

tarcie przez zmniejszenie powierzchni ciał trących się: *np.* wspierając okragłe na płaskich. Dla tego czasem rzemieślnicy walce okragłe, mające się obracać, wkładają w stępki kwadratowe.

Czasem, zamiast zmniejszenia, trzeba powiększyć tarcie: *np.* szlifujący metale, szkła, kamienie i t. p. rzucając pomiędzy nie piasek ostry; tém samém powiększają tarcie.

Teorya biegu ciał stałych, tudzież ich równowagi, składa dwie oddzielne nauki fizyczno-matematyczne. Pierwsza nazwana *Dynamika*, uważa ciała stałe w biegu; druga *Statyka* zastanawia się nad prawidłami równowagi tychże ciał.

Podobnie uważać można ciała ciekłe w równowadze i w ruchu: a stąd, nauka wykładająca teoryę ich równowagi zowie się *Hidrostatyka*; roztrząsająca zaś prawidła ich ruchu, zowie się *Hidrodynamika*; albo *Hidraulika*, jeśli maszyny, należące do tego względu, wyklada.

R O Z D Z I A Ł IX.

Hidrostatyka.

§ 28. Ciśnienie ciał ciekłych.

279. *R*óżnica ciał ciekłych od stałych co do ciśnienia. Ciała ciekłe równie iak stałe, są ciężkie, a zatem podlegają tym samym prawidłom biegu przyspieszonego, iakim ciała stałe: to jest,

spadłszy na ziemię, cisną na ięć powierzchnią, albo na powierzchnią naczynia w którym się znajdują. Lecz to ciśnienie pochodzące od siły ciężkości in-
ne jest w ciałach stałych, aniżeli ciekłych. Bo
cząstki ciał stałych ściśle są z sobą połączone, i
czynią właśnie jedną całość, przeto ich działanie
zlewa się nieiako w jeden punkt, który nazwali-
śmy środkiem ciężkości (255): przeciwnie cząstki
ciał ciekłych, dla swęć ruchliwości, oddzielnie
działają, czyli oddzielnie cisną. Nadto, ciała
stałe cisną na inne, kierunkiem ciężkości, to jest
pionowo: ciekłe zaś ciała cisną na wszystkie stro-
ny, i to ich ciśnienie wszelkiemi kierunkami,
różni ie szczególniey od ciał stałych.

Następujące doświadczenie okazuje, że cie-
cze na wszystkie strony cisną. W naczyniu MN
(*Oddział II. Tablica III. Figura 40*) nalawszy
wody, lub iakięć innęć cieczy, włóżmy w nie
rurki szklanne D. B. A. C. u góry korkami po-
zatykane, a u dołu otwarte: woda w nie cokol-
wiek wpłynie dla ściśliwości powietrza w nich
znaydującego się. Jeżeli zaś korki powyymie-
my z otworów rurek, woda we wszystkich rur-
kach tak wysoko stanie, iak jest wysoko w na-
czyniu. To doświadczenie okazuje iż woda na
wszystkie strony ciśnie. Bo w rurkę A wpłynę-
ła 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 uko-
śne. Zastanówmy się naprzód nad ciśnieniem wo-
dy na dno naczynia w którym się znajduje.

280. Ciśnienie cieczy na dno naczynia, ró-
wna się iloczynowi z dna naczynia przez wyso-
kość cieczy w niem naydującej się. Niech bę-
dzie naczynie ABCD (*Oddział II. Tablica III.
Figura 41*) napełnione wodą. Oczywista jest
rzecz, iż cała ilość wody naydującej się w tém

naczyniu ciśnie całym swoim ciężarem na dno iego AB. A zatem znalazłszy ilość wody w naczyniu, znajdziemy iey ciśnienie na dno. Już zaś ilość wody w tém naczyniu znajdziemy podobnie iak objętość walca to iest mnożąc powierzchnią dna przez wysokość wody w naczyniu; więc tymże sposobem znajdziemy ciśnienie wody na dno naczynia.

Niech znowu będzie naczynie ABCD (*Oddział II. Tablica III. Figura 42*) u góry szersze a u dna węższe. W tém naczyniu środkowa kolumna wody EABF' ciśnie na dno AB, kolumny zaś wody *m*, *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 wody AE.

Niech nakoniec będzie naczynie ABCD (*Oddział II. Tablica III. Figura 43*) u góry węższe a u dna obszerniejsze. W tém naczyniu kolumna środkowa DEFC ciśnie na swoje dno EF', ale równo ciśnie na poboczne kolumny wody *m*, *n*, które odparte od boków naczynia AD, CB, tak cisną na dna swoje iak i kolumna DEFC. A więc i tu znajdziemy ciśnienie na dno, mnożąc powierzchnią dna AB przez DE wysokość wody w naczyniu.

A zatem: *iakieykolwiek objętości iest naczynie, zawsze znajdzie się wyrażenie ciśnienia wody na iego dno, mnożąc powierzchnią dna przez wysokość wody w tém naczyniu.*

Okażmy ieszcze te prawdy doświadczeniem. Jest naczynie metalowe ABCD (*Oddział II. Tablica III. Figura 44*) wewnątrz iednakowéy średnicy i gładkie, aby stępel P mógł w niem tak łatwo chodzić iak w sikawce. W dnie tego naczynia iest małeńki otwór *m* dla łatwiejszego wychodu przezeń powietrza, gdyby stępel P na dół był

opuszczony. Naczynie to ma jeszcze gwinty zewnętrzne u wierzchu AB. Prócz tego są trzy naczynia szklane ABEF różney objętości, wyrażone na Figurach 44, 45, 46. jednakowo wysokie i mające u dolnych otworów obrączki metalowe AB, z gwintami wewnętrznymi mogącymi zachodzić na gwinty zewnętrzne wierzchu naczynia metalowego ABCD. Takie mając przygotowanie, śrubujemy naczynie walcowe ABEF *Figura 44.* do wierzchu naczynia ABCD, a od stepła P drót PS przywiązujemy do ramienia wagi SM i lejemy na kilka cali wody w naczynie ABEF, rzecz oczywista iż cała ilość wody przycisnę stepel P aż do dna CD. Na talerzu wagi T kładziemy tyle ciężaru aby stepel P posuwając się do góry w naczyniu ABCD, podniósł wodę ku FE. Ciężar leżący na talerzu T oznacza ciśnienie wody na dno ruchome walcowego naczynia czyli na stepel P. Niech wysokość kolumny wody od stepła P uważana, będzie 12 cali. Wylawszy potem wodę i odśrubowawszy naczynie walcowe, przyśrubujemy naczynie wyrażone na figurze 45. i nalejemy w nie wody tak wysoko iak pierwszą razą; przekonamy się, iż tenże sam ciężar na talerzu T leżący, podniesie stepel P tak, iż wysokość kolumny wody w naczyniu będzie 12 cali. Tenże sam skutek okaże się przyśrubowawszy naczynie wyrażone *Figurą 46.* Tarcie, którego stepel P doznaje, 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 wspólne dno czyli na stepel P, z ciężaru który się kładzie na talerzu T aby utrzymywał kolumnę wody wysoką na 12 cali. A że iednakowy ciężar wystarcza w tych trzech przypadkach; więc ciśnienie wody w tych trzech naczyniach, chociaż

