrzydła pod takim kątem do walca są nachylone, wiatr je najsilniéj porusza. Na tymże walcu BC, jest koło palczaste obracające cewy, albo też inny walec, tak iak się powiedziało o młynach wodnych.

Wiatraki są albo nasze Polskie, albo Holenderskie. W Polskich wiatrakach koło palczaste porusza cewy, i cała budowa na sosze ku wiatru się wykręca. W Holenderskich zaś (Fig: 88) koło palczaste M obraca pionowo stojący walec LN, za pomocą cewy L. Jego koło palczaste q chwyta cewy p i kamień biega. Łatwo zaś koło q, może razem poruszać dwie, trzy, cztery,

cewy; więc taki wiatrak może mieć dwa, trzy, lub cztery kamienie. W wiatrakach Holenderskich walec BC przez dach przechodzi, budowa jego jest okrągława. Na wierzchu jest koło drewniane, którego średnica takąż, iak wiatraka, na tem koło leży drugie teyże saméy średnicy, na niém dach dają, przez który walec BC przechodzi. Walec do wiatru wykręciwszy, skrzydła naprzeciw niego stawiają. Różność między wiatrakiem Polskim a Holenderskim jest: *rod.* Nasz cały wykręca się ku wiatru, Holenderskiego zaś dach tylko. *arc.* w Holenderskich, zawsze kamień przedéy biega, dlatego, że ma więcéy kół. *zcie.* W naszych wiatrakach na fundament, albo według młynarzów, na stolec, potrzeba grubego drzewa dobierać; Holenderskie zaś, iako gruntownie stojące, z cieńszego drzewa być mogą: że zaś w nich dach tylko obraca się, przeto mogą być murowane. *4tc.* W naszych, kamień jest wysoki; co jest niewygodnie do noszenia tam zboża; w Holenderskich zaś kamienie są nizko, a tylko walec LN wysoki, zaczęm w takich wiatrakach więcéy miejsca na skład zboża, aniżeli w naszych.

§. 72. Młyny bydlęce.

Młyny bydlęce te zowienty, które albo konie, albo woły poruszają: dwoiakim sposobem one kamień obracać mogą, to jest ciągiem, albo deptaniem. Według tego dwoiakiego ich położenia, walec z kołami dwoiako bywa kładziony.

100. Jeżeli bydła mają ciągnąć; walec *ml* (Fig: 89) stoi do pionu, dyszel jego *C* długi na stóp 12. Koło palczaste *A*, może mieć palców 112, średnica jego stóp 16. Cewy *B* palców 7. Zaczem gdy koło *A* koń raz obróci, kamień 16 razy wykreści się, bo $7 : 112 = 1 : 16$. Ponieważ dyszel *C* ma długości stóp 12, więc koń za jednym obrotem przebieży stóp 72. Aże podług różnych doświadczeń, koń z proporcjonalnym ciężarem ubiega na godzinę stóp 12,000; więc koń w godzinie obrotów uczyni 166; bo $72 : 1 = 12,000 : 166\frac{2}{3}$. Kamień w tym samym czasie obróci się 2,656 razy, to podzieliwszy przez 60 minut, wieloraz $44\frac{4}{15}$ okazuje obrót kamienia w jednę minutę. Ten młyn jest nayprościej, jeżeliby zaś na jednego konia było za ciężko, można podobnyż dyszel dać na drugą stronę, dla zaprzężenia więcej koni.

Młyn mielący przez deptania bydła, różni się od dopieró wspomnianego, iż zamiast dyszla jest koło *A* (Fig: 90), średnicy stóp 16, albo więcej. Jego walec *KF* do ziemi jest nachylony pod kątem 10 lub 12 stopni. Koło *A* może mieć palców 100, które chwytając cewy *C*, poruszają walec *CD* wraz z kołem palczastem *D*; jeżeli cewy *C* mają palców 10, koło *D* ma ich 36, a zaś koło *L* 16; więc, gdy koło *A* raz się obróci, kamień obróci się 60 razy. A zatem gdyby się koło *A* w jednę minutę raz wykreściło, kamień uczyniłby 60 obrotów. Toż koło *A* (Fig: 91), może być pionowo ustawiane: na tém daje się podłoga z dziurą *C*, koń albo wół zadniemi no-

gami wspiera się na kole, które dla jego ciężaru usuwa się, koń nogi pomyka i koło zawsze obraca. Jeżeli koło *A* ma promień tak wielki, iż w niem człowiek wygodnie pod walcem stanie, jeżeli oprócz tego obwód koła jest tak szeroki, że w nim dwóch, albo trzech ludzi koło siebie wygodnie stanie; ci w kole chodzą obracać je i mléć będą.

f. 73. Żarna.

Żarna są młyny, w których kamienie siła ludzka porusza. Naypierwsze są te, które się u niektórych naszych wieśniaków znajdują: bo w nich kamień tak tylko prędko biega, iak prędko ręka się rusza. Kamień w takich żarnach człowiek tym sposobem obraca. W kamieniu *AB* (Figura 92), jest dołek *D* blisko brzoza wydrążony: w ten w kładają kiy *CD*, który iuż do siebie ciągnąc, iuż odpychając od siebie, kamień obracają. Proste są te żarna, ale bardzo mało mielą: bo kamień, aby ręką mógł być obracany, powinien być mały, a zatem lekki, ciężar zaś kamienia, wielce wpływa w prędkie mielenie, iakośmy wyżey powiedzieli o kamieniach młynskich.

Mogą zaś żarna tak być zrobione, że w godzinie wiele zboża zmielą. Oto jest ich wykład (Figura 93): *D* są kamienie, *A*, cewy, których średnica calów 12, palców sześć. Koła palczastego *B* średnica calów 24, palców 12. Korby *G* długość od *c* do *G* calów 12. Na wrzecionie jest drag-

GG, długi łokci trzy, inne także są *mn*, *mn*. Pomienione drągi mają znaczne ciężary na końcach, zaczęm raz rozkołysane ciągle obracają się, tak właśnie, jak kamyk na sznurku w koło zakręciwszy ciągle się obraca. Zamiaſt iedney korby, może bydź ich dwie *G* i *g*, do których przywiązawszy sznury, mogą dwóch ludzi pociągając one, młóc bardzo wygodnie. Nicby chwalebnieyszego nie było, iako, gdyby dziedzice wiosek od rzek odległych, takie żarna dla poddańſtwa budowali: bo każdy łatwoby sobie tyle zmeł, ile na obeyscie potrzebuie.

§. 74. Tartak.

Tartak dzieli się na dwie części: pierwsza z nich należy do podnoszenia piły i rżnięcia, druga do nadawania drzewa pile. Część należąca do podnoszenia piły złożona jest ze trzech części, które są: *1o* Koło *Z* (Fig: 94). *2o* Korba *R*. *3o* Łada *PQR* (Fig: 95) z ramą *pqr* i piłą. Część nadająca drzewa składa się ze czterech innych: z nich *1o* jest wózek *CBDE* (Fig: 94). Ze wózek drzewa nadaie, zatem iego szerokość tak ma bydź umiarkowana, aby przez ramę piłą *pqr* (Fig: 95) wolno przechodził. Wózek w jednym boku podłużnym ma palce *mno* (Fig: 94). *2o* Grzebień żelazny *IK*. *3o* Cewy *C* na jednym walcu z grzebieniem. *4o* Nadawka *ÆGHF* składa się ze dwóch drągów *ÆG*, i *HF* i z wałka *GH*, który na sforzniu *c* wolno chodzi. Drąga *ÆG* ieden koniec *Æ* w ramie piły;

drugi *G* w wałku *GH* jest utwierdzony. Drąga *FH* koniec *G* wspiera się na grzebieniu, a zaś *H* jest wpuszczony w wałek *GH*. Aby się wózek *CBED* nie usuwał, podporka *M* zatrzymaie go.

Te części proporcjonalnie rozporządziwszy, tartak będzie zrobiony. Bo gdy woda, albo wiatr koło *Z* do połowy obróci; korba *R* ramę z piłą podniesie, więc drąga *ÆG*, koniec *Æ* póydzie do góry, zaczęm wałek *GH*, weźmie położenie *gh*: więc drąga *FH* koniec *F* pomknie grzebienia na jeden ząb: przeto cewy *C* także się wykręca, i wózek z drzewem na nim leżącym ku pile przymkna. Gdy zaś koło *Z* drugą połową wykręci się; korba ramę z piłą na dół przycisnie, więc piła drzewo rżnąć będzie. Rama z piłą opadając, drąg *ÆG* na dół opuści, zaczęm i drąg *FH* w tył się posunie po grzebieniu, czyli od *g* do *h* i t. d.

C Z E Ś Ć V.

S W I A T Ł O.

SWIATŁO jest to płyn nader subtelny, którego źródłem i ogniskiem jest słońce i gwiazdy, który dzielnością swoją ożywia całą naturę, którego bytność uwesela istoty żyjące, sprawując

im miły widok przyrodzenia, a którego nieprzytomność czyniłaby nas obojętnymi na poznanie piękności i porządku w układzie świata.

Natury światła, równie jak ciepłoczynu nie znamy. Widzieliśmy w Tomie I. §. 80, że te dwa płyny mają niektóre własności wspólne, a niektóre różniące je od siebie, i że mimo tego zdają się być jedną materią okazującą ich różność od rozmaitego ięć działania. Przestaniemy tu tylko na poznaniu własności światła i skutków jego działania: na ten koniec uważać będziemy światło w trojakim względzie. *1od.* Gdy od ciał świecących do nas przychodzi. *are.* Gdy się od zwierciadeł odbija. *3cie.* Gdy przez ciała przezroczyste przechodzi: W pierwszym względzie uważać światło jest przedmiotem Optyki; w drugim, Kapttryki, w trzecim Dyoptryki.

ROZDZIAŁ I.

O P T Y K A.

§. 75. Jak światło dąży.

ZASADY, na których się wspieraia wiadomości o świetle, z następującego doświadczenia wyprowadzone być mogą. Zamknąwszy jaki pokój ze wszystkich stron tak, aby tylko światło wchodziło do niego przez maleńki otwór zrobiony

w okiennicy; natenczas, jeżeli dzień jest pogodny, obaczymy na ścianie w tym ciemnym pokoju, wszystko to, cokolwiek jest zewnątrz naprzeciw otworu zrobionego w okiennicy. Przedmioty nieruchome, jako *np.* drzewa i domy, wydawać się będą nieruchomymi, te które są w ruchu zewnątrz, jakoto ludzie i t. d. i na ścianie ruszać się będą: ale wszystkie przedmioty odmalują się na ścianie pokoju ciemnego w przewróconey postawie. Jeżeli jeszcze światło słoneczne bije na otwór okiennicy, postrzeżemy, iż dąży po linii prostej, nie rozpraszając się na żadną stronę. Nakoniec obrazy przedmiotów zewnętrznych odmalowane na ścianie, tém mniejsze będą, im odleglejsze są przedmioty zewnątrz od otworu okiennicy. Zastanowiwszy się nad wypadkami z tego doświadczenia; następujące wnioski wyprowadzić możemy.

1od. Światło zawsze dąży po linii prostej: promieniem światła, zowie się wszelkie światło zachowujące jednolity kierunek swego ruchu.

are. Jakikolwiek punkt przedmiotu oświetlonego, może być widziany z tych wszystkich miejsc, od których bez przeszkody można poprowadzić linią prostą do tego punktu: ponieważ w przytoczonym doświadczeniu, obraz ruszającego się przedmiotu zewnątrz, zawsze można widzieć w ciemnym pokoju; byle tylko ten przedmiot był wprost otworu zrobionego w okiennicy.

3cie. Każdy punkt oświetlonego przedmiotu rzuca promienie na wszystkie strony, bo go ze

wszystkich stron, jeżeli żadný nie masz przeszkody, widzieć można. Świeca np. paląca się postawiona na wyniesionem jakim miejscu, na wszystkie strony rzuca swe promienie, i jest właśnie środkiem kuli świecącej. Jeżeli zaś naprzeciw świeącego przedmiotu postawimy jaką płaszczyznę natenczas punkt świecący będzie wierzchołkiem piramidy świetnej, która składać się będzie z promieni od tego punktu wychodzących, a którey podług będzie płaszczyzna nie dopuszczająca dalszemu rozchodzeniu się promieni.

4te. Obraz powierzchni przedmiotu wydającego się na ścianie ciemnego pokoju, jest także podługą świetnej piramidy, której wierzchołek jest w otworze okiennicy. Naprzykład stoi drzewo naprzeciw otworu okiennicy; od wszystkich jego punktów idą promienie do tego otworu; uważamy tylko promienie idące od wierzchołka drzewa i spodu: te robią naprzód piramidę świetną zewnątrz, której podługą jest powierzchnia przedmiotu, a wierzchołek jest w otworze okiennicy: w ciemnym zaś pokoju druga zrobi się piramida świetna, której wierzchołek będzie także w otworze okiennicy, a podługą na ścianie; te dwie piramidy wierzchołkami się stykają. Dlatego więc obraz tego drzewa wydawać się będzie na ścianie w przewróconej postawie, iż promienie od jego wierzchołka i spodu idące, krzyżują się w otworze okiennicy.

5te. Światło złożone jest z cząstek bardzo subtelnych: ponieważ promienie wychodzące ze wszystkich punktów oświetlonego przedmiotu,

prze-

przechodzą łatwo przez otwór okiennicy nie przeszkadzając jedne drugim, ani się z sobą mieszając.

Obaczmy teraz, iaka odmiana zachodzi w kierunku promieni przechodzących przez rozmaite środki. Naprzeciw otworu zrobionego w okiennicy ciemnego pokoju, trzymamy szkło płaskie z obu dwu stron: jeżeli promień wpada prostopadle na to szkło; przeszedłszy przez nie, pójdzie dalej tymże samym kierunkiem: jeżeli zaś trzymać będziemy tak szkło, aby na nie padał promień ukośnie; postrzeżemy, iż po przejściu przez szkło odmieńca swój kierunek, to jest nie pada w to miejsce na ścianie, na jakie padał, gdy prostopadle uderzał na szkło: to pochodzi stąd, iż promień ze środka rzadszego, to jest z powietrza wpadając w środek gęstszy, to jest w szkło, łamie się, nachylając się ku prostopadłej poprowadzonej do powierzchni środka przez punkt wpadania. Łamanie się promieni tém znaczniejsze będzie, im gęstszy jest środek, przez który przechodzą: gdyby zaś promień ze środka gęstszego wpadał w rzadszy, np. z wody w powietrze, oddalałby się od prostopadłej. Jeżeli zaś naprzeciw otworu w okiennicy trzymać będziemy szkło z obu dwu stron wypukłe, promienie po złamaniu zniędą się w jeden punkt, i tém bliżey się zniędą, im szkło wypuklejsze będzie. Prawidła, podług których dzieje się łamanie promieni, wyłożemy w Dyoptryce; tu tylko namieniliśmy o tém, dla łatwiejszego tłumaczenia innych skutków od światła pochodzących.

§. 76. Światło prędko się rozchodzi.

Światło od słońca przychodzi do nas w czasie, to jest w przeciągu ośmiu minut i trzynastu sekund. Słońce podług obserwacji astronomicznych odległe jest od nas na 27,485,984 mil naszych, kładąc 25 mil Francuzkich na 20 naszych. Gdy jednak mimo tak wielkiej odległości, światło przychodzi do nas w bardzo krótkim czasie, przeto jego prędkość jest bardzo wielka, bo przebiega na jedną sekundę mil naszych 55,752. Poznano zaś prędkość światła z zaćmienia księżyców koło Jowisza będących. Te księżyce, iak okazemy w Astronomii, obiegają tak Jowisza, iak księżyc nasz obiega ziemię. Jowisz nie jest przezroczyły, przeto cień rzuca, w który, gdy jego księżyce wchodzi, tracą światło, co nazywamy zaćmieniem. Obrót księżyców koło Jowisza jest jednostajny, długość zaś czasu, przez który zaćmienia trwają, odmienia się podług różnego położenia Jowisza względem ziemi i słońca. Niech bowiem S (Fig: 96.) znaczy słońce, E B K C D niech znaczy drogę, którą przebiega ziemia koło słońca. P F Q niech będzie część drogi, którą Jowisz przebiega. Księżyc najbliższy Jowisza niech będzie G, który obiega koło Jowisza drogę F H G. Jeżeli ziemia jest na B, i księżyc G chowa się za Jowisza; po upłynieniu godzin dwóch, minut 15, sekund 50, pokaże się na H. Ze zaś księżyc G obiega Jowisza w 42 godzin, 28 minut 36 sekund, więc po upłynieniu tego czasu od pierwszego na G chowania się, powtórnie się za nie-

go schowa. Przeciąg czasu, przez który księżyc za Jowiszem bawi, jest także prawie godzin dwie, minut 15, sekund 50. Gdyby ziemia zawsze się na B znajdowała, przeciąg czasu, przez który księżyc za Jowiszem bawi, byłby zawsze jednaki. Lecz gdy ziemia przyjdzie do C; księżyc G bawi się za Jowiszem godzin 2, minut 36. Tę odmiany nie inna jest przyczyna, tylko że światło w czasie do nas przychodząc, do przebieżania większej odległości dłuższego czasu potrzebuje: większa zaś jest odległość, gdy ziemia znajduje się na C, a mniejsza, gdy na B. Więc gdy jesteśmy na B, prędzej światło od księżycy Jowiszowego przychodząc, prędzej nam go pokazuje; gdy zaś znajdujemy się na C, światło od księżycy późniejszy do oka naszego przychodzi, a zatem późniejszy go widzimy. Ze zaś przedłużenie zaćmienia księżycy Jowiszowego, od spóźnienia światła pochodzi, rzecz jest pewna, bo obrót księżycy koło Jowisza zawsze jest godzin 42, minut 28, sekund 36, w którymkolwiek Jowisz względem ziemi znajduje się położeniu, o czém astronomiczne doświadczenia przekonywają. Stąd już oczywiście pokazuje się, iż w czasie do nas światło przychodzi. Na tym to fundamencie światła od słońca do nas przychodzącego znaleziono prędkość minut 8 i sekund 13.

§. 77. Jak światło ścibie?

Namienilem wyżey, iż światło z ciał świecących rozchodzi się na wszystkie strony: stąd

wnieść można, że od słońca i innych ciał świecących idące promienie, coraz bardziej od siebie się oddalają. To rozchodzenie się promieni słonecznych następującem doświadczeniem objaśnimy. Do izby ciemnej niech wnydzie promień słoneczny: przepuścimy go przez szkło wypukłe, taki promień na wszystkie strony będzie rozrzucony i gwiazdę ABC (Fig: 97) uformuje. Ponieważ tedy światło rozrzuca swe promienie na wszystkie strony, które rozchodząc się coraz większe miejsce napełniają: a zatem kiedy też sama ilość światła większe miejsce napełnia, więc musi być jego natężenie słabsze. Można to okazać prostem doświadczeniem: stojąc blisko świecy, widzimy jasno, np. litery na książce; oddalwszy się od świecy, litery ciemnieją, toż rozumieć trzeba o osłabieniu światła innych ciał świecących. Nie tylko zaś pewna, że światło oddalając się od ciał świecących słabiej, ale też, że się zmniejsza, jak kwadraty z odległości. Niech bowiem promień słoneczny przeszedłszy przez szkło wypukłe SZ (Fig: 98), padnie na kartę białą DE, od szkła na stopę jedną oddaloną; zrobi okrąg mały, ale jasny. Odsunąwszy kartę na stopę dwie, to jest do AB, koło świetne będzie daleko większe, ale tyle razy mniej jasne, ile razy koło AB jest większe od koła DE. Wiadomo zaś z Geometrii Części I. Rozdziału XIII, że koło AB, tak się ma do koła ED, jak kwadraty z ich promieni. Powierzchnie tych kół są przecięciami ostrokągu świetnego CAB, a zatem mają się, jak kwadraty z ich odległości od wierzchołka C (Geom:

Elem: Część II. Rozdz: VIII. Twier: II.) A zatem natężenie światła słabiej w stosunku, kwadratów z odległości.

J. 78. Które promienie można brać za równoodległe?

Lubo promienie od ciał świecących idące rozchodzą się, te jednak, które pochodzą od słońca, gwiazd i planet, można brać za równoodległe. Niech bowiem do izby ciemnej przez otwór D (Fig: 99) w okiennicy zrobiony wnydzie promień słoneczny ABCE, zmierzwszy jego grubość w różnych częściach, znajdziemy ją też samą. Zaczem promień AB w całym przeciągu jest jednakowo oddalony od CE, toż rozumieć o innych promieniach *ab*, *ce*, tak względem siebie, jak względem promieni AB, CE. Tę prawdę w inny sposób tak okazać można. Niech linia KO (Fig: 100), wyraża wielkość oka, na które idące od słońca S promienie padają. Dajmy, że $KO : OS = 1 : 2,000,000$, w takim razie linie SO, KS można brać za równoodległe. Jakoż SO wzięwszy za promień, KO będzie styczną kąta S (Geom: Elem: Rozdz: XII). Podzieliwszy odległość SO na części równych 10,000,000, na które dzieli się promień w Trygonometrii: będzie zatem $OS : KO = \text{promień} : \text{styczną kąta S}$, czyli $2,000,000 : 1 = 10,000,000 : 50$. Naprzeciw styczną równą 50 częściom promienia, jest kąt, 1 sekundę czyniący. A zatem kąt OSK, czyni jedną sekundę: więc summa kątów

SKO, SOK czyni stopni 179, minut 59 i sekund 59. Aże jeden z tych kątów jest prosty, więc drugi czyni stopni 89, minut 59, i sekund 59. Można zatem kąty K; O, brać za proste, a tym samym linie SK, SO za równoodległe. Dajmy teraz, że oko jest w punkcie S, a ciało iakie oświecone KO. Tymże samym sposobem okazać można, że promienie od ciał oświeconych dalekich, przychodzące do naszego oka, można brać za równoodległe: tę odległość kładą blisko mili naszey. Można zatem promienie od ciał oświeconych na milę od nas odległych brać za równoodległe.

f. 79. Przyciąganie światła.

Światło od ciał jest przyciągane: okazuje to następujące doświadczenie. Niech będą dwie zasuwki stalowe ABEG, DHCF (Fig: 101) naprzeciw siebie tak osadzone, aby je ku sobie można przybliżać, lub oddalać. Te zasuwki na końcach AB, DH mając być dobrze wyszlufowane, aby, gdy się zbiegają, światło pomiędzy nimi nie przechodziło. Pomienione zasuwki osadzisz w okiennicy, w której jest szpara czworograniasta, jeżeli je cokolwiek od siebie oddalimy, aby pomiędzy nimi przeszedł promień słoneczny; naprzeciw niego stojąc widzimy światło bardzo jasne; na zasuwkach zaś postrzegamy światło blade podobne owemu, które koło komet widzieć się daie. Jeżeli zasuwki bardzo ku sobie są zbliżone, w samym środku spostrzeczemy prze-

dział światła, którego połowa do zasuwki ABEG, druga zaś do zasuwki DHCF nakłania się. Przypatrując się światłu ku zasuwkom nachylonemu, widzimy, że jest podzielone na części różnych kolorów (Fig: 102). To zaiste doświadczenie pokazuje, że światło od ciał jest przyciągane.

f. 80. Części oka.

Skutki pochodzące od zmysłu naszego widzenia, i sposób którym widzimy, jest nayważniejszą materją Optyki. Dla łatwiejszego zatem tłumaczenia tych skutków, trzeba dobrze poznać części oka, za pomocą którego widzimy. Figura 103 wystawia oko wduż na dwie przezrzućnięte, aby jego błonki iasniey rozeznane być mogły. Błonna FEcfF zamyka w sobie wszystkie części, z których się oko składa. Część téy błonki wypukleysza Ff jest przezroczysta, nazywa się *błonna rogowa* (cornea), druga zaś iey część FEcf, jest biała twarda, nieprzezroczysta i zowie się *kościanna* (sclerotica). Druga błonna KHGghk leży pod pierwszą, ma na przodzie otwór okrągły A, nazwany *zrenicą* (pupilla), którą otacza kółko pokazujące rozmaite kolory, i dlatego nazwane jest *tęczą* (iris). Zrenica osobno jest wystawiona na figurze 104: może się ona rozszerzyć za pomocą żyłek podłużnych A b, albo też skupić się przez ściśnienie żyłek kolistych c, c, c. Trzecia błonna LLL znajduje się pod drugą, złożona jest z żyłek małych naksztalt siateczki, dlatego zowie się *błonna*

siatkową (retina). Za drugiey błonki częścią zwaną tęczą, jest materya zsiadła CnC nakształt galarety zwana *humorem kryształowym* (humor crystallinus). Ta materya z obudwu stron jest wypukła, może bydź do źrenicy przybliżana lub od nię oddalana, przez żyłki do tęczy i retyny idące. Ponieważ humor kryształowy CnC czyni przedział wewnątrz oka, przeto Anatomici trzy przegrodki w oku rachują. Pierwszą kładą między błonką rogową Ff , i humorem kryształowym CnC , w téy przegrodce jest materya bardzo subtelną zwaną wodnistą (humor aqueus). Drugą przegrodką oka czyni sam humor kryształowy CnC . Trzecia przegrodka oka zaczyna się od humoru kryształowego, a kończy się przy żyłce oka LN , w téy przegrodce jest materya peńniejsza od wodnistey, lecz rzadsza od kryształowey, nazywa się humorem szklanym (humor vitreus). Zabiera ona większą część oka, aniżeli dwie poprzedzające, jak figura okazuje.

Oko można wystawić sobie jak izbę ciemną, do której otworem w okiennicy zrobionym wchodzi promienie. Niech naprzeciw oka (Fig: 105), będzie przedmiot świetny lub oświecony A , od tego przedmiotu rozchodzą się promienie w różne strony r, r, r . Te które padają na błonkę rogową CC odpowiadającą źrenicy p , formują piramidę, czyli ostrokrag świetny CAC , którego wierzchołek A jest na samym przedmiocie, a podstawa CC opiera się na błonce rogowey. Ponieważ widzimy przedmioty, dlatego, iż promienie od nich idące, czynią wrażenie na błonce

siatkowey; gdyby zatem promienie AC, AC daley rozciągały podstavę świetnego ostrokregu aż do błonki siatkowey a , światła natężenie byłoby słabe, a zatem nie jasno widzielibyśmy przedmioty: dlatego to promienie w samym oku robią drugi ostrokrag świetny, stykający się podstavą z pierwszym: jakoż promienie AC, AC i środkujące pomiędzy nimi, przechodząc przez trzy humory rozmaitey gęstości, nachylają się iedne ku drugim, i zgromadziwszy się na błonce siatkowey w punkcie a , czynią mocniejsze wrażenie, przezco przedmiot jasno widzimy. Obaczmy teraz jakimto dziele się sposobem. Promienie od przedmiotu wpadające w oko trzy razy się łamią: naprzód idąc z powietrza w humor wodnisty: powtóre, z humoru wodnistego przechodząc w kryształowy: potrzecie z kryształowego dostając się do szklanego. Dla łatwiejszego peięcia, daymy, że przedmiot A (Fig: 106) przesyła trzy tylko promienie do oka, to jest AB, AF, AL . Pokazaliśmy w paragrafie 75. *108*. Ze promień światła przechodzący prostopadle z jednego środka do drugiego, żadnemu złamaniu nie podlega, jakiekolwiek jest gęstości środek, do którego wchodzi. *2re*. Ze promień ukośnie padając ze środka rzadszego w gęstszy, łamie się, zbliżając się ku prostopadłey. *3cie*. Ze środka zaś gęstszego wchodząc ukośnie w rzadszy, oddala się od prostopadłey. Podług tych zasad, promień AB idąc prostopadle z powietrza we wszystkie humory oka, poydzie daley kierunkiem teyże samey linii aż do punktu a , na błonce siatkowey,

Ale promienie AF , AL , padając ukośnie z powietrza w humor wodnisty, który jest gęstszy od powietrza, powinny się złamać: jeden przeto nachyli się ku linii SF , drugi ku linii SL , które są prostopadłe, tak do powierzchni błonki rogowej FBL , iako też do humoru wodnisteo, który się w niéy zamyka, ponieważ te linie idą od punktu S środka wypukłości powierzchni błonki rogowej: dlatego pierwszego złamania się, ieden promień dojdzie do punktu K , drugi do I , przeczco się zbliżą ku sobie. Dla podobneyże przyczyny te dwa promienie AFK , ALI , przechodząc ukośnie z humoru wodnisteo w kryształowy, który jest gęstszy, aniżeli wodny, powinny znowu się złamać i zbliżyć się ku sobie; ieden zatém nachyli się do linii PK , drugi zaś do linii PI , które to linie są prostopadłe do wypukłości KI humoru kryształowego $KINM$, bo te dwie linie wychodzą od punktu P , środka téy wypukłości: przez to drugie złamanie się dojdzie ieden promień do punktu M , a drugi do N , czyli bardziey ku sobie się nachylą. Nakoniec dwa promienie $AFKM$, $ALIN$ przechodząc ukośnie z humoru kryształowego w szklanny, który jest rzadszy, powinny się złamać oddalając się od prostopadłéy: ieden zatém oddali się od linii OM , a drugi od linii ON , które to linie są prostopadłe, tak do wypukłości MN humoru kryształowego, iako też do wklęsłości MN humoru wodnisteo, ponieważ idą od punktu O środka téy wypukłości i wklęsłości. Lecz przez to trzecie złamanie się, promienie oddalwszy się od

prostopadłych, zniyda się daley, to jest na błonce siatkowéy w punkcie a . Zrobią się tedy dwa przeciwne ostrokregi świetne stykające się podstawami: ieden zewnątrz oka AFL , drugi wewnątrz oka FaL : ós ostrokregu AB , zowie się osią widzenia.

§. 81. Cień.

Promienie mogą padać na takie ciała, które ich przez siebie nie przepuszczają; zaczęm miejsce w tyle ciała nieprzezroczystego, nie będzie oświetlone, ten brak światła nazywamy cieniem. Cień rzucony od ciała nieprzezroczystego, tem jest grubszy, im większe jest światło ciała świecącego: bo wielkie światło czyniąc mocne wrażenie w oczach, niedostatek jego, czyli cień, bardziey się uczuć daie. Niech będzie AB (Figura 107) słońce. ED przedmiot stojący na płaszczyźnie DI . Poprowadźmy promienie BF , CG , AH . Oczywista jest rzecz, że człowiek idący od I do H widzi całe słońce. Przyszedszy do punktu H , przestaie widzieć część słońca A , i tém mniey go obaczy, im bardziey się zbliży do punktu G . Na punkcie G połowę tylko słońca widzieć będzie. Na punkcie F całkiem mu z oczu zniknie, i wchodzi w miejsce FD , które jest prawdziwym cieniem (*umbra*) miejsce zaś FEH nazywa się przycień (*penumbra*). Skąd wypada: *tođ.* że człowiek tém mniejszego światła doznaie, im bardziey się zbliża do prawdziwego cienia: stąd przycień HF w tém miejscu mniey ma światła, które jest bliższe prawdziwego cienia zaczynają-

go się w punkcie F. *zre.* W Trójkącie FEH bok FH mierzący wielkość przycienia, powiększa się razem z kątem FEH, naprzeciw niego leżącym, który jest także miarą średnicy ciała świecącego AB: równie powiększy się przycień, im przedmiot ED będzie wyższy: nakoniec, im ukośniej padają promienie EH, EF. Przeto im dłuższy cień rzuca ciało nieprzeźroczyste, tém trudniéj wielkości jego oznaczyć, dlatego, że większy zrobi się przycień. Ze zaś miarą wielkości przycienia jest średnica AB ciała świecącego, więc aby żadnego przycienia nie było, ciało świecące powinno być punktem.

Dwoiaki jest cień: prosty i przewrócony. Cień prosty jest ten, który rzuca ciało na płaszczyznę poziomą, do której jest prostopadłe. Niech będzie EB (Fig: 108) płaszczyzna pozioma, GF ciało, do niéj prostopadłe; DB promień słoneczny przechodzący przez jego wierzchołek G, miejsce FB będzie cieniem prostym tego ciała. Trzeba pokazać, że cień prosty tak się ma do ciała, które go rzuca, jak dostawa kąta wysokości światła do jego wstawy. Promieniem AB nakreśliwszy część koła, linia DE będzie wstawą kąta DBE, który się powiększa lub zmniejsza podług większój lub mniejszój wysokości słońca D; a zatem kąt DBE jest kątem wysokości światła. Dwa trójkąty GBF, DBE są podobne, a zatem $FB : GF = EB : DE = DH : DE$. Linia DE jest wstawą kąta wysokości światła, linia zaś EB lub DH jest jego dostawą. A zatem wielkość cienia prostego, tak się ma do

wielkości przedmiotu, który go rzuca, jak dostawa kąta wysokości światła do jego wstawy. Stąd wypada, że gdy wstawą kąta wysokości światła równa jest jego dostawie, co się w tenczas zdarza, gdy słońce wyniesione jest na 45 stopni nad horyzont, wtedy długość cienia prostego równa się wysokości przedmiotu, który go rzuca. Jeżeli zaś wstawą kąta wysokości światła mniejsza jest od jego dostawy, wtenczas cienia prostego długość będzie większa, aniżeli wysokość przedmiotu, który go rzuca, i ta długość cienia prostego tém będzie większa, im mniejsza będzie wstawą kąta wysokości światła. Dlatego przy wschodzie lub zachodzie słońca najdłuższy cień przedmioty rzucają, a o południu najkrótszy.

Cień przewrócony jest ten, który przedmiot poziomy rzuca na płaszczyznę pionową. Niech będzie AB (Fig: 109) płaszczyzna pionowa, EC przedmiot do niéj prostopadły, SE promień słoneczny przechodzący przez wierzchołek tego przedmiotu; CT jest cień przewrócony, który sprawił przedmiot CE. Taki cień rzuca sztyft utkwiony prostopadłe do ściany domu. Dla podobieństwa dwóch trójkątów SEC, CET; $CT : CE = SC : CE$ lub SF , to jest cień przewrócony tak się ma do ciała, które go rzuca, jak wstawą kąta wysokości światła do jego dostawy.

Jeżeli ciało świecące jest nakształt kuli równie iako i ciało ciemne, od niego oświecone, natenczas, podług różnéj wielkości ciała świecącego, większa lub mniejsza część ciała ciemnego oświecona zostanie. Niech będzie kula świe-

cała B (Fig: 110), która oświetla kulę ciemną C większą od niéy. Oczywista jest rzecz, że część oświetlona kuli ciemnéy C, wyznaczy się przez ostatnie promienie idące od kuli świecącéy B, to jest przez stycznne LP, KO. Podobnież ostatnie promienie kuli B, które mogą oświetlać kulę C, są też same stycznne LP, KO. Skąd wypada, że te stycznne LP, KO wyznaczała i ostatnie punkta oświetlające L, K, i ostatnie punkta oświetlone P, O. Do linii prostéy BC idący przez środki tych kul, poprowadzmy prostopadłe średnice HI, MN, podziela one na dwie równe części obwo-
dy kul B, C. Poprowadzmy od środków kul, to jest od B, i C prostopadłe, do stycznnych BL, BK, CP, CO, wyznacza one punkta, w których stycznne kul się dotykają. Stąd, łuk LRK, większy od półkola, wystawiać będzie część oświetlającą: łuk zaś PSO mniejszy od półkola, wystawiać będzie część oświetloną. Jeżeli przeciwnie C jest kulą świecąca, a zaś B jest kulą ciemną; tedy łuk PSO wystawiać będzie część oświetlającą, a łuk LRK część oświetloną. Nakoniec gdyby obie kule były sobie równe; wtedy stycznne LP, KO byłyby od siebie równoodległe, przechodziłyby przez końce średnic HI, MN, a zatem część oświetlająca byłaby półkolem; również jak i część kuli oświetlona.

Stąd wypada: *10d.* że dla podobieństwa trójkątów prostokątnych LBH, PMC, i, KBI, OCN, łuki LH, PM, KI, ON równą liczbę stopni zawierają. A zatem łuk kuli oświetlający

LRK i oświetlonéy PSO, czynią razem trzysta sześćdziesiąt stopni.

2re. Dla podobieństw przyczyny łuk kuli nieoświetlonéy PMNO, tyle ma w sobie stopni, ile łuk LRK, części kuli świetnéy oświetlający: i znowu łuk części oświetlonéy PSO, tyle ma w sobie stopni, ile łuk części nieoświetlający LK.

3cie. Dla podobieństwa trójkątów BAL, BLH (Geom. Elem. Rozdz: VIII. Przybrane podanie) i trójkątów ABK, BKI, jest kąt BAL równy kątowi LBH, i kąt BAK, równy kątowi KBI; a zatem kąt LAK, równy summie kątów LBH, KBI: czyli kąt LAK równy jest summie łuków LH, KI, które są miarami tamtych kątów. Jeżeli tedy kula C jest świecąca, a zaś B oświetlona; więc kąt LAK mierzy nadmiar części oświetlonéy LRK, od nieoświetlonéy LK, albo mierzy różnicę między częścią oświetlającą PSO, i oświetloną LRK.

4te. Jeżeli te dwie kule są równe, tedy kula świecąca, oświetla połowę kuli ciemnéy w jakiegokolwiek są od siebie odległości. Lecz kula świecąca jeżeli jest większa od kuli, którą oświetla; tém większą iéy część oświeci, im bliżéy iéy będzie, i przeciwnie. Bo im bliżéy siebie są takie dwie kule, tém większy jest kąt LAK, a zatem część kuli ciemnéy oświetlona LRK, większa będzie, aniżeli część nieoświetlona LK. Jeżeli zaś te kule oddalają się od siebie, wtedy kąt LAK pomniejszy się.

5te. Jeżeli ciało ciemne równe jest świecącemu, figura cienia będzie wałec nieskończony.

Niech bowiem ciała S, B (Fig: 111), będą równe; promienie ostatnie PM, pm będą równoodległe od linii SB, idący przez środki tych dwu ciał, więc ciało B rzuci cień figury walca niekończonego.

6te. Jeżeli ciało świecące C (Fig: 110) będzie większe od ciała ciemnego B, figura cienia będzie ostrokąg skończony, którego podstawą będzie ciało ciemne, wierzchołkiem zaś, punkt, w który się promienie koło ciała ciemnego przechodzące zbiegają. Bo w téj okoliczności promienie AQ, AV mniey od siebie są oddalone na punktach L, K, bardziej zaś na punktach M, N, więc w punktach L, K nachylają się ku sobie, aże prosto idą, więc zbiedz się muszą w punkcie A.

7me. Nakoniec gdy ciało świecące mniejsze jest od ciemnego, cień od niego rzucony będzie coraz obszerniejszy. W téj bowiem okoliczności promienie SP, sp (Fig: 112), bardziej będą oddalone w punktach P, p ciała ciemnego, aniżeli w punktach S, s ciała świecącego, bardziej będą się od siebie oddalały, przeczco zrobi się cień coraz obszerniejszy, podobny do ostrokągu ściętego niekończonego. Dla téyto przyczyzny stojąc naprzeciw świecy, bardzo wielki cień za siebie rzucamy. Stąd także pochodzi, że chmury, słońce, większe od ziemi 1,400,000 razy, nam zakrywają, i cień na znaczną część ziemi rzucają: bo słońce dla wielkiej od ziemi odległości małe się bydz zdaje, chmury zaś nad nami wiszące wielkie, przeto promienie po brzegach

gach chmur przechodząc, coraz to bardziej od siebie oddalają się, i cień bardzo obszerny czynią.

8me. Łatwo także można wyznaczyć oś AB (Fig: 110) ostrokągu, który cień formuje, mając wiadome promienie kul BK, OC, i odległość od siebie środków kul BC. Poprowadźmy KD równoodległą od BC. Czworokąt BCDK, jest równoległobokiem. A zatem $KD = BC$, i $KB = DC$. Trójkąty OKD, OAC, są podobne; a zatem $OD : OC = DK : CA$:

czyli $OC - DC$ lub $- KB : OC = CB : CA$; a zatem odjąwszy CB od CA będzie szukana oś ostrokągu BHA1. Niech będzie B (Fig: 110) ziemia, C słońce, niech $BK = 1$, $CO = 80,5$. A zaś $BC = 17189$, będzie $BA = 216$, to jest oś ostrokągu AB czyni 216 promieni kuli ziemi. Położywszy promień ziemi równy 1500 mil; będzie $BA = 216 \times 1500 = 324000$ mil.

§. 82. Pozorna wielkość przedmiotów.

Promienie wychodzące od końców jakiego przedmiotu i przecinające się w źrenicy oka, czynią kąt, który się zowie optyczny, czyli kąt widzenia. Niech będzie przedmiot AB (Fig: 113) na przeciwko oka: promienie od końców jego idące AE, BE przecinając się w źrenicy oka w punkcie E, czynią kąt optyczny czyli kąt widzenia AEB. W znacznych odległościach sądzimy o wielkości przedmiotu z wielkości kąta optycznego. Bo im bliżej jest przedmiot AB oka, tém większy jest kąt optyczny AEB, a zatem większy także kąt

6Ea, więc i przedmiot na błoncie siatkowéy w oku większy się odmaluje. Jeżeli zaś przedmiot w większém będzie od oka odległości, promienie od końców jego idące przecinając się w źrenicy, zrobią mniejszy kąt optyczny, a zatem mniejszy obraz przedmiotu odmaluje się na błoncie siatkowéy.

Inaczej zaś sądzimy o wielkości przedmiotów w małych bardzo odległościach; ciało jakie o cztery kroki od nas oddalone, tak wielkie nam się być zdaje, jak w odległości ośmiu kroków: wszelako w tych dwu położeniach ciała względem oka, kąty optyczne mają się do siebie, jak 2 : 1. Ze więc dokładnie sądzimy o wielkości przedmiotu w małych odległościach, pochodzi to od wprawy, czyli od nałogu rozeznawania prawdziwéy wielkości. Dlatego człowiek stojący o czterdzieści kroków od nas, nie będzie się zdawał mniejszym: przeciwnie stojący człowiek na wieży takieyże wysokości, zdawać się nam będzie patrzącym na niego z dołu daleko mniejszym: to stąd pochodzić może, iż nieprzyzwyczajeni jesteśmy sądzić o wielkości przedmiotów w takim położeniu. Ponieważ ciała w większém odległości wydać się nam będą mniejsze, a w odległości mniejszém, większe; przeto trafić się może, iż ciało wielkie znacznie oddalone osądzimy, że jest mniejsze; że części jego równé nie będą się nam zdawały równemi: te które są odleglaysze, mniejszemi się wydadzą; a zaś bliższe, większemi: może się nawet zdarzyć, iż ze dwóch części jakiego przedmiotu oddalone-

go, mniejsza wydawać się będzie większą, a zaś większa, mniejszą, jeżeli pierwsza bliżéy jest oka naszego, a druga daléy. Co się tu mówi o przedmiotach, toż rozumieć trzeba o ich odległościach względem siebie. Jeżeli np. kilka par drzew AB, CD, EF, (Fig: 114) stoi w liniach równoodległych, iak pospolicie szpalery po ogrodach bywają sadzone; z tych najbliższe oka O, to jest EF najbardziej od siebie oddalone być sądzimy, mniej zaś oddalone zdają się być drzewa CD, a najmniej AB: bo kąt optyczny EOF jest największy, a zaś AOB najmniejszy. Dlatego, wchodząc do ogrodu wielkiego, zdaje się nam, iż ostatnie drzewa w szpalerach schodzą się: dlatego kanałów długich koniec przeciw nam będący zdaje się być węższy: dlatego w salach albo w ogrodach długich, gdy na jednym końcu stoimy, zdaje się nam, iż na drugim końcu podłoga jest podniesiona, a sufit na dół opuszczony.

§. 83. Pozorna figura przedmiotów.

Pozorna figura jakiego przedmiotu zależy od położenia jego punktów, które mogą przesłać promienie do oka naszego. Stąd wypada: toż, że linia prosta, wydawać się nam będzie punktem, jeżeli będzie prostopadłą do źrenicy oka, bo tylko ostatni punkt téy linii przesyła promienie do oka. arc. Płaszczyzna może się wydawać linią, jeżeli krawędź iéy przeciw oczom jest wystawiona. góie. Bryła wydawać się będzie płasczy-

zną, jeżeli jedną ze swoich płaszczyzn przed oczyma stawi.

Linia prosta lub krzywa, znaczney długości i bardzo od nas oddalona, zdawać się będzie łukiem koła, w którego środku my stoimy: bo nasz wzrok jest ograniczony, przeto wszystkie punkta téj linii zdają się nam być w jednakowey od oka odległości, to jest linia zdaje się nam być łukiem. Stąd pochodzi: *1. od.* że człowiek znajdujący się na rozległej płaszczyźnie zakończonéj nieregularnie, zdaje się zostawać we środku koła, i mniema, że przedmioty wszystkie chociaż nie jednakowo odległe od oka, zdają się być na obwodzie tego koła. *2. re.* Ograniczony wzrok nasz przyczyną jest także, iż niebo zdaje się być kulą wklęsłą, i wszystkie ciała niebieskie zdają się mieścić na téj obwodzie. *3. cie.* Wielkie miasta i lasy wydają się okrągłe, patrząc na nie zdaleka. *4. te.* Kula bardzo odległa, jako to słońce i księżyc, zdaje się być powierzchnią płaską i okrągłą. *5. te.* Wieża kwadratowa w znaczney odległości wydaje się okrągłą.

Wielokąt foremny powinien się wydawać foremnym, jeżeli w jego środku stoimy: bo takiego wielokąta wszystkie boki i kąty są równe: aże stoimy w jego środku, więc wszystkie boki i kąty są jednakowo odległe od oka: a zatem boki wielokąta wydawać się powinny równe i w iednymże położeniu. Jeżeli zaś nie stoimy we środku wielokąta, ale na przykład za wielokątem: natenczas jego boki nie są jednakowo odległe od oka: a zatem chociaż jego boki są równe; wi-

dziane jednak pod kątami nierównymi, zdawać się będą nierówne: dlatego wielokąt foremny zdawać się będzie podługowaty, koło podobne będzie do figury eliptyczney.

f. 84. Pozorna ciemność przedmiotów.

Przedmioty stojące przed oczyma naszymi, zdają się być tém ciemniejsze i niewyraźniejsze, im bardziéj od oka są oddalona: okazują się zaś w kolorach żywszych i wyraźniejszych, kiedy są bliższe. Dla wytłumaczenia tego skutku, trzeba uważać, że wyraźne widzenie i żywość kolorów, zależą od natężenia światła, i że za powiększeniem odległości przedmiotu, światło od niego rozchodzące się słabiej, tak dlatego że się rozchodzi, jako też dla środkującego powietrza, w którym wiele jego promieni ginie. Stądto pochodzi, iż przedmioty podwyższone, *np.* stojące na wierzchołku jakiey góry, wyraźniéj widzimy, bo powietrze tém jest rzadsze i wolniejsze od rozmaitych wyziewów, im jest odleglejsze od powierzchni ziemi.

Przedmioty wydające się ciemne i niewyraźne poczytuujemy za odleglejsze, aniżeli są w rzeczy saméj. To pochodzi stąd, iż przyzwyczajwszy się widzieć niewyraźnie przedmioty odległe; dlatego sądzimy, iż przedmioty ciemne i niewyraźne, są bardzo dalekie. Jeżeli przedmiot wiadoméj wielkości, *np.* drzewo, staie się ciemniejszym, sądzimy zaraz, że jest znacznie od nas oddalony: aże ten przedmiot nie odmienił swéj od-

ległości od oka, czyli nie zmniejszył się kąt optyczny, stąd mniemamy, że przedmiot powiększony został.

Stąd tłumaczyć można: *10d* dlaczego niebo zdaie się opierać na horyzoncie; albowiem światło ciał niebieskich, będąc tém słabsze, im są one bliższe horyzontu, dlatego wydaia się nam bydz tém odleglejsze, im mniéy są wyniesione nad horyzont: a tak średnica kuli niebieskiej prostopadła zdawać się będzie krótsza, a zaś średnica pozioma wyda się dłuższą; przeto wklęsłość nieba wydaie się oczom wsparta na horyzoncie. *arc.* Słońce większe się wydaie po wschodzie lub przy zachodzie, aniżeli w południe, kiedy jest wyniesione nad horyzont: bo słońce zaraz po wschodzie, lub przy zachodzie słabo świeci, w południe zaś natężonym blaskiem iasnieie, dlatego w pierwszym razie sádzimy, iż jest odleglejsze: że zaś odległości nie odmieniło, czyli będąc przy wschodzie lub zachodzie iednakowo jest nas odległe, iak i w południe: stąd mniemamy, że przy wschodzie lub zachodzie jest większe, aniżeli w południe. *3cie.* Przedmioty w nosy zdaia bydz większe i odleglejsze, aniżeli są w rzeczy saméy.

Przedmioty zdaia się bydz tém większe i odleglejsze, im większą widziemy liczbę środkuiących przedmiotów, i większą rozległość ziemi między okiem i temi przedmiotami. Albowiem ta wielka liczba środkuiących przedmiotów sprawuie w nas wyobrazenie wielkiéy odległości: a zatém mniemamy, że te przedmioty są większe. Stąd pochodzi: *10d.* że horyzont z niebem schodzić

się zdaia. *2re.* że, kiedy nie postrzegamy na iakiéy płaszczyźnie wzgórką wydatnego; przedmioty, które są za nim, zdaia się bydz bliższe nas, i dopiero postrzegamy, że są za wzgórkim, kiedy się do niego przybliżemy. *3cie.* że wieczorem przedmioty wyniesione nad ziemię, zdaia się bydz bardzo wielkie i oddalone; ponieważ w nocy nie możemy sádzić o ich odległości przez stosowanie się do ziemi; i dlatego mniemamy, że te przedmioty są na niéy, a zatém, że są bardzo wielkie i odległe.

§. 85. Pozorna liczba przedmiotów.

W błonice siatkowéy każdego oka maluie się obraz przedmiotu. Skąd wypada, że obrazy są zawsze podwoyne, chociaż nacyjęściéy przedmioty wydaia się nam bydz pojedyncze. To się zdarza wtenczas, gdy patrząc obiema oczyma na iaki przedmiot, promienie od nich idące, są równoodległe: bo wtedy żyłki oczów są iednakowo wyprężone, i odbieraią dwa iednakowe wrażenia od przedmiotu; więc dla podobieństwa tych dwóch wrażeń nie mogąc ich rozeznać, iedno tylko mamy uczucie, i ieden przedmiot widzimy. Jeżeli zaś patrzymy na przedmiot dwiema oczyma, które nierównoodległe promienie odsyłaia, wtedy nam przedmiot dwoistym się okaże. Bo natenczas oczy nasze od iednegoż przedmiotu dwa wrażenia nieiednakowe odbieraią, więc mając dwa uczucia, sádzimy, że jest przedmiot dwoisty. Stąd pochodzi, iż przedmiot bardzo blizki oczów

wydaie się dwofisty. Zwracając oczy w przeciwne strony, przedmioty zdawać się będą podwojne. Piianemu zawsze się dwoią przedmioty, równie jak uniesionemu gwałtowną iaką namiętnością.

§. 86. Pozorny ruch przedmiotów.

Nie zawsze jest przedmiot w tém miejscu, w którym go bydz̄ rozumiemy, i patrzący, częstokroć mniema, że jest w inném miejscu, a niżeli jest to, w którym w rzeczy saméy się znajduje.

Nie możemy sądzić dokładnie o prędkości bieżącego ciała, jeżeli *toż* nie wiemy iaką jest odległość między nami i tém ciałem. *are* jeżeli położenie drogi, którą ciało przebiega, jest względem nas ukośne. Daymy, że dwóch ludzi stoi nie w jednakowych od nas odległościach, jeden *np.* w miejscu I (Fig: 115), a drugi w miejscu L. Niech pierwszy człowiek przebywa drogę IK we dwóch sekundach, a drugi w tym samym czasie niech przebiega drogę LM; Oczywiście jest rzecz, iż człowiek z miejsca L większą prędkością biec powinien, aby w jedynymże czasie większą drogę przebył, niżeli człowiek z miejsca I bieżący: jednakże oku patrzącemu z punktu E zdawać się będzie, że tamci dwaj ludzie jednakową bieżną prędkością: to jest, gdy człowiek I postąpi do punktu *n*, człowiek L będzie na punkcie N, kiedy I dóydzie do *o*, człowiek L będzie na O, i t. d. zdawać się będzie oku, iż obadwa są zawsze naprzeciw siebie, a

zatem, że bieżną jednakową prędkością, jeżeli nie wiemy, iakie są odległości tych dwu ludzi bieżących, od oka naszego. Nie rozeznamy także prędkości bieżących dwóch ciał, jeżeli jednego położenie drogi przebieżonej względem nas jest ukośne, a drugiego równoodległe. Niech dwie osoby postępują jednakową prędkością z punktu I, jedna dąży do M, a druga do K; zdawać się nam będzie, iż te dwie osoby nierówną idą prędkością.

Nie widzimy ruchu ciała, jeżeli to postępując czyni kąt optyczny bardzo mały *np.* od 15 do 20 sekund. Y tak ciał niebieskich ruchu nie rozeznaliśmy, chociaż niektóre z nich przebiegają na jednę sekundę takie drogi, które w oczach naszych czynią kąt optyczny o 15 sekundach. Stąd pochodzi, że nie postrzegamy na zegarku ruchu indexu minutowego i godzinnego. Znowu zaś przedmiot bardzo prędko bieżący, staje się niewidzialny: bo nie mamy tyle czasu, abyśmy uważali każdy punkt drogi, którą przebiega.

Jeżeli ciało przebiega linią krzywą, i ós widzenia przypada na iéy płaszczyznę, natenczas nie rozeznaliśmy linii krzywéy. Niech świeca pałaca się będzie na obwodzie koła TVXR (Fig: 116) w punkcie T: niech ós widzenia IRV przypada na płaszczyznę tego koła. Daymy, że świeca obiega koło TVXR. Gdy z punktu T przebieży do V, zdawać się będzie oku w punkcie I będącemu, że świeca przebiegła z punktu T do C: gdy z punktu V przebieży do X, zdawać się będzie oku, że pobiegła z punktu C do X; gdy od

punktu X przebieży łuk XR, zdawać się będzie oku, że od punktu X do C powróciła i t. d. To stąd pochodzi, iż świeca w każdym punkcie swęj drogi będąc równie jasną; zdaie się bydź zawsze w jednakowęj odległości od oka. Dla téyto przy-czynny xiężyce Jowisza, chociaż w rzeczy samęj obracają się koło tego planety, zdaiają się odpra-wiać swóy bieg na przemiany z lewéj strony ku prawéj, i znowu z prawéj ku lewéj.

Jeżeli oko iest w ruchu, a przedmiot spoczy-wa, omamienia optyczne są takie same, iak kie-dy oko iest w spoczynku, a przedmiot w ruchu. Albowiem omylnóść widzenia pochodząca od ru-chu przedmiotu, pochodzi od ruchu obrazu, któ-ry się maluje na błoncy siatkowéj w oku: ruch zaś tego obrazu iedenże iest, czyli oko spoczy-wa, a przedmiot bieży, czyli też przedmiot spo-czywa, a oko odmienia swe położenie. Dlatego to człowiek płynący na statku nie czuie swęgo biegu, tylko się mu zdaie, że przedmioty nie-ruchome na brzegu rzeki usuwają się w przeciwną stronę. Dla teyże przyczyny wszystkie ciała niebieskie zdaiają się obiegać ziemię we dwudziestu czterech godzinach od wschodu na zachód.

R O Z-

R O Z D Z I A Ł II.

K A T O P T R Y K A.

§. 87. Robota zwierciadeł.

POWIERZCHNIA ciała iakiego tak wypolerowaną, iż regularnie światło odbiia, nazywa się zwierciadłem. Dwoiakie są zwierciadła, szklanne i me-talowe. Szklanne zwierciadła robią następiącym sposobem. Biorą dwie tafle grube, z tych iedną na drugięj położywszy, rzucają pomiędzy nie mokry piasek, naprzód gruby, a potém coraz mielszy. Tafle iedne po drugięj póty wożą, póki się gładkiemi nie pokażą: wygładziwszy piérwsze wierzchy, drugie podobnieź gładzą. Wierzchy tak wygładzone, mają iednak wiele rések, przez co są nieprzeźroczyfte; więc aby ie lepięj wygładzić, używają do tego, albo cyny przepa-lanęj, albo ziemi trypolitańskięj najmiejszëj; do blachy iakięj dobrze wypolerowanęj przykle-iają skórę na zamsz wyprawną, albo kuczabay, posypawszy ie proszkiem cyny przepalonenęj, lub ziemią trypolitańską, tafle szklanną póty po nięj wożą, póki ięj wierzch doskonale szklnić się nie bę-dzie: podobnieź gładzą drugi wierzch tafli szklan-nęj. Przez tafle z obudwu stron wypolerowaną patrząc, iezeli przedmioty tak rozeznają, iak bez nięj, biorą ją za doskonale wypolerowaną. Łą-

czą potem z nią żywe srebro w ten sposób: biorą blaszkę cienką cynową téj wielkości, co tafla: blaszkę kładą na papierze, leją na nią merkuryusz, który, mając wielką atrakcyą do cyny, zostanie na niéy; położywszy na blaszce cynowéy z merkuryuszem, taflę szklaną wypolerowaną, i przycisnąwszy ją proporcjonalnemi ciężarami, część merkuryusza z pod niéy wypłynie, a reszta do powierzchni szkła przylgnie.

Na zwierciadła metalowe robią kompozycyą z miedzi, cyny i arszeniku: proporcycą części w kompozycyą wchodzących taką zachowują: jeżeli miedzi będzie łótów 40, cyny dodają łótów 18, arszeniku 16. Arszenik dlatego mieszają, iż od niego miedź bieleje, bardziej się rozpuszcza, i z cyną doskonaley się łączy. Kompozycyą tę leją w formy, które, jeżeli są płaskie, zwierciadła metalowe także będą. Do ślufowania metalowych zwierciadeł używają piasku ostrego z kamienia zwanego *lapis smiridis*, ten piasek jest siwy, skłniący się. Polerują zwierciadła metalowe, tak, iak taflę szklaną.

Zwierciadła tak szklane, iak metalowe są różne, podług odmiany naczyń, w których szkło, lub kompozycya metalowa bywa ślufowana. Płaskie zwierciadła będą, jeżeli są lane i ślufowane tak, iakem dopiero powiedział. Z hut szkło paspolicie płaskie, to jest w taflach wychodzi, aby więc mieć zwierciadło szklane wklęsłe, albo wypukłe, trzeba kazać umyślnie robić szkło w kłesłe lub wypukłe, podobne do owych szkielek, których do zegarków używają. Takie szkło wy-

polerowane, dwoiako na merkuryuszu kładź można, raz wierzchem wypukłym, drugi raz wierzchem wklęsłym: w piérwszym razie będzie zwierciadło wklęsłe, w drugim wypukłe.

Aby mieć zwierciadło metalowe wklęsłe, lub wypukłe, potrzeba lać metal w formy, z których jednéy wierzch jest wypukły, drugiéy płaski: albo jednéy wierzch wklęsły, drugiéy płaski: albo nakoniec jednéy wierzch wypukły, drugiéy wklęsły. Złożywszy te wierzchy, jeżeli metal jest wlany pomiędzy piérwsze, zwierciadło będzie wklęsłe: gdy go wleją w formę drugą, zwierciadło będzie wypukłe: nakoniec wlawszy metal w formę trzecią, będzie zwierciadło z jedéy strony wklęsłe, z drugiéy wypukłe. Zwierciadła odlane w formach, są chropowate, zaczęm potrzeba je ślufować i polerować na talerzach miedzianych, albo mosiężnych, także figurę mających, iaką zwierciadło mieć powinno: więc aby zwierciadło było wklęsłe, trzeba je ślufować na talerzu wypukłym: aby było wypukłe, ma być ślufowane na talerzu wklęsłym. Talerzy do ślufowania używanych wierzch wypukły i wklęsły mają być doskonale okrągłe, czyli wypukłości ich, lub wklęsłości powinny być kul wycinkami. Jako kule różne mają średnice, tak też ich wycinki czyli talerze będą różnie wklęsłe, albo wypukłe: kul zaś mniejszych większa jest wypukłość, albo wklęsłość w proporcyci wypukłości, lub wklęsłości kul większych, przeto i zwierciadeł na wypuklejszych lub wklęslejszych talerzach ślufowanych, wklęsłość i wypukłość bę-

dą większe od owych, które są ślufowane na mnię wypukłych lub wklęsłych. Gdy więc zwierciadło ślufnią na talerzach, które są wycinkami kul, zwierciadła także będą tych kul wycinkami, i dlatego nazywają się sferyczne, czyli kolistę. Nazwisko to mają od kul, których są wycinkami: to jest jeżeli talerz, na którego wypukłości, lub wklęsłości zwierciadło ślufowane, jest wycinkiem kuli mającej średnicy stóp dwie, mówimy, iż zwierciadła wklęsłość lub wypukłość ma tyleż stóp.

Oprócz zwierciadeł wklęsłych i wypukłych, są jeszcze paraboliczne, eliptyczne, cylindrowe, koniczne, piramidalne. Parabolicznych i eliptycznych doskonałych mieć nie możemy; bo same talerze podczas ślufowania także się ślufują, przeto figura *paraboli* i *elipsy* ustawicznie się odmienia. Dla téj przyczyny dwa ostatnie zwierciadła w formach, czyli modelach pospolicie pokazują. Cylindrowe zwierciadła leżą w rurach, takie zwierciadła wduż są proste, w szérz zaś wypukłe, jak zwyczajnie wątki bywają. Koniczne są podobne do głowy cukru, ich boki zbiegają się w jeden punkt zwany wierzchołkiem: piramidalne mają pospolicie boków cztery, które się także w jednym punkcie schodzą.

Z doświadczenia mamy, że szkło naydoskonalej wypolerowane nie przepuszcza wszystkich promieni, ale część onychże odbija: o czem każdy przekona się, tafelkę szklaną nayprzezroczystszą ku słońcu wykręcając, a obaczy światło od wierzchu odchodzące: przeto zwierciadła szklan-

ne na dwa miejsca promienie odbijają, to jest wierzch górny na jedno, spodni na drugie: zazczém w doświadczeniach światła używamy zwierciadeł metalowych, bo jednym tylko wierzchem promienie odbijając, jeden obraz czynią, i własności światła iaśniey pokazują.

§. 88. Kąt wpadania równy kątowy odbicia.

Wyłożywszy różne zwierciadeł gatunki, obaczmy, jakim odmianom promienie od nich odbite podpadają. Promień przychodzący do zwierciadła nazywam wpadający, odchodzący od zwierciadła zowie odbity. Y tak promień PD (Fig. 117) jest wpadający, OD odbity. Sama figura pokazuje, że promienie wpadający i odbity, to jest PD i OD, czynią ze zwierciadłem AB kąty ADP, BDO, z których piérwszy zrobiony od promienia wpadającego, zowie się kątem wpadania, drugi BDO zowie się kątem odbicia.

Powiedzieliśmy wyżej, że promienie idąc od ciał świecących, rozchodzą się: każde zaś ciało świecące ma wielkość, więc z różnych jego punktów promienie wychodząc, rozchodzą się: przeto niektóre promienie idąc z pewnego punktu, przybliżają się do promieni idących z punktu innego. Naprzykład niech będzie świeca S (Fig. 118) promienie z punktów *a*, *b*, wychodzące, idą rozchodząc się: zaczém promień *ac* przybliża się do *b ∂* , i nawzajem promień *b ∂* przybliża się do *ac*. Mamy więc promienie rozchodzące się *ac* lub *b ∂* : mamy promienie schodzące się *ac*,

bc, a powiedzieliśmy w Optyce, że promienie od ciał świecących dalekich, można brać za równoodległe; przeto ten trojaki gatunek promieni, jakim odmianom podpada odbijając się od zwierciadeł płaskich, wypukłych, wklęsłych, cylindrowych, konicznych, piramidalnych, w krótkości wyłożemy.

Do izby ciemnej wpuszczony promień słoneczny SZ (Fig: 119) niech padnie prostopadle na zwierciadło płaskie w punkcie Z; odbiśnie się także od zwierciadła prostopadle, i dziurą S nad wyjdzie. Jeżeli zaś promień SZ (Fig: 120) padnie na zwierciadło z ukosa w punkcie Z, odbiśnie się od niego kierunkiem ZM tak, że kąt wpadania SZO równy będzie kątowi obicia CZM: Równości pomienionych kątów doświadczamy następującym sposobem. Stoliczek okrągły obracający się na sznurku we środku jego będącym, stawiamy prostopadle do podłogi, to jest tak, jak figura 121 pokazuje. Obwód stolika dzielimy na cztery części równe, to jest A, B, C, D. Każdą część AB, AD, DC, BC dzielimy na 90 stopni: pierwsze stopnie kładziemy przy D, B, ostatnie przy A, C. We środku stolika stawiamy tak zwierciadło, aby jego wierzch, z wierzchem stolika czynił kąt prosty. Naprzeciw promienia do izby ciemnej wpadającego, wykręcamy stolik, aby zwierciadło do promienia było ukośne. Uważamy *rod* pilnie, jaki kąt promień SZ wpadający czyni ze zwierciadłem: uważamy *are*, jaki kąt promień odbity czyni z témże zwierciadłem: obadwa kąty równe znaj-

duie-

dujemy, to jest widzimy, że gdy kąt SZD wpadania miał dziesięć stopni; kąt także odbicia OZB tyleż miał stopni. Wykręcamy dalej zwierciadło ze stolikiem, aby kąt wpadania, albo się zmniejszył, albo powiększył; to czyniąc postrzegamy, że kąt odbicia równie się powiększa, albo maleje. Zaczętem wnosimy, że promień słoneczny od zwierciadła tak się odbiśnie, iż czyni kąt odbicia równy kątowi wpadania. Ta prawda, iako na niezawodnym doświadczeniu gruntująca się, jest zasadą wszystkich prawd, które w Katoptryce wyłożemy.

f. 89. Zwierciadła płaskie nie odmieniają kierunku promieni.

Zamiast jednego promienia, o którym mówiliśmy, gdyby ich więcej wchodziło przez kilka dziur w okiennicy do izby ciemnej, te jeżeli idą równoodległe do zwierciadła, odbiśnie się od niego takimże samym kierunkiem. Niech dwa promienie równoodległe AB, FG (Fig: 122) padają na zwierciadło CN w punktach B, G, odbiśnie się kierunkami BK, GM, które są równoodległe. Bo promienie wpadające AB, FG, są równoodległe, więc kąty jednostronne ABC, FGC są równe. Aże kąt wpadania ABC, równy kątowi odbicia KBN, podobnie FGC równy kątowi odbicia MGN: i znowu kąty wpadania ABC, FGC, są sobie równe; więc téż równe będą kąty odbicia KBN, MGN: aże te kąty mają położenie kątów jednostronnych, więc promienie odbite BK, GM, są od siebie równoodległe.

TOM II.

O

Na płaskie zwierciadło niech padną promienie schodzące się; te odbite, w takięj odległości zniydą się, w jakięby się zeszyły, gdyby nie były od zwierciadła odbite. Doświadczenie téy prawdy następujące. Skło palące, które tak daleko zgromadza promienie, iak jest średnica stolika ABCD (Fig: 121), ustawić na jego obwodzie. Niech ten obwód stolika wystawia figura 123. Skło palące trzymając naprzeciw światła, to zgromadzi jego promienie w punkcie P. Uważamy tylko dwa promienie aP, bP. Postawmy teraz przeciw tym promieniom schodzącym się zwierciadło nm; od tego odbite promienie zniydą się w punkcie p. Lecz wiadomo z Geometrii, iż $aP = an + np$, i znowu $bP = bm + mp$; a zatem gdy na płaskie zwierciadło padają promienie schodzące się, te odbite, zniydą się w takięj odległości, w jakięby się zeszyły, gdyby nie odbiiały się od zwierciadła. Oczywista zaś jest rzecz, że promienie an, bm powinny się zéyść w punkcie p. Kąt albowiem Amb równy jest kątowi Cmp wierzchołkiem przeciwległemu, i kątowi odbicia Cmp; podobnież kąt anA równy kątowi CnP i kątowi Cnp; a zatem $nP = np$, i znowu $mP = mp$.

