

DOSWIADCZENIA SKUTKOW

Rzeczy pod zmysły podpadaiących
na publicznych Posiedzeniach
W Szkołach Poznańskich
Societatis JESU
na widok wystawione y wykładane,
JEGO KROLEWSKIEY MOSCI
PANU NASZEMU MIŁOSCIWEMU
Ofiarowane
a dla łatwieyszego słuchaiących y
patrzących poięcia
do druku podane

Przez Xiędza Jozefa Rogalińskiego,
tegoż Zakonu, Matematyki y Fizyki doświadczaiącey
Nauczyciela.

KSIĘGA DRUGA

w POZNANIU
w Drukarni J. K. M. Societatis JESU.
Roku Pańskiego 1767.

BIBLIOTEKA GŁÓWNA AGH
1000222573

Quod ſi nos non interpretum fungimur munere, ſed tuemur ea, quæ dicta ſunt ab iis, quos probamus, eiſque noſtrum judicium & noſtrum ſcribendi ordinem adjungimus---Quod ſi Græci leguntur à Græcis, iisdem de rebus alia ratione compoſitis, quid eſt, cur noſtri à noſtris non legantur? Cicero de Fin: Bon: & Mal: Lib: 1. C. 2.

BIBLIOTEKA AGH
Sl. D. 67
AKADEMIA G[illegible] - HUTNICZA
Kraków, Al. Mickiewicza 30
II KHT/649
I
D. 13/08

DO ŁASKAWEGO CZYTELNIKA

IM dalèy poſtępuię w przedſięwziętey pracy, tym bardzièy doświadczam na ſobie tego, co Plinius w Przemowie Kſięgi ſwoiey napiſał, (a) że

tru-

(a) Res ardua vetuſtis novitatem dare, novis authoritatem, obſoletis nitorem, obſcuris lucem, faſtiditis gratiam, dubiis fidem, omnibus verò naturam, & naturæ ſuæ omnia. *In Proœm: Hiſt: Natur.*

trudno ieſt ſtarym rzeczom dać nowe wdzięki, nowym ziednać wzięcie y powagę u ludzi, zaniedbanym ſławę y ſzacunek, wątpliwym wiarę; ciemne obiaśnić, nieſmaczne okraſić, zgoła każdey rzeczy właściwą iſtotę, rzetelnie, pięknie, y iaśnie wyłożyć. Nigdzie to zdanie nie miało lepſzego mieyſca, iako w teraznieyſzey okoliczności. Scigaiąc iſtoty y właſności wſzyſtkich na świecie rzeczy pod zmyſły podpadaiących w ięzyku im niezwyczaynym, coraz więcey znayduię tych trudności, które Plinius *wyraził; y mocno przeczuwam, że praca bądź naypilnieyſza, że chęć bądź naygorętſza we mnie przyſłużenia ſię kraiowi memu, nie równo pomyślnie w każdey Kſiędze, y w każdym Poſiedzeniu ſłużyć mi może. Opiſuiąc bowiem po Polſku nie łatwe rzeczy w każdym ięzyku, ſpodziewać mi ſię należy podobnych przygan, które Mowcę Rzymſkiego potkały, kiedy Greckie nauki ſwoim Oyczyſtym ięzykiem wydawał, (b) y boię ſię ſłuſznie, abym nie był albo zbyt ciemnym dla czytaiących; albo chcąc bydź iaſnym, nie był zbyt długim y tęſkliwym; albo, przywięzuiąc ſię ściſle do Oyczyſtey wymowy, nie był przewrotnie od niektórych tłumaczonym.*

Y toć

(b) Non eram neſcius, Brute, cùm, quæ ſummis ingeniis exquiſitaque doctrina Philoſophi Græco ſermone tractaviſſent, ea Latinis literis mandaremus, fore, ut hic noſter labor in varias reprehenſiones incurreret. *De Fin: Bon: & Mal: Lib: 1. C. 1.*

Y toć ieſt, cō mi naywięcey zabiera czaſu, co (oprócz innych zabaw pobocznych) naydłużey opoźniło wydanie tey drugiey Kſięgi po pierwſzey. Lecz pomiarkowałem ſię nakoniec, że to ſą niedoſkonałości, których ſię żadną miarą w tey robocie uchronić nie można; y gdyby mnie miały odſtręczać; trzebaby ią ze wſzyſtkim porzucić. Po wydaniu pierwſzey moiey kſięgi, nie doſzła mnie prawda od nikogo ieſzcze przygana ciemności y utęſknienia, ale ſłyſzałem z boku opaczne tłumaczenia ſłów albo nie zwyczaynych, albo do niezwyczaynego nam znaczenia odemnie zażytych. Ale rzecz mnie ſama w tym uſprawiedliwia, y od płochych zaſłania żartów. Bez tych ſłów obyć ſię żadnym ſpoſobem nie potrafię, bo tego y Cicero *w ſwoim ięzyku nie dokazał, (d) y które w każdym innym ięzyku, lubo mogą dobrże y źle znaczyć (według woli y myśli tych, u których co w ſercu to w uśćiech) iednak, bez obrażenia uſzu, do tey nauki wſzędzie zażywane bywaią. Jeżeli ſię to komu nie zda? proſzę o inne ſłowa, y wyrażenia równie dobrze tłumaczące rzecz, a z chęcią y z podziękowaniem ie przyimę. Lecz pòki ſię tego nie doczekam, nie myślę dawnych odrzucać, bo*

y pſzczół-

(d) Aut enim nova ſunt rerum novarum facienda nomina, aut ex aliis transferenda; quod ſi Græci faciunt, qui in iis rebus tot jam ſæcula verſantur, quantò id nobis magis concedendum eſt, qui hæc nunc primùm tractare conamur? *Acad: Quæſt: Lib: 1. C. 7.*

y pszczółka nie odraża się tym od kwiatu, że z niego paiąk truciznę bierze. Dosyć mi na tym, że to wdzięczna iest NAYIASNIEYSZEMU PANU, któremu całą pracę moię poświęciłem, którego szczęśliwemu Panowaniu gdy y Polski Naród wszystkie swoie korzyści, y Polski ięzyk całą swoię wzięłość powinien, pod Jego mocną obroną, nabiéram śmiałości Rzymskiego Mowcy: Ego autem quem timeam Lectorem? cum ad Te audeam scribere? *(e)* Tu verò bene meritus mihi videris de Tuis Civibus, si eos non modò copiâ rerum auxeris (ut effeciſti) sed etiam verborum. Audebimus ergo novis verbis uti, Te Auctore, si necesse erit. *(f)*

(e) De Fin. Bon: & Mal: Lib: 1. C. 3.
(f) Acad: Quæst: Lib: 1. C. 7.

APPRO-

APPROBATIO DIOECESANA.

ALterum Opus sub titulo: *Doświadczenia skutków rzeczy pod zmysły podpadaiących &c.* per Admodum Reverendum ac Eximium Patrem Josephum Rogalińskí, Societatis JESU, in Claro Collegio Posnanensi ejusdem Societatis Matheseos & Physicæ experimentalis Professorem meritissimum, æquè laboriosè, ac ingeniosè conscriptum, ex vi Officii mei vidi ac legi, cùmq; nihil Fidei Orthodoxæ ac bonis moribus dissonum contineat, quinimo perneceſſariam Genti Polonæ doctrinam exhibeat, idem luce publica dignum esse censeo. Datt: in Collegio Lubranscíano Academiæ Posnanienſis, die 6. Mensis Maji, Annô Domini 1767.

M. STANISLAUS FICZKIEWICZ, U. J. P. Ecclesiarum Collegiatarum Sanctæ Annæ Præpositus, Omnium Sanctorum Cracoviæ Cancellarius, Librorum per Diœcesim Posnanienſem Censor, Studii Academiæ Posnanienſis RECTOR. *mpp.*

FACULTAS R. P. PROVINCIALIS

CUm opus, quod inscribitur: *Doświadczenia skutków rzeczy pod zmysły podpadaiących Księga druga* aliquot ejusdem Societatis Theologii recognoverint, & in lucem edi posse probaverint, potestate mihi facta ab A. R. P. Nostro Laurentio Ricci Societatis Nostræ Præposito Generali facultatem concedo, ut typis mandetur, si iis, ad quos pertinet, ita videbitur. In cujus fidem, has Literas manu mea firmatas, & sigillô munitas dedi Cracoviæ 18. Maji 1767.

Adamus Chrzanowski, Præpositus Provincialis Societatis JESU per Majorem Poloniam.

mpp.

PODZIAŁ
tey całey Kśięgi

POSIEDZENIE IX. O drodze, chyżości y trwałości w biegu rzeczy ruchomych. *kar*: 1
POSIEDZENIE X. O spoczynku rzeczy ruchomych - - - - 15
POSIEDZENIE XI. O używaniu biegu lub spoczynku rzeczy ruchomych - 64
POSIEDZENIE XII. O używaniu Drąga w Silniach - - - 83
POSIEDZENIE XIII. O Silniach z Drąga zkładanych - - - 160
POSIEDZENIE XIV. O używaniu krążkow w rożnych Silniach - 200
POSIEDZENIE XV. O używaniu rożnych kołowrotow - - - 239
POSIEDZENIE XVI. O kołkach zębatych w silniach - - - 260
POSIEDZENIE XVII. O Równi nakłonioney 343
POSIEDZENIE XVIII. O pierwszey Silni zkładaney z Równi nakłonioney 364
POSIEDZENIE XIX. O drugiey Silni zkładaney z Równi nakłonioney 388
POSIEDZENIE XX. O używaniu sznurow w różnych Silniach - 417

PO-

POSIEDZENIE IX.
O drodze, chyżości, y trwałości w biegu rzeczy ruchomych.

ŁAtwiey iest przechodzić się po wesołym ogrodzie, albo ubiegać się w polu za zwierzyną, niżeli dobrze przenikać, co to iest przechadzka y ubieganie. Jeżeli iednak obrócimy myśl na to, co czyniemy, przechadzki zażywaiąc? uznamy natychmiast, biorąc miarę z siebie do innych istót, że, ile razy rzecz iakakolwiek się rusza, tyle razy odmienia swoie położenie względem innych postronnych rzeczy, ktore ią obtaczaią, z bliska lub z daleka; y na tym zawissa odmiana mieysca, albo droga. Człowiek naprzykład iadący w powozie, albo płynący w czółnie, ustawicznie odmienia położenie swoie, chociaż nie względem osób znayduiących się z nim w czółnie lub powozie, ale przynaymniey względem różnych mieysc, przez które y wedle których przemiia. Bo gdy postrzegam, że to, co było na prawey, znayduie się teraz na moiey lewey ręce, mogę bespiecznie ztąd wnieść, że było prawdziwe, y rzetelne rusżanie się

Lecz nie dosyć mi iest na tym, ábym poznał, że to ia iestem, com się ruszył, gdyż taż sama pozorność wydawałaby mi się, choćby mnie z mieysca nie ruszywszy, rzecz tylko mnie bliską ruszono. I tak; czyli to słońce we dwadzieścia cztery godzin obraca się w koło ziemi stoiącey w środku; czyli słońce nie ruszaiąc się z mieysca, ziemia w obrocie swoim stawia na przeciw niego wszystkie cząstki, iednę po drugiey okrągu swego w podobnym czasie, wszystko to iest iedno, co do pozoru wydawaiącego się ludziom.

Każda rzecz ruszaiąca się odbiera zapęd od siły iakiey, zbliża się bardziey ku iedney stronie, niż ku drugiey, nie może się zaś zbliżyć, bez przebieżenia iakiego mieysca, nie może przebiec mieysca bez wyniszczenia cokolwiek siły swoiey, na zwyciężenie wszystkich odporów.

Ztąd wynika troiaka własność biegu. 1. Kierowanie albo droga. 2. Chyżość. 3. Wielkość y trwałość samego biegu.

1. Kierowanie, albo droga, iest zmierzanie rzeczy iakiey raczey w iedną stronę, niż w drugą, raczey ku wschodowi naprzykład, niż ku zachodowi, ku południowi, niż ku północy. Takie zmierzanie poznaiemy álbo z drogi samey, albo z przyczyny bieg sprawuiącey; z drogi samey: wyrażamy ią zwyczaynie przez kreskę prostą, ktorą ciało w biegu przechodzi, lub usiłuie przechodzić, y śladem swoim naznaczyć po sobie. Chociaż bowiem w rzeczy samey

mey przechodzi mieysce maiące prócz długości y szerokość y wysokość taką, iaką ma samo ciało bieżące, iednak iak gdyby w iednę tylko kropkę zcieśniła się cała rozłożystość iego, uważamy tylko drogę tey kropki, więc ta droga nie może bydź tylko iedną kréską.

Początek biegu zawsze przez drogę prostą się czyni, którey się ciało bieżące nie puszcza póty, póki przez iaką obcą siłę nie będzie od niey gdzie indziey obrócone. Jednak zaraz zaczyna znowu przebiegać inną prostą kréskę, pierwszey podobną, (lubo iuż w inną stronę) którey się znowu trzyma, póki go inaczey nie zkieruią: przeto, ieżeli widziemy, że krzywą drogą idzie, to iest: że ślad bieżącego ciała byłaby krzywa kréska, na kształt łuku, lub obręczy, ta krzywość nic innego nie iest, tylko spoienie szeregu prostych kréseк różnie kierowanych. I tak: proca wkoło z kamieniem obracana, acz się zda mieć za ścieszkę okrąg, iednak to iest wielokąt, (*polygonum*) z niezliczonemi bokami, iako naprzykład *w Obrazku* 1. *Tabl:* 1.

I dla tegoć to daiemy tym ścieszkom tylerożnych imion, ile może bydź różnego położenia kréseк, mówiemy naprzykład: ta rzecz rusza się prosto, z ukosa, równolegle, prostopadle, do tey, lub inney równiny. Według bowiem drogi, ktorą ciało przebiega, bieg iego zwykliśmy nazywać. Jeżeli przebiega drogę prostą, mówiemy, że się rusza prosto; ieżeli krzywą, mówiemy, że krzy-

wo; Bieg wodoskoku, który na żadną stronę nie iest nakłoniony, y gdzie wody znowu na siebie spadaią, iest prostopadły, (*perpendicularis.*) Bieg śrótu wystrzelonego do ptaka na drzewie, iest krzywy y z ukosa, bo (iako na innym mieyscu pokażemy) śrót lub kula wystrzelona, ciężarem swoim dążąc do ziemi ustępuie od prostey drogi. Bieg człowieka po równinie w ogrodzie się przechodzącego, iest poziomny y równoległy. (*Parallelus horizonti*) Bieg wkoło iakiey rzeczy, zawsze w iednakowey od niey odległości iest okrągły. Bieg wkoło okrętu, iest iaykowaty. (*Ellipticus*) Bieg kuli z moździerza wystrzeloney, iest kabłąkowaty (*parabolicus*) Bieg wkoło iakiey rzeczy zawsze się od niey co raz bardziey oddalaiący iest wężowaty, (*spiralis*) gdyż tak wąż w koło głowy ciało swoie obwiia. I też są różności biegu z drogi samey pochodzące.

Jeżeli zaś uważać go będziem w przyczynie sprawuiącey, może bydź albo szczegulny ciału iakiemu, albo pospolity wielom, álbo poiedyńczy, albo składany, albo przełamany, albo odbity, albo do czasu, albo na zawsze trwaiący. Bieg szczegulny iest, którym iedna rzecz się rusza. Bieg pospolity, ktorym się razem wiele rzeczy rusza: każdy naprzykład koń ciągnący powóz, ma swóy bieg szczegulny; lecz bieg samego powozu y osób znayduiących się w nim, iest pospolity. Te dwa biegi nie są sobie bynaymniey przeciwne, gdyż widziemy często, że w ten

w ten czas, gdy powóz idzie szybko od wschodu naprzykład ku zachodowi, mucha znayduiąca się w nim, idzie od zachodu ku wschodowi; Tak y na okręcie z rozpuszczonemi żaglami szybko płynącym ku południowi, ludzie mogą się przechodzić ku północy.

Prócz tego, bieg iezeli od iednego początku y przyczyny pochodzi, y do iednego célu zmierza, będzie poiedyńczy; ieżeli od wielu przyczyn pochodzi pędzących go w różne strony, będzie składany: I tak bieg strzały prosto wymierzoney do iakiego célu, albo do ptaka w górę, iest poiedyńczy; bieg zaś gałki na stole równym uderzoney z boku, iest zkładany, z prostego, ktory ma od ręki uderzaiącey, y z obręcznego, ktory odbiera od stołu; gdyż razem y prosto się pomyka ku iakiey stronie, y w koło się obraca: każde koło powozu iadącego łączy w sobie te dwa biegi, bo się y obraca w około osi, y pomyka się prosto ku stronie zamierzoney.

Bieg przełamany iest, w którym ciało przechodząc się z mieysca gęstszego na rzadsze, naprzykład z wody na powietrze, albo z rzadszego na gęstsze, w samym przeyściu opuszcza zaczętą drogę, y inney się chwyta. Bieg odbity iest, w ktorym ciało odskakuie od iakiey zawady. Gdy rzucę naprzykład kamyczek z ukosa, na wierzch iakiey rzéki, ieżeli kamyczek odbity od wody, odskakuie, iest to bieg odbity. Gdy zaś strzelę kulą w wodę, ta kula nie

trafi mi w mieysce zamierzone, lecz cokolwiek na bok, y to iest bieg złamany, bo ta droga, którą przebiega kula w wodzie, nie leży prosto z tą, ktorą przebiegła na powietrzu, lecz tak iest nakłoniona do niey, iakoby ta cała ścieszka kuli była przełamana w samym przeyściu z powietrza do wody, ktora iest gęstsza, od powietrza.

Nakoniec, bieg do czasu iest, który widziemy pospolicie na świecie, że z czasem słabieie, y ustaie. Bieg zaś na zawsze trwaiący, byłby wynalazkiem rzemiessła, albo dziełem sztuki iakiey, który na zachowanie się w swoim stanie, nie potrzebowałby żadnego odnowienia w sobie, y nowego natężenia siły sprawuiącey go. Taki by był bieg zegaru, w którym sprężyna odwiiałaby się, y zwiiała sama, bez nakręcenia ręki ludzkiey. Lecz wynalezienie tego, y iest, y było do tych czas dla Rzemieślników tak niedościgłą taiemnicą, iako czworograniec z obręczy dla Ziemiomierników, kamyczek Filozoficzny dla Złotników, lekarstwo powszechne na wszystkie niemocy, dla Lekarzów. Suszyło się nad tym wiele dowcipów, między któremi nie pośledni są dway nasi Polacy X. Stanisław Solski, (*a*) y Adam Kochański z Zakonu moiego Nauczyciel Matematyki w Akademii Mogunckiey (*b*). Lecz te wszystkie starania z nakła-

(*a*) Machina exhibendo motui perpetuo artificiali idonea Auctore P. Stanislao Solski S. J. Cracoviæ 1663.

(*b*) Analecta Mathematica de motus artificialis perpetui possibilitate, adjecta ad cursū Mathematicū P. Gasparis Schotti è S. J.

nakładem znacznym czasu y pieniędzy od wielu czynione, to tylko dały poznać światu, że bieg zawsze trwaiący iest do wykonania nie podobny. Łatwiey go wymyślić, y w słowach określić, niżeli do skutku przywieść; ponieważ, trebaby znaleść rzecz, ktoraby się w używaniu nie tarła, albo z tarcia o drugą żadnego w biegu opóźnienia nie czuła. Prócz tego, trzebaby iey siły nieskończoney, nieustawaiącey, na zwyciężenie wszystkich odporów. Czego że w przyrodzonym stanie rzeczy nie widziemy, chętnie ustępuiemy innym tego zamysłu, á z nim nie tylko chwały od wszystkich mądrych za dokazaniem iego, lecz y nadgrody znaczney, którą za to obiecała Rzeczpospolita Holenderska.