nie jednakowéj objętości, dla tego jest równe, iż są równe dna naczyń i wysokości wody w nich zawartéj.

281. *Stosunek ciśnień, den i wysokości w dwu naczyniach.* Ponieważ ciśnienie wody na dno naczynia, wyraża się iloczynem z dna przez wysokość wody w naczyniu. Więc.

I. Ciśnienia wody w dwu naczyniach, mają się iak iloczyny z den przez wysokości, czyli są w stosunku składanym z den i wysokości.

II. Gdy dna są równe, ciśnienia mają się iak wysokości.

III. Gdy wysokości są równe, ciśnienia mają się iak dna.

IV. Gdy dna są w stosunku odwrotnym wysokości, ciśnienia są równe.

V. Znajdziemy wyrażenie dna, podzieliwszy liczbę oznaczającą ciśnienie, przez liczbę oznaczającą wysokość.

VI. Znajdziemy wyrażenie wysokości, podzieliwszy liczbę oznaczającą ciśnienie, przez liczbę oznaczającą dno.

Do wyprowadzenia tych stosunków trzeba użyć podobnego rozumowania, iakiegośmy się trzymali, szukając stosunków dróg przebytych, czasów i prędkości (219 i t. d.)

Taki jest stosunek ciśnień cieczy gdy są iedneyże gęstości; jeżeli zaś różne mają gęstości, trzeba do wyrażen poprzedzających przydać wyrażenie ich gęstości. Uważając np. wodę i merkuryusz; będzie ciśnienie wody w iedném naczyniu do ciśnienia merkuryusza w drugim naczyniu, iak iloczyn z dna, wysokości i gęstości wody w pierwszym naczyniu; do iloczynu z dna, wysokości i gęstości merkuryusza w drugim naczyniu.

282. *Naczynia spółkuiące.* Gdy we dwa naczynia z sobą złączone, albo we dwie rurki spółkuiące naleiemy iedneyże cieczy; ta do iednakowéy wysokości w obudwu naczyniach lub rurkach stanie. Uważaymy to *naprzód* w naczyniach równych. Niech będą dwa naczynia AD, BE (*Oddział II. Tablica III. Figura 47*) złączone z sobą kanałem DE: naleymy wody w naczynie AD, ta kanałem DE póydzie w naczynie EB, i w obudwu naczyniach do iednakowéy wysokości stanie. Tu okaznie doświadczenie że ciśnienia w obudwu naczyniach są równe, bo jest równowaga: a zatem iloczyny z den i wysokości są równe: a że dno jest wspólne, więc wysokości powinny być równe.

Uważaymy powtóre naczynia nierównéy objętości (*Oddział II. Tablica III. Figura 48*) i w tych woda stanie do iednakowéy wysokości, dla téy saméy przyczyny iak w poprzedzaiącym przypadku. Tenże sam skutek będzie, gdy iedno albo obadwa naczynia są pochyłe, bo w takich wysokość uważa się po linii pionowéy. A zatem: *w iakichkolwiek naczyniach spółkuiących ciecze iednakowego gatunku w ten czas są na równowadze, gdy ich wysokości są równe.*

Jeżeliby iedno z naczyń spółkuiących było szczuple na iedną linią lub mniéy (takie zowią się rurki włoskowe) w takiém woda wyżéy podniesie się aniżeli w obszernieyszym naczyniu. Tenże sam skutek będzie, gdy iedno naczynie za nadto jest szczuple w porównaniu do drugiego. Przyczyna wznoszenia się wyższego zależy może iuż to od przylegania cieczy do boków naczynia, iuż od atrakcyi między iego cząstkami.

Jeżeli w iedno z poprzedzaiących naczyń naleiemy merkuryuszu, a w drugie wody; gdy sta-

nie równowaga; będzie kolumna merkuryszu w iednym naczyniu 14 razy prawie niższa od kolumny wody w drugim naczyniu. Z tego doświadczenia wyciągamy prawidło, że: *Ciecze różnego gatunku, w ten czas są na równowadze w rurkach spółkuiących, kiedy ich gęstości są w stosunku odwrotnym wysokości.*

Z tego, cośmy powiedzieli, o ciśnieniu cieczy na dno naczynia, i o równy ich wysokości w naczyniach spółkuiących; łatwo okazać można, dla czego mała ilość wody może podnieść wielkie ciężary. Niech będą dwa dna AB, CD (*Od-dział II. Tablica III. Figura 49*) skurą szeroką na calów 3 tak złączone, aby od siebie mogły się oddalać. Jeżeli powierzchnia każdego dna ma np. stopę kwadratową, i jeżeli rurka RS jest np. wysoka na 5 stóp; więc wody ciśnienie na dno równe będzie iloczynowi z iedney stopy kwadratowey przez 5 stóp liniowych (280) czyli równe będzie 5ciu stopom sześciennym: czyli woda w tém naczyniu znaydująca się tak będzie cisnęła iak 5 stóp sześciennych wody. Stopa sześcienna wody waży 70 funtów, więc pięć stóp sześciennych waży 350 funtów. A zatem 350 funtów ciężaru położonego na dnie AB mogą być podniesione od ilości wody wlanej w naczynie a wynoszący objętości do dwóch garcy czyli około 15 funtów.