Nakoniec jeżeli na pomienione zwierciadło padną promienie rozchodzące się, te po odbiciu w równych odległościach, równie daleko się rozeydą. Y tak zamiast skła wypukłego ustawiwszy wklęśte na obwodzie stolika (Fig: 123) w punkcie p. trzeba wymierzyć, iak daleko na obwodzie stolika są od siebie oddalone, prze-

szedłszy przez skło, to jest trzeba zmierzyć linię pw, ps; wstawiwszy potém zwierciadło płaskie mn, gdy się od niego odbiia w punktach a, b, tyle będą od siebie oddalone, ile przed odbiciem.

Z tych doświadczeń wnosić należy, że zwierciadła płaskie kierunku promieni nie odmienią; dla téy przyczyny widzimy się w takich zwierciadłach w naturalnéj wielkości.

§. 90. W jakięj odległości wydaie się przedmiot za zwierciadłem płaskiém.

Wyobrażenie przedmiotu tak daleko za zwierciadłem płaskiém wydaie się, iak daleko jest przedniem. Niech będzie punkt S (Fig: 124) świecący, AB powierzchnia zwierciadła płaskiego. Z punktu S spuśmy prostopadłą SA do zwierciadła, i przedłuźmy ją do punktu L, gdzie zeszyłyby się promienie odbite od zwierciadła; trzeba dowieść, że $AS = AL$. Ponieważ kąt wpadania SmA równy jest kątowi odbicia OmB, a zaś kąt OmB równy kątowi wierzchołkiem przeciwległemu AmL; więc kąt SmA = AmL. Dwa trójkąty AmS, AmL, mają bok Am spólny, kąty przy A proste, kąt AmS w jednym trójkącie równy kątowi AmL w drugim, więc mogą przytłać do siebie, a zatem $AS = AL$, to jest, iaka odległość jest punktu przed zwierciadłem, takąż wydaie się dla oka O za zwierciadłem. Stąd wypada: *rod.* że w zwierciadłach płaskich obraz wydaie się za zwierciadłem w takięj odległości, w jakięj jest

przed zwierciadłem. *arc.* Obraz powinien być równy i podobny przedmiotowi. Bo jeżeli zwierciadło płaskie jest CD (Fig: 125), tedy przedmiot hi przed zwierciadłem, i obraz jego ab za zwierciadłem zawsze się znajdują między dwoma równoodległymi ha , ib , a zatem obraz przedmiotu ab , zawsze jest równy i podobny przedmiotowi hi . *3cie.* W zwierciadle horyzontalne położenie mającym, przedmioty prostopadłe powinny się oku zdawać przewrócone. Albowiem w zwierciadle płaskim obraz przedmiotu za zwierciadłem w takiéj jest odległości, w jakiéj przed zwierciadłem jest przedmiot; i obraz równy i podobny przedmiotowi; a zatem części przedmiotu najbliższe zwierciadła, powinny się wyobrazić najbliżéj za zwierciadłem; a zatem przedmiot prostopadły, powinien się wydawać przewrócony w zwierciadle horyzontalnie położoném. Dłatego drzewa nad wodą stojące, która także jest zwierciadłem, zdają się być przewrócone.

Jeżeli zwierciadło płaskie CD (Fig: 126) nachylone jest do linii horyzontalnéj BD pod kątem 45 stopni; natenczas przedmiot prostopadły AB wydawać się będzie oku będącemu w punkcie Q , horyzontalnym; to jest w położeniu ab . Jeżeli zaś oko będzie w punkcie O , zwierciadła CD nachylenie takie, jak piérwéj, przedmiotu; zaś ab położenie horyzontalne; natenczas przedmiot zdawać się będzie oku w położeniu prostopadłym, jak jest AB .

Jeżeli przedmiot ab (Fig: 125) stoi równo odległe od zwierciadła CD , i w téj saméj od-

nego odległości, co i oko O ; natenczas część zwierciadła, która odbija promienie, jest połową długości przedmiotu ab . Od punktu a wpada promień na zwierciadło kierunkiem am , od punktu b wpada kierunkiem bn , obadwa te promienie odbijają się, czyniąc kąty równe kątom wpadania, ieden kierunkiem mo , drugi no , oko w punkcie O będące, widzi punkt a za zwierciadłem w punkcie h , a punkt b w punkcie i . Część zatem zwierciadła odbijająca promienie jest mn , która powinna być połową długości przedmiotu ab . Dwa trójkąty hOi , mOn , są podobne, a zatem $mO : hO = mn : hi$; aże mo jest połową hO , więc mn jest połową hi czyli ab . A zatem aby widzieć można cały przedmiot w zwierciadle, trzeba żeby długość i szerokość zwierciadła były połową długości i szerokości przedmiotu. Stąd mając długość i szerokość przedmiotu, można wyznaczyć jak zwierciadło powinno być długie i szerokie, aby w niem cały przedmiot był widziany. Ponieważ tedy długość i szerokość części zwierciadła odbijającej promienie, tak się ma do długości i szerokości przedmiotu, jak $1 : 2$; więc powierzchnia zwierciadła odbijająca promienie, tak się ma do powierzchni przedmiotu, jak $1 : 4$. A zatem jeżeli w pewney odległości od zwierciadła, widzimy w niem cały przedmiot; widzieć go będziemy zawsze cały, czy się przybliżemy do zwierciadła, czyli się od niego oddalimy, byle tylko przedmiot przybliżał się i oddalał w tym samym czasie, i był zawsze w takiéj odległości od zwierciadła, w jakiej jest o-

ko. Ale jeżeli sami oddalamy się od zwierciadła, a przedmiot w tém samym miejscu zostaje, jak pierwey; natenczas powierzchnia zwierciadła odbijająca promienie, powinna być więcej, a niżeli czwartą częścią powierzchni przedmiotu: więc jeżeli powierzchnia zwierciadła jest czwartą częścią powierzchni przedmiotu, w tym razie całego przedmiotu nie obaczymy. Przeciwnie jeżeli przybliżamy się do zwierciadła, a przedmiot w tém samym miejscu zostaje, jak pierwey; natenczas część zwierciadła odbijająca promienie, będzie mniej, jak czwartą częścią powierzchni przedmiotu, a zatém cały w nióm przedmiot obaczymy.

Krótko mówiąc, aby można łatwo tłumaczyć wiele skutków, pochodzących z widzenia przedmiotów w zwierciadle płaskim, trzeba się iedynie trzymać następującego pravidła: *Obraz przedmiotu widzianego w zwierciadle płaskim, jest zawsze na prostopadłej poprowadzoney od przedmiotu do zwierciadła i przedłużoney za zwierciadło, i ten obraz w takięj odległości pokazuje się za zwierciadłem na téy prostopadłej, w jakięj jest przed zwierciadłem.* Za pomocą tego pravidła, i pierwszych początków Geometrii, można rozwiązywać bardzo wiele zagadnień.

Jeżeli zwierciadło płaskie obraca się koło iakiey linii; ruch kątowy promienia odbitego, dwa razy jest większy od ruchu kąowego zwierciadła. Niech naprzód zwierciadło ma położenie linii AB (Fig: 127), promień wpadający niech będzie OE, promień odbity EF. Ponieważ kąt

wpadania równy jest kątowi odbicia; więc jeżeli AEO czyni stopni dwadzieścia, będzie FEB czynił także dwadzieścia stopni. Dajmy, że zwierciadło wzięwszy położenie linii CD, zbliżyło się do promienia wpadającego OE na dziesięć stopni; natenczas oddali się od promienia odbitego EF na dziesięć stopni; więc w tym razie zwierciadło CD od promienia wpadającego OE oddalone jest na dziesięć stopni, a od promienia odbitego EF na trzydzięci stopni: więc aby kąt odbicia był równy kątowi wpadania, powinien promień odbity zbliżyć się do zwierciadła na 20 stopni: to jest, gdy zwierciadło wzięwszy, położenie CD czyni z pierwszym swoim położeniem AB kąt AEC stopni dziesięć, promień odbity EG powinien czynić z pierwszym swoim położeniem EF kąt FEG dwadzieścia stopni: czyli ruch kątowy promienia odbitego, to jest kąt FEG, dwa razy jest większy od ruchu kąowego zwierciadła, to jest od kąta AEC. A zatém jeżeli zwierciadło obrotem swoim przebiega czwartą część koła, promień od niego odbity przebieży półkoła. Stąd wypada: *rod że ruszając zwierciadłem płaskim zwolna, światło od niego odbijające się bardzo szybko z jednego miejsca na drugie przebiega.* *are.* Obraz słońca odbity od wody prawie spokojney, widzimy w wielkim ruchu, zwłaszcza kiedy w znaczney odległości od punktu wpadania promieni zostajemy.

Zwierciadło szklane okazuje dwa obrazy iednegoż przedmiotu, ieden bliższy i ciemniejszy, drugi dalszy i żywszy. To pochodzi stąd, iż nie

wszystkie promienie przechodzą przez szkło i odbijają się od merkuryszu: część ich mniejsza odbija się od powierzchni szkła, część zaś większa odbija się od merkuryszu, dlatego dwójsty przedmiotu obraz pokazują.

§. 91. Skutki zwierciadeł kolisto wypukłych.

Promienie równoodległe, schodzące się i rozchodzące odbiwszy się od zwierciadeł wypukłych, rozchodzą się. Jakoż na miejsce zwierciadła płaskiego trzymając wypukłe naprzeciw otworu okiennicy, przez który trojaki gatunek promieni przechodzi, postrzeżemy, iż po odbiciu, w równych, jak przedtém odległościach, większe miejsce zastąpią; więc się porozchodziły.

Można uważać powierzchnią kulistą zwierciadła, jak gdyby była złożona z nieskończenie małych powierzchni płaskich, i że płaszczyzna dotykająca się kuli, wystawia przedłużenie jednej z tych powierzchni nieskończenie małych. Ścisłość wprawdzie matematyczna nie przyjmuje takiego przypuszczenia, jednakże dla łatwiejszego tłumaczenia skutków zwierciadeł wypukłych lub wklęsłych, w takim sposobie one wystawiamy.

Niech będzie zwierciadło kolisto wypukłe $n k x p$ (Fig: 128) promienia nań padają równoodległe ax , ek . Dajmy, że promień ax przedłużony przechodzi przez środek kuli c , który wycinkiem jest zwierciadło $n k x p$. Podzielmy promień kuli xc na dwie części równe xf , fc . Poprowadźmy przez punkta c , k linią prostą ckl ,

ta jest prostopadłą do styczney poprowadzonéy przez punkt k . Poprowadźmy przez punkta f , k , linią prostą $fk m$; trzeba pokazać, że linia km oznacza kierunek promienia odbitego.

Łuk kx biorąc za nieskończenie mały, będzie linia kf równa fx , a zatem kf równa także fc , więc w trójkącie kfc , kąt $fk c = fck$. Aże kąt $lke = kcf$, bo są jednostronne; a zaś kąt $mk l = fkc$, bo są wierzchołkami przeciwległe; więc kąt $lke = lkm$, aże kąt lke jest dopełnieniem kąta wpadania do 90 stopni, więc kąt lkm jest dopełnieniem kąta odbicia do 90 stopni, a zatem promień odbity poydzie kierunkiem linii km . Znajduie się więc kierunek promienia odbitego, prowadząc od środka promienia kuli linią prostą przez punkt, w który uderza promień wpadający. Promień ax ponieważ prostopadle uderza na powierzchnią kuli, więc się odbije tymże samym kierunkiem ax . Punkt f , do którego zeszyłyby się promienie przedłużone mk , ax , zowie się mniemaném ogniskiem.

Gdy tedy promienie równoodległe padając na powierzchnią zwierciadła kolisto wypukłego, rozchodzą się; więc promienie rozchodzące się padając na toż zwierciadło, ieszcze się bardziéy rozeydą po odbiciu. Niech promienie rozchodzące się eb , ed , (Fig: 129) padają na zwierciadło $b\partial s$, promień eb niech będzie prostopadły do zwierciadła, więc się odbije tym samym kierunkiem eb , promień zaś ed będąc ukośny, trzeba wyznaczyć, jakim odbije się kierunkiem. Podzielmy promień kuli cb na dwa odcinki cf , fb ,

aby te tak się miały do siebie, jak się ma ce do eb , to jest zrobmy $ce : eb = cf : fb$. Przez c , i ∂ ; poprowadźmy linią prostą $c\partial r$, linią $r\partial$ jest prostopadłą do powierzchni zwierciadła, bo przechodzi przez środek kuli c . Przez f , i ∂ poprowadźmy linią prostą $f\partial n$, i poprowadźmy linią er , równoodległą od $f\partial n$. Wystawmy sobie, że łuk $b\partial$, jest nieskończenie mały; będzie tedy $bf = f\partial$, $eb = e\partial$. Aże mamy z założenia, że $ce : eb = cf : fb$; więc za bf położywszy $f\partial$, a za eb położywszy $e\partial$, będzie $ce : e\partial = cf : f\partial$. Dwa trójkąty $cf\partial$, cer , są podobne; a zatem $cf : f\partial = ce : er$. Porównawszy tę proporcją, z poprzedzającą; będzie $ce : e\partial = ce : er$. A zatem $e\partial = er$, więc kąt $er\partial = e\partial r$, więc kąt $e\partial r = f\partial c$, aże kąt $f\partial c = r\partial n$; więc kąt $e\partial r = r\partial n$. Lecz kąt $e\partial r$ jest dopełnieniem kąta wpadania do 90 stopni; więc kąt $r\partial n$ jest dopełnieniem kąta odbicia do 90 stopni: a zatem linią ∂n jest kierunkiem promienia odbitego. Promienie odbite be , ∂n , myślą przedłużwszy za zwierciadło zeszyłyby się w punkcie f , punkt ten jest mniemanem ich ogniskiem.

Obaczmy teraz jakim odmianom podpadają schodzące się promienie. Niech stoi przedmiot de (Fig: 130) naprzeciw zwierciadła ab kolisto wypukłego. Ze dwóch ostrokągowych świetnych wychodzących od końców przedmiotu, promienie ∂p , ep zeszyłyby się w punkcie p , lecz odbiwszy się od zwierciadła zeydą się w punkcie n , w większej odległości przed zwierciadłem, aniżeliby się zeszyły za zwierciadłem: dwa znowu promie-

nie ∂k , el zeszyłyby się w punkcie m , lecz po odbiciu poydą kierunkiem linii równoodległych: dwa nakoniec promienie ∂h , ei , któreby się zbiegły w punkcie c , to jest we środku wypukłości zwierciadła, odbiją się temiż drogami, któremi wpadły, dlatego że wpadły prostopadle, więc po odbiciu rozeydą się: i wszelkie inne promienie padające za temi ostatnimi, ieszcze się bardziej po odbiciu rozchodzić będą.

W zwierciadłach kolisto wypukłych, podobnie jak w zwierciadłach płaskich obraz przedmiotu pokazuje się za nim; lecz ten obraz, i od jest mniejszy od przedmiotu. Niech bowiem przedmiot CD (Fig: 131), będzie naprzeciw zwierciadła kolistego ab : promienie od końców tego przedmiotu idące Ce , $D\partial$, gdyby nie było zwierciadła, zeszyłyby się w punkcie f , i oko tam będące widziało by ten przedmiot pod kątem optycznym CfD , lecz odbiwszy się te promienie od zwierciadła zbiegają się w punkcie i , więc oko tam będące widzi ten przedmiot za zwierciadłem w położeniu gh ; że zaś kąt optyczny $ei\partial$ mniejszy jest od kąta CfD , dlatego oko widzi przedmiot mniejszy. *2re.* Obraz przedmiotu zdaie się być bliższy za zwierciadłem, aniżeli jest przed nim. Niech będzie G (Fig: 132) punkt świecący iakiego przedmiotu, z którego wychodzące promienie padają na zwierciadło: te promienie ponieważ rozchodząc się, padają na zwierciadło; więc po odbiciu bardziej się ieszcze rozeydą; a zatem odległość ich mniemana od zwierciadła, od zwierciadła, mniejsza jest,

aniżeli odległość przedmiotu, czyli obraz przedmiotu g bliżej wydaie się za zwierciadłem dla oka o , aniżeli jest przed zwierciadłem.

Przedmiot prosty stojący naprzeciw zwierciadła wypukłego, równoodległe lub pochyło, wydawać się będzie w zwierciadle w położeniu krzywem: bo różne punkta tego przedmiotu nie w jednakowey są odległości od powierzchni zwierciadła; punkt naprzykład o (Fig: 130) ze wszystkich jest najbliższy powierzchni zwierciadła, punkta zaś d , e , są od niego najodleglejsze, powinny zatem wydać się za zwierciadłem w proporcjonalney od niego odległości, jak są przed zwierciadłem, dlatego postać przedmiotu krzywa się okaże.

§. 92. Skutki zwierciadeł kolisto wklęsłych.

Niech będzie zwierciadło wklęsłe $z b d h$ (Figura 133), niech padaią nań dwa promienie równoodległe cb , ed , z nich promień cb jest prostopadły do powierzchni zwierciadła, jeżeli te promienie są bardzo mało od siebie oddalone; więc po odbiciu, zgromadzą się w punkcie f , który jest we środku promienia kuli cb . Promień cb prostopadły odbije się kierunkiem tym samym bc . Od środka kuli c poprowadźmy prostopadłą $c d$, kąt $e d c$ jest dopełnieniem kąta wpadania do 90 stopni; trzeba pokazać, że kąt $c d f$ jest dopełnieniem kąta odbicia do 90 stopni, czyli, że linija $d f$ jest kierunkiem promienia odbitego. Ponieważ łuk $b d$ wzięliśmy za nieskończenie mały,

więc liniie fb , $f d$, fc , są sobie równe, a zatem w trójkącie $f c d$ kąt $f c d = f d c$. Aże kąt $f c d = e d c$, bo są naprzemianległe; więc kąt $f c d = e d c$, a zatem linija $d f$, jest kierunkiem promienia odbitego.

Gdyby zaś promienie równoodległe AF , CD (Figura 134) bardziej były od siebie oddalone, tedy po odbiciu zeydą się przed zwierciadłem w mniejszey od niego odległości, iak połowa promienia kuli. Promień AF prostopadły, odbije się tym samym kierunkiem FA . Od środka kuli S poprowadziwszy prostopadłą SD do styczney NM w punkcie D , jest kąt wpadania $CDM =$ kątowi odbicia NDP , i kąty a , o dopełniające kąty wpadania i odbicia do dwóch kątów prostych, są także równe: aże kąt $o = b$, bo są naprzemianległe, więc kąt $a = b$, a zatem $DP = PS$. Lecz $PS + PD$ jest większe od SD , więc także większe od SF , bo $SF = SD$, więc linija PS większa jest, aniżeli połowa promienia FS , czyli PF jest mniejsza od połowy promienia, to jest punkt zebrania się promieni P jest w mniejszey odległości od zwierciadła, iak połowa jego promienia. Dlatego promienie różnie odległe od promienia kuli FS , zgromadziwszy się, zrobią małe kółko świetne, które się nazywa ogniskiem. Uważamy teraz, iak daleko będzie ognisko innych gatunków promieni. Od zwierciadła wklęsłego mo (Fig: 135) promienie ab , de , jeżeli są blisko siebie, zniydą się w punkcie F , to jest w odległości od zwierciadła równey połowie promienia kuli, której zwierciadło jest wy-

cinikiem; punkt F zowią ogniskiem promieni równoodległych. Promienie schodzące się fg , hi , po odbiciu zniydą się w punkcie K , to jest w mniejszej odległości przed zwierciadłem, aniżeli promienie równoodległe, i prędy się zniydą, aniżeli by się zeszyły, gdyby się nie odbiły od zwierciadła. Promienie rozchodzące się Rm , Ro , idąc z punktu odleglejszego od zwierciadła, iak jest ognisko promieni równoodległych, po odbiciu zeydą się w punkcie P za ogniskiem promieni równoodległych. Lecz gdyby punkt rozchodzenia się promieni był K bliżey zwierciadła, aniżeli jest ognisko promieni równoodległych, natenczas rozeszłyby się po odbiciu, iedenby się odbił kierunkiem gf , a drugi ih . Stąd wypada: *toż* że ognisko promieni równoodległych bardzo mało od siebie oddalonych, jest w odległości od zwierciadła równey połowie promienia kuli, której zwierciadło jest wycinkiem. *are.* Ognisko promieni schodzących się jest bliżey zwierciadła, aniżeli promieni równoodległych. *zcie.* Ognisko promieni rozchodzących się z punktu dalszego od zwierciadła jest w większey od niego odległości. *4te.* Promienie rozchodzące się od punktu bliższego od zwierciadła, aniżeli jest ognisko promieni równoodległych, po odbiciu rozchodzić się będą.

Zwierciadła płaskie, iako też i kolisto wypukłe wyftawiają obraz przedmiotu za sobą, iakośmy okazali (§. 89, 90). Lecz zwierciadła kolisto wklęsłe, wtenczas tylko ten skutek pokazują, kiedy przedmiot znajduje się między ogniskiem

promieni równoodległych i zwierciadłem, i w takim razie obraz jest większy od przedmiotu. Niech przedmiot AB (Fig: 136), stoi przed zwierciadłem wklęsłym EF i bliżey niego, iak jest ognisko promieni równoodległych. Dwa promienie Ae , Bf , idące od dwóch końców przedmiotu, zeszyłyby się w punkcie ∂ , gdyby nie było zwierciadła, i oko w tym punkcie ∂ położone, widziałyby przedmiot AB pod kątem optycznym ADB , odbite zaś od zwierciadła zeydą się w punkcie D bliżey zwierciadła, aniżeli by się zeszyły za zwierciadłem; więc oko położone w punkcie D , widzi obraz przedmiotu ab , pod kątem optycznym aDb , większym od kąta $A\partial B$, a zatem obraz ab wydaje się większy od przedmiotu AB .

Nadto obraz w większey odległości wydaje się za zwierciadłem, aniżeli jest przedmiot przed zwierciadłem. Niech punkt świecący iakiegokolwiek przedmiotu A (Fig: 137), będzie bliżey zwierciadła, aniżeli ognisko F promieni równoodległych. Od punktu A promienie rozchodzące, odbiwszy się od zwierciadła wpadają w oko: od niego przedłużone zbierają się w punkcie a , dalszym od zwierciadła, aniżeli punkt A .

Ale jeśli przedmiot jest daléy od zwierciadła, iak ognisko F promieni równoodległych, naprzykład w punkcie e ; natenczas promienie eb , ed odbiwszy się od zwierciadła zniydą się w punkcie E , i oko położone w punkcie o , widzieć będzie punkt e w punkcie E , to jest obaczy przedmiotu obraz przed zwierciadłem. Przyczyna tego jest, iż punkt przedmiotu świecącego, wtenczas wi-

dziemy, kiedy od niego promienie rozchodzące się wpadają w oko, iak okazaliśmy w optyce (§. 75); tu więc promienie od przedmiotu c idące, odbiwszy się od zwierciadła zbierają się znowu w punkcie E formując obraz przedmiotu, i od tego punktu rozchodząc się ostrokągiem świetnym Eo , wpadają w oko, przeto obraz przedmiotu c , będzie widziało oko w punkcie E .

Obraz przedmiotu wydającego się przed zwierciadłem, okaże się w przewróconey postawie: taki jest obraz ba przedmiotu AB (Fig: 138). Przyczyna tego jest następująca: Od końców przedmiotu A, B , idą promienie składające ostrokągi świetne BG, AE , te odbiwszy się od zwierciadła krzyżują się między przedmiotem i zwierciadłem, dlatego obraz przedmiotu ba widzi oko w przewróconey postawie.

Ponieważ promienie równoodległe ab, de (Figura 135), padające na zwierciadło wklęsłe mo , po odbiciu zbierają się w punkcie F , stąd wypada, że promienie rozchodzące się z punktu F , po odbiciu od zwierciadła poszłyby kierunkami równoodległymi ba, ed .

Stąd łatwy jest sposób odbicia natężonego światła do znaczney odległości. Zostawiwszy na przykład ciało palące się w ognisku zwierciadła wklęsłego; promienie światła odbiwszy się od niego, uformują długi walec świetny: naprzeciw któremu postawiwszy inne zwierciadło wklęsłe, promienie światła zbiorą się w ognisku. Albo ustawic dwa zwierciadła wklęsłe jedno naprzeciw drugiemu równoodległe, w ognisku iego trzymać

mać duży węgiel rozżarzony, który aby większe jeszcze światło wydawał, trzeba go mieszkciem poddymać: w ogniku zaś drugiego zwierciadła trzymać siarniczek. Promienie idące od węgla i odbite od pierwszego zwierciadła, odbiją się jeszcze od drugiego, i zebrawszy się w jego ognisku zapalą siarniczek: mogą zaś bydź zwierciadła na dwadzieścia pięć, lub trzydzieści stóp od siebie oddalone.

Jeżeli przedmiot stoi w odległości od zwierciadła wklęsłego równey promieniowi kuli, której częścią jest wklęsłość zwierciadła, wszystkie promienie na zwierciadło padające odbiją się temi samymi kierunkami, któremi wpadły: ponieważ wpadają pod kątem prostym, więc się pod takim odbiją. Y tak oko w tém położeniu naprzeciw zwierciadła wklęsłego, nic w niem więcej nie obaczy prócz samego siebie, ale bardzo nie wyraźnie i po całej rozciągłości zwierciadła.

§. 93. Skutki zwierciadeł cylindrowych i t. d.

Zwierciadła cylindrowe samę tylko szerokość twarzy, albo iakiego innego przedmiotu zmniejszają. Takie bowiem zwierciadła uważane w dłuż są płaskie; uważane zaś co do szerokości są wypukłe. Powiedzieliśmy (§. 89), że zwierciadła płaskie kierunku promieni nie odmieniają, więc cylindrowe długości twarzy nie odmienia; przeciwnie wypukłe zwierciadła obraz twarzy zmniejszają (§. 90), a zatém zwierciadła cylindrowe w szerokości przedmiotu odmianę uczynią: Malu-

ią więc tak obrazy przedmiotów, aby w zwierciadłach cylindrowych wydawały się w naturalny postawie, to jest długość dają im naturalną, a szerokość bardzo wielką.

Zwierciadła koniczne obrazy ciał na wierzchołku swym wystawiają: na te bowiem padając promienie, odbijają się do ich wierzchołka. Niech na zwierciadło ABC (Fig: 139) padną promienie, na ówczas kąt wpadania BED będąc równy kątowi odbicia OEA, promień DE pójdzie do O: toż rozumieć trzeba o innych promieniach wziętych do koła. Przeto jeżeli oko znajdzie się na punkcie O, tam obraz twarzy widzieć będzie. Zwierciadła piramidalne w takimże miejscu obrazy przedmiotów malują: bo od ich ścian ku sobie pochylonych promienie do góry się odbijają.

Z tego com dotąd powiedział o różnych gatunkach zwierciadeł, każdy wnieść powinien, iż doskonałe zwierciadło płaskie jest to, które twarzy, ani powiększa, ani zmniejsza; jeżeli zaś większą lub mniejszą twarz okazuje, będzie wklęsłe, wypukłe, albo też niezupełnie płaskie.

R O Z D Z I A Ł III.

D Y O P T R Y K A.

§. 94. Łamanie się światła.

POWIEDZIELIŚMY (§. 79), że między światłem i wszelkimi ciałami w naturze zachodzi spójnia, czyli atrakcyja większa, lub mniejsza, a szczególniej wydaie się w promieniach słonecznych w bliskości ich przechodzących. Ta atrakcyja zależy od tychże prawideł, którym pierwotne cząstki wszystkich ciał podlegają. Największa jest w dotknięciu, i zmniejsza się w miarę oddalenia się od ciał, tak, iż w znaczney odległości ustaje. To zbaczanie promieni słonecznych od swej drogi, to nachylenie się ku innym ciałom, zowie się łamaniem promieni. Wtenczas zaś promienie łamać się będą, kiedy przechodzą z jednego środka do drugiego odmiennéj gęstości, i kiedy ich kierunki nie są prostopadłe do powierzchni oddzielających te środki. Łamanie się promieni stąd pochodzi, iż są mocniej przyciągane od środka gęstszego, aniżeli rzadszego.

Aby każdy mógł doświadczyć, iż promienie przechodząc przez jaki środek, łamią się: ma sobie kazać zrobić krzyżeczkę A B C D E F G H (Fig: 140), téy boki trzy, to jest BE, DF, GH powinny być ze szkła przezroczystego dobrze

wypolerowanego, czwarty zaś AD może być drewniany, albo metalowy. W ten ostatni bok mają być wprawione dwa szkła takie, jakich do zegarków używają. Szkła jednego np. S, wierzch wypukły powinien w skrzyneczkę być wpuszczony, drugiego zaś Z zewnątrz wychodzić. Oprócz skrzyneczki trzeba mieć dwa szkła, jedno wypukłe, drugie wklęsłe: te albo z jednej tylko strony, albo z obu dwu wklęsłość, lub wypukłość mieć mogą. Mając tę gotowość, każdy z doświadczenia pozna odmiany, którym światło podpada przechodząc przez środek. Przebiegam te odmiany.

Jeżeli promień przebywszy środek rzadszy, np. powietrze wpada z ukosa w gęstszy, np. w wodę; nakrzywi się ku linii prostopadłej poprowadzonej od punktu wpadania do powierzchni środka. Y tak naprzeciw dziury w okiennicy niech stoi skrzyneczka bokami szklanymi do dziury obrócona. Wpuściwszy do izby ciemnej promień, ten przeszedłszy przez boki szklane skrzyneczki, na ścianie, lub innem ciele białem odmaluje koło świetne. W skrzyneczkę tyle wody wlać, aby owego promienia połowa przechodziła przez wodę, a połowa nad wodą; każdy postrzeże, iż ów promień na dwie części jest rozdzielony. Jedna jego część nad wodą idąca, padnie na to samo miejsce co przedtém, druga zaś część padnie niżej. Z tego już wniesć koniecznie potrzeba, że promień złamał się przez wodę przechodząc. Ale woda cięższa jest od powietrza, zatem gęstsza; bok skrzyneczki, przez który promień w wodę

wchodzi jest prostopadły, do którego ponieważ promień nachyla się, więc się nakrzywia ku linii prostopadłej.

Mając bryłę sześcienną ze szkła, może okazać łamanie się promieni takim sposobem. Trzeba dwie deszczułki AB, DB (Figura 141) tak spojść, aby kąt abd był prosty: w deszczułce AB powinna być dziureczka O; postawiwszy je naprzeciw otworu w okiennicy zrobionego tak, aby promień przeszedłszy przez O, padał na BD; trzeba sześcianną szklaną wstawić pomiędzy deszczułki, aby jego boki zbiegały się z bokami AD, DB. Jeżeli przed ułożeniem sześcianną szklaną padał promień na M, po przejściu przez sześcianną padnie na N. Lecz linia BN krótsza jest od BM, więc promień z ukosa padając na szkło, nachylił się ku prostopadłej ab . Promień OM z liniami poprowadzonymi na ścianach AB, BD, czyni trójkąt OBM, w którym kąt OBM jest prosty, boki koło niego leżące OB, BM wiadome, bo je można wymierzyć; dojdziemy jego kątów (przez twierdzenie 2 Rozdziału XII. Geom. Elem.). Podobnymże sposobem dojdziemy kątów w drugim trójkącie OBN. Odiąwszy zaś kąt BON od kąta BOM, reszta pokaże ich różnicę. Tymcito sposobem znaleziono, iż kąt BOM tak się ma do kąta BON, jak 3 : 2.

Jeżeli promienie idą ze środka gęstszego w rzadszy, łamią się oddalając się od prostopadłej. Na dnie skrzyneczki (Figura 140) położymy zwierciadło płaskie. Przed waniem wody, odbity od niego promień niech padnie na M, tedy po ięty

wlaniu padnie na N. Albo w deszczulce BD (Fig: 141) na punkcie N zrobiwszy dziurkę, od O przez N poprowadzić linią prostą do G. Promień przez sześcian szklany, między dwiema temi deszczulkami wstawiony, przeszedłszy, nie poydzie po linii prostej do G, ale odeydzie do H, więc się od prostopadłej CS oddalił. Kąt NSG jest prosty, boki koło niego mogą być wymierzone, więc znajdziemy kąty SNG, SNH (*podług Twierdzenia przytoczonego w poprzedzającym nawiasie*). Będzie zatem SNG do SNH, iak 2 do 3. Podobnym to sposobem okazano, że kiedy promień z powietrza wchodzi w szkło, natenczas wstawa kąta wpadania, tak się ma do wstawy kąta złamania, iak 3 : 2. Jeżeli zaś promień ze szkła wychodzi w powietrze, natenczas wstawa kąta wpadania, tak się ma do wstawy kąta złamania, iak 2 : 3. Nie mający skrzynekki ani sześcianu szklanego, może okazać po prostu, iż promienie idąc ze środka gęstszego w rzadszy, oddalają się od prostopadłej. Na dnie misy blisko ięj obręczy niech położy pieniądz, albo inne iakie ciało w wodzie tonące: misę niech póty od siebie każde odsuwać, póki pieniądz od obręczy nie będzie zakryty: jeżeli wody na misę naleją, pieniądz obaczy: stąd tedy wnieść powinien, że promień z wody wychodząc oddalił się od prostopadłej: bo gdy pieniądz po wlaniu wody widzi, promień od pieniądza do ięgo oka dochodzi; przed wlaniem zaś wody, nad okiem przechodził: rzecz przez się oczywista. Z tego doświadczenia wnieść na-

leży, iż po złamanych promieniach owe ciała widzimy, których po prosto idących widzieć nie można. Dlatego Dyoptrykę nazywają umiejętnością traktującą o widzeniu po promieniach złamanych. Złamania się promieni w przejściu ze środka rzadszego w gęstsz, wnieść potrzeba, że słońce przed wschodem i po zachodzie widzimy nad ziemią, lubo prawdziwie jest pod nią. Dowód téj prawdy jest następujący. Ziemia nasza obłana jest powietrzem, którego części bliższe ziemi są gęstsze, dalsze zaś od nięj rzadsze (Tom I. §. 86). Zaczem promienie od słońca, idące wchodząc w powietrze, nachylają się do linii prostopadłej, coraz bardziej nachylając się podług większej gęstości powietrza, nareszcie w oko wpadają, i słońce nam pokazują. Niech bowiem przed wschodem będzie słońce na S (Figura 142), my w miejscu ziemi A, wierzchołtatni powietrza BDC. Promień słoneczny SB przyszedłszy do B skrzywi się do b, od b poydzie do e, od e do A: my więc odeślemy słońce po linii prostej do L, i nad ziemią je widzieć będziemy. Toż rozumieć trzeba, gdy słońce zaszło: zaczem widzimy słońce nad ziemią chociaż się w rzeczy samej pod nią znajduje. Stąd wnieść powinniśmy, iż nie można regulować zegarków podług wschodu, albo zachodu słońca: bo w pierwszym razie przedzy, w drugim później czas wymierzać będzie. Podług obserwacyi *de la Caille* promienie łamiąc się wystawiają słońce wyżey na 33 minuty, przeto regulując zegarek według wschodu słońca ustawisz go półgodziną

przed jego prawdziwym wschodem; przeciwnie regulując go podług zachodu, postawisz go pół godziną później. Ponieważ promienie z wody wychodząc oddalają się od linii prostopadłej i ciała w niej będące wyżej podnoszą, aniżeli są w rzeczy samej; idzie zatem, iż ryby w wodzie pływające zawsze wyżej widzimy. Kiy częścią w wodę z ukosa wpuszczony, częścią nad nią zoflający, złamany widzieć powinniśmy.

Gdyby środek tak gęsty, iak rzadszy zawsze był płaski, promienie z jednego do drugiego przechodząc, nie podpadałyby innym odmianom nad te, któreśmy przełożyli. Ale że powietrze zawsze do równych wysokości ziemię otacza, że wody do równej wysokości onę oblewają; więc powietrze z wierzchu, czyli stamtąd gdzie się zaczyna, uważane, czyni wierzch okrągły, a tém samém wypukły: przeciwnie biorąc je od ziemi, to jest stamtąd, gdzie się kończy, będzie miało wierzch wklęsły. Wodę także z wierzchu uważając, widzimy, że iey wierzch wypukły; tożże samej uważając wierzch, gdy się w naczyniach niepełnych znajduje, ten jest wklęsły. Więc gdy na tak odmienne wierzchy promienie padają, różnie się łamać powinny. Na tak zaś odmienne wierzchy padają promienie równoodległe, schodzące się i rozchodzące; zaczęm obaczmy, iakim odmianom podlega trojaki gatunek promieni wpadających na trojaki wierzch środka, albo też z nich wychodzących.

W okiennicy zrobiwszy dziurę obszerną, potrzeba w niej rozciągnąć papier, albo skórę; te

przebić w kilkunastu miejscach: promienie przez dziureczki przechodzące będą równoodległe. W odległości jednéj albo dwóch stóp, niech będzie rozciągnięte płótno białe albo papier, na te promienie padną. Poznaczywszy miejsca, na które padają, łatwo można doświadczyć innych promieni odmian, którym podlegają wchodząc z jednego środka w drugi. Bo jeżeli: 10d promienie równoodległe przechodzą przez szkło płaskie z obu dwu stron, przechodzą zaś albo prostopadle do niego albo ukośnie, takie na płótnie na też same padną punkta, na które padały nie przechodząc przez szkło. Zamiaść szkła używając fkrzyneczki nalanéj wodą, przez te przeszedłszy pomienione promienie na też same padną miejsca. Stąd wniesć potrzeba, że gdy środka gęstsze go wierzch jest płaski; promienie równoodległe nie odmieniają położenia względem siebie samych. 2re. Promienie dziureczkami do izby ciemnéj wchodzące, przepuściwszy przez szkło wypukłe, postrzeżemy, iż się ku sobie zbliżają i w jeden punkt schodzą. 3cie. Przeciwnie gdy promienie przejdą przez szkło wklęsłe, każdy obaczy, iż się od siebie oddalają, i na płótnie, albo papierze w dalszych od siebie, aniżeli piérwéj odległościach padają. Zbieganie albo rozchodzenie się promieni widzimy, stawiając naprzeciw promieni równoodległych fkrzyneczkę (Fig: 140) wodą nalaną. Bo jeżeli promienie równoodległe wypadają ze fkrzyneczki przez szkło zewnętrzny, wypukłością obrócone, natenczas się zbiegną. Przeciwnie wychodząc przez szkło,

wypukłością wewnątrz skrzynekki obrócone, wtedy się rozeydą. Też same promienie schodzą i rozchodzą się będą, gdy na wierzch wypukły, albo wklęsły padając przez szkło lub wodę przechodzą.

Promienie rozchodzące się idąc przez środek gęstszy wierzchami płaskimi zakończony, bliżej się schodzą. W dziurę okiennicy wstawmy szkło wypukłe, pokryte papierem w kilkunastu miejscach przebitym, odległości w której się promienie zbiegają, naznaczymy; ta niech będzie całów dziewięć. Jeżeli pomienione promienie przechodzą przez boki skrzynekki CG, BE (Figura 140) nalaney wodą, tedy zniydu się w mniejszey odległości, aniżeli by się zeszyły gdyby przez wodę nie przechodziły. Niech figura 143 wystawie dwa boki równoodległe skrzynekki CM, DW. Promienie od punktów A, i B, idące zeszyłyby się w punkcie n, gdyby im nie środkowała skrzynekka CDWM, lecz przechodząc przez wodę, zeydu się w punkcie R. Nakoniec promienie rozchodzące się idąc przez środek gęstszy, którego wierzchy są równoodległe, mniej się rozchodzą. Doświadczenie tego takie, jak poprzedzające. Skrzynekkę tylko tak trzeba postawić, aby punkt N (Fig: 144), od którego rozchodzą się promienie NI, NH był wewnątrz, przy boku skrzynekki AG. Bo jeżeli w niy uftawiona jest blacha, albo deska IH, promienie przed wlaniem wody do skrzynekki, zastąpią miejsce IH, po wlaniu zaś iey, zabiorą miejsce ih, więc się ku sobie cokolwiek nachyliły.

Promienie troiakiego gatunku wchodząc w środek gęstszy mający wierzch wypukły, wszystkie się schodzą. Też prawdy łatwo doświadczyć można, stawiając skrzynekkę tak, aby promienie przez szkło zewnątrz wypukłością obrócone wchodziły. Każdy albowiem obaczy, iż równoodległe schodzą się, schodzące bliżej się schodzą; rozchodzące zaś albo się mniej rozchodzą, albo się stają równoodległe, albo się schodzą. Przeciwnie troiakiego gatunku promieni wchodząc w środek gęstszy wierzchu wklęsłego, rozchodzi się. Doświadczenie tego, podobne pierwszemu, wpuszczając promienie przez szkło wypukłością wewnątrz skrzynekki obrócone.

§. 95. Prawidła łamania się promieni.

Okazawszy doświadczeniem łamanie się troiakiego gatunku promieni, gdy wchodzą w odmienny środek, obaczmy iaka jest tego przyczyna, i podług których prawideł odbywa się to łamanie. Niech będzie X (Fig: 145) środek gęstszy, Z środek rzadszy: powierzchnią oddzielającą te środki wystawie linia EF. Ponieważ światło przyciągane byż może od pierwotnych cząstek każdego ciała, iakośmy wyżey okazali (§. 79), niech więc linia GH oznacza odległość, do której cząstki środka gęstszego X przyciągającego światło wywierają swoje działanie; oczywista jest tedy, że światło znajdując się między liniami GH, EF, będzie przyciągane od środka gęstszego X, naykrótszą drogą do po-

wierzchni EF, to jest kierunkiem prostopadłym. Światło przyciąga wierzchnie cząstki środka X, czyli środek gęstszy przyciąga światło coraz mocniej, zaczawszy od GH, aż do EF, na linii EF najmocniejsza jest atrakcyja, światło oddalając się od niej czyli idąc głębiej w środek gęstszy X, mniej od niego będzie przyciągane: bo podług prawideł działania atrakcyi, tém mniejsza jest iéy siła, im większa odległość. Poprowadźmy w środku gęstszym X, linią IL, tak odległą od EF, jak jest linia GH; w miejscu zaś tém między GH i EF działanie atrakcyi wzrasta, słabieje zaś począwszy od EF tak, że na linii IL zupełnie ufaie. Niechay teraz pada ukośnie promień światła Aa, na powierzchnią oddzielającą te środki, albo raczej na powierzchnią GH, od której zaczyna się przyciąganie światła do środka gęstszego. Gdy promień przybędzie do punktu a, odmieni swój pierwszy kierunek, atrakcyja środka gęstszego X nakłoni go do kierunku prostopadłego do powierzchni środka, promień zatem odmieniając swój kierunek, póki tylko znajduje się między powierzchniami GH, IL; przebieży linią krzywą ab. Za powierzchnią IL ufaie atrakcyja, a zatem promień dąży dalej kierunkiem linii bB. Ponieważ odległość GH, IL zaczynający się i kończący atrakcyi od powierzchni środka EF jest bardzo nieznaczna; więc można uważać łamanie się promienia w samym tylko punkcie C, to jest na powierzchni oddzielającej środki.

Przez punkt C poprowadźmy linią NCM prostopadłą do powierzchni EF. Promień AC jest wpadający, promień zaś CB złamany: kąt ACN jest kątem wpadania, a kąt BCM złamania.

Kiedy światło przechodzi ze środka rzadszego w gęstszy; kąt złamania mniejszy jest od kąta wpadania: bo kąty byłyby równe, gdyby promień AC szedł kierunkiem linii CD: lecz promień AC wchodząc w środek gęstszy, nakłania się coraz bardziej ku prostopadłej CM; dlatego mówimy, że promień ze środka rzadszego wchodząc w gęstszy, łamie się przybliżając się do prostopadłej.

Jeżeli promień dąży ze środka gęstszego w rzadszy, oddala się od prostopadłej: bo równym sposobem przyciągany jest promień światła od środka gęstszego, czyli to do niego wchodzi ze środka rzadszego, czyli też z niego wychodzi w środek rzadszy: a zatem jeżeli BC bierzemy za promień wpadający; CA będzie promieniem złamanym, czyli, że promień jednakowymi kierunkami dąży, z jakiegokolwiek strony przychodzi.

Stąd wypada, że gdy dwa promienie idą jeden ze środka gęstszego w rzadszy, drugi zaś z rzadszego w gęstszy; i gdy kąt wpadania pierwszego promienia, równy jest kątowi złamania drugiego; będzie także kąt złamania pierwszego, równy kątowi wpadania drugiego. Aby ten wniosek na oko pokazać; niech będzie X (Fig. 146), środek zakończony dwiema powierzchniami równoodległymi EF, HL. Daymy, że środek

X jest gęstszy, otaczający zaś go z obu stron Z, Z, jest rzadszy. Promień wypada kierunkiem AC, po złamaniu się w środku gęstszym, idzie kierunkiem CB, wchodząc w środek rzadszy, dąży kierunkiem BG. Poprowadźmy przez C i B linie NCM, PBO, prostopadłe do dwóch powierzchni środka gęstszego. Kąty MCB, CBO, są sobie równe, iako na przemian ległe. Ponieważ obiedwie powierzchnie EF, HL, środka gęstszego równie światło przyciągają; więc także będą równe kąty ACN, PBG. Lecz kąt MCB, jest kątem pierwszego złamania, kąt zaś PBG drugiego: kąt ACN jest kątem pierwszego wpadania, a kąt CBO drugiego: aże $MCB = CBO$; więc $ACN = PBG$. Stąd wypada, że promień idący przez środek zakończony powierzchniami równoodległymi zachowuje taki kierunek po wyjściu z tego środka, iakim w niego wpadł; promienie natomiast AC, BG jednakowo są nachylone do linii równoodległych MN, OP; więc są między sobą równoodległe.

Jeżeli promień światła uderza prostopadle na powierzchnią oddzielającą dwa środki, nie odmieni swęj drogi w środku gęstszym, bo w tym razie kierunek promienia takiż sam jest, iak kierunek atrakcyi.

Imi środek jest gęstszy, tém jest większa atrakcyja, stąd jeżeli dwa środki równy są gęstości, żadnego złamania nie będzie.

§. 96.

§. 96. Jednostajny jest stosunek między wstawami kątów wpadania i złamania.

Kąt DCM (Figura 145) równy jest kątowi wpadania ACN. Z punktu C iakimkolwiek promieniem nakreślmy czwartą część koła FDM. Prostopadła oD jest wstawą kąta DCo, lub ACN, prostopadła zaś TR jest wstawą kąta złamania BCM. Ale między liniami Do, TR iednostajny zachodzi stosunek: bo poprowadziwszy VB równoodległą od CS, BS równoodległą od CV; trójkąty BSC, TRC są podobne; A zatem bok BS w jednostajnym jest stosunku z bokiem TR, więc i Do wstawą kąta wpadania równa bokowi BS, iednostajny zachowuje stosunek ze wstawą kąta złamania TR.

Z punktu C, promieniem CV nakreślmy łuk koła VR. BV jest styczną kąta BCV, a zatem BS jest sieczną tegoż kąta, a zaś dosieczną kąta CBV, aże kąt CBV równy jest kątowi złamania BCS, bo są na przemian ległe: więc linia BC, jest dosieczną kąta złamania BCS. Podobnież DC, jest dosieczną kąta CDV, albo DCM, albo ACN, bo te trzy kąty są sobie równe. Dla podobieństwa dwóch trójkątów, BCS, TCR, jest $BC : TC = BS : TR$; aże $TC = DC$, $BS = oD$; będzie więc $BC : DC = oD : TR$, to jest, dosieczne kątów złamania i wpadania, są w stosunku odwrotnym wstaw tychże kątów.

Uważaliśmy tu promień wpadający ze środka rzadszego w gęstszy: lecz tenże sam będzie stosunek wstaw kątów wpadania i złamania, gdy

promień z gęstszego środka wpada w rzadszy: bo kąty ACN, BCM nie odmiennają się, którykolwiek z nich weźmiemy za kąt wpadania.

Wtenczas przyciąganie światła od środka, jest w stosunku tego gęstości, kiedy działanie każdej cząstki środka składającej jest jednakowe: takimi środkami są: powietrze, szkło, kryształ i inne ciała przezroczyste, ciała zaś oleyne chociaż rzadsze od tamtych mocniej światło przyciągają, jak uważał *Newton* i inni.

§. 97. Wyznaczyć kierunek łamania się światła, gdy środki oddzielone są powierzchnią płaską.

Powierzchnie oddzielające środki, rozmaicie odmiennają się mogą; uważać tu szczególniej będziemy płaskie lub koliste: rozmaite także promienie mogą padać na te powierzchnie; zastanowiemy się tylko nad promieniami równoodległymi, rozchodzącymi się, i schodzącymi.

Jeżeli promienie równoodległe idą z jednego środka w drugi odmienny gęstości, będą także równoodległe wchodząc w inny środek i wychodząc, bo się równo złamią. Dajmy teraz, że promienie rozchodzące się RC, Rb, Ra, (Fig. 147) idąc od punktu R, przez środek gęstszy Z, wchodzą w środek rzadszy X, oddzielony od pierwszego płaszczyzną ES. Promień RC, który bierzemy za prostopadły do ES, nie odmiennają swego kierunku; pójdzie w środku rzadszym linią CG. Promienie tylko Ra, Rb, po złamaniu się

od-

odmiennają swe kierunki, które łatwo wyznaczyć można. Niech od punktu R idzie znowu taki promień RM. Do linii MR szukamy drugiego, któraby się tak miała do niego, jak wstawa kąta, wpadającego promienia MR do wstawy kąta złamania tegoż promienia; czyli jak dosieczna kąta złamania do dosiecznej kąta wpadania; postawisz tę linią naprzeciw kąta MCR od punktu M, wyznaczmy punkt O. Przez punkta O i M poprowadzisz linią prostą OMN, promień złamany pójdzie kierunkiem MN. Przez punkt M poprowadzisz linią YMV, prostopadłą do płaszczyzny ES; Kąt wpadania jest VMR, a kąt złamania jest YMN = VMO. Jeżeli z punktu M promieniem MC nakreślimy łuk koła; linie MO, MR, będą dosiecznymi: pierwsza kąta złamania NMY, druga kąta wpadania VMR; skąd wypada, że MN jest promieniem złamanym. Podobnym sposobem wyznaczemy łamanie się promieni RC, Rb, Ra. Bo jeżeli weźmiemy Ra : ra = dosieczna [kąta wpadania do dosiecznej kąta złamania; aA będzie promieniem złamanym. Wystawiając zaś linią CA bardzo krótką, będzie niewielka różnica między liniami ra, rC, iakoteż między liniami Ra, RC; a zatem i RC, rC są w tymże stosunku dosiecznych. Toż samo rozumieć trzeba o promieniu Rb; a zatem wystawić sobie można, że te trzy promienie rozchodząc się zaczynają od punktu r, który zowie się mniemanym punktem rozchodzenia się promieni. Stąd wypada, że promienie rozchodzące się idąc ze środka rzadszego w gęstszy, mniej się w nim rozchodzą, i od-

TOM II.

Q

ległość punktu świecącego R, od powierzchni środka gęstszego ES, tak się ma do odległości od tejże powierzchni mniemanego punktu rozchodzenia się promieni r , iak wstawia kąta złamania do wstawy kąta wpadania.

Podobnym sposobem wyznaczmy łamanie się promieni schodzących, HD, Ii, LL. Niech promień PQ wpada ze środka rzadszego w gęstszego: gdyby ten promień nie podlegał złamaniu, szedłby dalej kierunkiem Qf. Jeżeli linia QT tak się ma do Qf, iak dosieczna kąta złamania do dosiecznej kąta wpadania, natenczas promień złamany pójdzie kierunkiem linii QT. Podobnymże sposobem okazać można, że promienie schodzące się HD, Ii, LL, których mniemane ognisko jest w punkcie f, zeydą się dalej, to jest w punkcie F.

Powiedzieliśmy (§. 95), że uważając promień złamany CB w środku gęstszym (Figura 145) za promień wpadający; ten wchodząc w środek rzadszy Z, pójdzie kierunkiem CA, którym wpadał w środek gęstszego. A zatem z łamania się promieni idących ze środka rzadszego w gęstszego, łatwo wyprowadzić łamanie się ze środka gęstszego w rzadszy. Y tak promienie rozchodzące się w środku gęstszym X (Fig: 147) od punktu F, trzeba uważać, iak gdyby się rozchodziły od mniemanego ich ogniska f; to jest, że wychodząc ze środka gęstszego w rzadszy bardziej się rozchodzić będą. Promienie znowu schodzące się GC, Bb, Aa, których mniemane ognisko, jest w punkcie f, zgromadzą się w punkcie R.

§. 98. Łamanie się światła w środkach oddzielonych powierzchnią kolistą.

Niech będą Z, X (Fig: 148) środki oddzielone powierzchnią kolistą MBb. Wstawujemy, że środek Z jest rzadszy, X gęstszy. Promień AB wpadając na wypukłość MBb, przedłużony w środek gęstszy, przechodzi przez punkt C, który jest środkiem wypukłości MBb, i żadnemu złamaniu nie podlega: Bo cośmy powiedzieli o powierzchniach zwierciadeł kolistych, to samo przystosować możemy do powierzchni kolistych oddzielających środki, że można je uważać, iakoby złożone były z nieskończonej małych płaszczyzn prostopadłych do końców średnic. Skąd wypada, że kąty wpadania i złamania są te, które promienie światła wpadające, lub złamane czynią ze średnicami, przez punkta wpadania prowadzonymi; a zatem gdy promień światła przechodzi przez środek wypukłości, żadnemu złamaniu nie podlega.

Uważamy naprzód dwa promienie równoległe AB, MN: promień AB jest prostopadły, więc się nie złamie. Wyznaczmy łamanie się promienia MN. Przez punkt wpadania M i środek C wypukłości powierzchni MBb, poprowadźmy linią prostą MC. Na linii BCD weźmy podług upodobania punkt d, od tego punktu postawmy naprzeciw kąta MCd linią dm, któraby się miała do dC, iak wstawia kąta wpadania do wstawy złamania: wtedy od punktu M poprowadźmy MD równoległą od md: będzie MD kierunkiem pro-

mienia złamanego, punkt D będzie ogniskiem promieni NM, AB. Bo dla podobieństwa trójkątów MCD, mC*o*, jest, $m*o* : *o*C = MD : DC$, czyli $m*o* : *o*C$, iak wstawia kąta MCD do wstawy kąta CMD. Wstawia kąta MCD rozwartego, jest ta sama, co i ostrego MCB, który jest równy kątowi wpadania NML, bo są jednostronne. A zatem CMD jest kątem złamania. Jeżeli promienie światła AB, ab równoodległe, mało są od siebie oddalone, zeydą się w punkcie F dalszym, aniżeli jest punkt D; bo DM jest mniejsza od DB; a zatem DB do CD, nie będzie w takim stosunku, iak DM do CD, więc aby nieznaczna była różnica między liniami DM, DB, trzeba żeby punkta M, B były blisko siebie, będzie ich ognisko dalsze np. w punkcie F; można więc linie BF, bF brać za równe. Jeżeli więc promienie światła nieznacznie są od siebie oddalone, będzie wstawia kąta wpadania do wstawy kąta złamania, iak odległość ogniska od powierzchni przedzielającej dwa środki, do odległości tegoż ogniska od środka wypukłości powierzchni.

Przebieżmy teraz w ogólności rozmaite przypadki łamania się światła, które za pomocą krzyweczki wyrażonéj na figurze 140 okazywać można. Jeżeli światło dąży ze środka rzadszego w gęstszy, i powierzchnia kolista, oddzielająca te środki, obrócona jest swą wypukłością ku środkowi rzadszemu, następujące będą wypadki. 1*o*. Promienie równoodległe znydą się. 2*o*. Promienie rozchodzące się, gdy punkt świecący jest w znaczney odległości, będą się także schodzi-

ły; lecz gdy punkt świecący przybliża się do powierzchni oddzielającej środki, wtedy ognisko promieni będzie się oddalało: i przeciwnie, jeżeli punkt świecący oddala się od powierzchni, ognisko się do niéy przybliża, 3*o*cie Punkt świecący może się tak przybliżyć do powierzchni oddzielającej środki, że ognisko nieskończenie się oddali, czyli że promienie złamane zamiast zebrać się w jeden punkt; staną się równoodległemi. 4*o*te. Może nawet punkt świecący tak się przybliżyć do powierzchni kolistéy, że promienie po złamaniu będą się rozchodziły, mniej jednak, aniżeli promienie wpadające. 5*o*te. Jeżeli schodzące się promienie wpadają na powierzchnię kolistą kierunkiem do iéy środka, wtenczas się nie złamią, bo będą prostopadłe do powierzchni kolistéy. 6*o*te. Jeżeli zaś ich kierunek jest ku innemu punktowi, tedy po złamaniu się uformują ognisko, które zawsze będzie między tym punktem, gdzie prostopadłe promienie dążą, to jest środkiem powierzchni kolistéy, i między punktem, do którego dążą promienie wpadające: czyli, co jest jedno, jeżeli mniemane ognisko promieni wpadających będzie w mniejszey odległości od powierzchni kolistéy, aniżeli jest iéy środek; promienie po złamaniu będą się mniej schodziły: jeżeli zaś mniemane ognisko przypada za środek powierzchni kolistéy, promienie po złamaniu będą się bardziéy schodziły.

Daymy teraz, że wypukłość powierzchni kolistéy obrócona jest ku środkowi gęstszemu, i że światło dąży, tak iak piérwéy, ze środka rzad-

szego w gęstszy; podobnymże sposobem następujące wnieśki wyprowadzić można, uważając tylko, że łamanie się promieni zależy na zbliżaniu się ich ku prostopadłej. 1o*d*. Promienie równoodległe będą się rozchodziły. 2*re*. Jeżeli punkt świecący znajduje się w środku powierzchni wklęsłej, tedy promienie rozchodzące się nie złamią, bo do téj powierzchni będą prostopadłe. 3*cie*. Jeżeli punkt świecący mniej jest odległy od powierzchni wklęsłej, aniżeli iéy środek, promienie po złamaniu, mniej rozchodzą się, aniżeli się rozchodzą wpadające: lecz jeżeli punkt świecący odleglejszy jest od powierzchni wklęsłej, aniżeli iéy środek, promienie złamane bardziej się rozeydą, aniżeli wpadające. 4*te*. Jeżeli promieni schodzących się mniemanego ogniska jest w środku gęstszym, w małej odległości od powierzchni oddzielającej środki, promienie złamane będą się także schodziły, mniej jednak, aniżeli wpadające. 5*te*. Jeżeli mniemanego ogniska promieni wpadających jest odleglejsze, promienie złamane mniej także schodzą się, tak dalece, że naznaczymy wielką odległość mniemanego ogniska, promienie po złamaniu będą równoodległe. 6*te*. Może zaś być mniemanego ogniska promieni schodzących się, tak odległe od powierzchni wypukłej, że promienia po złamaniu będą się rozchodziły.

Podobnym sposobem wyznacza się łamanie promieni idących ze środka gęstszego w rzadszy; A naprzód, gdy wypukłość powierzchni obrócona jest ku środkowi rzadszemu, następujące

będą wypadki. 1o*d*. Promienie równoodległe, po złamaniu, zbiorą się w ognisko. 2*re*. Promienie rozchodzące się od punktu świetnego, zgromadzą się także w ognisko: lecz gdy punkt świecący przybliży się do powierzchni, ognisko promieni oddala się od niéy, i wzajemnie. 3*cie*. Można punkt świecący tak zbliżyć do powierzchni wklęsłej, że promienie po złamaniu się, będą równoodległe. 4*te*. Jeżeli punkt świecący jeszcze się bardziej przybliży do powierzchni wklęsłej, promienie po złamaniu będą się rozchodziły, mniej jednak, aniżeli promienie wpadające, gdy punkt świecący odleglejszy jest od powierzchni wklęsłej, jak iéy środek. 5*te*. Ale jeżeli punkt świecący znajduje się między powierzchnią wklęsłą i iéy środkiem: promienie po złamaniu, bardziej się będą rozchodziły. 6*te*. Jeżeli promienie wpadają schodzące się, w każdym przypadku będą się bardziej schodziły po złamaniu.

Pozostaie nam jeszcze uważać promienie idące ze środka gęstszego w rzadszy, gdy wklęsłość powierzchni oddzielającej środki obrócona jest ku środkowi rzadszemu. 1o*d*. Jeżeli promienie są równoodległe, po złamaniu się, rozchodzą się. 2*re*. Jeżeli rozchodzą się od punktu świetnego, po złamaniu się jeszcze bardziej się rozeydą: tak, że im bardziej punkt świecący przybliży się do powierzchni wypukłej, tém bardziej promienie złamane rozchodzą się. 3*cie*. Promienie schodzące się, dążąc do środka powierzchni kolistej żadney odmianie nie podpadną. 4*te*. Jeżeli się bardziej, lub mniej schodzą, wtenczas

mniemane ognisko promieni wpadających, jest zawsze między środkiem powierzchni kolistej, i ogniskiem promieni złamanych; odległość zaś ta może być tak wielka, że promienie złamane będą równoodległe.

§. 99. Łamanie się promieni w soczewkach wypukłych.

Skło jest gęstsze od powietrza, więc w niem bardziej się łamać będą promienie światła, iak w powietrzu: podług różnej powierzchni, którą szkło mieć może, rozmaite w nich będzie łamanie się światła. Skła podług odmiany wierzchów różne mają nazwiska. 1o*d.* Jeżeli obadwa jego wierzchy są płaskie i równoodległe, takie szkło zowie się płaskim. 2*re.* Może mieć wierzch jeden płaski, drugi wypukły. 3*cie.* Albo też obadwa wypukłe; pierwsze zowie się płasko wypukłe, drugie wypukło wypukłe. 4*te.* Może być płasko wklęsłe. 5*te.* Wklęsłe z obudwu wierzchów. 6*te.* Jeden wierzch wklęsły, drugi wypukły, takie zowie się *Meniscus*. Wszystkie te gatunki szkieł zowią się jeszcze soczewkami (*lentes*). W każdej soczewce linia prostopadła do obudwu ięj wierzchołków, zowie się osią soczewki: gdy te wierzchy są koliste, oś przez ich środek przechodzi; lecz jeżeli jeden wierzch jest płaski drugi wypukły, oś przechodząc przez środek jednego, jest prostopadłą do drugiego.

Promienie światła padające na soczewkę, dwa razy się złamią, raz wchodząc w soczewkę,

drugi raz z nięj wychodząc. Niech będzie soczewka *de* (Fig: 149), naprzeciwko nięj przedmiot *Aa*. Promienie równoodległe *bd*, *be*, po dwójstem złamaniu się w soczewce *de* zgromadzą się w punkcie *f*, ognisku promieni równoodległych. Promienie schodzące się *Ad*, *ae*, zeszyłyby się w punkcie *g*, gdyby nie środkowała soczewka; po dwójstem w nięj złamaniu się, zniyda się w punkcie *h*, czyniąc kąt większy, aniżeli *g*. Promienie rozchodzące się *cd*, *ce*, bez soczewki rozchodziłyby się coraz bardziej; po złamaniu się w nięj, zgromadzą się w punkcie *g*: część zatem przedmiotu *cc*, widziałoby oko w punkcie *g* położone, pod kątem optycznym *g*, czyli kątem wielkości samego przedmiotu: zostające zaś oko w punkcie *f*, to jest w ognisku promieni równoodległych widziałoby przedmiot *Aa*, pod kątem optycznym *dfe*, daleko większym, aniżeli *g*.

Obraz przedmiotu wydaie się za soczewką w większej odległości, aniżeli jest przedmiot: bo promienie rozchodzą się od wszystkich punktów przedmiotu, po złamaniu zaś mnięj rozchodzić się będą; przeto ich mniemane ognisko będzie dalsze.

Lecz aby obraz przedmiotu wydawał się za soczewką, trzeba żeby przedmiot znajdował się bliżej soczewki, aniżeli ognisko *f* promieni równoodległych; bo gdyby był daley, promienie od wszystkich jego punktów idące, nie bardzoby się rozeszły, więc po złamaniu byłyby równoodległe, przeto nie możnaby im naznaczyć mnie-

manego ogniska; a zatem nie wydawałby się obraz przedmiotu za soczewką. Ale jeżeli takie promienie po złamaniu schodzą się będą, wystawią obraz przedmiotu między okiem i soczewką. Dajmy, że C (Fig. 150) jest ognisko promieni równoodległych soczewki *mn*, za niem stoi przedmiot AB. Promienie *An*, *Am*, składające ostrokręgi świetne idąc od końców tego przedmiotu, mało są od siebie oddalone wpadając na soczewkę; po złamaniu schodzą się będą, i przecinając się wystawią obraz *ba* przewrócony, potem promienie po przecięciu rozchodząc się wpadają w oko w punkcie D, które dlatego widzi przedmiot w przewróconym położeniu.

Za pomocą soczewek dostają się takie promienie do oka, któreby bez nich nie wchodziły: bo jeżeli promienie rozchodzą się, nie wiele ich w oko wpada, gdy zaś soczewka środkuie między przedmiotem i okiem, promienie po złamaniu schodzą się, a zatem więcéy ich do oka przychodzi. Dlatego przyczyny widzimy przez soczewki przedmioty jaśniejsze; ale znowu wiele promieni odbija się od szkła i rozchodzi na boki, zwłaszcza gdy grubość soczewki jest znaczna.

Częstokroć soczewka nieforemny przedmiot okazuje, kiedy jest bardzo wypukła, i przedmiot od niéy znacznie oddalony: bo w takim razie łamanie się promieni nie jednakowe będzie we wszystkich punktach wierzchu soczewki; gdyż promienie wpadające nie jednakowo są nachylenie do wierzchu soczewki dla iego wypukłości: dlatego różne punkta przedmiotu nie w jedną

są odległości od tego wierzchu, więc promienie rozmaicie się łamiąc, nieforemny obraz przedmiotu wystawią. Dla tychże przyczyn niektóre części przedmiotu nie wyraźne się wydawać będą, a inne w żywych kolorach: i tak jeżeli soczewki ognisko jest krótkie, tedy środek przedmiotu, jako iéy bliższy wydawać się będzie iasnny, boki zaś iego, jako dalsze od soczewki nie wyraźnie się okażą. Przeto kolistość soczewek przyczyną jest, iż promienie nie zbierają się w jednym punkcie. Łatwo się o tém przeświadczyć można, zbierając soczewką na jaką płaszczyznę promienie światła; te nigdy się nie zgromadzą w jeden punkt, lecz zrobią kółko iasne, tém większe, im większa jest wypukłość soczewki: to oddalenie się promieni złamanych od spólnego ogniska, pochodzące od kolistości soczewki, zowie się *zбочeniem kolistości*.

Ponieważ promienie przechodzące przez soczewkę blisko iéy brzegów, nie schodzą się w jedno ognisko z promieniami; idącemi koło osi soczewki; przeto te brzegi zasłonić można, aby tylko promienie koło osi przechodzące zbierały się w ognisko, a tém samém jaśniejszy i foremniejszy obraz przedmiotu malowały.

Odległość ogniska soczewki równie wypukłéy z obu dwu stron, jest równa połowie średnicy kuli, której częścią jest wierzch soczewki; odległość ogniska soczewki płasko wypukłéy równa się średnicy, której soczewka jest wycinkiem. Nie wszystkie promienie światła jednakó się łamią, iak obaczemy w następującym Rozdziale;

przeto za pomocą stosunku kątów wpadania i złamania, nie można wyznaczyć dokładnie odległości ogniska od wierzchu soczewki. Przestańmy więc na praktycznym dochodzeniu, które dwojakim sposobem zrobić można: 10θ zbierając soczewką promienie światła od słońca, lub jakiego ciała palącego się, na jaką płaszczyznę, wyznaczmy ięć ognisko. *zre.* Do płaszczyzny przybliżyć lub oddalać od nięć soczewkę dopóty, póki iaki przedmiot nie odmaluje się na nięć żywemi kolorami.

Soczewki wklęsłe nie zgromadzaia promieni, przeto wystawia obraz przedmiotu mniejszy. Y tak promienie $A\theta$, Be (Fig: 151), idące od końców przedmiotu AB , bez środkuiący soczewki zgromadziłyby się w punkcie D , po dwoistém zaś w nięć złamaniu, zeydą się w punkcie F ; przeto oko widzi przedmiot pod kątem optycznym aFb , mniejszym od kąta AFB , pod którym widziałyby nie używając soczewki. Może się wprawdzie zdarzyć, że promienie po pierwszym złamaniu w punktach θ , e , uczynią kąt większy, lecz za drugim złamaniem oddalają się od prostopadłey, póydą kierunkami czyniącemi kąt mniejszy.