My tym czasem, zważywszy pierwszą biegu własność, ktora na kierowaniu, álbo drodze zawisła; bierzemy przed się drugą, to iest *Chyżość*; ktora nic innego nie iest, tylko porównanie długości czasu, z długością drogi przebieżoney w tymże czasie od ciała iakiego. Poznaie się więc chyżość z długości mieysca przebieżonego, y z czasu na tey drodze strawionego. Nie dosyć bowiem do uznania chyżości powiedzieć: że ten człowiek ubiegł 8 mil, lecz przydać należy: w iak długim czasie ubiegł? Bo droga cała na równe chwile czasu się rozciąga. Długość tedy mieysca, przedzielona przez czas, wydaie nam chyżość. Niech kto na przykład 10 mil ubieży przez 5 godzin, chyżość iego będzie $= \frac{10}{5}$, to iest: będzie $= 2$. Podobnymże sposobem, dłu-

długość drogi przedzielona przez chyżość, wydaie nam czas $\frac{10}{2} = 5$. Nakoniec: czas rozmnożony przez chyżość, daie nam do poznania długość mieysca; gdyż $5 \times 2 = 10$. (*c*)

Chyżość dwoiako uważana bydź może, albo bez względu na drugą chyżość innego ciała, albo z tym względem y porównaniem z drugą. Jeżeli uważam chyżość moię tylko samę w sobie, ta będzie bez względu na inną, ieżeli zaś uważam ią iako poprzedzaiącą drugiego człowieka w iednymże ze mną ogrodzie czyniącego przechadzkę, iuż będzie porównana. W pierwszym razie rachuie się cała, gdy naprzykład w pòł godziny, to iest w 30 chwil, 600 krokòw ubiegnę, chyżość moia sama w sobie, będzie wychodziła na 20, bo 600 rozdzielone przez 30 wynosi na 20. Gdy zaś uważam, że staruszek iaki, w pòł godziny tylko 300 krokòw ubieży, więc moia w porównaniu z iego chyżością, nie powinna się iuż brać cała, ale tylko ta część, ktorą ia go przewyższam: to iest 10.

Jeżeli dwa ciała w iednakowym czasie, iednakową drogę przebieżą, można ztąd wnieść, że maią iednakową chyżość: Jeżeli zaś iedno z nich więcey potrzebuie czasu niż drugie na przebieżenie pewnego mieysca, albo w iednymże czasie, tyle mieysca nie przebiega ile drugie, znak to iest, że chyżość ich, iest nie iednakowa.

(*c*) Znaki te między liczbami iużeśmy wyłożyli w Księdze pierwszey.

dnakowa. Obydwie skazòwki w zegarku, przebiegaią w koło iednakowe mieysce, lecz ta ktòra skazuie godziny, dwanaście razy więcey czasu potrzebuie na przebieżenie w koło tarczy zegaru, niżeli ta, ktòra skazuie chwile: więc tamta musi mieć 12 razy mniey chyżości, niżeli ta. Albo biorąc 12 godzin za drogę przebieżoną od obydwòch, ponieważ skazòwka chwil w iedney godzinie przebiega tę drogę, więc chyżość iey będzie $\frac{12}{12} = 12$. Że zaś skazòwka godzin w 12. godzinach dopiero przebiega tę samę drogę, więc chyżość iey będzie $\frac{12}{12} = 1$.

Czyli samę w sobie, czyli w porównaniu uważać będziem chyżość, troiaką w ciałach upatruiemy; albo iednostayną, albo pospieszną, albo opieszałą. Jeżeli ciało w czasie iednakowym, zawsze iednakowe mieysce przebiega, naprzykład: w pierwszey czasu chwili pomyka się na 15 stòp, w drugiey także na 15, w trzeciey toż samo, y tak daley statecznie, że y czas, y droga przebieżona w tym czasie, zawsze iest równa, mòwiemy; że ma chyżość stateczną, y iednostayną; ktòra lubo nic niepodobnego w sobie nie zawiera, iednak w teraznieyszym stanie rzeczy przyrodzonych, nie znayduie się prawie na świecie, dla nieuchronnych przeszkòd y zawad, o ktòrych rzecz nam będzie daley.

Chyżość pospieszna iest: ktòra w czasach rownych przebiega drogę co raz większą, albo drogę iednakową, w czasie co raz mnieyszym. Naprzykład: gdy ciało w pierwszey czasu chwili pomyka się na iednę stopę, w drugiey zaś rowney czasu chwili pomyka się na trzy stopy, w trzeciey na pięć, y tak daley. Takaċ iest chyżość kamienia wolno spadaiącego z gòry na dòł, ktòry daleko prędzey idzie przy końcu, niżeli na początku swego upadku, iako się na innym mieyscu pokaże.

Przeciwnym zaś sposobem, ieżeli droga zawsze iednakowa, nie będzie przebieżona inaczey tylko w czasie co raz to większym, albo ieżeli czas będzie rowny, lecz droga przebieżona w nim, co raz mnieysza, taka chyżość iest opieszała. Naprzykład: gdy na przebieżenie drogi na iednę stopę, ciałc z początku trawi iednę czasu chwilę, potym trawi trzy, potym pięć rownych czasu chwil. Takaċ iest chyżość gałki pomkniętey po stole, ktora wolnieie co raz, aż nakoniec zupełnie ustanie. I tòċ iest, co nam o drugiey własności biegu wiedzieć należy.

Trzecia własność iest wielkość y trwałość samego biegu, albo siła, ktorą zwycięża wszystkie na drodze zawady. Tę siłę poznaiemy z bryły ruszaiącego się ciała, y z chyżości iego razem. Ponieważ wielkość biegu zawisła od siły ciała bieżącego, siła zaś iego zawisła nie mniey od bryły, to iest od wielości cząstek iego,

iego, iako y od chyżości iego: gdy bowiem ciało się pomyka na ieden sążeń drogi, z czterema stopniami (że tak rzekę) chyżości, każda cząstka iego pomyka się także w tymże czasie, na ieden sążeń drogi, z rowną chyżością; więc każda cząstka ma także 4 stopnie chyżości. Żeby tedy poznać wielkość biegu w tym ciele, trzeba brać tyle razy 4 stopnie chyżości, ile iest cząstek w ciele, to iest trzeba rozmnożyć chyżość, przez liczbę cząstek składaiących ciało: żeby więc w powszechności poznać wielkość biegu w iakiey rzeczy, trzeba mieć wzgląd na bryłę, to iest ciężar, y na chyżość iey. Niech bowiem będą dwie bryły A, y B, (*w Obrazku 2.*) pierwsza ważąca ieden funt, á druga dwa; żeby w tych bryłach była chyżość iednakowa, trzebaby na wzruszenie bryły A, siły dwa razy większey, iak na wzruszenie bryły B, żeby zaś chyżość bryły A, była dwa razy większa niż bryły B, trzebaby na wzruszenie bryły A, siły ieszcze dwa razy tyle większey, iak na wzruszenie B, to iest cztery razy większey. Trzeba tedy w bryle A siły, żeby tak się miała do siły B, iako liczba 4 do 1, zaś liczba 4 pochodzi tu, z rozmnożenia bryły A dwóch funtowey, przez dwa stopnie chyżości. Liczba 1. pochodzi z rozmnożenia bryły B o iednym funcie, przez ieden stopień chyżości. Więc zawsze siła albo wielkość biegu, iest rowna bryle rozmnożoney przez chyżość.

Tym sposobem możemy mieć porównanie wielkości biegu w dwóch ciałach. Niech iedno naprzykład waży 100 funtów, albo ma liczbę cząstek w sobie wynoszących na sto funtów, drugie niech ma na 500, ieżeli się obydwa ruszają z iednakową chyżością, na przykład na 4 stopnie, wielkość biegu w pierwszym będzie sto rozmnożone przez 4, co uczyni 400, wielkość zaś biegu w drugim, będzie 500 rozmnożone także przez 4. co uczyni 2000. Przeto, te dwa biegi obydwóch ciał, będą się tak miały do siebie, iako liczba 400, do 2000. Przyczyna tego iest; bo cała chyżość, z którą się rusza ciało, równie należy do wszystkich iego cząstek: ieżeli bowiem cały okręt na morzu rozpędzony wiatrem, przebieży 4 mile w iednę godzinę, wiatr daie mu chyżość równą czterema, tak, że nie tylko cały okręt, ale y każda cząstka iego w szczegulności odbiera tęż samę chyżość równą czterema, ponieważ te 4 mile, nie tylko cały okręt, ale y każda cząstka iego w iednę godzinę przebiega. I gdyby po odebranym od wiatru zapędzie, części okrętu rozłączyły się z sobą iakim przypadkiem, nie składaiąc iuż całości okrętu, iednakby się ruszać nie przestały, y biec każda z osobna tam, gdzieby ie wiatr pędził, z równą chyżością, gdyby inney przyczyny umnieyszenia iey nie było.

Rzecz ruszaiąca się w biegu może także poruszyć, y do biegu przyprowadzić inne, na które natrafia, y ta moc pochodzi z iey bryły y chy-

chyżości tak, że można nadgrodzić niedostatek iedney przez drugą. Rzecz bowiem maiąca mało bryły, ale y wiele chyżości y zapędu, tak mocno uderzyć może, iako rzecz maiąca wiele bryły á mało chyżości lub zapędu. Wbiiaiąc małym młotkiem gwóźdź w ścianę prędko y mocno, tak daleko albo y daley zapędzić go mogę, iako gdybym wielki młot powoli na niego spuszczał. Zaś przeciwnym sposobem, nie tak mocne iest uderzenie od rózgi, iak od kiia, lubo z iednakową chyżością spuszczone będą, bo mnieyszość bryły w rózdze nie nadgradza się chyżością. Ale, ieżeli chyżość w iedney rzeczy tak przewyższa bryłę iey, iako bryła drugiey rzeczy przewyższa chyżość, w ten czas obydwie te rzeczy iednakowy skutek, y iednakowo mocne uderzenie sprawić mogą. Niech dwa funty ważąca bryła bieży z czterema stopniami chyżości, albo 4 funty ważąca bryła niech bieży z dwoma stopniami chyżości, zawsze w obydwóch tych okolicznościach uderzenie o iaką zawadę zastępuiącą na drodze, będzie iednakowo mocne, bo wielkość biegu y siła tych dwóch uderzaiących brył będzie iednakowa, gdyż w pierwszey okoliczności 2 funty bryły, rozmnożone przez 4 stopnie chyżości, będą wynosiły na 8. stopniów wielkości biegu: w drugiey zaś okoliczności, cztery funty bryły rozmnożone przez 2 stopnie chyżości, będą wynosiły na 8 stopniów także wielkości biegu, czyli siły uderzaiącey.

Więc ta siła iakożkolwiek ią uważać będziem,

dziem, zawsze się miarkuie z bryły, y chyżości, przez siebie rozmnożonych. Jezeli bowiem siła, ktora w iedney chwili zapędza rzecz iaką, ważącą dwa funty, naprzykład kamień, na łokieć od siebie, y siła która w teyże czasu chwili zapędza rzecz ważącą funt ieden, na dwa łokcie od siebie, są to siły iednakowe; toć przyznać należy, że każdą siłę nie tylko natęża bryła, ále y chyżość. Lecz zapewne te dwie siły pomienione są iednakowe; gdyż siła, która w iedney czasu chwili, zapędza kamień ważący dwa funty, na ieden łokieć mieysca, iest to w samey rzeczy siła, która w iedney czasu chwili pędzi ieden funt kamienia na łokieć, y drugi funt kamienia także na łokieć. Zaś siła, która w iedney chwili czasu, zapędza y popycha kamień ważący funt ieden na 2 łokcie, iest to w samey rzeczy siła, która popycha funt bryły na łokieć, y tenże sam funt znowu na drugi łokieć. Ale siła popychaiąca funt bryły ieden na łokieć, y drugi funt także na łokieć, w iednym czasie, iest iednakowa z siłą popychaiącą w iednym czasie, funt ieden na łokieć, y tenże sam funt znowu na łokieć. Więc siła która zapędza w iedney czasu chwili, kamień ważący dwa funty na ieden łokieć mieysca, y siła która w równey czasu chwili zapędza, y popycha kamień ważący funt ieden na dwa łokcie, są to siły iednakowe.

PO-

POSIEDZENIE X.

O Spoczynku rzeczy ruchomych.

ZWażywszy własność biegu rzeczy ruchomych, zostaie nam uważać ie w stanie przeciwnym, to iest: w spoczynku. Spoczynek, iest to zachowanie stateczne iednakowey odległości ciała od rzeczy, które go obtaczaią z bliska, lub z daleka.

I ztąd dwoiaki uważać się może spoczynek, ieden sam w sobie, á drugi w porównaniu z innemi rzeczami. Spoczynek sam w sobie byłby rzeczy iakiey, któraby zawsze względem wszystkich na świecie rzeczy, w iednostaynym była położeniu, y iednakową od nich miała odległość. I takiego spoczynku nie masz cale na świecie, wystawiać go sobie w myśli możemy, ale go uyzrzeć w żadney rzeczy nie możemy, ponieważ y te cząsteczki nawet w rzeczach widomych, które pod żaden zmysł ludzki nie podpadaią, y które nam się wydaią bydź w spoczynku, w samey rzeczy mogą się ruszać, y mieysce swoie odmieniać.

Spoczynek zaś w porównaniu z innemi rzeczami, iest zachowanie stateczne iedney odległości, od niektórych na świecie rzeczy, y taki spoczynek może bydź rzeczy ruszaiącey się z mieysca na mieysce. Człowiek naprzykład zasypiaiący twardo w okręcie płynącym, albo iadący

dący w powozie z innemi osobami, iest w spoczynku względem samegoż okrętu, y względem samychże osób iadących, ponieważ ma iednostayną odległość od wszystkich części okrętu, y od tych osób, ale oraz iest y w biegu, względem tysiąc innych rzeczy nie zamkniętych z nim w okręcie, lub w powozie, od których odległość swoię w każdey chwili odmienia.

Taki spoczynek naybardziey uznawać muszą w rzeczach ziemskich ci, którzy idą za Kopernika zdaniem, bo ieżeli (iako on nauczał) cały ten okrąg ziemi obraca się nieustannie wkoło słońca, nie masz żadney rzeczy na ziemi, któraby nie była w tym biegu powszechnym wszystkim częściom, które okrąg ziemi składaią; y ieżeli iaka rzecz zdaie się spoczywać, ten spoczynek iey miarkuie się tylko z innych rzeczy także ziemskich, które się ruszaią, nie tylko powszechnym całey ziemi biegiem, ale y swoim własnym, który im iest szczegulnie od iakiey siły nadany.

Lubo zaś bieg y ruszanie się rzeczy iakiey, ma swoie stopnie, gdyż może bydź większe, lub mnieysze, spoczynek iednak ile uważany sam w sobie, bez żadnego względu na siłę bez-władności, (o którey mówiliśmy w Posiedzeniu 8.) nie może bydź większy, lub mnieyszy. Jak prędko dwie rzeczy prawdziwie spoczywaią, nie można mówić, że iedna bardziey spoczywa niż druga, lubo gdy się ruszaią, można mówić, że iedna bardziey, prędzey, lepiey się ruszа, niż druga.

druga. Lecz trafia się często, że rzecz iaka, ile uważana w całości swoiey, iest w spoczynku, á cząstki iey, są w wielkim wzruszeniu. Sztuka naprzykład marmuru wystawiona na gorącość słońca, wydaie się bydź w spoczynku y nie odmieniać mieysca, iednak wszystkie iey cząstki są w pomieszaniu y wzruszeniu, gdyż ieden z naywiększych skutków gorącości iest, wzruszać y mięszać cząstki bryły, którą rozgrzewa.

Spoczynek doskonały y ustanowienie wszystkich rzeczy ziemskich, nie może bydź nigdzie, tylko w samym środku albo bliско środka ziemi. Wszystkie bowiem ciała, iako drzewa, kruszce, kamienie, rozcieki, ieżeli nie są zatrzymane przez iaką zawadę, nie zostaną w spoczynku ale prosto do ziemi dążą; y owszem gdyby im twardość ziemi nie zawadzała, prostoby szły w głąb aż do środka ziemi; co widzieć można w budynkach na gruncie słabym wystawionych, w kamieniach grobowych, y we wszystkich rozciekach, które iak mogą tak wgłąb ziemi zachodzą. Usiłowanie więc to wszystkich rzeczy ziemskich zbliżenia się do środka ziemi nazywamy pospolicie ciężkością albo uciążaniem (*Gravitas*, *Gravitatio*) które czyli iest wszystkim rzeczom wrodzone, czyli od iakiey przyczyny powierzchowney pochodzące, rozdzielone są w tym zdania. Jedni bowiem twierdzą, że wszystkich rzeczy istoty od stworzenia swego bez żadnego kształtu, u-

łożenia, zmieszane z sobą, w przepaści niejakiey y ciemnościach zagrzebane, w wielkim spoczynku y gnuśności leżały; lecz wkrótce wielkim zapędem mocą stworzyciela od siebie odłączone, te wszystkie, które widziemy, rzeczy z siebie ułożyły; y zaraz wszechmocny Palec Boski tą ie własnością nadał, żeby cząstki ich iednorodne (*homogeneæ*) każda w swoim siedlisku iak nayściśley z sobą się łączyły, cząstki zaś różnorodne (*heterogeneæ*) żeby iak naydaley od siebie się odłączać usiłowały y do podobnych sobie dążyły.

To usiłowanie tak znaczne się potym stało, że wszystkie rzeczy iednorodne (gdyby sobie wzaiemnie nie zawadzały) zbliżaiąc się do siebie, schodziłby się musiały koniecznie y łączyć w iednym nieroździelnym mieyscu. I dla tego cząstki ziemi przez usiłowanie do złączenia się wzaiemnego z sobą, zlepiły się w ten obszerny okrąg ziemi; cząstki słoneczne w słońce, księżyca w księżyc, inne ułożyły się w inne gwiazdy. Drudzy zaś mówią, że wszystkie rzeczy ziemskie nie z wrodzoney y nadaney im własności, ale tylko od siły powierzchowney iakiey, naprzykład od rozcieku iakiego, mocą iemu od BOGA przy stworzeniu udzieloną, pędzone są zawsze do środka ziemi. Cobyśmy sądzili o tych zdaniach, powiemy na swoim mieyscu. Tu dosyć wiedzieć: że siła ta, zkądkolwiek pochodzi, może bydź dwoiako uważana, albo maiąca swòy skutek, że wła-

właśnie porusza z mieysca rzecz iaką, y do biegu przyprowadza, udzielaiąc iey w każdey chwili coraz nowego zapędu, y ta nazywa się *żywa* y *sprawna*, iaka iest w kamieniu z góry na dół spadaiącym. Albo też nie maiąca swego skutku, która na samey tylko skromności y usiłowaniu do biegu przestaie, nie mogąc z mieysca poruszyć bryły dla iakiey zawady, y ta nazywa się *martwa* iaka iest w kuli żelazney na sznurku zawieszoney, albo na stole postawioney, która lubo usiłuie spaść na dół, nie może iednak, zatrzymana od sznurka albo od stołu. Lubo zaś ta siła martwa iest, że iednak kula postawiona na stole, uciska go prawdziwie, y zawieszona na sznurku wyciąga go, iak może, przeto słusznie nazywamy ią tak iak tamtę: siłą uciążaiącą. Im cięższa bowiem bryła na stole postawiona będzie, tym bardziey cząstki stołu uciśnione są od niey. Jeżeli wezmę kulę ołowianą w rękę, czuię że mi rękę znacznie uciska, wziąwszy zaś w rękę kulę drewnianą iednakowey wielkości z pierwszą, czuię: że y ta uciska, ale iuż nie tak bardzo iak ołowiana. Więc ztąd dochodzę, że rzeczy ziemskie lubo są iednakowey wielkości, nie przeto iednak maią iednakowe uciążanie, ale te są cięższe, które są nabitsze, które maią więcey cząstek y bryły pod równym wymiarem y obięciem. Że tedy wszystkie ciała ziemskie dążą do środka ziemi, iakośmy mówili, y tam się schodzić usiłuią, przeto większe usiłowanie musi

bydź w tych, które maią więcey bryły. Równego zaś ciężaru ciała, równe muszą mieć usiłowanie y dążenie do środka ziemi, y dla tego w równości wagi zostaią.