283. *Cisnienie wody poboczne.* Wystawmy sobie naczynie sześciennie napelnione wodą. W takim naczyniu iednakowa ilość cząstek wody opiera się na dnie, iak i na którymkolwiek boku naczynia. Daymy że 6 tylko cząstek opiera się na dnie naczynia; będzie także sześć opierało się na jego bokach. Lecz ciśnienie cząstek wody opierających się na dnie nie jest równe ciśnieniu opierających się na boku naczynia: pier-

wszych bowiem odległości od wierzchu wody są sobie równe, i oznaczyć się mogą przez prostopadłe idące od cząstek wody opierających się na dnie do ięy wierzchu w naczyniu: drugich zaś odległości od wierzchu wody nie są równe: to jest, pierwszey i naywyższey cząstki wody opierającej się na boku naczynia odległość od wierzchu wody jest zero, drugiey 1, trzeciey 2, i t. d. ostatniey odległość od wierzchu wody taka jest, iaka cząstki opierającej się na dnie. Prostopadłe zatem od cząstek wody opierających się na boku, idące ku wierzchowi wody mogą się wyrazić następującym szeregiem liczb, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, i t. d. odległość zaś prostopadła cząstek wody wspierających się na dnie do wierzchu wody jest iednakowa dla wszystkich cząstek, i równa się odległości prostopadłey idącey od ostatniey cząstki wody wspierającej się na boku przy samym dnie, od wierzchu wody, to jest równa się 6. Możemy więc wyrazić przez 6 odległość prostopadłą cząstki wody wspierającej się na dnie od ięy wierzchu. Wziąwszy tych prostopadłych także liczbę iak w poprzedzającym przypadku: będzie szereg liczb 6, 6, 6, 6, 6, 6, 6, o takiejże liczbie wyrazów iak poprzedzający szereg. Drugiego szeregu liczb każdy wyraz, równa się ostatniemu wyrazowi pierwszego szeregu. Lecz summa wyrazów drugiego szeregu dwa razy jest większa od summy wyrazów pierwszego; przeto, ciśnienie na dno naczynia sześciennego wyrazić się może przez powierzchnią kwadratu, a zaś ciśnienie na bok tegoż naczynia wyrażone bydź może przez powierzchnią trójkąta o takiej podstawie i wysokości iak kwadrat. A zatem ciśnienie wody na dno naczynia sześciennego, dwa razy jest większe od ięy ciśnienia na bok tegoż naczynia.

284. Można to ciśnienie prościęyszym sposobem oznaczyć. Znaleźć środek ciężkości dna naczynia i środek ciężkości boku naczynia (255 *Przypisek (a) IV*). Od tych środków ciężkości poprowadziwszy prostopadłe do wierzchu wody w naczyniu; będzie pierwsza prostopadła dwa razy większa od drugiej. Rozmnożywszy powierzchnią dna przez pierwszą prostopadłą, a powierzchnią boku przez drugą; będzie iloczyn pierwszy dwa razy większy od drugiego. To jest będzie ciśnienie na dno dwa razy większe od ciśnienia na bok. Tym samym sposobem znaleźć można poboczne ciśnienie w jakimkolwiek naczyniu którego boki są rozmaicie pochylone.

285. Podobnym sposobem oznaczyć można ciśnienie wody w stawie na groblą, lub na tamę przy brzegu rzeki ubitą: mnożąc powierzchnią grobli lub tamy na którą woda biele przez odległość prostopadłą środka ich ciężkości od poziomego wierzchu wody (c).

(c) Sposób bicia tam. Sposób ten wyięty jest z *Dzieła Belidora Architecture Hydraulique* Tom IV.

Przedsięwzięty bicia tamy, ma się przysposobić w chrost długi na kilka łokci prosty i dobrze wysuszony: z tego chrostu robić trzeba pęki czyli faszyny mające obwodu około 30 cali: pęki te trzema wiciami się wiążą: wiec pierwsza od końca grubszego faszyny czyli od ięć głowy ma być oddalona na stopę 1. druga na stopę 3, trzecia na 6; tak aby przynajmnię zostały 4 stopy faszyny nie związanej wicią. Prócz faszyn, trzeba mieć paliki, czyli kołki na pięć stóp długie, a na 6 lub 7 cali obwodu mające

286. Ciała stałe uważane w ciekłych. Ciała stałe uważane względem ciekłych, są albo cięż-

u grubszego końca. Nakoniec, trzeba mieć podostatkiem grubego piasku do zasypywania faszyn: iako też chróstu do robienia płotków na faszynach. (Oddział II. Tablica IV. Figura 58 aż do 65) wystawie sposób bicia tam. Mając takie przygotowanie, to jeszcze przed ięć zaczęciem uczynić potrzeba. Kiedy np. mamy brzeg rzeki AB (Figura 58) zabezpieczyć od pędu wody; trzeba czekać, póki nie będzie najmniejsza woda w tém miejscu gdzie tamę bić zamysłamy; i wymierzwszy tę głębokość wody, pomiarkujemy przynajmniej iaka szerokość tamy być powinna. Z doświadczenia wniesiono, iż szerokość ięć powinna być najmniej półtora razy większa od głębokości wody. Nie należy odstępować od tego prawidła, jeżeli chcemy trwałą tamę ubić: nawet czasem dwa razy większą ięć szerokość dać trzeba, iako to dla ubezpieczenia brzegu rzeki na który woda z wielkim pędem uderza: albo gdy brzeg bardzo jest spadzisty. Wyznaczywszy długość i szerokość tamy, iako też ięć położenie względem biegu rzeki, które ukośnie w łód wchodzić powinno, i poczynąć ie 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 ie w łód od m do B tak aby to założenie m B czyniło z brzegiem rzeki kąt 45 stopni, przez co część ładu w m B przeszkodzi, aby te założenie tamy od wody nie było podmy-

sze od nich pod iednakową objętością brane, albo lżeysze, albo iednakowego ciężaru.