Soczewki wklęsłe wystawia obraz przedmiotu bliżey oka. Sądzimy o odległości przedmiotu podług promieni rozchodzących się od wszystkich punktów przedmiotu. Niech będzie punkt świecący A (Fig: 152), promienie rozchodzące się Ab , Ab , po pierwszym złamaniu póydą kierunkami be , be , wychodząc z soczewki oddalają

się od prostopadłych, i póydą kierunkami $e\theta$, $e\theta$. Oko zatem $\theta\theta$ naznaczy w punkcie a mniemane ognisko rozchodzących się promieni.

§. 100. Widzenie wyraźne i niewyraźne, i sposoby poprawienia niedoskonałości oczów.

Rzecz jest oczywista, iżbyśmy żadnych przedmiotów nie widzieli, gdyby promienie światła od nich idące nie wpały w oczy nasze: łatwo się o tём przekonamy, uważając jakim odmianom podpadaia promienie wchodzące w części oka. Daymy *np.* że Z jest oko (Fig: 153), naprzeciw niego stoi przedmiot AC . Promienie od punktów tego przedmiotu rozchodzą się na wszystkie strony, z tych te tylko uważać będziemy, które się dostają do oka: i lubo od jednego punktu przedmiotu *np.* B , znaczna liczba promieni wpada w oko, uważać tylko będziemy trzy promienie BD , BE , BF .

Promień BD padając prostopadłe na powierzchnią EDF , idzie z powietrza w humor wodnisty nie łamiąc się, aż do punktu H , gdzie także będąc prostopadłym do powierzchni humoru kryształowego, póydzie dalej nie łamiąc się, aż do punktu M , gdzie znowu będąc prostopadłym do powierzchni humoru szklanego, póydzie pierwszym swoim kierunkiem, aż do punktu O błonki siatkowey. Lecz promień BE padając ukośnie z powietrza na powierzchnią humoru wodniste-go EDF , złamie się przez nachylenie ku prostopadłey, dając po tём złamaniu do punktu G

powierzchni humoru kryształowego, tam jeszcze się bardziej zbliży ku prostopadłej; i padnie na punkt L powierzchni humoru szklanego; nakoniec wychodząc kierunkiem ukośnym GL, z humoru kryształowego, w humor rzadszy to jest szklany, oddali się tak od prostopadłej, iż z promieniem BDO zeydzie się w punkcie O, błonki siatkowey. Podobnymże sposobem dąży promień BF do punktu O; przeto promienie chociaż rozchodzą się z punktu B, wszelako przez szczupły otwór źrenicy schodzą się na błonce siatkowey. Podobnie promienie wychodzące od punktu A, po złamaniu się w humorach oka, zeydą się w punkcie X; promienie zaś wychodzące od iskiego punktu między A i B, zeydą się na błonce siatkowey między punktami X, O.

Jeżeli przedmiot oddala się tak od oka, iż punkt jego B zawsze znajduje się na linii BD, promień BD dojdzie do błonki siatkowey, promienie zaś BE, BF mniej się rozchodzą, tak łamać się będą w humorach oka, iż się zniydą przed punktem O, to jest przed błoną siatkową. Przeciwnie, jeżeli przedmiot bardzo się do oka przybliży, promienie od punktu B wychodzące, znacznie się rozeydą; więc pod takim nachyleniem wpadając w źrenicę, po złamaniu dalej się zniydą, jak jest punkt O. Może być nawet przedmiot tak blizki oka, iż promienie od punktów jego rozchodząc się pod wielkim bardzo kątem, po złamaniu nie zeydą się w oku.

We wszystkich tych przypadkach, każdy punkt przedmiotu znaczne miejsce zabierał

w głębi oka; a zatem obrazy punktów przedmiotu zabierając w oku znaczne miejsca, mieszałyby się jedne z drugimi, i byłyby niewyraźnie odmalowane. Bylibyśmy nieraz w takich przypadkach niewyraźnego widzenia, gdyby oko przeciwko nim nie było opatrzone w rozmaite sposoby. Możemy bowiem źrenicę oka rozszerzać lub ścisnąć, gdy przedmioty są dalsze lub bliższe; możemy humor kryształowy zrobić bardziej lub mniej wypukłym, albo możemy humor kryształowy przybliżać lub oddalać od błonki siatkowey, jak pokazaliśmy wyżej (§. 80). Przeto jeżeli obróciemy oczy ku przedmiotowi tak odległemu, że go w zwyczajnym ułożeniu oczów doyrzec nie możemy, natenczas przez ściągnięcie czterech mięśni, oko się spłaszcza i wypuklejszy robi się humor kryształowy, przez co promienie od przedmiotu wychodzące, zgromadzą się na błonce siatkowey. Jeżeli zaś patrzymy na przedmiot bardzo blizki, natenczas oko za pomocą dwóch ukośnych mięśni, staje się wypuklejsze, czyli oddala się humor kryształowy od błonki siatkowey. Nie czujemy wprawdzie téj odmiany, bośmy się do nię przyzwyczaili przez częste iey powtarzanie.

To zbliżanie i oddalanie humoru kryształowego od błonki siatkowey, konieczne jest potrzebne do doskonałego widzenia: dlatego niektóre ptaki, mające błonki oczów tak twarde, iżby ich mięśniami ścisnąć, lub rozszerzyć nie mogły, natura opatrzyła innemi sposobami. Mogą one humor kryształowy przybliżać lub odala-

łać od błonki siatkowey za pomocą żyłek od niéy idących, na których wisi humor kryształowy: ryby zaś dlatego mają humor kryształowy kształtu kulki i bardziéy twarde, iż w ich oczach dwa razy tylko promienie łamią się, to jest w humorze kryształowym i szklanym.

Oczy niedoskonałe będą, które są albo bardzo płaskie, albo nadto wypukłe, piérwsze więc daleki przedmiot lepiéy rozeznają, drugie bliższy; bo w płaskie oko promienie od bliższego przedmiotu bardzo rozchodząc się wpadają; więc po złamaniu się w oku, nie zgromadzą się na błonce siatkowey lecz daléy. Dlatego ci ludzie, którzy dla podeszłego wieku mają oczy spłaszczone, nie mogą rozeznawać liter na książce, tylko ją oddalwszy od siebie: przeciwnie człowiek mający oczy wypukłe przybliżać je będzie do książki: bo promienie na wypukłe oko padając, jeżeli się nie bardzo rozchodzą, po złamaniu zgromadzą się w ognisko przed błonką siatkową: przeto aby się schodziły na saméy błonce siatkowey, trzeba żeby w rozchodzeniu się z punktów przedmiotu, miały kąt rozswarty, przezco po złamaniu w oku, zniyda się w właściwém sobie miejscu. Na poprawienie niedoskonałości oczów płaskich używa się pospolicie soczewek wypukłych, które bliżéy promienie zgromadzą; poprawi się zaś niedoskonałość oka wypukłego soczewką wklęsłą, przez którą promienie od przedmiotu przechodząc, idą w oko rozchodząc się, a zatem po złamaniu zbiorą się na błonce siatkowey.

Ponie-

Ponieważ każdy punkt przedmiotu widzianego wyraznie ieden tylko punkt w oku zajmuje, i znowu ponieważ każdy punkt w głębi oka, od jednego tylko punktu przedmiotu odbiera promienie; stąd wypada, że całkowity obraz przedmiotu zabierze jaką część błonki siatkowey, i że na niéy zgromadzą się wszystkie promienie, które źrenica przepuściła, i odmalują obraz podobny przedmiotowi: ta tylko jest różnica, iż ciało wyobraża się w oku powierzchnią; powierzchnia zaś wyobrazí się czasem linią, a linią punktem, i że obraz przedmiotu jest mniejszy i przewrócony. Malowanie się obrazu przedmiotu na błonce siatkowey, można okazać proftém doświadczeniem, które podał *Kartezjusz*. Trzeba mieć oko z jakiego zwierzęcia dopiéro zabitego; z którego zręcznie zdjąwszy błonkę rogową i kościaną nie naruszywszy błonki siatkowey, wstawić je w otwór okiennicy ciemnego pokoju, tak aby błonka siatkowa do niego była obrócona, potém przykrywszy ją płéwką z jayka, obaczemy na niéy odmalowane obrazy przedmiotów zewnątrz pokoju będących.

Można ieszcze to samo doświadczenie okazać za pomocą oka sztuką udziałanego, które wystawuje figura 154. Jest to kula drewniana AB, mająca średnicę około czterech cali. Przy C jest otwór okrągły 9 linii średnicy, w który wstawia się szkło z obudwu stron wypukłe, mające wyobrażać humor kryształowy oka. Na przeciwnéy stronie kuli jest także otwór okrągły HI, na dwa cale obszérny, do niego przyprawiona jest rurka

TOM II.

R

drewniana KHLI takiejże obszerności: w tę rurkę wchodzi inna ruchoma DEGF, którą podług potrzeby można w pierwszą wsuwać, lub z nię wysuwać: ieden otwór téy rurki EG zasłoniony jest papierem białym zmazanym w oliwie, lub też szkłem dartém, z obudwu stron płaskim: ten papier, lub szkło darte wyobraża błonkę siatkową oka, na której malują się obrazy przedmiotów w oku naturalném. Całe narzędzie stoi na postumencie AP. Chcąc doświadczyć skutków tego sztucznego oka, trzeba obrócić otwór C ku iakiemu przedmiotowi, i wsuwać lub wysuwać rurkę DEFG dopóty, póki oko naturalne patrzące przez otwór DF nie obaczy przedmiotu odmalowanego na papierze lub szkłe dartém. Obraz iego będzie w położeniu przewróconém, podobnie iak malują się przedmioty w oku naturalném.

Wyrażają się więc przedmioty na błonce siatkowéy, złożonéy z drobnych nitek żyły optycznéy, która dochodzi aż do mózgu: przeto jeżeli iakie poruszenie nastąpi w błonce siatkowéy, to przez komunikacyą dóydzie do mózgu, czyli do powszechnego siedliska uczuć duszy. Lecz ponieważ dusza złączona jest z ciałem, przeto niektóre iéy uczucia są koniecznym skutkiem poruszeń ciała. Y tak ponieważ rozmaite części przedmiotu, poruszają różne części błonki siatkowéy oka, i że te poruszenia przez żyłę optyczną dostają się do mózgu; przeto dusza w jednymże czasie wielką liczbę wyraźnych uczuć odbierze. Stąd można tłumaczyć: ied że dusza wyobrazi sobie przedmiot tém iasniej-

szy i żywszy, im większa liczba promieni od punktów przedmiotu wpada w oko; a zatem wielkość źrenicy przykłada się znacznie do iasnego widzenia przedmiotów. *are.* Gdyby oko uważało jeden tylko punkt przedmiotu, promienie światła od niego rozchodzące się, tém mniejsze czyniłyby wrażenie w siedlisku czucia, im odleglejszy byłby przedmiot od oka: bo promienie idące od iakiego punktu, zawsze się rozchodzą: a zatem im dalszy jest przedmiot, tém mniej promieni, od iego punktu rozchodzących się wpada w źrenicę. Dlatego źrenica oka rozszerza się, gdy zostaniemy w ciemném miejscu, przeciwnie, ściska się, gdy znaczne znowu światło, zbytecznie razi w oczy. Z wielkości albo małości źrenicy, łatwo wyłożyć można, dlaczego niektóre ptaki i zwierzęta w nocy widzą, czemu niektóre z nich chronią się wielkiego światła, inne zaś na nie chętnie patrzą. *gcie.* Wyraźne widzenie przedmiotu, zależy także od wielkości obrazu odmalowanego na błonce siatkowéy: bo powinno się przynajmniej mieścić tyle włóków żyły optycznéy w powierzchni obrazu odmalowanego na błonce siatkowéy, ile jest cząstek przedmiotu przesyłających promienie do źrenicy: inaczey, każda cząstka przedmiotu nie poruszyłaby szczególnéy sobie niteczki żyły optycznéy; i gdyby promienie idące od dwóch punktów przedmiotu, iedną tylko iéy niteczkę poruszały, nateczas dusza wyobrażałaby sobie ieden tylko punkt przedmiotu. Dlatego obrazy małych przedmiotów i bardzo oddalonych, wydają się

ciemne. Stąd także pochodzi, iż jeżeli przedmiot jest różnych kolorów, natenczas oko te tylko miejsca przedmiotu obaczy, które są kolorów świetniejszych. Dlatego z daleka patrząc na łąkę, na której gdzie niegdzie rosną kwiatki białe, zdawać się będzie, iż cała jest zarosła kwiatami.

R O Z D Z I A Ł IV.

R O Z B I O R Ś W I A T Ł A.

§. 101. Rozbiór światła przez pryzma.

PIERWSZY był Newton, który światła od słońca i innych ciał świecących przychodzącego naturę uważał: po wielu doświadczeniach postrzegł on *naprzód*, iż światło składa się z części, czyli promieni wcale od siebie różnych: wniosł *potóro*, iż ciała nieprzeźroczyste żadnych z siebie nie mają kolorów, lecz się w takich okazują, iakie promienie odbijają. Przytaczamy tu niektóre jego doświadczenia, okazujące te prawdy.

Przez rurę TS (Fig: 155) osadzoną w okiennicy wpuścmy do izby ciemnej promień słoneczny SI, zrobi on na przeciwnym ścianie kółko świetne takiegoż koloru, iak słońce. Ale

jeżeli przepuścimy ten promień przez pryzma szklane SPD, natenczas po złamaniu się w niem, pójdzie kierunkiem prawie poziomym PMN, i następujące widoki okaże. *1o* Rozszerzywszy się, odmaluje na płaszczyźnie LK obraz podługowaty MN, po obu dwu końcach M; N zaokrąglony, i którego dwa inne boki czynią prawie linie proste. *2re*. Szerokość tego obrazu równa jest średnicy kółka świetnego, które promień słoneczny, nie łamiąc się jeszcze w przyzmacie, odmalował w miejscu I; stąd wnieść potrzeba, że promień po złamaniu w jedną się tylko stronę rozszerzył. *3cie*. To złamane światło wydaie się w siedmiu kolorach, podobnie iak i obraz MN z nich uformowany; kolory te następującym idą порядkiem zaczynając od N do M, czerwony, pomarańczowy, żółty, zielony, błękitny, niebieski, fioletowy. Z tego doświadczenia oczywisty wniosek wypada, że światło złożone jest z części wcale od siebie odmiennych, bo *naprzód* nie wszystkie jego promienie równo się łamią: *potóro* nie okazują się w jednakowych kolorach. Niemożna zaś powiedzieć, aby różność łamania się promieni, iako też ich kolorów, nie była właściwa promieniom światła, lecz tylko zależała od łamania się ich w przyzmacie: Albowiem jeżeli promienie złamane w pierwszym przyzmacie przepuścimy jeszcze przez drugie, którego oś AB (Fig: 156) czyni z osią pierwszego przyzmatu kąt prosty; natenczas promienie drugi raz złamawszy się, nie odmalują obrazu kwadratowego MmNn, iakby powinny, dlatego że osie przyzmatów czynią

kąt prosty, lecz uformują obraz podobny pierwszemu, co do szerokości i ułożenia kolorów, z tą różnicą, że jest pochylony, iak wystawie MN. Pochylenie tego obrazu pochodzi stąd, iż promienie złamane w pierwszym pryzmacie, ieszcze się bardziéj łamią w drugim.

Chcąc doświadczyć w szczególności każdego kolorowego promienia, trzeba go osobno przepuszczać przez dziureczkę w tablicy zrobioną; ale promienie złamane w pryzmacie formują kółka kolorowe zachodzące iedne na drugie, iak okazuje figura 157; więc trudno jest każdy oddzielnie przepuścić. Można wszelako zapobiedz temu następującem doświadczeniem. Złamawszy promień światła pryzmatem SVT (Fig: 158), przedzielmy go dwiema tablicami PQ, pq: w każdej tablicy jest mała dziurka X, x: za tablicą pq jest drugie pryzma *svt*, ustawione w takim położeniu, iak pierwsze. Wykręcając pierwsze pryzma SVT koło jego osi, i przepuszczając następnie wszystkie promienie złamane przez dziurki X, x i przez pryzma *stv*, odmaluje się tyle kółek kolorowych na karcie Yy, ile przepuszczonych będzie promieni: postrzeżemy, iż kółko żółtego koloru wyższe miejsce weźmie, aniżeli czerwone, zielone wyżéj niż żółte, i tak daléj aż do kółka fioletowego, które naywyższe miejsce zabierze: promienie zatem w tém drugim pryzmacie złamały się w takim stosunku, iak w pierwszym.

Jeżeli promień złamany w pryzmacie odbiśnie rozmaitemi zwierciadłami, te nie odmalują,

ani kolorów promieni, ani ich położenia względnie: od płaskiego zwierciadła tak się odbiją, iak wpadły: zwierciadło wypukłe osłabi natężenie kolorów powiększając obraz: zwierciadło wklęsłe pomniejszy obraz aż do swego ogniska, potem przewróci obraz kolorów, i coraz daléj ich żywość umniejszać będzie: zwierciadło cylindrowe obraz kolorów w postaci tęczy wystawi; ale w tych wszystkich odmianach zostaną te same kolory, i zawsze swe położenie względne zachowywać będą.

Uważał także *Newton*, że promienie naybardziéj się łamiące, nayprędzey się odbiją. Y tak przepuściwszy promień światła przez bok KI pryzmatu czworobocznego (Fig: 159) tak, aby promień TM czynił z podstawą pryzmatu LI kąt TMI około pięćdziesiąt stopni, ten promień nieznacznie się złamie wpadając na powierzchnię KI, ale wychodząc z punktu M, i odmaluje obraz kolorowy na karcie NN, ponieważ wpadając na powierzchnię KI, nieznacznie się do niej nachyla: druga część promienia odbije się linią prostą do O, gdzie ustawić trzeba drugie pryzma TXV, którego kąt X łamiący promienie powinien mieć przynajmniéj pięćdziesiąt pięć stopni: ta część światła złamawszy się w tém pryzmacie, odmaluje drugi obraz kolorowy na karcie PP. Obracając pierwsze pryzma LKI, koło jego osi tak, aby promień wpadający TM czynił z jego podstawą LI kąt około czterdziestu pięciu stopni, światło pierwszego obrazu QRS zacznie się odbijać na drugie pryzma, ale się naypiér-

wéy odbiją promienie Q fioletowe i błękitne, i przeszedłszy przez drugie pryzma, pomnożą ilości tychże samych kolorów w drugim obrazie *qrs*: potem z obrazu QRS znikną promienie zielone, żółte, pomarańczowe, a na ostatku odbiją się promienie czerwone. Nie wszystkie zatem promienie jednakowo się odbijają: aże fioletowe i błękitne najbardziej się łamią, te także najprzedzają się odbijają. A zatem światło jest złożone z różnorodnych części, którego promienie najbardziej się łamiące, najbardziej się odbijają.

Doświadczać i jeszcze potrzeba w szczególności każdego promienia jednorodnego; obierzmy np. czerwonego koloru, bo będąc pierwszy, łatwiej może być od innych oddzielony; przepuścimy *10d* ten promień przez kąć przyzmatu, wyobrazi się on po złamaniu, okrągły, i jednokrotnego koloru, bo wszelkie jego cząstki, jako jeden kolor składające, równie się łamią: inne zaś jest łamanie się promienia słonecznego. *2re*. przepuścimy ten promień przez soczewkę mającą ognisko siedem lub ośm cali, uformuje się on w samym ognisku dwa ostrokrogi stykające się wierzchołkami, które zachowają jednokrotny kolor w całej swéj rozciągłości. A zatem zgęszczenie i rozrzedzenie nie czyni w kolorze odmiany. *3cie*. Trzymajmy naprzeciw tego promienia jakie szkło grubego koloru: jeżeli ten promień nie przejdzie przez szkło, odmaluje na niem kolor czerwony, jeżeli jaka jego część przejdzie przez szkło, zachowa także sobie wła-

ściwy kolor: a zatem kolor nie pochodzi od łamania się promieni w szkłe. *4te*. Niech nakoniec ten promień pada na ciała rozmaitych kolorów; jaką tylko ich część oświeci, ta wydawać się będzie czerwonego koloru: a zatem kolory promieni światła są im właściwe.

J. 102. Czyli wszystkie promienie słoneczne i jednakowe ciepło sprawiają.

Promienie słoneczne mają własność sprawowania uczucia ciepła, gdy się z pierwotnymi cząstkami ciał łączą: ale nie wszystkie w równym stopniu własność tę posiadają. *Herschel* trzymał następnie gałkę ciepłomiaru *Farenheita* w promieniach światła czerwonych, zielonych, fioletowych: od pierwszych promieni wzniósł się *merkuryusz* w ciepłomiarze na pięćdziesiąt pięć stopni, od działania drugich promieni podniósł się na dwadzieścia pięć stopni, od trzecich na szesnaście. W tém doświadczeniu ustawione było pryzma wysoko w otwartém oknie, tak aby promienie słoneczne padały nań prostopadle. Za pryzmatem stała tablica, w której był otwór prostopadły; przez ten promienie kolorowe przechodząc, uderzały na ciepłomiar, dwa inne ciepłomiary zostające w cieniu blizko pierwszego okazywały jednokrotną odmianę stopnia ciepła w czasie tego doświadczenia.

Uważał potem *Herschel*, który z promieni kolorowych najlepiej może oświecić przedmiot ciemny w *Mikroskopie*: zdało mu się, że pro-

mienie żółte najbardziej z pomiędzy innych oświecały, chociaż obraz przedmiotu równie prawie był jasny od każdego promienia oświecony.

Wiadomość tę promieni żółtych, iż najbardziej oświecają, znał dobrze *Newton*, ponieważ w swym traktacie o świetle radzi tak ustawiać soczewki w Teleskopach, aby się obrazy przedmiotów malowały nie w ognisku promieni mnięj łamiących się, które są po brzegach zielonych i błękitnych, lecz w pośród promieni pomarańczowych i żółtych, które są najsławniejsze.

Zatrudnia się potem *Herschel* porównaniem działań, które sprawić mogą promienie wydające ciepło, z działaniami promieni wydających światło: usiłując okazać, że tak pierwsze, jak drugie mogą się odbijać i łamać podług tych samych prawideł. Czyni naprzód doświadczenia z ciepłem, które ciała świecące wydają, iekoto słońce, lampy świecące, i wszelkie ciała gorące: podobnym sposobem dochodzi potem ciepła, które sprawują niewidzialne promienie, tak słońca, iako też i innych ciał palących się. Przytoczmy tu niektóre jego postrzeżenia.

W izbie ciemnej, do której promień światła wpuszczony, odmalował obraz słońca, *Herschel* trzymał zwierciadło płaskie w miejscu, gdzie promienie słoneczne nie padały, to jest odbijał promienie niewidzialne, które padały na ciepłomiar *Farenheita*, i merkuryusz w dziesięciu minutach wzniósł się na dwa stopnie ciepła: drugi ciepłomiar podobny podziałki, będący w takim położeniu, iż na niego promienie niewi-

dzialne odbite od zwierciadła nie padały, żadnej odmiany nie okazał. Odbiwszy znowu niewidzialne promienie na ciepłomiar zwierciadłem wklęsłym, merkuryusz się podniósł na dwadzieścia cztery stopnie. Promienie niewidzialne innych ciał palących się odbite takimiż zwierciadłami, podobnież skutki okazywały.

Dochodził potem *Herschel*, czyliby promienie ciepło sprawujące, nie mogły być widzialnymi przez zgęszczenie. Na ten koniec wzięwszy wielką soczewkę *Dollonda* okrył ją część papierem tak, iż promienie światła robiły kółko świetne na papierze, i obwód tego kółka odległy był od brzegów papieru na jedną linię, przez co promienie niewidzialne czyli ciepło sprawujące, same tylko mogły przechodzić przez soczewkę: trzymał potem w jej ognisku ciepłomiar, merkuryusz natychmiast się podniósł na 45 stopni, a gałka ciepłomiaru kolorem czerwonym była pokryta: gdy zaś obwód kółka świetnego odległy był od brzegów papieru na dwie linie, merkuryusz się podniósł na 21 stopni, i nie widać już było czerwonego koloru na gałce ciepłomiaru: że zaś ten okazywał się w poprzedzającym doświadczeniu, przypisuje to *Herschel* niedoskonałemu łamaniu się promieni w soczewce, i trudności wyznaczenia miejsca, gdzie się kończą promienie świecące. Prócztego robił te doświadczenia *Herschel* w izbie niezupełnie ciemnej, bo tylko okno firankami zastonił.

Z tych doświadczeń i wielu innych wnosi *Herschel*, że promienie idące od słońca i innych ciał

świejących są dwoiakie, jedne niewidzialne i ciepło sprawujące, drugie widzialne i świejące, i że tak pierwsze, iak drugie tymże samym prawidłom łamania się i odbicia podpadają. Wypada jednak więcéy uczynić doświadczeń dla zupełnego przekonania się, iż jedne promienie ciepło sprawują, drugie ogrzewają; i można powiedzieć, że ta materya nie jest ieszcze dostatecznie dowiedziona.

§. 103. Mieszanina kolorów inne okazuje kolory.

Promienie od słońca idące zdają się być białego koloru, przepuściwszy je przez przyzma rozdzielamy na siedm pierwiastkowych promieni odmiennych kolorów: zebrawszy je znówu przez soczewkę wypukłą przywracamy im kolor biały. Z tych doświadczeń wniesć można, że mieszani-
na różnych kolorów sprawuje kolor biały. Y to ieszcze uważać należy, że do zrobienia białosci zupełny, nie koniecznie trzeba mieszać wszystkie kolory, które widzimy w rozebranych promieniach światła; albowiem białosc promieni słonecznych jest niezupełna, okazuje się w niéy żółty kolor, który oddzieliwszy, białosc ich zupełną się wyda. Słowem białosc zupełna pochodzi od proporcjonalny mieszaniny czterech lub pięciu kolorów.

Pierwotne kolory, to jest iednorodne wydaia także przez mieszanię rozmaite kolory: czasem z téy mieszaniny wypada kolor podobny do pier-

wiastkowego. Y tak kolor czerwony i żółty wydaie pomarańczowy, żółty i błękitny wydaie zielony, błękitny i fioletowy wydaie niebieski; z tego iednak wnosić nie można, iakoby kolory czerwony, żółty, i błękitny były tylko pierwiastkowe; okazał bowiem *Newton* następującem doświadczeniem, że i inne cztery kolory równie są pierwiastkowe. Do izby ciemny wpuścił on dwoma otworami R, T, (Fig: 160) promienie słoneczne, każdy był gruby na trzy linie: o dziesięć lub dwanaście stóp zbierał je w soczewki L, l, za którymi były dwa przyzma G, g, w przewróconém położeniu, iak wystawuje figura: za niemi stała tablica AB, ze dwoma dziurami C, D, każdy średnica 3 linie, odleglosć dziur od siebie, osm calów: Wykręcając przyzma G, g, i odmieniając względem nich położenie tablicy AB, i karty biały EE, zgromadzał w jedno miejsce: 10d. z obrazu C kolor czerwony, z obrazu D kolor żółty. 2re z jednego obrazu kolor żółty, z drugiego błękitny: 3cie z jednego błękitny, z drugiego fioletowy: w pierwszym razie na karcie EE wydawał się w miejscu F, kolor pomarańczowy, za drugim mieszaniem zielony, za trzecim niebieski. Nakoniec pojedynczo przepuściwszy promień pomarańczowy, zielony i niebieski, patrzył na te obrazy przez inne przyzma: każdy kolor pochodzący od złamania się w jednem przyzmacie był iednostajny i zabierał miejsce okrągłe. Kolory zaś pochodzące z mieszaniny promieni ze dwóch przyzmatów, wydawały się, patrząc na nie przez inne przyzma figury o-

walnéy, i jeden kolor na drugi zachodził, chociaż gołym okiem patrząc, wydały się być jednolitym koloru: siedm zatem kolorów jest pierwotnych, chociaż niektóre z nich można udawać mieszaną.

§. 104. Kolory ciał od czego pochodzą.

Widzieliśmy, że promienie światła mają kolory sobie właściwe, i które żadnym sposobem odmienione być nie mogą. Lecz kolory innych ciał nie są tak trwałe: mkną one z czasem, odmieniają się podług rozmaitego położenia ciał, i układu ich powierzchni, albo nawet podług rozmaitego ułożenia cząstek, z których się ciało składa.

Rozbierzmy pryzmatem promienie słońca wpuszczone do izby ciemnéy, i te kolorowe promienie niech padają na ciała rozmaitych kolorów, te wydawać się będą w takich kolorach, iakie promienie na nie padają. Jeżeli ciało takiegoż jest koloru, iakiego promień nań padający, natenczas okaże się koloru iśniejszego; gdy zaś np. ciało jest koloru zielonego, a puszczamy nań promień czerwony, wydawać się będzie ciemno czerwone; puściwszy zaś promień czerwony na ciało takiegoż koloru, okaże się jasno czerwonego koloru. Z tego doświadczenia wypada, że ciało okazuje się w takich kolorach, iakie promienie odbija.

Z pomiędzy promieni nie odbitych od ciała, jedne przechodzą przez jego pory; gdzie po

różnych odbiciach i łamaniach łączą się nareszcie z pierwotnymi cząstkami tego ciała, i tak złączone udzielają mu ciepła. Dlatego to ciało tém prędzéz się rozgrzewa, im mniéy odbija promieni: i tak ciało białe, które prawie odbija wszystkie promienie, któremi jest oświecone, nayspóźniéy ze wszystkich innych ciał ogrzane być może: gdy przeciwnie ciało czarne, przez które wszystkie prawie przechodzą promienie, ponieważ ich bardzo mało odbija, ogrzane być może prędzéz, niżeli inne ciała.

Łatwo promienie przechodzą przez ciała, jeżeli te są złożone z warst cienkich i przezroczystych. Dlatego to ciała przezroczyfste wydają się być rozmaitych kolorów, podług promieni odbitych, lub w nich złamanych, przez które je widzimy.

Ze kolory nie są w ciałach, tylko zależą od promieni odbitych, następujące doświadczenie przekonywa. Biorę dwa szkła czyfste, dobrze wypolerowane, jedno z nich wypukłe, drugie wklęsłe, ale nie jednakowo, to jest jednego wypukłość większa, drugiego wklęsłość mniejsza: wypukłość pierwszego wkładam we wklęsłość drugiego, to zrobiwszy żadnych nie widzę kolorów; gdy je trochę ścisnę, pokazuje mi się plama zielona, koło néy okrąg czerwony. Scisnąwszy mocniéy, widzę w środku plamę czarną, koło niéy zaś kilka kół kolorowych, z których pierwszy ma kolory, błękitny, biały, żółty, czerwony, ostatni zielony, czerwony. Jeżeli zaś szkła tak ścisnione trzymam naprzeciw okna, i

przez nie na światło patrzę; widzę na miejscu punktu czarnego kółko najświetniejsze: inne kolory będą bardzo słabe. Nakoniec na pomienione szkła patrząc przez pryzma na plamie czarny żadnych nie widzę kolorów, na innych także kołach więcéy onychże nie upatruję, tylko tyle, ilem ich widział. Z tego doświadczenia *Newtona* wnosić można, że kolory mają początek od promieni: bo szkła, których używaliśmy do tego doświadczenia, są przezroczyfte, czyli bez kolorów; gdy jednak, mimo téy przezroczystości ściśnione, pokazują kolory, to zapewne dlatego, iż w nich światło rozdziela się na różne promienie: powinno zaś rozłączać się światło w tych szklach, ponieważ w tém miejscu, w którym się najpierwey szkła dotykają, są najeńsze; przeto promienie przez ten punkt przebiegają, i nie wracają się do oka, które żadnych promieni z tego miejsca nie odbierając, osądzi je za ciemne czyli czarne. Od punktu czerwonego, idąc ku brzegom, szkła są mniej ku sobie zbliżone, więc światło w owe części wpadając, albo się całe do oka odbija, albo też jego części słabsze, lub mocniejsze, przeto jego okrąg biały, lub innego jakiego koloru być powinien. To doświadczenie stosując do cząstek składających wierzch każdego ciała, poznamy różność kolorów; pewna bowiem, że farby według różney grubości swych cząstek różne kolory okazują: i tak cynober potłuczony większą ma czerwoność, niż w sztuce będący: etąd łatwo wnieść można, dlaczego farb miel-

szych

szych delikatniejsze są kolory: oprócz tego różna gładkość, lub chropowatość wierzchów ciał w rozmaitych ich kolorach okazuje; i tak srebro chropowate bielsze od gładszego.

Ale taki sposób uważania kolorów w ciałach nie jest dostateczny do okazania przyczyny wszystkich skutków. Trzeba kolory ciał uważać nie powierzchownie, ale chemicznie, iak to przedziwnie wyklada *Chaptal* w Traktacie *Chimii elementarney* w Tomie III. na karcie 172. Okazał on, że trzy kolory pierwiastkowe, to jest błękitny, żółty i czerwony, wydalają się w ciałach należących do trzech królestw przyrodzenia, przez zjednoczenie się większey, lub mniejszey części kwasorodu z pierwiastkami tych ciał. Y tak żelazo w stanie swym naturalnym jest bez koloru: iak tylko zaczyna się palić, czyli łączyć z kwasorodem (Tom I. §. 78), po ostudzeniu nabywa koloru błękitnego: mocniejszy stopień skwaszenia się, daje mu kolor żółty: większy jeszcze stopień skwaszenia, daje mu kolor czerwony: wiele innych metalów podług większey, lub mniejszey atrakcyi z kwasorodem podobne skutki okazują.

W istotach do królestwa roślinnego należących, błękitny kolor formuje się przez fermentacyą, to jest przez zjednoczenie się z niemi kwasorodu: i większa część z pomiędzy nich może być koloru czerwonego przez zjednoczenie się z większą ilością kwasorodu: i tak syrop fiołkowy nabiera czerwonego koloru, tak od powietrza, w którym się kwasoród znajduje (iak oka-

TOM II.

S

zaliśmy w Tomie pierwszym mówiąc o powietrzu), jako też od działania kwasów.

Podobnie okazują się kolory w królestwie zwierzęcym przez łączenie się ich części z kwasorodem. Kiedy mięso gnie, pierwszy stopień jego skwaszenia, okazuje kolor błękitny; po mocniejszym skwaszeniu następuje kolor czerwony. Skutek ten widocznie się okazuje w serach, które zrazu powleka się skórką błękitną, która z czasem czerwienieje.

Nakoniec płomień ciał gorejących okazuje też same skutki: jest on koloru błękitnego, gdy wolne jest łączenie się kwasorodu z ciałem gorejącym: czerwonego, gdy jest mocniejsze; a białego, kiedy skwaszenie się jest zupełne. Wypada tedy, że w ostatnim stopniu skwaszenia się, odbija się wszystkie promienie od ciała palącego się, ponieważ się wydaje w kolorze białym.

Te niezaprzeczone skutki widocznie okazują, że łączenie się kwasorodu z ciałami w pewnych proporcjach, nadają im własność odbijania takich kolorów, w jakich się naszym oczom wydają: stąd łatwo jest wnieść, że kolory ciał powinny się odmieniać podług natury ich pierwiastków, z którymi się kwasoród łączy.

Te potrzeby doprowadzić mogą do pożytecznych badań, które z czasem będą powodem do ustanowienia nowej teorii kolorów.

Kiedy słońce blisko jest horyzontu, jako po wschodzie, lub przy zachodzie, cienie od ciał rzucane są kolorowe: jeżeli przypadają na płaszczyznę białą, są jasno błękitnego koloru. Pła-

szczyzna, na którą cień pada, jako ziemia, oświecona jest od promieni słońca, i od błękitnych promieni atmosfery: lecz promienie słoneczne pochłonięte są lub odbite od ciał nieprzezroczystych, po wschodzie lub przy zachodzie słońca, a zatem na ziemię padają promienie od atmosfery, to jest błękitnego koloru.

Płomień spirytusu winnego, płynu wodornego, oliwy, formuje także cień odmiennego koloru.

§. 105. Wykład Tęczy na niebie.

Ze wszystkich skutków mających stosunek z kolorami, najpiękniejszym jest tęcza na niebie; usiłowali dawniejsi Fizycy wyłożyć tego skutku przyczynę, ale ich chęci były daremne: dopiero Newton, rozebrawszy światło na siedem pierwiastków, i naznaczywszy każdemu właściwy łamanie się stopień, jasnie wytłumaczył przyczynę okazywania się tęczy.

Pospolicie widzimy dwie tęcze na niebie; jedną wewnętrzną w żywszych kolorach, drugą zewnętrzną w słabszych. W tęczy wewnętrznej porządek kolorów jest następujący, zaczynając od dołu: rozeznaiemy naprzód kolor fioletowy, potem niebieski, błękitny, zielony, żółty, pomarańczowy, i czerwony: w tęczy zewnętrznej kolory idą przeciwnym porządkiem, zaczynając znowu od dołu, będzie naprzód kolor czerwony; potem pomarańczowy, żółty, zielony, błękitny, niebieski i fioletowy.

Dla łatwiejszego wyłożenia formowania się tęczy, daymy, że koła stD (Fig: 161) i Gds (Fig: 162) wyobrażają dwie krople wody. Promień światła Ss (Fig: 161) padając ukośnie na kroplę wody w punkcie s , nie póydzie pierwszym swym kierunkiem do F , ale się złamie, przybliżając się do prostopadłej pC , i odeydzie kierunkiem st : w punkcie t odbije się od nieprzenikliwéy cząstki kropli wody, zachowując kąt odbicia równy kątowi wpadania, i póydzie kierunkiem te , z punktu e wychodząc w środek rzadszy, to jest z wody w powietrze, złamie się drugi raz, oddalając się od prostopadłej pC : lecz że ten promień światła, iakożkolwiek on jest szczupły, składa się z różnych promieni, z których niewszystkie iednakowo się łamią; przeto promień fioletowy, z pomiędzy innych najbardziej się łamiący, oddali się ku punktowi B , a zaś czerwony promień, który się najmniej łamie, póydzie do punktu O . Jeżeli więc oko jest w punkcie O ; promień słoneczny Ss po pierwszym złamaniu się w punkcie s , i odbiciu w punkcie t , i po drugim złamaniu się w punkcie e , jeżeli wpada w oko kierunkiem linii eO , czyniący z promieniem słonecznym Ss kąt SFO 42. stopni i 2 minuty; natenozas oko widzieć będzie kolor czerwony kierunkiem Or . Jeżeli oko podnosi się do punktu B tak, aby promień do niego wpadający, czynił z promieniem słońca Ss , kąt 40 stopni i minut 17; widzieć będzie w tém podnoszeniu się, następnie siedm kolorów, iakie przyzmatem okazujemy: siedmy kolor, to jest fioletowy

obaczy kierunkiem Bb . Podobnyż byłby skutek, gdyby oko zostając w pierwszym swém położeniu, to jest na punkcie O , kropla tylko wody spadała od D , do E : wystawwszy zaś, iż miejsce DE napełnione jest ciągle kroplami wody po sobie następującemi, będzie oko widziało za iednym spóyrzeniem wszystkie siedm pierwiastkowych kolorów. Wystawmy sobie teraz podobny szereg kropel wody z chmury spadających; promienie słoneczne po dwoistém w nich złamaniu się i iednym odbiciu, wpadną w oko: to zatem widzieć będzie strefę figury półkoła w siedmiu pierwiastkowych kolorach: szerokość téy tęczy równać się będzie szerokości miejsca DE , to jest różnicy między najbardziej łamiącemi się promieniami, i najmniej.

Dla wytłumaczenia formowania się tęczy zewnętrzney, daymy, że promień słoneczny Ss , (Fig: 162) pada ukośnie w punkcie s na kroplę deszczową, którą wystawnie koło Gds : złamawszy się w punkcie s , póydzie kierunkiem sd : po odbiciu się w punkcie d , póydzie kierunkiem de : powtórnie odbiwszy się w punkcie e , od nieprzenikliwéy cząstki wody; póydzie kierunkiem eg : w punkcie g złamie się, oddalając się od prostopadłej, i odeydzie kierunkiem linii gO . Promień ten podobnie, iak w pierwszym razie będąc złożony z promieni nie iednakowo się łamiących; przeto czerwony promień, iako najmniej łamiący się z pomiędzy innych, póydzie do punktu O , promień zaś fioletowy, ponieważ najbardziej się łamie, póydzie do B . Niechże teraz oko bę-

dzie w punkcie O; promień światła S_s po dwoistém złamaniu się i odbiciu, jeżeli wpada w oko takim kierunkiem linii gO , aby z nią promień S_s , czynił kąt ShO 50 stopni i 57 minut; natenczas oko widzieć będzie kolor czerwony kierunkiem linii Or : jeżeli oko zniżyć się będzie do punktu B tak, aby promień gB do niego wpadający, czynił z promieniem światła S_s kąt ShB 54 stopni i 7 minut; będzie widziało w swem zniżaniu się następnie siedm kolorów pierwiastkowych, i ostatni kolor fioletowy obaczy kierunkiem Bb . Podobnyż byłby skutek, gdyby oko zostając w pierwszym swem położeniu, to jest na O, kropla wznosiła się od G do H: wystawiając zaś miejsce to napełnione ciągłym szeregiem kropeł, oko za jednem weyrzeniem obaczy wszystkie kolory pierwiastkowe. Wystawivszy teraz podobnym sposobem, iak w pierwszym razie szereg kropeł wody z chmury spadających; oko widzieć będzie strefe figury półkola w siedmiu pierwiastkowych kolorach, ale w porządku przeciwnym, aniżeli pierwéy widziało.

Takim tedy sposobem formuje się tęcza na niebie, byle tylko promienie słoneczne z kropeł wody wychodzące do oka, czyniły z promieniami wpadającemi takie kąty, iakśmy namienili. Niech to jeszcze objaśni figura 163. Dajmy, że kółka E, F, G, H wystawiają krople deszczu, na które padają promienie słoneczne SE, SF, SG, SH; te promienie po dwoistém złamaniu się i jedném odbiciu w punktach E, F, wpadają do oka w punkcie O położonego. Kąt SEO utworzony

przez wpadający promień SE i wychodzący EO, czyniąc 40 stopni i 17 minut, oko widzieć będzie kolor fioletowy w punkcie E. Kąt SFO zrobiony od promienia wpadającego SF i wychodzącego FO, mając 42 stopni i 2 minuty; oko widzieć będzie kolor czerwony w punkcie F. Aże miejsce FE napełnione jest kroplami wody przesyłającemi promienie do oka rozmaicie złamane; przeto za jedném weyrzeniem widzieć będzie oko siedm pierwiastkowych kolorów. Podobnież promienie SG, SH, po dwoistém złamaniu się w punktach G, i H, i po dwoistém odbiciu, wpadają do oka kierunkami HO, GO. Kąt SGO zrobiony od promienia wpadającego SG, i wychodzącego GO, będąc 50 stopni i minut 57; widzieć będzie oko kolor czerwony w punkcie G. Kąt SHO zrobiony także od promienia wpadającego SH, i wychodzącego HO, będąc 54 stopni i 7 minut; oko obaczy kolor fioletowy na punkcie H. Aże miejsce HG napełnione jest także kroplami wody, przeto oko w jednymże czasie widzieć będzie siedm pierwiastkowych kolorów. Toż samo powiedzić można o wszystkich szeregach kropeł zawartych we dwóch półkolkach AFEB, CHGD.

Kolory tęczy zewnętrzny są słabsze, aniżeli wewnętrzny, to pochodzi stąd, iż promienie robiące pierwszą tęczę, dwa razy się odbijają, drugie zaś raz tylko: w pierwszym więc razie wiele ich odbijając się zginie.

Można zrobić wyobrażenie tęczy na niebie następującym sposobem: Zawieśmy dwie gałki

szklane *St₂*, *sG₂* (Fig: 161, 162) na sznurkach CHM, przechodzących przez bloki; pociągając lub popuszczając te sznurki, podniesiemy, lub opuścimy galki szklane tak, iż promienie słoneczne na nie padające, uczynią z promieniami wychodzącemi takie kąty, jakie są potrzebne do uformowania tęczy: ale w tém wyobrażeniu tęczy nie takim porządkiem ułożone będą kolory, iak w tęczy pokazującej się na chmurze: kolory bowiem fioletowe okażą się wewnątrz, to jest w punktach B, B, a kolory czerwone zewnątrz, to jest w punktach O, O, gdy tymczasem w tęczy okazującej się na obłokach (Fig: 163) kolor czerwony wychodzi zewnątrz łuku wewnętrznego, to jest okazuje się w punkcie F, w łuku zaś zewnętrznym pokazuje się wewnątrz, to jest w punkcie G: przeto kolory czerwone pokazują się wewnątrz, a zaś fioletowe zewnątrz. Lecz tu uważać trzeba, że przypatrując się kolorom tęczy niebieskiej, widzimy je kierunkami, które się przecinają w punktach *e, g* (Fig: 161, 162), z których promienie wychodziły; przeto widzimy kolory czerwone w punktach *r, r*, a zaś fioletowe w punktach *b, b*.

Szerokość dwóch stref kolorowych formujących dwie tęcze na niebie, większa jest, aniżeli być powinna, podług rozmaitego łamania się promieni słonecznych. *Newton* robił kalkuły dla wymierzenia tych dwu szerokości, i wypadło mu, że szerokość strefy wewnętrznej powinna być na jeden stopień i 45 minut, strefy zaś zewnętrznej na 3 stopnie i 11 minut, a ich odległość

od siebie na 8 stopni i 55 minut. Taka byłaby szerokość każdej strefy, gdyby słońce za jeden punkt brać można było: lecz jego średnica będąc prawie na pół stopnia; przez to robi się większą szerokość każdej strefy, i zmniejsza się ich odległość od siebie, tak, iż w rzeczy samej szerokość łuku wewnętrznej tęczy jest 2 stopnie i 15 minut, a szerokość łuku zewnętrznego, jest 3 stopnie i 40 minut, a zaś ich odległość od siebie jest tylko 8 stopni i 25 minut.

Z tego tłumaczenia tęczy niebieskiej, łatwo dać można przyczynę, dla której woda poruszona od wiatru i na krople rozdzielona, wydaje się w kolorach pierwiastkowych, gdy patrzymy na nią, obróciwszy się plecami do słońca: bobyśmy tych kolorów widzieć nie mogli w inném będąc położeniu; podobnie iak i tęczę niebieską w ten czas tylko widzimy, gdy słońce jest za nami i wyniesione nad horyzont na 42 stopnie.

Powiedzieliśmy, że dwie tęcze na niebie wydające się, są figury półkół; jednakże zdaje się, iż krople wody formujące te strefy kolorowe, nie są ułożone w półkół: że zaś wydają się nam tęcze takie figury, przyczyna tego jest następująca. Promienie idące od końców przedmiotu formują ostrokrag świetny, iak okazaliśmy w *Optyce* (§. 82), oko zatem będące na wierzchołku tego ostrokręgu, widzi przedmioty na powierzchni jego przypadające, iak gdyby się znajdowały na obwodach kół spółśrodkowych: lecz gdy przedmioty są bardzo od oka odległe; w takim razie zdają się być w jedna-

kowéy odległości od oka (§. 82). Tak też właśnie krople wody, przez które promienie słoneczne przechodząc wystawiają nam obraz tęczy; ułożone są na powierzchni ostrokągu świetnego, którego wierzchołek jest w źrenicy oka naszego: a zatem te krople wody wydawać się nam powinny, iak gdyby ułożone były w figurę strefy kolistéy: oś tego ostrokągu zowie się osią widzenia.

Z tych zasad łatwo tłumaczyć można wszelkie skutki okazujące się w tęczy niebieskiéy. 1o*d*. Szerokość obu dwu tęczy jest zawsze jednakowa, dlatego, iż stosunek łamania się promieni czerwonych i fioletowych, które są po brzegach każdéy tęczy, jest zawsze iednostayny; a zatem zawsze czynią iednakową szerokość tęczy. 2*re*. Położenie tęczy niebieskiéy odmienia się podług rozmaitego położenia oka; ponieważ krople wody wydające promienie kolorowe, powinny być zawsze ułożone pod kątem iednostaynym koło osi ostrokągu świetnego, aby promienie z nich wychodzące mogły się rozdzielić na piérwiastkowe: lecz gdy oko odmienia swe położenie, odmienia się także oś ostrokągu, czyli linia widzenia, a zatem z innych punktów promienie kolorowe wpadają do oka, czyli w inném miejscu okaże się tęcza: można iednak powiedzieć, że dwóch ludzi nie bardzo od siebie oddalonych, będą widzieli tęczę w jednymże prawie miejscu, ponieważ promienie od słońca bardzo od nas odległego, idące, można brać za równo odległe. Tęcza niebieska robi czasem łuk większy,

a czasem mniejszy: to stąd pochodzi, iż iéy wielkość lub małość zależy od większéy, lub mniejszéy rozciągłości powierzchni ostrokągu świetnego wpadającego w oko nasze, część ta pomienionego ostrokągu większa jest lub mniejsza, im mniej lub bardziej iego oś pochylona będzie ku ziemi: pochyłość zaś ta powiększa się, gdy słońce wznosi się nad horyzont; iłak wypadają, że wielkość łuku tęczy zmniejsza się stosownie do wysokości słońca. 4*te*. Tęcza nie pokazuje się na niebie, gdy słońce wyżéy jest na horyzoncie, iak na 42 stopnie. Bo natenczas powierzchnia ostrokągu świetnego, na której tęcza okazywać się powinna, zachodzi pod horyzont, przeto iéy widzieć nie można. 5*te*. Czasem tęcza dotyka się końcami swoimi ziemi, a czasem iéy dochodzi: przyczyna tego jest, iż w tych tylko miejscach widzimy tęczę, gdzie są krople deszczowe: więc jeżeli deszcz większą zajmuje rozległość, aniżeli jest część powierzchni ostrokągu, na której się tęcza okazuje, wtedy widzieć będziemy tęczę dotykającą się ziemi swoimi końcami, jeżeli zaś krople wody mniejszą zabierają rozległość, aniżeli jest część powierzchni ostrokągu, na której wydaje się tęcza, natenczas część tylko iéy widzieć będziemy. 6*te*. Końce tęczy niebieskiéy zdają się być czasem nieiednakowo od siebie oddalone. Jeżeli deszcz ze strony patrzącego kończy się na płaszczyźnie tak nachylonéy do osi ostrokągu świetnego, iż płaszczyzna deszczu formuje z osią kąt ostry względem patrzącego, a z przeciwnéy

strony ką roztwarty; natenczas powierzchnia o-
frokregu, na której wydawać się powinna tę-
cza, takie położenie mieć będzie, iż jedna część
tęczy bliższą wyda się, a druga dalszą od oka.
7mc. Tęcza zdaie się byż u góry ścięta: to stąd
pochodzi, iż promienie kolorowe nie wszystkie
od téy części do oka przychodzą, gdyż się od
bijaiają od mgły w powietrzu uformowaney: cza-
sem tylko końce tęczy widzimy, kiedy w miej-
scu gdzie iéy wierzch formować się powinien nie
masz kropel wody. 8mc. Tęcza niezawsze jest
okrągła, czasem jest nachylona. Wtedy zdaie
się byż okrągłą, gdy jest bardzo od nas od-
dalona; lecz gdy formuje się blisko nas, ła-
two postrzegamy nieregularność w iéy figurze:
a jeżeli z przyczyny wiatru pochyło dęszcz pa-
da, tak, iż iego wyższa część bardziéy jest od
oka oddalona, aniżeli niższa, natenczas tęcza
wyda się oku pochyła, to jest może się okazać
figury owalney; podobnie jak koło mające po-
łożenie pochyle względem oka, zdaie się byż
figurą owalną. 9tc. Tęcza nigdy większa nie bę-
dzie od półkola: środek tęczy na niebie znaj-
duje się zawsze na osi ofrokregu świetnego,
która jest prostopadła do słońca: więc gdy jest
słońce na horyzoncie, ta linia idzie po ziemi,
jeżeli zaś słońce wzniesie się nad horyzont, wte-
dy najdalszy koniec téy linii, i który przypada
na środek tęczy, jest pod horyzontem, a zatem
widzieć go nie możemy: więc, ponieważ widzieć
nie można środka tęczy, a zatem ani iéy poło-
wy, bo aby można widzieć całe półkole, trze-

ba widzieć iego środek. Jeżeliby zaś patrzący na
tęczę, uważał ją ze znacznie wyniesionego miey-
sca, i gdyby słońce było na horyzoncie, albo
nawet trochę niżej; natenczas ós ofrokregu
świetnego, na której przypada środek tęczy,
znacznie się podniesie nad horyzont, i tęcza wy-
dawać się może większa od półkola. Nawet ie-
żeli patrzący stoi na bardzo wysokim miejscu,
i kropkę dęszczu są blisko niego, natenczas, zda-
rzyć się może, iż całe koło tęczy obaczy: a ie-
żeli wyższą część tego koła mgły zakrywaią,
i tylko niższa iéy część jest widoczna, wtedy
zdawać się mu będzie tęcza przewrócona.

Światło od księżycy złamane i odbite w kro-
plach dęszczu, pokazuje także tęczę na niebie,
podobną w kolorach do téy, która pochodzi od
łamiących się promieni słonecznych: Ale kolory
tęczy księżycowey daleko są słabsze, aniżeli sło-
neczney, ponieważ natężenie światła księżycy da-
leko jest mnieysze, aniżeli dzielność promieni
słonecznych.

Przypisać także trzeba łamaniu się promieni
światła w kroplach wody, owe okręgi kolorowe,
które postrzegamy koło słońca, księżycy, i ianych
planet i gwiazd; i które zowią się ich koronami.
Wszyscy fizycy zgadzaią się na to, iż te koro-
ny pochodzą także, jak tęcza niebieska od zła-
mania się promieni światła w cząstkach wapo-
rów, w kroplach wody, w bryłkach lodu i śnie-
gu, które mogą się zaaydować w atmosferze:
ta tylko jest różnica między temi kolorami i tę-
czą niebieską, że tęcza pochodzi od złamania się

i odbicia promieni, korony zaś od łamania się tylko ich pochodzą. Wielkość tych koron jest różna podług większej lub mniejszej grubości warst ciał różnorodnych, w których się łamie światło, i podług ich odległości od oczów naszych. Teorią formujących się koron koło ciał niebieskich, można potwierdzić następującem doświadczeniem. Podczas mrozu patrząc na świecę palącą się przez parującą wodę ciepłą, obaczmy krążek kolorowy otaczający płomień świecy: podobnyż będzie skutek patrząc na świecę palącą się przez szkło dobrze wypolerowane, na którym drobne kropelki wody od zimna się ścięły.

Widziemy czasem część koła świetnego w takich kolorach, w jakich się wydaje tęcza na niebie, gdy zaraz po wschodzie słońca, lub przed jego zachodem poglądamy z wyższego miejsca na łąkę, albo też na jakie pole: ta część koła tak ubarwiona, może się nazwać tęczą ziemską. Skutek ten podobnie jak tęczy niebieskiej zależy od złamania się i odbicia światła w kropelkach rosy, lub deszczu, które się trawy i listków trzymają, i podobnie tłumaczony być może, jak tęcza. Jakoż mając wzgląd na wyniesienie się słońca nad horyzont, na położenie w którym zostaniemy postrzegając ten skutek, na zdolność kropel wody do łamania promieni, i na różne stopnie łamania się promieni, z których złożone jest światło słoneczne; przekonać się można, iż ten skutek od tych samych warunków zależy, od których tęcza niebieska.

ROZDZIAŁ V.

NARZĘDZIA OPTYCZNE.

POWIEDZIELIŚMY (§. 100), że na poprawienie niedoskonałości oczu płaskich, używać trzeba soczewek wypukłych, które bliżej promienie zgromadzą; poprawia się zaś niedoskonałość oczów wypukłych, które przed błoną siatkową zgromadziły promienie, przez soczewki wklęsłe: przez te bowiem promienie od przedmiotów przechodząc, idą w oko rozchodząc się, a zatem po złamaniu zbiorą się na błonie siatkowej. Ale chociażby oczy były naydoskonalsze, wszelako ich wzrok jest ograniczony: nie widzimy przedmiotów wielkich, gdy bardzo od nas są oddalone, nie widzimy blizkich przedmiotów, gdy są bardzo drobne, nie widzimy nakoniec przedmiotów, jeżeli między nimi i naszymi oczyma stoi jakie ciało nieprzeźroczyste. Szukano więc sposobów wzmocnienia wzroku, i wynaleziono do tego służące narzędzia, za pomocą których nie tylko nayodleglejsze przedmioty, ale też i naydrobniejsze widzieć możemy. Opiszmy w krótkości narzędzi tych skład i użytek.

§. 106. Teleskop Galileusza.

Teleskop Galileusza składa się z dwóch szkieł, jednego wypukłego, które się ku przedmiotowi obraca, i dlatego zowie się szkłem przedmiotowym, a drugiego wklęsłego, przez które oko patrzy, i przeto zowie się szkłem ocznym. Niektórzy wynalazek tego Teleskopu komu innemu przypisują (czytaj w téj materyi *Histoire des Mathematiques par Montucla Tome II. page. 228*). Wreszcie któżkolwiek jest tego wynalazcą, przyznać jednak trzeba, iż dopiero w rękach Galileusza narzędzie to użytecznym się okazało. Zrobił on naprzód Teleskop, który średnicę przedmiotów trzy razy powiększał, zachęcony tą pierwszą próbą, zrobił drugi teleskop, który średnicę przedmiotów ośm razy większą pokazywał; nareszcie nie oszczędzając, ani pracy, ani nakładów, złożył trzeci, przez które średnica jakiego przedmiotu wydawała się trzydziści razy większą, sniżeli ją gołe oczy widziały, i przez ten ostatni Teleskop odkrył księżyc Jowisza, i plamy w słońcu.

Złożyć więc można Teleskop Galileusza następującym sposobem: trzeba wykleić z papieru przeziernik (*tubus*), którego długość tak się wyznaczy: Daymy, że ognisko szkła wypukłego jest na dwadzieścia cztery cale odległe od szkła; Wklęsłe szkło ponieważ rozrzuca promienie, więc będzie tylko miało mniemane ognisko, które daymy, że jest odległe na dwa cale, więc szkło wklęsłe powinno być ustawione przed ogniskiem szkła

szkła wypukłego na dwa cale, czyli od samego szkła wypukłego powinno być odległe na 22 cale: a zatem wykleiwszy z papieru przeziernik na 22 calow długi, w jeden jego otwór wprawić szkło wypukłe, w drugi zaś wklęsłe, i będzie teleskop gotowy. Jednakże wynaydowanie ogniska szkła wklęsłego, wklęsłego, może nieco zatrudnić; bo chociaż podług wyłożonych prawideł łamania się promieni w środkach zakończonych powierzchnią wklęsłą (§. 98) wypada, że gdy soczewki wklęsłość z obudwu stron jest jednakowa; odległość mniemanego ogniska od soczewki równa się promieniowi kuli, której wycinkiem jest soczewka: gdy wklęsłość z obudwu stron nie jest jednakowa; natenczas odległość mniemanego ogniska równa jest połowie summy obudwu promieni wklęsłości: jeżeli nakoniec soczewka z jednej strony jest wklęsła, a z drugiej płaska; mniemane ognisko będzie w odległości od szkła równy średnicy kuli, której soczewka jest wycinkiem, jednakże wynaydowanie tego mniemanego ogniska jest trudne: przeto łatwiejszym sposobem, bez szukania mniemanego ogniska soczewki wklęsłej, można zrobić teleskop Galileusza: Jeżeli np. ognisko szkła wypukłego jest na 24 cale, trzeba wykleić przeziernik długi na cali dwanaście, potem wykleić drugi taki, któryby można wsuwać w pierwszy, nakoniec w otwór obszerniejszego przeziernika wprawić szkło wypukłe, a zaś w otwór węższego przeziernika wprawiwszy szkło wklęsłe; będzie można łatwo wyznaczyć odległość od siebie tych

dwu źkieł przez wysuwanie, lub wsuwanie węższego przeziernika w obszerniejszy; i ta nawet będzie wygoda, że taki telekop może służyć do każdego oka.

Obaczmy teraz, iak pokazuje obraz przedmiotu pomieniony telekop. Wystawie go figura 164, ale tylko same śkia bez przeziernika, aby łatwiej widzieć można, co się wewnątrz dzieie. U iednego otworu przeziernika iest śkło XYZ, które może bydź płasko, lub wypukło-wypukłe: to śkło iest wycinkiem bardzo wielkiéy kuli, a zatém iego ognisko iest dalekie: drugie śkło GL wklęsto - wklęste, lub płasko-wklęste, powinno bydź wycinkiem kuli mniejszéy. Niech będzie przedmiot ABC bardzo odległy, promienie zatém od wszystkich iego punktów rozchodzą się: które z nich padaią na soczewkę XYZ, po dwoistém w niéy złamaniu się, zebrałyby się w miejscu f, e, d ; lecz soczewka GL schodzące się iuż promienie rozrzuci, i nakłoni ie ku kierunkom równoodległym, które odmalują na błonce siatkowéy oka obraz przedmiotu TR, podobnymże sposobem, iak gdyby się nie łamały w obudwu soczewkach: a zatém przez ten telekop odmaluje się przedmiot w oku w przewróconéy postawie, więc go będzie widziało w naturalném położeniu tak, iak widzi samo przez się patrząc: wyraźniejszy iednak przedmiot obaczy, ponieważ zgęszczone promienie w oko wpadną. Przedmiot wydawać się będzie w oku pod kątem TPR, równym kątowi optycznemu $fh\delta$, ale daleko większym, aniżeli iest kąt

$fY\delta$, pod którymby widziało patrząc samo przez się. A zatém przedmiot wydawać się mu będzie większym, i powiększa się przedmiot w stosunku eY do eh ; to iest tyle razy większym się wyda, ile razy odległość mniemanego ogniska soczewki wklęstéy, mieści się w odległości ogniska soczewki wypukłéy.

Odległość śkia przedmiotowego XYZ od odległości śkia ocznego GL, powinna bydź różnicą między odległością ogniska śkia przedmiotowego, i mniemaném ogniskiem śkia ocznego; Wyznaczy się zatém długość telekopu, odiawszy mniejszą odległość od większéy.

Telekopem *Galileusza* nie cały przedmiot widzieć można, czyli iak nazywają, *pole widzenia* bardzo iest w nim szczupłe, ponieważ promienie z ocznego śkia idąc, rozchodzą się; a iezeli się bardzo rozchodzą, nie wszystkie wniydą w źrenicę oka; tak dalece, że im większa iest długość telekopu, tém mniejsze iest pole widzenia: przeto od dawnego czasu zarzucono pomienione telekopy; robią ie tylko krótsze, które się zowią *Lunetki teatralne*: w takich odległości ogniska śkia przedmiotowego nigdy większa bydź nie powinna nad piętnaście, lub osmańście calów, pospolicie iednak dobierają się śkia mające ognisko na 8 calów, albo nawet i mniey, zwłaszcza, że takimi lunetkami uważają się tylko blizkie przedmioty.

§. 107. Teleskop Astronomiczny.

Teleskop Astronomiczny tém się tylko różni od poprzedzającego, że w nim szkło oczne zamiast wklęsłego jest wypukłe. Pierwszy *Kepler* podał tę myśl odmienienia szkła wklęsłego na wypukłe: przez tę odmianę, przy takieyże saméy długości narzędzia, jak w poprzedzającym teleskopie, i przy tych samych wypukłościach szkła, daleko jest większe pole widzenia: ponieważ w teleskopie złożonym z dwóch szkła wypukłych, promienie idące ze szkła ocznego, schodzą się; więc wniędą w oko i te promienie, które się rozchodzą od końców przedmiotu nawet znacznie wielkiego. Teleskop więc astronomiczny, który się także zowie teleskopem *Keplera*, składa się z dwóch szkła wypukło, lub płasko - wypukłych: z których jedno jest przedmiotowém, a drugie oczném: ustawiają się w przezierniku tak, aby ich odległość od siebie była równa summie długości ognisk szkła przedmiotowego i ocznego. Figura 165 wystawia układ szkła w takim teleskopie. Wstawia się w jeden otwór przeziernika szkło przedmiotowe C wypukłe z obudwu stron, lub płasko - wypukłe, powinno być bardzo wielkiéy kuli wycinkiem iego ognisko w punkcie F. W drugi zaś otwór przeziernika wstawia się szkło D wypukłe z obudwu stron, lub płasko - wypukłe, powinno być oddalone od ogniska F szkła przedmiotowego na odległość równą długości własnego ogniska; obudwu tedy szkła C i D zbiegają się ogniska w punkcie F. A zatem sum-

ma długości ognisk obudwu szkła wyznacza długość teleskopu astronomicznego.

Daymy 10^a że obadwa szkła są płasko - wypukłe; wtedy długość teleskopu równa jest summie średnic tych kul, których są wycinkami soczewki płasko - wypukłe (§. 99). 2^{re}. Jeżeli obadwa szkła są wypukło - wypukłe, wtedy długość teleskopu równa jest summie promieni kul, których wycinkami są te szkła. 3^{cie}. Jeżeli szkło przedmiotowe jest wypukło - wypukłe, a zaś oczne płasko - wypukłe; natenczas długość teleskopu równa jest promieniowi kuli, której częścią jest szkło przedmiotowe, dodawszy jeszcze do tego średnicę kuli, której szkło oczne jest wycinkiem. 4^{te}. Jeżeli szkło przedmiotowe jest płasko - wypukłe, a zaś oczne wypukło - wypukłe; długość teleskopu równa się średnicy kuli, której szkło przedmiotowe jest wycinkiem, więcéy promieniem kuli, której jest częścią szkło oczne.

Daymy teraz, że średnica kuli, której szkło przedmiotowe składa wycinek, jest cztery stopy, średnica zaś kuli, której część czyni szkło oczne, jest cztery cale, długość teleskopu będzie podług pierwszego przypadku cztery stopy i cztery cale: podług drugiego przypadku, będzie dwie stopy i caliów dwa: podług trzeciego dwie stopy i caliów cztery. Nakoniec podług czwartego przypadku, będzie cztery stopy i caliów dwa.

Okazmy teraz skutek tego teleskopu. Niech będzie przedmiot AB (Fig: 165) bardzo odle-

gły: promienie od końców jego idące, można brać za równoodległe: te po dwoistém złamaniu się w soczewce C, zbiorą się w miejscu F, gdzie wystawia obraz przedmiotu *ab*, w położeniu przewróconém, ponieważ promienie idące od końców przedmiotu przecięły się wyszedłszy ze szkła przedmiotowego C: promienie po wystawieniu obrazu *ab*, znowu się rozehodzą i wpadają prawie równoodległe w oko po złamaniu się w soczewce D. Oko zatem w punkcie E, widzieć będzie przedmiot AB w miejscu jego obrazu, to jest w ognisku F. Stąd wypada, że celem widzenia jest sam obraz przedmiotu *ab*, i że go widzi oko pod kątem GEH, tém większym, im dłuższe jest ognisko szkła przedmiotowego, a krótsze szkła ocznego. Teleskop taki powiększa średnicę przedmiotu tyle razy, ile razy się mieści długość ogniska soczewki ocznej, w długości ogniska soczewki przedmiotowej: np. jeżeli długość ogniska przedmiotowego szkła, 24 razy jest tak wielka, jak długość ogniska szkła ocznego, średnica przedmiotu wydawać się będzie 24 razy większa, aniżeli ją gołe oczy widzą: czyli, co jest iedno, wielkość przedmiotu uważanego tym teleskopem, taką się okaże, jakaby się wydawała gołym oczom, gdyby się przedmiot znajdował w odległości dwadzieścia cztery razy mniejszey, aniżeli jest w rzeczy samey. Można jeszcze to samo w tén sposób wyrazić: pozorna wielkość przedmiotu uważanego teleskopem, tak się ma do pozornéy jego wielkości, patrząc nań

gołym okiem, jak odległość ogniska szkła przedmiotowego, do odległości ogniska szkła ocznego.