Lecz y każda w osobności rzecz widoczna, na dwie części równey wagi podzielona bydź może, to iest na części z równym usiłowaniem dążące do środka ziemi. Dla czego, cząstka ta nierozdzielna bryły, albo granica rozdzielaiąca części równo ważne, to iest: w koło którey wszystkie inne iey części zostaią w równości wagi, musi bydź środkiem czyli zbiorem ciężkości. (*centrum gravitatis*) Jako bowiem wszystkie ziemskie rzeczy dążą prostą drogą do środka ziemi, tak y każda cząstka składaiąca te rzeczy, do tegoż środka ziemi dążyć musi. Ztąd idzie, że wszystkie cząstki iakiegokolwiek ciała, równo dążące y usiłuiące do środka ziemi, á iedna drugiey nie przemagaiąc w tym usiłowaniu, utrzymuią nieiako w środku między sobą całą swoię ciężkość; właśnie iak gdyby tam wszystek ciężar ciała w iednę cząstkę środnią nierozdzielną (*centrum gravitatis*) zebrany był. I póki ta cząstka, czyli zbiór ciężkości spoczywa, póty cała bryła w spoczynku iest; póki się zbiór ciężkości utrzymuie, cała bryła łatwo się też utrzymuie. Co iawnie pokazać można prostym y prędkim doświadczeniem. Gdy kto szynę żelaza w połowie, samym środkiem, gdzie iest zbiór ciężkości iey, na palcu położy, łatwo ią palcem iednym podnieść może do góry, ani ciężaru części pobocznych że-

laza

laza bynaymniey nie czuie; zkąd poznać: że wszystek ciężar poboczny schodzi się do środka, y tam iest zbiór ciężkości tey szyny, który że się palcem utrzymuie, y cała szyna łatwo się też utrzymuie w równości wagi. Lecz gdy końcem iednym tylko pochwycę szynę żelaza, częstokroć wszystka siła z oburącz nie wystarczy na podniesienie iey, gdyż na ten czas zbiór ciężkości niczym się nie utrzymuie y na niczym nie wspiera. Dla teyże przyczyny szyna zawieszona przez środek na sznurku, na żaden się bok nie przeważa, lecz w równości wagi zostaie, gdybym zaś przy iednym końcu zawiesił kawałek ołowiu, ten koniec przeważać będzie; gdyż za przydaniem nowego ciężaru przy iednym końcu, mieysce, gdzie iest zbiór ciężaru, odmieni się, nie w środku będzie, ale zbliży się do końca cięższego, gdyż iuż na ten czas środek nie będzie dzielił tey szyny na części równo ważne. Ponieważ tedy w ten czas sam tylko środek, á nie zbiór ciężaru utrzymuie się przez sznurek, więc szyna upadać musi, (gdyż iakośmy mówili,) kiedy zbiór ciężaru w iakim ciele na niczym się nie wspiera y nie utrzymuie, w ten czas całe ciało upadać musi; y gdybym chciał tę szynę przez środek zawieszoną, z przydanym ciężarem ołowiu na iednym końcu, znowu do równości wagi przyprowadzić, trzebaby dodać tyleż ciężaru na drugim końcu.

Gdyby zaś szyna wszędzie równie gruba, tak zawieszona była, żeby ieden koniec, sześć, ośm, albo dziesięć razy był dłuższy od drugiego, w ten czas dla utrzymania równości wagi trzebaby przydać

przy końcu krótszym ciężar sześć, 8, albo 10 razy większy, niżeli ten, który iest przy dłuższym końcu, żeby zbiór ciężaru znaydował się w tym mieyscu, w ktorym szyna utrzymuie się od sznurka, zeby y on tym samym utrzymany był, á przeto y cała szyna zostawała w równości wagi y w spoczynku.

Ztąd tedy poznać, że zbiór ciężkości iakiey bryły, nie zawsze iest w środku iey wielkości y obięcia, tylko w ten czas, kiedy ta bryła we wszystkich swoich częściach y stronach iest iednakowey gęstości y wagi. Naprzykład w okręgu doskonałym ułożonym z części iednorodnych, z iednakiego drzewa y iednako gęstego, iawna iest, że wszystkie szeregi części ułożonych w prost od środka aż do wierzchu okręgu na okół, są iednakowey długości, y iednakowey wagi. Są iednakowey długości: z przyczyny kształtu doskonale okrągłego, w ktorym wszystkie kréski od środka do wierzchu zewsząd idące muszą bydź równe. Są także iednakowey wagi z przyczyny wszystkich części z iednego rodzaiu drzewa, y iednakowo nabitego; wszystko tedy w tym okręgu musi bydź w równey wadze około środka, który iest razem y wielkości okręgu y ciężkości iego środkiem czyli zbiorem. Lecz gdyby ten okrąg był w iednym końcu wewnątrz ołowiem wylany, na ten czas zbiór ciężkości nie byłby w środku iego, ale na stronie bliżey ołowiu, żeby większością tey strony, w którey ołowiu nie masz, nadgrodzić przeważność tey, w któ-

rey

rey ołów iest; y gdyby kto na dwie części równie wielkie rozdzielił ten okrąg, iedna część przeważałaby drugą; przedzieliwszy go iednak w tym mieyscu, gdzie iest zbiór ciężkości iego, lubo części będą nierówne co do wielkości, równe iednak będą co do wagi. Jeżeli także strzałę albo pióro do pisania przetnę na dwie części równe, lubo będą równe co do długości, nie będą iednak równe co do wagi, gdyż przecięcie chociaż przechodzi przez środek długości, nie przechodzi iednak przez środek czyli zbiór ciężkości, strzała bowiem będąc w iednym końcu w żelazo oprawna, á pióro w iednym końcu grubsze, lubo dwie połowy tak strzały iak pióra są równo długie, zawsze iednak iedna z nich ciężarem przeważać będzie.

Powszechnie tedy ustanowić można, że w bryłach, ktore się składaią z części iednorodnych, zbiór ciężkości iest w samym środku bryły. W bryłach zaś, ktore się nie składaią z części iednorodnych, nie iest w środku. W pierwszych nie tylko uważać należy, ieżeli iest ułożona bryła z iedney istoty, ále też, ieżeli ta istota ma wszędzie iednakową gęstość. Drzewo bowiem naprzykład, lubo wszędzie z drewnianych części się składa, iednakże części bliższe korzenia są gęstsze y nabitsze, niżeli dalsze. Przeto, gdyby kula wielka z iednego drzewa była wyrobiona, mogłoby się trafić, żeby iedna iey część blisko korzenia wycięta, była gęstsza niż druga, á zatym y cięższa. Więc zbiór ciężko-

ści

ści nie przypadałby w śrzodku. W drugich zaś, ktore się składaią z części rożnorodnych, uważać należy, ieżeli te części nie są rowno na całą bryłę y na wszystkie strony podzielone, bo gdy się naprzykład ztopią dwa kruszce rożnorodne, y uleie się z nich bryła, iawna iest, że te części choć rożnorodne, lecz iednakowo się ze wszystkich stron układaią, iednakowo ciężą, á tym samym zbiór ciężkości całey bryły, musi bydź w śrzodku. Kiedy więc mówiemy, że ten zbiór w bryłach ułożonych z części rożnorodnych, nie iest w śrzodku; to rozumieć się ma o bryłach, gdzie nie równo wszędzie rozpierzchnione są części różnorodne, ále gdzie iednego rodzaiu części znayduią się w iedney stronie, naprzykład w iedney połowie, á drugiego rodzaiu w drugiey połowie, w iedney połowie cięższe, w drugiey lekcieysze, á zatym zbiór ciężkości całey bryły w środku przypadać nie może, boby nie dzielił bryły (iak powinien) na dwie połowy równo ważne y ciężkie.

Wiele nam częstokroć zależy na tym, żeby wiedzieć, w ktorym mieyscu bryły iest zbiór ciężkości iey, osobliwie áby ią ubespieczyć od upadku. Na poznanie tego, nayprzód iużeśmy namienili, że we wszystkich bryłach iednorodnych, równe boki albo wierzchy maiących, iako to w okrągłych, wałkowatych, graniastych o czterech czyli o trzech bokach *w Obrazku 3, 4, 5, 6, 7, Tabl: 1.* (byleby z iednakowych części składane były) zawsze zbiór ciężkości iest w samym śrzodku. Zaś w bryłach spiczasto graniastych (*Pyramidalis*) *w Obrazku* 8, 9, albo spiczastokrągłych (*Conicus*) w Obr: 10. rozdzieliwszy na trzy równe części wysokość ich, a b (*w Obrazku 8.*) będzie zbiór ciężkości w mieyscu S, tam gdzie się kończą dwie części wysokości od góry rachowane. Jeżeli zaś bryły są nie równych boków (*iako w Obrazku 11.*) w ten czas podzielić ie trzeba albo na wałkowate, albo na tróy-lub czworograniaste, (iako tu iest podzielona w tym obrazku ta bryła na dwie trógraniaste) á dopiero znalazszy każdey z osobna zbiór ciężkości, sposobem wzwyż opisanym, tych wszystkich znowu razem wziętych, powszechny zbiór ciężkości się znaleść może, iako niżey powiemy na karcie 33.

Kiedy zaś bryły nie są znaczney wielkości, iakiegokolwiek kształtu y ułożenia będą, czyli boków równych czyli nie, czyli z iednego lub z rożnego rodzaiu części składane, łatwo można w nich znaleść zbiór ciężkości wielorakim sposobem. Naypierwey na kolcu kończastym w prost do góry postawionym (*w Obraz: 12.*) albo na sznurze lub dróżcie rozciągnionym od ściany do ściany (*w obraz: 13.*) albo na wierzchu spiczastym, (*w obraz: 14.*) postawiwszy bryłę iakąkolwiek, póty ią y tam y sam pomykać, póki się w równości wagi nie ustanowi, ztąd poznam, że w pierwszey okoliczności zbiór ciężkości iest w tym mieyscu bryły, w którym się na kolcu wspiera, w drugiey zaś y w trzeciey okoliczności, naznaczywszy kréję K L na tym mieyscu bryły, którym się na sznurze lub na

podstawku spiczastym wspiera, znowu tęż samę bryłę obróciwszy poprzek, kładę na sznurze lub na podstawku y pomykam póty, póki w równości wagi nie stanie, naznaczywszy potym kréſę M N na tym mieyscu, ktorym się dotyka sznura lub podstawka, gdzie kresa M N będzie przecinała kréſę K L, naprzykład w mieyscu O, tam będzie zbiór ciężkości bryły, tak dalece: że na iednym końcu szpilki w tym mieyscu ią postawić można, y do równości wagi przyprowadzić.

Drugi sposób iest (*w obraz: 15.*) pomykać bryłę ku brzegowi gładkiego stołu póty, póki w równości wagi nie stanie, y naznaczyć kréſę w tym mieyscu, gdzie się dotyka brzegu stołu, potym przewróciwszy bryłę poprzek, znowu pomykać do brzegu stołu, póki w równości wagi nie stanie, y podobnież iak przedtym naznaczyć kréſę; gdzie się te kréſy przecinaią, tam iest zapewne zbiór ciężkości bryły.

Trzeci sposób iest (*w obraz: 16*) zawiesić na sznurku wolnym od balki wiszącym bryłę; od tegoż sznurka gdzie utrzymuie wiszącą bryłę, spuścić nitkę z ciężarem, y naznaczyć kréſę w mieyscu, gdzie nitka dotyka się bryły, potym z innego bocznego końca zawiesić tęż samę bryłę na sznurku, spuścić nitkę z ciężarem iak przedtym, y naznaczywszy na iey mieyscu kréſę, gdzie się przecinać będą te kréſy, w tym mieyscu w pośrzodku grubości bryły, iest zbiór ciężaru.

Ponieważ bowiem każda bryła ciężarem swoim dąży na dół do śrzodka ziemi (iakośmy mówili) zaś wszystek ciężar uważamy, iakoby był w

w iednym tylko mieyscu zebrany (co nazwaliśmy zbiorem ciężkości) więc naybardziey zbiór ciężkości usiłuie zawsze dążyć do śrzodka ziemi. Jeżeli kiedy ma zawadę albo przeszkodę iaką na drodze, ktorey zwyciężyć nie może, póty nie spocznie, póki przynaymniey na nayniższym mieyscu nie stanie, y naybliższym śrzodka ziemi ile może. Co oczywiście widać w każdym ciężarze zawieszonym wolno na sznurku, który nigdzie nie stanie w spoczynku, tylko na nayniższym mieyscu. I gdyby sznur, który go utrzymuie, był znagła przecięty, poszedłby ciężar prosto do ziemi nie nakłaniaiąc się na żadną stronę, gdyż droga, przez ktorąby zbiór ciężkości przechodził, byłaby prościuteńko dążąca do śrzodka ziemi.

Uważaiąc tę drogę w bryle zawieszoney na sznurze, iawna iest, że gdy ciężarek wolno na nitce spuszczę z tego mieysca bryły, w ktorym zawieszona iest na sznurze; ta nitka, ponieważ ciężarek ią ciągnie prosto do śrzodka ziemi, wyrażać mi będzie drogę, ktorąby zbiór ciężkości był przeszedł dążący także do śrzodka ziemi, zaczym, że zbiór ciężkości bryły znayduie się zawsze na tey drodze, musi więc bydź w ktorymkolwiek z tych mieysc, na ktore nitka przypada. Jeżeli znowu inszym końcem zawieszę wolno na sznurku bryłę, y od tego końca spuszczę ciężarek na nitce, ta nitka znowu będzie mi wyrażać drogę, przez ktorąby zbiór ciężkości bryły tak zawieszoney dążył do śrzodka ziemi, gdyby go sznurek nie trzymał. Zaczym zbiór ciężkości bryły musi bydź

znowu w iednym z tych mieyſc, na ktore nitka tak zawieſzona przypada: że zaś ieſt także y w iednym z tych mieyſc, na ktore nitka przeſzłym razem zawieſzona przypadała: więc muſi bydź w tym mieyſcu, gdzie ſię te nitki zchodzą y przecinaią. Z czego wſzyſtkiego może ſię dać przyczyna y innych ſpoſobów, ktoreśmy wyżey przywiedli na znalezienie ciężkości zbioru w każdey bryle.

Nazywamy więc drogą zbioru ciężkości, albo drogą kierowną, (*linea directionis*) kréſę proſtą, ktorą ſobie ſtawiamy w myśli, prowadzoną od zbioru ciężkości iakiey bryły, aż do śrzodka ziemi; ponieważ kieruie nieiako wſzyſtkie biegi rzeczy ruchomych y uciążliwych do tego śrzodka. Jeżeli kto od niego odſtępuie, poſpolicie mòwiemy, że w gòrę idzie, ieżeli do niego przyſtępuie, mòwiemy, że upada. Jeżeli upada, zawſze to czyni nie inaczey, tylko zachowuiąc pewne prawidła w rzeczach przyrodzonych uſtanowione.

Naypierwey, pòki zbiór ciężkości iakiego ciała nie może upaść, póty y całe ciało nie upadnie, lecz iak prędko ten upada, całe ciało upada; bo części wſzyſtkie obtaczaiące w koło zbiór ciężkości, przy nim ſię iak mogą bliſko trzymaią, y w rònności wagi zoſtaiąc z nim muſzą bydź złączone.

Powtòre: ieżeli ciało wolno upada bez żadney inney ſiły uderzaiącey, ſamą tylko ciężaru ſwego mocą, nigdy ſię nie puści drogi kierowney, ponieważ przyczyna uciążania y dążenia do śrzodka ziemi (zkądkolwiek bądź pochodząca, o czym

o czym niżey) iako z początku prościuteńko go do śrzodka ziemi kieruie naykrotſzą drogą, tak zawſze go w tey drodze utrzymuie, y nie maſz żadney rzeczy, ktoraby go od niey odciąga miała; nie ręka y ſiła powierzchowna: bo tu nam teraz rzecz ieſt o bryle, ktora przez ſię ſama upada; nie części iego poboczne: bo te będąc w około zbioru ciężkości w rònney wadze ze wſzyſtkich ſtron, áni na tę áni na inną ſtronę przeważać nie mogą.

Potrzecie: Jeżeli ciało nie przez ſię ſamo wolno y proſto upada, lecz mocą iaką w bok popchnięte y popędzone, w ten czas oddalać ſię w prawdzie od drogi kierowney, ále ile może naymniey, y iak może nayprędzey do niey ſię znowu wraca; gdyż przyczyna, ktora ſprawuie, aby dążyło do śrzodka ziemi, do tey drogi uſtawicznie prowadzi zbiòr ciężkości iego.

Lubo zaś każda bryła ma ſwòy oſobny zbiór ciężaru, y mieyſce, w ktorym ſię cały ciężar ſchodzi; iednakże kiedy kilka brył razem złączonych będzie, albo razem na iednym pręcie zawieſzonych; z wſzyſtkich ſzczegulnych zbiorów ciężkości ſkłada ſię ieden zbiòr bryłom poſpolity, gdyż w ten czas uważaią ſię bryły, iakoby ieden tylko ſkładały ciężar. Tak: wòr zboża, y człowiek, ktory go dźwiga, maią ieden poſpolity zbiór ciężkości. Jako tedy w iedney bryle to mieyſce mamy za zbiór ciężkości, wkoło ktorego wſzyſtkie cząſtki bryły utrzymuią ſię w rònności wagi, tak w wielu bryłach iakich-

kolwiek razem wziętych, y iakoby na iedney kréfie osadzonych, ktora ie łączy, można znaleść takie mieysce, z ktorego zawieszone zostawałyby w równości wagi iedna drugiey nie przemagaiąc. Więc ieżeli dwie bryły są sobie równe co do ciężaru, ich zbiór ciężkości powszechney będzie w środku tey kréfy, ktora łączy szczegulne ich ciężkości zbiory.

Naprzykład przywiesiwszy dwie kule A, B, wolno na sznurkach do liny (*w Obraz: 17.*) mieysce C gdzie iest pęk, gdzie się schodzą sznurki, można brać za mieysce ciężkości obydwóch kul, gdyż tam się zchodzi ich cała siła. Z tego mieysca prowadząc kréfę prostopadłą na A B, ktora dwie kule łączy, przedzieli ią na połowę, gdzie będzie zbiór ciężkości obydwóch kul, byleby w ciężarze były sobie równe. Bo gdyby iedna była naprzykład drewniana á druga żelazna, w ten czas środek y zbior ciężkości żelazney, iako ważnieyszey, zbliżyłby się bardziey do mieysca d zbioru ciężkości obiema powszechney, y kréfa a b, dzieliłaby się na dwie części nierowne, (*iako widać w Obraz: 18.*) z ktorych dłuższa takby się miała do krotszey, iako kula cięższa do lekcieyszey. Naprzykład ieżeli kula a byłaby trzy razy cięższa niż kula b, tym samym y kréfa d b byłaby trzy razy dłuższa niż a d.

Z tąd łatwo możemy poznać zbiór ciężkości powszechney dwóch brył nierównych. Wiedząc bowiem obydwóch ciężar, zawsze odległość ważnieyszey, od mieysca zbioru ciężkości powszechney

wszechney (to iest: od tego mieysca, z ktorego zawieszone trzymałyby się w równey wadze) tyle razy ma bydź mnieysza od odległości kuli lekcieyszey od tegoż mieysca, ile razy liczba ciężaru kuli lekcieyszey, zamyka się w liczbie ciężaru kuli ważnieyszey, co się iaśniey zrozumie z przykładu.