1c. *Wystawiamy także że cały brzeg téy rzeki iest mocny, wyląwszy iego części m A, gdzie zrobiona iest tama. Aby zrobić fundament, czyli założenie tamy; wybiera się w miejscu mod B tak głęboko ziemia aby się woda weń nie sączyła: potem w ten dół układają się warsty w sposób który zaraz opiszemy. Jak daleko w łąd to założenie tamy wpuszczac się powinno, trzeba miarkować z bystrości rzeki: ieżeli mały iest pęd wody, długość założenia do może bydz na 6 lub 7 sążni: ieżeli zaś tama musi wytrzymać gwałtowny impet wody, trzeba iéy założenie daléy w łąd posunąć np. na 10 lub 12 sążni: w tym razie grunt na którym robi się założenie tamy i bieg wody iedynym prawidłem bydz 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 ściśto iedna koło drugiey, aby cały grunt zakrywały, na tę warsztę faszyn kładą się dwie inne warszty: tu znowu uważać potrzeba aby drugiey warszty pęki przypadady na stykania pęków pierwszey warszty, trzecie na stykanie drugich. Po ułożeniu faszyn, następuje bicie kołków: pierwszy rząd kołków FF powinien bydz oddalony od głowy faszyn AB na 1 stopę, drugi rząd kołków czyli palików GG trzeba bić w odległości od pierwszego na dwie stopy, trzeci rząd HH na dwie od drugiego,

Ciało stałe cięższe od wody tyle w nięć tra-
ci swojego ciężaru ile waży woda, którą wypy-

czwartą II na dwie stopy od trzeciego: re-
szty faszyn od II aż do DD w odległości
na trzy lub cztery stopy nie trzeba przebi-
iać palikami: poprzedzające zaś rzędy pa-
lików tak powinny być ustawione, aby ich
odległości od AB do II brane nie czyniły
linii prostę; co figura okazuje: płotki na
palikach grodzić trzeba na sześć calów wy-
sokie: pomiędzy nie nawieść grubego pia-
sku, ten dobrze ubijać aby miejsca próżno
po między faszynami pozapełniał. To zro-
biwszy, druga warszta faszyn kładzie się w
odległości na stopę lub półtorej stopy od
rzędu palików II (Figura 60) i podobnym
sposobem zakłada się faszynami całe za-
łożenie tamy. Tę warsztę faszyn ułoży-
wszy, kładzie się znowu inną warsztę fa-
szyn opierając ich głowy o pierwszy płotek
II iak Figura 60 okazuje: trzecia warszta
faszyn kładzie się na drugiey, ale posuwa-
jąc ich głowy ku lądowi, to jest opierając
je o płotek HH iak okazuje Figura 61. Na
figurze zaś 62 wyrażone są razem te trzy
warszty faszyn ubite i oplecione płotkami.
Oto jest sposób układania faszyn w funda-
mencie tamy: podobnymże sposobem inne
układają się warszty, aż póki się nie dóy-
dzie do wody: to ułożenie warszt powinno
mieć grubości na dwie stopy: gdyby zamiast
8 lub 10 stóp głębokości założenia tamy,
wybrana tylko była ziemia na pięć lub sześć
stóp; w ten czas dwie tylko warszty faszyn
kładą się w założeniu tamy.

cha, czyli który miejsce zastępuje. Bo iako wszystkie cząstki wody w naczyniu będącý utrzy-

Doprowadziwszy założenie tamy do wody; figura 65 to jest od L do B, robota ięý sta-
 ie się trudniejszą, bo ostatnia warszta fa-
 szy LB prawie do połowy unosi się nad
 wodą przeto trudno chodzić po nięý dla u-
 kładania innych faszyń: a mimo tego trze-
 ba w tém miejscu ułożyć warsztę faszyń
 na iedną stopę grubszą, aby trwalsza była
 tama: w tym razie wielką ostrożność zacho-
 wać należy, aby tama, ieszcze unosząca
 się nad wodą, nie zatamala się wcześniej w
 punkcie L od ciężaru faszyń iednych na dru-
 gich położonych. Zapobieży się temu przy-
 padkowi następującym sposobem. Trzeba,
 aby kładący faszyńy stanął na warszcie
 LB unoszącęý się nad wodą, w takiém miej-
 scu, aby się mógł bezpiecznie utrzymać, i
 kładzie faszyńy AB tak, aby ich głowy B
 na iedną stopę od końca faszyń LB były
 usunięte ku L, przez co środek ciężkości
 warszty faszyń AB utrzymany będzie od
 warszty faszyń LB których połowa długo-
 ści leży na lądzie: podobnymżę sposobem;
 na tę warsztę kładzie drugą głowami C na
 stopę usuwając od B ku L: trzecięý war-
 szty faszyń głowy D usuwając na iedną sto-
 pę od C: czwartęý warszty faszyń głowy E
 przytykając do płotka H; piątęý warszty
 faszyń głowy F przytykając do płotka I:
 szóstęý nakoniec warszty faszyń głowy G
 opierając o płotek K: przeto środek cięż-
 kości wszystkich warszt faszyń będzie pra-
 wie przypadał na brzeg rzeki: a zatém kła-

inuia się na równowadze, tak i części téż wady, równe objętości ciała stałego, równowagę między sobą zachowują: więc część ciężaru ciała stałego pogrążonego w wodzie, tyle ważąca ile woda przezeń wypchnięta, zostanie na równowadze z innemi częściami wody, czyli ciężarem wody wypchniętęj lżeyszem się ciało okaże.

Ta prawda potwierdza się doświadczeniem. Do tego używali dawni, wagi Hidrostatycznę. (Odział II. Tablica III. Figura 50). Ta ma

dający faszyny, może śmiało i bezpiecznie bić paliki i oplatać je płótkami nie zasypując ich jeszcze grubym piaskiem aby się tama przed czasem w wodę nie pogrążyła. Na tę warsztę faszyn, inne faszyny kłaść trzeba zaczynając od założenia tamy, ale położenie ich odmiieniać należy, to jest głowy faszyn obracać przeciwko wodzie jak okazuje figura 65 gdzie kilka warszt takim sposobem jest ułożonych: figura zaś 64 wystawia przecięcie warszt tamy wyrażonych figurą 65; gdzie LP okazuje położenie pierwszey warszty faszyn, LO drugiey, LN trzeciey. Tak układając warszty faszyn iedne na drugich, powoli tama opadać będzie w wodę. Nakoniec tama zakończy się wpuszczając ją w ład raz lub dwa razy więcéy: podług większego lub mniejszego pędu wody, który tama wytrzymać musi. Figura 58 wystawia tamę która czterema koryzeniami A, M, D, d w ład jest wpuszczona. Gdy tama ukończona zostanie, iędy czóło, a dla większego bezpieczeństwa i boki palami mają być ubezpieczone aby od kry nie były zerwane.