Teleskop ten dlatego się nazywa astronomicznym, iż się używa do obserwacyi astronomicznych. Niektórzy utrzymują, że *Kepler* podał tylko sposób jego ułożenia; lecz *X. Scheiner* Jezuita piérwszy tę myśl *Keplera* wykonał, i piérwszy tym teleskopem uważał plamy na słońcu.

Teleskop astronomiczny pokazuje obraz przedmiotu w przewróconém położeniu, przeto jest niewygodny do uważania przedmiotów ziemskich, którychby ciężko można rozeznac figury: lecz do uważania ciał niebieskich, które są okrągłe pomieniony teleskop jest dostateczny: na to tylko względ mieć potrzeba, iż uważając nim ruch ciał niebieskich, jeżeli się wydaie w teleskopie od prawéy strony ku lewéy; trzeba pamiętać, że jest od lewéy strony ku prawéy.

Aby teleskopem astronomicznym wzrok daleko mógł sięgać, trzeba żeby długość ogniska soczewki przedmiotowéy była bardzo znaczna, naprzykład stóp 12, 15, 20, 50, i t. d; lecz przeto powiększy się długość samego przeziernika, który zrobiony z tektury, jak bywa pospolicie, uginac się będzie, udziałany zaś z blachy będzie ciężki: im tedy dłuższe są teleskopy, tém niewygodniejszy dla przypadków, którym podlegają przezierniki uginając się, albo się nawet łamiąc. Różnych sposobów szukano zapobieżenia tym niewygodom: najprostszy jest, który *Hugieniusz* podaje. Trzeba ustawić prostopadle słup wysoki, np. na dwadzieścia łokci: na

nim utrzymywać się powinna osada soczewki przedmiotowy, którą za pomocą bloku można podług potrzeby podnosić, lub opuszczać, na przeciw soczewki przedmiotowy, powinien stanąć patrzący tak, aby od jego oka przez środek tej soczewki szła linia prosta do jakiego ciała na niebie; natenczas przyłożywszy do oka szkło oczne i oddalwszy się od szkła przedmiotowego tyle, ile potrzeba, obaczy żądany przedmiot.

Wielki teleskop *Hugieniusza*, przez który odkrył pierścień Saturna, i jeden z pomiędzy jego ciężyców, był podobnym sposobem urządzony: szkło przedmiotowe w pomienionym teleskopie miało ognisko odległe na dwanaście stóp; długość zaś ogniska ocznego była na trzy cale i coś więcej: używał jednak ten Astronom czasem teleskopu na 23 stóp długiego: w którym oczna soczewka składała się z dwóch szkła razem złożonych, każde z nich było częścią kuli mającą średnicy na półtora cala. Uważał także *Hugieniusz*, że do szkła przedmiotowego na trzydzieści stóp ognisko mającego, powinno być stosowane szkło oczne, mające ognisko na 3 cale i $\frac{7}{8}$ cala. Kładziemy tu jego Tablicę proporcji szkła w teleskopach astronomicznych: pierwsza kolumna pokazuje odległości ogniska szkła przedmiotowych: druga kolumna pokazuje, jaka część przedmiotowego szkła powinna być używana, a reszta zasłonięta: trzecia kolumna pokazuje odległość ogniska szkła ocznych: czwarta stosunek powiększonych przedmiotów.

Tablica

Tablica proporcji ognisk szkła przedmiotowych i ocznych.

Długość ogniska szkła przedmiotowych.	Średnica otworu szkła przedmiotowych.	Długość ogniska szkła ocznych.	Stosunek, podług którego powiększa się przedmiot.
<i>Stopy</i>	<i>Cale, i ich setne części</i>	<i>Cale, i ich setne części</i>	
1 —	0, 55 —	0, 61 —	20.
2 —	0, 77 —	0, 85 —	28.
3 —	0, 95 —	1, 05 —	35.
4 —	1, 09 —	1, 20 —	40.
5 —	1, 23 —	1, 35 —	44.
6 —	1, 34 —	1, 47 —	49.
7 —	1, 45 —	1, 60 —	53.
8 —	1, 55 —	1, 71 —	56.
9 —	1, 64 —	1, 80 —	60.
10 —	1, 73 —	1, 90 —	63.
15 —	2, 12 —	2, 27 —	79.
20 —	2, 45 —	2, 58 —	93.
25 —	2, 74 —	2, 84 —	104.
30 —	3 —	3, 19 —	113.
40 —	3, 46 —	3, 75 —	128.
50 —	3, 87 —	4, 26 —	141.
60 —	4, 24 —	4, 66 —	154.
70 —	4, 58 —	5, 05 —	166.
80 —	4, 90 —	5, 39 —	178.
90 —	5, 05 —	5, 83 —	185.
100 —	5, 48 —	6, 30 —	190.

Jeżeli w dwóch lub kilku teleskopach ta sama jest proporcya między szkłem przedmiotowém i ocznym, takie teleskopy jednakowo przedmioty powiększać będą. Stąd wypadaloby, iż niekonieczna jest rzecz robić wielkie teleskopy: jednakże z przytoczonéj Tablicy łatwo osądzić można, iż dokładniéj pokazują większe teleskopy; bo im dłuższe jest ognisko szkła przedmiotowego, tém krótsze byđ może szkła ocznego, a zatem długość ogniska soczewki ocznéj, więcéy razy mieścić się może w długości ogniska soczewki przedmiotowéj: a do tego, im dłuższe jest ognisko soczewki przedmiotowéj, tém obszerniejszy otwór dadź iéy można, przez co więcéy światła przez nią przechodzi, a tém samém soczewka oczna, może mieć ognisko krótsze. Naprzykład w teleskopie *Hugeniusza* na 25 stóp długim, soczewka oczna ma długości ogniska trzy cale; więc podług téj proporcji, w teleskopie na 50 stóp długim, powinnyby mieć szkło oczne długości ogniska sześć calów: wszelako widziemy w przytoczonéj tablicy, że na szkło dosyc jest długości ogniska 4 cale i pół. Z téż saméj tablicy okazuje się, że teleskop na pięćdziesiąt stóp długi, powiększa przedmiot w stosunku 1 : 141, gdy tym czasem długi teleskop na 25 stóp powiększa tylko przedmiot w stosunku 1 : 104; lecz ponieważ soczewka dłuższego ogniska lepiéy zbiera promienie światła, i obszerniejszy iéy otwór dadź można, przeto w takich teleskopach ognisko soczewki ocznéj, może byđ krótsze; do szkła zaś przedmiotowych

mniejszego ogniska, nie można stosować soczewki ocznéj bardzo krótkiego ogniska, boby się przedmiot ciemno wydawał.

§. 108. Teleskop ziemski czyli perspektywa.

Teleskop ziemski czyli perspektywa, tém się tylko różni od poprzedzającego, iż w niéy przydane są dwa szkła oczne, aby się obraz przedmiotu w naturalném położeniu wydawał. Ustawią się szkła do perspektywy ziemskiej następującym sposobem. Daymy, że szkła przedmiotowego C (Fig: 166) długość ogniska jest 24 cale: szkła zaś ocznych D, K, L, każdego ognisko jest na cal jeden. Ustawić naprzód trzeba szkła C i D w odległości od siebie na 25 calów, podobnie jak w poprzedzającym teleskopie: potem szkło K powinno byđ oddalone od D na dwa cale; taką też trzeba dadź odległość szkła L od K. W téj perspektywie uważając tylko dwa szkła C, D, byłby teleskop astronomiczny, w którym obraz przedmiotu AB odmalowałby się w wspólném ognisku F, w przewróconém położeniu *ba*: lecz promienie od ogniska rozchodzące się, po złamaniu się w soczewce D i przecięciu w punkcie E, przechodzą przez soczewkę K, i malują obraz *ab* w naturalném położeniu. Oko zatem w punkcie M położone, widzi przez soczewkę L przedmiot AB w miejscu *ab*; gdyby zaś oko było w punkcie E, widzialoby przedmiotu AB przewrócony obraz *ba*. Łatwo więc można zrobić z teleskopu astronomicznego, teleskop ziemski

przydając dwa szkła oczne K, L: albo też je oddejmując, będzie z lunety ziemskiej, luneta astronomiczna.

Teleskop ziemski nie tak wyraznie pokazuje przedmioty, jak astronomiczny, ponieważ wiele światła ginie przechodząc przez 4 szkła; dlatego nie używają go do obserwacyi astronomicznych. W takiéy saméy proporcyi powiększa przedmioty, jak poprzedzający teleskop: to jest tyle razy, ile się razy mieści długość ogniska iednego szkła ocznego, w długości ogniska szkła przedmiotowego, gdy trzy szkła oczne są wycinkami iedneyże kuli: jeżeli zaś skłief ocznych długości ognisk nie są równe, trzeba trzecią część ich summy stosować do długości ogniska szkła przedmiotowego.

Aby perspektywa ziemska iaśniey pokazywała przedmioty, trzeba w ognisku szkła przedmiotowego wstawić *dyafragma*, czyli piérsionek drewniany lub metalowy, trochę mniejszego otworu, jak jest szerokość szkła ocznego, przez co promienie w samym tylko ognisku schodzące się, wniyda w szkła oczne, inne zaś nie regularnie łamiące się, odbiją się od piérsionka: sposób tén podał *Hugieniusz*.

§. 109. Teleskop Newtona.

Teleskop *Newtona* składa się z dwóch zwierciadeł metalowych wklęsłego i płaskiego, i z iednego szkła ocznego. Robi się tym sposobem: W przezierniku EE DD (Figura 167) wstawia

się zwierciadło metalowe wklęsłe GH, naprzeciw którego jest zwierciadło płaskie KI, także metalowe figury eliptycznéy, powinno być nachylone do osi zwierciadła GH na 45 stopni. Na boku przeziernika jest otwór LL, w który ustawia się szkło oczne o, wypukło-lub płasko-wypukłe. Zwierciadło płaskie KI, powinno być między zwierciadłem wklęsłym HG, i jego ogniskiem F, w takiéy odległości, aby linia od środka zwierciadła płaskiego KI idąca do F, była równa długości ogniska szkła ocznego.

Niech naprzeciw tego teleskopu będzie przedmiot AB w znaczney odległości: promienie od punktów iego idące można brać za równoodległe: które odbiwszy się od zwierciadła wklęsłego HG, zeszyłyby się w ognisku F i odmalowałyby przedmiotu AB obraz przewrócony *ba*; lecz odbiwszy się znowu od zwierciadła płaskiego KI, wystawią także obraz przewrócony *bc*, ponieważ zwierciadła płaskie nie odmieniają kierunku promieni: obraz przewrócony *bc*, jest w ognisku szkła ocznego o: przeto oko w miejscu O położone, widzi przedmiot AB w miejscu iego obrazu *bc*.

Niewygodnie jest teleskopem *Newtona* szukać przedmiotu, ponieważ oko jest na boku: dlatego w takim teleskopie powinna być mała perspektywa o dwóch szklach ustawiona na wierzchu EE, tak, aby iéy oś była równoodległa od całego narzędzia: tą lunetą znalazłszy przedmiot na niebie, znajdziemy go i w teleskopie.

Ponieważ w teleskopie *Newtona* szkło oczne jest na boku, przeto nim wygodnie nważać mo-

żna ciała niebieskie w jakimkolwiek względem nas są położeniu: jeżeli się np. znajdują nad głowami naszymi, teleskop wprawdzie weźmie położenie prostopadłe, ale oka kierunek zawsze będzie poziomy; gdy tym czasem teleskopem astronomicznym chcąc uważać ciało jakie, nad głową będące, trzeba oko do góry podnosić. Teleskopem *Newtona* tyle się razy powiększa przedmiot, ile razy długość ogniska szkła ocznego mieści się w długości ogniska zwierciadła wklęsłego. Daymy, że zwierciadła *GH* długość ogniska jest pięć stóp, czyli caliów 60: długość zaś ogniska szkła ocznego, jest caliów dwa; przedmiot wydawać się będzie 30 razy większym.

§. 110. Teleskop Gregorego.

Teleskop *Gregorego* składa się z dwóch zwierciadeł wklęsłych, i z dwóch szkła wypukłego, lub płasko-wypukłych. W przezierniku *DDDD* (Figura 168) wstawia się w jednym końcu zwierciadło metalowe *HG*, mające otwór w swoim środku: naprzeciw środka tego zwierciadła, ku drugiemu końcowi przeziernika, ustawia się drugie zwierciadło wklęsłe *KI* równoodległe od pierwszego: trochę szersze, aniżeli jest otwór w środku wielkiego zwierciadła, i daleko mniejszego ogniska, iak zwierciadło *HG*. Zwierciadło mniejszej *IK* powinno być ustawione za ogniskiem *ba* wielkiego zwierciadła *HG*, w odległości, która się przez następującą proporcję wyznaczy: ognisko wielkiego zwierciadła, tak się ma do ogni-

ska zwierciadła mniejszego; iak ognisko mniejszego do odległości między ogniskami tych dwóch zwierciadeł. Niech będzie np. ognisko wielkiego zwierciadła dwadzieścia caliów, czyli 240 linii, ognisko mniejszego zwierciadła 36 linii; będzie zatem $240 : 36 = 36 : 5\frac{1}{2}$; przeto ogniska tych dwu zwierciadeł powinny być od siebie odległe na $5\frac{1}{2}$ linii, a zatem same zwierciadła będą od siebie odległe na 23 caliów, linii $5\frac{1}{2}$. Przy otworze zwierciadła większego *HG*, jest mały przeziernik *LLMm*, w który się wstawiają dwa szkła oczne *Ll*, *Mm*, podług wyższego sposobu. Ponieważ odległości ognisk w zwierciadłach odmieniają się stosownie do odległości przedmiotów (§. 92), trzeba zatem, aby małe zwierciadło *IK* mogło być ruchome; dlatego osadza się je na pręcie metalowym *g* ruchomym, przez który idąca śruba może zwierciadło *IK*, przybliżać do zwierciadła *HG*, lub od niego oddalić.

Teleskop *Gregorego* różni się od teleskopu *Newtona*: 1o*o* że większe zwierciadło ma otwór w środku. 2o*e* że małe zwierciadło zamiast płaskiego jest wklęsłe. 3o*e* że toż zwierciadło jest równoodległe od większego. 4o*e* że są dwa szkła oczne. 5o*e* że te szkła wstawione są na końcu przeziernika.

Niech będzie znacznie odległy przedmiot *AB*, niech promienie od końców jego idące przecinają się wchodząc w teleskop, promienie zatem *AG*, *BH*, po odbiciu się od zwierciadła *GH* zgromadzą się w ognisko, gdzie odmalują przewrócony obraz przedmiotu *ba*: potem znowu się krzyżując pa-

daią rozchodząc się na zwierciadło IK, od którego odbiwszy się, schodzą się ku szkłom ocznym: przeszedłszy przez soczewkę Ll bardziey się jeszcze schodzić będą, i w ognisku téy soczewki odmalują obraz przedmiotu w naturalném położeniu *ab*. Oko zatem w punkcie O położone widzi przedmiot AB, w miejscu jego obrazu *cd* pod kątem nOp .

W Teleskopie *Gregorego* wydaje się przedmiot w położeniu naturalném, ale ciemniejszy, niżeli w teleskopie *Newtona*, ponieważ wiele promieni ginie przechodząc przez dwa szkła.

Okażmy teraz, jak się powiększa obraz przedmiotu w tym teleskopie; niech będzie długość ogniska zwierciadła większego linii 240, zwierciadła mniejszego linii 36, niech ogniska szkła ocznych będą równe, po 20 linii. Gdybyśmy tylko uważali w teleskopie zwierciadło większe i mniejsze; powiększenie obrazu przedmiotu byłoby w stosunku 240 : 36: gdybyśmy zaś uważali zwierciadło większe ze szkłami ocznymi, powiększenie obrazu byłoby w stosunku 240 : 20; więc uważając zwierciadło większe, tak z mniejszym zwierciadłem, iako też ze szkłami ocznymi, będzie powiększenie obrazu w stosunku składanym z pojedynczych stosunków; to jest, jak $240 \times 240 : 36 \times 20$, czyli, aby znaleźć powiększenie obrazu w teleskopie *Gregorego*, trzeba kwadrat z długości ogniska podzielić przez wieloczyn długości ognisk zwierciadła mniejszego i szkła ocznego; wieloraz okaże wielkość obrazu.

§. III.

§. III. Teleskop *Jakóba Le Maire*.

Teleskopy *Newtona* i *Gregorego* pokazują plamkę czarną w środku obrazu przedmiotu, która stąd pochodzi; że promienie obijające się o małe zwierciadła nie wpadają w oko, więc ta część przedmiotu będzie niewidzialna. *Jakób le Maire* poprawił tę niedoskonałość zrobiwszy teleskop z jednego tylko zwierciadła wklęsłego, i jednéy soczewki ocznéy. Figura 169 okazuje skład pomienionego teleskopu. W głębi przeziernika DDDD jest wielkie zwierciadło GH metalowe, wklęsłe, przytwierdzone tak do boku przeziernika DD, iż za pomocą śruby I może się o niego przybliżać, lub oddalać. Z pierwszym przeziernikiem, złączony jest drugi EFD, przy jego otworze FD jest mały przeziernik L, w który wstawia się soczewka oczna *mn*. Ten mały przeziernik jest ruchomy, równie iako zwierciadło wielkie GH. Oczywista rzecz jest, iż promienie idące od punktów iakiego przedmiotu, odbiwszy się od zwierciadła GH, wszystkie wpadną w soczewkę oczną *mn*. Iakoż niech będzie przedmiot bardzo oddalony AB, niech promienie od punktów jego idące, krzyżują się w teleskopie: przecięte więc promienie AG, BH, odbiwszy się od wielkiego zwierciadła zbiorą się w jego ognisku i odmalują obraz przewrócony *ba*, aże w tém miejscu przypada ognisko soczewki ocznéy *mn*, więc oko w punkcie O położone widzi przedmiot AB, w miejscu ogniska wielkiego zwierciadła w położeniu przewróconém. Stąd wypada, iż

TOM II.

U

uważając tym teleskopem przedmioty, trzeba się do nich obracać plecami.

Teleskop Pana *Le Maire*, równie jak *Newtona*, okazuje obraz przedmiotu w położeniu przewróconém, ale daleko jaśniejszy, aniżeli teleskop *Newtona*: ponieważ tu promienie raz się tylko odbijają od zwierciadła, przeto więcéy ich wpada w soczewkę oczną, która tém samém może być krótszego ogniska, przez co obraz przedmiotu znacznie powiększony zostanie.

Teleskop *Herschla* różni się od pomienionego teleskopu samą tylko wielkością zwierciadła wklęsłego i wygodniejszém ułożeniem części narzędzia. *Herschel* swym teleskopem odkrył w teraźniejszych czasach nowego planetę, który od jego imienia jest nazwany, sześć jego księżyców, iako też dwa księżycy Saturna, których doyrzec nie można było poprzedzającemi teleskopami.

§. 112. Soczewki Achromatyczne.

Promienie łamiące się w soczewkach rozdzielają się także na siedm pierwiastkowych kolorów, dlategogo jeżeli szkła przedmiotowe mają znaczną obszerność, perspektywy z nich ułożone, okazują kolory nakształt tęczy, przezco obraz przedmiotu niewyraźnym się wydaje. Szukano sposobów zapobieżenia téy niedokonałości. *Hugeniusz* radził dawać małą obszerność szkłom przedmiotowym, ale przeto mało promieni wpadało, si obraz przedmiotu ciemnym się okazał, a czasem nawet i tym sposobem nie można było

zapobiedz, aby się promienie kolorowe nie okazywały. *Euler* zażanowiwszy się nad zboczeniem promieni pochodzącém od rozmaitego łamania się światła, iako też od kolistości soczewek, dochodził także sposobów poprawienia téy niedokładności łamania się światła. Uważał on, iż łamanie się światła w oku, dlatego nie sprawnie takich kolorów na błonce siatkowéy, iż w niém cztery razy łamią się promienie: to jest 1o^o idąc z powietrza w błonkę rogową, 2^o w humor wodnisty, 3^o w humor kryształowy, 4^o w humor szklany. Dochodził zatem, czyliby nie można naśladować natury przez podobne ułożenie soczewek, iaki jest skład oka. Na ten koniec składał dwie soczewki, i pomiędzy nimi wodę utrzymywał. Ale zamiary jego były nadaremne: szkła przedmiotowe podług tych zasad zrobione wcale się nie udały, ponieważ szkło i woda nieznaczną różnicę łamania się kolorowych promieni okazują.

Tymczasem *Dollond* sławny optyk Londyński, chciał korzystać z zamiarów *P. Euler*; lecz zdawało się mu, iż łatwiej można tego dokazać łącząc szkła rozmaitey gęstości dla zrobienia soczewki przedmiotowéy, aniżeli łącząc szkło z wodą. Zrobił on przeto soczewkę z dwóch odmiennéy gęstości szkła złożone. Pierwsze było białe, bardzo przezroczyste, zwane pospolicie *flint glass*, drugie szkło ordynaryjne zielone, zwane *Crown-glass*. Podług doświadczeń *Dollonda* szkło *flint-glass* najbardziej okazuje promienie kolorowe, a zatem łamanie się w niém promie-

ni czerwonych, różne jest od łamania się promieni fioletowych. Szkło zaś zielone *Crown-glass* nieznaczną okazuje różnicę łamania się tych dwu gatunków promieni. Doszedłszy potem *Dollond* przez rozmaite doświadczenia, że stosunek łamania się promieni w tych dwu gatunkach szkła jest jak 3 : 2; zaczął robić soczewki przedmiotowe żadnych kolorów nie okazujące, które dlatego nazwał *Lalande* soczewkami achromatycznymi.

Jak tylko perspektywy *Dollonda* ze szkłami achromatycznymi pomyslny skutek okazywać zaczęły, zaraz Matematycy usiłowali dóść, jaka powinna być stosowna koliczność szkła do ułożenia dokładnej soczewki achromatycznej; ale ponieważ iedenże gatunek szkła rozmaita gęstość mieć może, przeto wymiary koliczności szkła podane od Matematyków nie zawsze były dostatecznymi: dlatego wyrabiający pomienione szkła trzymają się w téj mierze bardziej praktyki, jak teorii. Przeftaniem więc na opisanu rozmiarów szkła składających najlepszą soczewkę *Dollonda*. Figura 170 wystawia przecięcie téj soczewki złożonej ze trzech szkła, z tych średnie jest *flint-glass* wklęsło - wklęsłe; dwa zaś poboczne są ze szkła *crown-glass* wypukło - wypukłe. Promienie koliczności powierzchni odpowiadające liczbom: 1, 2, 3, 4, 5, 6, są linij 315, 450, 235, 315, 320, 320. Pomieniona soczewka służąca do perspektywy za szkło przedmiotowe, ma długość ogniska 43 cali i 5 linij, powiększa zaś obraz przedmiotu 100 lub 200 razy podług ognisk szkła

ocznych, a zatem takż skutek sprawuje, jak dawne telefony na 25 lub 30 stóp długie.

Promienie światła idące od jakiego przedmiotu wpadając na soczewkę wypukłą *Crown-glass*, dwa razy się złamia: raz, wpadając na powierzchnię 1, drugi raz wychodząc z powierzchni 2; w téj soczewce promienie światła rozdziały się na promienie kolorowe: przechodząc potem przez dwie powierzchnie 3, 4, szkła wklęsłego, które jest *flint-glass*, złamia się w przeciwną stronę, ale bardziej, jak w pierwszym szkłe, ponieważ to jest gęstsze, i większą ma koliczność, niżeli pierwsze; będą zatem promienie kolorowe, ale w inszym położeniu, to jest promienie mniej łamiące się, wezmą położenie promieni bardziej się łamiących, i wzajemnie. Nakoniec te promienie przechodząc przez dwie powierzchnie 5 i 6, trzeciego szkła, które jest *Crown-glass*, złamia się znowu, ale w przeciwną stronę, jak się złamały w *flint-glass*, i tyle się złamia w tém szkłe w przeciwną stronę, ile się nadto złamały w poprzedzającym, przez co zjednoczą się promienie, czyli przeftaną być kolorowemi.

Robią także soczewki achromatyczne z dwóch szkła, ale te nie są już tak dokładne.

J. 113. Mikroskopy.

Szkła wypukłe wszystkie przedmioty powiększają; więc każde szkło wypukłe można nazwać Mikroskopem, czyli narzędziem powiększającym

drobne ciała. Mikroskopy są trojaki. 1o^o Pojedyncze, 2^o złożone, 3^ocie słoneczne.

Jeżeli soczewka wypukła wypukła, lub płasko wypukła ma długość ogniska cal jeden, może być użyta za mikroskop pojedynczy. Przedmiot, który mikroskopem uważamy, powinien być oświetlony od światła dziennego; jeżeli zaś przedmiot jest ciemny, trzeba nań zgromadzać światło, albo zwierciadłem wklęsłym, albo szkłem wypukłym. Najwygodniejsze są mikroskopy pojedyncze, bo wyraźnie przedmioty okazują: im krótsza będzie długość ogniska soczewki, tym większy obraz przedmiotu przez nią się wyda. Aby poznać w jakim stosunku powiększył się obraz w mikroskopie pojedynczym, trzeba porównywać odległość przedmiotu z odległością jego obrazu widzianego w mikroskopie. Jeżeli na przykład patrząc przez soczewkę mikroskopową widzimy przedmiot 10 razy bliżej, niż gołym okiem, będzie średnica tego obrazu dziesięć razy większa, jak średnica przedmiotu: powierzchnia przedmiotu będzie 100 razy większa, bryłowość zaś przedmiotu 1,000 razy większą wydać się będzie.

Henryk Baker podobnym sposobem wyznaczył powiększenie się przedmiotu w soczewkach mikroskopowych rozmaitych długości ognisk. Przytaczamy tu jego tablicę.

Tablica

Tablica okazująca długość ognisk szkła mikroskopowych, iako też powiększenie się w nich obrazów przedmiotów.

Ognisko soczewki.	Powiększenie średnicy przedmiotu.	Powiększenie powierzchni przedmiotu.	Powiększenie bryłowości przedmiotu.
Cal w dzie siętnych częściach.	razy.	razy.	razy.
0, 50	16 —	256	4096
0, 40	20 —	400	8000
0, 30	26 —	676	17576
0, 20	40 —	1600	64000
0, 15	53 —	2809	148877
0, 14	57 —	3249	185193
0, 13	61 —	3721	226981
0, 12	66 —	4356	287496
0, 11	72 —	5184	373248
0, 10	80 —	6400	512000
0, 08	88 —	7744	681472
0, 08	100 —	10000	1000000
0, 07	114 —	12996	1481544
0, 06	133 —	17688	2352637
0, 05	160 —	25600	4096000
0, 04	200 —	40000	8000000
0, 03	266 —	70756	18821096
0, 02	490 —	160000	64000000
0, 01	800 —	640000	512000000

Aby mikroskop pojedynczy znacznie powiększał obraz przedmiotu małego, trzeba żeby ognisko mikroskopowej soczewki było bardzo krótkie, ale przez to samo, używanie tego narzędzia stało się niewygodne: bo trzymając soczewkę blisko przedmiotu, nie wiele promieni od niego wpadnie w oko, a zatem obraz ciemnym się okaże. Dla téjto przyczyny pomysła-
no o mikroskopach złożonych, w których socz-
wki dłuższego ogniska podobny prawie skutek
sprawią, jak soczewki mikroskopów pojedyn-
czych: oprócz tego pole widzenia większe jest
w mikroskopach złożonych, jak pojedynczych.
Figura 171 pokazuje układ soczewek w mikro-
skopie złożonym: *c* jest soczewka krótkiego o-
gniska *np.* 6 linii, *D*, jest soczewka dłuższego
ogniska *np.* calów trzy. Trzecia soczewka *F* po-
winna być krótszego ogniska od średnicy *D*;
lecz dłuższego od soczewki przedmiotowej *c*.
Każda z tych soczewek osadzona jest w oso-
bnym pryzmie, jak obaczymy zaraz, opisu-
jąc wszystkie części tego narzędzia. Uważamy
naprzód jakim sposobem maluje się obraz przed-
miotu w mikroskopie złożonym.

Niech będzie przedmiot *AB* (Figura 171)
w większej trochę odległości od soczewki *c*,
jak *iey* ognisko: promienie rozchodzące się od
wszystkich punktów tego przedmiotu i jako od
punktu *A*, promienie *A ∂* , *Ae*, od punktu *B*,
promienie *B ∂* , *Be*, okrywają całą soczewkę *cb*, i
po dwoistém w niéy złamaniu się, promienie od
punktów *A*, i *B* idące, zeszyłyby się w punktach

EE i odmalowałyby przewrócony obraz przed-
miotu, gdyby nie środkowała druga soczewka
D; w której powtórnie złamawszy się, odmalu-
ją przedmiotu obraz przewrócony w ognisku *iey*
ba. Przetó oko w punkcie *O* położone, widzi
przedmiot *AB* przez soczewkę *F* w miejscu ie-
go obrazu *ba*, widzi zaś pod kątem optycznym
hOh, daleko większym od kąta *AOB*, pod któ-
rym widziałoby przedmiot patrząc nań gołym
okiem.

Może być mikroskop z dwóch tylko socze-
wek złożony *np.* z przedmiotowej *c* i ocznej *D*.
Z układu szkła w mikroskopie złożonym, poka-
zuje się, że to narzędzie tém się różni tylko od
teleskopu, iż w mikroskopie soczewka przedmio-
towa krótsza ma ognisko od soczewek ocznych,
w teleskopie zaś szkło przedmiotowe dłuższe ma
ognisko od szkła ocznych.

Mikroskop złożony wygodniejszy jest od pro-
stego: można nim uważać drobne ciała wszela-
kiego gatunku, tak przezroczyste, jako też cie-
mne. Przystaczamy tu opisanie części mikroko-
pu powszechnie używanego. Pryzmiernik mikro-
skopu *AB* (Fig: 172) ma około siedmiu calów
długości: obszerność jego stosowna jest do wiel-
kości szkła *F*, *D*, *c*, wyrażonych na figurze 171.
Pomieniony pryzmiernik *AB* składa się ze trzech
szkła pryncypalnych *A*, *\partial*, *o*, *B*, które łączą
się w pryzmiernik. Szkło oczne *F* (Figura 171),
mające 10 linii średnicy, a 15 linii długości
ogniska, wkłada się w sztukę mikroskopu *A* (Fi-
gura 172) i przykrywa się drugą sztuką *A*

wkłęśłą, odległą od szkła na 6 linii, i mającą otwór okrągły na 4 linie średnicy. Środkowe szkło D (Fig: 171) ma 15 linii średnicy, a 2 cale i 9 linii ogniska, wkłada się w sztukę *a* (Fig: 172), podobnie jak szkło poprzedzające: odległość między temi dwoma szklami jest 25 linii. Soczewka oczna *c* (Fig: 171) wkłada się w sztukę B (Fig: 172) podobnie, jak poprzedzające szkła, ale otwór przykrywki szkła przedmiotowego tém mniejszy być powinien, im krótsze jest jego ognisko: szkieł przedmiotowych można mieć kilka osadzonych w takie sztuki, aby każda mogła się wśrubować w końce przeziernika B: przykrywki szkieł przedmiotowych powinny być z blaszek bardzo cienkich, i mieć stosowne otwory do długości ognisk soczewek. Im większy jest przedmiot, tém dłuższego ogniska soczewkę należy przysrubować do końca przeziernika B: np. dla uważania owadów wielkości dwóch linii, śrubujemy osadę ze szkłem przedmiotowem mającém długość ogniska cal jeden, albo też 8 lub 6 linii. Jeżelibyśmy zaś użyli soczewki przedmiotowej krótszego ogniska np. 4, 3, lub 2 linii; przedmiotby się wprawdzie znacznie powiększył, alebyśmy tylko jego część widzieli: soczewki zatem bardzo krótkiego ogniska służą, tylko do uważania takich przedmiotów, których gołem okiem dóżyć nie można; te przez soczewki mające długość ogniska 4, 3, lub 2 linie, znacznie się powiększają, i całe widziane być mogą. Pospolicie używa się sześć soczewek przedmiotowych do odzian, których wiel-

kość ogniska i szerokość otworu przykrywki, następująca tabliczka okazuje.

1sza	ma ognisko	1 linią,	otwór przykry:	$\frac{1}{7}$ linii.
2ga	—	2 linie	—	$\frac{1}{6}$ linii.
3cia	—	4 linie	—	$\frac{1}{5}$ linii.
4ta	—	6 linii	—	$\frac{1}{4}$ linii.
5ta	—	8 linii	—	$\frac{1}{3}$ linii.
6ta	—	12 linii	—	1 linia

Oto jest układ szkieł w przezierniku AB: obaczmy teraz inne części mikroskopu złożonego. HH jest postument kwadratowy drewniany na dwa cale wysoki, a na sześć calów szeroki: w nim powinna być szufladka na schowanie osad ze szklami przedmiotowemi, iako też innych rzeczy do mikroskopu potrzebnych. Do podstawy HH przysrubowana jest gruba blacha mosiężna II, od której wychodzi słupek IK wewnątrz tak wydlubany, aby w nim mogły się podnieść dwa graniaste pręty metalowe L, M, na trzy linie grube, a na siedm szerokie. Słupek IK ma jeszcze podporkę *k*, aby się mocno utrzymywał. Pierwszy pręt metalowy L przytwierdzony jest dwoma śrubami do słupa IK, aby stał niewzruszony: drugi zaś pręt M, jest ruchomy; u wierzchołka swego ma sztukę mosiężną NO, na której utrzymuje się przeziernik AB, otwór w niej powinien być taki, aby łatwo po przecie nieruchomym L podnoszona, lub opuszczana być mogła, daje się jeszcze podpora *n* ruchoma, aby się mikroskop w podnoszeniu na boki nie chwiał. Za pomocą sztuki NO można mikroskop prędko

podnieść do góry po pręcie L , lub opuścić na dół; dla wolnego zaś podnoszenia jest śruba NP , mająca drobne gwinty przy P wchodzące w sztukę Pp obeymującą obadwa pręty: obracając tedy śrubę NP , mikroskop nieznacznie się posunie do góry lub opuści na dół.

Przedmioty do uważania kładą się na sztuce metalowój BQq , przytwierdzonej do nieruchomego pręta L , mającój otwór okrągły Bq , na tym otworze kładzie się szkło z jakim przedmiotem; zwierciadło wklęsłe V wykręca się tak, aby światło padało na przedmiot, który oko do otworu A przyłożone, uważa. Zamiażd tafelek szklanych, na których kładą się przedmioty, mogą być tabliczki drewniane, lub kościane z okrągłymi dziurkami, w które wstawiają się cienkie tafelki szkła moskiewskiego, lub przezroczyste listki talku, i pomiędzy nie wkładają się przedmiot.

Czasem przedmiot oświetlać trzeba z wierzchu, jeżeli jest nieprzezroczysty, na to służy soczewka T oprawiona w osadę Tt , którą rozmacie wykręcając zbiera się światło na przedmiot ciemny: można także wsadzać przedmioty w szczypczyki obracające się na osadzie q , albo też na drugi koniec szczypczyków zaostrzony.

Oprócz mikroskopu tu opisanego, jest jeszcze inny zwany mikroskopem słonecznym wynaleziony przez *Liberkuin*. Części jego są następujące: dwie soczewki wypukłe A, B (Fig. 173) i zwierciadło płaskie L . Aby użyć tego mikroskopu, trzeba mieć izbę ciemną, za okiennicą

powinno być zwierciadło Z . W otwór okiennicy wprawia się szkło wypukłe B , którego ognisko jest, dajmy całów trzy. Za pomocą śruby wykręcając zwierciadłem Z tak, aby promienie słoneczne od niego odbite padały na soczewkę B , te po złamaniu się weyda do ciemnego pokoju, i oświetlą przedmiot będący blisko ich ogniska, to jest w punkcie m . Przedmiot m tak oświetlony rzuca promienie, które przeszedłszy przez soczewkę A zbiorą się w iéy ognisku a , potem się rozeydą i odmalują obraz przedmiotu W , na karcie białej w tém miejscu trzymanej. Narzędzie to nayprościejsze, zrobi się następującym sposobem: szkło B służące do oświetlenia przedmiotu mające długość ogniska całów sześć mniej, lub więcej, oprawia się w przeziernik, tak długi, jak jest ognisko samego szkła: nie daleko tego ogniska powinien być otwór dla wsuwania weń tabliczek z przedmiotami: drugie szkło A oprawia się w inny przeziernik wsuwający się w pierwszy: te więc tylko wchodzą promienie światła do izby ciemnej, które niosą z sobą obraz przedmiotu. Mikroskopem słonecznym bardzo się powiększają obrazy przedmiotów, tak dalece, iż obraz $np.$ pchły wyrównywać może wielkości konia.

Mikroskopy są bardzo pożyteczne: przez nie bowiem poznajemy kryształizacją rozmaitych soli: przez nie przypatrując się nasionom, gdy kiełki wypuszczają, postrzegamy w nich błonki: za pomocą mikroskopów poznaliśmy pory we wszystkich ciałach. Na mikroskopach zasa dza się

część znaczna Historji Naturalnej, to jest ta, która o robaczkach traktuje. Przez mikroskopy dochodzimy, że korzenie ziół, drzew, są złożone z żyłek, czyli rurek bardzo szczupłych, któremi soki w siebie ciągną. Nakoniec skórę zdejmując z niektórych zwierzątek, a osobliwie z żab, i kładąc je w mikroskop słoneczny, widzimy, że ich serce raz się wyciąga, drugi raz się skraca, że z niego krew wypływa i nazad wpływa.

§. 114. Ciemnica (Camera obscura).

Ciemnica czyli *Camera obscura* może być trojaka. 108. Najprościej mieć będziesz, jeżeli w okiennicę ciemnej izby wstawisz szkło wypukłe: albowiem naprzeciw niego trzymając kartę białą, obaczysz na niej obrazy drzew, domów, ludzi zewnątrz będących na wspak odmalowane. 2re. Ciemnica służąca do kopiowania budynków, ma istotne dwie części, to jest zwierciadło płaskie ZW (Fig: 174), i szkło wypukłe AB osadzone w przezierniku ABRO, który się wsuwa w otwór RO: osad. RO wspiera się na czterech nogach tak długich, jak dalekie jest szkła ognisko. Nogi OC, PL, RK, mn, są okryte sukrem albo ceratą. Na stolczku CLKm kładzie się papier biały. Chcący odrysować budynek za pomocą tego narzędzia, wsadza głowę wewnątrz pod sukno, mając bacność na to, aby światło z boków wewnątrz narzędzia nie wchodziło. Zwierciadło ZW naprzeciw domu o-

braca, szkło AB, albo do góry podnosi, albo też na dół póty opuszcza, póki się obraz domu na karcie w żywych kolorach nie odmaluje: prowadząc już linie po liniach na karcie będących, i kolory też same dając, które widzi, odrysuje dom proporcjonalny według prawideł optycznych. Trzeci gatunek ciemnicy jest krzyweczka, w której zwierciadło ZW (Fig: 175) nachylone jest do horyzontu na 45 stopni, naprzeciw niego znajduje się szkło K wypukłe. Na spodzie w krzyweczce kładzione bywają różne rysunki, od tych odbite promienie padają na zwierciadło pod kątem 45 stopni ustawione: więc pod tymże kątem odbite, przechodzą przez szkło K, w tém złamawszy, się wystawiają obraz przedmiotu w położeniu prostopadłym (§. 90).

§. 115. Latarnia czarnoxięzka.

Latarnia czarnoxięzka wynaleziona przez X. Kirchera Jezuitę ma zwierciadło wklęsłe BM (Figura 176), w jego ognisku stawia się kaganek, albo lampka zapalona: zacząć promienie z ogniska wychodzące, po odbiciu się od zwierciadła, wracają się równoodległe: te więc przeszedłszy przez szkło wypukłe CD zbiegają się np. na O, stamtąd rozchodząc się, łamią się powtórnie w innym szkłe wypuklejszym AB, i schodzą się na P. Od tego punktu rozchodzą się i coraz większe koło świetne okazują. Zaczęć gdy na O znajduje się jaka figura na szkłe odmalowana, promienie światła przez nie idące, odmalują one

własnymi iéy kolorami bardzo powiększoną. Stąd się okazuje, że Latarnia czarnonieżka podobny skutek sprawuje, jak mikroskop słoneczny.

§. 116. Polemoskop.

Wynalazcą Polemoskopu jest *Heweliusz*, części tego narzędzia są następujące. Skrzyneczka kwadratowa DCEF, (Fig: 177) na jednym iéy boku jest horyzontalny przeziernik, w który wstawia się szkło przedmiotowe AB. Na drugim iéy boku jest inny przeziernik pionowy, w który wprawia się szkło oczne G; w skrzyneczkę wstawia się zwierciadło płaskie K pochylone na 45 stopni od horyzontu; i obrócone do szkła przedmiotowego i ocznego. Za pomocą tego narzędzia przedmiot będący naprzeciw szkła AB, malować się będzie w oku położoném naprzeciw szkła G. Podobny polemoskop robią z lunetek teatralnych, dając w nich otwory na boku i wkładając zwierciadło płaskie tak, aby promienie z boku idące, odbiwszy się od niego, wpadały w szkło oczne.

C Z E Ś Ć

C Z E Ś Ć VI.

ELEKTRYCZNOŚĆ: MAGNETYZM:
GALWANIZM.

R O Z D Z I A Ł I.

ELEKTRYCZNOŚĆ.

§. 117. Co znaczy wyraz elektryczność?

TRZYMAJĄC w jedną rękę kawałek szkła suchego i czystego, jeżeli go pociéramy drugą ręką także suchą i czystą; po niejakich potarciach szkła następujące skutki okaże: zbliżone do takiego drobnego ciała, np. do papierka lub słomki, przyciągnie je naprzód, a potem odepchnie, wkrótce znowu przyciągnie, i powtóre odepchnie, i to następne przyciąganie i odpychanie przez czas niejaki trwać będzie. Jeżeli to szkło pociéramy w izbie dobrze ciemnej, i po kilkukrotném potarciu zbliżemy do niego zagięty palec, porzucimy iskrę świetną przebiegającą z trzaskiem odległość od szkła do palca. To przyciąganie i odpychanie, te iskry ze szkła z trzaskiem wypadające, są skutki iakiéjsi niewiadomej przyczyny. Skutki te uważali jeszcze Grecy, ale na-

TOM II. W

przęd w potartym bursztynie, który, ponieważ w ich języku zowie się *elektron*, dlatego przyczynę tych skutków, późniejsi nazwali *elektrycznością*.

Tales Milezyusz żyjący na 600 lat przed Chrystusem, postrzegłszy tę własność w potartym bursztynie, tak się nad nią zadziwił, iż poczytał bursztyn za istotę żyjącą. Nie mniejszemu był uniesiony podziwieniem *Teofrastus*, kiedy uważał, że bursztyn nie tylko przyciągał słomki i trociny drzewa, ale nawet opilki żelazne, miedziane, i innych metalów. *Pliniusz*, *Strabon*, *Dyoscorides*, *Plutarch*, i wielu innych filozofów odkryli też samą własność przyciągania i odpychania w kamieniach drogich, o których w swoich dziełach wzmiankują. Ale przeftając na samém podziwieniu, nie dochodzili elektryczności innych ciał, ani iéy uważali w rozmaitych względach: dopiero w siedmnaftém wieku po Chrystusie pomnożono wynalazki w téj umiejętności; okazano późniéy, iż dwojaka jest elektryczność, iż wszystkie ciała okazywać mogą iéy znaki, nakoniec przyftosowano te wiadomości do wytłumaczenia różnych skutków, okazujących się w naturze.

§. 118. Dwojaki sposób elektryzowania ciał.

Dróć z gąłką metalową przywiążmy do końca rurki szklannéy, którą pocieramy suchą ręką, czyli elektryzujemy: nie tylko rurka szklanna okazywać będzie znaki elektryczności, przycią-

gając i odpychając drobne ciała, ale nawet gąłka metalowa. Zmiałt dróćnika metalowego, gdyby gąłka wisiała na iedwabnym sznurku; po naelektryzowaniu rurki szklannéy, gąłka najmniejszego znaku elektryczności nie okaże: pocieramy samą gąłkę, ani tym sposobem elektryczności nie okaże. Z tego doświadczenia wnosimy, że ciała dwojakim sposobem elektryzowane byđż mogą, to jest przez potarcie i przez komunikacyę: bo gąłka wisząc na dróćniku metalowym, po naelektryzowaniu rurki szklannéy, okazywała znaki elektryczności: zawieszona zaś na sznurku iedwabnym nie okazała najmniejszego znaku elektryczności, chociaż nawet była potarta; więc w pierwszym razie elektryczność po dróćie spłynęła do gąłki, w drugim zaś razie, po sznurku iedwabnym spłynąć nie mogła, więc elektryczność sprawuje jakowyś płyn szczególny, który otacza ciała naelektryzowane, i który się przez potarcie wydobywa ze szkła, płynie po metalu; po iedwabiu zaś spływać nie może: przeto metal można nazwać dobrym przewodnikiem elektryczności, iedwab zaś złym przewodnikiem. Podobne doświadczenia okazały, iż dobrymi przewodnikami płynu elektrycznego, są w powszechności wszystkie metale, wszystkie płyny, wyjąwszy powietrze i oliwę; wszelkie humory zwierzęce, para gotującý się wody, śnieg, lód i t. d. Ziemi zaś przewodnikami elektryczności, są: szkło, żywice, bursztyn, siarka, drzewo suche, wszelkie materye tłuste, wosk, iedwab, wełna, bawełna, powietrze suche, ciecz olejné; i t. d.

Ciała będące ziemi przewodnikami elektrycznego płynu, przez potarcie okazują znaki elektryczności, ciała zaś, które są dobrimi przewodnikami płynu elektrycznego, nie okazują wprawdzie znaków elektryczności przez potarcie, lecz nabywają ich, gdy mają komunikacyą z ciałami wydającymi elektryczność przez potarcie: dlatego niektórzy fizycy zowią pierwsze ciała elektrycznymi przez się, drugie zaś elektrycznymi przez komunikacyą: my pierwsze zwać będziemy ziemi przewodnikami elektryczności, a drugie dobrimi. Złe przewodniki zatrzymują niejako w swych pierwotnych cząstkach płyn elektryczny, i nie dozwalają mu rozlewać się na otaczające ciała: dobre zaś przewodniki z łatwością go przepuszczają, ale tylko do tych ciał, które są także dobrimi przewodnikami. Stąd, aby zebrać pewną ilość płynu elektrycznego na powierzchnią dobrego przewodnika, np. na metal, trzeba go odosobnić, czyli osadzić na szkło, żywicy lub jakim innym złym przewodniku. Obaczymy wkrótce, że na tém odosobnianiu zależy skład wszystkich machin służących do okazania skutków elektryczności.

Nie znamy żadnego ciała, któreby było, albo zupełnie złym, albo zupełnie dobrym przewodnikiem elektryczności: i tak z pomiędzy dobrych przewodników, metal jest najlepszym, a jednak po nim z jakowymsi oporem rozlewa się płyn elektryczny, i spływa do innych ciał po szkło, które jest złym przewodnikiem: nie można zatem naznaczyć granicy między dobrimi i złe-

mi przewodnikami, zwłaszcza, że nawet złe przewodniki mogą stać się dobrimi, gdy je otacza powietrze ocieplone, czyli nasycone wodą (Tom I. §. 209): iakoż szkło bardzo rozgrzane, palące się drzewo, powietrze gorące, dosyć łatwo przepuszczają płyn elektryczny: nawet niektóre ciała rozmaicie urządzone, stają się ze złych przewodników dobrimi, a z dobrych złemi. Y tak świeżo ucięta gałąź z drzewa, jest dobrym przewodnikiem: dobrze ususzona staje się złym: spalona na węgiel, pierwszy swój stan odzyskuje: ten węgiel na popiół wypalony, przekształca bytż dobrym przewodnikiem.

§. 119. Narzędzia służące do okazania skutków elektryczności.

Rurka szklana, lub laska laku były najpierwsze narzędzia do okazania skutków elektryczności; *Hauxbée* obracał potem kulę szklaną za pomocą koła, która pocierając się o dłoń suchą, obficie płyn elektryczny wydawała. Wszyscy zaraz Fizycy chwycili się tego narzędzia, ale każdy nowe w nim czynił odmiany, które wyliczać próżną byłoby rzeczą; dosyć jest powiedzieć, że to narzędzie przy jakichkolwiek jego odmianach, składało się zawsze z waleca, lub bani szklanej, albo też zamiast szkła używano walców siarkowych, lub żywicznych: te naprzód obracano za pomocą koła mającego cztery stopy średnicy, aby się walec z większą prędkością obracał: lecz przez to stało się narzędzie niewy-

godném, bo wiele miejsca zabierało. Angliey potém, zamiast wielkiego koła, używali kilku kółek małych, palczyſtych, które z wielką prędkością obracały banię ſkłanną, i machina nie wiele miejsca zabrała; z początku tarła się bania o dióń suchą, ale że i w tém była niewygodą, podſtawiono pod banią poduszkę ze ſkóry wypchaną włosami. Figura 178 wyſtawia takie go gatunku machinę nayproſtszym sposobem zrobioną.

ABC (Fig: 178) jest tablica drewniana iakiegokolwiek kształtu, w której utwierdzone są dwa słupki drewniane LK, AH. Bania FF ma na swoich końcach osady miedziane lub drewniane z czopkami żelaznemi. W słupku AH jest wydrążenie przy H takie, aby czopek od końca bani wychodzący, łatwo się w niem obracał: w słupku LK u góry jest podobne wydrążenie, przez które przechodzi czopek od drugiego końca bani: ten czopek jest dłuższy od pierwszego, na jego końcu jest osadzone koło I, naksztalt bloku: to ma trzy wydrążenia takie, iakie dają w kółku mniejszem w każdej tokarni: na tymże słupku LK obraca się kółko większe DE, mające także na obwodzie swoim wydrążenie: przez wydrążenie koła większego i mniejszego, przechodzi gruba struna z kizek baranich zrobiona, iak okazuje figura: pod banią na poſtumenciku drewnianym osadza się gruba rurka ſkłanna, lub też talerzyk z grubego ſkła, na nim osadzona jest poduszka Gn, krótsza od bani z każdego końca, dwoma calami: pomieniona poduszka może

się podnosić, lub opuszczać za pomocą śruby w poſtumenciku będącý, przezco poduszkę można bardziéy lub mniéy przycisnąć do bani: w poduszce przy G jest gałka metalowa, od której spuszcza się łańcuszek do ziemi, jeżeli nie chcemy odesobniać poduszki: nakoniec przyszyta jest do poduszki gumowana kitayka przykrywająca część bani. Za pomocą korby E obracając koło DE, obracać się także będzie kółko I, ale daleko prędzý, przeto i bania na jednym walcu z nim osadzona, także prędkością wykręcać się będzie; i okaże znaki elektryczności, przez przyciąganie i odpychanie drobnych ciałek: nawet wydawać będzie z trzaskiem iskry.

Dla wzbudzenia mocniejszý elektryczności w bani, smaruje się poduszka mieszaniną z merkuryuszu i cyny: taka mieszanina zowie się *amalgama*. Zdaie się, iż każdy metal rozpuszczony w merkuryuszu, powinienby być dobrą *amalgamą*, pospolicie jednak robi się *amalgama* z cyny i merkuryuszu następującym sposobem. Trzeba w naczynie ſkłanne wlać merkuryuszu $\frac{2}{5}$ części, a do tego przyrzucić $\frac{1}{5}$ część cyny iak nayszystszy, i póty tę mieszaninę trzeć tłuczkiem ſkłannym, póki się doskonale merkuryusz z cyną nie złączy: niektórzy [do takiéy *amalgamy* mieszaia jeszcze kręde: lecz [kreda ciągnie wilgoć z powietrza, przeto umnieyszý się dobroć *amalgamy*. Inni znówu radzą smarować poduszki elektrycznéy machiny mieszaniną metalów zwaną *aurum musivum*, która się takim sposobem robi: trzeba wziąć równe czę-

ści cyny, merkuryusza, siarki i soli ammoniakowej: naprzód zjednoczyć cynę z merkuryuszem, do tego przydać siarkę z solą ammoniakową, i te cztery istoty razem zmieszane włożyć w retortę szklaną i dyfuzować: wydobywać się będzie podczas tej dyfuzacji znaczna ilość waporów, które gdy przeftaną już wychodzą, masa pozostała w retorcie, zowie się *aurum musivum*. *Ingen-Hause* inny sposób podaje robienia dobrej amalgamy: trzeba stopić w tygielku ośm uncyy cyny i tyleż cynku; gdy mieszanina ostygnie, złączyć z nią jeszcze 16 uncyy merkuryusza, i w moździerzu żelaznym póty trzeć tę mieszaninę, póki się nie odmieni w delikatny proszek czarniawy: ta ostatnia amalgama jest najskuteczniejsza, i przez kilka miesięcy dostatecznie wzbudzać będzie elektryczność.

Aby można zebrać znaczną ilość elektrycznego płynu, trzeba naprzeciw bani naelektryzowanej postawić takie ciało, które jest dobrym przewodnikiem elektryczności: lecz ten przewodnik powinien być odosobniony, to jest osadzony na szkło, lub jakim innym złym przewodniku. W początkach naprzeciw bani szklanej wieszano na jedwabnych sznurkach szyny żelazne, lecz z tych wiele materji elektrycznej uciekało, dla chropowatej ich powierzchni; postrzeżono potem, że im gładza jest powierzchnia, tém dłużej materja elektryczna na niej się utrzymuje: figura 179 wystawia taki przewodnik, czyli konduktor, iak pospolicie nazywają: AB jest walec z blachy żelaznej lub mosię-

żnej dobrze wypolerowany, w jeden koniec tego konduktora wsadzone są gałki B, I, drugi zaś koniec obrócony ku bani, ma gałkę AL, z zaofirzonymi sztyftami: ten konduktor wsparty jest na dwóch słupkach szklanych, aby się mocniej utrzymywał: im większa jego jest powierzchnia, tém znaczniejsza ilość materji elektrycznej na niego spływać będzie: nie trzeba jednak robić zbyt wielkich konduktorów, bo iakożkolwiek jest wypolerowana jego powierzchnia, wszelako na niej wydawać się będą ryfki, czyli chropowatości, któremi materja elektryczna na stronę odchodzić będzie. Wreszcie wielkość konduktora stosować trzeba do wielkości bani; np. jeżeli średnica bani jest pół łokcia, długość konduktora dostateczna jest na łokieć lub półtora. Dla oszczędzenia wydatku, można konduktor zrobić z tektury i okleić go gładko cynowemi blaszkami, iakich używają zwierciadlnicy do robienia zwierciadeł.

Taka machina elektryczna mimo swęj użyteczności, częstokroć przypadkom podlega: to jest bania pęka, gdy zbyt prędko obraca się, obracając zaś ją powoli, nie wiele dostarcza materji elektrycznej. Zaradzili temu przypadkowi Anglicy, używając w machinie elektrycznej zamiast bani, tafl szklanej, która się trze o cztery poduszki, i która wolnie obracając się, daleko większą obfitość materji elektrycznej dostarcza, aniżeli największe banie, zwłaszcza gdy jej średnica jest znaczna. Ta machina składa się z następujących części. Między dwoma słupkami Mm,

Nn (Figura 180) obraca się tafla szklanna Pp osadzona na walcu metalowym aa , przechodzącym przez obadwa słupki Mm , Nn ; do końca walca a przydana jest korbka ab , za pomocą której łatwo można obracać maszynę, tafla trze się o cztery poduszki przy m , n , M , N , osadzone na sprężynach. Naprzeciw tafli stoi konduktor XCD na dwóch postumentach szklanych F , G , podobnie jak w poprzedzającej maszynie, z tą tylko różnicą, że w tym konduktorze od galki D idą dwa zakrzywione pręty metalowe A , B , w końcach ich osadzone są galki g , f , lub kubeczki nakształt dzwonek, w które po dwa lub trzy sztyfty osadzają dla zbierania materii elektrycznej z tafli wypływającej. Okażemy teraz za pomocą tych maszyn rozmaite skutki elektryczności.

§. 120. Przyciąganie i odpychanie.

Skutki, które materia elektryczna okazuje przyciągając i odpychając drobne ciała, następującymi doświadczeniami okazać można. 108. Jest rurka szklana zakrzywiona ACB (Figura 181): na iędy końcach osadzone są dwie galki metalowe A , B , u których wiszą na włoskach dwie bzowe galki m , n . Zrobiwszy sobie takie przygotowanie, okazać można dwie przeciwne elektryczności następującym sposobem. Trzeba wziąć jaką rurkę szklaną suchą, i potarłszy ją o suchą dłoń, lub sukno, dotknąć się tą naelektryzowaną rurką obudwu galek metalowych A ,

B , natychmiast galki bzowe m , n rozeydą się: też galki m , n rozchodzą się także będą, jeżeli dotkniemy się obudwu galek metalowych A , B , lakiem potartym, czyli naelektryzowanym. Jeżeli zaś naelektryzowanym lakiem dotkniemy się iednej galki metalowej np. A , a zaś szkłem naelektryzowanym dotkniemy się drugiey galki B , tedy galki bzowe m , n , które się piérwéy były rozeszły, w tym razie się zniydują: podobnyż skutek będzie, jeżeli iednej galki dotykamy się potartą żywicą, a drugiey szkłem. Stąd wniesć potrzeba, że elektryczność szkła przeciwna jest elektryczności żywicy, dlatego piérwszą nazwano elektrycznością szklaną, drugą zaś elektrycznością żywiczną. *Franklin* zaś nazwał iedną elektrycznością dodatnią, a drugą ujemną, dla przyczyn, które damy wykładając teorię elektryczności.

Można jeszcze to samo doświadczenie tak okazać: Niech iaka osoba stanie na stołku małym nożki szklane, który dlatego zowie się stołkiem odosobniającym, czyli elektrycznym, i niech elektryznie, przez potarcie rurkę szklaną. Nie tylko ta rurka wydawać będzie znaki elektryczności, ale nawet osoba na stołku stojąca: lecz elektryczność wychodząca ze szkła, będzie odmienna od elektryczności wypływającej z osoby: bo jeżeli dwie galki bzowe wyrażone na figurze 181 zbliżemy do szkła naelektryzowanego od osoby, te się rozeydą do znacznej odległości: jeżeli znowu tak oddalone od siebie galki zbliżemy do osoby, natychmiast się zniydują, i żadnego znaku elektryczno-

ści nie okażą: albo, zbliżając naprzód gałki do osoby na stołku stojący, a potem do szkła przez nią naelektryzowanego, w pierwszym razie oddalą się od siebie, w drugim zaś zniydą; inna zaś jest elektryczność w osobie na stołku stojący, a inna w szkłe przez nią naelektryzowanym. Następujące znaki okazują odmiennosc tych dwu elektryczności: jeżeli kto inny trzyma sztyfcik zaokrąglony naprzeciw rurki szklanej naelektryzowanej przez osobę, obaczy na jego końcu światło nakształt punktu; jeżeli zaś tenże sam sztyft przybliży do osoby na stołku stojący, postrzeże ostrokrag świetny, wypływający od końca sztyftu do osoby. A zatem osoba elektryzująca rurkę szklaną, musiała iey udzielić część swej naturalney elektryczności, kiedy rurka szklana wydaie materyą elektryczną, osoba zaś na stołku stojąca bierze ią: czyli że rurka szklana ma elektryczność dodatnią, osoba zaś ujemną.

Toż samo doświadczenie można ieszcze okazać machiną elektryczną (Figura 178). Jeżeli łańcuszek od gałki G nie spuszczoney jest do ziemi, czyli gdy poduszka téy machiny elektryczney jest odosobniona, i gdy podczas obrotu bani trzymamy sztyft zaokrąglony naprzeciw gałki G, postrzeżemy światło nakształt ostrokregu płynące ze sztyfta do poduszki; jeżeli zaś od gałki G spuszczoney jest łańcuszek do ziemi, i trzymamy sztyft naprzeciw bani machiny elektryczney, obaczmy na końcu sztyfta punkt świetny: tu zatem poduszka, jeżeli jest odosobniona ma elektryczność ujemną, a szkło doda-

nią. To doświadczenie aby się wyraźniéy okazywało, trzeba ie robić w ciemności.

2re. Zawieśmy na konduktorze machiny elektryczney kutas jedwabny lub niciany; iak tylko obracać zaczniemy banią lub tafię, zaraz nitki składające ten kutas pooddalają się od siebie tém bardziéy, im mocniejsza będzie elektryczność: rozchodzić się także będą nitki, gdy kutas powiesiemy na gałce G (Fig: 178).

3cie. Na konduktorze machiny elektryczney BI (Fig: 179) zawieśmy na łańcuszku talerzyk F metalowy, lub też drewniany, lecz wykleiony blaszką cynową: pod tym talerzykiem stoi drugi talerzyk F na postumencie H: można go wysunąć bardziéy lub mniej z postumentu, i dać mu iakąkolwiek odległość od pierwszego, przytwierdzając go do postumentu śrubką G. Daymy np. odległość od siebie tym dwóm talerzykom na dwa cale, i położmy na spodnim drobne iskry cieńkie, te podczas obrotu bani skakać będą od jednego talerzyka do drugiego. Dla sprawienia piękniejszego widoku, można kłaść figurki malowane na kartkach, lub osóbki z rdzenia bżowego wyrabiane.

4te. Weźmy w rękę kubek szklany, i wewnetrzną jego powierzchnią dotknijmy się gałki I (Figura 179) konduktora naelektryzowanego: przykryjmy tym kubkiem gałeczki bżowe na talerzyku metalowym, lub na stole położone, te przez czas nieiaki w kubku skakać będą, iak okazue figura 182.

5te. Na tabliczce metalowój B (Fig: 183) założonéj na koniec konduktora maszyny elektrycznéj (Figura 180) wiszą trzy dzwonki C, D, E, dwa z nich skrajne C, E, są zawieszone na mosiężnych łańcuszkach, środkowy zaś D, iako też i gąłki *m, n*, metalowe pomiędzy dzwonekami będące, wiszą na jedwabnych sznurkach. Od średniego dzwonka D spuszczonej jest łańcuszek DF do stołu, czyli dzwonek D ma komunikacyą z ziemią: do końca łańcuszka F, jest przywiązany sznurek jedwabny. Podczas elektryzacyi konduktora maszyny, dzwonki przyciągają i odpychają gąłki *m, n*, póty brzmieć będą, póki się konduktor elektryzuje: naprzód dzwonki C, E zawieszone na łańcuszkach, biorą w siebie elektryczną materiją z konduktora, a zatem przyciągają do siebie gąłki *m, n*, i udzieliwszy im część swéj elektryczności, odpychają je ku dzwonekowi D nie naelektryzowanemu, który odebrawszy materiją elektryczną z gąłek, przymusza je do powrotu ku dzwonekom C, E, gdzie znowu się elektryzują i t. d. Jeżeli zaś za pomocą jedwabnego sznurka podniesimy ze stołu łańcuszek DF, czyli nie damy komunikacyi dzwonekowi D z ziemią; brzmienie dzwoneków póty tylko trwać będzie, póki się nie naelektryzuje średni dzwonek D, tak, iak skrajne, a zatem gąłki nie udzielią mu swéj elektryczności, więctéj od dzwoneków skrajnych.

§. 121.

§. 121. *Bukieciki i punkta świecące.*

Jakimkolwiek sposobem elektryzujemy ciało, przydzie ten moment, w którym się przesyci materiją elektryczną, i więctéj iéy nieprzyymie: stąd wypada, że gdy konduktor maszyny elektrycznéj dostatecznie jest naelektryzowany, wtenczas elektryczna materija wypływająca z bani lub tafli na konduktor, oddala się z niego do ciał przyległych, a szczególniey w cząłki wodniste, których zawsze iakąs ilość znajduje się w powietrzu (Tom I. §. 208). Jeżeli maszyna elektryczna dobrze jest urządzona, jeżeli powierzchnia iéy konduktora jest okrągława w załamaniach i gładka, jeżeli znaczną obfitość materiji elektrycznéj dostarcza tafla, i jeżeli powietrze jest suche, natenczas zbyteczna ilość materiji elektrycznéj oddala się z konduktora z trząskiem, wydając zapach fosforu, ale naywięctéj wtedy ubywa elektryczności z konduktora, gdy powierzchnia jego nie jest gładka; iakąkolwiek na nim jest ryłka, z téj materiji elektryczna odpływać będzie w powietrze formując offrokrąg świetny, czyli bukiecik świecący.

Bukieciki świecące można ieszcze okazać następującém doświadczeniem, które w ciemności robić trzeba. Konduktor maszyny elektrycznéj złączmy z innym iakim konduktorem za pomocą łańcuszka, i mocno elektryzujemy obadwa konduktory, potrzeżemy wiele bukiecików świetnych wypływających z ogniw łańcuszka. Albo w koniec konduktora I (Fig: 180) wśrubujemy sztyft

zaostrzony, z tego podczas elektryzacji świetny bukiecik wypływać będzie.

Jeżeli zaś trzymam naprzeciw konduktora pręt z gałką, postrzegę na niemy punkt świecący: tenże sam skutek będzie trzymając naprzeciw konduktora zagięty palec w znaczney odległości. Albo nakoniec, osadzmy na konduktorze (Fig: 179) pręt metalowy KD, na ostrym jego końcu jest przykrywka K ruchoma, w którą wprawiają się cztery pręciki *a, b, c, d* w jedną stronę na końcach swoich zagięte, iak okazaie figura: te pręciki z przykrywką K powinny mieć położenie horyzontalne: po naelektryzowaniu konduktora, pręciki obracać się będą, nie kierunkiem końców zaostrzonych, ale w przeciwną stronę, to jest kierunkiem liter *a, b, c, d*: to doświadczenie piękny widok sprawiaie, jeżeli się robi w ciemności, albowiem z końców pręcików wypływać będą świetne bukieciki: że zaś te pręciki bardzo szybko się obracają, przeto wydawać się będą obrot koła świetnego: dlatego to narzędzie zowią wiatraczkiem elektrycznym. Można to doświadczenie dla zabawienia dzieci w ten okazać sposób: trzeba pręciki przykryć tekturą okrągłą, na niemy we czterech punktach, odpowiadających zagięciom pręcików, przykleić figurki rycerzów konnych; za obrotém maszyny elektryczney, rycerze manewry wojkowe odprawiać będą.

Wiatraczek obracać się będzie w jedną stronę, tak od elektryczności dodatniej, iako też

też ujemny: przyczynę tego obrotu naznaczyć można podług teoryi Pana *Franklina*, którą poniżej wyłożemy, iż elektryczności jednakowego gatunku wzajemnie się odpychają.

§. 122. Końce ostre ściągają materiją elektryczną.

100. Trzymaymy sztyft ostry, albo palec naprzeciw konduktora naelektryzowanego, ściągniemy z niego całą elektryczność z tafli przybyłą, ale żadney iskry nie wyprowadziemy: stąd wypada, że ciało ostro zakończone ściągą materiją elektryczną bez najmniejszego szelestu, nawet zostawione w znaczney odległości od konduktora: zbliżając zaś do konduktora metal okrągło zakończony, lub palec zagięty, iskra z trzaskiem wykoczy, i tém mocniejsze uczucie sprawi, im obfitsza na konduktor zbierze się elektryczność.

are. Niech kto stanie na stołku elektrycznym, i trzyma w ręku pręcik metalowy z jednego końca ostro zakończony, na drugim zaś mający gałkę okrągłą: jeżeli ten człowiek odosobniony, jest w znaczney odległości od konduktora, i obróci ku niemu pręcik tym końcem, gdzie jest gałka, nie okaże żadnych znaków elektryczności: jeżeli zaś obróci pręcik ostrym końcem do konduktora, zabierze z niego elektryczność: stąd wypada, że ostre końce z dalszey odległości ciągną materiją elektryczną, aniżeli okrągłe.

3cie. Trzymamy naprzeciw konduktora naelektryzowanego sztyft ostry, nie wyprowadzimy z niego żadnej iskry: tę zaś okażą się, jeżeli kilka sztyftów trzymać będziemy: stąd wypada, że wiele końców ostrych wzajemnie sobie przeszkadzają, i nie przepuszczają z równą prędkością płynu elektrycznego: dlatego u konduktorów machin elektrycznych, jak najmniej sztyftów ściągających elektryczność dawać potrzeba: do konduktora maszyny baniafety (Figura 179) dosyć jest dać trzy sztyfty: w dzwonki zaś osadzone na łuku konduktora maszyny taflowej (Figura 180), można wsadzić po jednym tylko sztyfciku.