Niech będzie (*w Obraz: 2.*) ciężar A 8 funtów, ciężar B 2 funty, ten ciężar obydwóch razem zebrany (ktory wynosi na 10 funtów) gdyby się rozciągnął w prost z obydwoch stron y rozdzielił na równych 10 części po kréfie D E, ich zbiór ciężkości powszechney byłby na połowie C. Zaś zbiór ciężkości kuli A byłby w mieyscu naznaczonym liczbą 4, to iest: na połowie ośmiu części swemu ciężarowi powinnych. Zaś zbiór ciężkości kuli B, byłby w mieyscu oznaczonym liczbą 9, to iest na połowie dwoch części (ktore się zostały od pierwszych 8.) swemu ciężarowi powinnych. W tym tedy ułożeniu kule A, B, razem wzięte, wyrażaią się przez kréfę D E, ktorey zbiór ciężkości powszechney iest w mieyscu C. Odległość od niego kuli cięższey A, iest na 1 cząstkę; odległość zaś kuli B lekcieyszey, iest na 4 cząstki. Ze zaś liczba 1 tak się ma do liczby 4, iako ciężar kuli A=8 ma się do ciężaru kuli B=2; więc odległość kuli cięższey od zbioru ciężkości powszechney, tak się ma względem odległości kuli lekcieyszey, iako ciężar lekcieyszey

szey, względem ciężaru ważnieyszey. Jeżeli naprzykład ciężar kuli A, iest trzy razy większy, niż ciężar kuli B, odległość też kuli B od zbioru ciężkości powszechney będzie 3 razy większa, niż odległość kuli A. Przyczyna tego dalsza iest, że zbior ciężaru czyli to iedney bryły, czyli wielu razem, powinien bydź w tym mieyscu, od ktorego zawieszone, albo na ktorym wsparte wszystkie części iedney bryły, albo wszystkie bryły, utrzymuią się w równey wadze y spoczywaią, iakośmy iuż mowili; co że inaczey bydź nie może, tylko według wzwyż danego rozporządzenia; doświadczyć nam łatwo iest.

Doświadczenie I.

CZworograniec drewniany lub inny osadziwszy na spiczastym podstawku (*w Obraz: 19*) do rowney wagi, osadzam na nim z obydwóch końcow mnieysze czworograńce równey wielkości y ciężaru.

Skutek

JEżeli tyle czworograńcow mnieyszych położę na iednym końcu A, ile na drugim B, podstawek C powinien na połowie stanąć czworograniu A B; gdyż tam będzie zbiór ciężkości powszechney y utrzymanie równości wagi. Jeżeli zaś na końcu A położę 8 czworograniow (rachuiąc y z ciężarem wielkiego A B) na końcu B dwa czworograny; żeby te ciężary przywieść do równey wagi, y żeby poznać, gdzie się schodzi zbior cięż-

ciężkości powszechney, trzeba tak odsuwać podstawka, żeby odległość od podstawka końca B była 4 razy większa niż końca A, iako ciężar końca A iest 4 razy większy niż końca B, y dopiero będzie równość wagi, á z równości wagi poznam, że w tym mieyscu, którym się czworogran na podstawku wspiera, iest zbiór ciężkości powszechney.

Z tey wiadomości wynika (według praw Ziemiomierskiey nauki) łatwy sposób poznania zbioru ciężkości powszechnego dwóch iakichkolwiek brył, dosyć bowiem iest odległość szczegulnych zbiorów ciężkości obydwóch od siebie, rozmnożyć przez ciężar iedney, y rozdzielić tę liczbę przez obydwóch razem ciężary, wynidzie mi liczba znacząca odległość drugiey bryły od zbioru powszechnego ciężkości. Naprzykład (*w Obrazku 2.*) gdzie odległość A B iest na 5 części; A iest 8. B iest 2. rozmnożywszy odległość A B = 5 przez ciężar A = 8 będzie 40, co rozdzieliwszy przez ciężary obydwa, ktore razem wynoszą na 10, wynidzie mi liczba 4. Z tego więc poznaię, że kula B iest oddalona od zbioru ciężkości powszechney (*à centro gravitatis communi*) na 4 części; zaczym kula A musi bydź tylko od niego oddalona na iednę taką część; gdyż całey ich odległości od siebie A B tylko pięć części było; á zbiór ciężkości powszechney musi bydź zawsze

zawsze między dwoma bryłami. (*d*)

Co się mówiło o dwóch bryłach, toż samo służyć może na poznanie zbioru ciężkości powszechnego wielu brył razem wziętych. Naprzykład (*w Obrazku 20.*) ieżelibym chciał wiedzieć, gdzie iest zbiór powszechny wszystkich czterech brył, a, b, c, d, czyli będą z sobą złączone czyli nie (lubo tu kładą się o podal od siebie dla łatwieyszego rozeznania) naypierwey według wyższego opisania szukać będę, gdzie iest zbiór ciężkości dwóch a, b, y znalazszy go na mieyscu F, ponieważ tam się schodzi zbiór ciężaru brył a, b, wystawiam sobie w myśli, iakoby tam obydwa ciężary a, b, były osadzone, które iuż razem za ieden biorąc, szukam znowu między nim y między trzecią bryłą C, gdzie iest ich zbiór ciężkości powszechney, y podług wzwyż danego sposobu znayduię go w mieyscu G, w którym iakoby wszystkie 3 ciężary były osadzone a, b, c, szukam znowu, iaki iest zbiór ciężkości powsze-

(*d*) Krótkie wyrażenie tego bydź może dla ćwiczonych w głębszych rachunkach. Jeżeli odległość od siebie obydwóch brył nazwiemy AB, ciężar bryły większey A, ciężar zaś mnieyszey B, odległość od zbioru ciężaru powszechnego, bryły B, o którym się dowiedzieć chcemy, nazwiymy x, będzie zawsze $x = \frac{AXAB.}{A+B.}$

Wiedząc tedy z tego wyrażenia liczbę x, to iest: odległość bryły B od zbioru ciężkości powszechney, wyiąwszy ią z odległości obydwóch brył od siebie, to iest z liczby AB; liczba która się zostanie, będzie odległość bryły A od zbioru ciężkości powszechney.

powszechney ich razem wziętych w mieyscu G y bryły d, y znayduiąc go na mieyscu H, śmiało wnoszę: że mieysce H iest zbiór ciężkości wszystkich czterech brył, od ktorego zawieszone zostawałyby w spoczynku y w równości wagi.

Tym sposobem mogę poznać zbiór ciężkości powszechney y stu brył razem wziętych, równych czy nie równych, iednakowo lub nie iednakowo ważnych, y owszem w iedney bryle nierównych boków y nie iednakiego ze wszystkich stron kształtu, rozdzieliwszy ią na części pomnieysze równych boków (iakośmy mówili na karcie 25) y znalazszy każdey z osobna części zbiór ciężkości według sposobu tam podanego, dopiero wszystkich części razem wziętych zbiór ciężkości powszechney znaydę według sposobu tu podanego.

Znalazszy zbiór ciężkości powszechney, łatwo poznam, ieżeli bryła lub ciężar iaki bespiecznie się utrzymuie, y nie podlega upadkowi, póty bowiem bespiecznie stać będzie, póki albo zbiór ciężkości iey będzie się wspierał na iakim podstawku, albo (ieżeli zbiór ciężkości nie wspiera się na niczym) przynaymniey póki droga idąca od niego prosto do środka ziemi przez tenże podstawek przechodzić będzie, na ktorym bryła albo cała albo po części wsparta iest. Jeżeli zaś ta droga nie przechodzi przez podstawek ale mimo, w tenczas bryła choćby była iakokolwiek wsparta na pod-

ſtawku, upadać muſi. Naſtępuiące doświadczenia nam te dwie prawdy przed oczy wyſtawią.

Doświadczenie II.

OSadźmy iakąkolwiek bryłę (*w Obrazku 21*) na dwoch podſtawkach C F, którey zbiór ciężkości w mieyſcu I, na niczym ſię nie wſpiera, droga zaś, którąby zbiór ciężkości dążył do śrzodka ziemi, ieſt I L.

Skutek

BRyła ta żadną miarą upaść nie może. Ponieważ bowiem droga I L od zbioru ciężkości do śrzodka ziemi dążąca przechodzi pomiędzy dwa podſtawki, na ktòrych ſię cała bryła wſpiera, więc y zbiór ciężkości, ktory tą drogą moc ſwoię wywiera, od podſtawkow utrzymany ieſt, gdyż cała ufilność iego I L ma zawadę niezwyciężoną od mieyſca C F, ktore całe ſię za podſtawek bierze.

Doświadczenie III.

W Obrazku 22. ieſt oſóbka z wagami na drótach od bokow idącemi, ta ſię oſadza albo na podſtawku bardzo ſpiczaſtym, albo na podſtawku płaſkim, lecz na ſamym koniuſzczku obuwia kończaſtego ſtoiąca. Także w tym ſamym Obrazku na brzegu ſtołu ſtawia ſię klucz do gòry, w którym pręt zakrzywiony dźwiga u drugiego końca pod ſtołem znaczny ciężar.

Nako-

Nakoniec (*w obrazku 15.*) pręt żelazny położony na ſtole dźwiga u drugiego końca zawieſzone naczynie z wodą: albo napełniwſzy wiadro wodą y zanurzywſzy w niey kiy, żeby ſię na dnie w śrzodku opierał iednym końcem, drugi koniec iego ſtawiam pod uchem żelaznym wiadra, á między tym końcem kiia y uchem wiadra wkładam ciaſno poprzek pręt iaki płaſki, ktory kładę na ſtole ròwnym.

Skutek.

WSzyſtkie te ciała ſpoczywaią beſpiecznie bez żadnego upadku, owſzem niektore na różne ſtrony ruſzać ſię mogą y obracać.

Wyłożenie przyczyn.

Z tego, cośmy dotąd przełożyli, łatwo wnieść, iż niepodobna ieſt áby bryła iaka na dół upadła, ieżeli zbiór ciężkości iey na dòł upaść nie może. Zaś w tych wſzyſtkich doświadczeniach zbiòr ciężkości upaść nie może, gdyż zbiór ciężkości oſóbki ieſt w tym ſamym mieyſcu, w ktorym ſię wſpiera na koniuſzczku, y utrzymuie na podſtawku, zaczym iego ufilność y droga do śrzodka ziemi przechodzi przez podſtawek. Prócz tego, inaczey ta oſóbka upaść nie może, tylko w ten czas, kiedyby ciężar na drócie ieden ze dwòch naprzykład A podniòſł ſię znacznie, á drugi B poſzedł na dół bez powrotu, co bydź nie może, kiedy ciężary A, B, ſą

równe, gdyż obydwa iednakowo dążą na dół, y ieden drugiego przemoc y przeciągnąć nie zdoła. Ile ciężar A ciągnie osobkę na dół, tyle ią ciężar B odciąga; zaczym osobka tak ciągniona y odciągana równą siłą, może się długo y prędko rusząć, ale upaść nie może. Toż samo y o kluczu z ciężarem na pręcie mowić trzeba. Ponieważ droga I L (którąby zbiór ciężkości powszechny y klucza y bryły od pręta wiszącey dążył do środka ziemi) przechodzi przez podstawek, to iest: przez stół, więc klucz upaść nie może. Zeby bowiem upadł, trzebaby pierwey aby ciężar L do góry się podniósł, czego żaden ciężar swoią mocą uczynić nie może, bo każdy dąży raczey na dół; gdybym iednak pręt zakrzywiony dużo sprostował, kluczby zaraz upadł, boby iuż na ten czas droga zbioru ciężkości przez podstawek nie przechodziła, ale mimo niego, w y upadku klucza, ciężar L nie podnosiłby się do góry, ale raczey na dołby dążył. W trzecim zaś y w czwartym doświadczeniu zbiór ciężkości powszechny pręta y naczynia z wodą, iest w mieyscu Z, które się wspiera y utrzymuie na stole, zaczym bespieczne iest od upadku; póty bowiem wiadro nie może upaść, póki się pręt leżący na stole nie nachyli ku ziemi, pręt zaś nie może się póty nachylić, póki kiy w pośrzodku wiadra stoiący dolnym końcem nie podniesie się do góry; kiy nie może się podnieść, póki y wiadro całe razem się nie podniesie z kto-

rym

rym iest mocno złączony, lecz ani wiadro nie może się podnieść, póki się zbiór ciężkości powszechney pręta, kija, y wiadra nie podniesie. Co żadną miarą bydź nie może, bo ten zbiór dąży raczey zawsze na dół, więc y wiadro upaść nie będzie mogło.

Jeżeli więc chcę poznać, czy wieża lub budowanie iakie bespiecznie stoi, dosyć mi iest znaleść całego gmachu zbiór ciężkości przez sposoby wyżey podane; y od niego spuścić na nitce ciężarek iaki aż do podstawka albo gruntu, na ktorym gmach cały osadzony iest; ieżeli ten ciężarek padnie w ktorymkolwiek mieyscu na podstawek, w ten czas mogę bydź bespieczny o stałości gmachu, ieżeli zaś upadnie mimo podstawka w bok, bać się trzeba upadku. Naprzykład (*w Obrazku 23*) zbiór ciężkości wieży iest w mieyscu G, ztąd gdy ołow M na nitce spuszczę, widzę, że droga G M zbioru ciężkości do środka ziemi pada mimo podstawka A L, na ktorym wieża osadzona iest; zaczym wieza upadać musi na tę stronę, na ktorey iest droga G M. Choćby zaś wieża była dużo nakłoniona do ziemi, byleby iednak droga G M przechodziła przez podstawek A L, bacby się o nię bynaymniey nie trzeba.

Y ztąd iest przyczyna stałości owych wieżow y gmachow dużo nachylonych, na ktore sam z podziwieniem patrzałem we Włoszech. Te w niewiadomych ludziach mimo przechodzących znaczną boiaźń, á w biegleyszych wiel-

ki

ki szacunek niezwyczaynego dzieła sztuki budowniczey wzbudzać zwykły. Wieża Bonońska czworograniasta z cegieł, bespiecznie stoi od roku 1110, wysoka na 130 stop lubo iest tak nachylona ku ziemi, że z wierzchołku sznur z ciężarem spuszczony na 9 stòp, od podstawka ustępuie. Także wieża w Pizach roku 1173 wystawiona, wysoka na 78 łokci okrągła z marmuru białego wyrobiona y 284 słupami wspaniale ozdobiona, tak pochylona iest, że sznur z ciężarem z wierzchołku iey spuszczony więcey niż na 7 łokci od podstawka ustępuie. W Sienach Xięstwa Toskańskiego mieście, między wielą (które dawni Toskańczykowie na znak starożytności y szlachetności Domu swego przy mieszkaniach swoich stawiać zwykli) iest kilka wieżow tak nachylonych á bespiecznych. W Kolonii ma bydź wieża tak nakrzywiona ku ziemi, że po niey ludzie iak po schodach do gòry wstępować zwykli. W Salisburgu iest sklep gdzie ściany y sklepienie obalać się zdaią, á przecię iuż od 100 lat stoią. Toż samo widzieć w Toruniu w Baszcie iedney znacznie nachyloney.

W tych wszystkich budynkach takie iest ułożenie ich części, że (*iako w Obrazku 24 Tabl: 1.*) lubo sznur F G z wierzchołku z ołowiem spuszczony mimo podstawka D E idzie, spuszczony iednak z mieysca B: zbioru ciężkości całego gmachu przez B C, zarywa cokolwiek podstawka, na ktorym cały gmach po-

polega, zaczym zbiòr ciężkości cały utrzymuie się przez podstawek á tym samym y części F A poboczne, ktore go otaczaią, przy nim się nie rozdzielnie trzymać muszą, iakośmy mowili na karcie 28, póty więc te gmachy stać muszą, pòki złączenie części iakim przypadkiem się nie rozerwie, albo droga zbioru ciężkości do środka ziemi, przez trzęsienie iey, lub innym sposobem od podstawka nie ustąpi. Zeby zaś łatwiey zbiòr ciężkości na podstawek przypadał, w tym sztuka budownicza iest, że im bardziey w gòrę idzie gmach, tym go bardziey zwężaią y lekcieyszym u gòry czynią, przez co dokazuią, że ponieważ spòd iest cięższy y grubszy niż wierzchołek, zbiór ciężkości całego gmachu iest bliższy spodu niż wierzchołka, á tym samym iest bliższy podstawka, więc łatwiey mu iest na podstawek przypadać, y ciężey od niego się odsunąć, niżeli gdyby był równo oddalony, tak od spodu iako y od wierzchołka. Dla czego wszystkie gmachy-okrągłe, wałkowate, czworograniaste, lub tròygraniaste, wszędzie równey grubości y ciężaru, skłonnieysze są do upadku niżeli spiczaste y w gòrze zwężone, ponieważ bowiem (iakośmy mówili na karcie 24 y 25) w pierwszych bryłach zbiòr ciężkości zawsze iest w samym środku, w drugich zaś od wierzchołku spuszcza się aż do dwòch części wysokości, więc w tych iest bliższy podstawka niż w tamtych, á przeto łatwiey się w tych pomiędzy pod-

stawkiem zachowa, y nie tak prędko od niego oddalić się może iak w tamtych. I dla tey to przyczyny w sztuce budowniczey zawsze się daią słupy cieńsze u góry niż u dołu (*e*) żeby gruntownieysze w stałości swey były.

Są także po różnych kraiach sztuki murow, ktore zdaią się dużo do upadku bydź nakłonione, iako widziałem ieden w Rzymie za bramą *Flaminea* rzeczoną, ktorego tam Włosi nazywaią *Muro torto*. Podobnież, nie daleko Monachium w ogrodzie Xiążęcia Elektora Bawarskiego widziałem Kapliczkę, na ktorą strach było spoyzrzeć, dopieroż wnisć do niey; z pierwszego razu żadną miarą nie dałem się namowić, gdyż tak są w niey mury y ściany porozwalane, porysowane, porozstępowane, tak kamienie y cegły z mieysc swoich wypadłe, że mi się wydawało, iż w oczach naszych ten gmach rozwalić się ma, y bałem się bliśko nawet przystąpić, niechcąc bydź za ciekawość ukamionowanym, owszem wewnętrznie miałem za złe, że takie pustki tak wielki Pan w ogrodzie swoim cierpi. Lecz gdy mi powiedziano że to iest rzecz tak umyślnie zrobiona, dopiero strach móy w miłe podziwienie się zamienił nad tak osobliwym sztuki budowniczey dziełem, dopierom uznał, że takowe pustki y rozwaliny bynaymniey nie szpecą, lecz mocno zdobią Xią-

żęcy

(*e*) O czym dokładnieyszą wiadomość dałem w Kśiążeczce z napisem: *O sztuce budowniczey na swoie porządki podzieloney* w Poznaniu Roku 1765 wydaney, do ktòrey ciekawego w tey mierze Czytelnika odsyłam.

żęcy ogród; gdyż to są mury tak sztucznie ułożone, że zbiór ciężkości ich przypada na grunt y podstawek całego gmachu, przeto lubo powierzchownie zdadzą się upadkiem grozić, iednak bespiecznie się utrzymuią. Tak właśnie, iako iadącym pomiędzy gór y skał rozwalinami zda się bydź nie bespieczno, lecz kto ma wzgląd na zbiór ciężkości y drogę iego do środka ziemi, śmieie się z tego niebespieczeństwa.

Jawna tedy iest z tych wszystkich przywiedzionych wiadomości, dowodow, y przykładow, że każdy gmach, każda bryła spoczywać musi nie wzruszenie, kiedy zbiór ciężkości iey y droga dążąca do środka ziemi przypada na iakiekolwiek mieysce podstawka, choć na iednę iego cząstkę nierozdzielną. Jednakże kiedy podstawek iest bardzo mały, szczupły, y wąski łatwo się psuie stałość y spoczynek bryły; za naymnieyszym bowiem bryły poruszeniem, iuż zbiór ciężkości y droga iego mimo podstawka przypadnie. Przeto gruntowniey stoią y większy odpór czynią wzruszaiącey sile (naprzykład wiatrom, nawałnicom,) te gmachy, ktore na szerokim podstawku są osadzone. Człowiek na dwòch nogach stoiący, bespiecznieyszy iest od upadku, niżeli na iedney, bespiecznieyszy iest gdy nogi obie cokolwiek rozszérzy, niżeli gdy ie skupi; y dla tegoć kiedy kto chce warowniey na mieyscu stać, iako to przy poiedynkach, rozszérza mocno nogi przez wrodzone natchnienie, aby miał szérszy podstawek, ktorym iest

całe mieysce od iedney nogi do drugiey. Ptaki zaś gruntownie choć na iedney nodze stoią, gdyż noga ich z długiemi pazurami rozszérzona, dla ciężaru ich ciała dość obszernym podstawkiem iest. Im bardziey tedy od końca podstawka ku śrzodkowi droga zbioru ciężkości oddalona iest, tym bespieczniey gmach stoi.