trzy naczynia A, B, C. kanałem z sobą złączone. W tym kanale są kruczki D, F, G, E. Kruczki F, G wpuszczają wodę z naczynia C do naczyń A i B. kruczki zaś D, E wypuszczają wodę z naczyń A, B. Na naczyniu C stoia szalki, których talerze mają haczyki *h*, *k*. Skazownik szalek okazuje na półkolu podzielonem na stopnie, ich nachylenie. Gdy więc chcemy doświadczyć ile ciało stałe, cięższe od wody, traci w nię ciężaru, wieszamy na haczyku *k* naczynie M. wewnątrz zupełnie równe wielkości ciała L wiszącego od M i zanurzonego w naczyniu A. Na przeciwnym haczyku *h* wieszamy ciężar N równy ciężarom M, L. będzie równowaga. Z naczynia C wpuszciliśmy wodę do naczynia A; ta w niem dójdzie do téj wysokości, jaką ma w naczyniu C, ale ciało L w wodzie pogrążone mnię ważyć będzie: napelniwszy zaś wodą naczynie M na haczyku *k* wiszące, równowaga znowu powróci. A zatem: *ciało zanurzone w wodzie, tyle traci swojego ciężaru; ile waży woda którą wypycha*, czyli którey miejsce zastępuje.

Narzędzie to, jest bardzo złożone, łatwe do zepsucia, i dosyć kosztowne: a zatem można to doświadczenie robić zwyczajną wagą mającą haczyki u spodu talerzów: podsuwając naczynie z wodą pod ciężar wiszący u haczyka, tak aby się w nię zanurzył.

287. Z tego doświadczenia, następujące wnioski wyprowadzić można.

I. Każde ciało w powietrzu zabięra takie miejsce, iaka jest tego ciała objętość: a zatem, tyle traci ciężaru, ileby ważyło powietrze które-go miejsce zastępuje: a zatem wszelkie ciało mnię waży w powietrzu, aniżeli by ważyło w czczosci: i lubo ta różnica wagi jest nieznaczna; wszelako
w do-

w doświadczeniach wyciągających wielkię dokładności, na nię wzgląd mieć potrzeba.

II. Dwa ciała stałe, iednakowę wagi ale różnéj objętości nie iednakową część ciężaru swego utracą zanurzone w iedneyże cieczy. To, więcéj ciężaru straci, które ma większą objętość.

III. Jedno ciało stałe nurzane w rozmaitych cieczach, nie iednakową część ciężaru swego w każdęj utraci: prawda, że każdęj cieczy iednakową ilość wypchnie, ale ciecze wypchnięte nie będą równo ważyły, bo różnéj są gęstości.

IV. Ciało stałe, cięższe od iakięj cieczy, powinno w nięj opaść, jeśli nie iest utrzymywane, aż do dna naczynia w którém ta ciecz znajduje się. Bo, to ciężarem swoim opada na dół, utracą zaś tyle ze swiego ciężaru ile waży ciecz któręj miejsce zastępuje. A że, objętość cieczy wyrównywaiąca objętości tego ciała, mnięj od niego waży, więc resztą ciężaru opadnie ciało stałe na dno naczynia.

V. Ciało stałe lżeysze od cieczy, nie zanurzy się w nięj całe: lecz ciecz wypchnięta przez część objętości tego ciała, tyle waży ile całkowite ciało. Co okazać można następującém doświadczeniem. W naczynie AB (*Oddział II. Tablica III. Figura 51*) spółkuiące z rurką CD, naleymy wody: ta w obudwu naczyniach do iednakowęj wysokości stanie: daymy, że do punktu *m*, *m* dochodzi wpuścmy potém w naczynie AB kulkę drewnianą, tęj część zanurzy się w wodzie, przeto woda w obudwu naczyniach podniesie się nad znak *m*, *m*: wyleymy za pomocą kruczka K, tyle wody z naczynia, aby ięj wysokość zniżyła się do *m*, *m* i tę wylaną wodę zważmy za pomocą szalek; będzie ięj waga równa wadze kuli drewnianęj którąśmy wpuszczali w naczynie AB. A zatém: objętość cieczy wy-

pchniętę od części ciała lżeyszego w nię zanurzonego, tyle waży, ile całkowite ciało stałe.

Można to doświadczenie zrobić prościeyszym sposobem. (*Oddział I. Tablica II. Figura 18*). Jest naczynie blaszane lakierowane ABCD z rurką R na dół pochyloną, naléymy w to naczynie tyle wody aby się nie sączyła przez rurkę. Poddaymy pod rurkę flaszeczkę F' z leykiem L albo bez leyka. Daymy że sama flaszeczka waży *np.* granów 100. Włóžmy w wodę w naczyniu kulę drewnianą K ważącą *np.* granów 200, téy część zanurzy się w wodzie, a zatém podniesiona przez to woda wyleie się z naczynia przez rurkę R w flaszeczkę F' i potém flaszeczka z wodą będzie ważyła granów 300.

Tém narzędziem można łatwo wykonać doświadczenie przytoczone pod liczbą 286. Z tego doświadczenia wnosimy: że statek na rzece wypycha ilość wody tyle ważącą, ile waży statek ze swoim ładunkiem: a zatém im bardzięj go ładujemy tém się bardzięj pogrąża w wodzie.

VI. Ciało stałe takieyże ciężkości iak i ciekle, w każdéy iego części spoczywać będzie. Bo to ciało tyle ważąc ile ciecz pod iedną z niém objętością, musi z nią byđz na równowadze, kiedy i iéy części równe w objętości temu ciału są z sobą na równowadze.