§. 123. Iskry, płomień, i palenie za pomocą elektryczności.

Doświadczenie pierwsze: Trzymamy naprzeciw konduktora naelektryzowanego zagięty palec, albo jakie inne ciało nie ostro zakończone, ale które jest dobrym przewodnikiem elektryczności, wyprowadzimy z konduktora żywe iskry i świetne. Tego zaś skutku nie będzie, jeżeli i od trzymamy naprzeciw konduktora maszyny ciało takie, które jest złym przewodnikiem elektryczności: *2re* albo jeżeli dobry przewodnik jest ostro zakończony, *3cie* albo nakoniec, jeżeli się dotyka samego konduktora maszyny.

2gie. Niech kto stanie na stołku elektrycznym; dajmy mu komunikacją przez łańcuszek z konduktorem maszyny: podczas elektry-

zowania konduktora, człowiek także odosobniony, czyli stojący na stołku elektrycznym, okazywać będzie znaki elektryczności, tak, jak konduktor; bo jeżeli kto inny zbliży do jakiej części jego ciała palec swój zagięty, wyprowadzi z niej iskry elektryczną; jeżeli zaś trzyma swoją dłoń nad jego głową, naieją się na niego włosy: i jeżeli mocna jest elektryczność, i to doświadczenie w ciemności się robi, okaże się płomień nad włosami odosobnionego człowieka.

3cie. Kilka konduktorów w niewielkiej odległości od siebie ustawwszy, i dawszy ostatniemu komunikacją z ziemią; za pierwszym obrotem tafla lub bani, iskry prawie w jednym momencie od jednego konduktora, do drugiego przeskakiwać będą: stąd wnieść potrzeba, że materia elektryczna z wielką prędkością po ciałach się rozlewa. Między innymi Fizykami dochodzącymi prędkości elektrycznej materii, okazał ją *Xiędz Bekarya Pijar* bardzo prostym sposobem. Sznur konopny długi na 500 stóp rozciągnął po różnych miejscach wieszając go na sznurkach iedwabnych: sznura koniec ieden przywiązał do konduktora maszyny, drugi zaś koniec zawieszony na iedwabiu, niezbyt daleko od niego trzymał. Jak tylko zaczęto elektryzować konduktor, w krótkim czasie koniec sznura na iedwabiu będący okazywał także znaki elektryczności: bo gdy sznur był suchy, znaki te widzieć się dały w przeciągu trzech sekund, gdy zaś sznur był mokry, znaki elektryczności pokazywały się w półtorej sekundy. *Jani Fizycy*, doświadczaiąc przed-

kości materji elektrycznéj drótami metalowemi postrzegli, iż w jednéj sekundzie przebiega 2000 sążni: więc, gdy materja elektryczna tak znaczną długość w krótkim czasie przebiega, prędkość iéy jest bardzo wielka.

4te. Tafelkę szklaną AB DC (Figura 184) wykleyemy listkami cyny w ten sposób, iak okazuje figura: trzymając tę tafelkę w ręku tak, aby listek przy C był pod palcem, jeżeli zbliżemy tafelkę do konduktora maszyny, iskra z niego wypadająca do listka przy B, przebieży nagle wszystkie, aż do palca; że zaś te listki nie stykają się z sobą, przeto materja elektryczna w przechodzie swoim będzie widoczną. Tym to sposobem można udawać błyskawice, illumnowane litery, słowa, lub iakie rysunki, wyklejając listkami cynowemi tafle szklane, podobieństwa tych figur.

5te. Gałkę metalową wiszącą na dróćku przewieśmy przez konduktor maszyny, po naelektryzowaniu konduktora, naczynie, w którym jest eter przybliżmy do gałki, iskra z niéy wypadająca zapali eter. Można to samo doświadczenie różnemi okazywać sposobami. 108. Jeżeli osoba elektryzująca się trzyma naczynie z eterem, a druga na ziemi stojąca przybliży palec do eteru, natenczas iskra elektryczna wyskakuje z eteru do palca, zapali ten płyn. 2re albo jeżeli osoba elektryzująca się na stołku elektrycznym, przybliży swój palec do eteru, który trzyma inna osoba. Toż samo doświadczenie może się udać ze spirytusem winnym, ale go trze-

ba trochę piérwéy ogrzać, lub dosyć długo trzymać w ręku naczynie to, w którym jest spirytus.

§. 124. Butelka Leydeyska i iéy skutki.

Muschembroek chcąc naelektryzować wodę, nalał iéy w słoje szklany, i postawiwszy to naczynie pod konduktorem maszyny, spuścił łańcuszek od niego w wodę w słoju będącą: gdy mu zdało się, że już dostatecznie wodę naelektryzował, odsuwał jedną ręką słoje z pod konduktora, a drugą chciał wyciągać łańcuszek z wody; lecz w tym samym momencie, gdy go się dotknął, nastąpiło gwałtowne wstrząśnienie w jego rękach i plecach. Doniósł o tém doświadczeniu Muschembroek Panu Reaumur członkowi Akademii Paryzkiéj: powtarzano je we Francyi w R. 1746, i nazwano doświadczeniem Leydeyskiem dlatego, że naprzód w Leydzie było zrobione: naczynie zaś służące do tego doświadczenia nazwano butelką Leydeyską. W początkach zbierano materjā elektryczną w butelkę Leydeyską, czyli ładowano ją, nalewając iéy część wodą, i dając komunikacyā z konduktorem stronie wewnętrznej butelki, a stronę iéy zewnętrzną trzymając w rękach: postrzeżono potém, że nie sama tylko woda służy do wykonania tego doświadczenia, ale też wszelkie ciała będące dobrymi przewodnikami elektryczności: przeto część strony wewnętrznej w butelce wykładano iaką blaszką metalową, równie iak i zewnętrzną stronę bu-

telki. Przygotuie się butelka Leydeyska do doświadczeń, następującym sposobem: trzeba butelkę ze szkła czystego, albo też iakiekolwiek naczynie szklane wykleić wewnątrz i zewnątrz blaszką cynową, zostawiając z obu stron brzegi naczynia nie oklejone, na cał ieden więcéy, lub mniey. Figura 185 wystawia butelkę Leydeyską: iéy wewnętrzna i zewnętrzna powierzchnia wyklejona jest blaszką cynową do BC: dla dania łatwiejszégó komunikacyi sironie wewnętrzny z konduktorem maszyny, wpuszczony jest przez otwór butelki pręt metalowy AD, aż do iéy dna, wierzch pręta ma gałkę A; Ładuje się butelka Leydeyska materią elektryczną takim sposobem: trzeba dać komunikacyę sironie wewnętrzny z konduktorem maszyny, a zaś zewnętrzny sironie z ziemią. Następujące doświadczenia okazują skutki butelki Leydeyskiéy naładowanéy.

Doświadczenie pierwsze: Trzymaj w jednéy ręce butelkę Leydeyską obróciwszy gałkę A (Figura 185), od konduktora maszyny. po naładowaniu butelki: jeżeli drugą ręką dotkniesz się gałki A, odbierzesz nagłe i mocne szarpnięcie: moc tego szarpnięcia zależeć będzie od czułości osoby doświadczającéy, i od obfitości materii elektrycznéy zebranéy w butelkę. Z tego doświadczenia okazuje się, iż dla odłączenia materii elektrycznéy z butelki, czyli dla wyładowania iéy, trzeba sironę zewnętrzną butelki połączyć dobrym przewodnikiem ze sironą wewnętrzną.

Jeżeli kilka lub kilkanaście osób wezmą się za ręce i pierwsza z pomiędzy nich dotknie się jednéy strony butelki Leydeyskiéy, a ostatnia w tym samym czasie dotknie się drugiéy sirony, wszystkie uczują w jednym prawie momencie gwałtowne poruszenie w swych członkach. Doświadczenie to uda się chociażby iak naywięcéy osób wzięło się za ręce: To także doświadczenie okazuje wielką prędkość materii elektrycznéy w rozchodzeniu się. Następujące doświadczenie bardziéy to jeszcze pod zmysły wystawia.

zgie. Po ścianach wielkiéy iakiéy sali przeprowadźmy dróty metalowe, na których pozawieszamy pistolety elektryczne *P. Volty*, nabite kwasorodnym i wodorodnym płynem. (Opisaliśmy pomienionych pistoletów skład i sposób ich nabijania, w Tomie I. na karcie 361, §. 192). Jeżeli ieden koniec pomienionych drótów ma komunikacyę ze sironą zewnętrzną butelki Leydeyskiéy naładowanéy, a drugim ich końcem dotkniemy się sirony wewnętrzny; butelka się wyładuje, materia elektryczna przebiegając po śrótkach, zapali mieszaninę płynów wodorodnego i kwasorodnego, lecz zdawać się będzie, że wszystkie pistolety razem wystrzeliły.

Można butelkę Leydeyską naładować dając komunikacyę z konduktorem maszyny elektrycznéy którégokolwiek sironie. Jeżeli trzymasz butelkę Leydeyską za gałkę A (Figura 185), a obrócisz do konduktora maszyny powierzchnię iéy zewnętrzną; butelka równie się ładuje, iak

gdybyś trzymał za fronę iéy zewnętrznią, a obrócił galką do konduktora maszyny.

Aby wyładować butelkę Leydeyską bez uczucia najmniejszego szarpnięcia, trzeba używać narzędzia nazwanego *excytator*. Wystawie go figura 186. Dwa pręty metalowe BC, BC proste, lub w łuki zakrzywione, osadzają się w sztukę C, tak, jak nóżki cérkla, aby były ruchome: na ostrych ich końcach są galki metalowe D, M. Całe narzędzie osadza się na rurkę szklaną CA. Chcąc tedy wyładować butelkę Leydeyską bez uczucia najmniejszego szarpnięcia, trzeba rozdwoić pręty DC, MC, i trzymając *excytator* za rurkę szklaną AC, dotknąć się jedną galką frony zewnętrznej butelki Leydeyskiej, a drugą wewnętrzną. Może być nawet *excytator* bez rurki szklanej, z jednego tylko pręta metalowego zrobiony, i w łuk zagięty; i takim *excytatorem* można butelkę wyładować bez uczucia szarpnięcia; ponieważ materya elektryczna łatwiej się rozchodzi po metalu, aniżeli po ciele ludzkim.

3cie. Odosobni butelkę Leydeyską stawiając ją na żywicy, lub stółku elektrycznym, i dając iéy komunikacyą z konduktorem maszyny naelektryzowanym, zdejm potem tę butelkę za pomocą tafelki szklanej, lub iakiego złego przewodnika: jeżeli dotkniesz się obudwu iéy frony, żadnego nie uczujesz wzruszenia, nawet nie wyprowadzisz iskry, jeżeli powietrze jest suche. To doświadczenie okazuje, iż wtenczas tylko butelka Leydeyska może być naładowana, kiedy iéy

powierzchnia zewnętrzna ma komunikacyą z dobrými przewodnikami.

4te. Zawieś butelkę Leydeyską na konduktorze maszyny, a drugą do haczyka będącego u dna pierwszój butelki; daj drugiej butelce komunikacyą z ziemią, spuszczając od wewnętrznej iéy powierzchni łańcuszek do podłogi: Obiedwie te butelki mogą się naładować materyą elektryczną.

5te. Dwie butelki Leydeyskie naładowane materyą elektryczną, niech będą iakkolwiek od siebie oddalone: jeżeli koniec jeden *excytatora* D (Fig: 186), przyłożysz do powierzchni pierwszój butelki, a zaś drugi koniec *excytatora* M, przytkniesz do galki drugiej butelki; nie wyprowadzisz żadnej iskry. Ale jeżeli dasz komunikacyą fronom zewnętrznym butelek, przewiązawszy je łańcuszkiem, i dotkniesz się jednym końcem *excytatora* zewnętrznej powierzchni jednej butelki, a drugim jego końcem galki, drugiej butelki, natenczas obiedwie się razem wyładują.

6te. Okręć jedną galkę *excytatora* bawełną, na którą nasyp proszkę z kolofonii, dotknij się jedną galką *excytatora* powierzchni zewnętrznej butelki, a drugą galkę, na której jest bawełna przytknij do galki butelki, iskra wypadająca zapali bawełnę: tym sposobem można świecę zapalić używając tak urządnego *excytatora* zamiast siarniczka.

7me. Wielką butelkę Leydeyską naprzykład gąsior naładowawszy materyą elektryczną, sex-

tern kilkoarkuszowy przyłoż do zewnętrzny firony butelki, potem przyłożywszy jedną gałkę do sexterna, a drugą do gałki butelki Leydeyfskiej, ta się wyładuje, i materya elektryczna z niej wydobywająca się, cały sextern przebie, i da się uczuć mocny zapach palącego się fosforu w przebitych dziurach papieru: Można to doświadczenie uskutecznić i małą butelką.

8me. Blaszkę bitego złota malarzkiego włóż między dwie tafelki szklane tak, aby końce blaszki z obu stron wychodziły: tafelki szklane ściśnij zwolna w prasie, i za pomocą excytatora daj komunikacyą jednemu końcowi blaszki ze stroną zewnętrzną butelki Leydeyfskiej naładowanej, a drugiemu ze stroną wewnętrzną; materya elektryczna wydobyta z butelki, przejdzie pomiędzy tafelkami szklanymi i stopi w nich blaszkę złotą: przypatrując się téj blaszce przez mikroskop, postrzeżesz w niej inkruftacyą złotą, której, ani wykrobiesz, ani wydobędziesz kwasami.

§. 125. Kwadrat Franklina i tablica czarnoxięzka.

Nie sama tylko butelka Leydeyfska pomieniowana skutki okazuje, ale iakakolwiek tafła szklana mająca obiedwie powierzchnie wykleione blaszką cynową tak, aby iéy brzegi z obu stron na cał przynajmniej nie były okleione cyną. Wynalazcą tego sposobu pomnażania materyi elektryczny był Franklin: przeto takowa tafła na-

zwana jest kwadratem Franklina. Zrobi się kwadrat Franklina następującym sposobem: tafłę szkła, iakiéy do okien używają, wykleić trzeba z obu stron blaszką cynową, lub papierem złotym, zestawując z każdéy strony brzegi tafli na cał, lub więcéy nieokleione: taki kwadrat Franklina w tén sposób ładować się powinien: trzeba go położyć na postumencie metalowym, albo też na łańcuszku leżącym na stole i spuszczone do ziemi; potem od konduktora maszyny elektryczny spuścić łańcuszek do wierzchniéy strony kwadratu Franklina, i obracać maszynę; Kwadrat tak się naładuje, iak butelka Leydeyfska: aby zaś wydobyć z niego materyę elektryczną, trzeba jedną gałką excytatora dotknąć się łańcuszka do ziemi spuszczonego, a drugą gałką wierzchniéy strony kwadratu.

Można ieszcze na blaszkę cynową kwadratu Franklina przykleić portret, lub iaki rysunek i osadzić w ramki: tak urządzony kwadrat, zowie się tablicą czarnoxięzką.

Prócz doświadczeń w poprzedzającym paragrafie przytoczonych; można kwadratem Franklina, lub tablicą czarnoxięzką następujące zrobić.

10d. Dawszy komunikacyą powierzchni zewnętrzny z konduktorem maszyny, a od dolny powierzchni spuściwszy łańcuszek do ziemi; postawić w pobliżności kwadratu, lub tablicy czarnoxięzkiéy pistolet *Volty*, nabity płynami wodnorodnym i kwasorodnym; pistolet może być taki, iaki jest wyrażony w Tomie piérwszym tego dzieła Tablica 71. Fig: 97. Na wierzchniéy zaś

stronie kwadratu Franklina postawić strzelca figurę z blachy zrobioną, którego strzelba ku tarczy pistoletu jest wykierowana: po zupełnym naelektryzowaniu kwadratu, iskra ze strzelby wypadająca uderzy w gałkę tarczy pistoletu i zapaliwszy w nim dwa płyny, huk podobny do strzelenia sprawi.

2rc. W pokoju obok drzwi powieś na ścianie tablicę czarnoxięzką, od jednéj iéy powierzchni przeprowadź drót do podłogi, która do drzwi wewnątrz pokoju przytyka, czyli raczej day komunikacją do proga od jednéj powierzchni tablicy czarnoxiężkiéy, potem w pokoju nad drzwiami zawieś na iedwabnych sznurkach pręt metalowy tak, aby otwierająca się drzwi, popychały go aż do zetknięcia się z powierzchnią kwadratu nie mającą komunikacji z progiem: prócz tego od klamki drzwi powinien iść drót po drzwiach, aby te otwierając się, pręt metalowy opierał się na drócie; przez co klamka drzwi będzie miała komunikację z drugą powierzchnią tablicy czarnoxiężkiéy: A zatem osoba otwierająca drzwi, stając na progu, ma już komunikację z jedną powierzchnią tablicy czarnoxiężkiéy, trzymając się zaś za klamkę i otwierając dalej drzwi, popchnie pręt na iedwabnych sznurkach zawieszony, aż do zetknięcia się z drugą powierzchnią tablicy, czyli będzie także z nią miała komunikację: A zatem jeżeli tablica czarnoxięzka jest naładowana materią elektryczną, osoba otwierająca drzwi, nagle

uderzoną zostanie; tym sposobem można sobie z kogo zabawkę uczynić.

§. 126. *Bateria elektryczna i iéy skutki.*

Kilka lub kilkanaście butliów, lub słoików wykleionych wewnątrz i po wierzchu cyną bitą w blaszki, składają *Baterią elektryczną*, której skutki daleko są mocniejsze, aniżeli butelki Leydęyskiéy. Urządźisz baterią elektryczną do doświadczzeń, następującym sposobem. Trzeba wybrać kilka butliów lub słoików ze szkła czystego, i wykleiwszy metalem ich powierzchnie wewnętrzne i zewnętrzne, oblać lakiem ich brzegi nie okleione; pomienione słoie powinny być w szufladzie wykleionéy wewnątrz także blaszką cynową, lub papierem złotym; przez co słoików powierzchnie zewnętrzne będą miały z sobą komunikację: wewnątrz każdego słoia wchodzi pręt metalowy do dna, wierzchni koniec pręta ma gałkę, przez gałki wszystkich prętów przechodzące inne pręty poziomo, robią komunikację powierzchni wewnętrznych wszystkich słoików: ponieważ zatem w słoich baterią składających, tak powierzchnie zewnętrzne, jako też wewnętrzne, są z sobą złączone; przeto bateria jest to samo, co butelka Leydeyska, a zatem w ładowaniu iéy i wyładowaniu na to samo względ mieć potrzeba, jak w butelce Leydeyskiéy; to jest, dać się komunikację powierzchni wewnętrznej z konduktorem maszyny, a zaś powierzchni zewnętrznej z ziemią: dlate-

go w szufladzie powinna być wpuszczona blacha, na którejby się wspierał dosyć jeden słój, do téj blachy wychodzący za szufladę przywiązany jest łańcuszek znacznie dłuższy, za który zaczepia się jedna gałka excitatora, a drugą jego gałką dotykać się trzeba którejkolwiek gałki wychodzący ze słoja; bateria naelektryzowana wyładowuje się. Do ładowania baterji lepijéj jest stawiać naprzeciw bani, lub taflki konduktor mały, aniżeli wielki: bo z pierwszego nie tak wiele materji elektrycznéj w powietrze odpływa, jak z drugiego.

Do poznania kiedy bateria dostatecznie jest naładowana, służy następujące narzędzie, zwane *Elektrometr* wynaleziony przez *Hanbeia*: wystawiony on jest na konduktorze (Fig: 179): składa się ze słupka drewnianego EB grubego na trzy linie, wysokiego na 4 cale, koniec E ma śrubkę mosiężną, za pomocą której śrubuje się elektrometr, albo w swój postument, albo też w konduktor maszyny elektrycznéj, jak jest wystawiono na figurze: kończy się słupak gałką okrągłą B, przy której jest półkole z kości słoniowej przytwierdzone do słupka, i podzielone na 180 stopni: w środku tego półkola osadzony jest na bardzo ruchomym walczyku, cieniutki pręcik drewniany BC. Gdy taki elektrometr osadzony jest na konduktorze maszyny elektrycznéj, z którym ma komunikacyą powierzchnia wewnętrzna butelki Leydeyskiej, podczas iéj ładowania, pręcik elektrometru BC oddalać się będzie od słupka BE, i przebieży kilkadziesiąt sto-

pni: jeżeli powietrze jest suche, i tafla lub bania znacznie dostarcza materji elektrycznéj, pręcik BC może się podnieść na dziewięćdziesiąt stopni, ale w tym razie sama butelka Leydeyska popolicie się wyładować: elektrometr więc okazać może, jak wielka ilość materji elektrycznéj zabrana jest w butelkę Leydeyską, lub w baterją, i kiedy przeładować trzeba one ładować. Stawia się zatem elektrometr na baterji, jeżeli ma swój postument, albo się tylko śrubuje w konduktor maszyny; dawszy zatem komunikacyą baterji z konduktorem, trzeba póty obracać banię lub taflę, póki pręcik BC nie stanie na 60, a następnie na 80 stopni, i od tego momentu przeładować obracać machinę, boby się sama bateria wyładowała.

Okażmy teraz doświadczeniami dzielność baterji elektrycznéj.

102. Ustaw taką baterją, której słojów wyklejona powierzchnia, czyni go stóp kwadratowych, potem dróć metalowy, jakiego na stroiny do gitar używają, przywiąż jednym końcem do blachy wychodzący z szuflady, w której stoi słój, tym sposobem dróćik będzie miał komunikacyą z wewnętrzną powierzchnią baterji: drugi zaś koniec dróćika przywiąż do jednéj gałki excitatora: po naładowaniu baterji do 60, lub 80 stopni, dotknij się drugą gałką excitatora powierzchni wewnętrznej baterji; elektryczna materja w wielkiéj obfitości wydobyta, przebiegając po dróćiku stopi go, i w drobnych gałeczkach po podłodze rozrzuci; podczas

tego działania przyskają także iskry na wszystkie strony do znacznej odległości, które pochodzą od palących się cząstek drótu, które gwałtowne uderzenie materii elektrycznej rozrzuca: jeżeli bateria jest bardzo wielka, po wyładowaniu oney, drót stopiony na tak drobne cząsteczki rozdzieli się, że ich doyrzeć nie będzie można. Powtarzając to doświadczenie na drótkach różnych metalów, ładując zawsze baterią do jednakowego stopnia; postrzeżemy, iż jedne metale prędzej się topią, iak drugie. Jeżeli nakoniec dróciak metalowy, który topiemy za pomocą baterii, leży na tafelce szklanej; po stopieniu jego, wyobrażają się na tafelce siedem kolorów pierwiastkowych, iakie okazujemy rozbiierając światło pryzmatem.

3re. Cienki dróciak metalowy wpuść w rurkę szklaną na trzy linie otwór mającą, wyładuj baterią na ten dróciak; który stopiwszy się, rozdzieli się na drobne gałeczki rozmaitej wielkości, które się powbiżają w wewnętrzną powierzchnię rurki, z której jednak można one łatwo wydobyć. Przypatrując się tym gałeczkom, albo gołym okiem, albo jeżeli są bardzo drobne, przez mikroskop pojedynczy; postrzeżemy, iż są wewnątrz wydęte, i ich kształt podobna jest do kwasianu metalicznego (*oxyde metallique*). Czyniąc to doświadczenie, trzeba uważać żeby bateria nie była bardzo mocna, albo też nadto słaba: ponieważ w pierwszym razie obróciłby się metal w bardzo subtelny proszek, albo

nawet

nawet w wapory; w drugim zaś razie nie dosko- naleby się roztopił.

3cie. Day komunikacją iakiemu zwierzęciu naprzykład ptakowi z powierzchnią zewnętrzną baterii naładowanę i z jedną gałką excytatora, jeżeli dotkniesz drugą gałką excytatora powierzchni wewnętrzną baterii, ta wyładując się, gwałtownie wstrząśnie ptaka i zabije. Można jeszcze to doświadczenie tak wykonać: zostaw zwierzątko iakie na stołku elektrycznym, day mu komunikacją z konduktorem maszyny, to jest z wewnętrzną powierzchnią baterii, elektryzuj ją do kilkudziesiąt stopni: potem jedną gałką excytatora dotknij się powierzchni zewnętrznej baterii, drugą zaś gałką excytatora przykładaj do głowy zwierzątka: natychmiast bateria się wyładuje, zwierzątko iakby piorunem uderzone, żyć przestanie.

§. 127. Elektrofor.

Do czynienia niewielkich doświadczeń z elektrycznością, służy następujące narzędzie, wynalezione przez *A. Volta*, i nazwane od niego elektroforem dlatego, iż przez długi czas zatrzymuje w sobie materią elektryczną. Wystawie go Figura 187. Składa się ze dwóch talerzów metalowych *A*, *B*, na sobie leżących. Talerz spodni *B* wylany jest iaką materią żywiczną, lub siarczystą: talerz zaś wierzchni *A* ma rękojeść szklaną *I*, i jest trochę mniejszy od spodniego. Obadwa talerze mogą być drewniane i blaszka-

mi cynowemi wykleione. Aby takim narzędziem okazać znaki elektryczności, trzeba naprzód zdjąć talerz wierzchni A, spodni zaś talerz B elektryzować pocierając warstwę na nim żywiczną flanelą białą, czystą, suchą, albo też lisim ogonem: po dostatecznym naelektryzowaniu przez kilkakrotne potarcie, kładzie się na nim drugi talerz A, tak, jak wystawnie figura: potem do wierzchniego talerza przytyka się palec, lub jaki dobry przewodnik; w samym dotykaniu się, wyśkoczy iskra z palca, lub przewodnika w talerz wierzchni: [nakoniec odiawszy palec, zdeymuje się wyższy talerz za pomocą szklanej rękojeści I, okaże on mocne znaki elektryczności; ponieważ zbliżywszy go do jakiego dobrego przewodnika, wyśkoczy z talerza iskra tak wielka, jak z konduktora maszyny elektrycznej. Przyłożwszy powtórnie talerz A do talerza B, i dotknąwszy się go palcem, po zdjęciu za pomocą rączki I wierzchniego talerza, znowu z niego iskry elektryczną wydobędziemy, tak dalece, że od jednego naelektryzowania spodniego talerzyka, można wydobyć z talerza wierzchniego 200, lub 300 iskier prawie jednakowych; a zatem można butelkę Leydeyfką naładować, i wiele doświadczeń zrobić wyżey przytoczonych.

Elektrofor bardzo długo zatrzymuje w sobie materią elektryczną: doświadczono bowiem, iż po naelektryzowaniu spodniego talerza, we dwa lub trzy tygodnie, a czasem i w miesiąc, zdjęty wierzchni talerz okazywał jeszcze znaki elektryczności. Dochodzono potem, iaka mieszan-

na żywicznych materii najzdatniejsza jest do wydania w znaczny ilości materii elektrycznej. Cavallo radzi mieszać lak z żywicą: elektrofor podług niego zrobiony jest prawda dostateczny, ale trochę kosztowny. Podaje najprostszy sposób zrobienia mocnego elektroforu. Każ zrobić krąg drewniany mający średnicę na łokieć lub półtora, i zbić go szponami, aby się nie paczył. Wierzchni krąg podobnie drewniany, mniejszy trochę od spodniego, powinien mieć w swoim środku rękojeść szklaną. Trzeba naprzód wykleić obadwa kręgi blaszką cynową, albo też papierem złotym, lub srebrnym; potem rozpuściwszy żywicę sosnową, lub iodłową, wylać nią krąg spodni grubo na kilka linii, albo też więcej, nie mając na to żadnego względu, czy wylana powierzchnia jest gładka, lub chropowata. Jak tylko ostygnie żywica, można robić doświadczenia. Niekiedy zdarza się, iż w początkach elektrofor nie wielkie iskry wydaje, lecz z czasem moc jego powiększy się. Nic nawet nie przeszkadza do dobroci elektroforu, że od częstego przykładania kręgu wierzchniego, warstwa żywiczna na kręgu spodnim popada się; jeszcze przez to czasem staje się elektrofor mocniejszym. Kto by zaś chciał, aby się żywica na elektroforze nie popadała, może w topieniu iey przymieszać trochę oleju terpentynowego, przez co zrobi się masa nie tak krucha.

§. 128. Skutek elektryczności w próżni.

Powietrze jest złym przewodnikiem, które, zwłaszcza suche, bardzo się opiera rozchodzeniu materji elektrycznej: usunąwszy zaś tę przeszkodę, płyn elektryczny z wielką łatwością daży. Stąd można wiele ciekawych doświadczeń okazać. Wyłóżmy jedno, które każdy rozmaitemi sposobami wykonywając, coraz odmienne na pozor doświadczenia okaże. Na talerzu maszyny Pneumatycznej postawmy naczynie walcowate szklane, mające osadę metalową u wierzchniego otworu, przez którą przechodzi pręt wewnątrz naczynia z gałką na końcu. Po dostatecznym rozrzedzeniu powietrza w naczyniu, niech iskra elektryczna z konduktora maszyny, lub z elektroforu uderza w pręt metalowy, przez osadę naczynia idący: natychmiast naczynie wewnątrz napełni się światłem purpurowym, ale to doświadczenie trzeba robić w ciemności, aby światło mogło być widziane. Jeżeli gałka metalowa będąca na końcu pręta wpuszczonego w naczynie, ma w sobie kilka sztyfcików ostrych, z tych podczas doświadczenia materyja strumieniami płynąć będzie w naczyniu, i okazywać podobieństwo deszczu złotego. Można więc okazywać rozmaite widoki, różnie urządzaiąc przygotowanie.

§. 129.

§. 129. Skutki elektryczności w wegielacyi i ekonomii zwierzęcych.

Czyli elektryczność pomocna jest do wzrostu roślin, i na uleczenie chorób zwierzęcych, następujące doświadczenia okazują.

107. Weź dwa naczynia równe i napełnione jednakową cieczą: elektryzuj jedno z tych naczyń, cieczą w niem będąca, daleko prędzej ewaporuje, aniżeli w drugim naczyniu, w którym cieczą nie była elektryzowana. Widocznie to doświadczenie okazać można, nalawszy we dwie szklanki spirytusu winnego równe ilości: spuścić łańcuszek od konduktora maszyny w jedną szklankę i elektryzować, druga zaś szklanka niech stoi na boku: po kilku obrotach maszyny ubędzie spirytusu winnego w pierwszej szklance.

108. Zawieś na konduktorze maszyny za pomocą łańcuszka naczynie metalowe, mające w dnie tak szczupłe drziurki, że woda w to naczynie nalana nie przecieka: mogą też od dna wychodzić szczupłe rurczki dęte: podczas elektryzowania konduktora, woda z naczynia przez szczupłe otwory strumykami płynąć będzie, rozchodzącemi się na wszystkie strony. Skutki te okazują, że elektryczność przyspiesza ewaporacyą wszelkich cieczy, i ułatwia ich wypływanie z rurek bardzo szczupłych. Stąd wniosł *Mimbray*, że może być pomocna do wegielacyi, przyspieszając cyrkulacyą soków przeznaczonych do wzrostu roślin; i niezaprzeczone doświadczenia potwierdziły jego wniosek. Postrzegł on w ra-

ku 1746, że dwa mirty elektryzowane wydały większe gałązki i bardziey się rozkrzewiły, aniżeli drugie dwa w takiejże saméj ziemi zasadzone, lecz zostawione w stanie naturalnym.

Galabert, Nollet, Bertolon, i inni Fizycy powtarzali też same doświadczenia z podobnym-że skutkiem: stąd wnieśli, że elektryczność może być skutecznie przytłoczona do ekonomii zwierzęcój. Pierwsze doświadczenia *Nolleta* były dar-mne, pomyślniey ie nieco wykonali niektórzy doktorowie Włoscy: lecz entuzjizm i szarlatanizm, tak uwielbiał ich sposób leczenia, iż elektryczność uznawać zaczęto za najsukteczniejszy środek przeciw wszelkim chorobom. Okazuje się jednak z codziennych doświadczeń, iż elektryzowanie pomocne jest tylko na niezadawnione rumatyzmy, paraliże, i choroby od zatkania humorów pochodzące.

§. 130. Teorya elektryczności podług *Franklina*.

Z pomiędzy różnych teoryj, które Fizycy podali dla wytłumaczenia skutków elektryczności, naygodniejsze są uwagi, *Franklina* i *Coulomba*.

Franklin stanowi naprzód trzy fundamentalne zasady, które są następujące:

1. *wsza*. Materya elektryczna złożona jest z bardzo subtelných cząstek, ponieważ może przechodzić przez wszelkie ciało, nawet przez naytwardsze, z taką łatwością, iż zdaie się, iakoby żadnego oporu nie doznawała,

2. *ga*. Materya elektryczna różna jest od pospolitéj materyi, bo cząstki materyi pospolitéj, przyciągają się wzajemnie, iak wiadomo z *Chimii*, cząstki zaś materyi elektrycznéj wzajemnie się odpychają, iak się okazuje z wyżéj przytoczonych doświadczeń.

3. *cia*. Lecz chociaż cząstki materyi elektrycznéj wzajemnie się odpychają, przyciągane są jednak od cząstek wszelkiéj innéj materyi.

Z tych trzech zasad, to jest subtelnosci cząstek materyi elektrycznéj, ich wzajemnego odpychania się, i przyciągania przez wszelką inną materyą; wypada, że gdyby iaka ilość płynu elektrycznego otaczała pewne ciało znaczney wielkości, rozłożyłaby się natychmiast pomiędzy iego pierwotnymi cząstkami. A tak materya pospolita, czyli wszystkie ciała w naturze, ciągną w siebie płyn elektryczny, tak właśnie, iak gąbka bierze w siebie wodę i wszelkie ciecze. Lecz, mówiąc w powszechności, materya pospolita tyle bierze w siebie płynu elektrycznego, ile go może przyjąć: jeżeli zaś go więcéj przydajemy za pomocą machin elektrycznych, natenczas ten nadmiar płynu elektrycznego zostaje się na powierzchni ciała, które otaczając, robi atmosferę elektryczną: w takim stanie zostające ciało jest naelektryzowane. Tak naprzykład osoba stojąca na stołku elektrycznym, i mająca komunikacyą przez łańcuszek z konduktorem machiny; gdy podczas iéj obrotu płyn elektryczny wydobyty z bani, lub tasli, oblewa konduktor machi-

ny, i osobę na stołku stojącą, wtedy formuie na nich atmosferę elektryczną.

Przypuszcza *Franklin*, że nie wszystkie ciała jednakowo przyciągają i zatrzymują w sobie materią elektryczną. Wiemy, że płyn elektryczny znajduje się w materii pospolitej, iakoto w ziemi i w ciałach na nięj będących, ponieważ z nich za pomocą machin elektrycznych możemy go wydobyć. Wiemy, że pospolita materya tyle przyymie w siebie płynu elektrycznego, ile go może pomieścić: jeżeli ięj większą ilość przydamy; ten nadmiar nie wpływa już w materią pospolitą, ale formuie na nięj atmosferę elektryczną. Wystawmy sobie, że iaka część materii pospolitej zupełnie jest ogołocona z płynu elektrycznego; jeżeli cząstka tego płynu przybliży się skąd do tęj materii, zaraz od nięj będzie przyciągniona, weźmie zatem miejsce w ięj środku, albo też tam, gdzie atrakcyja ze wszystkich stron jest jednakowa: jeżeli więcęj jeszcze przybywa płynu elektrycznego, ten zostaje w tém miejscu, gdzie zachodzi równowaga między atrakcyją pospolitej materii, i odpychaniem cząstek płynu elektrycznego. Ze zaś cząstki płynu elektrycznego odpychając się wzajemnie, rozchodzą się i formują niby trójkąty; przeto materya pospolita biorąc w siebie płyn elektryczny w postaci tych trójkątów, te tém bardzięj się ściśkają, im większą mocą ciągnie je ku sobie materya pospolita; i wtenczas to działanie ufaie, kiedy atrakcyja materii pospolitej równą mieć będzie dzielność,

iak odpychanie cząstek płynu elektrycznego: od tego momentu materya pospolita nie ciągnie już w siebie płynu elektrycznego, lecz tylko utrzymuje go na sobie, czyli ma atmosferę elektryczną. Jeżeli część naturalnego płynu elektrycznego wydobyta będzie z jakiego ciała, natenczas pozostała w nięm część płynu elektrycznego rozszerzy się póty, póki nie zabierze miejsca opuszczonego od materii elektrycznej; jeżeli zaś materya elektryczna, która ubyła, znowu powraca do ciała, natenczas pozostała w nięm ściśka się.

Figura atmosfery elektrycznej jest podobna figurze ciała, które otacza; można to na oko pokazać, trzymając w łyżce drobny proszek z żywicy pod konduktorem maszyny: podczas elektryzacji proszek żywiczny uleci z łyżki i obleie całą powierzchnią konduktora, dlatego że atmosfera elektryczna całą tę powierzchnią otacza. Atmosfera elektryczna oblewająca powierzchnią okrągłą iakiego ciała, ze wszystkich jego stron równie jest przyciągana. Ale jeżeli ciało nie jest okrągłe, natenczas z kątów jego bryłowych łatwięj odpływa, aniżeli z powierzchni płaskich. Niech będzie ciało graniaste figury ABCDE (Fig: 188). Dajmy, że jest naelektryzowane; więc ma atmosferę takieyże figury, iaką samo składa: Przyciąga tę atmosferę powierzchnia ciała kierunkiem prostopadłym; w której części tego ciała jest większa powierzchnia, tam atmosfera elektryczna mocnięj jest przyciągnięta: i tak mocnięj się trzymają części atmosfery

elektryczny FAEG, HABI, KBCL, i t. d. bo się wspierają na większych powierzchniach AE, AB, BC: słabiej zaś trzymają się części FAH, IBK, i t. d. bo się tylko na krawędziach czyli ostrych końcach ciała A, B opierają: a zatem z tych miejsc łatwo materia elektryczna odpłynąć może. Ale najłatwiej odpływa w miejscu LCM, gdzie większa jest jej obfitość, i gdzie powierzchnia, która ją przyciąga i zatrzymuje, jest bardzo mała, bo tylko prawie w punkt C zakończona. Gdy więc część atmosfery elektrycznej LCM z tego ciała odpłynie, następnie na jej miejsce druga część: bo materia elektryczna, jako płyn, do równowagi dąży: po odpłynieniu znowu tej drugiej części, inna następnie, która się także w powietrze oddala, i t. d. Dla tychto więc przyczyn ciała naelektryzowane, jeżeli mają powierzchnią chropowatą, nie długo zatrzymują na sobie płyn elektryczny. Lecz jako ostre końce naelektryzowanych ciał rozpraszają materię elektryczną, tak znowu ostre końce ciał, nanaelektryzowanych mocno ją przyciągają: Skutek ten potwierdzają doświadczenia wyżey przytoczone (§. 122): lecz tłumaczenie jego przez Pana *Franklina* jest niedostateczne. Mówi on, że siła, którą ciało elektryczne zatrzymuje swą atmosferę przyciągając ją, proporcjonalna jest do powierzchni, na której wspierają się cząstki atmosfery elektrycznej: np. cztery stopy kwadratowe powierzchni, zatrzymują na sobie cztery razy mocniej swą atmosferę, aniżeli jedna stopa kwadratowa. Lecz,

jako trudno jest wyrwać garść włosów z grzywy konia za jednem szarpnięciem, dokazać zaś tego można wyrываяc po jednym tylko włosku; tak też ciało zaokrąglone wiele części materii elektrycznej razem ściągając nie może, ostro zaś zakończone ściągają ją powoli, czyli częściami. To porównanie *Franklina* nie nie objaśnia rzeczy założonej: Z tego nawet tłumaczenia wypada, że końce ostre z wolna ściągają materię elektryczną; co się przeciw doświadczeniu, bo zbliżając metal ostro zakończony do konduktora naelektryzowanego, zabieramy z niego w momencie, albo całą atmosferę elektryczną, albo umniejszając się w nim znaki elektryczności, które natychmiast powracają po oddaleniu od konduktora, ostro zakończonego metalu.

Obaczmy teraz, jak wyklada *Franklin* ładowanie się materią elektryczną butelki *Leydeyfskiej*. Gdy powierzchnia wewnętrzna butelki ma komunikację z konduktorem maszyny, w ten czas materia elektryczna wpływa na wewnętrzną butelki powierzchnią, ale także ilość materii elektrycznej ubywa z powierzchni butelki zewnętrznej, to jest wewnętrzna jej powierzchnia ma elektryczność dodatnią, zewnętrzna zaś ujemną: w ten czas zatem ciało jest elektryczne dodatnie, kiedy do naturalnej jego materii elektrycznej nowa jaka ilość jej przybywa: stanie się zaś elektryczne ujemne, gdy część swęj naturalnej elektryczności utraci. Dajmy, że przed ładowaniem butelki *Leydeyfskiej*, każda jej powierzchnia ma ilość naturalnej sobie elektry-

czności wyrażoną liczbą 20: dajmy, że za każdym obrotem bani lub tafli przybywa do wewnętrznej powierzchni ilość materii elektrycznej wyrażoną liczbą 1: przeto za pierwszym obrotem bani lub tafli, będzie ilość materii elektrycznej w powierzchni wewnętrznej równa 21, w zewnętrznej zaś 19: za drugim obrotem, powierzchnia wewnętrzna będzie miała 22, zewnętrzna zaś 18, i tak dalej, aż za dwudziestym obrotem, powierzchnia wewnętrzna, będzie miała ilość materii elektrycznej równą 40, na powierzchni zaś wewnętrznej ilość jej będzie zero: od tego momentu wewnętrzna powierzchnia więcej materii elektrycznej nie przyymie, bo od powierzchni zewnętrznej już się jej więcej nie oddali: jeżeli do powierzchni wewnętrznej usiłujemy przydać znaczniejszą ilość, aniżeli ubywa z powierzchni zewnętrznej, ta albo nazad wypłynie, albo potrzaska butelkę.

Ponieważ taka ilość materii elektrycznej przybywa do powierzchni wewnętrznej, iaka jej ubywa z powierzchni zewnętrznej, więc jeżeli szkło jest bardzo grube, albo butelka stoi na złym jakim przewodniku, w takim razie naładowana być nie może. Y wzajemnie, jeżeli butelka naładowana postawiona będzie na złym przewodniku, nie wydobędziemy z wewnętrznej powierzchni najmniejszych iskierki, bo do zewnętrznej iako odesobnionej materia elektryczna nie przybędzie: gdy zaś butelka naładowana stoi na stole, czyli ma komunikację z ziemią, wtedy dotykając się wewnętrznej powierzchni wyprowa-

zić będziemy iskry, bo z ziemi i z dobrych przewodników może przybyć taka ilość elektryczności do powierzchni zewnętrznej, iaka jej ubywa, przez dotykanie się z wewnętrzną. Jeżeli zaś damy komunikacją dobrym jakim przewodnikiem powierzchni wewnętrznej z zewnętrzną, natenczas obiedwie naturalną elektryczność mieć będą, to jest do równowagi pójdzie elektryczność w obudwu powierzchniach, czyli butelka się wyładuje. Wzruszenie, które sprawia wyładująca się butelka w członkach zwierzęcych, pochodzi od gwałtownego przechodu materii elektrycznej do równowagi w obudwu powierzchniach. Jeżeli powierzchni zewnętrznej damy komunikacją z wewnętrzną za pomocą dobrego przewodnika, np. butelki Leydeyskiej wierzchnią stronę obwiązawszy drótem i wpuściwszy jego drugi koniec wewnątrz butelki, nie potrafimy jej naładować; bo materia elektryczna wpływając wewnątrz, przejdzie zaraz do powierzchni zewnętrznej po dróciку, czyli ciągną będzie jej równowaga.

Jeżeli iaka osoba stojąca na stole elektrycznym dotyka się gałki naładowanej butelki Leydeyskiej, którą sam trzymasz w ręku stojąc na ziemi: za każdym ona dotknięciem wezmie w siebie coraz więcej materii elektrycznej z wewnętrznej powierzchni butelki, czyli osoba na stole stojąca, będzie miała elektryczność dodatnią. W tym doświadczeniu, materia elektryczna płynie w osobę z wewnętrznej strony butelki Leydeyskiej, do zewnętrznej zaś jej strona-

ny przybywa od osoby, która tę butelkę w rękę trzyma.

Niech znów osoba na stołku elektrycznym stojąca trzyma butelkę naładowaną, a druga osoba na ziemi stojąca niech się dotyka gałki butelki Leydeyskiéy: wybierze powoli materią elektryczną z powierzchni wewnętrznej, lecz takąż iéy ilość osoba na stołku elektrycznym stojąca, udzieli powierzchni zewnętrznej: W tym razie materia elektryczna płynie z powierzchni wewnętrznej w osobę stojącą na ziemi, do powierzchni zaś zewnętrznej przybywa materią elektryczną od osoby na stołku elektrycznym stojącej: czyli ta osoba utraci część naturalnej swej elektryczności, czyli będzie naelektryzowana ujemnie.

Butelka Leydeyska równie mocno naelektryzowana być może (§ 124), czyto trzymamy ją iéy gałką, a powierzchnią zewnętrzną obrócimy do konduktora maszyny; czyli też trzymając ją za powierzchnią zewnętrzną, gałką iéy dotykamy się konduktora. Lecz jakim się sposobem ładuje butelka, takim się też wyładowuje: jeżeli w powierzchnią wewnętrzną przez gałkę butelki materia elektryczna wpływa, wyładowuje się także przez gałkę; jeżeli zaś na powierzchnią zewnętrzną będzie zebrana; z téy się wyładowuje: bo jaką drogą wpłynie materia elektryczna, taką też wypłynie. Na okazanie tego, niech będą dwie butelki Leydeyskie naładowane do iednakowego stopnia przez gałki: te dwie butelki, jeżeli zetkniemy z sobą gałkami, nie wy-

ładują się; ponieważ każdéy powierzchnia wewnętrzna może tylko wydać materią elektryczną, lecz obiedwie będąc nią równie nasyczone, zachowają iéy równowagę; postawmy iedną z tych butelek na śkle, zdejmijmy ją potem ze śkla biorąc za powierzchnią wewnętrzną, to jest za gałkę; jeżeli powierzchnią iéy zewnętrzną dotkniemy się gałki drugiéy butelki; obiedwie się razem wyładują. Odmieńmy to doświadczenie ładując iedną butelkę przez powierzchnią wewnętrzną, a drugą przez zewnętrzną: trzymamy ją za powierzchnią zewnętrzną tę, która była naładowana przez wewnętrzną, a zaś za wewnętrzną powierzchnią tę, która się zewnętrzną stroną naładowała: zbliżmy gałkę pierwszéy butelki do powierzchni zewnętrznej, drugiéy; obiedwie się nie wyładują: postawmy tę butelkę na śkle, która była naładowana przez powierzchnią wewnętrzną, weźmy ją z niego za powierzchnią zewnętrzną, zetkniemy je z sobą powierzchniami wewnętrznymi, natychmiast obiedwie się wyładują.

Kiedy butelka Leydeyska zwyczajnym sposobem będzie naładowana, to jest przez powierzchnią wewnętrzną, natenczas wewnętrzna powierzchnia zdolna jest do wydania materii elektrycznej, zewnętrzna zaś do przyjęcia onéy: lecz ani pierwsza powierzchnia nie może wydać najmniejszéy ilości, póki takieyże ilości druga powierzchnia nie przyjmie, ani druga nie przyjmie, póki pierwsza w tym samym momencie nie wyda; kiedy więc obiedwie mogą to uskutecz-

cznić, następnie ich wyładowanie gwałtowne i prędkie.

Skło ma zawsze w swęy materji iednakową ilość płynu elektrycznego, którą z naywiększą mocą w sobie zatrzymuje; nie można do iednéy jego powierzchni przydać iakiéy ilości materji elektrycznéy, jeżeli takieyże ilości z drugiéy powierzchni nie odbierzemy. Gdy więc takim sposobem dodamy do iednéy powierzchni pewną ilość płynu elektrycznego, a z drugiéy takż ilość odeymiemy; wtedy materja elektryczna nie jest w szkłe ułożona do równowagi, bo iedna powierzchnia jest dodatnie naelektryzowana, a druga ujemnie: nie może zaś z jednéy powierzchni przejść materja elektryczna do drugiéy przez szkło, bo to zřym jest przewodnikiem: przywraca się zatém równowaga w obudwu powierzchniach dając im komunikacyą przez ciało, które jest dobrym przewodnikiem elektryczności. A tak cała dzielność butelki Leydeyskiéy zależy tylko od szkła: metal zaś, którym zewnętrzną i wewnętrzną powierzchnią wykładamy, na to iedynie służy, aby materja elektryczna wpływała przzeń do powierzchni wewnętrznéy, a wypływała z zewnętrznéy. Jakoż można butelkę Leydeyską naładować nie wykładając metalem iéy obudwu powierzchni: i tak szklankę iaką suchą weźmy za powierzchnią zewnętrzną, a zaś powierzchnią iéy wewnętrzną dajmy komunikacyą z konduktorem maszyny elektrycznéy: po kilkukrotnym obrócie tafli, szklanka będzie naładowana: postawmy ją bowiem na stole, dotknijmy się iedną ręką

ką powierzchni iéy zewnętrznéy, a drugą powierzchnią wewnętrzną, doznamy takiego szarpnięcia, iak od butelki Leydeyskiéy wyłożonéy z obudwu stron metalem.

§. 131. Teorya elektryczności podług Coulomba.

Coulomb przypuszcza, iż płyn elektryczny składa się ze dwóch szczególnych płynów, które wtedy wydobywają się z ciał, gdy te są naelektryzowane: piérwszy płyn, który się wydobywa z potartego szkła, nazywa Coulomb płynem szklanym, albo elektrycznością szklaną, drugi, którego dostarcza iedwab, siarka, wosk, żywica, i tym podobne ciała, nazywa płynem żywicznym, albo elektrycznością żywiczną. Wypada tedy, że elektryczność szklanna Coulomba jest to samo, co elektryczność dodatnia Franklina, elektryczność zaś żywiczna odpowiada elektryczności ujemnéy.

Podług Coulomba płyn szklany i żywiczny, nie czynią w szczególności płynu elektrycznego, lecz obadwa z sobą połączone składają płyn elektryczny; tak właśnie, iak płyn wodorodny i kwasorodny nie może się nazwać wodą, która się dopiero formuje z proporcjonalnego ich połączenia.

Ciało dwoiakim sposobem naelektryzowane byđ może: 1ođ przez prosty rozbiór płynu elektrycznego, który się w niem znajduje: 2re przez dodanie mu elektryczności szklannéy, lub żywi-

czny: więc aby ciało było naelektryzowane, trzeba zepsuć równowagę jego elektryczności naturalnej, przez dodanie lub ujęcie, któregośkolwiek płynu wchodzącego w skład materii elektrycznej. Teoria *Coulomba* wspiera się na dwóch następujących zasadach.

Iwsza. Pierwotne cząstki każdego płynu, wchodzącego w skład materii elektrycznej, wzajemnie się odpychają.

2ga. Pierwotne cząstki płynu szklanego, przyciągają cząstki płynu żywicznego, i wzajemnie.

Z tych zasad wynika: 1o że dwa ciała naelektryzowane przez dodanie im płynu szklanego, lub żywicznego powinny się odpychać, dlatego, że się odpychają cząstki tych płynów. 2o. Ze dwóch ciał, jeżeli jedno ma dodaną lub ujętą elektryczność szklaną, a drugie ciało elektryczność żywiczną, te dwa ciała przyciągac się będą, ponieważ cząstki tych elektryczności przeciwnych przyciągają się. 3cie. Dla łatwiejszego wytłumaczenia innych okoliczności przyciągania i odpychania, podczas których rozdziela się na swoje pierwiastki naturalny płyn elektryczny, albo w jednym ciele, albo w obudwu razem; uważamy naprzód równowagę płynu elektrycznego w obudwu ciałach, czyli uważamy je w stanie naturalnym.

Niech będzie jedno ciało A, drugie B: ponieważ działania są wzajemne, wyznaczmy więc działanie ciała A na ciało B. To założywszy, oczywista jest rzecz, iż ciało A wywiera na cia-

ło B cztery odmienne działania, to jest elektryczność szklaną i żywiczną ciała A odpycha także elektryczności ciała B, i znowu elektryczność szklaną w pierwszym ciele, przyciąga elektryczność żywiczną w drugim, i elektryczność żywiczna w pierwszym przyciąga elektryczność szklaną w drugim. Lecz podczas równowagi tych elektryczności, to jest, gdy ciała są w stanie naturalnym, te cztery działania muszą być równe, bo nie byłoby równowagi. A naprzód elektryczność szklaną ciała B, tak jest przyciągana od elektryczności żywicznej ciała A, iak jest odpychana od własnej swej elektryczności szklanej, inaczej nie byłoby równowagi, którąśmy założyli. Podobnie elektryczność żywiczna ciała B z taką siłą jest przyciągana od elektryczności szklanej ciała A, z jaką jest odpychana od własnej swej elektryczności żywicznej. Mamy więc z obudwu stron równe siły przyciągające i odpychające; a zatem ich działania będą równe; albowiem ilość elektryczności jednego gatunku w tych dwu ciałach, jest proporcjonalna do ilości drugiego gatunku. Niech więc w ciele A stosunek elektryczności szklanej do żywicznej będzie, iak 8 : 4, w ciele zaś B, niech będzie stosunek elektryczności szklanej do żywicznej, iak 12 : 6. A zatem ilości dwóch płynów ciała A, przyciągających, rozmnożone przez ilości dwóch płynów przyciągniętych ciała B, dają wieloczyny równe, to jest $8 \times 6 = 4 \times 12$. Lecz te wieloczyny okazują siły; ponieważ w każdym z tych ciał ilość przyciągają-

tęgo płynu, może być brana za masę, iéy zaś prędkość proporcjonalna jest do masy przyciągającej, to jest do ilości płynu przyciągającego; a zatem siły, czyli przyciągania, wyrażone są przez jednakowe wieloczyny, więc te przyciągania są równe. Podobnym sposobem okazać można równość odpychania. Skąd wypada, że dwa ciała zostające w stanie naturalnym, nie wywierają na siebie żadnego działania.

Obaczmy teraz z jaką łatwością tłumaczyć można podług téy teoryi nazywawsze skutki przyciągań i odpychań elektrycznych. Niech będą dwa ciała A i B dobrymi przewodnikami elektryczności, obudwu figura jest okrągła: dajmy, że ciało A jest naelektryzowane przez dodanie mu pewnéy ilości płynu szklanego, ciało zaś B zostaje w niewielkiéy odległości od pierwszego. Płyn zatem szklany otaczający ciało A, odpycha podobnyż płyn składający część płynu naturalnego w ciele B, przyciąga zaś płyn żywiczny z ciała B, który jest drugim pierwiastkiem tego płynu naturalnego. A zatem w ciele B oddzielają się dwa płyny: żywiczny otacza powierzchnią ciała B najbliższą powierzchnią ciała A; płyn zaś szklany ciała B trzyma się w dalszéy odległości od powierzchni ciała A. A zatem płyn szklany ciała A mocniéy przyciąga płyn żywiczny ciała B, aniżeli płyn szklany ciała A odpycha płyn szklany ciała B. Więc dla nierówności tych dwóch sił, ciało B powinno się zbliżyć do A aż do zetknięcia: natenczas ilość płynu szklanego, którąśmy dodali do ciała A, łącząc się z płynem

żywicznym otaczającym powierzchnią ciała B, zrobi pewną ilość płynu naturalnego, który wchodzi w ciało B: reszta zaś płynu szklanego nie wchodząca w składanie płynu naturalnego, rozdzieli się w pewnym stosunku między ciałem A i B; to więc dwa ciała mając elektryczność szklaną, będą się odpychały. Stąd wypada, że aby ciało naelektryzowane przyciągnęło do siebie inne ciało nienaelektryzowane, musi w niem piérwéy rozdzielić dwa płyny elektryczne, czyli wyprowadzić to ciało ze stanu naturalnego.

Łatwo jest także wytłumaczyć brzmienie dzwoneków elektrycznych, o których wyżej wymieniliśmy (§. 120). Każdy z pobocznych dzwoneków będąc naelektryzowany, przyciąga naprzód galeczkę metalową w pobliżności jego wiszącą, dając iéy część elektryczności takiego gatunku, jaka mu jest udzielona od konduktora maszyny, i odpycha ją potém ku średniemu dzwonekowi mającemu komunikacyą z ziemią; galeczka oddawszy swą elektryczność przydaną dzwonekowi średniemu, powraca się do stanu naturalnego, to jest ma tylko elektryczność naturalną, więc znówu się przybliża do dzwoneka skrajnego: to zatem przyciąganie i odpychanie galeczek, póty trwać będzie, póki się maszyna elektryczna obraca.

Pomijamy inne okoliczności przyciągania i odpychania: te same zasady łatwo przytłosować można do wszystkich skutków takiego rodzaju; podobnym sposobem skutki te tłumaczyć można, gdy ciało jest naelektryzowane przez dodanie

plynu żywicznego, albo gdy jedno ciało jest dobrym, a drugie złym przewodnikiem elektryczności, albo nakoniec, gdy obadwa ciała są złymi przewodnikami, i w każdym z nich płyn naturalny jest rozdzielony.

Wykładając skutki elektryczne, powiedzieliśmy (§. 122), że ostre końce mają własność ściągania płynu elektrycznego z dobrego przewodnika, i że dlatego na konduktorze maszyny elektrycznej zakończonym zamiast gałki sztyftem ostrym, nie można wiele zebrać materji elektrycznej.

Dla wytłumaczenia tego skutku niech będą dwie igły metalowe A i B, nieodosobnione i ustawione w niewielkiej od siebie odległości w kierunku równoodległym, końce ich ostre niech będą obrócone do konduktora maszyny naładowanego płynem szklanym. Płyn szklany zebrany na konduktor, rozkłada w każdej igłę elektryczność naturalną, i sprowadza na końce ich ostre płyn żywiczny, odpycha zaś w przeciwnie strony, to jest ku drugim końcom igieł, płyn szklany. Lecz płyny elektryczne na ostrych końcach igieł zebrane, działają także na siebie, to jest płyn żywiczny zebrany na ostrym końcu igły A, przyciąga płyn szklany zostający na drugim końcu igły B, i wzajemnie płyn żywiczny na końcu ostrego igły B, przyciąga płyn szklany na drugim końcu igły A. Nadto płyny żywiczne na ostrych końcach tych igieł zebrane odpychają się wzajemnie ku przeciwnym końcom, i te działania, tém są znaczniejsze, im bliżej siebie igły

zostają. Stąd wypada, że te rozmaite działania są po części na przeszkodzie, iż elektryczność szklana na konduktorze maszyny zebrana, nie ściąga dostatecznie na końce igieł płynu żywicznego.

Gdybyśmy zamiast dwóch igieł, więcej ich uważali, ustawionych blisko siebie i jedno własnie ciało składających; na ówczas płyny żywiczne na ostre ich końce zebrane, mocniéj się odpychać będą ku przeciwnym swym końcom, aniżeli się odpychały we dwóch igłach, a zatém słabiéj przyciągać będą płyn szklany z konduktora.

Wystawmy teraz ciało zaokrąglone, stojące naprzeciw konduktora, to chociaż z niewielką dzielnością, ściągając jednak będzie płyn szklany z konduktora, i wzajemnie płyn szklany na konduktorze zebrany przyciągać będzie płyn żywiczny, zostający na okrągłej powierzchni ciała; utrzymują się te dwa płyny przez opór powietrza, które jest złym przewodnikiem, nakoniec gdy znaczna ilość zbierze się płynu żywicznego na okrągłe ciało, i płynu szklanego na konduktor; natenczas przewyciężywszy opór powietrza, łączą się z sobą z wielką prędkością; czyli w tym jednoczeniu się iskra elektryczna od jednego ciała do drugiego przebiega.

Wytłumaczmy teraz podług téj teoryi skutki butelki Leydeyskiej. Kiedy trzymam butelkę Leydeyską za powierzchnią iéy zewnętrzną, i dam komunikacją wewnętrzną stronie z konduktorem maszyny elektrycznej, na który dajmy, że

się zbiera plyn szklany; natenczas plyn szklany rozlewa się po wewnętrznej powierzchni butelki, i przez swoje działanie rozkłada plyn naturalny powierzchni zewnętrznej: plyn zatem szklany wypchnięty z powierzchni zewnętrznej od podobnego płynu zebranego w powierzchnią wewnętrzną, oddala się przez rękę w otaczające ciało; pozostały zaś plyn żywiczny utrzymuje się na powierzchni zewnętrznej, przez atrakcyę do płynu wewnątrz butelki zebranego. Tu zaś uważać trzeba: 1o że każda cząstka płynu szklanego, który się wydobywa z powierzchni zewnętrznej dla siły odpychającej podobnego płynu zebranego w powierzchnią wewnętrzną, przyciągana jest także od płynu żywicznego pozostałego na powierzchni zewnętrznej: aże siła odpychająca wewnętrznego płynu szklanego przemaga się przyciągania płynu żywicznego na powierzchni zewnętrznej pozostałego; więc ilość płynu szklanego, który się zbiera w powierzchnią wewnętrzną, musi być większa od ilości płynu żywicznego, zostającego na powierzchni zewnętrznej. 2o. Cząstki płynu żywicznego powierzchni zewnętrznej odpychają się także wzajemnie, lecz tę siłę odpychającą utrzymuje na równowadze atrakcyja płynu szklanego w powierzchni wewnętrznej. Cząstki także płynu szklanego w powierzchni wewnętrznej usiłują oddalić się od niej, dla wzajemnej ich siły odpychania; ta zaś siła nie może zupełnie ulegać przyciągającej sile płynu żywicznego na powierzchni zewnętrznej zostającego, ponieważ jego ilość

jest mniejsza, więc musi być utrzymywana na równowadze przez opór otaczającego powietrza, które jest złym przewodnikiem elektryczności. Jeżeli przez ciągły obrot maszyny elektrycznej większa ilość płynu szklanego wpływa w powierzchnią wewnętrzną, proporcjonalna także ilość ubędzie takiegoż płynu z powierzchni zewnętrznej: ale plyn żywiczny w większej obfitości na powierzchni zewnętrznej zostawiony, będzie usiłował oddalić się z niej; trzeba zatem znowu, aby większa ilość płynu szklanego zebrała się w powierzchnią wewnętrzną, która by mogła utrzymać plyn żywiczny na powierzchni zewnętrznej. Lecz znowu wielka ilość płynu szklanego zebrawszy się w powierzchnią wewnętrzną, cząstki jego odpychają się będą wzajemnie, i przemogą nawet opór powietrza; od tego zatem momentu butelka Leydeyska więcej płynu szklanego w powierzchnią wewnętrzną przyjąć nie może, przydany zaś odda się w powietrze, czyli powoli się wyładuje. Tak naelektryzowany butelki Leydeyskiej, jeżeli jedną ręką dotknę się powierzchni zewnętrznej, a drugą powierzchni wewnętrznej, dam przez to komunikacyą dwóm płynom na tych dwóch powierzchniach zostającym; te więc dla wielkiej atrakcyi ku sobie, złączą się, i uformują plyn naturalny, czyli wyładuje się butelka Leydeyska.

Łatwo także okazać można, iż odosobniona butelka Leydeyska naładować się nie może, ponieważ plyn szklany nie mogąc się oddalić z powierzchni zewnętrznej, zostaje zjednoczony

z płynem żywicznym, a zatem i w powierzchnią wewnętrzną płyn szklany zebrać się nie może.

Wytlumaczmy nakoniec podług téj teoryi skutki elektroforu, któryśmy wyżej opisali (§. 127). Po naslektryzowaniu płynem żywicznym talerza spodniego elektroforu, przez kilkokrotne potarcie lisim ogonem, lub włosami jakiegokolwiek zwierzęcia, kładziemy wierzchni talerz, i dotykamy się go palcem. Natychmiast elektryczność żywiczna w talerzu spodnim zebrała, przyciąga do siebie płyn szklany z talerza wierzchniego metalowego; ten nie mogąc przejść przez żywicę, która jest złym przewodnikiem elektryczności, zostaje na powierzchni dolnej metalowego talerza. Płyn żywiczny tegoż samego talerza, będąc odepchnięty od płynu żywicznego spodniego talerza na wyższą jego powierzchnią, i bliżej znajdując się palca, aniżeli płyn szklany; rozkłada zatem w palcu płyn naturalny, i bierze część płynu szklanego równą téj, którą utracił. Natenczas talerz metalowy jest w stanie elektryczności szklanej, to jest ma tę elektryczność szklaną, która przeszła z wierzchniej jego powierzchni do dolnej. A zatem jeżeli odejmiemy palec i podniesiemy talerz za pomocą rączki szklanej ze spodniego talerza; elektryczność szklana znajdującą się na nim, zdolna jest rozłożyć na pierwiastki elektryczność naturalną w otaczających ciałach; a zatem przybliżywszy do tego talerza palec, lub jaki inny dobry przewodnik, iskra z talerza do niego przebieży.

§. 132. Elektryczność niektórych zwierząt i minerałów.

Jest morska ryba, zwana *Raia*, której dotknawszy się, sprawuje odrętwienie w rękach; dlatego niektórzy zowią ją *drętwikiem* (*torpedo*). Własność téj ryby przypisać trzeba téj elektryczności. Okazał to doświadczeniem *Walsh* członek Parlamentu Angielskiego: ten kazał kilkudziesiąt osobom wziąć się za ręce, z których pierwsza dotykała się strony wewnętrznej, ostatnia zaś strony zewnętrznej, wszystkie w jednym prawie momencie doznały mocnego szarpnięcia. Wiele innych ryb, jakoto drętwik rzeki Nigier, i wąż Surynamski obdarzone są podobną własnością. Czyniąc doświadczenia *Walsh* z węzłem Surynamskim, wyprowadzał nawet iskry, gdy materya elektryczna z węza przechodziła między dwoma gałkami metalowymi, które miały komunikacją z ciałami, przez które płynęła materya elektryczna z węza.

Z pomiędzy minerałów, okazują znaki elektryczności Topazy, Rubiny Brezylijskie, wapno cynkowe, czyli kwasian cynkowy (*oxide de zinc*), i Turmalin; te istoty rozgrzane także skutki elektryczności okazują, jak pospolite kamienie krzemieniste potarte. Rozgrzawszy Turmalin do pewnego stopnia, jeden z jego końców okazuje elektryczność szklaną, a drugi żywiczną podług *Coulomba*, czyli jeden elektryczność dodatnią, a drugi ujemną podług *Franklina*: jednym bowiem końcem przyciąga, a drugim od-

pycha nitkę jedwabną zawieszoną na laku potartym, czyli naelektryzowanym. Dwie szczególności uważać można w elektryzowanym turmalinie. 1o*d.* iż żadnych znaków elektryczności nie okaże, gdy znaczna jest jego sztuka, czyli gdy jego końce są bardzo od siebie oddalone. 2o*e.* że z jednego końca kawałek odtrąciwszy, ten ułomek w swoich końcach okaże znaki dwóch przeciwnych elektryczności.

§. 133. O naturze płynu elektrycznego różnych domysły.

Dochodzimy natury istot dwojakim sposobem, rozbiorowym i zbiorowym: lecz płyn elektryczny żadnym z tych sposobów doświadczanym być nie może: przytaczamy zatem same tylko domysły różnych Fizyków o naturze płynu elektrycznego.

Hanléy mniema, że ciepłoczyn uwięziony, płyn elektryczny, i ogień, pochodzą od jednegoż elementu rozmaicie usposobionego: pierwszy okazuje go w stanie spoczynku, drugi wystawia poczynający się stopień jego działania, a trzeci wystawia go w gwałtowném poruszeniu. Postrzegamy zawsze, mówi *Hanléy*, iż dwa ciała zawierające w sobie jednakową ilość flogistyku, czyli ciepłoczynu uwięzionego, potarte o siebie, np. szkło o szkło, metal o metal, okazują bardzo małe znaki elektryczności, albo wcale żadnych. 2o*e.* że wolne pocieranie wydaie znaki elektryczności, z mocniejszego zaś potarcia,

wydobędzie się ogień bez okazania znaków elektryczności; okazują się te skutki pocierając o siebie dwa szkła, lub dwa kawałki drzewa suchego. 3o*e.* iż ze dwóch ciał, to które ma większą ilość uwięzionego ciepłoczynu, nabywa także więcej elektryczności; i tak potarwszy szkło o metal, w pierwszym więcej będzie elektryczności, niżeli w drugim. 4o*e.* że w powszechności, ciała mające w sobie większą ilość uwięzionego ciepłoczynu, udzielają swęj elektryczności ciałom mniej oney mającym, to jest, że się elektryzują ujemnie, gdy są potarte o ciała, w których mniejsza jest ilość flogistyku, czyli uwięzionego ciepłoczynu. Wypada z tych postrzeżeń, że materya elektryczna i ogień wydobywają się jednakowemi sposobami.