Co iawnie pokazuią straszne owe w Rzymie z iednego kamienia wykowane gmachy (*Obeliscus*) Egyptu dzieła (*f*) á dawnych Rzymian mocy y wspaniałości pozostałe ostatki, osobliwie ieden z nich wzięty z góry *Vaticanus* nazwaney przed Kościołem S. Piotra wystawiony na Watykanie, ktory żadną mocą nie będąc przytwierdzony do ziemi, ani wmurowany, ani wkopany w ziemię, postawiony tylko prosto swoim własnym ciężarem na podstawku się utrzymuie gruntownie. Przeciwnym zaś sposobem nie można na iednę krótką chwilę ustawić prosto do góry igły kolcem tylko swoim na gładkim stole wspartey, bo maiąc za podstawek mieysce na stole tak wązіuchne iako iest koniec igły, naymnieysza siła, naprzykład wiatru albo oddechu ludzkiego, łatwo może drogę zbioru ciężkości iey od podstawka tak szczu-

(*f*) Egypt, niegdyś tak sławny przez liczbę y wielkość tych swoich słupów śpiczastograniastych, ieszcze ie gdzie niegdzie pokazuie w puszczy wielkiey y o 12 mil od wielkiego Kairu stoi ich 40. Gemelli pisze, że będący tam wszedł na wierzchołek naywiększego, który miał 520 stóp wzdłuż, y podstawka szerokości było 582 stóp. *Memoires de Trevoux 1721 pag: 336.*

szczupłego odsunąć. Są iednak niektórzy, co przez długą wprawę, kończaste noże, szpady, y inne tym podobne rzeczy, iaie także w skorupie swoiey (mocno pierwey w nim rozbiwszy przez gęste machanie żółtek y białek) koniuszczkiem ostrzeyszym na stole, na ręku, na czole, na nosie stawiać umieią, także drabiny iednym końcem, stołki y stoliki iedną nogą na czole wsparte, nawet z szklankami napełnionemi długo obnoszą; ktorych cała sztuka iest przez ruszanie się na tę y na owę stronę, umieć upadaiącemu zbiorowi ciężkości wcześnie podstawka podmykać, czego nie inaczey, tylko przez długie y ustawiczne w tym ćwiczenie dokazać można.

Ci ktorzy sztuczne tańce y skoki na widowiskach czynią, ktorzy po linie lub po dròcie chodzą y skaczą, zawsze albo rękoma rozciągnionemi ruszaią, albo drąg w ręku trzymaią, przeważaiąc go na tę lub na inną stronę; rozumiałby kto, że to dla większego składu czynią, á to się dzieie z prawdziwey potrzeby. Pierwsi bowiem w skokach wielkich kiedy zbiór ciężkości swoiey nakłaniaią na iednę stronę, iako często wyciąga sztuka taneczna, żeby z podstawka nie wypadł, to iest: z tego mieysca, co go stopy zastępuią na ziemi, przeważaią ręce na drugą stronę, á z niemi y zbiór ciężkości swoiey przeciągaią, y tym się od upadku chronią. Ci zaś ktorzy po linie lub po dròcie skaczą, że na bardzo ruchomym gruncie się wspieraią,

raią, ktory ſię uſtawicznie różnemi ſpoſobami pod ich nogami nakłania, iak prędko poſtrzegą, że zbiór ciężkości ich nie ieſt w podſtawku utrzymany, y nachyla ſię ku iedney ſtronie, zaraz go przeciągaią na powròt przeważeniem głowy, ramienia, rąk, lub drąga w przeciwną ſtronę tyle, ile potrzeba, áby zbiór ciężkości w przyzwoitym mieyſcu zoſtawał, y droga iego do śrzodka ziemi zawſze przez podſtawek, to ieſt przez drót lub linę na ktorey ſię nogi wſpieraią przechodziłá.

Obrazek 25. ſtawia nam przed oczy tę całą robotę, gdzie chodzący człowiek po linie trzyma drąg B B w ręku nie proſto, ani równoległo z ziemią, według kreſy b b, ale krzywo, dla czegòż? oto na zrozumienie tego, naznaczmy kréſę G G ktora przez zbiór ciężkości człowieka y drąga przechodzi do śrzodka ziemi, y ktorą nazwaliśmy kréſą kierowną. Ta kréſa nie przechodzi przez linę (to ieſt przez podſtawek) w ten czas oſobliwie, kiedy człowiek zaczyna chodzić po niey. Im bardziey więc ta kréſa oddala ſię od liny, tym bardziey człowiek dąży do upadku w tęż ſamę ſtronę, gdzie ieſt kréſa.

Czego żeby ſię uchronił, ſkłania głowę, ramiona, drąg w przeciwną ſtronę, pòty, pòki kréſa G G nie będzie przechodziła przez nogę iego na linie opartą, y przez linę, co gdy ſię ſtanie, iuż ieſt beſpieczny od upadku człowiek, bo droga zbioru ciężkości przez podſtawek prze-

przechodzi. Częſtokroć zaś bez drąga ſame rozciągnienie rąk, nòg, ramion, rożne ułożenie y rzucanie ich ſprawuie to w ludziach wprawnieyſzych, co czyni ciężar drąga. Widziemy bowiem nie raz chodzących bez żadnego ciężaru po linie nie proſto ale z ukoſa rozciągnioney y nachyloney ku ziemi. Widziano od ſamey ziemi aż do wierzchołka wieży, po linie tak z ukoſa rozciągnioney iak po ſchodach wſtępuiących, y znowu z wieży na ziemię zchodzących bez żadnego drąga. (*g*) Widzieć także częſto tańczącego, ſkaczącego, wiiącego ſię, y kręcącego w koło po linie człowieka, iuż iuż prawie upadkowi podległego (ktorego on ſam tylko ſię nie lęka) lecz w iednym mgnieniu oka zatrzymanego y zawieſzonego na linie, albo za brodę, albo za kark, albo za piętę, albo za palec u nogi. Cała zgoła ſztuka taneczna na tym iednym rzemieśle zawiſła, żeby zbiór ciężkości zawſze wſpierany był: y dla tegoć częścią z przepiſu ſztuki, częścią z wrodzonego natchnienia, kiedy ſię w tańcu podnoſi noga, nachyla ſię z przeciwney ſtrony ręka, y inne tym podobne przeważania ſię czynią.

W czym wſzyſtkim pokazuie ſię przedziwna ſztuka pełno-mocney Stworzyciela ręki, ktora tak ułożyła świat ten widzialny, y wſzyſtkie na nim rzeczy, że biegi, ſprawy, y wzruſzenia ich, śrzodkiem ziemi iako celem uciążliwych rzeczy, y zbiorem ciężkości ich miarkować

(*g*) Cardan L. 17 de Subtil.

wać się zwykły. Ustawiczne tego mamy w oczach przykłady, ktore lubo nam w zwyczay poszły y zpowszedniały, iednak uwagę nad tym czyniącemu rozumowi, dziwne wystawuią rzemiesło. Naypierwey bowiem ciała ludzkie y zwierzęce tak są ułożone, że stopy, y mieysce na ziemi między niemi zaięte, są całego ciała podstawkiem, przez ktory droga zbioru ciężkości przechodzi. Człowiek dorosły gruntownie na nogach stoi, bo ma z nich dość obszerny podstawek, lecz dziecka maluchne słabo się utrzymuią na nogach, ktore że szczupłe są, mały podstawek czynią, y łatwo z niego droga kierowna wypada: lecz przez ustawiczne ruszanie rękoma (iakośmy mówili o skaczącym na linie) unikaią wielu upadków, ktorymby dla słabych ieszcze nóg podlegać musiały.

Podnioższy nogę naprzykład lewą człowiek (*w Obraz: 26 na* A) nie może się bespiecznie utrzymać na prawey póty, póki lewego boku tak nie nakłoni w prawą, żeby droga zbioru ciężkości przez prawą nogę y przez mieysce pod nią na ziemi przechodziła. Podobnymże sposobem długo tak stoiąc, zachowuiemy się od upadku w prawą, stawaiąc nogą prawą, y skierowaniem w bok całego ciała, na nię przenosząc zbiór ciężkości. W samym chodzeniu człowieka trzy sprawy uważać mamy; Naypierwey prawą nogę po ziemi przed się wyciąga, zaczym zbiór ciężkości wspiera się na samey lewey. Powtóre całe ciało pomyka się za prawą

wą nogą, zaczym lewą nogę podnosić musi, żeby zbiór ciężkości na prawą nogę przypadał. Potrzecie, lewą nogę stanowi daley przed prawą, gotuiąc w niey nowy podstawek dla zbioru ciężkości, y tak daley. Przez co się dzieie, że droga kierowna zawsze iest w iakimkolwiek podstawku. Póki bowiem droga ta na iednę nogę przypada, albo na ziemię między dwoma zaiętą (iako się zawsze trafia gdy prosto w mieyscu stoiemy) póty człowiek upaść nie może.

Kiedy się kłaniamy komu, zawsze pomykamy przed się, lub cofamy iednę nogę; czyni się to wrodzonym natchnieniem, áby zbiorowi ciężkości dużo przed się nachylonemu, rozszerzyć podstawka, y tam go podsunąć, gdzie ten zbiór dąży, bo inaczey z zbytniey grzeczności przyszłoby nam czołem o ziemię uderzyć, y za ukłon guza złapać, iako się zawsze trafia temu, ktory opieraiąc się plecami na murze, y trzymaiąc przy nim nie odstępnie obydwie nogi, chce podnieść z ziemi szpilkę, gdyż przy schylaniu ciała przed się, zbiór ciężkości wypada z swego podstawka, ktory się w tyle zostaie. Nie można tedy głowy znacznie przed się nakłonić, tylko cofaiąc oraz wstecz drugą stronę (á mur do tego iest na przeszkodzie) żeby zawsze zbiór ciężkości na nogi przypadał.

Ztąd pochodzi, że ludzie ciężar iaki na plecach nosząc, albo garbaci, nachylaią się przed się; przeciwnie zaś, ktorzy dzwigaią ciężar przed sobą, iako szklarze, także Osoby z

wielkim brzuchem, wstecz głowę y ramiona cofaią, w ten czas bowiem y ciężar y człowiek dźwigaiący, maią pospolity zbiór ciężkości, ktorego nogi powinny utrzymywać, zaczym tak się musi człowiek układać, áby ten zbiór na nogi przypadał, czego bez nakłonienia się znacznego, w przòd lub w tył dokazać nie można. Dla tegoć także, kto na wysoką gòrę wstępuie, nachyla się przed się, kto z niey zstępuie nakłania się wstecz. Starzy zaś y chorzy, ktorzy przez zgrzybiałość lub słabość zwątlone maią siły, y niedostateczne na utrzymanie wprost ciała swego, że się nakłania ku ziemi, aż kiiem podpierać muszą część ciała przeważaiącą. Ztąd także pochodzi, że na lodzie często upadamy, bo na śliskim gruncie łatwo się nogi z drógi kierowney zmykaią, y trzeba wielkiego składu, żeby umieć zawsze w potrzebie ciężar ciała do równey wagi przyprowadzić.

Lecz dziwnieysze iest to rzemieslo w rzeczach nierozumnych: Zwierzęta bowiem o czterech nogach, maiąc zbiór ciężkości swoiey w pośrzodku żołądka (*w Obraz: 26.*) gdy wolno postępuią, zawsze się wspieraią razem na dwóch nogach, á dwie razem podnoszą naprzeciwko sobie będące, naprzykład prawą nogę przednią y lewą poślednią podnoszą razem, á na drugich dwóch stawaią, iako koń G; dla czego, ich zbiór ciężkości y droga kierowna nigdy się nie wspiera na iedney tylko nodze, ále zawsze na dwòch z przeciwnych stron będących. Jednakże w biegu

gu gwałtownym przez skok y rzutność, gdy dwie przednie nogi razem stawiaią, iako koń D, dwie pośledniе razem podnoszą, á z niemi y zbiòr ciężkości w gòrę wynosząc, do przednich nóg go zbliżaią, dopiero tamte znowu podnoszą, á te stawiaią; przez co się dzieie, że raz na te, drugi raz na tamte nogi cały zbiòr ciężkości przypada. Sztuka ta wydaie się nayslepiey w Paryżu na nowym moście, w owym posągu olbrzymskim prawie, Henryka IV. Krola Francuskiego (pierwszego z Domu Bourboniuszòw, ktòry po Walezyuszach do tych czas w tym Kròlestwie panuie) siedzącego na koniu dzielnym; gdzie Osoba Królewska z koniem iest z spiżu lana, á koń obydwie przednie nogi trzyma dużo od ziemi wyniesione, y samemi tylko nogami tylnemi na podstawku się wspiera. Patrząc na to dzieło, dziwić się słusznie trzeba, iako koń tak wielki y tak ciężki, z całą Osobą ktorą dźwiga, na dwòch nogach tylko, ktore są dość cienkie, mògł bydź tak gruntownie ustanowiony, że od tylu lat stoi niewzruszony na wszystkich wichrach? Lecz w tym pokazuie się naywiększe zalecenie Rzemieślnika, że umiał tak wszystkie części stosować, żeby te, ktore są tylnych nòg bliższe, były cięższe y ważnieysze, áby zbiòr ciężkości całego tego gmachu, nie śrzodkiem iego, lecz prosto na tylne nogi przypadał, ktore się na podstawku wspieraią.

Od zwierząt ieżeli poydziemy do Ptakow

latających, o nich toż samo mówić można, co o ciężarach wolno na sznurku zawieszonych, gdy bowiem chcą się w górę wzbić, ruszaiąc ustawicznie skrzydłami, po obydwóch stronach w równości wagi się utrzymuią, y rozciągaią tak skrzydła, żeby w środku zbiór ciężkości przypadał; zaczym do góry lecąc, skrzydła do głowy przymykaią, zlataiąc zaś na dół, kurczą y zkupiaią nieco skrzydła, żeby ciężar głowy y ciała przeważaiąc, na dół ich ciągnął. Gęsi y kaczki zaś maiąc piersi szérokie, tak chodzą, że się ustawicznie przeważaią raz na prawy, drugi raz na lewy bok, co y ludzie zwykli czynić, lubo nie wszyscy tak znacznie; á to dla tego, żeby zbiór ciężkości zawsze przynaymniey na iednę nogę przypadał; bo inaczey upadłoby zwierzę tak rozumne iako y nierozumne. Umieią się od tego dobrze chronić zwierzęta y ptastwa samym przyrodzenia powodem, albo raczey dziwną Stworzyciela opatrznością, ktòż bowiem ieżeli nie ta nauczyła ptaszynę, co noc iedną nogą gałązki się chwytać, drugą podnosić, łepek na inną stronę przekręcać, chować go pod skrzydła, y tak się ułożyć, żeby zbiór ciężkości przypadał na nogę wspartą o gałąź, á ptaszyna bez boiaźni upadku, bespiecznie zasypiać mogła?

W drzewach nawet y latoroślach toż samo prawo nieuchronnie się zachowuie. Im prościeysze iest drzewo, tym gruntowniey w ziemi stoi. Zawsze iak mogą naybardziey wprost wyra-

wyrastaią chociaż z gòr, skał, y pagórków nachylonych wynikną. I owszem te latorostki y ziółka, ktore dla słabego pnia y gałęzi, swoią mocą w gòrze się utrzymać nie mogą, inszey podpory wedle siebie szukaią, y wkoło niey wiiąc się, w gòrę wyrastaią, iako to chmiél, winna macica y inne. Dla czego, na pagòrku iakim długim zukosa idącym nie może wyrość więcey drzewa niżeli na równinie, na ktorey się wspiera pagòrek, lubo wiérzch pagòrka iest większy od równiny; tak iako na schodach długich nie więcey stanie ludzi, tylko tyle, ileby stanęło na równinie, na ktorey się schody wspieraią lubo (iako widać *w obraz: 28.*) więcey daleko iest mieysca na schodach niżeli na równinie; ponieważ kresa a, b, iest zawsze dłuższa, niżeli c, b. Wszystkie iednak drogi zbioru ciężkości tak drzew iako y ludzi prościuteńko dążą do środka ziemi, zaś nie więcey się zmieści kresék prosto padłych do ziemi na kresie większey a, b, nakłonioney, tylko tyle ile na kresie mnieyszey poziemney c, b; áni się więcey zmieści ich na wiérzchu ziemi wypukłym, tylko tyle, ile na równinie gładkiey pod nim będącey: czego łatwo doświadczyć można rozerznąwszy iabłko na połowę (iako *w Obraz: 29.*) y wtykaiąc szpilki prosto w iego wypukłość B C D, obaczemy, że ich się tylko tyle zmieści w całey wypukłości B C D ile stanąć będzie mogło na samym podstawku równym B D. Lecz przecię gdybym chciał suknem pokryć

wypukłość B C D, więceyby mi go daleko wyszło, niżeli na pokrycie samey tylko równiny B D.

Zkąd uwaga słuszna w ugodach ludzkich wyniknąć może; naprzykład w przedaży gruntów y placów, w rozgraniczeniu, ieżeli iednakowo lub drożey szacować mamy, ieżeli za iednakowy lub za większy brać mamy grunt wypukły, górzysty, iak płaski? Lecz w tym naypierwszy wzgląd być powinien na koniec, do ktorego grunt służyć ma. Jeżeli bowiem grunt nabywa się dla zasiewu, dla zaszczepienia tam ogrodu, dla wystawienia na nim budynków, iawna iest z tego, cośmy powiedzieli, że do takiego używania grunt wypukły B C D nie iest większy y szacownieyszy, niż gdyby był płaski iak B D, gdyż nie więcey się na nim zboża urodzi, nie więcey drzewa urośnie, nie więcey budynków stanie, iak na płaskim B D. Jeżeli zaś posadzką go pokrywać trzeba, albo brukować, oczywista iest, że do tego używania większy iest grunt wypukły B C D, niż płaski B D, posadzka bowiem y kamienie mogą się zukosa kłaść, więc daleko ich więcey wynidzie na pokrycie wiérzchu wypukłego B C D, niżeli płaskiego B, D, ponieważ y mieysce całe B C D, iest większe, niżeli mieysce B D.