288. Z tych prawd wytłumaczymy niektóre skutki. 1. Dla czego ciało stałe zostaiące w iakieykolwiek głębokości cieczy, równą część swiego ciężaru utracą? chociaż pewna iest, że im głębięj iest zanurzone ciało w iakięy cieczy, tém od wyższéy iéy kolumny iest przyciśnięte. Ciężar tego ciała właściwy, iest zawsze iednostayny, iakożkolwiek głęboko iest zanurzone w cieczy: traci zaś z tego ciężaru tyle, ile waży ciecz,

któréy mieysce zastępuje: a zatém w iakieykolwiek głębokości iéy zostaje, zawsze iéy iednakową część zastąpi, czyli zawsze iednakową część swego ciężaru utraci, zwłaszcza że ciecz iednakowéy iest gęstości uważając ją od wierzchu aż do dna. 2. Łatwo także wytłumaczyć, dla czego bańki szkiane lub małe figurki zwane dyabelkami Kartezjusza podnoszą się lub opadają w butelce napelnionéy wodą, jeżeli przyciskamy pęcherz, którym iest zamknięty otwór butelki. W tych bowiem bańkach lub figurkach iest powietrze, lżeysze od wody, same zaś zrobione są ze szkła które iest cięższe od wody. Jeśli więc iakim sposobem przycisnieta będzie woda, ta dla niewielkiey swéy ściśliwości nie może się zebrać w mnieysze mieysce, ale powietrze znaydujące się w bańkach lub figurkach ścisnąwszy się, ułatwi tém samém wpływ wody we wnętrze tych figurek, które, stawszy się przez to cięższe od wody, opadną na dół. To opadanie lub wznoszenie się pomienionych figurek zależy także może od większego lub mnieyszego ciśnienia atmosfery. 3. Łatwiey iest pływać, gdy całe ciało iest zanurzone w wodzie, aniżeli część iego: bo w pierwszym razie większą ilość wody wypycha, a zatém większą część z swego ciężaru utraci. Dla tego statek, chociaż złożony z części, które osobno brane, są cięższe od wody, unoszą się na niéy, bo ma znaczną powierzchnią. Nawet ciało cięższe od wody, nie zatonie w niéy, jeśli mu wielką powierzchnią nadamy. Tym to sposobem pontony metalowe pływają po wodzie. Dla teyże przyczyny ryby utrzymują się w rozmaitych wysokościach wody; w nich bowiem znayduje się dwoiaki pęcherz powietrzem napelniony: ten, ryby przez swoje muszkuły albo mogą powiększyć, albo zmniejszyć

więc w pierwszym razie na wierzch wypływają, w drugim zaś opadają na dół. Dla tego człowiek pływający w wodzie wzięwając w płuca swoje powietrze, umniejsza znacznie swojego ciężaru. Dla tego zwierzęta zatopione w wodzie, albo ryby zdechłe po kilku dniach na wierzch wypływają: bo przez ten czas pobytu w wodzie, nabrzmiewają, następnie początek ich zepsucia przez co powiększoną mają znacznie objętość, a tem samem stają się lżejsze od wody, i t. p.

289. *Cieężkość gatunkowa ciał (gravitas specifica)*. Waga ciała iakiego stosowana do jego objętości, zowie się ciężkością gatunkową tego ciała: czyli, ciężkość gatunkowa, jest to iloraz wypadający z podzielenia wagi ciała przez jego objętość. W tym względzie, tem większa będzie waga ciała, im większa będzie jego gęstość; więc i gatunkowa ciężkość ciała, tem większa będzie im jest większa jego gęstość: czyli, ciężkość gatunkowa ciał jest proporcjonalna do ich gęstości. Więc aby poznać gatunkową ciężkość ciał, trzeba wiedzieć, iak się dochodzi ich waga, gęstość i objętość.

290. Niech będą dwa ciała iednorodné, iednakowéy objętości; ale gęstość pierwszego dwa razy większa od gęstości drugiego; będzie waga pierwszego ciała dwa razy większa aniżeli drugiego. Jeżeli gęstości dwóch ciał są równe, ale objętość pierwszego trzy razy większa aniżeli drugiego; będzie waga pierwszego, trzy razy większa aniżeli drugiego. A zatem, ieśli pierwszego ciała gęstość jest dwa razy większa, a objętość trzy razy większa aniżeli drugiego; będzie jego waga sześć razy większa, aniżeli waga drugiego ciała. Więc: *waga iakiego ciała znajduje się, mnożąc jego objętość przez gęstość.* A za-

tém: objętość znajdziemy, dzieląc wagę przez gęstość, a zaś, gęstość znajdziemy, dzieląc wagę przez objętość. A że ciężkość gatunkowa jest proporcjonalna do gęstości; więc i ciężkość gatunkowa znajdzie się dzieląc wagę przez objętość.

Rozumując podobnym sposobem iak pod liczbą 219, wyprowadzimy następujące stosunki wag, objętości, gęstości i ciężkości gatunkowych w dwóch ciałach. To jest.

I. Wagi, mają się iak, iloczyn z objętości i gęstości czyli ciężkości gatunkowych ciał.

II. Jeśli objętości są równe; wagi mają się iak gęstości, lub ciężkości gatunkowe.

III. Jeśli gęstości, czyli ciężkości gatunkowe są równe; wagi mają się iak objętości.

IV. Nakoniec: Jeśli wagi są równe; objętości są w stosunku odwrotnym gęstości lub ciężkości gatunkowych.

291. Sposoby dochodzenia ciężkości gatunkowey ciał stałych. Gdy ciężkość gatunkowa ciała jest to iloraz wypadający z podzielenia wagi przez objętość (289) więc, mając porównywać ciężkości gatunkowe ciał, trzebaby im nadać albo iednakowe objętości, a wtedy ich ciężkości gatunkowe miałyby się iak wagi (289. II.) albo, nadać iednakowe wagi, a wtedy ciężkości gatunkowe byłyby w stosunku odwrotnym objętości (289. IV.) Ale że trudna, a czasem i niepodobna jest rzecz nadawać ciałom stałym iednakową objętość; więc stosować ie trzeba do takiego ciała które wszelką objętość przybrać może. Takim ciałem jest wszelka ciecz np. woda. Wiemy, że ciało stałe zanurzone w wodzie, tyle traci z właściwego ciężaru czyli wagi; ile waży woda pod taką objętością iaka jest ciała stałego (286) więc ciężkość gatunkowa ciała sta-

tego ma się do ciężkości gatunkowey wody, iak waga ciała stałego do wagi wody pod tą samą objętością, czyli do straty ciężaru ciała stałego zanurzonego w wodzie. Więc znajdziemy ciężkość gatunkową ciała stałego porównaną do wody, ważąc ie naprzód iak zwyczajnie, w powietrzu, powtóre ważąc ie w wodzie: np. kawałek miedzi waży w powietrzu granów 56, a zaś w wodzie, waży granów 32; więc ciężkość gatunkowa miedzi do ciężkości gatunkowey wody iak 56 : 4. A że wygodnięj iest brać wodę za iedność, dla porównywania ciężkości gatunkowych, różnych ciał względem siebie; więc podzieliwszy stosunek poprzedzający przez 4, będzie ciężkość gatunkowa miedzi do ciężkości gatunkowey wody iak 9 : 1.