Lametherie sądzi, że płyn elektryczny pochodzi od zjednoczenia światła z płynem wodnorodnym. O tém tylko zupełnie przekonać się można, że płyn elektryczny ma z ciepłoczynem i światłem niektóre własności wspólne, a niektóre odmienne. Płyn elektryczny zapala ciała, topi metale podobnie, iak ciepłoczyn, okazuje się, równie iak światło, w postaci ostrokęgów świetnych, i równie iak światło rozlany jest wszędzie. Wydobywamy płyn elektryczny podobnym sposobem, iak ciepłoczyn, to jest przez tarcie lub przez komunikacyą. Płyn elektryczny i ciepłoczyn, przechodzą łatwiej przez metale i ciała wilgotne, aniżeli przez szkło i drzewo suche: większą dzielność okazują podczas tęgich mrozów, aniżeli podczas upałów słonecznych. Ró-

znają się zaś te płyny od siebie następującemi własnościami. Płyn elektryczny wydaie zapach siarki lub fosforu, którego zapachu nie czujemy, ani w świetle, ani w ciepłocynie. Ciepłoczyn bardzo powoli przeymuie wielkie masy; płyn elektryczny przebiega ie z niepojętą prędkością. Ciała ogrzane powoli się oziębiają; gdy tymczasem nagle tracą elektryczność mając komunikacyą z dobrymi iéy przewodnikami. Szkło przez które światło z łatwością przechodzi, nie przepuszcza prawie płynu elektrycznego. Nakoniec ciała ogrzane, lub świecące nie mają téy własności, iak ciała elektryczne przyciągania i odpychania drobnych ciałek.

§. 134. Elektryczność atmosfery.

Nie same tylko te ciała, któreśmy dotąd uważali, mają własność okazywania znaków elektryczności: wydaie się ona jeszcze w powietrzu atmosferyczném. Okazali to prostemi doświadczeniami X. Bekarya Piiar, i Cavallo. Pierwszy przywiązywał do rac pęczki nici konopnych w jednym tylko końcu związane: gdy race do znaczney wysokości w górę wyrzucone były, rozbiegały się nitki, z których pęczki były złożone; przywiązywał niekiedy do rac długie łaneczki metalowe, które gdy się wzniosły na powietrze; wydawały iskry elektryczne zbliżając do nich iaki dobry przewodnik. Cavallo zaś okazał bytność materji elektryczney w powietrzu puszczaiąc w górę orła wykleionego z papieru;

sznurek, na którym się orzeł utrzymywał przeplatany był drótem metalowym: różnemi czasy puszczaiąc takiego orła w powietrze, uważał, iaka elektryczność była w atmosferze, naśadował nawet butelkę Leydeyską, tak w pochmurnym czasie, iako też pogodnym.

Bytność materji elektryczney w atmosferze przyczyną iest deszczów gwałtownych, grzmotów, piorunów, i innych meteorów ognistych.

§. 135. Przyczyna gwałtownych deszczów, grzmotów, piorunów, i t. d.

Powiedzieliśmy w Tomie pierwszym §. 207, że powietrze stawszy się przesycone wodą, opuszcza ją, która w kroplach spadając na ziemię, sprawuie deszcze: nawalnych jednak deszczów nie samo roztopienie się wody w powietrzu iest początkiem. Libes w swém dziele *Traité élémentaire de Physique* przypisuje gwałtowne deszcze nagłemu zjednoczeniu się płynów kwasorodnego i wodorodnego, przez iskrę elektryczną. Mniemanie swoje gruntuie na następujących zasadach.

10d. Zmieszawszy płyn kwasorodny z wodorodnym w stosunku 6 : 1 i tę mieszaninę zapala iskrą elektryczną, robi się zawsze woda.

are. Ciepło od słońca sprawione, iako też ciepło właściwe ziemi, czyli centralne, może w niektórych okolicznościach zrobić rozkład wody znajdujący się na powierzchni ziemi, i ten rozkład wody na iéy pierwiastki, tém iest obfitszy, im znaczniejsza iest natężenie ciepła słoń-

necznego. *Priestley* utrzymuje, że samo nawet ciepło właściwe ziemi, może w niektórych przypadkach skutecznie rozbiór wody.

3cie. Powszechnie nawalnice zdarzają się latem; na kilka dni wprzód panują wielkie upały, przez co znaczna ilość wody rozkłada się na swoje pierwiastki: plyn wodorodny z tego rozkładu powstający, będąc gatunkowo lżejszy od pospolitego powietrza, najwyższe miejsce zabiera w atmosferze; drugi zaś pierwiastek wody, to jest plyn kwasorodny, ukladą się w warstwy pod plynem wodorodnym.

4te. Przed każdą nawalnicą, atmosfera wielkie znaki elektryczności pokazuje. Można się o tem przekonać bardzo prostym sposobem: na miejscu wysokim, np. na jakiejś górze osadzić na żywicy pręt żelazny otfro zakończony; na nim zawiesić kilka gałeczek białych z atkach iedwabnych, nakoniec od tegoż pręta dać komunikacją do dzwonek, tak urządzonych, jak wystawia *figura 183*. Jeżeli chmura nawalnicę przynosząca nadchodzi, gałeczki od siebie oddalą się, nastąpi brzmienie dzwonek, iskry należą się, nastąpi prętem złączonego wypadać będą.

Z tych zasad łatwo tłumaczyć można gwałtowne deszcze. Po wielkich upałach znaczna jest ilość plynów kwasorodnego i wodorodnego w atmosferze; powietrze także przesycone jest wodą, a zatem stawszy się dobrym przewodnikiem elektryczności, ma iéy w sobie wielką obfitość; gdy więc materya elektryczna zapali wodoród z kwasorodem, z tego zjednoczenia się robi się wiel-

wielka ilość wody, która sprawuje nagłą ulewę; lecz wodoród łącząc się z kwasorodem przez iskry elektryczną wielki huk sprawuje, i znaczne światło wydaie, iak to okazać można za pomocą pistoletu *Volty*; dlatego to po błysnieniu słyszeć się daie grzmot, potem rzęsisły deszcz leie. Niepodobna zaś iest rzecz, aby woda roztopiona w powietrzu, mogła odrazu zebrać się w tak wielkiéy ilości, dla sprawienia gwałtownéy ulewy. Ktoby utrzymywał, iż gwałtowny deszcz od roztopienia się wody w powietrzu pochodzi, niechże wytłumaczy dlaczego ulewa iest tak gwałtowna, dlaczego wtenczas się tylko zdarza, gdy nawalnica nadchodzi, dlaczego razem z nią ustaie, dlaczego nakoniec tak iest pomocna do wzrostu roślin? Wszystkie te okoliczności dostatecznie przekonywają, iż gwałtowne ulewy pochodzą od zjednoczenia się plynów wodorodnego i kwasorodnego, przez iskry elektryczną.

Bytność materyi elektrycznéy w atmosferze przyczyną iest błyskawic, grzmotów i piorunów. Chmurę, sprawującą także deszcz gwałtowny, uważać można, iak wielkie iakie ciało naelektryzowane. Lecz iakim sposobem chmura staie się elektryczną? Wiemy, że dwojako ciała naelektryzowane bydz mogą, albo przez potarcie, albo przez komunikację. Jeżeli od potarcia nabylają elektryczności, udzielają iéy innym ciałom w pewnéy odległości zostającym i odosobnionym. Lecz powietrze iest złym przewodnikiem elektryczności, czyli zdolnym do nabycia

ię przez tarcie, a zatem w czasie nadchodzący nawalnicy, chmury w różne strony od wiatru bywają niesione, a przeto warstwy atmosfery pocierając się o nie, nabywają własności elektrycznej; powietrze tak naelektryzowane, udzielić może materji elektrycznej innym ciałom, iako to nadchodzący chmurze. Chmura zatem uważana być może, iako konduktor nader wielkiej objętości, odosobniony przez powietrze i naelektryzowany: więc chmura tak naelektryzowana, powinna okazywać też same skutki, lecz z większą dzielnością, iak konduktory machin elektrycznych, to jest, powinna udzielić elektryczności innym ciałom odosobnionym; w niektóre zaś ciała uderzy tylko, sprawi w nich wstrząśnienie, albo też one zapali. Jeżeli więc do naelektryzowanej chmury napędzi wiatr inną chmurę nie mającą jeszcze téj własności, albo gdy się zbliżą ku sobie chmury, z których jedna ma elektryczność dodatnią, a druga ujemną, natenczas materya elektryczna przebiegając z trzaskiem od jednej do drugiej, sprawi grzmoty i błyskawice. Jeżeli nakoniec materya elektryczna z chmury w ciała ziemskie uderza, skutek ten nazywamy piorunem; piorun zatem nic innego nie jest, tylko materya elektryczna nagle uderzająca w ciała ziemskie; natężenie zaś jego huku pochodzić może, tak od znacznej obfitości materji elektrycznej, iako też od zapalenia się wodorodu z kwasorodem.

Materya elektryczna sprawi także grady, jeżeli ta wodoród z kwasorodem zapali w najwyż-

szej warście powietrza; iak to okazaliśmy w Tomie pierwszym §. 200.

Nakoniec podług tych zasad łatwo tłumaczyć można skutki gór ogień wybuchających: pospolicie góry wulkaniczne położone są blisko morza: przez co łatwa jest komunikacya wody morskiej z iaskiniami tych gór, z których ognie wybuchają: nadto w tychże górach znajdują się kamienie zwane *piryty*, to jest cząstki żelaza połączone z siarką, które ułatwiają rozbiór wody przez ciepło właściwe ziemi; kwasoród odłączony z wody jednoczy się z żelazem; reszta zaś tego płynu zmieszana z wodorodem i zapalona od materji elektrycznej, sprawi trzęsienie ziemi w tém miejscu, które nawet przez komunikacyą w dalszych okolicach uczuć się daie: przytém roztopione różne materyały, ognistemi strumieniami wybuchają na powierzchnią ziemi; i okropne spustoszenia przynoszą.

§. 136. *Zorza północne* (*auroræ boreales*).

Zorza północne, to jest światła dające od północy, nie są nowym meteorom: opisywali iego skutki *Arystoteles*, *Pliniusz*, *Seneka*, szczególniejsze zaś okoliczności zorzy północnych uważali z późniejszych *Muschembroek* i *de Mai-ran*; wypada z potrzeb tych uczonych mężów, iż te światła okazujące się na północy; rzadko się widzieć daią w części Europy najludniejszych, i w tej która bardzo jest oddalona od

biegunów, czyli że bieguny ziemi są początkiem zorzy północnych. Pominąwszy różnych Fizyków postrzeżenia, i opinie tłumaczące zorze północne, przytoczmy wykład zorzy północnych przez Pana *Libes* podany, który ich początek z następujących zasad wyprowadza.

10d. Zapaliwszy ikłą elektryczną mieszaninę saletrorodu i kwasorodu, powstaje kwas saletrzany (*acide nitrique*), lub płyn saletrzany (*gaz nitreux*), podług ilości płynów kwasorodnego i saletrorodnego w tę mieszaninę wchodzących.

2re. Kwas saletrzany wystawiony na promienie słoneczne, nabiera koloru i ulatuje; najpierw ten skutek uważał *Schelle* Chimik Szwedzki: stawiał on naczynie szklane do połowy napełnione kwasem saletrzonym, na działanie promieni słonecznych: po niesjakim czasie kwas nabrał koloru, naczynie zaś napełniło się waporem czerwonymi, które się długo utrzymywały, i takim blaskiem świeciły, jak zorza północna.

3cie. W naczyniach szklanych, w których zrobiony jest kwas saletrzany w postaci płynnej, postrzegać zawsze można wapor bardzo czerwony unoszący się nad kwasem, i który się nigdy zgęścić nie da.

4te. Płyn saletrzany złączony z powietrzem pospolitym wydać czerwone wapory, które się wznoszą w atmosferę.

5te. Płyn wodorodny powstający z rozkładu ciał na powierzchni ziemi będących, zabiera w atmosferze najwyższe miejsce, stosownie do swęj ciężkości gatunkowęj.

6te. Ciepła słonecznego bardzo jest słabe działanie w krainach biegunowych.

Wszystkie te zasady stwierdzone są postrzeżeniami różnych Fizyków i doświadczeniami, nad którymi zastanowiwszy się, następujące wnioski wyprowadzić można: 10d że wydobywanie się wodorodu w krajach biegunowych, bardzo jest nieznaczne, 2re że najwyższe warstwy atmosfery przy biegunach prawie nie mają w sobie wodorodu, 3cie że, ile razy materya elektryczna, dążąc do równowagi, płynie stronami północnymi, nie znajduje w swoim przechodzie wodorodu, lecz tylko mieszaninę saletrorodu i kwasorodu. 4te. że materya elektryczna powinna te dwa płyny zjednoczyć. 5te. że z tego zjednoczenia, utworzyć się powinien, albo kwas, albo płyn saletrzany, podług zachodzącego stosunku ilości kwasorodu i saletrorodu, wchodzących w tę mieszaninę. 6te. że wydobywanie się płynu saletrzanego początkiem jest waporów czerwonych i ulotnych, które się wznoszą w atmosferę i formują meteor zwany zorzą północną.

Lecz następujący zarzut może kto uczynić: jeżeli zorze północne biorą swój początek od zjednoczenia się proporcjonalnego saletrorodu z kwasorodem za pomocą materyi elektrycznej, dążący do równowagi, czemuż się nigdy nie formują w strefie gorący, lub w strefach umiarkowanych, gdzie wszelako zawsze się znajdują trzy pierwiastki wchodzące w skład kwasu, lub płynu saletrzanego, który jest początkiem zorzy północnych?

Odpowiedź na ten zarzut jest bardzo prosta. W strefach umiarkowanych, osobliwie zaś w strefie gorący ciepło słoneczne jest bardzo natężone, i przez długi czas swoją dzielność wywiera: skąd wypada, że w tych krainach znaczna obfitość wodorodu wydobywać się powinna, który dla tak wielkiej obfitości nie mogąc się złączyć z ciałami ziemskimi, ani byź rozebrany na swoje pierwiastki, to jest na ciepłoczyn i wodorod, przez pospolite powietrze, wznosi się w najwyższe warstwy atmosfery: A zatem ile razy tylko materya elektryczna dąży temi stronami do równowagi, natrafia zawsze na mieszaninę trzech płynów, wodorodu, kwasorodu i saletrorodu; ale wiadomo jest z doświadczenia, że mieszaninę tych trzech płynów zapalwszy iskrawą elektryczną, uformuje się tylko woda, to jest, że łatwiej i prędzej iskra elektryczna zjednoczy kwasorod z wodorodem, aniżeli z saletrorodem. W czasie tego jednoczenia się, huk słyszeć się daje, i robi się proporcjonalna obfitość wody do ilości kwasorodu i wodorodu. Skutki te zdarzają się zawsze w strefie gorący, i w strefach umiarkowanych: tam iskra elektryczna uwięźnia mieszaninę kwasorodu i wodorodu, z tego zjednoczenia pochodzą grzmoty, pioruny i gwałtowne ulewy, nigdy zaś te skutki nie trafiają się w krajach biegunowych. Gdy tam materya elektryczna do równowagi powraca, nie znajduje w wyższych warstwach atmosfery wodorodu, całą więc swoją dzielność wywiera na mieszaninę kwasorodu i saletrorodu: z tego zjednoczenia

powstaje kwas, albo płyn saletrzany podług zachodzącego stosunku między kwasorodem i saletrorodem. Z tego tłumaczenia łatwo można pojąć, dlaczego bieguny są początkiem zorzy północnych, dlaczego pod biegunami, ani grzmoty, ani pioruny słyszeć się nie dają, dlaczego strefa gorąca i strefy umiarkowane, są szczególniejszym miejscem piorunów, dlaczego burze i grzmoty daleko się częściej trafiają, i mocniejsze skutki okazują w strefie gorący, aniżeli w strefach umiarkowanych.

Szczególnejsze skutki zdarzające się podczas okazywania się zorzy północnych, nayłatwiej podług poprzedzających zasad wytłumaczyć można.

1wszy skutek. Z pokazującemi się zorzami północnemi słyszeć się częstokroć daje lekki łoskot i szelest: przyczyna tego jest następująca. Powiedzieliśmy, że w krainach biegunowych dla słabego działania ciepła słonecznego, prawie się nie wydobywa plyn wodorodny; lecz że w tamtych stronach słońce przez sześć miesięcy zostaje na horyzoncie, a zatem iakażkolwiek ilość wodorodu uformować się może, ten plyn zabrawszy najwyższe miejsce w atmosferze łączy się z kwasorodem, gdy materya elektryczna do równowagi dążąc tamtymi stronami płynie; lekki przeto łoskot sprawić może, który częstokroć podczas formowania się zorzy północnych słyszeć się daje.

2gi skutek. Większa część zorzy północnych zdać się posuwać od północy ku poł-

dniowi, czasem też zbaczają w stronę wschodnią lub zachodnią. Skutku tego taka jest przyczyna: Kwas lub plyn saletrzany, z których formują się zorze północne, w największej obfitości tworzy się pod biegunami. Te więc istoty wydają świecące wapory, które wzniosłszy się w atmosferę, powinny płynąć w tę stronę, gdzie najmniej doznają odporu: skąd wypada, że te świetne wapory płynąć muszą ku południowi, gdzie zawsze powietrze daleko jest rzadsze, aniżeli na północy dla znacznego ciepła; może się także zdarzyć, że w tym samym czasie, gdy uformują się świetne wapory, wiatr panujący w górnej części atmosfery, przepędzi je, albo ku południowi, albo nareszcie ku wschodowi, lub zachodowi, gdy w tamtych stronach znaczniejsze jest ciepło.

3ci skutek. Zorze północne czasem się wydają w kształcie kolumn świetnych, których są rozmaite figury i położenia. Niektóre bywają piramidalne, inne walcowate, są nawet kształtu kołowego. Kiedy znaczną prędkością dążą, okazują się nad głową patrzącego: które zaś prędzjy płyną, mogą się wydawać na boku, względem patrzącego: które nakoniec z największym pędem od wiatru są niesione, te zdają się dotykać horyzontu południowego. Gdy więc materia elektryczna dążąc do równowagi zjednoczy wielką obfitość plynów kwasorodnego i saletrorodnego; wapory świetne z tego zjednoczenia pochodzące, wielką rozległość zajmują w atmosferze. Tak obszerna świetna massa pę-

dzona od północy ku południowi, rozdzielić się może na rozmaite części, z których jedne płyną prostopadle do horyzontu, drugie ukośnie; dlatego zorze północne wydają się patrzącym w rozmaitych kształtach i położeniach. Może się nawet zdarzyć, że północne zorze wydawać się będą przez czas niełaki w jednémże miejscu względem horyzontu. To się w ten czas zawsze przytrafi, kiedy wiatr północny pędzi mgłę świetną, ku którejkolwiek stronie południa, z taką siłą, z jaką wyziewy powietrzne od strony południowej ku północnej płyną.

4ty skutek. Nie wszystkie zorze północne mają jednakowe światło, niektóre bladym, inne żywym kolorem świecą. Tego skutku taka jest przyczyna: wapory wydobywające się z kwasu saletrzanego wystawionego na słońce, świecą blade żółtawym kolorem: które zaś unoszą się nad kwasem saletrzanym płynnym, są koloru ciemno czerwonego: które nakoniec powstaiają z plynu saletrzanego złączonego z pospolitem powietrzem, są naprzód ciemno-czerwonego koloru, który potem staie się iasnniejszy, im wyżjy wapory wznoszą się w atmosferę. Owe zatem kolumny, czyli miotły świecące, które nam wystawiają zorze północne, będą się wydawały w rozmaitych kolorach, jeżeli wyziewy, od których mają początek utworzone są z kwasu, lub plynu saletrzanego.

Przebiegłszy znakomitsze skutki pochodzące od zorzy północnych, okazmy niedostateczny ich wykład od innych Autorów podany. Niektó-

rzy utrzymują, że sama materya elektryczna dążąca do równowagi, dostaje się do biegunów, i sama jest początkiem owych światła, które północnymi zorzami nazywamy. Mniemanie swoje napełniającem popieraia doświadczeniem. Iskry elektryczną wpuściwszy w butelkę, w której powietrze jest naydokładniéj rozrzedzone, cała się napełni światłem, podobném do światła zorzy północnych. Z tego doświadczenia wnoszą, iż zorze północne od saméj tylko materyi elektrycznéj pochodzą. Tak rozumują utrzymujący to mniemanie; lecz łatwo okazać można, iż ich rozumowanie jest błędne. Albowiem, *10d* w przytoczoném doświadczeniu, jeżeli powietrze w butelce jest naydoskonalej rozrzedzone, okaże się wewnątrz iéj po wpuszczeniu iskry elektrycznéj, światło podobne do światła zorzy północnych. *2re*. Niedokładnie rozrzedziwszy powietrze, światło okaże się bardzo blade. *3cie*. Nie wyciągając wcale powietrza z butelki, nie uyrzemy w niéj po wpuszczeniu iskry elektrycznéj, żadnego światła. Skąd wypada, że płyn elektryczny nie może żywego światła wydawać, tylko płynąc przez próżne miejsce; a zatem jeżeli sama tylko elektryczność przyczyną jest zorzy północnych, te powinnyby się formować wyżej ieszcze nad atmosferą otaczającą ziemię: Lecz niepodobna jest, aby się zorze formowały w tak znacznej odległości od ziemi; owszem przekonać się można, iż nie bardzo są od niéj oddalone: ponieważ *10d* zawsze się pokazują w postaci mgły, w takiéj od nas odległości, w ja-

kiéy zwyczajnie inne chmury widzimy. *2re*. Ponieważ częstokroć się zdarza, iż iednegoż czasu nie można widzieć iednéjże zorzy północny ze dwóch mieysc nie bardzo od siebie odległych. *3cie*. Ponieważ gdy się zorze północne pokazują, słyszymy częstokroć lekki łokot w powietrzu, któregobyśmy usłyszeć nie mogli, gdyby się nad atmosferą ziemską formowały. *4te*. Niekiedy się zdarza, iż mgła świetna czyli zorza stała się utrzymaie przez czas nieiaski wjednakoj wysokości nad horyzontem, skąd wypada, że się razem obraca z atmosferą: bo ponieważ ziemia obraca się codziennie koło swoiéj osi; więc zorze północne, raz wyżej, drugi raz niżej względem patrzącego pokazywałyby się powinny, gdyby były wyższe nad atmosferę.

Do tych przyczyn dodamy ieszcze świadectwa Fizyków, naytrokliwiej uważających zorze północne. *Muschembroek* twierdzi, że zawsze formują się w atmosferze: *Kraff*, który w przeciągu iedenastu lat, 141 zorzy północnych uważał, zapewnia, iż skutki przy nich zdarzające się, dostatecznie przekonac mogą, że w atmosferze początek swój mają.

Okazuje się więc, iż miejsce zorzy północnych jest w atmosferze; jeżeli tak jest w rzeczy saméj, wypada stąd, że sama materya elektryczna nie jest ich przyczyną, ponieważ ta wtenczas tylko świeci, kiedy przez próżne miejsce płynie. Wnieść zatem potrzeba, że sama elektryczność nie może sprawić zorzy północnych; tyle tylko przykłada się do ich uformowania,

że jednoczy z sobą istoty powietrzne, z których zorze północne powstają.

Lecz przypuściwszy, iż zorze północne formują się nad atmosferą, czyli że sama elektryczna materya jest ich początkiem, iakże można wytłumaczyć skutki, które się przy nich zdarzają?

10d. Prawda że płyn elektryczny zostający w próżni, żywe światło wyda, lecz przy takim skutku żadnego łoskotu, żadney detonacyi słyszeć nie można. Jakaż jest przyczyna owego łoskotu, który przy okazywaniu się niektórych zorzy północnych częstokroć słyszymy, jeżeli te pochodzą od saméy tylko materyi elektrycznéy płynący próżném mieyscem, to jest nad atmosferą?

2re. Jeżeli północnych zorzy początkiem jest płyn elektryczny unoszący się nad atmosferą, więc powinnyby się częścicéy pokazywać i w żywszych kolorach, w tych krainach, w których większa jest obfitość płynu elektrycznego, i gdzie więcéy jest przyczyn dopomagających mu do rozszerzenia się i wzniesienia nad atmosferę. Lecz 10d. w atmosferze strefy gorącyéy płyn elektryczny daleko jest obfitszy, aniżeli w atmosferze biegunowéy; bo w strefie gorącyéy, wznosi się w powietrze wielka obfitość wyziewów, które zabierają płyn elektryczny z ziemi, podług doświadczeń PP. *Volta* i *Saussure*, potwierdzonych przez doświadczenia PP. *Lavoisier* i *de la Place*. 2re. Przyczyny ułatwiające rozszerzanie się płynu elektrycznego i jego wyniesienie nad atmosferę, dostateczniejsze są w stre-

fie gorącyéy, aniżeli lodowatéy. Bo w strefie gorącyéy ciepło jest najmocniejsze, a zatém powietrze bardzo rozrzedzone: powietrze zaś rozrzedzone, ułatwia przejście materyi elektrycznéy w atmosferę; skąd wypada, że północne zorze powinnyby się częścicéy okazywać pod ekwatorem, aniżeli w krainach biegunowych, gdyby od saméy tylko materyi elektrycznéy początek swój brały.

ROZDZIAŁ II.

O sposobach zabezpieczających życie i majątek od piorunów, czyli o stawianiu konduktorów.

§. 137. Z czego się składa konduktor.

OKAZAWSZY (§. 135), że pioruny pochodzą od materyi elektrycznéy w wielkiéy obfitości zebranéy, wyłóżmy sposoby, któremi przeciwko nim zabezpieczyć się można: narzędzie do tego służące, zowie się przewodnikiem, czyli konduktorem; jest to pręt metalowy, np. żelazny ostro zakończony, znacznie długi, na wysokiéy mieyscu wystawiony, od którego dróty metalowe, albo pas blaszany do ziemi dochodzi:

po takim konduktorze materya elektryczna, czyli co jest jedno piorunowa, spływa z chmury w ziemię nie naruszając tego miejsca, na którym stoi konduktor. Składa się więc konduktor ze dwóch części, z pręta metalowego i drótu, który od niego do ziemi dochodzi. Na tablicy o konduktorach, Figura 1. wystawie całego konduktora. A jest konduktor, B jest przedłużeniem jego do ziemi, zrobione z blachy szerokiej, lub drótu grubego.

§. 138. Przykłady okazujące, iż konduktory zabezpieczają przeciwko piorunom.

Pan Reimarus w Dziele pod tytuł m: *von Blitze*, wylicza bardzo wiele przykładów, z których się pokazuje, że ile razy piorun, w jaki dom uderzywszy, na metal natrafi, po nim spływa, nie naruszając części domu, tych nawet, które się najbliżej tego metalu znajdują. Przytacza także przykłady przekonujące, że gdy piorun w konduktor dobrze zrobony uderzy, spływa po nim w ziemię, nie szkodząc bynajmniej temu domowi, na którym jest konduktor wystawiony, nawet nie przynosząc żadnej szkody poblížszym domom. Aby więc dowiedź, iż przez wystawienie konduktora możemy ubezpieczyć życie i majątek od piorunów; przytoczę kilka przykładów potwierdzających tę prawdę, wyjętych tak z pomienionego dzieła, iako też z innych Autorów: nie można bowiem téj prawdy dowodzić rozumowaniem, przykłady są najlep-

szemi w téj materyi dowodami: bo z tego co się stało w jednym miejscu; wniesić należy, że i w drugim to samo stać się może: przeto gdy okażę przykładami, że konduktory zabezpieczyły domy od piorunów, każdy wniesie, iż je zabezpieczyć mogą; skutków bowiem naturalnych jednego gatunku te same są przyczyny.

1wszy Przykład. Pan Franklin, wynalazca konduktorów, w liście do P. Dalibard pisanym z Filadelfii w R. 1755 donosi: że gdy się znajdował w Newbury miście Nowej Anglii, pokazano mu szkody, które piorun w tamtejszym kościele przed kilką miesiącami poczynił. Wieża kościelna była wysoka na 140 stóp Angielskich, (łokci naszych 70), dzwon zegarowy wisiał wysoko od ziemi na 35 łokci, blisko niego znajdował się młot godziny wybijający: do trzonka młota uwiązano drót, przez dwie podłogi przeciągnięto go i przywiązano do zegaru znajduącego się pod dzwonem niżej na 10 łokci. Piorun w pomienioną wieżę uderzywszy, część ięj wychodzącą nad dzwon, zgruchotał, sztuki z nięj w około opadły; niższyć części, czyli między zegarem i dzwonem będący nie naruszył: więc piorun przebiegł po drócie, którym dzwon z zegarem był złączony: w podłogach, przez które drót przechodził, dziury powiększył, lecz sufitów nie nadwerekzył: że zaś po drócie piorun przebiegł, to pewna, ponieważ go stopił, dlatego, że był zbyt cienki; część jego długa blisko na dwa cale wisiała przy młocie, druga część drótu równie długa wisiała przy zegarze, reszta

zaś drótu spalona została: na ścianach, około których, i sufitach, przez które drót przechodził znajdowała się plama czarniawa na calów trzy, albo cztery szeroka; blisko końców drótu mniey, we środku bardziéy czarna. Nakoniec w części ostatniéy wieży, to jest pod zegarem będącý, znaczne szkody piorun poczynił; kamienie bowiem z niéy powysadzał, i na 10 lub 15 łokci opodal odrzucił.

Pokazuje się z tego opisu, że piorun najwyższą część wieży zruynowawszy, dlatego drugiéy między dzwonem i zegarem będącý nie tknął, iż po drócie do niższéy spłynął. Drót od młota do zegara idący, dlatego stopił. że był bardzo cienki, grubego zaś, iak gęsie pióro, z którego dano perpendykul, nie zepsuł. Naostatek ostatnią część wieży skołatał, bo w niéy nie znalazł metalu, po którymby spłynął.

Pomienioną wieżę poprawiono, i postawiono na niéy konduktor. Uderzył w nią piorun roku 1765, i nie naruszywszy iéy, po konduktorze w ziemię wpłynął. Oto piérwszy dowód przekonujący, iż konduktor od klęski piorunowéy domy zastania.

2gi Przykład. W roku 1760 dnia piérwszego Listopada z *Charles-town* miasta *Karoliny* południowéy pisano do *Franklina*, donosząc, iż tam uderzył piorun w konduktor, który Pan *Raven* na swoim domu wystawił. Takowy konduktor zrobiono ze sztaby grubéy, długiéy na kilka łóp, wystawiono na nim kilka precików ostro zakończonych, konduktor ugruntowano na ko-

minie

minie: blisko komina inną sztabę w ziemię wbito: od konduktora do sztaby w ziemię wbitéy, dano cienki drót mosiężny, to jest cienkim drótem przedłużono konduktor. W izbie dólnej, na kotlinie komina owego, na którym był konduktor, stała fuzya oparta o bok komina, około którego siedł drót mosiężny. Piorun uderzywszy w konduktor, precików na nim stojących nie naruszył, lecz drót mosiężny, zaczawszy od konduktora, aż do tego miejsca, na którym fuzya stała, stopił; w tém miejscu drót opuściwszy, przez bok komina przebiegł do fuzyi, w tym przechodzie dziurę w nim wybił, rury fuzyi nie stopił, ale kolbę potrzaskał: w całym domu nad przytoczoną szkodę innéy nie uczynił; piérwéy iednak nim wystawiono konduktor, wielkie szkody od piorunów ponosił.

Z tego przykładu wniesć powinniśmy iód. że gdy piorun po konduktorze ciągnie, żadnéy mu szkody nie przynosi. *2re.* jeżeli przedłużenie konduktora jest bardzo cienkie, piorun je stopi; dlatego to przedłużenie z grubego drótu, albo z blachy szerokiéy dawać potrzeba: bo okazuje przykład piérwszy, iż piorun nie topi grubych drótów, iak gęsie pióro, zaczęm takimi drótami konduktory do ziemi przedłużać się powinny: można je także przedłużać blachą cieniłą, ale szeroką, o czém niżej mówić się będzie. *3cie.* Nie tylko przedłużenie konduktora zbyt cienkie, ale nawet sam konduktor, jeżeli jest bardzo cienki, stopiony byđz może od pioruna, iak się przytrafiło w *Indianland* mieście *Ka-*

roliny południowey. Tam Pan *Maine* na swoim domu wystawił konduktor (*Tablica o konduktorach Figura 2.*) złożony ze dwóch części X, Z. Część X zrobił ze trzech drótów przygrubszych, ich końce w górę idące dobrze zaostrzył i posrebrzył, aby nie prędko rdzewiały: niższe osadził w śrubie żelazney δ , mającý średnicy dziewięć linii, albo trzy części cala. (Na figurze δ , kładę cale, już Polskie, już Francuzkie podzielone na linie, aby każdy rozmiary konduktora dokładnie pojął: cale Angielskie bardzo mało różnią się od naszych, przeto iedne za drugie brać można). Drótów części g, h, i , były długie na calów Angielskich 4, części zaś a, b, c , wysokie na calów 6, albo 7. Dróty a, b, c , składały trójkąt równoboczny. Drót a , od drótów b, c , oddalony był na calów 6, albo 7, na tyleż calów oddalone były b , od a, c , i c od a, b . Sruba δ , w której dróty utrzymywały się wchodziła w pręt Z, czworograniasty gruby na pół cala: pręt Z ugruntowany był na kominie, od tego pręta spuszczone do ziemi łańcuch zrobiony z ogniów dość od siebie odległych k, k , grubych blisko na pół cala; ostatnie ogniwo o wkopane było w ziemię głęboko na kilka łokci. Roku 1760 w Sierpniu uderzył piorun w ów konduktor, dróty a, b, c , i śrubę δ , stopił i rozproszył, ponieważ nie z nich nie zostało: przedłużenie porozrywał: około kółek k, k , cożkolwiek potopił, ziemię około ogniwa o na 8 lub 9 calów wyrzucił, w domu niektóre szkody po-

szynił, to jest w izbach dólnych naczynia kuchenne porozrywał, a niektóre podziurawił.

Z tego przypadku pokazuje się, 10d. że konduktor zbyt cienki, może być od pioruna zepsuty. 2re. Jeżeli konduktor z kilku ostrych pręcików składa się, kilka piorunów prawie razem w niego uderza. 3cie. Gdy przedłużenie nie jest jednostrajne, czyli wiele ma w sobie ogniów, materia elektryczna, czyli piorunowa może je porozrywać, jeżeli z jednego ogniwa do drugiego przeleknie.

3ci Przykład. Roku 1777 dnia jedenastego Maja uderzył piorun w *observatorium* Padewskie; aże na niem znajdował się konduktor, więc po nim spłynął nie uczyniwszy najmniejszý szkody. Pewna zaś jest rzecz, iż spłynął po konduktorze: albowiem iego przedłużenie złożone było ze trzech drótów, i do kółka na konduktorze będącego przywiązane: po uderzeniu pioruna dróty blisko kółka znacznie oddaliły się od siebie, oprócz tego mur w tém miejscu pokazał się okopcały; wreszcie mieszkający w pobliskości *observatorium* jednostrajnie twierdzili, iż widzieli kulę ogniwą na *observatorium* spadającą. Z tego wnosić potrzeba, iż wrzeczy ramy w *observatorium* piorun uderzył, ale że w niem żadný szkody nie uczynił, więc musiał spłynąć w ziemię po przedłużeniu konduktora.

4ty Przykład. W *Syenie* bardzo często pioruny panowały, i wiele domów, a osobliwie wież ruinowały. Z rozkazu rządu wystawiono konduktor na naywyższý wieżę zwaný *Torre della*

plazza, w którą piérwéy kilkadziesiąt razy piorun uderzał, i wielkie szkody czynił. Pospółstwo wystawienie na niéy konduktora poczytało za zabobon. Gdy przeto w roku 1775 dnia 18 Kwietnia, chmura piorunami zagrażająca ku miastu ciągnęła, pospółstwo tłumem zbiegło się na plac, na którym wieża stała, i co z nią piorun uczyni, z niecierpliwością oczekiwało. Tym czasem uderzył piorun, ale najmniejszy szkody w wieży nie uczynił: stąd przekonało się pospółstwo, iż piorun po przedłużeniu konduktora w ziemię spłynął; widziało bowiem, że od wierzchołka wieży, aż do iéy fundamentów światło przebiegło, przytém dał się uczuć mocny zapach spalonyéy siarki; przekonało się więc pospółstwo, że konduktory zachowują domy od piorunów.

Konduktor *Syeński* w ten sposób do ziemi był przedłużony. Od konduktora *a* (*Tabl. o konduktorach Fig: 4.*) na wierzchołku kopuły *k* stojącego, po wierzchu iéy dano drót gruby *d* do dzwona zegarowego *c*: od młota *m*, który godziny wybił, przeprowadzony był także drót aż do zegaru; od zegaru inny drót *D*, znacznie gruby przepuszczono wewnątrz wieży do okienka *o*, niezbyt wysoko nad ziemią będącego: natomiast przeciągnąwszy drót przez okienko po wierzchu muru, wpuszczono go w ziemię: przeto pospółstwo spływającą materją piorunową na dół, widziało dwa razy, to jest, gdy po wierzchu kopuły i po murze spływała, i przekonało się, dla jakiéy przyczyny wieży nie naruszył.

Przyznać jednak trzeba, że konduktor *Syeński* nie był tak, iak należy zrobiony, bo nie miał jednostaynego przedłużenia: ponieważ go naprzód przedłużono do dzwona zegarowego; powtóre od młota dzwonu, aż do zegaru, młot zaś nie leży na dzwonie, lecz od niego jest oddalony, aby, gdy godziny wybił, głosu dzwonu nie tłumił, zaczęł między dzwonem i młotem był przedział; więc piorunowa materya, czyli elektryczna nie ciągle płynęła od dzwonu do młota, ale przeskakując: ile zaś razy takim sposobem dąży materya piorunowa, wielkie szkody przynosi, iak się okazało w przykładzie piérwszym i drugim. Ze jednak wieża żadnéy szkody nie poniosła, przyznać to trzeba małej obfitości materyi piorunowéy w chmurze, która chociaż skokiem przebiegała, najmniejszy nie uczyniła szkody. Gdyby zaś piorun nadwergzył, albo dzwon, albo młot, albo w wieży najmniejszą szkodę uczynił, ugruntowałoby się było tamteysze pospółstwo w swoim przesądzie, i stawianie konduktorów osądziłoby za rzecz niepożyteczną i szkodliwą.

Pomiam inne przykłady, których znajduie się wiele *in Trans-Philos-Londin*: bo przytoczone dostatecznie przekonacby powinny, iż stawiając konduktory, możemy życie i majątek od piorunów zabezpieczyć. Też same przykłady podają nam sposoby do wystawienia dostatecznych konduktorów.

§. 139. Jaka być powinna grubość i szerokość konduktorów.

Gdy zrobiono konduktor gruby na pół, albo trzy ćwierci cala, to jest, gdy zrobiono czworograniasty, dając bok każdy szeroki na pół, albo na trzy ćwierci cala, przekonano się, że piorun uderzywszy w niego kilka razy, nie stopił go, inne zaś cieńsze potopił: wniesiono zatem, że powinny być konduktory grube na pół, albo na trzy ćwierci cala; takię tedy grubości konduktory są dostateczne. Na Figurze 5. i 6, wystawione są konduktory poziomo przecięte. Figura 5. wystawia przecięcie konduktora grubego na pół cala: Figura zaś 6. okazuje grubość konduktora na trzy ćwierci cala. Można jednak grubsze stawiać konduktory, lecz takie od piorunów bardziej nie ochronią, a więcej będą kosztowały. Można nareszcie kazać robić konduktor o dwóch bokach przeciwnych szerokich, innych zaś dwóch także przeciwnych węższych, jak wystawia Figura 7, byleby boki szerokie wraz z węższymi w okóło wzięte uczyniły całow dwa, albo trzy, albo trochę więcej: takowych wymiarów trzymać się radzę, aby konduktor był gruntowny i niekosztowny: lecz komu się podoba, może grubsze postawić, ale będą droższe.

Jeżeli konduktor ma stać na najwyższej części domu, dosyć będzie dać mu wysokości na łokieć, albo na półtora łokcia, albo nakoniec na dwa łokcie: krótszych stawiać nie radzę, ponieważ materia piorunowa, czyli elektryczna

z chmury wypadłszy, nie tylko uderza w ciała, na które natrafia, ale nawet gwałtownie porusza powietrze, które je otacza, tak gwałtownie poruszone powietrze, poblizkie ciała wywraca. Skutek ten piorunów podobny jest owym, które się przytrafiają podczas strzelania z armat: wtedy bowiem okna zamknięte pękają, ludzie głuchną, albo szum w głowie uczują: a zatem gdyby konduktor był bardzo krótki; powietrze od uderzającego nań pioruna wzruszone wstrząsnęłoby domy, i porozrzuciłoby dachówki; zaczęłoby unikać takowych przypadków, radzę dać konduktor wysoki na łokieć, albo więcej.

Nie trzeba jednak obawiać się, aby za każdym grzmotem i błyskawicą pioruny były w konduktory: w ten czas tylko uderzą, kiedy bardzo wielka obfitość materji elektrycznej znajdzie się w chmurach. Lecz takie przypadki, osobliwie w naszym kraju, rzadko kiedy zdarzyć się mogą: co więc tu mówimy o uderzaniu piorunów w konduktory, trzeba rozumieć raczej o wolném przez nie ściąganiu materji elektrycznej, która jednak mogłaby w dom uderzyć, gdyby na nim konduktor nie był wystawiony.

Powiedziałem, że gdy konduktor ma stać na najwyższej części domu, dosyć jest, aby na łokieć był wysoki; lecz gdy ma być założony na takię części domu, którą inne przewyższają, trzeba go zrobić tak wysokim, aby wszędzie części domu przewyższał: ale w tym razie konduktor, jako bardzo wysoki, będzie zbyt kosztowny; nadto wiatr będzie nim miotał, i

ruynował część domu, na który stoi. Radzę więc dawać konduktory na najwyższej części domu podług podanych rozmiarów, np. na kominach, lub wieżach.

Doświadczenie uczy, że piorun bardzo łatwo słomę zapala; aże u nas domy wiejskie, stodoły, spichlerze i t. d. słomą poszywają, więc gdyby na takich budynkach konduktor był wystawiony, piorun w niego uderzywszy, zapaliłby poszycie, i w téj okoliczności konduktor byłby szkodliwy. Aby więc wspomniane domy od pioruna ocalały, radzę stawiać konduktory blisko nich; to jest od domu jakiego słomą pokrytego oddal na łokci trzy, potrzeba wkopać słup przewyższający domostwo, i na nim konduktor ugruntować, jak wystawie Figura 8.

Osadzając konduktor na kominie (Fig: 9) łatwo go można umocnić, dosyć bowiem wmurować go w komin na pół łokcia: powiedziałem zaś wyżej, że konduktor ma być wysoki na łokcie, lub trochę więcej: w ten zatem wymiar nie wchodzi część, którą go umocować trzeba, przeto gdy konduktor w komin jest wmurowany, powinien być pół łokciem dłuższy nad podane wymiary, to jest tą częścią dłuższy, która w komin ma być wpuszczona. Niektórzy radzą stawiać konduktory na kominie krzywe, takie, jak wystawie Figura 10, a to dlatego, aby od dymu znacznie były oddalone, i żeby piorun uderzywszy w konduktor, dymu nie zapalił i szkody jakiej nie narobił: taka atoli rada mniej jest użyteczna, ponieważ wiatr może dym pędzić na

konduktor według jego figury skrzywioney: nadto piorun uderzywszy w konduktor, po nim spływa, jak się pokazało w przykładzie drugim; więc dymu nie zapali, i przeto lepiej jest proste stawiać konduktory.

Gdyby konduktor trzeba było uftawić w drzewie blisko szczytów, albo gdyby gwiazd, lub chorągiewek na domie stojących miejsce miał zastępować; w pierwszój okoliczności można koniec niższy zrobić nakształt śruby, i w drzewo wkręcić: przeciwnie w drugim przypadku można koniec niższy dać podobny do cybontu, albo widełek, jak wystawie figura 11 i 12; w cybontie, lub w widełkach dziury porobić, przez nie śruby, albo ćwieki w drzewo wpuścić; tym sposobem ugruntowany będzie konduktor. Na słupach wystawionych przy stodołach, oborach, domach rolniczych, umocujesz konduktor, albo w słup wkręcając, albo przybijając za widełki, jak okazują figury 11, i 12.

J. 140. Kapelusze blaszany i część miedziana.

Umocowawszy konduktor na drzewie, iako to na szczycie, na słupie, i t. d. nad drzewem utrzymującym go potrzeba dać nakrycie, to jest, z blachy jakiegokolwiek potrzeba kazać zrobić kapelusze, albo talerz blaszany, w nim dziurę wyciąć tak wielką, aby przez nią przechodził konduktor; takowy kapelusze potrzeba opuścić aż do drzewa, i do konduktora przylutować, woda po nim spłynie na bok, i drzewo nie będzie prze-

chniało; taki kapelusz Figura 13 okazuje, już przecięty, już w perspektywie; kapelusza mieysce delka może zaścąpić, byle była obszerna, aby po niéy woda na bok spływała. Gdyby zaś nie chciał kto dawać kapelusza blaszanego, przy konduktorze na słupie stojącym, niechże przynajmniej słup u góry da spadzisty, aby woda po nim łatwo spływać mogła.

Doświadczenia uczy, że piorun nad inne ciała nayprędzéy bie w metale czyste i nie zardzewiałe, żelazo zaś zostawione w powietrzu, bardzo prędko rdzewieie; więc zardzewiałego nie chwytą się tyle piorun, ile czystego, bo rdza nie jest metal, co Chimikom wiadomo; dotego ostry koniec konduktora moc pioruna naybardziejéy osłabia, o czém wiedzą Fizycy; gdy zaś zardzewieie, staje się tępy, ponieważ rdzę łatwo wiatr odnosi, zaczęm tępy nie osłabia tyle piorunu, ile ostry. Aby więc koniec ostry konduktora nie prędko rdzewiał, radzę dawać go z mosiądzu, ponieważ mosiądz dobrze wypolerowany i pokostowany bardzo późno rdzewieie, to jest, konduktor radzę robić ze dwóch części, jedney żelaznéy, drugiey mosiężnéy; część żelazna ma być długa na łokieć, albo więcéy, część zaś mosiężną dosyć będzie dać długą na calów dwa, albo trzy, aby nie wiele kosztowała. Mosiężną część można robić tróygraniastą podobną do bagneta (Fig: 14), węgly *aa*, węgiel pełny *W* czyniące, mogą mieć gradusów 30, 31, aż do 40. Część mosiężną dawać tróygraniastą długiego radzę, bo iéy koniec może być bar-

dzo ostry, a boki szerokie; więc go piorun nie łatwo stopi, co przez się oczywista; oprócztego ostrza boków części mosiężnéy bardziéy materyą piorunową przyjmują, niż okrągłe.

Pomienioną część w konduktor można wśrubować, albo na nim zatknąć, lecz do niego lutować nie potrzeba. Wiemy bowiem z doświadczenia, że gdy piorun uderza w konduktor, koniec ostry topi, zaczęm potrzeba go zdjąć i zaostrzyć, to zaś łatwo wykonać, gdy część mosiężna na żelazną jest zatknięta; trudniey, jeżeli w nią wśrubowana, bo gdy gwinty zardzewieją, nie łatwo z pomiędzy siebie wychodzą, zaczęm część mosiężną wśrubowaną w potrzebie trudno byłoby odjąć. Jeżeliby zaś na żelazną była zatknięta, bez naymniejszy trudności można ją zdjąć, i albo inną na iéy mieysce założyć, albo też tę samą ostro zakończywszy zasadzić. Gdyby zaś część mosiężna do żelaznéy była przylutowana, jedney od drugiey nie możnaby odłączyć, tylko w ogniu, to jest, lutowanie odtapiając, to zaś i czasu i pracy wiele kosztuje, nie radzę więc części jedney z drugą lutować.

Przy domach rolniczych bez części mosiężnéy można się obyć, ponieważ rolnik może po drabinie wnieść do konduktora, część iego ostro kończącą się odchędożyć i zaostrzyć; przeto przy nich części mosiężnéy do konduktora można nie przydawać.

§. 141. Konduktor pojedynczy doskonalszy.

Jeżeli pręt metalowy ostro kończący się, ieden i bez odnog na domie, albo przy domie jest ugruntowany, zowie się konduktor pojedynczy, przeciwnie mający trzy, albo więcéy odnog ostro zakończonych, zowią złożonym (Fig: 2). Niektórzy mniemają, że konduktor złożony, doskonalszy od pojedynczego piorun przeprowadza; przeto ieden dawali go o trzech odnogach równie długich, inni o pięciu, z których średnia nad inne znacznie w górę, wybiegała (Fig: 15). Dlatego zaś niektórzy konduktor złożony dawac radzili, że każdy koniec ostry piorun przeprowadza, zaczęm mówili dalej, im więcéy konduktor ma końców ostrych, tém silniéy moc pioruna osłabia, przecieź ich rozumienie sprzeciwia się doświadczeniu, które uczy, że piorun prędzey psunie konduktor złożony, niż pojedynczy; doświadczenie znajduie się w wnioskach przykłądu drugiego, to jest, że w konduktorze P. *Maine* część mosiężną złożoną ze trzech drótów stopił piorun. Tego przyczyna bydź może, że każdy ostry koniec ciągnie piorun, zaczęm gdy przewodnik złożony ze trzech, albo czterech, albo pięciu części ostrych, tyleż piorunów w niego uderzy i szkody poczyni: gdy zaś ieden tylko koniec ostro zakończony, w niego ieden piorun biie, i szkodzić tyle nie może, ile trzy, albo cztery wraz wypadające zaszkożdą. Na tym fundamencie Pan *Hanley* radził stawiać konduktor pojedynczy na miejsce ze trzech prętów, złożonego; bo gdy R.

1772 w Londynie uderzył piorun w konduktor ze trzech prętów ostrych złożony, wystawiony na kaplicy P. *Whitfield's*, nadwerczył go, i w kaplicy szkody poczynił; gdy konduktor poprowiano, Pan *Hanley* radził dać pojedynczy, co też uczyniono: moim więc zdaniem konduktory pojedyncze doskonalsze od pioruna ubezpieczają niż złożone, i takowe stawiać radzę.

§. 142. Na domie ile konduktorów stawiać trzeba.

Nie potrzeba się spodziewać, żeby konduktor znaczną okolice, albo miasto, albo wioskę od piorunu zastonił, bo z obserwacyi, które po miastach, miasteczkach, wsiach, mających konduktory czyniono, przekonano się, iż iego skutek nad stóp 40, albo łokci naszych 20, daley się nie rozciąga, to jest spostrzeżono, że domy krótsze nad 40 stóp konduktory mające od piorunu ocalały, inne zaś więcéy niż na stóp 40, od konduktora odległe, klęski piorunowéy nie uniknęły. To się przytrafiło w Anglii w prowincyi *Essex*, w pomienionéy bowiem prowincyi w *Purflet* na prochni był wystawiony konduktor; że zaś prochnia była bardzo długa, uderzył piorun w iey róg od konduktora na stóp 50 odległy, chociaż konduktor był wysoki na stóp 10; z tego pokazuje się, że moc konduktora na stóp 40, daley się nie rozciąga, czyli że konduktor okolicę dyamentru stóp 80 mającą, a nie większą, od piorunu zasłania. Zaczém jeżeli dom długi jest

na stóp 80, albo łokci czterdzieści, dosyć jest w posrodku, czyli w połowie długości dać jeden konduktor, który go od piorunu zastoni; gdyby zaś dom był dłuższy naprzykład na stóp 100, albo łokci 50, radzi *Franklin* dać na nim dwa konduktory, i od jednego do drugiego dróty grube, jak gęsie pióro przeciągnąć (Figura 16), albo wierzch domu blachą pokryć, tak dom od piorunu będzie ubezpieczony; to jest, jeżeli dom długi jest na stóp 100, konduktory o podał szczytów na stóp 20 stawiać potrzeba; tak jeden od drugiego na stóp 60 będzie oddalony, zaczem w pierwszy, lub drugi piorun wpłynie, od tego w który naprzód wpłynął, przeydzie do drugiego, i po przedłużeniach obudwóch w ziemię spłynie.

Przy stodołach także dworkich, oberach; owczarniach dla teyże samey przyczyny po kilka, albo kilkanaście konduktorów dawać radzę, i oneż drótami, jak gęsie pióro grubemi połączyć, aby majątek zupełnie od pioruna ubezpieczyć. Wieś także aby ubezpieczyć, konduktory w namienionych odległościach dawać radzę, toż rozumieć o miastach.

Chorągiewki, albo gwiazdy blaszane, któremi domy zdobią, zastępują miejsce konduktora, jeżeli wszystkie części domu przewyższają, i ostro się kończą: ponieważ piorun nad inne ciała nappędzey biłe w metal iakieykolwiek figury i kształtu, zaczem w chorągiewki i gwiazdy uderzywszy, po nich domu nienaruszając w ziemię wpływa. Można więc konduktory ro-

bić nakształt chorągiewek (Fig: 17), niemi domy przynajmniej dachówką nakryte zdobić, i od piorunu zasłaniać; dodatem, że konduktorami nakształt chorągiewek zrobionemi domy przynajmniej dachówką nakryte od piorunu można zasłonić: bo części chorągiewki nie są doskonale spoione, przeto piorun w nią uderzywszy, z części do części przebiegając, może je stopić, (przykład drugi, wniosek trzeci); gdyby więc konduktor podobny do chorągiewki stał na domie słomą poszytym, albo gontami pobitym, metal stopiony zapaliłby słomę, albo gonty: zaczem na domach ostatnich nie radzę dawać konduktorów podobnych do chorągiewek; gwiazdy zaś mogą onegoż miejsce zastępować, byle tylko wszystkie części domu zaszczenie przewyższają, bo części ich są pospaisane.

§. 143. Przedłużenie konduktora.

Aby życie i majątek od pioruna ubezpieczyć, nie dosyć jest na najwyższej części domu, albo też przy nim na słupie wystawić konduktor, to jest, pręt metalowy ostro zakończony, lecz oprócz tego potrzeba od niego aż do ziemi przeciągnąć drót żelazny gruby, jak gęsie pióro, albo pas blaszany; to jest, od konduktora aż do ziemi, dla piorunu potrzeba drogę nieprzerwaną metalem utworować, ponieważ z historyi, w której skutki piorunów są opisane, a w szczególności z przykłądu pierwszego, pokazuje się, że piorun trafiwszy na metal ciągły i

nieprzerwany, po nim płynie, po nim bieży, innych ciał metalowi przyległych nie naruszając: przeto od konduktora na najwyższej części budynku, albo przy nim na słupie stojącego, metal ciągly do ziemi puścić należy.

Dawniejszych czasów na przedłużenie konduktora używano drótów zbyt cienkich, lecz że je piorun łatwo topił (przykład pierwszy), i w budynkach, na których konduktory stały, znaczne szkody czynił, wniesiono, że przedłużenie znacznie grube dać należy: po wielu doświadczeniach przekonano się, że gdy przedłużenie w około ma długości calów trzy, iż go piorun nie topi, nie rozprasza; zatem tak grube dawać radzono i dawano. Prawda, że przedłużenia mającego w około długości calów trzy piorun nie topi, lecz je dawać bardzo trudno: bo aby w około miało calów trzy, okrągłe ma mieć dyamentru cal jeden, a zaś czworograniastego bok każdy powinien mieć szerokości dziewięć linii, albo trzy ćwierci cala: tak grube zaś przedłużenia byłyby drogie, zwłaszcza przy domach znacznie wysokich, i według potrzeby nie można by ich giąć i krzywić, potrzeba zaś przedłużenie giąć, krzywić, bo gdyby od konduktora proste aż do ziemi iść miało, jako *o, o, o*, pokazując (Fig: 16), nie możnaby go dawać tylko przy domach osobno stojących, w miastach zaś nie byłoby na nie miejsca, nawetby domy osobno stojące szpeciły, co przez się oczywiła. Niektórzy grube przedłużenia z części krzywych *aa* (Figura 16), według wyłoku gzymsów robili, śrubami

śrubami łączyli, podpory pod nie dawali, jako *mmmm* (Fig: 4), pokazując, lecz to wszystko wydatku przyczyniało. Nakoniec gdy pilnie uważano przedłużenie, po którym piorun spłynął, spostrzeżono, że na wierzchu jego ślady zostawił, a że wewnątrz onegoż ledwie co wpywał, wniesiono zatem, że przedłużenia nie potrzeba robić grubego na cal, albo na trzy ćwierci cala, lecz że dosyć jest przedłużyć konduktor blachą niezbyt cienką, szeroką na calów trzy, albo cztery, albo pięć. Ze więc pewna jest, iż piorun prawie po wierzchu metalów spływa, zaczęm przedłużanie z blach dawać zaczęto, i takie robić radzę, ponieważ blachę nie zbyt grubą i szeroką, łatwo po dachu spuszczać, według wysokości gzymsu giąć, do ziemi około ściany prowadzić; dlatego konduktor blachą przedłużony nie zbyt wiele będzie kosztował.

§. 144. Przedłużenie dokąd dawać?

Spostrzeżono, iż piorun 108. bije w metale, 300. w ludzi i zwierzęta, 300. w wodę, albo w powszechności mówiąc w wilgoć, aby więc po konduktorze zbiegając ludziom i zwierzętom nie szkodził, jego przedłużenie w wodę, zwłaszcza bieżącą wkładać, albo w ziemię cokolwiek wilgotną wpuszczać należy, żeby piorun z przedłużenia wybiegający łatwo w ziemię wpłynął. Niektórzy radzili przedłużenie konduktora w studnie głębokie opuszczać, albo w ziemię na kilka łokci zakopywać; dlatego, że na kilka łokci wgląbsz

ziemia jest zawsze wilgotna: wnosili zatem, iż gdy przedłużenie w ziemię głęboko jest wkopane, znajduje się w wilgoci, i piorun po niędy rozchodzi się; lecz wolni od przesądu taką radę za szkodliwą osądzili; albowiem piorun uderzając, na wszystkie strony rozpycha, rozrzuca, przeto gdyby przedłużenie w studnię głęboką było wpuszczone, albo w ziemię na kilka łokci wkopane, piorun wodęby w górę wyrzucał, fundni cębrowkę wzruszał, ziemię iak miny wysadzał, fundamenta domu wfrząsał, kamienie, albo cegły z nichby wywalał, iako się przytrafiło PP. *Maine* i *Raven*; przeto przedłużenie konduktora dosyć dać do miejsca wilgotnego, iakoto do dołka, w który z dachu woda spływa, albo do kanału lub rzeki, jeżeli są blisko: między oborami można je wpuścić w gnoiówkę, do sadzawki zaś albo stawu, w których są ryby, przedłużenia dawać nie radzę, boby piorun ryby mógł wybić, ponieważ prędkość białej w zwierzęta, niż w wodę. Jeżeliby zaś miejsca wilgotnego blisko nie było, przedłużenie można na wierzchu ziemi rozłożyć, albo w ziemię najwięcej na łokieć wkopać; koniec przedłużenia można dać ostry, albo według Fig: 18 porościany, bo w ostre końce materya piorunowa łatwo wchodzi i z ostrych łatwo wychodzi. Koniec przedłużenia od domu na łokci trzy, albo cztery oddalać potrzeba, to jest, część przedłużenia długą na łokci trzy, albo cztery, potrzeba po ziemi, albo pod nią puścić, zaczem koniec na tyleż łokci od domu będzie oddalony.

Naostatek miejsca, na którym się kończy przedłużenie, należy oparkanic, albo płotem wysokim ogrodzić, albo sztachetami otoczyć, aby się ludzie, lub zwierzęta blisko końca konduktora nie znajdowały. Miejsce, na którym się kończy konduktor, można ogrodzić w cyrkuł, albo w kwadrat; jeżeliby się podobąo ogradać w cyrkuł, ogrodzenie powinno mieć dyamentru przynajmniej łokci cztery, przeto wszystkieiego części od końca przedłużenia, który we środku ogrodzenia być powinien, będą oddalone na łokci dwa; ogradzając w kwadrat, boki ogrodzenia od końca przedłużenia także na łokci dwa oddalać należy; jeżeli miejsce, na którym się kończy przedłużenie, tak obszerne, albo też obszerniejsze będzie ogrodzone, piorun przez konduktor przebiegłszy w ziemię wpłynie, i ludziom albo zwierzętom nie zaszkodzi.

§. 145. Konduktor malować.

Wiadomo każdemu, że czyste żelazo na wolnym powietrzu zostawiwszy rdzewieie, rdza nie ma własności metalów, o czem przeświadczeni są Chimicy; a że według spostrzeżeń piorun nad inne ciała najpierwéy płynie do metalów, i w nie uderzywszy, po nich bieży, innych ciał nie naruszając, przeto żeby konduktor z żelaza zrobiony skutecznie piorun przeprowadzał, potrzeba go od rdzewienia zachować. Pominąwszy sposoby, które podał *Swedenborg* zapobiegania, aby żelazo nie rdzewiało, najłatwiej i najbez-

pieczniej jest pomalować je farbą olejną, bo takowa farba wilgoci nie przyymuie, przeto żelazo farbą olejną pomalowane, przez lat kilkanaście nie zardzewieie, więc piorun skutecznie będzie przeprowadzać. Farby olejne nie tylko żelazo od rdzewienia zachowają, ale też służyć będą do uważania drogi piorunowój, albo raczej do spostrzeżenia, jeżeli po konduktorze piorun przebiegł do ziemi. Spostrzeżono bowiem, że gdy piorun po konduktorze i przedłużeniu pomalowanych przebiegł, iż z téj części, po której płynął, farba odstąpiła i odpadła. Gdy więc konduktor i przedłużenie jest pomalowane, łatwo poznać, czyli i którądy po nich piorun do ziemi przebiegł.

Część mosiężną można pokostować, lecz iéy malować nie należy, ta bowiem część nacyjstszą być powinna, a że ich zawsze dwie, albo trzy być ma, więc gdy jedna zardzewieie, potrzeba ją zdjąć, a inną na iéy miejsce zasadzić.

Niektórzy koniec ostrego konduktora każą złożyć na grunt, to jest sposobem malarzów; lecz że w złocie, którego malarze używają, jest bardzo wiele matych dziurek, przeto piorun przez dziureczki przebiegając, złoto i żelazo pod nim będące prędko topi, koniec ostrego psuie, zaczęm teraz odrzucając poślacanie końca ostrego, lecz go czyfco chędoż; toż radzę robić.

§. 146.

§. 146. Czyli potrzeba konduktor odosobnić.

Materya piorunowa od elektrycznej obfitości, albo wielkością różni się, przeto terazniejszy Fizycy materyą piorunową nazywają elektrycznością naturalną, tę zaś, którą wydaie burztyń, szkło, lak, dyament, iedwab, i t. d. zowią sztuczną; a że materya elektryczna sztuczna nie rozchodzi się po szkło, żywicy, siarce, i t. d. wniesiono zatem, że i piorunowa po nich nie może się rozchodzić. Aby więc piorun uderzwszy w konduktor, domu, na którym stoi nie nadwerezzył, radzili niektórzy wyłączać go, to jest, ustawić w szkło napełnioném żywicą z siarką zmieszaną; pierwsze konduktory podług ostatniego wykładu stawiano, lecz gdy późniejszych czasów spostrzeżono, że piorun w metal uderzwszy po nim bieży do innych ciał niewybaczając, przestano odosobniać konduktory. Co się powiedziało o konduktorze, toż rozumieć o iego przedłużeniu, to jest, że przedłużania także odosobniać nie należy, bo dobrze zrobione piorun do ziemi przeprowadzi.

§. 147. Jak ratować ludzi, których piorun dotknął?

Pan Reimarus w Dziele wyżéy wspomnioném wielu przykładami dowodzi, że piorun nie zawsze człowieka o śmierć przyprawia, lecz w ten czas, gdy w iego głowę prawdziwie uderza; jeżeli zaś w inną część człowieka, a nie w głowę uderzy,

na ów czas życia wprawdzie nie odbiera, lecz 100. nerwów dzielność osłabia i bicie pulsu słabe sprawia; 2re. Krwi cyrkulacją w niektórych częściach tamuje, czyli niektóre części martwemi czyni; 3cie. po uderzeniu pioruna w człowieka, niektóre części brzmieją, puchną; 4te. nakoniec piorun niektóre części przypieka, nadpala. Ze zaś *Reimarus* był Daktorem, podał sposoby ratowania ludzi w którymkćkolwiek z wyliczonych przypadków znajdujących się, mówi więc 100. Jeżeli piorun uderzywszy w człowieka dzielność nerwów osłabił, to jest, moc w ręce albo nogę odiał, że nią człowiek władać nie może; jeżeli po uderzeniu pioruna puls bardzo słabo bije; takiego człowieka potrzeba na zimno wynieść, zimną wodą, albo spirytusami mocny zapach sprawującemi często kropić, rękę albo nogę osłabioną trzeć, nawet gdy człowiek podobny jest do umarłego, i znaków życia nie daje, można mu dawać enemy tytoniowe. 2re. Gdy piorun niektóre części martwe uczyni, potrzeba krwi trochę upuścić, zwłaszcza z karku, aby krew do głowy nie była. 3cie. Aby części nabrzmiałe, nadpuchłe uzdrowić, potrzeba je rzeczami chłodzącemi okładać, to jest obwiązać chustami zmaczanemi w wodzie zimnej, do której wprzód octu przylać i soli ammoniackiej wsypać należy. Martwe części można także okładać winem, w którym gotowały się zioła rozwalniające (*aperitiva*), i do którego spirytusu kamfory przylano. Oprócz okładania części nabrzmiałej, potrzeba choremu dawać lekarstwa, któremi febrę

gubią, krwi zaś puszczać nie należy. W ostatnim przypadku żadnych lekarstw nie potrzeba dawać, bo części nadpalone, przypieczone, same przez się z czasem przyjdą do siebie.

§. 148 *Budynki ratować.*

Gdy piorun w dom uderzywszy zapali, ogień stopniami powiększa się, to jest część, w którą piorun uderzył naprzód się pali, od niej ogień, którego piorun początkiem, tak się pomnaża, jak zwykły pomnażać się na kominie, albo w piecu rozniecony; lecz jak ogień rozniecony, tak od pioruna pochodzący w początkach łatwo przytłumić i gasić można. Przeto skoro piorun w dom gontami pobity, albo słomą posypany uderzy, potrzeba snopki wydrzeć, gonty rzucić, albo dach zwalić i zalać; to uczyniwszy każdy z własnego doświadczenia przekona się, iż do zalewania ognia piorunowego nie potrzeba koziego mleka, jak mniema nasze nieoświecone pospolstwo. Ze zaś ogień od piorunu mający początek ugasić można, rzecz pewna, ponieważ czytamy w historyach, iż w oświeconych krajach, pożar piorunowy zawsze ugaszano, gdy do ratowania domu podpalonego rzucono się, zaczęm i u nas także uratowany być może.

ROZDZIAŁ III.

O MAGNETYZMIE.

§. 149. Co jest Magnes.