Widziemy tedy, iako wszystkie rzeczy rozumne y nierozumne w biegach swoich rządzą się zbiorem ciężkości swoiey; układaiąc go tak, aby iak naymniey od środka ziemi się oddalał.

dalał. I dla tegoć nikomu nie ma być dziwno, że cały okrąg ziemi w pośrzòd cieniuchney y ciekłey istoty powietrza osadzony, mocno y gruntownie się trzyma. Ponieważ bowiem środek ziemi iest nayniższe iey mieysce, więc nie daley iak do niego wszystkie ciała ziemskie dążą: gdyż daley dążyć pod środek ziemi, byłoby w górę postępować nie na dół; zaczym wszystkie części ziemi na przeciwko sobie będące, dążąc równą siłą do środka, wzaiemnie się utrzymuią w równey wadze około niego, y iedna drugiey nie przemaga iak widać (*w Obrazku 26.*)

Od tey wiadomości zawisło ułatwienie różnych ciekawych trudności; naprzykład: gdyby ziemia była wskròś przedziurawiona, spuściwszy kamień z wierzchołku ziemi, musiałby się w środku zawiesić y zastanowić, gdyż daley za środek postępuiąc nie upadłby na dół, aleby w górę leciał, oddalać się bowiem od środka ziemi, iest to w zgòrę się wzbiiać z ktoreykolwiek bądź strony, czego kamień mocą swoią dokazać nie może. Powtòre: możnaby drabinę prosto tak postawić, aby obydwa iey końce szły do gòry; osadziwszy iey środek w samym środku ziemi; y człowiek na drabinie stoiący na dòlby zstępował aż do środka, od środka zaś nie wracaiąc się bynaymniey, do gòryby wstępował. Potrzecie: człowiek zbiorem ciężkości swoiey w środku ziemi osadzony, gdyby ta była wskròś przedziurawiona; będzież on

potrze-

potrzebował podpory y gruntu iakiego, na ktorymby stał? bynaymniey, bo y nogi y głowa iego do śrzodka ziemi dążyć ròwno będą; y owszem tego dokaże, że nie wyłamuiąc się bynaymniey, ale prosto stoiąc, tak głowę iako y nogi razem do gòry będzie miał obròcone; bo ròwno odległe od śrzodka ziemi; także w tym położeniu mógłby razem w iednym czasie w gòrę y na dòł iść. Jeżeli bowiem tak się rusży, że głowę oddali od śrzodka ziemi, tym samym nogi do niego przybliży, więc patrząc kto na iego głowę, osądzi, że idzie do gòry, patrząc zaś na iego nogi osądzi, że idzie na dół. Gdyby iednak ten człowiek zstępuiąc po drabinie z naszego wiérzchu ziemi, idąc przez śrzodek wstępował znowu do drugiego na przeciwko wiérzchu, y chciał na nim stanąć, musiałby stawać nogami do nas obrócony, ániby się bać trzeba, żeby na głowę nie upadł, gdyż on zawsze ciężarem swoim dąży na dòł, do śrzodka ziemi, zaś co iest za śrzodkiem ziemi z ktoreykolwiek strony, chociaż pod nogami naszemi, iest to iednak zawsze gòrne mieysce. Ludzie więc, ktorzy pod nami prosto mieszkaią z drugiey strony ziemi, nie mogą bespieczniey stać, iako gdy nogami do naszych są obróceni. Upaść bowiem im żadną miarą nie podobna inaczey, tylko ku śrzodkowi ziemi, od ktorego równie iak my, y oni są odlegli.

Ponieważ zaś wszystkie rzeczy ziemskie ciężarem swoim dążą do śrzodka ziemi, oczywista iest, że dwie ściany dwa mury Z M (*w Obr: 26 Tab:* 1.) bądź nayprościey naprzeciwko siebie wystawione, lubo nam się zdaią bydź co do oka ròwno wszędzie od siebie odległe, iednak u dołu muszą bydź bardziey zbliżone do siebie niż u gòry, bo gdyby były przez ziemię wgłąb pociągnione, w śrzodku ziemi by się z sobą zeszły, iako widać z *Obraz: 26* gdzie wszystkie krésy od wierzchu ziemi schodzą się w śrzodku, więc muszą się nieco u dołu ku sobie nakłaniać; lubo, dla tak niezmierney odległości od wierzchu do śrzodka ziemi, to nakłonienie nie może bydź tak znaczne na wierzchu ziemi, żeby go oko nasze postrzedz miało. Ztąd także pochodzi, że żadna posadzka, żadne wody y morza nie mogą bydź doskonale ròwno y płasko ułożone, ále zawsze wypukło (chociaż, dla niezmierney wielkości okrągu ziemi, ta wypukłość w oczy nam nie wpada) gdyż się układaią ròwno na gruncie ziemi, ktory sam wypukły iest.

Maiąc wzgląd na tę wypukłość, łatwo nam będzie zrozumieć rzecz z pierwszego spoyrzenia niepodobną, áby gdy człowiek chodzi po ziemi, głowa iego więcey drogi przebiec miała niżeli nogi, á przecię tak nieochybnie bydź musi; gdy bowiem człowiek postępuie z mieysca F na mieysce L (*w obraz: 26*) nogi iego przechodzą tylko obręcz F L, ale głowa iego przechodzi na powietrzu obręcz G O, ktora

ra iest daleko większa. Także naczynia wszystkie rożciekami napełnione, naprzykład wodą, im bardziey od ziemi wynoszą się w gòrę, tym mniey wody w siebie biorą. Ponieważ (iakośmy wyżey powiedzieli) wody, morza, y inne rozcieki nie ròwno w prost, ale wypukło się układać muszą na wierzchu ziemi, żeby zawsze były naybliższe, ile można, śrzodka ziemi; (*w obraz: 26.*) gdyby bowiem wierzch wody był płaski y ròwny iak kréśa B N, musiałaby koniecznie woda stoiąca w mieyscu B y N, zpłynąć na mieysce I, y zalewać ie, gdyż to mieysce iest bliższe śrzodka ziemi, niżeli mieysca B, N, kréśa bowiem I A, to iest ścieszka do śrzodka ziemi od I, iest kròtsza, niżeli kréśy B A, N A, zaczym żeby wody nie spływały w iedno mieysce, ale po ròżnych mieyscach oblewały ziemie, tak ułożone są tą ręką, ktora pewnemi granicami określiła morza, aby ròwno odległe były od śrzodka ziemi, co inaczey stać się nie może, tylko gdy się wypukło układaią iako obręcz b I n, gdyż ponieważ kréśy b A I A n A są ròwne, wszystkie mieysca tey obręczy, naprzykład b, I, n, ròwno odległe są od śrzodka ziemi; że zaś im bliższe są śrzodka ziemi, tym w mnieyszey: im dalsze, tym w większey obręczy się znayduią, (iako widać *w Obraz: 27.*) gdzie obręcz o b d bliższa iest śrzodka ziemi A, y mnieysza, niżeli obręcz o c d oddalona bardziey od śrzodka ziemi S, á obręcz mnieysza ma większą wypukłość niż obręcz więk-

większa; więc y woda w naczyniu bliższa śrzodka ziemi, będzie miała wypukłość o b d większą niżeli oddalona od śrzodka ziemi, gdzie tylko będzie miała wypukłość o c d, przeto więcey się wody zmieści w naczynie osadzone na ziemi, niżeli w wyniesione mocno w gòrę, bo na ziemi woda się bardziey nad brzegi naczynia podniesie y nadmie, niżeli w gòrze; lubo ta różnica wypukłości w tak wielkim oddaleniu naszym od śrzodka ziemi w oczy nam nie wpada, y zdaie nam się, że wszystkie rozcieki ròwno y płasko się układaią.

Te y tym podobne rzeczy lepiey y obszerniey się wyłożą, gdy o ziemi w szczegulności y o ułożeniu iey mòwić będziem. Tu trzeba było cokolwiek namienić, aby umysł nasz powoli wzwyczaiony był nie sądzić o rzeczach z samego zmysłów y pozoru świadectwa, ale z istoty rzeczy widzialnych, ułożenia ich y osadzenia dochodził. W iedney ròwności wagi y zbioru ciężkości przyzwoitym umiarkowaniu (o ktorym rzecz nam była do tychczas) mamy wielkie oświécenie na poznanie biegu, spoczynku y ułożenia ròżnych na świecie rzeczy. Dosyć iest spoyrzreć na człowieka, na zwiérze iakie, żeby uznać z Galenem, iako się w nim wydaią te prawa ròwności wagi, że z obydwòch stron otaczaią ciało części ròwnoważne, przeto: oczy, uszy, ręce, że ich po dwoie mamy, są po bokach, zaś części poiedyńcze są w śrzodku, iako nos, usta broda. Jeżeli zaś

zaś nie w środku niektóre poiedyńcze z potrzeby są osadzone, zaraz na drugiey stronie są inne dla równości wagi; y tak, w wnętrznościach w iednym boku iest żołć y śledziona, w drugim iest serce y wątroba; iako to ślicznie wykłada, y wszystkie części zwierzęcych biegi, wzruszania ztąd prowadzi Alphons Borelli w księdze *de motu animalium*, ktorego pismo obiaśnił Joan: Christoph: Sturmius *in Append: Ephem: Nat: Cur:* Co, nie tylko się w powierzchownych częściach ciała wydaie, ale y w wnętrznych. Maią y one także swoię równość wagi w należytym wilgoci y suchości umiarkowaniu zasadzoną, od ktorey zdrowie ludzkie lub zwierzęce zawisło; ta póki będzie nieprzerwana, póty w ciele pewnych czasów, pewnemi drogami, pewnym porządkiem wszystkie wilgoci, potrzebne do zachowania życia ludzkiego lub zwierzęcego bieg swóy odprawuią.

Dopieroż ieżeli obrócimy oczy na różne wydoskonalonych rzemieśł dzieła, ku potrzebie y wygodzie ludzkiey sporządzone, tych większa część od umiarkowania wagi y zbioru ciężkości przyzwoitego osadzenia zawisła. Wszystkie naprzykład żeglugi po morzu rządzą się żeglarską puszką, ktora zawieszona w równości wagi, w naywiększych nawet kołysaniach okrętu y nawałnościach, przyzwoitego ułożenia nie traci. Podobna sztuka wydaie się w zegarze wodnym (*w Obraz: 30 Tab: 1.*) gdzie koło z mosiądzu

dzu na kilka palców szerokie wewnątrz na komórki trzy-graniaste podzielone y poprzegradzane iest, każda komórka ma dziurkę małą poboczną. W iednę komórkę nalawszy wody; y zalutowawszy z wierzchu po obydwóch stronach całe koło, osadza się potym pręt przez środek iego przechodzący, na dwóch podporach równo od ziemi wyniosłych. Woda zamknięta w komórce naprzykład L, gdy powoli przeciekać będzie przez dziurkę do komórki P, obracać będzie koło, gdyż komórce P, ciężaru od wody przybędzie, á ubędzie tam tey, więc lekcieysza pòydzie do góry á cięższa na dół, z tey znowu komórki przeciekaiąca woda do trzeciey, potym do czwartey, z tey do piątey y tak daley, przeciągnie się ciężarem swoim na dół y koła pomknie; co gdy się tak nieustannie dzieie, koło nieustannie się powoli obracać musi; umiarkowawszy tedy tak kilkokrotnym doświadczeniem wielkość dziurek, żeby woda z iedney komórki w drugą przez godzinę przeciekała, będziemy mieli koło zdolne do wymierzenia obrotem swoim czasu życia naszego, y osadziwszy na pręcie tarcz z godzinami y z skazowką swoią, ktoraby się z prętem wkoło ruszała, będzie zegar skazuiący dość dobrze godziny.

Z tey sztuki utrzymania równości wagi pochodzą także owe naczynia, lichtarze, osòbki, ktore maiąc znaczny ciężar u spodu, nigdy się wywrócić nie mogą, y lubo są nachylone, same

iednak zaraz powstaią. Gdyż nie mogą w mieyscu spocząć póty, póki zbiór ciężkości ich nie iest utrzymany, więc póty się będą kręcić, póki droga kierowana od zbioru ciężkości idąca nie przypadnie na podstawek, to iest: na stół na ktorym się wspieraią. Co, w tenczas się dopiero dzieie, kiedy się ciężarem większym u spodu będącym opieraią o stół.

Ztąd nakoniec pochodzą owe lampy do żeglugi y do drogi nocney wielce służące, z ktorych nigdy się oliwa wylać nie może, iakokolwiek nachylone y przekręcone będą, y owszem choćby były po ziemi kulane. Gdyż w nich naczynie napełnione oliwą, iest wprawione w obręcz żelazną lub mosiężną, tak; żeby się wkoło niey wolno obracać mogło. Ta pierwsza obręcz osadza się znowu wolno poprzek w drugiey podobney, ktora osadzona iest znowu wolno w naczyniu okrągławym wklęsłym. Tym sposobem zawieszona lampa, wolno się obracać może, kołysać y ruszać na wszystkie strony, y zawsze w równości wagi się układa; więc lubo obręcze się iakokolwiek nachylą, lampa iednak wolno w nich zawieszona, prosto stawa wszędzie, zaczym nigdy oliwy wylać nie może, choćby się powóz lub okręt dużo na iednę stronę nachylił. Gdyż iako w kuli wolno na sznurku z góry zawieszoney, zbiór ciężkości szuka zawsze nayniższego mieysca y naybliższego środka ziemi, dla czego w ten czas tylko kula spocznie, kiedy iest

iest nayprościey obrócona ku ziemi, tak y o tey lampie, y o innych tey podobnych sztukach mówić trzeba.

Należałoby tu ieszcze przed następuiącemi Posiedzeniami wyrazić prawa wszystkie, ktore zachowuią w biegu rzeczy ruchome. Lecz to dzieło krótko zebrane, byłoby zbyt ociężłe dla czytaiących, dłużey zaś y dokładniey wyłożone, całey osobney prawie księgi wyciąga. Tę ktorą teraz Czytelnikom ofiaruię, nie można mu było poświęcić, gdyż następuiące posiedzenia tak sądziłem potrzebne dla Oyczyzny naszey, że im iak nayprędsze mieysce w Porządku pracy moiey opatrzyć chciałem. Dla czego, przeciwko zwyczaiowi wszystkich prawie Pisarzów, pominąwszy y odłożywszy do inney księgi inne prawa w biegu, do używania samego biegu y spoczynku na pożytek y wygodę ludzką, na wydoskonalenie rzemiesł, przystępuię, ponieważ y bez tamtych głębszych wiadomości, z tych tylko, ktore się w dziewiątym y w dziesiątym Posiedzeniu dały, dosyć łatwo od każdego zrozumiane bydź mogą.

PO-

POSIEDZENIE XI.

O używaniu biegu lub ſpoczynku rzeczy ruchomych.

Pierwſza wiadomość biegu y ſpoczynku (o ktorey rzecz nam była do tychczas) prowadzi nas do tyſiącznych ſpoſobów zażywania go na pożytek y wygodę życia ludzkiego. Jeſt to nauka, iako z ciekawości naypowabnieyſza, tak z korzyści ſwoiey naypotrzebnieyſza prawie rozumowi naſzemu, ktora różne Silnie (*Machina*) y narzędzia wymyśla na zażywanie wſzyſtkich prawie rzeczy widzialnych, y przyſtoſowanie ich iuż przez ſpoczynek, iuż przez wielorakie biegi, do różnych w życiu naſzym potrzeb. Ztąd wyniknęły wſzyſtkie rzemieſła, y życzyćby potrzeba dla uſzczęśliwienia narodu, aby ludzie z urodzenia do tego ſtanu przywiązani, iako zmłodu zaraz wprawuią rękę do różnych narzędzi, tak wprawowali rozum do poięcia pierwſzych prawideł, ktoremi ſię ich rzemieſło rządzi.

To prawda, że znayduią ſię ludzie, ktorzy iedynie ſwoim przemyſłem rządzeni, y wſpomożeni ſprawnością ręki ſwoiey, rozumieią, że im doſyć na tym do wykonania różnych zamyſłów, choć nie będą umieli pierwſzych prawideł. A co ich mami w tym naybardziey, ieſt to mniemanie błędne, że narzędzia naypięknieyſze y nay-

naypożytecznieyſze na świecie, albo trefunkowi ſzczęremu, albo ludziom nieuczonym początek ſwóy powinny. Nie myślę ia ſię bawić nad zbiianiem tego zdania, gdyż ci, ktorzy za nim idą, dla wymówki ſwego niedbalſtwa, dość za to ukarania ponoſzą w małym pożytku, ktory z ſwoiey roboty y nakładow odbieraią. Lepiey tedy mieć ſpoſoby pewne z tey nauki, zażywania z iak naywiękſzym bydź może pożytkiem wſzyſtkiego, cokolwiek nam świat wyſtawia, mieć ſpoſoby zaſtępowania ſłabości naſzey, y zwyciężenia odporu, ktory nam ciężarem ſwoim czynią wielorakie rzeczy do używania potrzebne. Że zaś dwoiake ſą rzeczy poſpolicie, ktorych używamy, iedne gruntowne y ſtałe, iako kamienie, kruſzce; drugie ciekłe, iako woda, powietrze; przeto wiadomość używania pierwſzych nazywamy z Greckiego ſilnością (*Mechanica*) ktora podaie różne ſilnie (*Machina*) na zwyciężenie odporu od ciężkości pochodzącego, y wypływa z owych pierwſzych początków w przeſzłym poſiedzeniu wyłożonych, ktore nam Ważnia (*Statica*) przepiſuie. Wiadomość zaś używania drugich nazywamy także z Greckiego iuż wodowaznią (*Hydroſtatica*), iuż wodociągłością (*Hydraulica*) ktora albo o ciężkości wody y innych rozciekow, albo o prowadzeniu ich y podnoſzeniu, pewne prawidła dawać zwykła. Lecz odłożywſzy tę drugą naukę daley na ſwoie mieyſce, o pierwſzey rzecz nam tu tylko będzie, abyśmy poznali, iako ſiły ludzkie y in-

nych żyiących lub nie żyiących istot, mogą się niezmiernie powiększać, y do sprawowania wielkich skutków zażywać.

Naypierwey bowiem iawna iest z poprzedzaiących wiadomości, że gdy bryłę iaką chcę w inszą stronę poruszyć, nie do środka ziemi, biegowi temu sprzeciwia się y opiéra ciężkość bryły; á że często się trafia, że ten odpór będzie większy, niżeli siła wzruszaiąca, zaczym nie może nastąpić w bryle żadne wzruszenie, żaden bieg, póty, pòki się siła wzruszaiąca nie powiększy różnemi sposobami. Te sposoby nazywamy Silniami, y w takim rozumieniu Silnia bierze się za to wszystko, cokolwiek przyprowadza do biegu małą siłą, albo w krótkim czasie.

Dwoiakie więc mamy silnie, iedne poiedyńcze, ktore się z innych nie składaią, drugie składane, że się z poiedyńczych różnych składaią. Poiedyńcze tylko dwie uznaiemy, to iest drąg (*vectem*) y równią nakłonioną (*planum inclinatum*) lubo niektorzy y równią nakłonioną bydź sądzą z drągów składaną. W każdey zaś silni, czyli poiedyńczey czyli składaney, cztery rzeczy uważać potrzeba. Naypierwey: *siłę wzruszaiącą*, ktora zawsze być powinna mnieysza, niż ta, ktorą wzruszyć usiłuiemy. Powtòre: *odpòr* albo od ciężkości bryły, albo od twardości, albo od mocnego spoienia, albo od nierówności wierzchów pochodzący, ktory się ruszaiącey sile opiéra, y ktory większy być powinien niż siła,

gdyż

gdyż dla tego zażywamy silniów, aby małą siłą wielki odpór zwyciężyć. Potrzecie: *podporę*, na ktorey się silnia wspiéra, y w koło ktorey bieg swòy odprawiać może. (*Fulcrum, centrum motûs*, á z Greckiego *Hypomochlion.*) Poczwarte *chyżość*, ktorą ma albo siła wzruszaiąca, albo bryła wzruszona. Względem tych wszystkich potrzebne są niektore uwagi.

Co do siły wzruszaiącey, iest to moc iakakolwiek albo iedna, albo z wielu złożona, ktore usiłuią zwyciężyć iaki odpór, to iest: albo podnieść, albo pociągnąć, albo rozdzielić, albo przynaymniey utrzymać go. Y w tym rozumieniu siłą wzruszaiącą przez różne narzędzia, mogą bydź albo ludzie, ciągnący naprzykład statek przeciwko wodzie, albo zwierzęta ciągnące powòz, albo ciężary różne y sprężyny iako w zegarach, albo woda, wiatr, iako w młynach.

Silnie tedy wynalezione są naypierwey na to, aby przez nie zròwnać z odporem wielkim siłę wzruszaiącą daleko mnieyszą; á gdy będzie zròwnana, łatwo iest, za przydaniem cokolwiek siły, zwyciężyć odpòr.