Stąd, wszelkie sposoby dochodzenia ciężkości gatunkowey ciał stałych zależą na następującem prawidle. *Zważyć ciało stałe w powietrzu, ważyć ie potem w wodzie i przez różnicę wagi w powietrzu i w wodzie podzielić wagę w powietrzu.*

I. *Sposób dochodzenia ciężkości gatunkowey ciał stałych odbędzie się, używając zwyczajney wagi, iak się dopiero powiedziało.*

II. *Sposób; używając narzędzia zwanego Hidrometr Nikolsona. (Oddział II. Tablica III. Figura 52).* Jest to wałek metalowy dęty, mający u spodu koszyk kształtu ostrokregu napelniony ołowiem tyle, aby środek ciężkości całego narzędzia był u spodu, przez to, gdy iest *Hidrometr* zanurzony w wodzie, pionowo w nięj stoi. Od wierzchu wychodzi pręcik mający kręską blisko środka i zakończony talerzykiem. Damy że *Hidrometr* tak iest urządzony iż puściwszy go w wodę, trzeba na talerzyku położyć 1000 granów aby się w nięj zanurzył po kręską

na pręciku położoną. Użyje się więc w ten sposób do znalezienia ciężkości gatunkowey np. kawałka miedzi. Kładzie się ta miedź na talerzyk *Hidrometru* pływającego w wodzie, i trzeba jeszcze przyłożyć do talerzyka np. 964 granów, aby się *Hidrometr* zanurzył po króskę: stąd wniesiemy że kawałek miedzi waży w powietrzu 56 granów. Wymuie się potem *Hidrometr* z wody, miedź kładzie się w koszyk i znowu *Hidrometr* puszcza się w wodę. Nie zanurzy się w tym razie po króskę, aż za przyłożeniem do talerzyka 4 granów: więc woda pod taką objętością iaka jest miedzi waży 4 granów. Stąd wypada następujące prawidło: *Znalezioną wagę ciała stałego, przez położenie iego na talerzyk, podzielić przez wagę dołożonych ciężarków do talerzyka gdy ciało stałe położone jest w koszyku, będzie znaleziona ciężkość gatunkowa.*

Narzędzie to jest bardzo czułe, a tém samém dokładne: małe tylko kawałki ciał stałych do doświadczenia brać trzeba nie dochodzące granów 1000.

Hidrometr bardzo wygodnem jest narzędziem z tego względu, że można nim dochodzić ciężkości gatunkowey ciał stałych lżeyszych od wody np. drzewa, przywiązując je nitką do koszyka aby przy zanurzeniu w wodę nie wypłynęło z nię. Co trudno uskutecznić zwyczajną wagą: której używając, trzeba po zważeniu w powietrzu ciała lżeyszego od wody, obciążyć je tyle ciałem cięższem aby się mogło zanurzyć w wodzie. Znajdzie się przez to ciężkość gatunkowa ciała złożonego, od której odjawszy ciężkość ciała cięższego od wody, będzie ciężkość gatunkowa ciała lżeyszego od nię.

III. *Sposób.* Jeżeli ciało jest sypkie np. piasek iaki którego mamy dochodzić ciężkości

gatunkowéy, trzeba tak postąpić. Niech będzie flaszeczka napełniona wodą, i zatknięta czopkiem szklannym: daymy że waży 100 granów, a zaś sam piasek niech waży 50 granów. Wsypmy go w flaszeczkę, uleie się tém samém wody z niéy tyle, ile w niéy zabierze mieysca piasek.

Zważmy powtórnie flaszeczkę, i niech waży 150 granów. Więc woda wypchnięta przez piasek waży granów 20. A zatem ciężkość gat: wody do ciężkości gat: piasku iak 20 : 50, czyli iak 1 : 2, 5.

Aby to doświadczenie było dokładném, trzeba żeby czopek zatykający flaszeczkę dotykał się w niéy wody; dla tego powinna bydź ryska zrobiona pionowo w szczyce flaszeczki i takąż w podłuż na czopku: gdy flaszeczka napełniona jest wodą, trzeba tak wkładać czopek w szczykę żeby te dwie ryski odpowiadały sobie, robi się przez to otwór którym zbyteczna woda wypłynie przy zatykaniu: zakręciwszy daléy czopek, flaszeczka będzie zupełnie zamknięta.

Można tym sposobem dochodzić ciężkości gatunkowéy ciał stałych w małych kawałkach, używając większych naczyń i z większemi otworami.

Jeżeli ciało iakie rozpuszcza się w wodzie, trzeba porównywać iego ciężkość gatunkową do innéy iakiéy cieczy w któręy się nie rozplywa. Wiedząc zaś ciężkość gat: téy cieczy, tém samém porównamy ciężkość gat: ciała rozpuszczającego się w wodzie, do ciężkości gat: wody.

292. *Sposoby dochodzenia ciężkości gatunkowéy ciał ciekłych.* Dochodziliśmy ciężkości gatunkowych ciał stałych porównyując ie do iednéy cieczy, to jest do wody; znajdziemy podobnie ciężkość gatunkową ciał ciekłych stosując ie do iednego ciała stałego.

I. *Sposób.* Zawieśmy u talerza wagi ciężarek iakiegokolwiek kształtu, a na przeciwnym talerzu tyle położymy ciężaru aby była równowaga: poddaymy potem naczynie nalane wodą pod ciężarek wiszący u talerza, tak aby się w nię zanurzył, równowaga się zepsunie (286) a przydany ciężar do talerza dla ię przywrócenia, okaże ile waży woda pod taką objętością, iaka iest wiszącego ciężarku, a tém samém okaże ciężkość gatunkową wody względem ciężarku. Podobnie postępując z inném ciieczami, znajdziemy także ich ciężkość gatunkową względem ciężarku: a tém samém będziemy mieli ciężkość gat. ciał ciekłych zastosowaną albo do wody albo do iakiey innę cieczy.