MAGNES jest kamień metaliczny, znajdujący się pospolicie w rudach żelaznych i miedzianych: nazwisko jego poszło od miasta Magnesy w Azji mniejszej, gdzie go najpierw znaleziono. Magnes podobny jest bardziej do kamienia, jak do metalu: jest twardy i kruchy, pospolicie koloru szarego lub czarnego, znajduje się jednak czasem koloru białawego: nie waży tyle, co żelazo, ale daleko jest cięższy od innych kamieni, twardością do niego przystępujących. Dawniejsi to tylko wiedzieli o magnesie, iż żelazo ku sobie przyciąga; własność ta szczególniejszém była dla nich podziwieniem, jak się okazuje z następujących wyrazów *Pliniusza Lib: XXXVI. c. XVI. Quid lapidis rigore pigrius? Ecce sensus manusque tribuit illi natura. Quid ferri duritie pugnacius? sed cedit et patitur mores: trahitur namque a Magnete lapide, domitrixque illa rerum omnium materia ad inane, nescio quid currit, atque ut propius venit, assistit teneturque, et complexu haeret.*

W terażniejszych czasach okazano, iż magnes nie na samo tylko żelazo działa, ale nawet na inny metal zwany *Nikiel*. Okazał to *P. Vauquelin*: oczyścił on dobrze od obcych cząstek kawałek *nikielu*, który *l'abbé Haüy* namagnesował: nikiel po udzielony sobie własności magnetycznej utrzymywał ciężar wyrównujący trzeciej części własnego ciężaru: ta zatem własność nie pochodziła od cząstek żelaznych, które się nie oddzieliły w czyszczeniu *nikielu*, lecz służy również obudwu metalom.

Sześć jest dotąd znaiomych własności Magnesu: przyciąganie: odpychanie: kierunek: udział nie swych własności żelazu: zboczenie: nachylenie.

§. 150. Przyciąganie.

Puśćmy dwa korki na wodę, połóżmy na jednym kawałek żelaza, a na drugim magnesu, natychmiast zblizą się ku sobie, i mocno się zetkną; stąd wypada, że między magnesem i żelazem jest jakaś siła przyciągająca. Przez tę własność naprzód był poznany magnes od starożytnych. *Pliniusz* powiada, że ią pasterz jakiś odkrył, który chodząc po skale, uczuł, że jego obuwie, które było podbite żelaznymi ćwieczkami, i kiy okuty żelazem, jakaś siła na miejscu zatrzymała. Jnni znowu mówią, że utkwwszy swój kiy okuty żelazem w ziemię, żadnym sposobem wydobyć go nie mógł: zdziwiony nad tym przypadkiem okopał kiy do o-

koła, i postrzegł, że jego koniec żelazny był przymocowany do kamienia, który potem magnesem nazwano.

Każdy magnes ma dwa punkta, w które się moc jego największa zlewa: znajdują się te punkta następującym sposobem. Na tafelce szklanej kładzie się kawałek magnesu, i obsypuje się na około opiłkami żelaznymi: stuka się lekko w brzegi tafelki szklanej, dla ułatwienia ruchu cząstkom żelaznym, podlegającym sile przyciągania magnesu; natychmiast opiłki żelazne ułożą się regularnie, jak okazuje Figura 189, gdzie opiłki ułożone są w linii proste AA, BB, w tych punktach, w których największa jest moc magnesu; i w linii krzywe AEB, AEB, na bokach magnesu oddalonych od jego punktów AA, BB, największą dzielność okazujących. Wyznaczywszy te punkta w magnecie, położymy go na kórku pływającym na wodzie; postrzeżemy, iż jednym z tych punktów obróci się ku północy, a drugim ku południowi; przeto te punkta nazwano biegunami magnesu, jeden północnym, który się obraca ku północy, drugi południowym, który się wykręca ku południowi, Anglicy zaś przeciwnie nazywają bieguny magnesu: ten który się obraca ku południowi, zowią biegunem północnym, który zaś obraca się ku północy, nazywają biegunem południowym.

Osią magnesu zowie się linia prosta AB (Figura 189) idąca od jednego bieguna do drugiego. Równikiem magnesu zowią płaszczyznę prostopadłą do środka osi: płaszczyzna zaś prostopa-

dle idąca przez oś magnesu AB, zowie się jego południkiem.

Własność ta magnesu, iż ma dwa bieguny, służy wszystkim magnesom, bo na kilka kawałków rozdzielwszy magnes, każda jego cząstka okaże dwa bieguny.

§. 151. Wzmocnienie magnesu (armatura).

Chociaż magnes zostający w stanie naturalnym przyciąga żelazo, stal, i nikiel; w mocniejszym jednak stopniu własność tę okazuje, kiedy jest wzmocniony, to jest oprawiony we dwie tabliczki żelazne, sposobem, który zaraz opisujemy. Przyczyna tego bydlż musi, iż gdy magnes nie jest oprawiony, moc jego przyciągania, zawarta we dwu biegunach, wielkie miejsce zajmuje, czyli rozdzielona jest po całej rozciągłości, na której znajdują się bieguny. Zdało się więc, że oprawianie magnesu we dwie tabliczki żelazne, natęży jego siłę przyciągania: przeto takie przygotowanie magnesu zowie się jego wzmocnieniem (*armatura*). Najlepszy i najdogodniejszy sposób wzmocnienia magnesu jest następujący, opisany przez *Muschembroeka*. Znalazłszy dwa boki w sztuce magnesu, w których znajdują się bieguny północny i południowy; trzeba te boki poucinać prostopadle od osi magnesu, przez co boki, na których znajdują się bieguny, będą od siebie równoodległe: potem, trzeba je polerować jak nalepiły, aby tabliczki żelazne, które się do nich przykładają ma-

ią, dobrze przytawiały: Nadewszystko starać się trzeba, aby długość osi magnesu nie była bardzo mała; na ten koniec wybiera się bryła magnesu długa, szeroka i gruba na kilka cali; w téj znalazłszy miejsca biegunów, i wyrobiwszy ją w bryłę kostkową, zostanie się sztuka na trzy lub cztery cale długa: gdy więc os magnesu taką długość mieć będzie, spodziewać się po nim można, iż wzmocniony, wielką siłą przyciągania okaże. Są jednak dobrze wzmocnione magnesy, mające długość osi na dwa tylko cale lub mniej.

Dawszy kształt kostkowy sztuce magnesu, trzeba przyłożyć do iéy boków, w których znajdują się bieguny, tabliczki żeluzne. Doświadczenie pokazało, iż powinny być z żelaza miękkiego, i w którym żyłki idą w linią prostą; Figura 190 wystawie jednę taką tabliczkę. AB jest tabliczka płaska żelazna, prawie tak długa, jak jest wysoki magnes, szerokość zaś iéy CC, GG równa grubości magnesu. Pod tą tabliczką jest podstawek DSE żelazny, jednę sztukę czyniący z tabliczką, szerokość iégo DS jest jednostrayna zaczawszy od B aż do końca DS: długość iégo BS powinna być dwie trzecie szerokości DS. Kończy się zaś ten podstawek okrągło zaczawszy od S, D, aż do E, tak, iż szerokość niższej iégo części bliżkiéy E, jest trzecią, lub czwartą częścią wyższej iégo szerokości DS. Istotną jest także rzeczą dać stosowną grubość tabliczce CCGG, bo jeżeli nadto jest gruba, lub nadto cienka, podstawek iéy DS mniejszy ciężar utrzy-

mywać będzie. Ale trudno jest wyznaczyć grubość tabliczki: samém tylko doświadczeniem i roz-maitem probowaniem może być wyznaczona. Na ten koniec trzeba mieć przygotowanych cztery tabliczek z jednakowego żelaza, z których dwie służyć będą do probowania, iaka ich grubość być powinna; drugie zaś dwie zrobią się takiéy grubości, iaka się okazała naydośćateczniejsza z doświadczenia dwóch pierwszych; więc dwie pierwsze na nic się nie zdadzą, drugie zaś dwie przyłożą się do boków magnesu. Cała ta robota skutecznij się takim sposobem: wypolerują się pierwsze tabliczki z tych stron, któremi mają być przyłożone do magnesu, i oprawiwszy w nie magnes, tak, jak wystawie Figura 191, do ich podstawka m i n, przytyka się podkładka żelazna DABC z haczykiem L, która zaraz od podstawka magnesu utrzymaną zostanie. Nadto zawiesza się iaki ciężar na haczyku L: daymy, że tabliczki na cał grube, utrzymują ciężaru funtów 2, zapisawszy dla pamięci ich grubość, iako też ciężar, który utrzymały, spiliują się potem tabliczki ze stron zewnętrznych, tak, aby miały naprzykład grubości po pół cala; daymy, że po tém doświadczeniu utrzymuje magnes ciężaru funtów sześć, trzeba więc zapisać grubość tabliczek, i ciężar, który był utrzymany: po trzecim, czwartém, piątém, podobnémże doświadczeniu daymy, że coraz większy ciężar magnes utrzymuje; trzeba więc probować ieszcze daléy, np. za szóstém doświadczeniem grubość tabliczek jest na 2 lini-

ie, a ciężar utrzymany od magnesu jest funtów 24; doświadczyć jeszcze trzeba, czyli cieńsze tabliczki, bardziej nie wzmocnią magnesu: daymy im *np.* grubość po półtory linii; jeżeli po tém doświadczeniu; magnes większy ciężar utrzymuje; można jeszcze ścieniać tabliczki, lecz jeżeli mniejszy już ciężar utrzymuje, *np.* jeżeli w siódmém doświadczeniu, gdy tabliczki były grube na półtory linii, utrzymuje magnes funtów 20, a zaś w szóstém doświadczeniu, gdy tabliczki były grube na dwie linie, utrzymywał magnes funtów 24; więc pierwsze dwie tabliczki odjąć potrzeba, a drugie przyprawić takię grubości, jak w szóstém doświadczeniu.

§. 152. Odpychanie się biegunów jednegoż imienia.

Dwa magnesy przyciągają się, albo się też odpychają podług położenia, które mają względem siebie. Jeżeli je obróćmy ku sobie biegunami jednegoż imienia, natenczas się odepchną; jeżeli zaś przeciwnie, obrócone są ku sobie biegunami odmiennego imienia, przyciągają się będą. To przyciąganie, lub odpychanie tém jest mocniejsze, im mniejsza jest odległość między biegunami ku sobie obróconymi. Można to doświadczenie najprościej wykonać, położywszy na dwóch korkach pływających na wodzie, dwa kawałki magnesu, w których wyznaczone są bieguny sposobem wyżey podanym (§. 150). Jeżeli obróćmy korki ku sobie tak, aby biegun

północny w jednym magnesie odpowiadał biegunowi północnemu, w drugim w takim rzucie odepchną się, czyli korki odpływają od siebie będą; jeżeli zaś biegun północny jednego magnesu odpowiadać będzie biegunowi południowemu w drugim, natenczas zbliżą się do siebie, co okażą korki ku sobie przyplwające. Przyczyna tego skutku jest niewiadoma.

Jeżeli przetniemy magnes AB (Figura 192), na dwie części w podłuż osi DD; dwie te części magnesu SAN, SBN, które pierwéy były złączone, po rozdzieleniu, odpychają się będą. Bo po rozdzieleniu magnesu w podłuż jego osi, bieguny S i N nie odmieniały swego położenia; więc po przecięciu, biegun północny N części SAN, jest blisko biegunu północnego N, części SBN: podobież w drugim biegunie S części SAN, SBN mają południowe bieguny S, S przy sobie, a zatem te odpychają się będą; więc i części magnesu SAN, SBN oddalają się od siebie, ponieważ ich bieguny się oddalają. Jeżeli przeciwnie, rozdzielimy magnes SN (Figura 193), na dwie części w poprzecz osi SN, czyli w podłuż jego równika FF; natenczas dwa bieguny przeciwne, które pierwéy były złączone, po takiem rozdzieleniu magnesu rozłączają się, aże są bieguny odmiennego nazwiska, więc się przyciągają będą: albowiem biegun północny n z części SEF, położony jest przy biegunie południowym s, z części NEF.

Skutki te wzajemnego przyciągania i odpychania w magnesach, jako też przyciąganie że-

łaża przez magnes, nie mogą być nawet osłabione przez środkowanie jakiego ciała stałego; lub płynnego: osłabiają się tylko przez znaczną odległość. Niektórzy jednak utrzymywali, iż żelazo między dwa magnesy włożone, moc ich przyciągania się lub odpychania umniejsza, lecz to nie zawsze doświadczenie potwierdzi.

§. 153. Kierunek Magnesu.

Magnes położony na karku pływającym na wodzie, wykręci się jednym ze swych biegunów ku północy, a drugim ku południowi. Własność ta magnesu jest nayużyteczniejsza w żegludze. Igła bowiem magnesowa, o której zaraz powiemy, wskazując północ, wyznacza tém samém inne główne części świata. Szczęśliwy zatem wynalazek igły magnesowey od téj własności wziął początek.

Muschembroek zrobił ciekawe doświadczenie od téjże własności pochodzące: w tygielku złożonicy na mocny ogień wystawiony wsypywał, albo proch z utłuczonego magnesu, albo też drobne opiłki żelaza: po niezakim czasie wyiąwszy tygielk z ognia, i ostudziwszy go, następujący skutek postrzegał; iż ta strona tygielka, która w ogniu obrócona była ku północy, miała własności bieguna północnego; ta zaś, która w ogniu obrócona była ku południowi, posiadała własność bieguna południowego; o czém przekonywał się zbliżając ku stronie północney tygielka biegun północny igły magnesowey, a ku

stro-

stronie południowey biegun południowy, w o-budwu razach igła magnesowa odepchniętą zostata. Jeżeli zaś strona tygielka południowa od-powiadala biegunowi północnemu igły magneso-wey, albo też strona północna biegunowi połu-dniowemu, natenczas igła magnesowa przyciąga-na była od tygielka.

§. 154. Sposoby magnesowania żelaza.

Kawałek żelaza lub stali potarty o magnes, albo o jego bieguny, lub też o podstawek wzmo-cnionego magnesu, nabywa mocy magnetyczney, czyli staje się sztucznym magnesem. Magnes by-najmniej nie utracą swéj siły udzielając iéj że-lazu, lub stali: ale osłabia się jego dzielność, a czasem i zupełnie ustaie; kiedy się stłucze, wy-pali się w ogniu, zardzewieie, lub nakoniec gdy zostaię w bliskości innego magnesu.

Żelazo za pierwszym dotknięciem magnesu, nabywa jego własności; lecz kilkakrotne dotknię-cie powiększa w niém magnetyczną siłę: na to tylko wzgląd mieć potrzeba, aby żelazo w jedną zawsze stronę o magnes pocierać, np. od prawey ręki ku lewey, albo też od lewey ku prawey: lecz pocierając je w przeciwną stronę téj, od której się zaczynało pocierać, przez to, albo się nie namagnesuie, albo też bardzo słabą siłę mieć będzie. Nayprostszj tedy iest sposób magnesowa-nia kawałków żelaza, pocierać je w jedną stro-nę o magnes, i takiego trzymano się w począ-tkach. Poźniejszych czasów doświadczenia oka-

TOM II.

Dd

zały, że w magnesowaniu żelaza na następujące okoliczności względ mieć potrzeba. 1o*o*. Jż żelazo pocierane o jeden tylko biegun magnesu, daleko większy mocy nabiera, aniżeli potarte o inną jaką stronę tego kamienia; naywiększą zaś siłę odbiera, jeżeli jest potarte o który podstawkę umocnionego magnesu: na ten koniec odiać trzeba postawkę DABC (Figura 191) i kawałek żelaza, który magnesować mamy, pocierać w jedną stronę o podstawkę *m* lub *n*. 2*o*. Im wolniej, w pocieraniu, posuwa się żelazo, i bardziej się przyciska do bieguna magnesu, czyli do podstawkę *m* lub *n*, gdy ten kamień jest wzmocniony, tém większy siły nabiera. 3*o*. Skuteczniej się pociera czyli magnesuje żelazo o jeden tylko biegun, aniżeli następnie o dwa bieguny, bo w takim razie żelazo bierze od obudwu biegunów siłę magnetyczną, przeciwnemi kierunkami, i których skutki wzajemnie się niszczą. 4*o*. Daleko lepiej magnesuje się żelazo, wodząc je jednostajnie i jednakowym kierunkiem po biegunie magnesu, to jest raczej po długości biegunu, aniżeli po jego szerokości. 5*o*. Stal polerowana, albo téż kawałek hartowanego żelaza większą siłę magnetyczną przyymie, iak kawałek pospolitego żelaza téżże saméj figury, co pierwsze: nadto, mocniej się magnesuje żelazo długie, cienkie i na końcach ostre, iak innéj iakiéy kolwiek figury. 6*o*. Im dłuższy jest kawałek żelaza, tém mocniej się magnesuje; więc jeżeli długość żelaza, które magnesować mamy, jest nie wielka, trzeba je złączyć z inném żelazem

daleko dłuższem, lecz jednakowéj szerokości, i po namagnesowaniu obudwu, rozłączyć je, natenczas mniejszy kawałek znaczną siłę magnetyczną okazywać będzie.

155. Igła Magnesowa.

Igła magnesowa robi się ze stali hartowanéj, powianna mieć kształt równoległoboku ukośnego, osadza się na sztyfcie żelaznym tak, aby iéy środek ciężkości na nim się utrzymywał, przez co będzie miała położenie horyzontalne: powinna być bardzo ruchoma; dlatego w środku iéy wstawia się kawałek iaspisu, agatu, lub narszcie szkła wklęsłego, i tém osadza się na sztyfcie żelaznym; przez to znacznie się umniejsza tarcie, i staje się igła bardzo ruchoma. Różne są sposoby magnesowania igły. Pociéra się tak, iak zwyczajnie żelazo, albo o bieguny kamienia magnesowego, albo o podstawki magnesu wzmocnionego, albo nakoniec o bieguny sztucznego magnesu. Można do tego, naprzód użyć kamienia magnesowego: na ten koniec część igły, która się ma obracać ku północy pociéra się o biegun południowy, podobnym sposobem iak się powiedziało o magnesowaniu żelaza: druga zaś część igły, która się powinna obracać ku północy, pociéra się o biegun północny, i całe przygotowanie igły magnesowéj będzie zrobione.

Drugi sposób magnesowania igły jest taki: trzeba przygotować dwie tabliczki stalowe dłu-

gie na 10 lub 12 calów; szerokie na 5 lub 6 linii; grube na 3 lub 4 linie: te tabliczki magnesują się naprzód zwyczajnym sposobem (§. 154), na ich końcach znaczą się bieguny, np. północny czyli *nord* literą *N*; południowy, czyli *sud* znaczą się literą *S*. Potém układają się tak, jak wystawie figura 194. *SN, NS* są dwie tabliczki stalowe namagnesowane, ułożone równoodlegle od siebie tak, aby ich końce przy *M* odpowiadały sobie odmiennego imienia biegunami, to jest *Nord* *N*, *Sud* *S*, podobnież drugie końce przy *C* odpowiadają sobie także biegunami odmiennego imienia. Między te dwie tabliczki kładzie się jeszcze trzecia *B*, ale drewniana, takiej długości, szerokości i grubości, jak dwie pierwsze stalowe: Nakoniec do końców *M* i *C* przytykają się dwa kawałki miękkiego żelaza, które będą utrzymane od namagnesowanych tabliczek *NS, NS*. Takie ułożenie tabliczek stalowych namagnesowanych koniecznie jest potrzebne, aby się w nich siła magnetyczna utrzymała; wreszcie aby nie rdzewiały, chowają się tak ułożone w szufladce drewnianej. Tego sztucznego magnesu użyć można dostatecznie do namagnesowania igły, takim sposobem: trzeba od niego naprzód odjąć kawałki miękkiego żelaza *M, C*, potém tabliczki *SN, NS* rozłączyć, ale nie pojedynczo, lecz obiedwie razem, rozkładając je, jak nóżki cyrkla, i w linię prostą je ułożyć, tak aby się stykały biegunami odmiennego imienia, jak wystawie figura 195, gdzie dwie tabliczki *sn, ns* w linię prostą ułożone stykają się w końcach swoich biegunami od-

miennego imienia *n, s*. Na tych tabliczkach kładzie się igła *aa* tak, aby ięý środek przypadał na zetknięcie się tabliczek *n s*. Przycisnąwszy palcem igłę we środku, wyciąga się razem z jednéj strony tabliczka magnetyczna *B*, z drugiey *A*; i przez to jedno potarcie, igła wielkiéj mocy magnetycznéj nabierze. Tego sposobu użył pierwszy *Knight* Anglik magnesując igłę do *Bussoli*, mającéj służyć do kierowania okrętów, które wysyłano do Indyy zachodnich.

Można nakoniec magnesować igłę następującym sposobem: położywszy ją na jakiey płaszczyźnie gładkiéj, trzeba wziąć dwa magnesy oprawione w armatury, i położyć je we środku igły, tak aby biegun północny jednego magnesu odpowiadał biegunowi południowemu drugiego, potém te magnesy odawać od siebie aż do końców igły, przez co jedna ięý część będzie pociérana biegunem południowym, a druga północnym, a zatém pierwsza obracać się będzie ku północy, a druga ku południowi, potarłszy takim sposobem dwoma biegunami magnosów uarmowanych dwadzieścia kilka razy igłę, ta wielkiéj mocy magnetycznéj nabierze. Naydogodniejszy jednak sposób jest magnesowania igły pociérając ją o jeden podstavek uarmowanego, albo też sztucznego magnesu.

§. 156. *Od czego pochodzi osłabienie mocy magnetycznéj.*

Siła magnetyczna, która się udziela sztuce żelaza lub stali, dopóty w nich zostaje, póki

gwałtowne iakie działanie nie osłabi iéy, albo też zupełnie nie zniszczy, iakoto *np.* mocne uderzenie, wypalenie i tym podobne okoliczności, o których wyżéy powiedzieliśmy (§. 154). Są jednak niektóre drobniejsze okoliczności psujące moc magnetyczną w żelazie naylepiéy namagnesowaném. Przytaczamy z nich znaczniejsze. 10d. Pociérając żelazo o biegun bardzo mocnego magnesu, nabędzie znaczney siły magnetyczney, tak *np.* że podniesie kawałek żelaza wążącego trzacia część swojego ciężaru: jeżeli tak namagnesowane żelazo pociéramy o podobny biegun innego iakiego magnesu, który jest słabszy od pierwszego; natenczas to żelazo mniejszą siłę magnetyczną okaże, to jest taką tylko, iakieby nabyło, gdybyśmy je pociérali o biegun drugiego magnesu. *are.* Potarłszy tabliczkę żelazną lub stalową o biegun magnesu, jeżeli powtórnje pociéramy ją o tenże sam biegun, ale w przeciwną stronę, siła magnetyczna téy tabliczki zniszczy się, trudno ją nawet będzie przywrócić pociérając tabliczkę w jedną iuż stronę o biegun magnesu. *gcie.* Aby utrzymać moc magnetyczną w żelazie, trzeba mieć na to baczość, żeby kiedy nie było mocno uderzone. Udzielono bowiem tabliczce stalowéy wielkiey mocy magnetyczney pociérając ją o silny magnes uzbroiony, pemieniona tabliczka znaczne ciężary podnosiła: bito ją potem na kowadle, utraciła przez to tyle ze swojej mocy, że ledwie drobne opiłki żelaza przyciągać mogła, i tenże sam skutek okazał się, gdy ją kilka razy rzucano na mar-

mur, lub na iakie inne ciało, o które mogła być mocno uderzona.

§. 157. *Sposoby magnesowania żelaza bez użycia magnesu.*

Nie zawsze potrzeba kamienia magnesowego, albo też sztucznego magnesu do udzielania siły magnetyczney żelazu lub stali, częstokroć te ciała magnesują się naturalnie bez pomocy żadnego magnesu. Y tak iakikolwiek kawałek żelaza figury podługowatéy zostający przez czas niejaki w położeniu prostopadłym, czyli pionowém, staje się magnesem, tém mocniejszym, im dłuższy czas w takiém położeniu jest zostawiony. Dla tego krzyże żelazne na wieżach niektórych Kościołów w *Chartres, Delft, Marsylii* i gdzie indziéy, stały się doskonałemi magnesami iedynie dla pionowego swego położenia. Można się o tém także przekonać następującym sposobem: kawałek żelaza, które piérwéy przez długi czas miało położenie pionowe, utkwieć w korek i puścić na wodę, potem igłę magnesową przybliżywszy do tego żelaza z korkiem pływającego, postrzéżemy, iż albo będzie odpływało od igły magnesowéy, albo się też do niéy przybliżało, podług położenia biegunów iednego, lub odmiennego imienia żelaza z korkiem pływającego i igły magnesowéy.

Czasem także piorun uderzywszy w żelazo udziela mu wielką siłę magnetyczną: iak się zdarzyło w jedném miejscu we Francyi, gdzie pio-

run uderzył w pakę kupiecką, w której były noże, widelce i inne narzędzia żelazne, lub stalowe: pierun wpadł na pakę kierunkiem południowym, wiele nożów lub widelców stopił i pokruszył, które zaś z nich ocalały, nabyły przez to uderzenie znacznej siły magnetycznej, mogły bowiem podnieść wielkie ćwieki lub kółka żelazne: ta zaś siła tak mocno była im udzielona, iż nawet nie utraciły jej przez wypalanie ich w ogniu do czerwoności.

Szyna żelazna nie dotykając się magnesu może mieć jego własności, to jest może okazać bieguny magnetyczne stałe, lub odmienne: o czém łatwo przekonać się można za pomocą igły magnesowej. Na ten koniec trzymajmy szynę żelazną w położeniu horyzontalnym nad igłą magnesową bardzo ruchomą na swoim sztyfcie; ta najmniejszego poruszenia nie okaże: jeżeli zaś trzymamy szynę żelazną w położeniu pionowym nad igłą magnesową, natychmiast wyższy koniec szyny przyciąga do siebie koniec północny igły magnesowej, a zaś koniec niższy szyny przyciąga biegun południowy igły: przewrócimy znów końcami szynę żelazną, zawsze jednak wyższy jej koniec, to jest ten, który pierwój był na dole, przyciągać będzie biegun północny igły magnesowej, koniec zaś szyny niższy, czyli ten, który pierwój był na górze, przyciągać będzie biegun południowy igły magnesowej. Skąd oczywiście się okazuje, że położenie pionowe żelaza wyznacza w niem bieguny magnetyczne, to jest, że koniec jego wyższy zawsze jest

biegunem południowym, koniec zaś niższy jest biegunem północnym w półkuli ziemi północnej: aże położenie końców żelaza odmieniać możemy, więc się także mogą odmieniać jego bieguny. Aby zaś w żelazie lub stali nie odmieniały się bieguny, następującego sposobu użyć potrzeba. Rozpala się szyna żelazna lub stalowa, kładzie się potem na płaszczyźnie południowej dla oziębienia, natenczas koniec jej obrócony ku północy, będzie stałym biegunem północnym, koniec zaś obrócony ku południowi, będzie nieodmienionym biegunem południowym. Lecz, aby się udało to doświadczenie, powinna być proporcjonalna grubość i długość szyny: naprzykład szyna gruba na $\frac{1}{5}$ cala, powinna mieć długości przynajmniej 30 calów, jeżeliby zaś była grubsza lub dłuższa, nie będzie mogła nabyć nieodmienionych biegunów.

Powiedzieliśmy, że mocne uderzenie magnesu odbiera mu jego własności: podobneż uderzenie żelaza, które się nigdy nie dotykało magnesu, udziela mu niekiedy mocy magnetycznej. Położono na wielkiem kowadlu, którego płaszczyzna była obrócona ku południowi, szynę żelaza długą i cienką, bito potem w koniec jej obrócony ku północy, natychmiast stał się biegunem północnym: bito podobnież drugi koniec szyny obrócony ku południowi, ten został biegunem południowym: trzeba zaś na to względ mieć w tém doświadczeniu, aby długość szyny proporcjonalna była do jej grubości: podobnyż skutek będzie urzynając pilnikiem którykolwiek koniec

szyny żelaznej położonej na płaszczyźnie południowej. Same nawet pilniki i inne narzędzia ślusarskie nabywają czasem mocy magnetycznej, kiedy używając ich znacznie się rozgrzeją.

Magnesie się także szyna żelaza miękkiego, którego jednak proporcjonalna jest grubość do jego długości, przez samo łamanie lub zgięcie w którymkolwiek iéy końcu. Tymto sposobem namagnesowano szynę żelaza miękkiego i ciąglego, długą na półtóry stopy, a grubą na palec maleńki. Ściśnięto ją w śrubstaku na 5 cali od iéy końca, i uginając ją w jedną i drugą stronę, złamano: każdy koniec ułamany przyciągał mały świeczek żelazny. Włożono potem w śrubstak dłuższy kawałek szyny, i ściśnięto go w odległości na pół cala od końca ułamanego, wyginano go z kilkanaście razy w jedną i w drugą stronę, i po tém doświadczeniu znacznie się powiększyła moc magnetyczna w końcu ułamanym, gięto go potem ośmiu razami posuwając się zawsze ku środkowi, i nateczas koniec ułamany mógł podnieść cztery świeczki. Ale kiedy zaczęto giąć kawałek szyny w większej odległości od iéy końca ułamanego, jak był iéy środek, nateczas zmniejszała się moc magnetyczna w końcu ułamanym, a powiększała się w drugim końcu, który nie był złamany. Jeżeliby zaś szyna żelazna była ułamana w samym iéy środku, nie okaże najmniejszej mocy magnetycznej.

Nakoniec *Marcel* członek Towarzystwa Londyńskiego wynalazł także sposób udzielenia siły magnetycznej kawałkom żelaza nie używając za-

dnego magnesu. Trzeba kawałek stali, który namagnesować chcemy, położyć na gładkiem kowadle. potem szyną żelazną w jednym końcu zakręgloną i gładką pociierać ie zawsze w jedną stronę; mając bacność na to, aby szyna żelazna, którą się stal pocięra, miała zawsze położenie pionowe: po kilkudziesiąt potarciach, stal nabierze takiéy mocy magnetycznej, jak gdyby pocięrana o najsilniejszy magnes. Tymto sposobem namagnesował *Marcel* igły do Bussoli, jako też i tabliczki stalowe, z których sztuczne magnesy składał. W kawałku stali tym sposobem namagnesowanej, ten koniec, od którego zaczyna się pocięranie, obraca się zawsze ku północy, drugi zaś koniec ku południowi, iakieźkolwiek będzie położenie stali na kowadle. Wreszcie doświadczenie to daleko lepiej się uda, kiedy kawałek żelaza, lub stali, który tym sposobem namagnesujemy, tak położony jest na kowadle, iż jeden jego koniec wypada na północ, a drugi na południe.

S. 158. Zboczenie igły magnesowej.

Igła magnesowa obracając się jednym końcem ku północy, a drugim ku południowi, wyznacza tém samym linią południową: znalazłszy zatem linią południową na płaszczyźnie horyzontalnej przez uważanie długości cienia rzucanego od sztyftu utkwionego na tę płaszczyźnie, i postawiwszy na niéy puszkę z igłą magnesową, ta powinna wziąć położenie linii południowej na

płaszczyźnie znalezionej. Tym czasem jednak igła magnesowa, któryj jest własność, iż jednym końcem obraca się ku północy, a drugim ku południowi oddala się od takiego położenia na wschód albo na zachód: to oddalenie się, zowie się zboczeniem igły magnesowéj. Gdyby to zboczenie było jednostajne, nie czyniłoby żadnego, albo bardzo małe uchybienie w wyznaczeniu prawdziwéj linii południowéj za pomocą magnesowéj igły, ale się odmienia na wszystkich prawie miejscach ziemi, i w każdym czasie: nawet nie można wyznaczyć prawidła, podług którego zachodzi ta odmiana. W Tranzakcyach Filozoficznych na rok 1757, znajduje się tablica okazująca zboczenie igły magnesowéj na wszystkich częściach ziemi: *Halley* wyznaczył na karcie Jeograficznéj zboczenie igły magnesowéj w różnych punktach ziemi. Są jednak pewne miejsca, w których położenie igły magnesowéj zupełnie się zgadza z linią południową: takich jest trzy miejsce na ziemi wyznaczonych liniami na kartach jeograficznych: pierwsza linia zaczyna się od Karoliny w Ameryce, przechodzi przez ocean atlantycki i morze Murzyńskie: druga linia zaczyna się od Chin, idzie ku południowi, przechodzi przez wyspy Filipińskie, Borneo i Nową Holandją, trzecia nakoniec linia zaczyna się od Kalifornii i rozciąga się ponad brzegiem morza spokojnego. Wiele zatem jest miejsc ziemi, w których położenie igły magnesowéj zgadza się z linią południową: gdy tymczasem w jednych stronach ziemi zbacza ku zachodowi, w drugich ku wschodowi: zbacza

nawet bardziej, lub mniej w jednémże miejscu nie tylko każdego roku, ale także każdego dnia. Jakaż jest przyczyna takich odmian? wyznajmy szczerze w tém naszą niewiadomość. *Halley* mniema, iż ziemia nasza zamyka we wnętrzościach swoich wielki magnes obracający się na własney osi, że ten magnes przyciąga do siebie to wszystko, cokolwiek ma siłę magnetyczną, i że przez swój ruch nieustanny przyczyną jest uftawicznéj odmiany w zboczeniu igły magnesowéj. Tenże *Halley* przypuszcza cztery bieguny magnetyczne wewnątrz ziemi, to jest dwa stałe, a dwa ruchome, dla łatwiejszego tłumaczenia odmiany zboczenia zachodzącej w każdym czasie w jedném miejscu. Nakoniec *Albert Euler* w Historii Akademii Berlińskiéj na rok 1757, obszernie traktuje tę materyą; mniema on, iż przypuściwszy dwa bieguny magnetyczne ruchome na powierzchni ziemi, łatwo tłumaczyć można zboczenie igły magnesowéj: lecz te domysły, wspierając się na słabych zasadach, do niczego doprowadzić nie mogą. Aby można wygodnie uważyć zboczenie igły magnesowéj, trzeba naprzód wyznaczyć dokładnie linią południową na płaszczyźnie pozioméj w miejscu iakiém oddalonym od murów i tych stron, gdzieby się znajdowało żelazo: potem na téj linii południowéj postawi się puszką z igłą magnesową, czyli bussolą, któryj dno podzielone jest na stopnie i minuty, igła zaś magnesowa na sztyfcie, powinna być bardzo ruchoma, i linia południowa, którą igła wyznaczać powinna, ma przypaść na linią po-

łudniową znalezioną na płaszczyźnie: natenczas koniec igły magnesowéj obrócony ku północy oddalając się na wschód; lub na zachód od prawdziwej linii południowéj okaże zboczenie igły w stopniach i minutach.

§. 159. Nachylenie igły magnesowéj.

Daymy, że igła stalowa, której mocy magnetycznéj udzielić chcemy, osadzona na sztyfcie, ma położenie poziome: iak tylko ją namagnesujemy; zaraz odmieni to pierwsze położenie; to jest nachylił się bardziej, lub mniej do horyzontu, wyląwszy pewne miejsca ziemi; o których zaraz powiemy: to drugie zboczenie igły magnesowéj, zowie się téj nachyleniem. Jako zboczenie; tak też i nachylenie igły magnesowéj różnym odmianom podlega: tém znaczniejsze jest, im większa jest szerokość ieograficzna: pod równikiem (*aequator*), gdzie szerokość ieograficzna jest zero; nachylenie igły magnesowéj jest nieznaczne, tak dalece; że wszystkie téj punkta są prawie równoodległe od ziemi, czyli poziome: lecz oddalając się od równika, ku któremukolwiek biegunowi świata; to jest odmieniając szerokość ieograficzną, powiększa się nachylenie igły magnesowéj: w tém zaś nachyleniu; żadnego stosunku naznaczyć nie można do szerokości ieograficznéj iakiego miejsca, kiedy nawet w jednymże miejscu, co godzina inne nachylenie mieć może.

ROZDZIAŁ IV.

O GALWANIZMIE.

§. 160. Początek Galwanizmu.

DOTYKAJĄC się iskim metalem nerwów, lub mięskulów zwierzęcych, następuje w nich gwałtowne wzruszenie: naprzód skutku tego przyczyzny dochodził *Galvani* Professor w Bononii w roku 1787; zrobił on wiele w téj mierze doświadczeń na zwierzętach, tak żywych, iako też świeżo zabitych, i tę drażliwość sprawioną przez dotknięcie się metalem nerwów, lub mięskulów przypisał materji elektrycznéj włściwéj zwierzętóm, która się w nich oddziela w czasie dotykania. Inni Fizycy własność tę zwierzęcą nazwali *Galwanizmem* od nazwiska *Galwaniego*, który się nad nią nappierwszy zajął, przyczyne zaś téj okazywania się przyznawszy szczególnemu płynowi wydobywającemu się ze zwierząt, nazwali go *plynem galwanicznym*.

Galwanizm winien swój początek szczególniejszemu przypadkowi. Gdy *Galvani* jednego wieczora czynił doświadczenie ze swemi przyjaciółmi; jeden z nich dotknął się końcem anatomicznego noża nerwu grzbietowego żabki rozplatanéj, gdy w tym samym czasie ktoś inny prowadził iskry z machiny elektrycznéj, nastąpi-

to gwałtowne wzruszenie w częściach żaby, które trwało przez czas niejaki. Skutek ten zadziwił przytomnych, utrzymywali zaraz, iż nie samo dotykanie się końcem noża, ale także wypływanie materji elektrycznej z konduktora maszyny, sprawiło poruszenie w mięśniach zwierzęcia. Galvani zastanowiwszy się głębiej nad tém doświadczeniem, domyślił się, iż niekoniecznie jest potrzebne wydobywanie iskry elektrycznej do poruszenia mięśni zwierzęcia, że samo tylko dotykanie się końcem noża nerwów, może być przyczyną tego skutku. Dla sprawdzenia swego domysłu, dotykał się końcem noża takichże nerwów w innych żabach, gdy maszyna elektryczna była w spoczynku, ale najmniejszego znaku poruszenia w mięśniach nie dostrzegł; często powtarzając to samo doświadczenie, podobnyż miał wypadek. Nakoniec po licznych doświadczeniach różnemi sposobami odbytych, przyszedł do tego, iż sprawił poruszenie w mięśniach zwierzęcia przez dotknięcie się metalem jego nerwów, chociaż maszyna elektryczna była w spoczynku. Y tak koniec nerwu grzbietowego żaby położył na talerzku srebrnym, mięsień zaś położył na listku cynowym, dał komunikacją tym dwom metalom przez drót mosiężny zakrzywiony; natychmiast w mięśniach zwierzęcia gwałtowne nastąpiło wzruszenie. Z tego doświadczenia wniósł, iż jest właściwy płyn elektryczny w zwierzętach, który się z nich podczas dotykania dwoma różnemi metalami wydobywa.

Pier-

Pierwszy Autor doświadczeń galwanicznych, był także pierwszym do ułożenia teoryi skutków postrzęzonych. Chociaż teorya Galwaniego od iednych Fizyków przyjętą została, od drugich atoli wcale była odrzucona; przytaczamy ją wszakże, ponieważ wyniknęła z licznych jego doświadczeń, ponieważ ją Galvani założywszy, rozumiał, iż odkrył tajemnicę organizacyi zwierząt i ich życia. Mówi on, iż nerwy, które są rozłożone po różnych częściach mięśni, i które przyymują lub przepuszczają płyn elektryczny, biorą swój początek od mózgu, i że niepodobna jest, aby same nerwy, które tak różnego są kształtu w ekonomii zwierzęcy, mogły być siedliskiem płynu jednorodnego, sprawującego ściąganie w mięśniach. Utrzymuje więc: i o d. Ze wszystkie zwierzęta mają właściwą sobie elektryczność, która się oddziela w mózgu, płynie nerwami i rozkłada się po całym ciele: a r e. Ze szczególniey ta elektryczność zwierzęca, zbiera się w mięśniach, których każda żyłka może być uważana, iakoby miała dwie powierzchnie, a przez to samo, iakoby zawierała dwie przeciwnie elektryczności, to jest dodatnią i ujemną: każda zatem żyłka może być brana za małą buteleczkę Leydeyską, której konduktorami są nerwy, za pomocą których wyładować się może. Jeżeli więc iedną część mięśni, czyli powierzchnia wewnętrzna butelki Leydeyskiej ma komunikacją z zewnętrzną powierzchnią przez dotykanie się łukiem metalowym nerwu i mięskulu, natychmiast materja elektryczna zwierzę-

TOM II.

E e

ca do równowagi się układa, i następnie poruszenie, czyli ściąganie się mięśni.

Części zwierzęcia, przez które materya elektryczna dąży do równowagi, nazywają łukiem zwierzęcym: np. koniec nerwu grzbietowego położony na jakim metalu, mięsień zaś na innym metalu; czynią łuk zwierzęcy, bo z jednéj części, iako to z mięśnia płynie elektryczność w nerwy, metale zaś zowią armaturą czyli uzbrojeniem tych części: nakoniec łuk metalowy, którym się dotyka dwóch uzbrojeń, zowie się łukiem wzbudzącym. Następujące doświadczenia czynione, tak przez Galwaniego, iako też przez jego stronników, objaśniają przytoczoną teorię.

J. 161. Łuk zwierzęcy.

Doświadczenie 1wsze. Oddzielają się zupełnie dwa uda z żaby odartej ze skóry, tak, że tylko są z sobą złączone nerwami, kładą się te nerwy na listku cynowym, lub ołowianym, pod udo zaś którekolwiek podkładają kawałek srebra, czyli ta część zwierzęcia uzbraja się. Zrobiwszy komunikacyą tym dwóm metalom przez drót mosiężny, okazuje się natychmiast poruszenie, ale tylko w udzie położoném na metalu.

2gie. Przygotuje się żaba zwyczajnym sposobem, ale tak aby część wyższa tułuba, głowa i uda, łączyły się za pomocą nerwów ze grzbietem żaby. Kładzie się wyższa część tułuba na listku ołowianym, uda leżą na kawałku

srebra, czyli uzbrajają się te części zwierzęcia, nerwy zaś nie są uzbrojone: daie się potem komunikacyą między ołowiem i srebrem, stawia się jeden koniec łuku metalowego na ołowiu, drugi na srebrze, czyli łączy się przez to tułub z udami; natychmiast okazuje się poruszenie w udach.

3cie. Bierze się udo z żaby, przewiążą się w środku nerwy niciami, część nerwu z jednéj strony przewiązana kładzie się na cynowém, lub ołowianém tabliczce, udo zaś będące z drugéj strony przewiązania, kładzie się na tabliczce srebrnéj: daie się komunikacyą tym dwóm uzbrojeniom za pomocą łuku metalowego, okazuje się natychmiast poruszenie. Do tego doświadczenia trzeba używać świeżéj żaby i żywéj; bo nie byłoby najmniejszego wzruszenia, gdyby użyto żaby wycienzonej długimi doświadczeniami.

4te. Przecina się w pośrodku nerw z jednéj nóżki, uzbrajają się te dwie części nerwu: daie się im komunikacyą przez łuk metalowy; okazuje się natychmiast poruszenie, tak właśnie, iak kiedy nerw nie był przecięty. Jeżeli dwie części nerwu przeciętego są tylko koło siebie położone, ale się nie stykają z sobą, nie będzie w nich żadne wzruszenie po danéj komunikacyi. Dwie części nerwu przeciętego oddaliwszy od siebie, jeżeli im damy komunikacyą za pomocą nici, nie nastąpi żadne poruszenie, jeżeli zaś nitka jest wilgotna, może się okazać wzruszenie, ale to doświadczenie nie zawsze się uda.

5te. Oddzielaią się od iednéyże żaby dwa uda, kładzie się jedno na kawałku srebra, a drugie na ołowiu: daie się komunikacya tym dwom uzbroieniom, łukiem metalowym, okazuje się zaraz poruszenie w obudwu udach.

6te. Oddalić trzeba od siebie dwa uda żaby na trzy stopy; przez odległość tę niech idzie dróciak metalowy łączący końce nerwów: dawszy potem komunikacyą łukiem metalowym dwóm uzbroieniom; okaże się zaraz poruszenie w obudwu udach.

7me. Odarłszy dwie żaby ze skóry, i oddzieliwszy ich uda od tułubów, łączą się nerwy iednéy żaby z nerwami drugiey: kładą się potem uda iednéy żaby na tabliczce cynowéy, drugiey zaś uda na tabliczce ołowianéy; skoro się da komunikacya ołowiu z cyną za pomocą drótu metalowego, natychmiast okaże się poruszenie w obudwu żabach. Jeżeli jedna z nich zmordowana jest poprzedniczym doświadczeniem, ta zoftaie w spoczynku, wszelako przemieniwszy ich uzbroienia, następuje w obudwu poruszenie.

8me. Oddzieliwszy nerw z muskułów uda żaby, kładzie się koniec tego nerwu na kawałku srebra, pod środek zaś jego poddaie się kawałek ołowiu, przez to mięsień nie jest uzbroiony, tylko dwa końce nerwu. Dawszy potem komunikacyą ołowiu ze srebrem za pomocą drótu metalowego, następuje poruszenie w części, od której nerw nie jest oddzielony, mięsień zaś, od którego nerwy są odłączone, zostanie w spoczynku.

9te. Kładzie się udo żaby na talerzu miedzianym posrebrzonym, i na tabliczce cynkowéy, tak aby leżało i na talerzu i na cynku: okaże się poruszenie w tym razie, chociaż na pozór nerw nie jest dotknięty dwoma metalami, i same tylko mięśnie składają niby łuk zwierzęcy.

10te. Kładą się między uzbroieniami części żaby, których doświadczamy, kawałki muskułów lub nerwów z innych żab: okaże się wszelako poruszenie, gdy damy komunikacyą dwóm uzbroieniom.

11ste. Nie odziéra się żaba ze skóry, ale się kładzie na czterech szpilkach w stół utwierdzonych: listek cyny poddaie się pod brzuch żaby, listek zaś srebrny kładzie się na iéy grzbiet: dawszy komunikacyą cyny ze srebrem, za pomocą drótu mosiężnego, okaże się słabe poruszenie w żabie, mocniejsze tylko da się widzieć w udach. Nie kładąc w tém doświadczeniu listka cynowego na brzuch żaby; po dotknięciu się łukiem metalowym uzbroionego iéy grzbietu, i samego tylko brzucha, nie okaże się najmniejszego poruszenie. W powszechności, doświadczenia te daleko są mocniejsze, gdy żaby odarte są ze swéy skóry, aniżeli gdy są całkowite.

Z przytoczonych doświadczeń następujące wnioski wyprowadzić można. 1o. Ze łuk zwierzęcy może się składać, albo z nerwów i muskułów między niemi zawartych, albo tylko z samych nerwów. 2re. Ze tém samym istotną część łuku zwierzęcego, składa się iedynie z nerwów; ponieważ mięśnie są zawsze poprzeplatane bar-

dzięty, lub mniej nerwami. *3cie.* Ze wszystkie części łuku zwierzęcego, powinny być ciągłe; albo też z sobą złączone. *4te.* Ze przewiązanie nerwu, albo też jego przecięcie, nie przerywa ciągłości łuku zwierzęcego, byle tylko części przewiązane, lub przecięte łączyły się z sobą. *5te.* Ze różność części składających łuk zwierzęcy, czyli to je bierzemy z jednego zwierzęcia, czyli też z różnych, nie przerywa ciągłości łuku zwierzęcego, byle tylko te części były z sobą połączone. *6te.* Ze przerwany łuk zwierzęcy może się złączyć inną jaką istotą, np. drótem metalowym, byle tylko ciągłość łuku zwierzęcego była zachowana. *7me.* Ze te tylko mięśnie ściągają się przez działanie płynu galwanicznego, w których się kończą nerwy składające łuk zwierzęcy: skąd wypada, że w tych częściach mięśnia, mocniejsza jest wzruszenie, które są odleglejsze od końców łuku zwierzęcego. *8me.* Ze gdy początek wszystkich nerwów składających łuk zwierzęcy obrócony jest ku jednemu z jego końców; natenczas mięśnie odpowiadające drugiemu końcowi, wystawione są na działanie płynu galwanicznego. *9te.* Ze gdy łuk zwierzęcy składa się z różnych nerwów, których początek odpowiada środkowi tego łuku; natenczas mięśnie okazują jednakowe poruszenie na obu dwu jego końcach. *10te.* Ze zoftawiona skóra na zwierzętach, osłabia znacznie skutek galwanizmu.

§. 162. Łuk wzbudzaiący.

Łuk wzbudzaiący składa się ze trzech części: ze dwóch uzbroień metalowych, z których jedno dotyka się nerwu, drugie mięskulu, i z łuku metalowego dającego komunikacją tym dwóm uzbroieniom. Trzy te części składające łuk wzbudzaiący, są pospolicie z różnych metali; i chociaż to ułożenie części zda się być potrzebne, okazemy jednak, iż niekoniecznie są istotne do wzbudzenia skutków galwanicznych.

Doświadczenie 1wsze. Daie się komunikacja ołowiu dotykającego się nerwu, ze srebrem dotykającym się mięskulu za pomocą łuku mosiężnego; okazuje się poruszenie: to okazywać się także będzie, ale w różnych stopniach, jeżeli następujące metale, biorąc je po trzy, składać będą łuk wzbudzaiący, to jest: złoto, srebro, platyna, cyna, ołów, miedź, cynk, nikiel, antymonium, żelazo. Używając dwóch tylko metali odmiennych dla zrobienia łuku wzbudzaiącego, można je rozdzielić na trzy części, albo tylko na dwie, iak okazuje następujące doświadczenie.

1gie. Sztuka srebra dotyka się mięskulu, nerw nie jest uzbroiony: łuk miedziany, lub złoty dotyka się jednym końcem gołego nerwu. drugą zaś sztuką srebra leżącą pod mięskulem okazuje się poruszenie w mięskule.

2cie. Pod nerwem leży kawałek cyny, lub srebra, mięskul nie jest uzbroiony: dotykając się jednym końcem łuku złotego, gołego mięskulu,

drugim zaś uzbrojenia nerwu, okazuje się poruszenie w muskule za dotknięciem się nerwu.

4te. Urządza się odarta ze skóry żaba, tak aby iéy części zadnie łączyły się z przednimi samými tylko nerwami: głowa iéy kładzie się na tabliczce ołowianey, nerwy i uda nie są uzbroione. Za pomocą łuku mosiężnego dotknąć się trzeba z jednéj strony ołowiu, z drugiéj zaś nieuzbroionych nerwów; natychmiast muskuly udowe gwałtownie się poruszają.

5te. Grzbiet żaby odartéy leży na tabliczce ołowianey, uda nie są uzbroione. Łuk srebrny dotyka się jednym końcem naprzód udów, potem drugim końcem ołowiu leżącego pod grzbietem; okaże się poruszenie w udach za dotknięciem ołowiu, na którym grzbiet spoczywa: nie byłoby zaś poruszenie, gdybyśmy naprzód dotknęli się ołowiu, a potem udów.

Obaczmy teraz, jaki skutek sprawuje łuk wzbudzający ze trzech części złożony.

6te. Dwa uda żaby odartéy są od siebie oddzielone, i łączą się tylko z sobą odpowiadającymi nerwami, czyli to kładąc je na sobie, czyli też dając im komunikacyą dróćkiem ołowianym: jedno udo leży na tabliczce srebrnéj, drugie na tabliczce ołowianey. Dotykając się łukiem srebrnym tabliczki srebrnéj i ołowianey, okażą się skutki galwanizmu w obudwu udach. Jeżeli żaby zwyczajnym sposobem przygotowanej, nerw jest uzbrojony srebrem, muskuł zaś złotem, i łuk łączący te dwa uzbrojenia jest także ze złota; natenczas żadnego nie będzie

poruszenia, chociażbyśmy użyli innych sposobów wzbudzających drażliwość w zwierzęciu, o których niżej powiemy. Podobnyż byłby skutek, gdybyśmy użyli dwóch uzbrojeń srebrnych, i łuku dającego im komunikacyą z żelaza lub miedzi. Stąd wypada, że łuk wzbudzający złożony ze dwóch tylko metalów, słabszy skutek okazuje, aniżeli ten, który się składa ze trzech metalów.

Obaczmy nakoniec, jaki skutek sprawuje łuk wzbudzający z jednego tylko metalu złożony.

7me. Kładzie się żaba, albo tylko iéy części na merkuryuszu czystym i suchym, tak aby nerw wolno wisiął, muskuł zaś nad nim będący dotykał się powierzchni merkuryuszu: dawszy komunikacyą nerwu z merkuryuszem, okaże się poruszenie w udach. Tenże sam skutek będzie kładąc żabę, albo iéy części na srebrze, ołowiu, lub węglu czystym.

8me. Metal dobrze oczyszczony od obcych istot, rozdziela się na dwie części, jedna kładzie się pod nerw żaby, druga pod iéy muskuł, zbliżając się potem ku sobie te dwa uzbrojenia; skoro się tylko zetkną, okaże się poruszenie w udach.

9te. Biorą się trzy kawałki z jednegoż metalu oczyszczonego, dwa służą za uzbrojenia: jeden do nerwu, drugi do muskułu, trzecim zaś kawałkiem daje się komunikacya tym dwóm uzbrojeniom; okaże się podobnyż skutek iak w poprzedzającym doświadczeniu. Trzeba tylko na to mieć wzgląd, że te doświadczenia nie udadzą się na żabach słabych, lub zmordowanych poprzednicze-

mi probami; i że nie każdego dnia i czasu podobnyż skutek okazują.

Z tych doświadczeń wypada, że łuk wzbudzący złożony z jednego metalu, nie tak jest skuteczny, jak składający się ze dwóch metalów, i że w powszechności, tém mocniejsze są skutki galwaniczne, im więcej wchodzi metalów w skład łuku wzbudzającego.

§. 163. Działanie prądu galwanicznego na człowieka.

10d. Humboldt kazał był sobie postawić na plecach dwa wezykatory, humor wyciekający z bembłów nie miał żadnego koloru, lecz za przyłożeniem tabliczki srebrnej do jednéj rany, gdy się iéy dotknęto kawałkiem cynku, znowu humor płynąć zaczął, nastąpiło bolesne uczucie: humor zaś tak był ostry, że części ciała, które skrapiał, miały na sobie pręgi. Dano potem komunikacją drugiéj ranie z tabliczką srebrną, za pomocą łuku cynkowego, nastąpiła mocniejsza jeszcze boleść, i muskuły na plecach i szyi ściągały się na przemiany. Nakoniec pod jednę tabliczkę srebrną wpuszczono kilka kropel wody, mającéj w sobie rozpuszczony potasz, natychmiast drżenie muskułów i boleść okazały się w mocniejszym stopniu.

2re. Postaw na tabliczce srebrnej kubek cynkowy, lub cynowy napełniony wodą, dotknij się srebra ręką zmoczoną, a zaś wody w kubku będącéj, końcem języka; doświadczysz szczegó-

niejszego smaku kwaśnego. Podobneż nastąpi uczucie, podłożywszy pod język kawałek srebra, a na wierzch jego kawałek cynku, i dawszy komunikacją tym dwóm uzbrojeniom jakim łukiem metalowym.

3cie. Przyłóż kawałek srebra do jednego oka, do drugiego zaś kawałek cynku: dawszy komunikacją tym dwóm metalóm obaczysz kształt błyskawicy przed oczyma.

§. 164. O wpływie różnych przyczyn w skutki galwaniczne.

10d. Okazano licznemi doświadczeniami, iż wydaie się skutek galwanizmu za poruszeniem części zwierzęcych, i że wtenczas ustaie, gdy te są w spoczynku.

2re. Elektryczność znacznie dopomaga do wzbudzenia w zwierzętach skutków galwanicznych, jak okazuje następujące doświadczenie. Weź żabę zmordowaną poprzedniczemi doświadczeniami galwanicznemi, i w której już najmocniejsze łuki wzbudzające, jako to srebro i cynk najmocniejszego poruszenia nie sprawiają, przybliż ją do elektroforu naładowanego, tak aby z wierzchniego talerza iskra na nią wypadła. Ta żaba wystawiona znowu na zwyczajne doświadczenia galwaniczne, takie skutki okaże, jak gdyby świeżo była użyta.

3cie. Spirytus winny, i kwas solny przesycony kwasoczynem (*acide muriatique oxigéné*), są przeciwne skutkóm galwanicznym, jak się o-

kaznie z następujących doświadczeń. Trzymaj zanurzony nerw i mięsień żaby w spirytusie winnym przez dwie, lub trzy minuty, wyjąwszy potem tę część ze spirytusu, słabe okażą się w nich znaki galwanizmu. Zanurzając je powtórnie, najmniejszego znaku poruszenia nie okażą, chociażby były pobudzane najmocniejszymi łukami.

Zanurz w kwasie solnym przesyconym kwasoczynem części żab osłabionych poprzednicami doświadczeniami, nie odzyskują bynajmniej dawniejszej sposobności okazywania znaków galwanizmu.

Zanurz udo rzeźwicy żaby w wodzie, w której jest potasz rozpuszczony, okażą się lekkie ściągania w mięśniach, i nieustające drżenie.

Nakoniec ciągłe doświadczenia szkoły lekarskiej w Paryżu okazały, iż zwierzęta uduszone od waporów z węgla, lub od płynu wodorodnego siarkowego (*gaz hydrogène sulfuré*): nieczułem były na doświadczenia galwaniczne. Te zaś, które utraciły życie pod dzwonem maszyny pneumatycznej po rozrzedzeniu powietrza, lub w płynie wodorodnym, kwasie siarczanym, i solnym przesyconym kwasoczynem, okazywały znaki galwanizmu, dotknięte wzbudzającymi łukami.

§. 165. Kolumna galwaniczna.

Przytoczone wyżej doświadczenia były przez czas niejaki granicą wynalazków w galwanizmie; lecz kiedy *Alexander Volta* Nauczyciel Fizyki i

Historji Naturalnej w Pawii, usiłując znaleźć stosunek między płynem elektrycznym i galwanicznym, wiele nowych uczynił doświadczeń okazyujących podobieństwo tych dwóch płynów; natenczas umiejętność ta obszerniejsze pole do czynienia postrzeżeń Fizykom zostawiła. Narzędzie ułatwiające robotę doświadczeń, wynalezione przez *Volte*, składa się z następujących części. Na postumencie jakimkolwiek A (Figura 196), ustawiają się prostopadle trzy, albo cztery słupki szklane, lub drewniane polakierowane, między nie wkładają się talerzyki dwóch różnych metalów po parze, i każda para przekłada się płatkami wilgotnym: niech będą dwa metale, cynk i miedź, tedy ułożenie kolumny tym porządkiem: połóż się na postumencie A talerzyk, np. cynkowy, na nim miedziany, potem się kładzie na talerzyku miedzianym plutek wilgotny, na nim druga para, mając stożek wzgląd, aby zawsze w każdej parze był cynk na spodzie, a miedź na wierzchu, i pary były oddzielone od siebie wilgotnymi płatkami: takich par talerzyków ułożywszy 50, 80, albo 100. i t. d. gotowa będzie kolumna do czynienia doświadczeń. Można zaczynać ustawianie kolumny od miedzi, a natenczas w każdej parze cynk będzie na wierzchu. Ponieważ pospolicie trzeba dawać komunikacją spodniemu talerzykowi przy A, z wierzchnim talerzykiem D; przeto dla większej w tym razie wygody, idą od talerzyków A i D druty metalowe z gałeczkami B i C, słońbi też pod talerzyk A podkłada się tabliczka

mosiężna z łańcuszkiem, podobną tabliczką kładzie się na talerzyku D: w tym razie każdy może użyć sposobu, jaki się mu będzie zdawał najszybszy. Co się tyczy płatków wilgotnych, te albo mogą być zmoczane w wodzie pospolitej, albo w wodzie w której jest rozpuszczona sol kuchenna, lub ammoniakowa. Tak ustawivszy kolumnę galwaniczną, następujące doświadczenia czyścić można.

§. 166. *Wzruszenie, iskry, palenie ciał.*

Trzeba zmoczyć obie ręce w wodzie pospolitej, albo jeszcze lepiej w wodzie, w której jest sól jaka rozpuszczona, trzymając potem jedną ręką za gałkę B kolumny galwanicznej (Figura 196), a drugą ręką za gałkę C, uczuć się da wstrząśnienie w obu rękach aż do łokciów, i to póty trwać będzie, póki ręce dotykają się dwóch końców kolumny. Obłożivszy zaś ręce zmoczone blaszką ołowianą, lub cynową; po dotknięciu się obu rąk gałek, nastąpi nierównie mocniejsze szarpnięcie, jak pierwej.

Jeżeli przez kilka minut dotykasz się palcami końców kolumny; po odjęciu ich uczujesz w palcach jakoweś ściąganie.

Jeżeli kilka osób weźmie się za ręce, i pierwsza z nich dotyka się jednego końca kolumny, ostatnia zaś drugiego, uczują wszystkie razem wstrząśnienie w rękach, które tém słabsze będzie, im większa liczba stanie osób do tego doświadczenia: jeżeliby zaś te osoby stały na stoł-

kach elektrycznych, doznałyby mocniejszego uczucia.

Do gałki B (Figura 196), trzeba przywiązać dróćik żelazny, tak długi, jak jest kolumna galwaniczna: dotykając się drugim jego końcem gałeczki C, wydobędzie się iskra świetna z drotu kształt gwiazdy. Gdybyśmy zaś w tém doświadczeniu użyli drotu ze złota lub platyny, pokazałyby się tylko na nim punkt świecący. Skąd wypada, że te iskry gwiazdki wydające, pochodzą od palenia się metalów, ponieważ ich nie wydaie złoto i platyna, które najmniej się palą z pomiędzy metalów.

Palenie metalów za pomocą kolumny galwanicznej było okazane w szkole Politechnicznej przez OO. *Hachette* i *Thenard* w przytomności sławnych Chimików Francuzkich *Fourcroy* i *Vauquelin*. Ustawiono kolumnę z ośmiu par talerzów, z których każdy miał średnicy 10 cali. U spodniego i wierzchniego talerza wisiały dróty mosiężne: jeden z nich miał na końcu dróćik żelazny w wężyka skręcony. Napełnivszy potem dzwon stojący na merkuryszu płynem kwasorodnym (*gaz oxigène*), wpuszczono weń dróty u końców kolumny galwanicznej wiszące; zbliżano je potem ku sobie; iak tylko dróćik żelazny dotknął się drotu mosiężnego, natychmiast szczerwieniał i zaczął się palić żywym blaskiem, rozrzucając iskrawe iskry na wszystkie strony, reszta drotu żelaznego niespalona zakończyła się w gałkę okrągłą. Czynione to doświadczenie w płynach duszących, iako to wodorodnym, sa-

letrorodnym, lub kwasie węglowym; nie okazało podobnego skutku: drót się tylko zaczerwiecił, ale się nie palił.

§. 167. Rozbiór wody za pomocą kolumny galwanicznej.

Panowie *Nicolson* i *Carlisle* Anglicy rozebrali wodę na dwa ię pierwiastki, za pomocą kolumny galwanicznej następującym sposobem. Rurkę szklaną mającą pół cala średnicy napełnili wodą rzeczną; zatkawszy potem obadwa ię otwory korkami, przepuścili przez nie dróty metalowe, tak aby ich końce wewnątrz rurki będące były od siebie odległe na 1. cal $\frac{3}{4}$ cala: ustawili kolumnę z trzydziestu sześciu par talerzyków srebrnych i cynkowych wielkości talara, dali nakoniec komunikacją drótom wychodzącym zewnątrz z obu końców rurki szklanej, z wierzchem i spodem kolumny galwanicznej; natychmiast zaczęły się wydobywać drobne buleczki powietrzne z końców tego dróćka, który miał komunikacją ze spodem kolumny, to jest z talerzem srebrnym, koniec zaś przeciwnego dróćka mający komunikacją z talerzykiem cynkowym na wierzchu kolumny, żadnych bulek nie wydawał, lecz odmieniał kolor swój metaliczny, to jest wydawał się naprzód ciemno pomarańczowy, a potem czarny. Kiedy przewrócili rurkę szklaną, zaczął się wydobywać płyn z końca tego drótu, który przypadł na dół, a zaś z pierwszego wcale ustał, tylko jego koniec podobnie jak pier-

wszy

wszy odmieniał swój kolor. Dawszy znowu pierwsze położenie rurce, okazały się takie skutki, jak w pierwszym doświadczeniu. Takiego urządzenia nie odmieniano przez pół trzeciej godziny: wyższy dróćek zaczął się powlekać mgłą nakształt piany białej, która przy końcu doświadczenia odmieniła się w zieloną, i wisiała w niteczkach prostopadłych; jeżeli które z nich odpadały, maciły wodę i osiadały potem na dnie rurki zachowując kolor blade zielonawy.

Drót niższy długi na $\frac{3}{4}$ cala ciągle wydawał bulki powietrzne, chyba tylko w ten czas uftawał, kiedy jakim innym przewodnikiem dano komunikacją obu końcom kolumny, lecz po przerwaniu ię, znowu po upłynionych dwóch sekundach zaczęły się wydobywać bulki powietrzne. Płyn sprężny wydobywający się ze spodniego dróćka, napełnił rurkę na $\frac{1}{15}$ cala sześciennego w przeciągu półtrzeciej godziny: zmieszano go z równą ilością pospolitego powietrza, i wypuściwszy tę mieszaninę na palący się stoczek, dał się słyszeć huk podobny do palącej się mieszaniny płynów wodorodnego i kwasorodnego. Przewrócono potem kolumnę galwaniczną, przez co cynk poszedł na spód, a srebro na górę, natenczas i skutki były odwrotne, to jest dróćek z wierzchnim talerzykiem kolumny mający komunikacją, zaczął wydawać bulki powietrzne, dróćek zaś mający komunikacją ze spodnim talerzykiem odmieniał swój kolor metaliczny.

TOM II.

Ff

Czyniący to doświadczenie zadziwili się nad tym szczególniejszym rozbiorem wody, to jest, że wydobywał się płyn wodorodny przez dotyknięcie się jednego dróćka wody, gdy tym czasem kwasorod, drugi pierwiastek wody, łączył się z drugim dróćkiem odległym od pierwszego prawie na dwa cale. Nowy ten skutek nie jest jeszcze wytłumaczony. Ponieważ odległość między dróćkami znaczną jest okolicznością w tym wypadku, trzeba było dochodzić, jaka być powinna odległość największa. Użyto naprzód rurki na 36 cali długiej, i nalawszy ją pełno wodą, wpuszczono z obu dwu jej końców dróty, dając im taką od siebie odległość, jak w poprzedzającym doświadczeniu, ale żadnego skutku nie było. Nie doświadczano jednak, jak powinny być odległe od siebie dróćki wewnątrz rurki wpuszczone; okazać tylko można w powszechności, że tém prędzyszy jest rozbiór wody, im bardziej dróty ku sobie są zbliżone; byle się tylko nie stykały, bo w takim razie żadnego skutku nie będzie.

P. Carlisle powtarzał toż samo doświadczenie używając drotów miedzianych i wody błękitno zafarbowanej turnesolem. Drót rdzewiejący czyli łączący się z kwasorodem był na dole i miał komunikacją z cynkiem: woda ta prawie w dziesięciu minutach odmieńała się w czerwoną, w tej części rurki, przez którą dróćek przechodził, reszta wody zachowała kolor błękitny. Zapewne się tedy utworzył jakowyś kwas, albowi też kwasorod łączący się z istotą kolor wodzie dającą, sprawił na nię skutek kwasu. Pan Nicolson uwa-

żał, że kolumna galwaniczna przez dwa, a czasem przez trzy dni swoje skutki okazywała, że tak wszystkie ię pary talérzyków, iako też w szczególności każda para rozbiór wody uskutecznić może, że rdzewiejąca powierzchnia wilgotna talérzyków cynkowych, czyli łącząca się z kwasorodem wydaie płyn wodorodny, że sol pospolita, która się rozpuszcza w wodzie dla zmocnienia skutków kolumny, rozkłada się także na swoje pierwiastki, to jest na kwas solny i sodę; ponieważ soda pokazuje się na brzegach talérzyków cynkowych.

PP. Nicolson i Carlisle mając inne prywatne swoje zatrudnienia, nie mogli razem czynić doświadczeń z kolumną galwaniczną; przeto sam Nicolson robił je w następujący sposób. Kazał bić blaszki z cynku grube na $\frac{2}{3}$ część cala i ze srebra czystego, tak cienkie, iak tylko je można było wybić; to jest miały grubości na $\frac{1}{1000}$ cala: z takich blaszek metalicznych zrobił dwie kolumny galwaniczne, jedna miała 16 talérzyków cynkowych i tyleż srebrnych szerokich na dwa cale; druga kolumna z tyluż par złożona, miała talérze szerokie tylko na $\frac{1}{3}$ cala. Czynił naprzód doświadczenia z kolumną mniejszą, potem z większą: nareszcie z taką kolumną, której talérzyki dosyć znaczną grubość miały; z tych się okazało, że większa liczba par talérzyków znaczniejsze skutki okazuje, tak w rozbiórze wody, iako też w wzruszeniu ciała ludzkiego, aniżeli większa ich powierzchnia. Rozumie także, że grubość talérzyków bynajmniej skutku

nie powiększa ; mogą zatem być iak najcieńsze, lecz w tém będą niewygodne, iż przez częste polerowanie tak ścięnczeją, że się na nic nie przydadzą.