Człowiek gdy sprawuie urząd siły, wszystkiemi sposobami y drogami moc swoię przeciwko odporowi wywierać może, nogami y rękami, przyciskaiąc na dòł y podnosząc do góry, pociągaiąc y odpychaiąc, obracaiąc wkoło y odwracaiąc. Bydlę zaś tylko przed się lub w koło ciągnąć może, albo ciężarem ciała swe-

go na dół popychać. Ciężary różne na dół tylko moc swoię wywieraiąc, mogą podnosić do góry, przyciskać lub pociągać. Sprężyny zaś mocą sprężystości mogą ciągnąć, popychać, y przyciskać. Nakoniec powietrze, woda, y ogień samym tylko popychaniem moc swoię wywieralą.

Siły zwierzęce pospolicie się miarkuią z ciężaru ciała ich y z mocy, gdyż nie tylko mocowaniem, ale y ciężarem ciała mogą robić. Y tak: człowiek mierny dobrze zdrowy, zawieszony na szali waży 130 lub 140 funtów; dzwigać może mocą swoią przez nieiaki czas 60 funtów, więc cała siła iego bydź może zdolna na utrzymanie 190 lub 200 funtów ciężaru. Na krótką zaś chwilę może dźwigać 100 lub 150 funtow, iako mamy z doświadczenia. Koń zaś lub wół zawieszony na szali, waży pospolicie 6 lub 10 cetnarow, dzwigać może na krótki czas 500 lub 600 funtow. Lubo ten przepis nie iest tak powszechny, żeby się nie miało trafiać albo iakie umnieyszenie sił przyrodzonych w zwierzęciu rozumnym y nierozumnym z słabości ciała pochodzące, albo iakie przyczynienie z samego ich częstego zażywania y wprawy.

Kiedy więc zażywamy siły ludzkiey lub zwierzęcey, należy ią miarkować że wszystkich okoliczności, to iest: iakim sposobem, co, y iak długo ma czynić? Bo, lubo koń dobry na krótki czas może dzwigać 500 lub 600 funtow

tów ciężaru, lubo człowiek może przez krótką chwilę dzwigać 100 lub 150 funtów, iednak gdyby przyszło wciąż przez czas znaczny dzwigać, pewna iest z wielu doświadczeń, że człowiek pomiernych sił, ktory swoią mocą tylko (nie ciężarem ciała swego: zawieszaiąc się na przykład u liny:) sprawuie co nieustannie przez silnią, naprzykład popycha lub ciągnie, w trzech godzinach czasu nie może większey siły wywierać, iako na 25 funtów, áni może większego mieysca w pracy nieprzerwaney przebiec nie ustaiąc nogami swemi, czyli rękami obracaiąc ie zawsze wkoło, iako na 12000 stóp Paryskich w iednę godzinę; co uczyni prawie 6545 łokci Polskich, to iest: nie zpełna 3 ćwierci mili zwyczayney, rachuiąc na iednę milę Polską 4000 kroków ziemiomierskich, z ktorych każdy zawiera 5 stóp Paryskich, co uczyni więcey niż półtrzecia łokcia Polskiego.

Także pewna iest z doświadczenia, że koń dobry nie może więcey ciągnąć lub popychać, tylko tyle ile siedmiu ludzi razem, to iest: przez trzy godziny może tylko wywiérać siłę wynoszącą na 175 funtów, większego zaś mieysca nie przebieży ciągnąc nieustannie, tylko tyle ile człowiek, to iest na godzinę 12000 stóp Paryskich. Zaczym naywiększe mieysce, ktore przebiec może nie ustaiąc siła wzruszaiąca w godzinie iedney, wynosi tylko na 6545 łokci Polskich. I owszem trzeba ieszcze do tego aby z wolnością wszelką sprawność swoię wywiérała, żeby

nie była trudzona y tamowana w robocie, czyli przez ułożenie silni, do ktorey iey zażywamy, czyli przez nierówność mieysca, czyli innym sposobem.

Jeżeli ciężar iaki albo sprężyna iest siłą wzrusząiącą, w używaniu iey wzgląd mieć należy na to, że moc iey y sprawność nie zawsze iest iednostayna, albowiem ile do sprężyny, pokazaliśmy w księdze pierwszey w posiedzeniu 7 na karcie 238, ze sprężystość im dłużey moc swoię wywiéra, tym bardziey tey mocy ubywa, y ieżeli silnia nie iest tak zrobiona, żeby uszczérbek z inney strony nadgradzała, moc sprężyny będzie słabsza na końcu, niżeli była na początku; á tym samym, siła wzrusząiąca nie będzie tak mocna iak z początku. Ile zaś do ciężaru, pokażemy daley na swoim mieyscu, że ciężary wolno spadaiące na dół, im dłużey spadaią, tym co raz większey w spadku chyżości nabieraią, tak dalece: że chyżość ich większa będzie na końcu, niżeli była w ten czas, kiedy zaczynały upadać, á zatym, bieg y moc (ktora, iakośmy mowili w posiedzeniu 9, składa się z bryły y chyżości rozmnożonych) większa będzie na końcu niż na początku. Zaczym kiedy się wzrusza silnia iaka przez ciężar wolno z góry spadaiący (iako bywa w owych silniach, ktore baranami czyli *kafarami* nazywamy do wbiiania palów na mosty) tym większa iest moc wzrusząiąca, im z większey wysokości ciężar spada, y większą się staie coraz w przeciągu spadania, niżeli była na początku. Bar-

Bardzo iednak rzadko zażywane bywaią ciężary w tych silniach, ktore służą do wynoszenia w górę wielkich brył, iako kamieni y głazow na wierzchołki budynków, dzwonów na wysokie wieże; ponieważ bowiem ciężary prosto zawsze do ziemi dążą, trzebaby im albo bardzo głębokiego dołu, w ktoryby mogły spadać prosto, y upadkiem swoim bryłę do góry podnosić; albo trzebaby ie często z swego mieysca od łańcucha lub sznuru odeymować, á wyżey zawieszać, co bardzo trudna iest rzecz w wykonaniu. Daymy bowiem dzwon lub bryłę marmurową ciężką na 10000 funtow, ktorą trzeba wynieść w górę na 100 stop na wieżą lub na rusztowanie, zawiesiwszy u silni iakiey ciężar 400 funtow, ktoryby upadkiem swoim y dążeniem na dół, bryłę do góry podnosił. Jeżeli chcemy wiedzieć iak wiele mieysca musi przebiec na dół ciężar, w tym czasie, w ktorym do góry na 100 stop podniesie się bryła lub dzwon, nazwiymy B. bryłę lub dzwon = 10000 funtow mieysce ktore ma przebiec bryła w górę, to iest: 100 stop, nazwiymy M; ciężar 400 funtow czyli siłę wzrusząiącą nazwiymy b; mieysce zaś ktore ma przebiec na dół ciężar, o ktorym się dowiedzieć chcemy, nazwiymy m; czas ten, w ktorym y ciężar idzie na dół, y bryła do góry, nazwiymy C. Ponieważ tedy, iakośmy mowili na karcie 7, długość mieysca przebieżonego rozdzielona przez czas, wydaie nam chyżość rzeczy bieżącey, więc chyżość bry-

bryły podnoszoney do góry będzie $\frac{M}{C}$; chyżość zaś ciężaru idącego na dół będzie $\frac{m}{C}$. Żeby zaś ciężar b, idąc na dół, wznosił do góry bryłę B, trzeba żeby siła iego y wielkość biegu równała, owszem przewyższała siłę bryły B. A że wielkość biegu y siła poznaie się z bryły rozmnożoney przez chyżość, (iakośmy powiedzieli na karcie 11) więc trzeba, żeby te dwa wyrażenia były sobie rowne $\frac{B \bowtie M}{C} = \frac{b \bowtie m}{C}$ gdzie widziemy, że przez iednę liczbę C, to iest: przez iedenże czas rozdzielone są, gdyż w iednymże czasie te dwa biegi się odprawuią: bryły B do góry, á ciężaru b na dół, zaczym, można wymazać w obydwóch: C, co nic w nich nie będzie psuło równości, y te dwa wyrażenia $B \bowtie M = b \bowtie m$ będą sobie równe. Więc, na poznanie liczby m, ktora tylko mi iest niewiadoma w tych dwóch wyrażeniach, dosyć mi będzie wyrażenie $B \bowtie M$ (gdzie wszystkie liczby mi są wiadome) rozdzielić przez b liczbę także wiadomą, á z tego podziału liczba wynikaiąca będzie m. To iest: rozmnożywszy B = 10000 funtów przez M = 100, będzie $B \bowtie M = 1000000$, y rozdzieliwszy przez b = 400 funtow, wynidzie z tego podziału m = 2500. Zkąd poznaię, że choćby silnia była naydoskonalsza, do ktorey ciężar b = 400 funtow przykładam na podniesienie w górę na 100 stóp bryły B = 10000 funtow, iednak żeby się bryła B podniosła na 100 stóp

stóp w górę; trzeba żeby w tymże samym czasie ciężar b, spadł na 2500 stóp na dół (co, dla niesposobności mieysca często iest nie podobna) albo przynaymniey żeby 25 razy zdeymowany był, y za każdym zbliżeniem się ku ziemi, wyżey coraz wieszany, co iest do wykonania bardzo trudno.

Owszem większe ieszcze mieysce ciężar b przebieży na dół, albo więcey razy zdeymowany bydź musi y wyżey wieszany, ieżeli $b \bowtie m$ będzie większe (iak powinno być) niżeli $B \bowtie M$. Tuśmy ie tylko kładli równe, á oczywista iest, że ciężar b nie mógłby przezwyciężyć y podnieść do góry bryły B, gdyby miał tylko siłę iey równą; bo w równości wagi z niąby zostawał, zaczym nie byłoby biegu y wzruszenia żadnego, ale tylko spoczynek obydwóch, iako gdy na szali zawieszę dwa ciężary, ieżeli będą miały równą siłę, ieden drugiego nie podniesie. Trzeba tedy koniecznie na poruszenie y podniesienie do góry bryły B przez iaką silnią, żeby ciężar b dążący na dół, miał większą siłę niżeli bryła B, to iest: żeby $b \bowtie m$ było większe niżeli $B \bowtie M$, co inaczey się stać nie może; tylko żeby bryle b przybywało liczby m, to iest: mieysca do przebieżenia; gdyż $b \bowtie m$ nie może się stać większe od $B \bowtie M$, póki się albo liczba b, albo liczba m nie powiększy, liczba zaś b powiększyć się nie może, bo to iest ciężar 400 funtów, ktory zawsze iest iednostayny, ani go przybywa ani ubywa; więc musi się tylko

ko powiększać liczba m, to iest: mieysce do przebieżenia ciężaru b, musi bydź większe niżeli 2500 stòp. A ieżeli mieysce to znacznie się powiększy, musi się y czas do roboty powiększyć, ponieważ chyżość iest mieysce przedzielone przez czas, áże chyżość iest iednostayna w ciężarze b, więc żeby się utrzymała ta iednostayność, ile przybywa mieysca do przebieżenia ciężarowi b, trzeba żeby tyleż czasu przybywało.

Z tych wiadomości łatwo poznamy y wyrachuiemy przed zaczęciem roboty wszystko to, cokolwiek służyć będzie do podniesienia iakiey bryły w górę przez silnią, byleby w ułożeniu iey y rzemieśle nie było żadney niedoskonałości, na co osobliwszy wzgląd mieć należy. Naprzykład mam dzwon ważący 1000000 funtòw, ktorego wynieść chcę na 100 stòp od ziemi; przez iaką silnią, tak, żeby się wszystka robota w iedney godzinie skończyła, chciałbym wiedzieć iak wielkiey siły mam zażyć? na poznanie tego, tak sobie postępuię, iako w zwyż namienionym przykładzie; mam B = 1000000; M = 100; więc B ⋈ M = będzie 100000000. Szukam mu tedy naypierwey równey siły, żeby go do równości wagi z nią przyprowadzić, á potym znalaższy tę, łatwo dodać iey cokolwiek, żeby go podnieść. Piszę tedy B ⋈ M = b ⋈ m. W pierwszym wyrażeniu obydwie liczby B, M, mam wiadome, w drugim m tylko iest mi wiadome, to iest: mieysce ktore w godzinie przebiec

biec może siła żywa wzruszaiąca naprzykład człowiek lub koń, ktore wynosi na 12000 stòp iako się wyżey powiedziało na karcie 69. Zaczym iest m = 12000; więc będzie $b = \frac{B \bowtie M}{m}$ to iest: ieżeli chcę wiedzieć liczbę b, czyli ciężar wystarczaiący do utrzymania w górze bryły B, trzeba mi B ⋈ M = 100000000, rozdzielić przez m = 12000, á wynidzie mi z tego podziału liczba $b = 8333\frac{1}{3}$ funtòw, zkąd poznaię, że mi trzeba na wykonanie zamysłu, ciężaru albo mocy równey $8333\frac{1}{3}$ funtom,

Ponieważ zaś trudnaby była rzecz z ciężarem, gdyż musiałby na 12000 stòp na dół upadać, do czego mieysce mogłoby być niesposobne, zaczym ieżelibym chciał, zamiast ciężaru, zażyć ludzi lub koni ciągnących, z tego co się wyżey powiedziało, łatwo poznam, wiele mi ich potrzeba. Mòwiliśmy bowiem, że człowieka iednego moc wynosi na 25 funtòw, á konia na 175; więc rozdzieliwszy ciężar $b = 8333\frac{1}{3}$ funtów, przez 25, albo przez 175, dòydę, że trzeba ludzi prawie 334, albo koni prawie, 48 na utrzymanie tylko bryły B w iakiekolwiek silni przez godzinę, zaczym na wyniesienie iey w górę na 100 stòp w godzinie iedney, trzeba ludzi 334, albo koni 48 spełna

na, á dla zwyciężenia innych zawad od samey siłni pochodzących, iako to: ostrości sznurów, tarcia, y ciężkości, lepiey iednego człeka lub konia przydać, aby nieomylny skutek nastąpił.

Nikomu zaś bydź dziwno nie powinno, że się tyle ludzi potrzebuie, małość bowiem czasu nadgradzać się musi wielością sił, áby w iedney godzinie tak wielkie dzieło zrobić, y tak straszną bryłę do znaczney wysokości podnieść. Kiedy iednak krótkością czasu nie iesteśmy określeni; można przy mnieyszey daleko liczbie ludzi lub koni (y przeto z mnieyszym nakładem) tego samego dokazać. Jeżeli naprzykład mam 14 tylko ludzi, albo 2 konie, łatwo poznam iak długiego mi czasu potrzeba na wyniesienie teyże samey bryły na 100 stóp w górę. Ponieważ każdy człowiek ma siłę wynoszącą na 25 funtów, á koń na 175 funtów, ieżeli rozmnożę 25 przez liczbę ludzi, to iest: przez 14; albo 175 przez liczbę koni, to iest przez 2, będzie b, to iest: siła wzruszaiąca wynosiła na 350. Mam tedy B ⩵ 1000000, M ⩵ 100, b ⩵ 350, więc rozmnożywszy B przez M, y rozdzieliwszy przez b, wynidzie mi m ⩵ 285714 stóp, to iest: mieysce, ktore ma przebiec siła b. Ze zaś ta siła przechodzi 12000 stóp na godzinę, więc rozdzieliwszy m, przez 12000 dóydę, wiele godzin trzeba na to, to iest: 23 godzin y 49 minut roboty nieustanney; ktora że tak długo trwać nie może bez iakiego przerwania y odpoczynku, przeto dodać trzeba więcey nadto czasu.

Je-

Jeżeli chcę wiedzieć, do iakiey wysokości wyniesliby w godzinę tęż samę bryłę 14 ludzi, lub dwa konie; ponieważ b iest ⩵ 350, m ⩵ 12000, B ⩵ 1000000; zaś według tego cośmy wyżey powiedzieli, to wyrażenie, B ⋈ M, powinno bydź równe temu: b ⋈ m, ktore ieżeli rozdzielę przez B, będę miał M; albowiem gdy b ⋈ m ⩵ B ⋈ M, więc $\frac{b \bowtie m}{B} \equiv M \equiv 4,2$. Zkąd poznam, że nie daley można bryłę wynieść w godzinę tą siłą, iako na 4 stopy y półtora cala prawie.

Nakoniec ieżeli chcę wiedzieć, iak wielki ciężar 14 ludzi lub dwa konie przez ktorąkolwiek siłnią mogliby podnieść w górę na 100 stóp w godzinie iedney czasu, mam zawsze b ⋈ m ⩵ B ⋈ M, w ktorych wyrażeniach sobie rownych iest b ⩵ 350 funtów, m ⩵ 12000 stóp, M ⩵ 100 stóp; zaczym znaydę $B \equiv \frac{b \bowtie m}{M} \equiv 42000$ funtów. Tak wielki więc ciężar tą siłą można utrzymać, á przydawszy iey cokolwiek, można y podnieść na 100 stóp w godzinie iedney.

Kiedy zaś rozcieki są siłą wzruszaiącą, iako: woda, powietrze, ogień, nic o nich pewnego doskonale ustanowić nie można, gdyż częstey podlegaią odmianie. Ogień nawet sam, ktory często wzrusza silnie dymem, parą, albo powietrza rozszerzeniem, rzadko się w iednym stanie utrzymuie, iako pokazaliśmy w Księdze pierwszey na karcie 196, że ognia moc większa iest, im dłużey pali. Wody także, ktore płynieniem samym silnie obracaią, iako to: rzeki, po-

toki, nie równą wszystkie chyżością płyną, często, w deszczach ich przybywa, w suszach ubywa; ktore zaś z pod służy gwałtownie na dół spadaią (iako pospolicie bywa w młynach) y samym przyciskaniem koła obracaią, lubo zawsze mogą szafować iednakowy dostatek wody, osobliwie ieżeli przez groblą wyżey sypaną tamuią się y ogradzaią niepotrzebne wylewy, iednak na ten czas, nie tylko z ciężaru wody takowey, ále y z wysokości, z ktorey spada, siła iey miarkować się powinna, iako to zupełniey na swoim mieyscu obaczemy. Tu iednak w tym tylko, co do teraznieyszego przedsięwzięcia służyć może, przestrzec należy, że ile razy moc swoię wywieraią rozcieki przeciwko iakiey rzeczy od nich wzruszoney, ich siła tak maleie, że iest tylko częścią siodmą prawie tey całey siły, ktorą z początku miały. (*a*) Naprzykład, ieżeli moc cała wody spadaiącey na wiérzch iakiey deski wynosiła na 100 funtów; iak prędko deskę poruszy, y do biegu przyprowadzi, iuż nie będzie wynosić tylko na 15 funtów, co iest blisko siodmą częścią liczby 100. To, co do siły wzruszaiącey.

Co zaś do odporu należy, rozumiemy przez niego wszystko to, cokolwiek się opiéra sile wzruszaiącey, cokolwiek iey czyni trudność lub zawadę iaką, y cokolwiek przez silnie (*Machinas*) utrzymać lub z mieysca poruszyć chcemy.

(*a*) Memoires de l' Academie des sciences à Paris année 1704.

my. Iest to także siła, cale przeciwna sile wzruszaiącey; á lubo odpór od samego ciężaru pochodzący zawsze iest iednakowy, ani go podczas roboty przybywa ani ubywa, (*b*) iednak odpór pochodzący od sprężystości, od rozcieków, y innych tym podobnych, nie iest iednostayny, albo go przybywa, albo ubywa w samym używaniu silniów; y moc wzruszaiąca, więcey albo mniey ma do roboty y do zwyciężenia z początku, niż na końcu. Dla czego, należy tak miarkować silnią y sprawność iey, żeby w ten czas, gdy odpòr będzie iak może bydź naywiększy, albo mu siła wzruszaiąca wyrównała, albo go przewyższała ieszcze. Jeżeli bowiem o nic więcey nie chodzi, tylko żeby utrzymać w równości wagi y w spoczynku odpòr, dosyć iest na to żeby mu siła wy-

(*b*) Co tu się mówi o ciężkości, nic się sprzeciwiać nie będzie temu, co się ma na swoim mieyscu powiedzieć że ta, nie iest zawsze iednostayna, ale według mnieyszey lub większey odległości ciał od środka ziemi większą lub mnieyszą moc swoią wywiéra. Gdyż w używaniu silniów ta różność iest cale nie znaczna; y żadna silnia nie może bydź tak wysoka, áni tak w górę wynosić bryły, żeby przez to wyniesienie ciężkość się iey natężała. Zaczym bespiecznie bez żadnego błędu y zawodu można trzymać, że ciężar w silni (którego bieg nie iest przyspieszony zkądinąd) zawsze iednakowo cięży, czyli na dół spuszczony, czyli w górę wyniesiony. Wiadro naprzykład wody, które waży sto funtów, wyciągnione z studni do góry, tyleż waży, gdy ieszcze w studni iest na 40 lub 50 łokci od wiérzchu; nie rachuiąc iednak ciężaru łańcucha lub powroza, gdyż oczywista iest, że wiadro wody w głębokości studni będąc z łańcuchem rozpuszczonym musi więcey ważyć, niżeli na wiérzchu studni, kiedy łańcuch wyciągniony y okręcony iest na swoim walcu.

wyrównała, lecz ieżeli go chcemy poruszyć y w górę podnieść, trzeba, żeby go siła wzruszaiąca przewyższała.