II. *Sposób.* Areometrem wynalezionym przez *Fahrenheita*. (Oddział II. Tablica III. Figura 54). *Areometr* iest narzędzie DEBS dęte, metalowe lub szklanne, tak urządzona aby iego zbiór ciężaru czyli środek ciężkości był przy S: u wierzchu iest rurka AC mająca króskę przy a, kończy się talerzykiem DE. Daymy że ten *Areometr* waży 820 granów: puściwszy go w wodę, trzeba przyłożyć do talerzyka 180 granów ażeby się *Areometr* zanurzył w wodzie po króskę. Więc woda pod taką objętością iaka iest *Areometru* waży granów 1000 (286). Podobnie zanurzając *Areometr* np. w spirytusie winnym, trzeba przyłożyć do talerzyka granów np. 20. Więc spirytus winny pod objętością równą *Areometru* objętości, waży granów 840. Więc ciężkość gatunkowa wody do ciężkości gat. spirytusu winnego, iak 1000 : 840.

III. *Sposób.* Areometrem wynalezionym przez *Beaumé* (Oddział II. Tablica III. Figura 55). Jest rurka szklanna CA zakończona bańką B i tak urządzona, iż środek ciężkości całego narzę-

dzia jest przy S przez wlanie w bańkę S pewnéy ilości merkuryusza lub wsypanie śrótu. Daymy że ten *Areometr* puszczoney w wodę, zanurza się w nięy do punktu G: puszczoney zaś w wodę w któręy rozpuszczona jest dziesiąta część soli kuchennęy, a która woda tém samém jest gęstsza od pierwszëy, niech zanurzy się w nięy *Areometr* tylko do punktu D. Naznaczywszy punkt G zero i odległość od G do D podzieliwszy na 10 równych części, czyli stopni i takież same stopnie przeniósłszy na całą długość rurki CA, będziemy mieli *Areometr* urządzony podług sposobu *Beaumé*. Używaiąc tego *Areometru*, sądzimy o ciężkości gatunkowëy iakiëy cieczy, podług stopnia do iakiego się w nięy zanurza *Areometr*.

Podobnym sposobem robią się narzędzia zwana próbki do wódek i spirytusów. (Czytaj opis tych próbek i sposób ich używania podany przez *J.P. Magiera*).

Mozna urządzić *Aneometr* okazuiący dokładnie, ile jest soli iakiëy rozpuszczonëy w wodzie. Na ten koniec trzeba mieć kilkadziesiąt naczyń nalanych wodą maiącą w sobie rozpuszczonëy soli iakiëy część, w jedném np. naczyniu dziesiątą, w drugiem dwie dziesiąte, w trzeciem trzy dziesiąte, albo jednę setną, dwie setne trzy setne i tak dalëy. Puszczaiać *Areometr* w takie wody, wyznaczyć można na iego rurce stopnie oznaczaiące ilość soli rozpuszczonëy w wodzie setną, dwie setne, trzy setne i t. d. Taki *Areometr* jest bardzo użyteczny przy Fabrykach wyprawdzania soli warzonki, wyrabiania saletry, soli Ammoniiackiëy i t. p.

IV. *Sposób*. Można okazać ciężkość gatunkową ciał ciekłych używaiąc do tego rurek spółkuiących. I tak naleymy w nie tyle merkuryusza aby się w obu dwu rurkach utrzymywał na wy-

gęstość *np.* ciała iednego. Wlęymy potém w iedną rurkę pewną ilość wody. Lęymy w drugą rurkę tyle *np.* spirytusu winnego, aby się merkuryusz w obudwu rurkach utrzymywał się na 1 cal. Wysokości kolumn wody i spirytusu winnego w rurkach nie będą iednakowe, ale się będą miały w stosunku odwrotnym gęstości tych cieczy, czyli ciężkości ich gatunkowych (282).

V. *Sposób.* Można użyć flaszeczki, o której mówiliśmy (pod liczbą 291. *Sposób III*). Wążąc tę flaszeczkę napelnioną, wodą lub iakimi innemi cieczami; będą ich ciężkości gatunkowe tak się miały iak wagi (290. II.)

Przestrogi, które zachować potrzeba przy dochodzeniu ciężkości gatunkowych.

I. Trzeba mieć wzgląd na to, że gatunkowa ciężkość iednegoż ciała iest odmienna, podług klimatu. A zatem przy doświadczeniu, trzeba pamiętać na miejsce z którego ciała wzięte zostały.

II. Częstki różnorodne, składające ciało, podług swojej ilości rozmaitey, sprawiają widoczną odmianę w dochodzeniu gatunkowych ciężkości.

III. Trzeba mieć wzgląd na to aby ciała, których dochodzimy ciężkości gatunkowych, wszystkie miały iednakową temperaturę.

IV. W ścisłych doświadczeniach, trzeba mieć wzgląd na ciśnienie atmosfery.

V. Gdy zanurzone iest ciało w wodzie, trzeba piórem usunąć z powierzchni iego powietrze, czyli obmiesć bańki powietrza: bez téy ostrożności, objętość wody wypchniętęy większaby była iak prawdziwa objętość ciała.

VI. Nakoniec trzeba mieć ważki ile bydy może dokładne, i ciężarki z wielką precyzją oznaczone.

Zachowując ściśle podobne przestrogi, można ułożyć dokładną Tablicę ciężkości gatunkowych ciał rozmaitych (d).

(d) Mając daną kompozycyą z dwóch metalów, dopyść iaka iest w nięy ilość każdego. *Wiedząc iakim sposobem dochodzi się ciężkość gatunkowa ciał, możemy łatwo wyznaczyć ilość każdego metalu wchodzącego w kompozycyą. Na to trzeba mieć wiadomą ciężkość gatunkową samęy kompozycyi, co iest łatwo: tudzież znać trzeba ciężkość gat: każdego metalu wchodzącego w kompozycyą. Damy że kompozycya zrobiona iest ze złota i srebra. Nazwiemy objętość srebra w kompozycyi O , ciężkość gat: C , wagę W . Nazwiemy objętość złota w kompozycyi o , ciężkość gat: c , wagę w . A zaś ciężkość gat: samęy kompozycyi nazwiemy K . Ponieważ znayduie się waga ciała mnożąc iego objętość przez ciężkość gat: (290), będzie zatem:*

$$W = OC$$

$$\text{i znowu } w = oc$$

Waga zaś samęy kompozycyi będzie równa summie objętości srebra i złota w kompozycyi, rozmnożonęy przez ięy ciężkość gatunkową: to iest, waga kompozycyi, będzie, $OK \rightarrow oK$. A że waga kompozycyi równa iest summie wag srebra i złota które ią składają; będzie zatem:

$$OK \rightarrow oK = W \rightarrow w.$$