Okazał potem *Nicolson* rozbiór wody używając dwóch drótów z platyny, to jest z tego metalu, który, iak wiadomo, naytrudniey rdzewieie, czyli łączy się z kwasorodem; ieden z tych drótów był na końcu zaokrąglony i miał grubości na $\frac{1}{40}$ cala: drugi, takieyże prawie masy, był płaski i miał szerokość na $\frac{1}{5}$ cala: wpuścił ie w rurkę mającą średnicę na $\frac{1}{4}$ cala. Dawszy komunikacyą iednemu drutowi z wierzchem kolumny, a drugiemu z iéy spodem, następujący był wypadek: dróciak złączony z talérzykiem srebrnym wydawał obficie bulki powietrzne, dróciak zaś z cynkowym talerzykiem złączony mnieyszą ilość płynu dostarczał: lecz nie pokazała się żadna mgła w wodzie, nie widać było skwaszenia, czyli odmiany koloru w powierzchni metalu, chociaż cztery godziny trwało doświadczenie. Naturalny wypadał wniosek, że liczniéy wydobywające się bulki powietrzne, to jest z dróciaka złączonego ze srebrem, były płynem wodorodnym, drugi zaś płyn w mnieyszéy obfitości zbierający się z dróciaka odpowiadającego talérzykowi cynkowemu, był kwasorodny. Powtórzył też samo doświadczenie z podobnymże skutkiem na dwóch blaszkach szerokich z bitego złota. Użył potem dróta mosiężnego i blaszki złotéy; kiedy drót mosiężny miał komunikacyą z talérzykiem srebrnym, obadwa płyny wydobywały się przez

dwie godziny i nie rdzewiał metal, tak iak w poprzedzających doświadczeniach; lecz kiedy, po przewróceniu kolumny, złączył drót mosiężny z talerzykiem cynkowym, a blaszkę złotą z talerzykiem srebrnym, natenczas drót mosiężny żadnego płynu nie wydał, tylko rdzewiał, tak właśnie, iak gdy dwa dróty mosiężne były użyte. Kiedy znowu złączył blaszkę złotą z talerzykiem cynkowym, a drót mosiężny z talerzykiem srebrnym, i przez dłuższy czas trwało doświadczenie; natenczas blaszka złota przy końcu czerwienieć zaczęła, czyli nabierała koloru miedzi. Trudno dociec w tym przypadku, czyli skutek ten pochodził od skwaszenia się złota, czyli też od skwaszenia miedzi, którey $\frac{1}{5}$ część swoiego ciężaru blaszka w sobie zawierała.

Rozbiór wody na dwa iéy pierwiastki za pomocą drótów platynowych, zachęcił *Nicolsona* do zabrania osobno tych dwóch płynów. W tym zamierze ustawił dwie kolumny obok siebie: iedna składała się z trzydziestu sześciu par talerzyków, i miała na spodzie srebro, a na wierzchu cynk: druga złożona z trzydziestu dwóch par talerzyków miała na spodzie cynk, a na wierzchu srebro: spody dwóch tych kolumn miały z sobą komunikacyą: przeto dwie te kolumny można było uważać za iedną na połowę rozdzieloną; iakoż dotykając się obudwu wierzchów rękami umaczanemi, dawało się uczuć mocne w nich szarpanie. Tak przygotowawszy kolumny, następujące zrobił doświadczenie: Wziął dwie rurki szklane, przez ieden koniec każdej przepuścił

drót platynowy, przez drugie zaś końce przechodziły druty mosiężne stykające się z pierwszemi: rurki po wierzchu posmarowane były tłustością, aby sławszy się wilgotnemi, nie przepuszczały płynu galwanicznego. Zanurzył koniec rurek, z których wychodziły druty platynowe, w naczynie z wodą, w którym stały dwa małe słoiki napełnione wodą, i obrocone otworami na dół, iak pospolicie stawiają się naczynia do zbierania płynów sprężnych: pod te dwa słoiki poddane były druty platynowe z końców rurek wychodzące, odległość między ich końcami była na dwa cale; dał potem komunikacją drotém mosiężnym z wierzchami kolumny; natychmiast z końca każdego drótu platynowego zaczął się wydobywać plyn sprężny, obficiey iednak z tego, który był złączony z talerzykiem srebrnym: bulki powietrzne zdawały się wydobywać ze wszystkich części wody w słoikach będącý, i osiadały na wewnętrznych bokach tych naczyń. Trwało to doświadczenie przez trzynaście godzin, potem wyciął dróty ze słoików, i przepuścił płyny w nich zebrane we dwie buteleczki: jeden z nich był plynem wodorodnym, to jest ten, który się wydobywał z dróćnika odpowiadającego talerzykowi srebrnemu: drugi zaś był plynem kwasorodnym, który się wydobywał z drótu złączonego z talerzykiem cynkowym.

§. 168.

§. 168. *Działanie kolumny galwanicznój na pospolite powietrze.*

Biot i *Cuvier* Akademicy Francuzcy doświadczyli, iakie jest działanie kolumny galwanicznój na pospolite powietrze. W tym zamiarze ułożyli kolumnę z talerzyków cynkowych i miedzianych, przekładając każdą parę suknem maczany w wodzie, w którój była rozpuszczona sól amoniacka. Postawili tę kolumnę na wodzie i przykryli ją dzwonem, przez co komunikacya powietrza w dzwonie będącego była przecięta od zewnętrznego: od końców téy kolumny szły zewnątrz dzwona druty żelazne przez rurki szklane zakrzywione i napełnione wodą. Stała tak kolumna 48 godzin; woda podniosła się w dzwonie na piątą prawie część iego objętości, skąd oczywisty wniosek, że powietrza w nim ubyło: pozostałe w dzwonie powietrze, miało własności płynu salctrorodnego (*azote*); było bowiem lżeysze od pospolitego powietrza, gasiło ogień, odbierało życie, i t. d.

Przekonawszy się, iż plyn kwasorodny przez kolumnę strawiony został, wypadalo zapewnić się, czyli ten plyn powiększał iey skutki. Na ten koniec postawili kolumnę na wodzie, przykryli ją dzwonem wysokim wiadomój objętości, dali komunikacyą zewnątrz od dwóch końców kolumny przez dróćniki żelazne idące przez rurki szklane napełnione merkuryuszem: potem gdy wyszali część powietrza z dzwona, którym przykryta była kolumna, podniosła się w nim woda

do pewéy wysokości. Tak urządzona kolumna, stała przez 17 godzin, w czasie którym wyżej jeszcze woda podniosła się w dzwonie, stąd wniesli, że powietrze w nim zostawione utraciło swój kwasorod, kolumna także żadnego skutku nie okazywała. Wpucili potém w ten dzwon naysztabszego płynu kwasorodnego tyle, aby zabrał miejsce wody w nim będącý, natychmiast kolumna odzyskała swoję dzielność, okazując tak mocne skutki, iak przed doświadczeniem, po niejakim czasie znowu zaczęła woda w dzwon podnosić się, skąd wniesli, że ubywało kwasorodu.

To doświadczenie przekonało, iż kwasorod w niektórych przynajmniej okolicznościach wiele pomaga do powiększenia skutków kolumny: pozostało tylko dowiedzieć się, czyli ten kwasorod koniecznie jest potrzebny do wyprowadzenia iéy skutków. W tym zamiarze ustawiwszy znowu kolumnę na talerzu maszyny pneumatycznéy, nakryli ją dzwonem wysokim, przez którego wierzch przechodził pręt metalowy dotykający się wierzchu kolumny: można zatem było łatwo dać komunikacyą obudwom końcom kolumny pod dzwonem będącý, łącząc drot z talerzem maszyny pneumatycznéy. Po naydoskonalszém rozrzedzeniu powietrza w dzwonie, doświadczali kolumny: sprawowała iednak mocne szarpnienie, i można było rozebrać wodę na dwa piérwiastki. Z tego doświadczenia wniesli, iż chociaż pospolite powietrze wzmacnia w niektórych okolicznościach skutki galwaniczne, te iednak mogą się okazywać, gdy kolumna w części jest zostawiona.

J. 169. O Ruchu płynu galwanicznego.

Czyniączy doświadczenie z kolumną galwaniczną w szkole lekarskiéy w Paryżu, okazali, iż każdy iéy koniec wydaie płyn szczególny, którego cząstki wzajemnie się odpychają; cząstki zaś płynu wydobywającego się z wierzchu kolumny przyciągają do siebie cząstki płynu wychodzącego ze spodu kolumny. Dana była komunikacya zewnętrzný powierzchni butelki Leydeyskiéy ze spodem kolumny, na którym był talerzyk miedziany, wewnętrzną zaś powierzchnią butelki złączono z wierzchem kolumny, gdzie był talerzyk cynkowy: po niejakim czasie odjęto butelkę; doświadczając iéy, przekonano się, iż wewnątrz powierzchnia miała elektryczność dodatnią, zewnętrzna zaś ujemną. Z tego więc doświadczenia wypadło: 1o. że płyny wydobywające się z obudwu końców kolumny przyciągają się wzajemnie. 2o. że cząstki płynu z jednego końca wychodzącego odpychają się, czyli że iest iakieś podobieństwo płynu galwanicznego do materyi elektrycznéy. Z tego doświadczenia usiłował okazać Biot, że ruch płynu galwanicznego zależy szczególniéy od rozmaitéy powierzchni talerzyków, z których się składa kolumna.

Wiadomo iest, mówi on, że ostre końce ściągają materiyą elektryczną i łatwo ją od siebie oddalsią: własność ta powinna się okazywać we wszystkich płynach, których cząstki wzajemnie się odpychają. Im okrągleysze są końce, tém dłużej zatrzymują płyn na sobie: stąd powierzch-

chnie płaskie, które można brać za części kul wielkich, tém dłużey zatrzymać na sobie powinny płyn zebrany, im większe są ich powierzchnie; Okazuje się to widocznym sposobem na kondensatorze P. *Volty*: (narzędzie to różni się tém od elektroforu, że zamiast spodniego talerza żywicznego, używa się talerz marmurowy, albo z drzewa suchego, albo nakoniec metalowy posmarowany jakim pokostem): W tym tedy kondensatorze, talerz wierzchni metalowy dopóty utrzymuje na sobie elektryczność, dopóki całą swoją powierzchnią leży na spodnim talerzu, łatwo zaś ją opuszcza, jeżeli się go tylko krawędzią dotyka. Podobnym sposobem wyznaczyć można prędkość płynu galwanicznego oddalającego się z kolumny: gdy obadwa iéy końce mają z sobą komunikacyą, natenczas ruch płynu galwanicznego, tém większy być powinien, im mniejsze są talerzyki, z których jest kolumna złożona, tém zaś wolniejszy będzie, im większa jest powierzchnia talerzyków. Jeżeli więc ułożemy dwie kolumny, jednę z wielkich talerzów, a drugą z małych; tedy pierwsza mieć będzie większą obfitość płynu galwanicznego, druga mniejszą; ale z pierwszey wolniej, z drugiey prędzey, płyn zebrany oddalać się będzie: okazuje się to doświadczeniem: kolumna z talerzów wielkich złożona, nie sprawi żadnego wzruszenia dotykając się rękami zmazanemi obudwu iéy końców: gdy tymczasem druga z takieyże liczby talerzów mniejszych złożona mocne sprawi wzruszenie. Stąd się okazuje, że ruch płynu galwa-

nicznego, tem jest znaczniejszy, im mniejsze są powierzchnie talerzyków, z których ustawia się kolumna.

§. 170. Tłumaczenie kolumny galwaniczney.

Galwani i wielu innych Fizyków utrzymywali, że drażliwość w muskułach zwierzęcych pochodziła od właściwey ich elektryczności wyprawzoney przez dotykanie się łukiem wzbudziającym. *Volta* zaś utrzymuje, że części zwierzęce w tém doświadczeniu służą tylko za dobre przewodniki elektryczności, i że ta wydobywając się szczególniej z metalów, któremi się dotykaiać części zwierzęce, sprawuje w nich poruszenie.

Utrzymuje *Volta*, że dwa metale różne złączone z sobą, okazują znaki dwóch elektryczności, jeden dodatniey, drugi ujemney, znaki te widzieć się nawet daiać po rozłączeniu tych dwóch metalów. Złożenie to potwierdza następującymi doświadczeniami.

Doświadczenie 1wsze. Niech będą dwa talerzyki metalowe, jeden miedziany, drugi cynkowy mające rękoięści szklane: przyłożmy jeden talerzyk do drugiego, trzymając je za rączki szklane: rozłączywszy je potem, doktniemy się iednym z tych talerzyków kondensatora: złączmy je znowu z sobą, i po rozdzieleniu dotykamy się powtórnie wierzchniego talerza kondensatora; powtarzamy to doświadczenie z kilkanaście razy: kondensator nareszcie okaże mocne znaki elek-

tryczności; dodatniej, jeżeli się go dotykamy talerzykiem cynkowym, ujemnej jeżeli się dotykamy talerzykiem miedzianym. Dla większej wygody w czynieniu tego doświadczenia, robił kondensator Pan *Volta* z dwóch talerzów miedzianych na kilka cali średnicy mających; powierzchnie, któremi się dotykały talerze, oblewał pokostem zrobionym z laki Hiszpańskiej. Wystawie go Figura 197. Jeden z tych talerzów *b* ma komunikacją z ziemią, tak iak w elektroforze talerz spodni: wierzchni zaś talerz *a*, na który się zbiera elektryczność, ma rączkę szklaną *m* i pręcik metalowy z gałką *c*, dla łatwiejszego dotykania się. Prócz tego, dla doświadczenia elektryczności kondensatora, używał *Volta* elektrometru wyrażonego na figurze 198. Jest to płaska flaszką, w którą wpuszczone są przez otwór dwie słomki proste i stykające się z sobą; wiszą zaś te słomki na sztyfciku metalowym idącym przez korek, którym się otwór iéy zatyka: dotykając się zatem naelektryzowanym talerzem *a* (Fig: 197) metalu w otworze flaszeczki będącego, słomki w niey rozeydą się, a to tém bardziej, im znaczniejsza elektryczność zbierze się na kondensator, dlategogo strona flaszeczki równoodległa od rozchodzących się słomek, powinna mieć łuk zakreślony i podzielony na stopnie i minuty. Nickiedy nawet cały kondensator kładzie się na flaszeczce, ale tak aby iego spodni talerz *b* był na wierzchu, wierzchni zaś *a* był na spodzie, iak wyraża figura 198; ponieważ zaś w kondensatorze jeden talerz powinien

mieć komunikacją z ziemią, dlatego od wierzchniego talerza spuszcza się blaszka metalowa *d* do ziemi. Zebrawszy więc elektryczność wyższym sposobem na talerz kondensatora *a*, zdejmie się wierzchni talerz *b* za pomocą rączki szklanej *m*, i natychmiast słomki rozchodzić się będą.

Doświad: 2gie. Niech będzie tabliczka złożona ze dwóch metalów, np. jedna iéy połowa jest miedziana, druga zaś cynkowa. *1wszy przypadek:* trzymamy w ręku część cynkową, a miedzianą częścią dotykamy się talerza *a* kondensatora (Fig: 197), po kilku takich dotknięciach, talerz *a* nabędzie elektryczności, której doświadcziąc na elektrometrze, ta okaże się ujemną, podobnie iak w pierwszym doświadczeniu. *2gi przypadek:* trzymamy przeciwnie tabliczki część miedzianą w ręku, a dotykamy się częścią cynkową talerza kondensatora, który jest także miedziany: po kilkukrotném dotknięciu zdziwszy wierzchni talerz, ten nie okaże najmniejszego znaku elektryczności; *3ci przypadek:* trzymamy znówu tabliczkę za stronę miedzianą, i dotykamy się płatką wilgotnego łączącego na wierzchnim talerzu kondensatora częścią tabliczki cynkową: po kilku takich dotknięciach, doświadczana elektryczność kondensatora, okaże się dodatnią. Odwróciwszy zaś tabliczkę, jeżeli się dotykamy wilgotnego płatką na kondensatorze, stroną miedzianą, udzielimy podobnież talerzowi elektryczności, która dlatego będzie ujemną, że się dotykamy miedzią. Co się tyczy drugiego

przypadku, część cynkowa tabliczki złączona jest z jednej strony z częścią miedzianą, z drugieją zaś strony dotyka się bezpośrednio talerza miedzianego w kondensatorze: a zatem cynk dotykając się z obudwu stron miedzi, jest między dwoma siłami przeciwnymi i równymi, które się wzajemnie niszczą. W trzecim nakoniec przypadku, przełożenie płatek wilgotnego między cynkiem tabliczki i talerzem miedzianym kondensatora, przeszkadza działaniu tych dwóch metalów na siebie, które w ten czas się tylko okazują, gdy się bezpośrednio dotykają: przeto cynk tabliczki działa tylko na miedź też tabliczkę składającą; natomiast płatek wilgotny, ponieważ jest dobrym przewodnikiem elektryczności, przeprowadza elektryczność z cynku w miedziany talerz kondensatora.

Stąd widoczna jest rzecz, iż wtenczas dwa metale działają na siebie, kiedy są bezpośrednio z sobą złączone, ciała zaś wilgotne środkujące między dwoma metalami przeszkadzają z jednej strony ich wzajemnemu działaniu, i przepuszczają ich elektryczność, dlatego że są dobrymi przewodnikami. Stąd łatwe wypada tłumaczenie kolumny galwanicznej. Na talerzyku miedzianym położywszy talerzyk cynkowy, pierwszy będzie miał elektryczność ujemną, drugi dodatnią: położywszy na talerzyku cynkowym płatek wilgotny, a na nim drugą parę talerzyków metalowych w takim porządku, jak pierwéj: doświadczamy elektryczności z drugieją parą, ta daleko mocniejszą się okaże, jak z pierwszeją parą, po-

większając liczbę par, skutki elektryczności zostaną powiększone. Nakoniec gdy się ustawi cała kolumna z pewnéj liczby talerzyków; elektryczność ich tém mocniejsza będzie, im większe liczby par do doświadczenia użyjemy. W tym tedy razie łatwo okazać można, że pierwszeją parę talerzyki stają się elektryczne podług doświadczenia pierwszego w tym paragrafie; druga para talerzyków oddzielona płatkem wilgotnym od pierwszeją, staje się podobnież elektryczną: nadto zabiera elektryczność z wierzchniego talerzyka pierwszeją parę, dlatego, że się iéy bezpośrednio nie dotyka, jak okazuje 3ci przypadek w doświadczeniu drugim. Podobnymże sposobem, trzecia para talerzyków zbiera elektryczność z pierwszeją i drugieją parą, i tak dalej; czyli, że zaczawszy od dołu kolumny aż do iéy wierzchołka, elektryczność powiększa się w ciągu arytmetycznym.

Nie same tylko metale, ale też i inne istoty, z niemi, albo też same z sobą uważane, okazują znaki elektryczności. Y tak niektórzy Fizycy Angielscy, iako też i Pan *Pfaff* Nauczyciel Fizyki w mieście *Kiel* stawiali kolumnę z jednego tylko metalu i istot siarczystych. P *Gautherot* Akademię Francuzki robił doświadczenia elektryczne z kolumną, do której używał talerzyków z węgla podziemnego i kamienia zwane-go *schistus*. Pan *Davy* czynił podobne doświadczenia z talerzykami z samego tylko węgla, których iedna powierzchnia dotykała się wody słodkieją, druga zaś nasycónéją istotą ia-

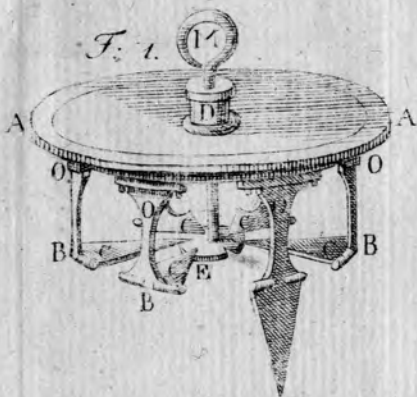
ką kwaśną, lub alkaliczną. Podobno także niektóre ciecze względem siebie uważane, okazują znaki elektryczności. Rozumie nawet *Volta*, że elektryczność drętwnika i niektórych ryb od takiegoż układu ich części zależy. Nakoniec niektórzy Fizycy utrzymują, że warsty kryształowe niektórych minerałów dlatego mają własności elektryczne, iż podobnie są ułożone, iak talerzyki w kolumnie galwanicznój.

KONIEC TOMU DRUGIEGO.

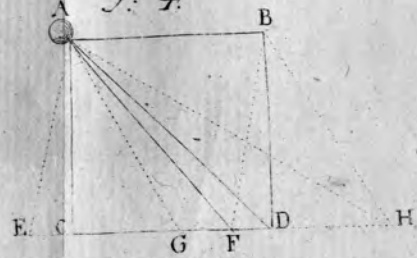
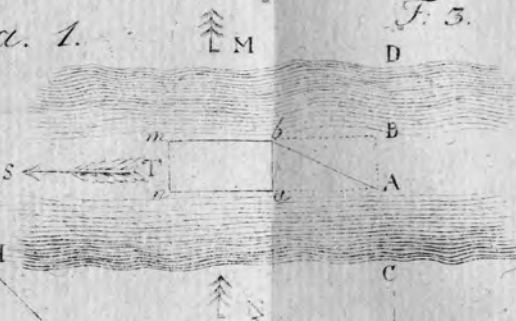
Tablica. 1.

F. 3.

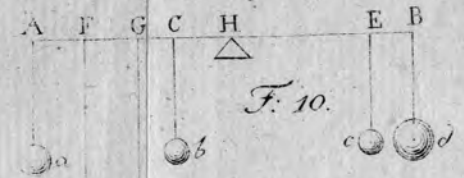
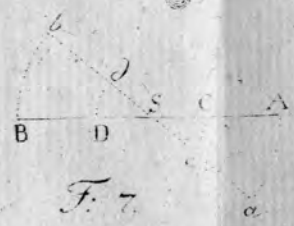
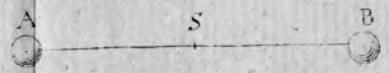
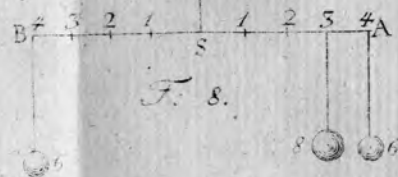
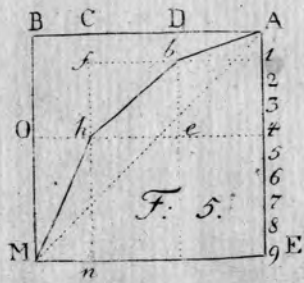
F. 4.



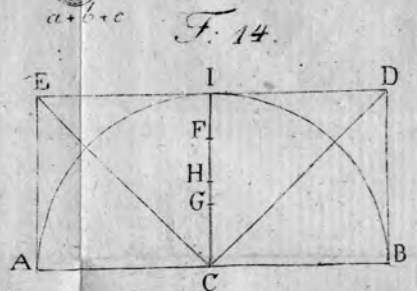
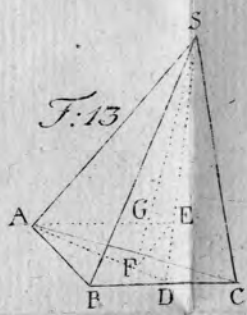
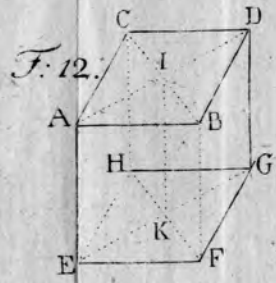
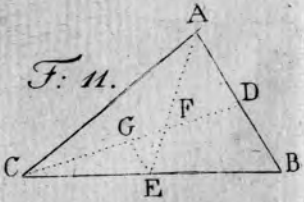
F. 2.



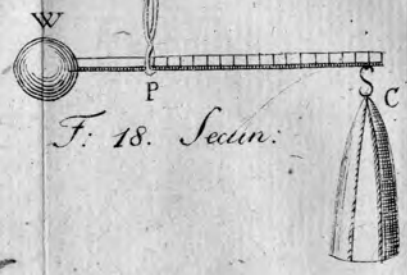
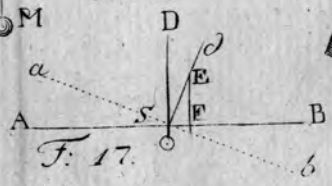
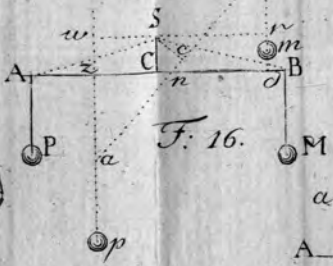
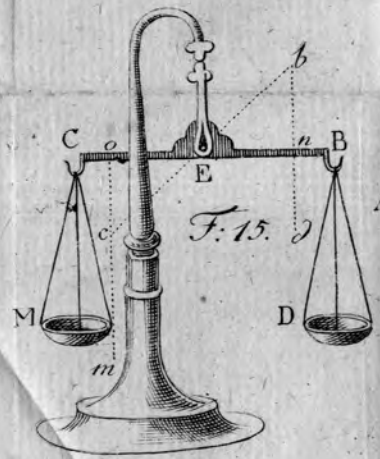
F. 9.



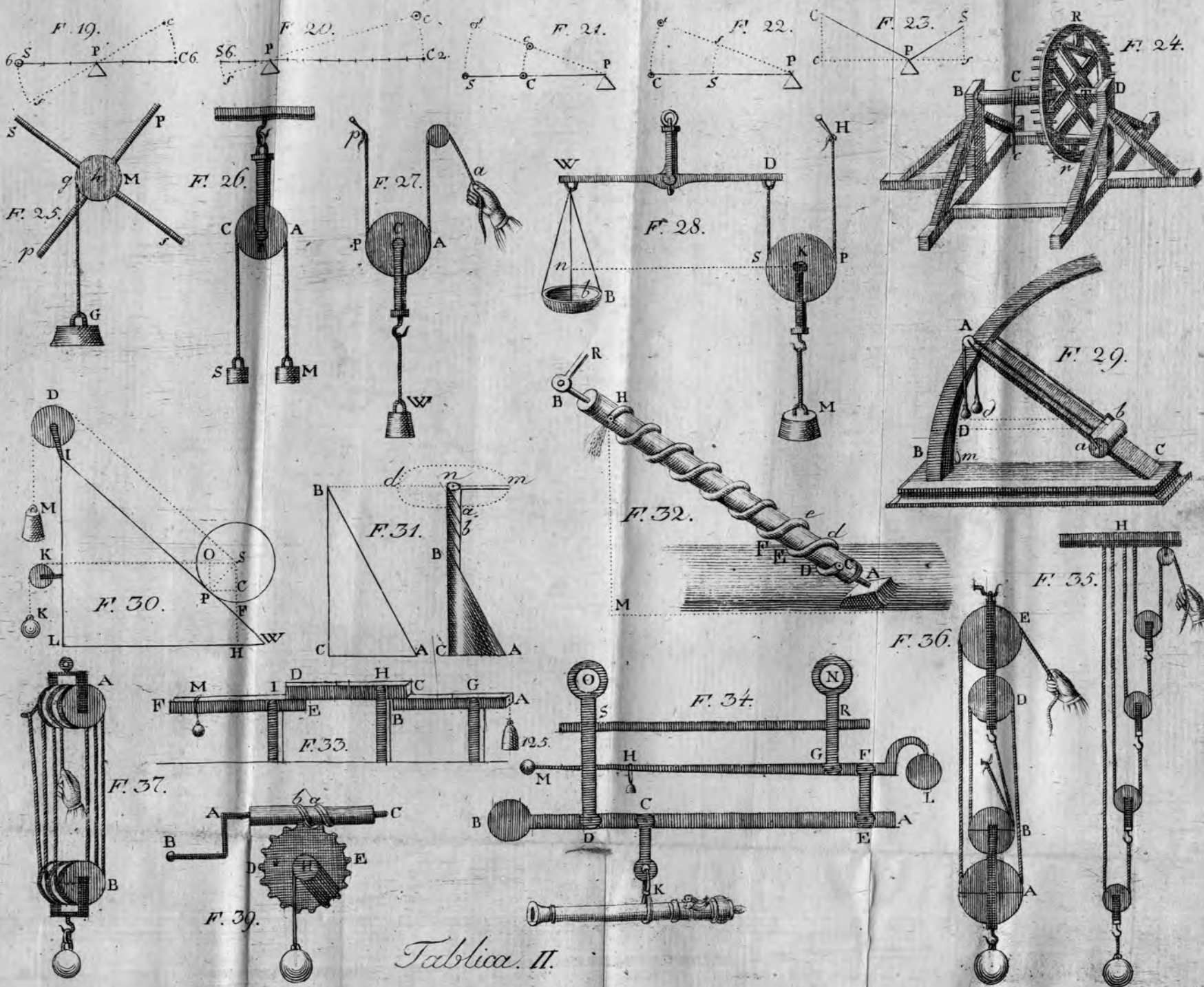
F. 10.



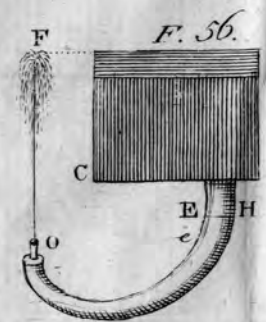
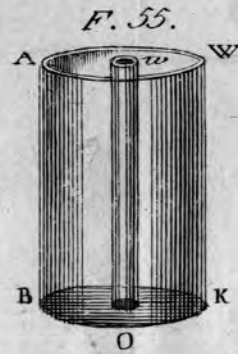
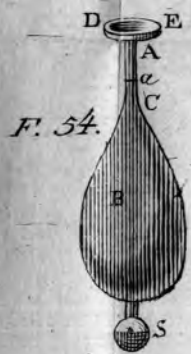
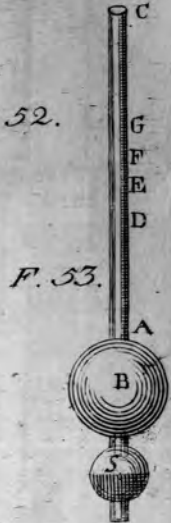
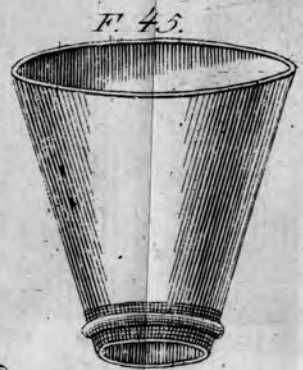
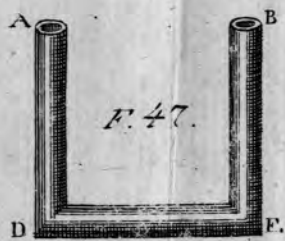
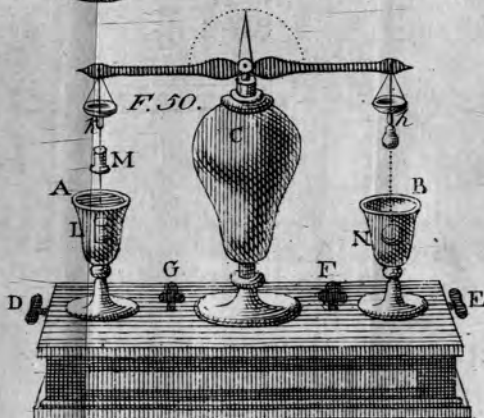
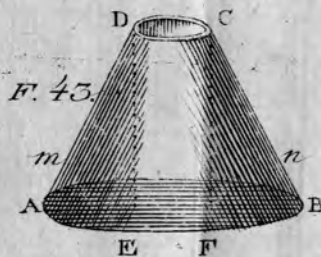
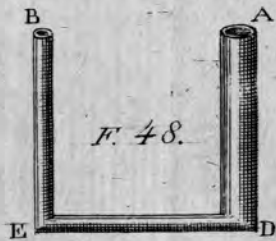
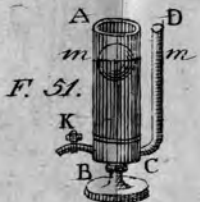
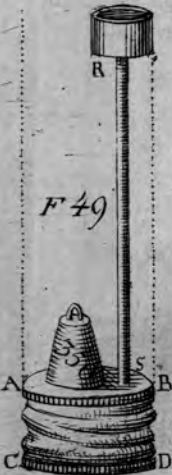
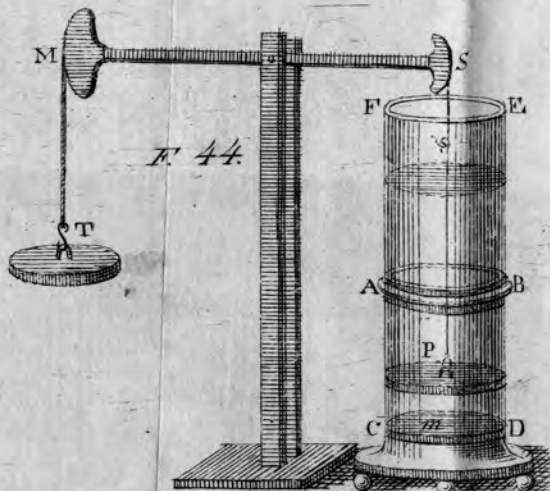
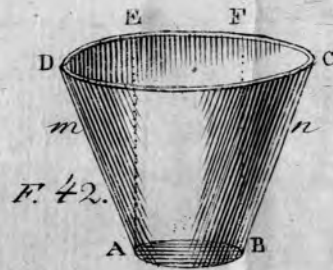
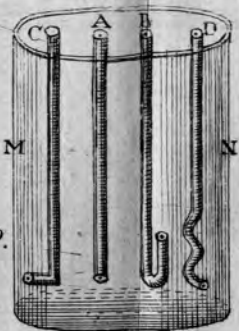
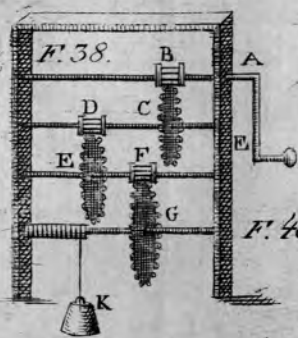
F. 14.



F. 18. Secun.

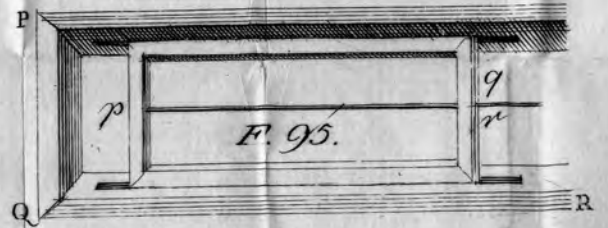
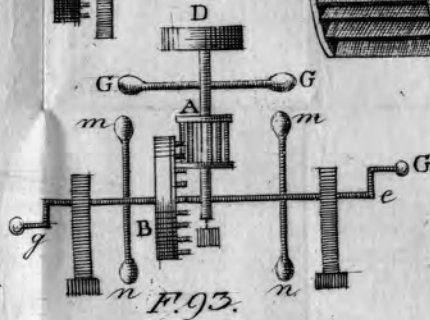
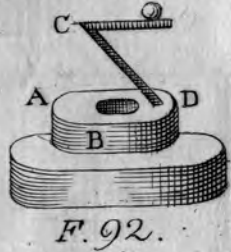
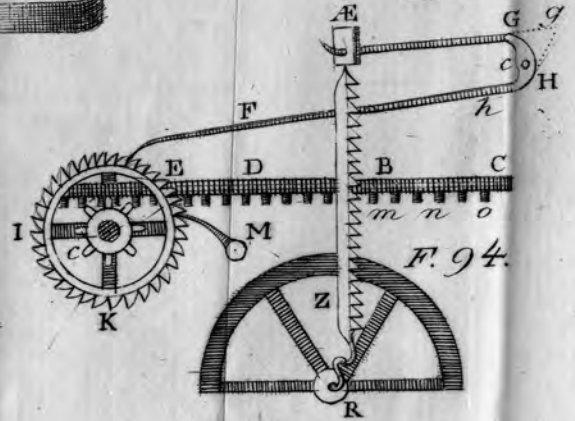
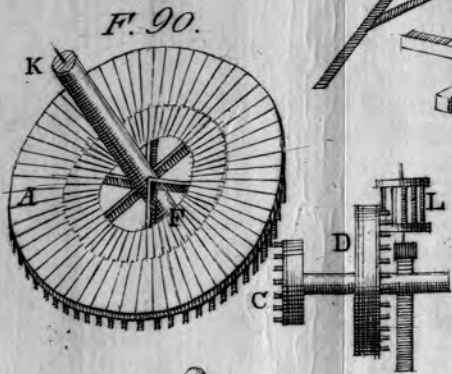
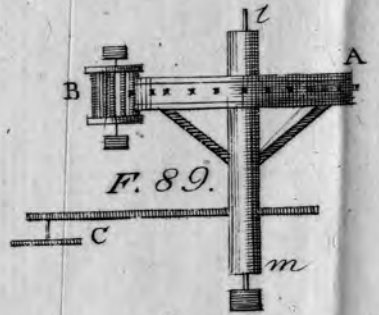
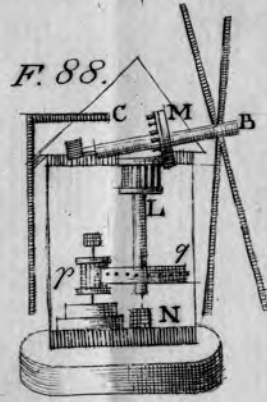
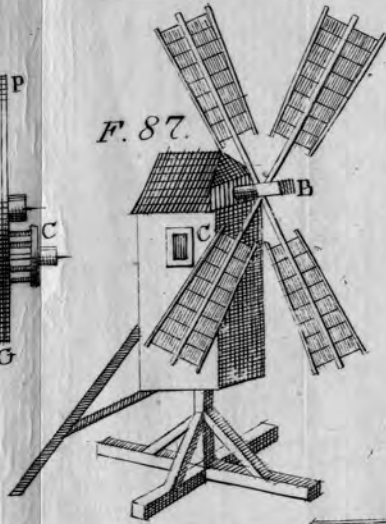
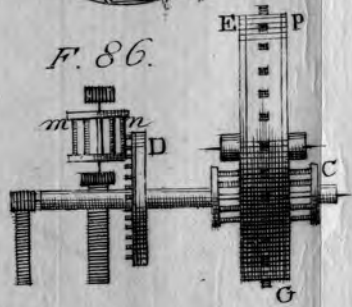
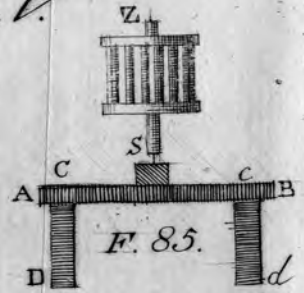
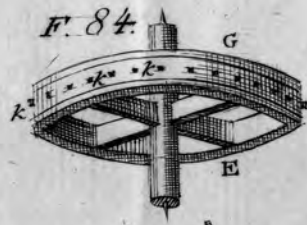
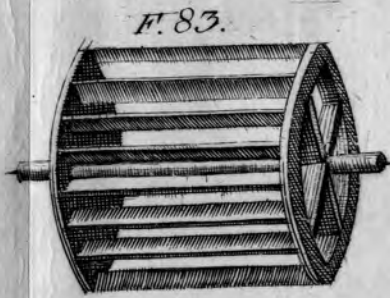


Tablica II.

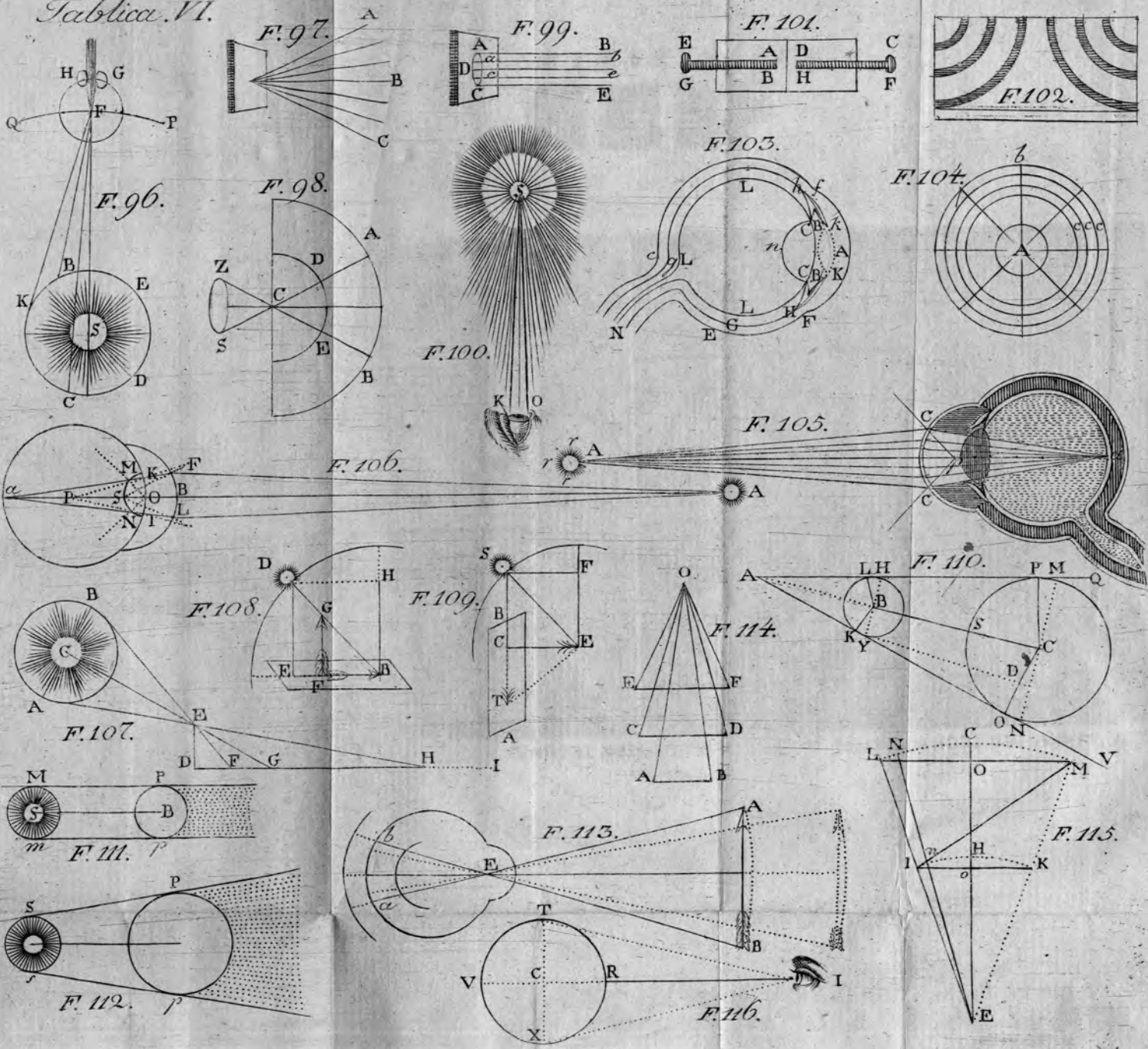


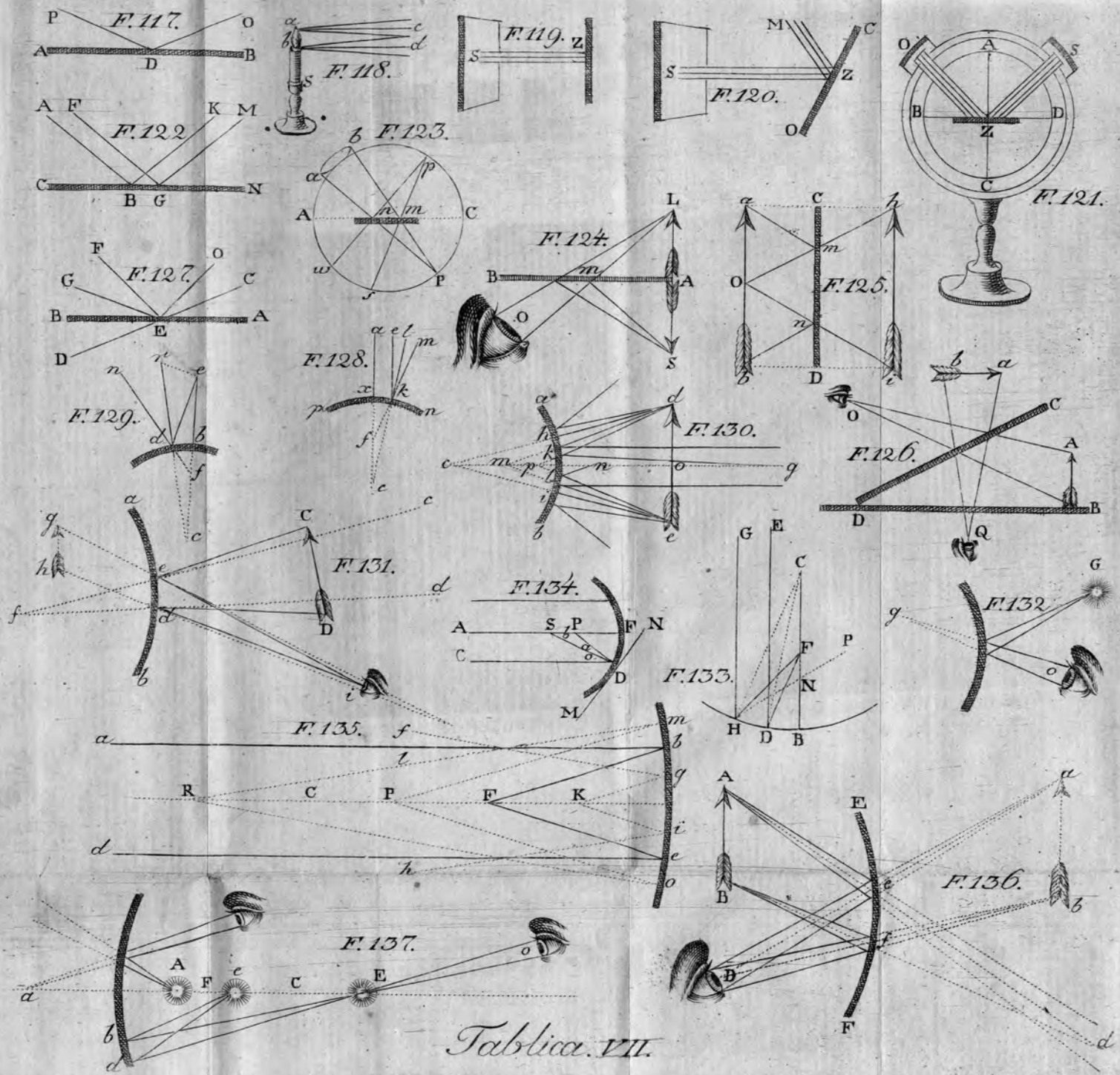
Tablica. III.

Tablica. V.



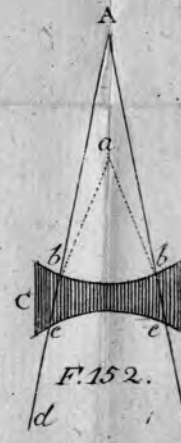
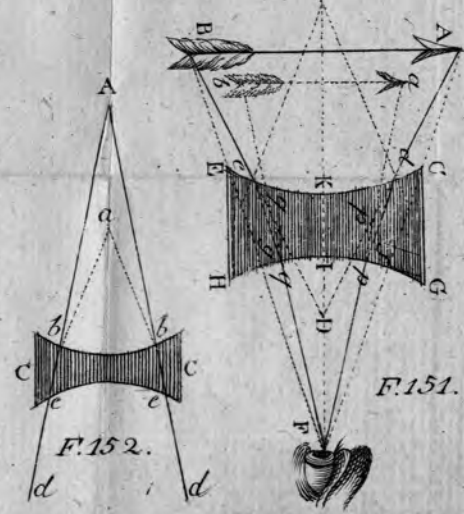
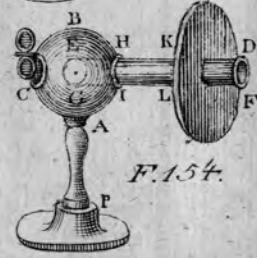
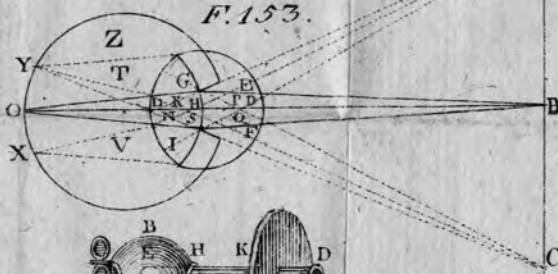
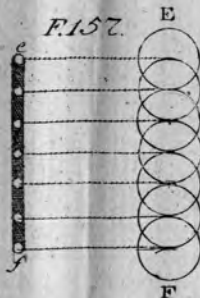
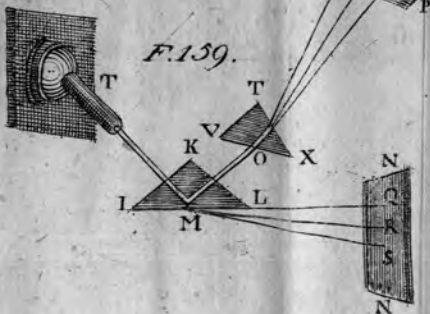
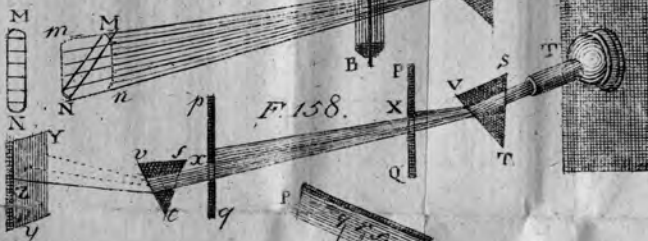
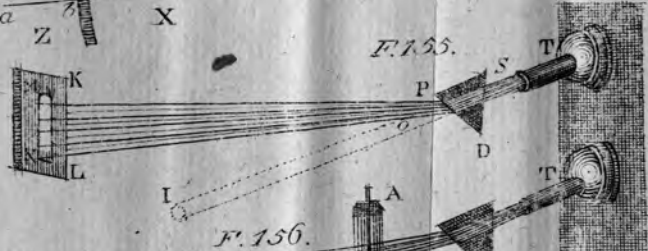
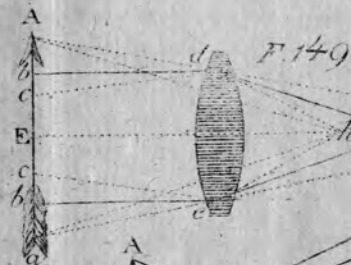
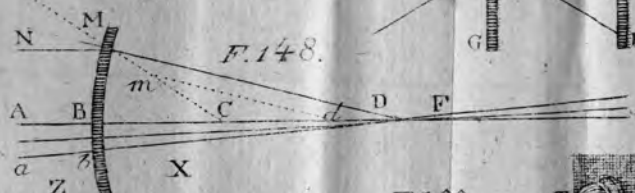
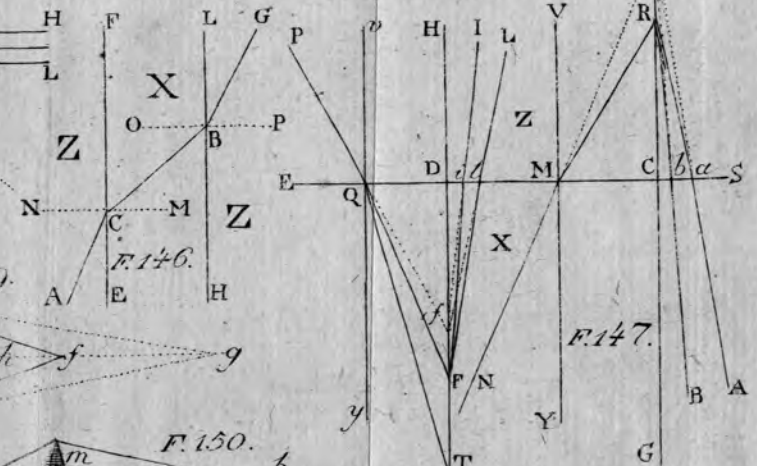
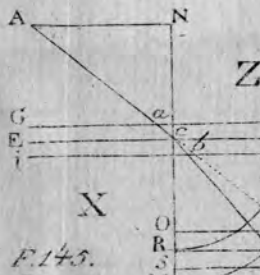
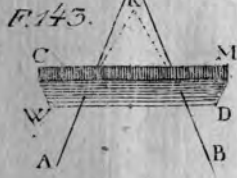
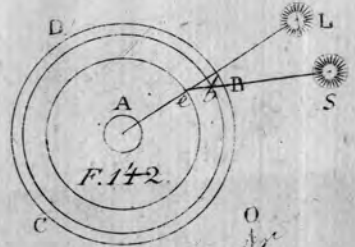
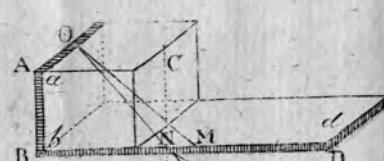
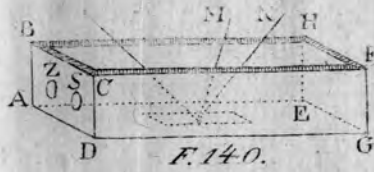
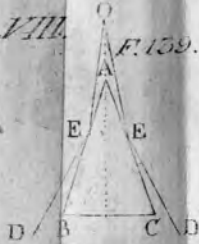
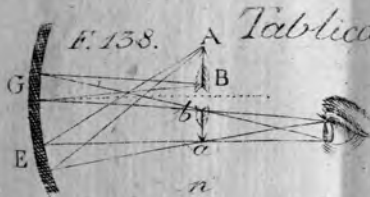
Tablica.VI.



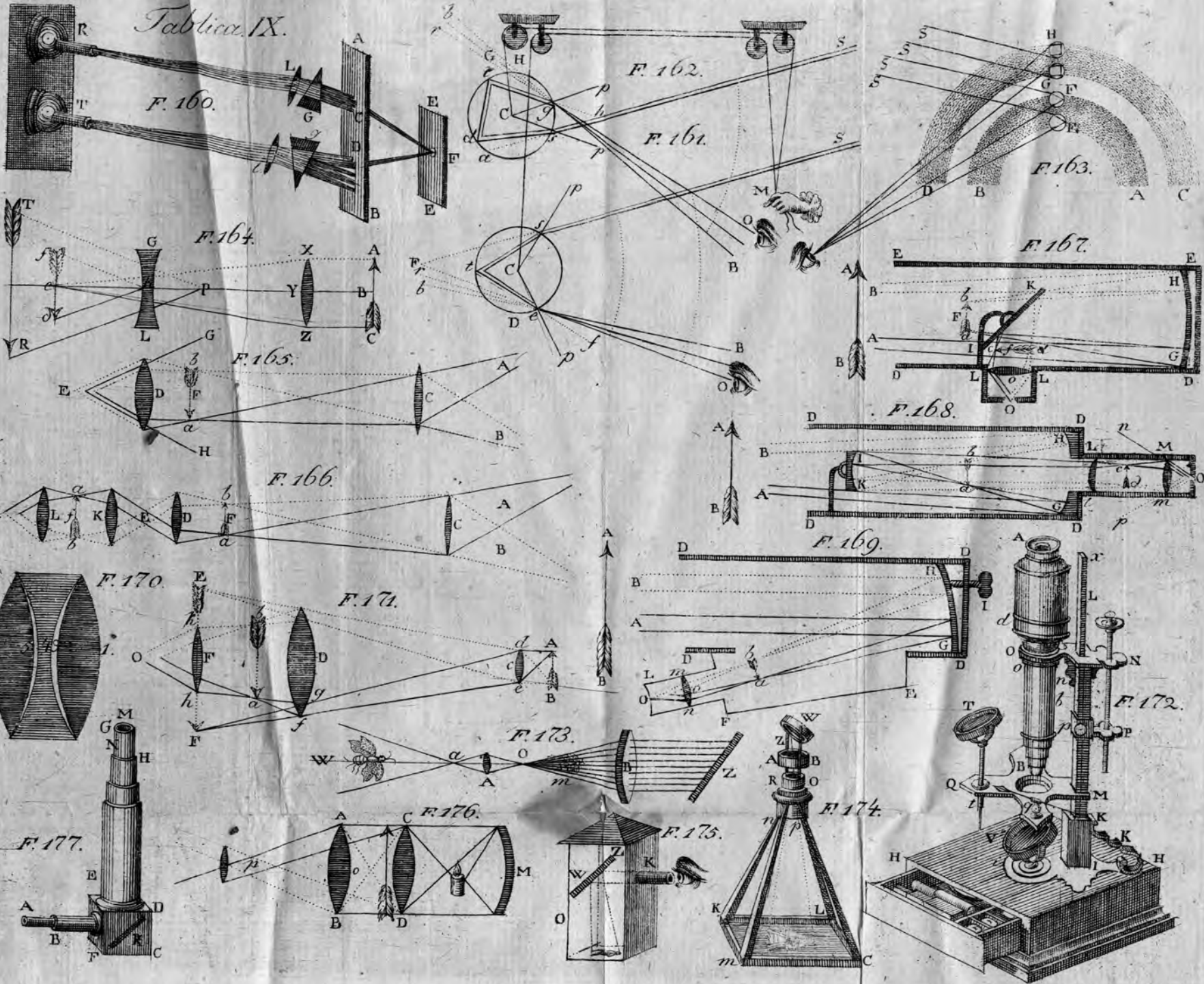


Tablica VII.

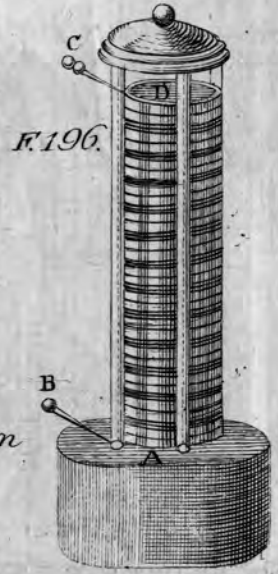
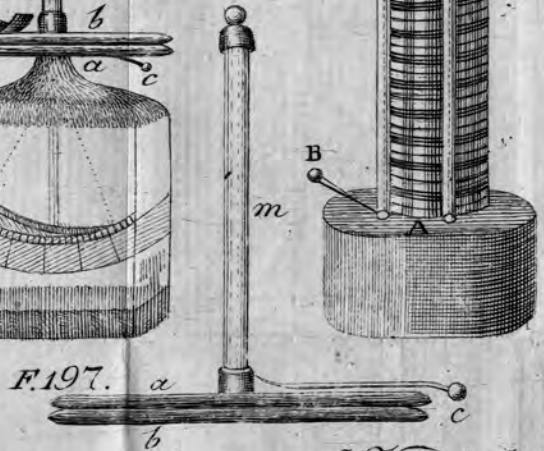
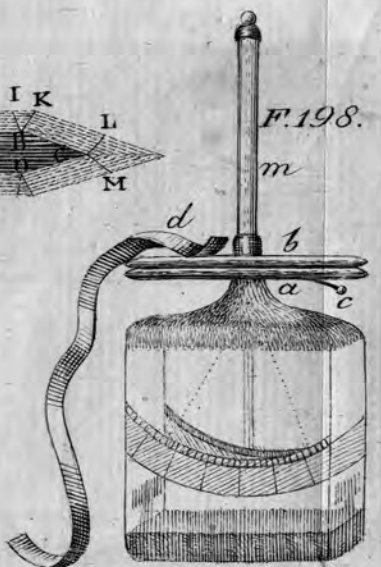
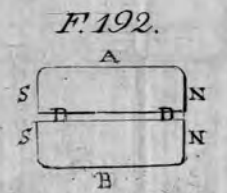
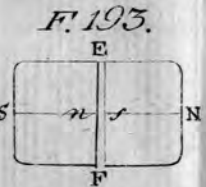
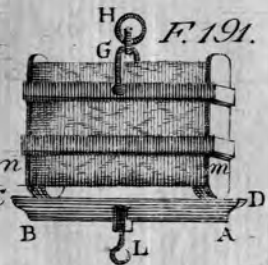
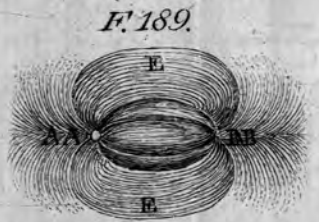
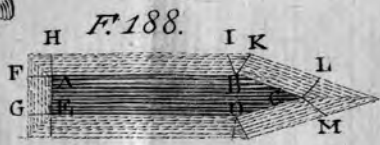
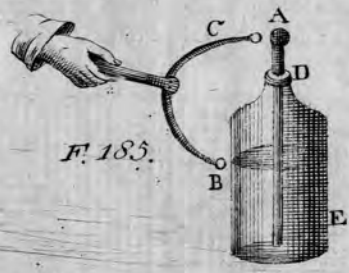
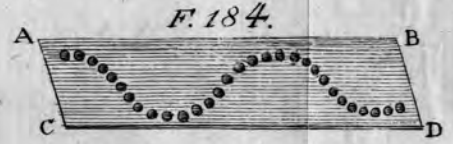
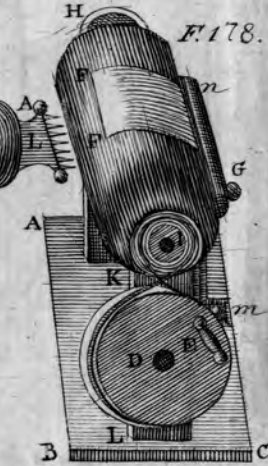
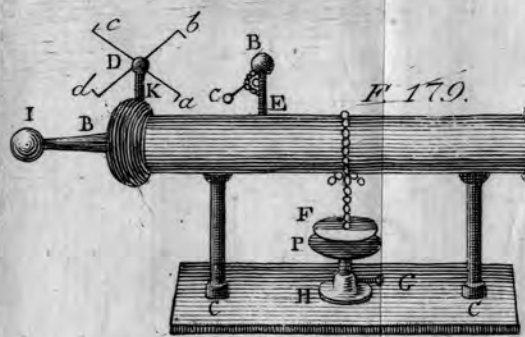
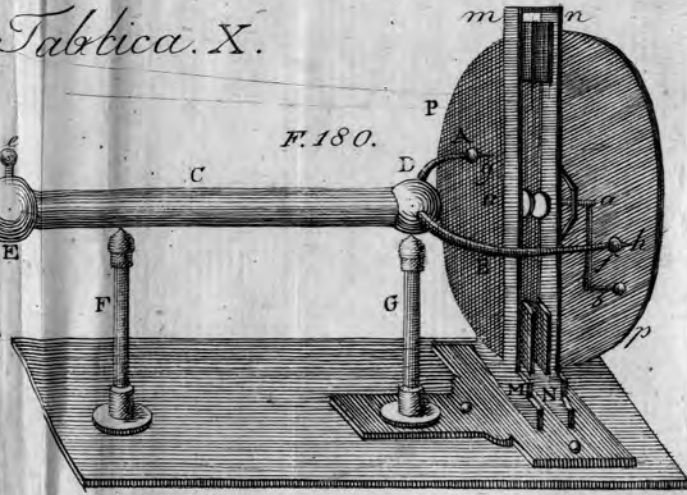
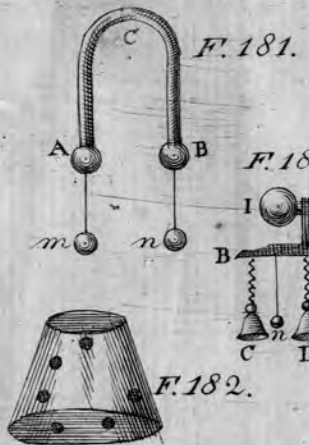
Tablica VIII.



Tablica IX.

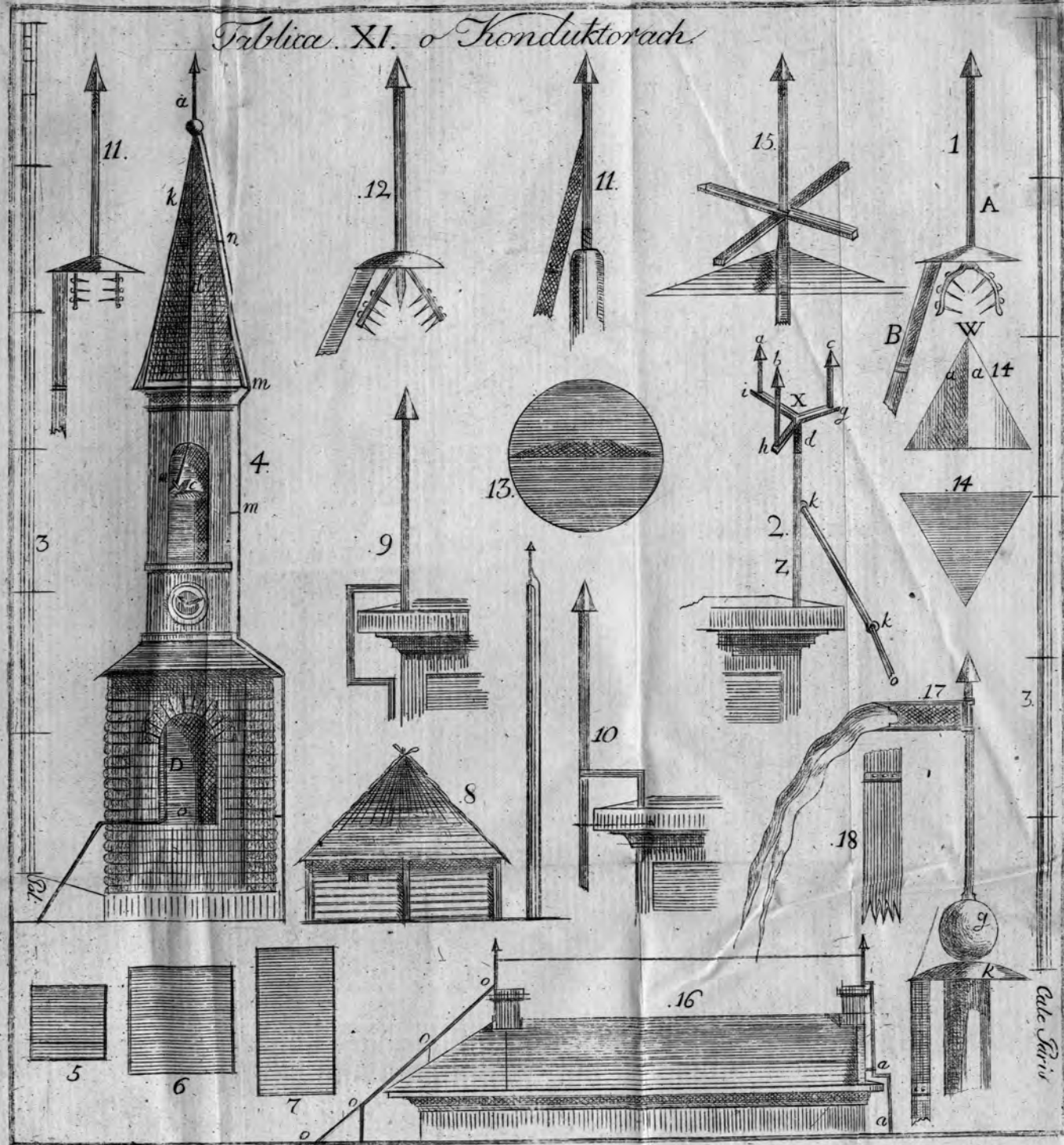


Tablica X.



C. Filipsch Sculp.

Tablica. XI. o Konduktorach



Gale Savi