Uważać ieszcze należy w każdey silni *podporę*, czyli tę część, w koło którey inne się ruszaią. Naprzykład w szali *podporą* iest ta sztuczka, na ktorey się pręt z obydwóch stron równo ważący wspiera, w kołach powozu pomykaiącego się, iest podporą ta część coraz inszа koła, ktora się ziemi dotyka. W wielu okolicznościach podpora nie iest tak utwierdzona, żeby się cale sama nie miała ruszać; gdy dwóch ludzi naprzykład niosą iaki ciężar na drągu, ktory się wspiéra na ramionach obydwóch, w ten czas ieden z nich może bydź brany albo za siłę wzruszaiącą y dźwigaiącą, albo za podporę.

Nakoniec uważać mamy w każdey silni *chyżość* tak siły wzruszaiącey, iako y odporu czyli siły opieraiącey się wzruszeniu. Wiemy z Posiedzenia 9 że chyżość dwóch rzeczy ruchomych poznaie się, gdy mieysce przebieżone od każdey rozdzielę przez czas strawiony od niey na tym przebieżeniu. Kiedy zaś w iednym czasie przebiegaią, w ten czas chyżość poznaie się tylko z wielkości samego mieysca przebieżonego od każdey; bo czas będąc ieden y tenże sam dla obydwóch, żadney odmiany w obydwóch chyżościach sprawić nie może. Ponieważ tedy zawsze się trafia w silniach, że w iednymże czasie przebiegaią pewne mieysca, tak siła

siła wzruszaiąca, iako y siła wzruszona, czyli odpór, więc chyżość każdey z nich miarkuie się tylko z mieysca albo przebieżonego od każdey, albo z tego, ktoreby przebiec musiała, gdyby iedna drugą zwyciężyła. Gdy człowiek wyciąga z studni wodę przez popychanie y przyciskanie na dół drąga, ręce iego przebiegaią na powietrzu pewne mieysce z góry na dół, á w tymże samym czasie y woda z wiadrem przebiega pewne mieysce z dołu do góry. Także gdy dwa ciężary są zawieszone u szali w równości wagi, gdybym iednego popchnął ku ziemi, obydwa przebiegaćby musiały pewne mieysca, ieden na dół, á drugi do góry w tymże samym czasie. Y te to mieysca daią nam do poznania chyżość obydwóch, gdyż czas iest tenże sam.

Lubo zaś drogi ciężarów dążących do środka ziemi nie są równo wszędzie odległe od siebie, ale cokolwiek nakłonione ku sobie (iakośmy pokazali w przeszłym Posiedzeniu) w silniach iednak możemy ie brać za równo odległe, gdyż w tak wielkim oddaleniu naszym od środka ziemi, żadna ztąd omyłka wyniknąć nie może. Większaby omyłka wyniknąć mogła, gdybyśmy w używaniu silniów nie mieli względu na zawadę od tych rozcieków pochodzącą, w ktorych silnia osadzona iest, iako od powietrza, od wody &c. także na tarcie wzaiemne sztuczek składaiących silnią, przez które się bieg y ruszanie ich cokolwiek

kolwiek opóźnia. Lecz tu naypierwey będziemy ſilnie uważać bez tych wſzyſtkich zawad, á potym co z nich wyniknąć za odmiana może w ſamym ſkutku, oſobno powiemy. Po tych pierwſzych wiadomościach przyſtępuiąc iuż do tłumaczenia Silniów w ſzczegulności; ponieważ dwie tylko uznaiemy nieſkładane drąg y ròwnią nakłonioną, naypierwey o drągu y o innych, ktore ſię z niego ſkładaią, mòwić nam należy.

PO-

POSIEDZENIE XII.

O używaniu Drąga w Silniach.

JEżeli go uważać tak będziem, iak nam ſię pokazuie; drąg, nic innego nie ieſt, tylko pręt gruby, twardy, przydłużſzy, z drzewa lub żelaza zrobiony, do utrzymania lub podnoſzenia ciężarów zgodny. Lecz uważać nam go naypierwey należy do teraznieyſzego przedſięwzięcia, iakoby ſam żadney grubości, żadney ſzerokości, żadnego ciężaru nie miał, tylko ſamę długość wproſt idącą; na ktorey miarkuią ſię odległości y położenia ſiły wzruſzaiącey, ſiły odpòr czyniącey y podpory. Gdy zaś w używaniu drąg ieſt zwyczaynie ciężki, albo czaſem krzywy, ciężar iego będzie należał albo do ſiły wzruſzaiącey, albo do ſiły odpòr czyniącey; krzywość zaś iego, iakakolwiek będzie, nie wchodzi w uwagę, tylko ſama proſta droga y odległość od ſiebie dwóch ſił, zaczym drąg krzywy A C B (*w Obraz: 22. Tabl.* 1.) na iedno wynieſie, iak gdyby był proſty a b, y ieżeli części dwie A C, C B maią ſame iaki ciężar, iedna z nich należy do bryły A, á druga do bryły B.

Trzy ſpoſoby ſą, ktoremi możemy zażywać drąga, według troiakiey odmiany mieyſca dla ſiły wzruſzaiącey, dla ſiły odpór czyniącey, y dla podpory; na pokazanie do oka, tego wſzyſtkiego, ręka A będzie oznaczać ſiłę wzruſzaią-

cą; ciężar B, siłę odpòr czyniącą; kołek C podporę. (*w Obraz: 31. Tab: 1.*) Drąg tedy pierwszy albo pierwszego gatunku iest (*w Obrazku 31.*) gdzie podpora C znayduie się między siłą wzruszaiącą y siłą odpór czyniącą, czyli ta podpora będzie w samym śrzodku drąga, y równo odległa od obydwóch sił; iako na C, czyli nie w śrzodku y nie równoodległa, iako na c. Nazywa się też taki drąg *Różno-biegły*, z Greckiego *heterodromos*, że w nim siły idą w przeciwne strony, gdy bowiem iedna idzie na dół, druga idzie do góry.

Drugi albo drugiego gatunku drąg iest (*w Obrazku 32*) gdy siła odpòr czyniąca B, iest między podporą C, y siłą wzruszaiącą A. Nazywa się także *Iednobiegły*, z Greckiego *homodromos*, bo w nim obydwie siły zawsze w iednę stronę idą, albo obydwie do góry, albo obydwie na dół.

Trzeci gatunek drąga iest (*w Obrazku 33.*) gdzie siła wzruszaiąca A, iest w pośrzodku między podporą C, y siłą odpòr czyniącą B. Y ten także iest *Iednobiegły*, bo y tu obydwie siły w iednę stronę idą.

Gdy tedy drąg ktorykolwiek z tego troiakiego gatunku wsparty iest na swoiey podporze prosto y poziemnie (*horizontaliter*). *Naypierwey*: Każda siła czyli wzruszaiąca, czyli odpòr czyniąca tym większą ma moc y więcey dokazać może przez drąg, im bardziey oddalona iest od podpory. *Powtóre*: dwie bryły równo

równo ciężkie zawieszone na drągu, pòty się tylko utrzymuią w równości wagi, pòki są obydwie w iednakim oddaleniu od podpory, y z przeciwnych stron moc swoię wywieraią. *Potrzecie*: dwa ciężáry nierówne zawieszone u drąga, będą w równości wagi, ieżeli odległość od podpory ciężaru większego, tyle razy zamykać się będzie w odległości ciężaru mnieyszego, ile razy ciężar mnieyszy zamyka się w ciężarze większym. Naprzykład gdy ciężar większy waży 4 funty, ciężar mnieyszy dwa funty, ponieważ ciężar mnieyszy zamyka się dwa razy w większym; żeby go tedy mnieyszy utrzymał w równości wagi, trzeba, aby odległość od podpory większego była tak mała, żeby się dwa razy także zamykała w odległości mnieyszego; gdy naprzykład odległość mnieyszego będzie na 6 części, odległość większego powinna bydź tylko na 3 części, á iuż tym samym większy ciężar utrzymany będzie od mnieyszego. Jeżeli zaś chcę, zeby był podniesiony od mnieyszego, trzeba mnieyszemu dać tak wielką odległość od podpory, áby się więcey razy w niey zamykała odległość większego, niżeli ciężar mnieyszy zamyka się w większym. Wszystko to pokażą nam na oko doświadczenia, z ktorych to naypierwey poznać będziem mogli, iako przez drągi, małą siłę można do równości przyprowadzić z większą; á gdy będzie równość, przymnożywszy cokolwiek małey siły, albo bez przymnożenia oddaliwszy

liwszy ią ieszcze bardziey od podpory, można nią przekonać wielką siłę.

Doświadczenie I

NA wykonanie tego y innych następuiących doświadczeń, zażywamy narzędzia, ktore pokazuie *Obr: 34. Tab.1.*, gdzie na Tablicy prosto do góry stoiącey iest szpara H I, w ktorą wkłada się podpora k z mosiądzu, y przytwierdza się ztyłu Tablicy śrzubą na iakim chcę mieyscu. P L iest sztuczka mosiężna, w ktòrą się wkłada drąg stalowy N O, ta na dwòch osiach wspiera się na podporze, y może być w ktorymkolwiek mieyscu drąga N O przytwierdzona, aby tym sposobem podpora mogła mieysce odmieniać. Przy obydwòch końcach drąga N O są haczyki, na ktorych się zawieszaią różne ciężary. Q iest krążek bardzo ruchomy, ktory może się zniżać lub wywyższać nad tablicę według potrzeby. D iest drugi krążek na boku, osadzony na ćwierci obręczy, ktory może bydź na każdym obręczy mieyscu utwierdzony. Tak sporządzone narzędzie służy nam do pokazania na oko wszystkich trzech gatunkòw drąga, do odmiany przeciwnych sił, nie tylko co do odległości ich od podpory, ale y co do ciężaru. Ile zaś do teraźnieyszego doświadczenia należy, układam tak drąg N O, żeby podpora iego k była między dwoma ciężarami, z ktorych ieden wyraża siłę wzrusząiącą, drugi wyraża siłę odpór czyniącą. Co dla łatwieyszego

twieyszego rozeznania osobno wyraża *Obrazek 35.*, gdzie się wszystkie sztuki narzędzia wzwyż opisanego nie pokazuią (lubo zawsze wchodzą) ale tylko te, ktore pod teraznieyszą uwagę podpadać maią.

Skutek

JEżeli podpora iest w samym śrzodku drąga, to iest: na mieyscu a, moc M iednego funta naprzykład utrzymuie w równości wagi także ieden funt O.

Gdy zaś pomykam podpory na mieysce b, ponieważ w tym razie ieden koniec drąga iest dłuższy niż drugi, więc dłuższyby przeważał, choćby żadnych ciężarów u końcow drąga nie było zawieszonych, zaczym naypierwey ciężarek iaki zawieszam z strony r, y poty pomykam go na drągu; poki sam drąg w równości wagi nie stanie. Co y w następuiących doświadczeniach zawsze czynić trzeba, ile razy podpora nie będzie w samym śrzodku drąga. A tak ciężkość samego drąga nie będzie nic przeszkadzała doświadczeniom, iak gdyby iey nie było. Osadziwszy tedy podporę na mieyscu b, y przyprowadziwszy sposobem wzwyż namienionym, sam drąg do równości wagi; widziemy, że część drąga z strony siły wzrusząiącey M iest dwa razy większa, niżeli z strony odporu O; zaczym ieden funt na M utrzymuie dwa funty na O.

Gdy znowu pomknę podpory na mieysce

sce c, y sposobem wzwyż wyrażonym przyprowadzę sam drąg do równości wagi; ponieważ odległość siły wzrusząiącey M od podpory c iest trzy razy większa, niżeli ogległość odporu O, więc ieden funt na M, utrzyma trzy funty zawieszone na O.

Wyłożenie Przyczyn.

PRzełożyliśmy w Posiedzeniu 9, na karcie 10, że siła, sprawa, y moc iakiego ciała poznaie się z wielkości biegu, ktory ma ciało, albo ktoryby miało, gdyby nie było zkąd inąd zatrzymane. Pokazaliśmy zaś na tymże samym mieyscu, że wielkość biegu nic innego nie iest, tylko bryła iakiego ciała rozmnożona przez chyżość: á chyżość sama nic innego nie iest, tylko mieysce przebieżone, lub ktoreby się przebiec mogło, rozdzielone przez czas. Kiedy zaś dwie bryły w iednym czasie się rusząią, chyżość ich poznaie się tylko z mieysca przebieżonego od każdey, gdyż czas będąc ieden y tenże sam dla obydwoch, nie może sprawić żadney odmiany w chyżościach obydwoch. Lecz ile razy siła wzrusząiąca, y odpor u iednego drąga zawieszone bywaią, oczywista iest, że się nie mogą rusząć y pewnego mieysca przebiegać inaczey, tylko w iednym czasie; kiedy naprzykład siła wzrusząiąca A (*w Obrazku 50.*) przebiega na dół łuk Aa, w tymże samym czasie odpor B przebiega do góry łuk Bb na powietrzu.

Zaczym chyżości tych dwóch sił miarkować się tylko powinny z mieysc przebieżonych od obydwoch, albo z mieysca ktoreby przebiegły, gdyby było iakie wzruszenie. Naprzykład chyżość siły A miarkuie się z wielkości łuku Aa, á chyżość siły B miarkuie się z wielkości łuku Bb w tymże czasie przebieżonego, w ktorym się przebiega Aa. Ponieważ żaś im większa iest odległość od podpory k siły iakiey, tym większy łuk ta siła przebiega w iednymże czasie, iako widać z *Obrazka*, gdzie siła A, że iest bardziey oddalona od podpory k, większy łuk Aa przebiega, niżeli siła B; więc chyżość różnych sił zawieszonych u drąga może się miarkować y z samey odległości ich od podpory; chyżość naprzykład siły A miarkuie się z odległości k A, chyżość zaś odporu B miarkuie się z odległości k B.

To założywszy, oczywista iest, że dwie siły równe ciągnące się wzaiem w przeciwne strony, przemoc się nie mogą, zaczym dwie bryły, dwa ciężary u drąga zawieszone, kiedy się utrzymuią w równości wagi, kiedy ieden drugiego nie przemaga y nie przeciąga, muszą mieć iednakowe siły. Jeżeli tedy w pierwszym przypadku naszego doświadczenia, gdy podpora iest w pośrzodku na a (*w Obraz: 35.*) ieden funt zawieszony na M, utrzymuie w równości wagi, drugi funt zawieszony na O, to nie zkąd inąd pochodzi, tylko z równości sił obydwoch. Jakoż maią obydwie iednakową odległość od

mieysca podpory a, co znaczy (iakośmy mowili) iednakową chyżość, potym maią iednakową bryłę, to iest funt ieden; więc chyżość iednakowa rozmnożona przez iednakową bryłę pokazuie w obydwóch iednakową wielkość biegu, á zatym iednakową siłę y sprawę; więc muszą bydź w równości wagi, y tak się wzaiemnie ciągnąć w przeciwne strony, że iedna drugiey nie przemaga.

W drugim zaś razie kiedy podpora iest na mieyscu b, to iest: kiedy od podpory odległość bryły M, iest dwa razy większa niż bryły O, ieden funt zawieszony na M utrzymuie dwa na O, bo y tu te dwa ciężary choć nie równe, maią iednak równe siły. Gdyż siła ciężaru M iest funt ieden rozmnożony przez odległość iego od podpory wynoszącą na dwie części drąga b m, co uczyni 2, siła zaś ciężaru O są funty dwa rozmnożone przez odległość ich od podpory, wynoszącą na 1 część drąga bo, co uczyni także 2. Więc obydwóch ciężarów siły wynoszą na 2, á przeto są równe y iedna drugiey przemòc nie może; gdyż mnieyszość bryły w iedney, nadgradza się większością odległości od podpory, to iest chyżości.

Toż samo y w trzecim razie się dzieie, gdy podpora iest na mieyscu c; ponieważ odległość od podpory względem bryły M iest trzy razy większa niżeli względem bryły O, więc bryła M może trzy razy większy od siebie ciężar na O utrzymywać; albowiem ich siły będą

dą równe chociaż przy tak znaczney nierówności ciężarów. gdyż siła bryły M iest chyżość, to iest: odległość 3, rozmnożona przez funt 1, siła zaś bryły O, iest chyżość, to iest: odległość 1, rozmnożona przez 3 funty bryły O; zaczym obydwie siły wynoszą na liczbę 3, y przeto są równe; nie dziw tedy, że się wzaiemnie utrzymuią, y iedna drugiey nie przemaga.

Gdy zaś w tym ułożeniu naymniey dodam ciężaru bryle M, naprzykład ćwierć łòta; iuż siła iey będzie większa niżeli bryły O, zaraz więc przemoże y podniesie do gory bryłę O, (iako doświadczeniem pokazać można) á zatym podnieść mogę trzy funty ciężaru iednym funtem y ćwiercią łòta, gdy go trzy razy daley zawieszę od podpory. Y owszem więcey bym podniòsł niż trzy funty, gdybym ciężar M ieszcze daley zawiesił; gdyż iako nam doświadczenie pokazało, ieden funt M tym więcey zawsze mògł udźwignąć y utrzymać, im daley był od podpory.

Zkąd widziemy, że siła iakakolwiek, przystòsowana do drąga, tym bardziey rośnie y mocnieyszą się staie, im bardziey się oddala od podpory drąga. Zaczym naymnieysza siła, gdy będzie przyłożona do drąga bardzo długiego, może utrzymać y owszem podnieść naywiększy ciężar. Nikomu więc dziwno być nie ma, co Archimedes powiedział, że podniòsłby cały okrąg ziemi, gdyby miał iakie inne mieysce

prócz ziemi, na ktorymby mógł ſtanąć (*a*) zażywaiąc bowiem tylko ſamego drąga, gdyby mógł ſię znaleść tak długi y nieprzełamany, y oſadziwſzy go w tamtym mieyſcu na podporze tak, żeby długość iego z ſtrony ſiły wzruſzaiącey (naprzykład ſiły ludzkiey Archimedeſa) przewyżſzała, tyle razy y więcey, długość iego z ſtrony okrągu ziemi, ile razy ciężar okrągu ziemi, przewyżſza ſiłę y ciężar człowieka, iawna ieſt z wyżey podanych wiadomości, żeby był dokazał ſwoiey obietnicy. Y owſzem gdyby odległość od podpory ſiły wzruſzaiącey, była ieſzcze większa, dziecko maluchne za dotknięciem ſię iednym tylko paluſzkiem drąga dokazałoby tego, (*b*) ale że ani mieyſca, ani drąga tak

(*a*) Dic, ubi conſiſtam, cælum terramque movebo.

(*b*) Dla ciekawości wyrachuymy, iak długiby drąg bydź powinien na podnieſienie całey ziemi? Według Ziemiomierſkiey nauki, ponieważ odległość wierzchu ziemi do śrzodka proſtą drogą brana wynoſi na 39223000 ſtòp, więc, rachuiąc takim ſpoſobem, iakośmy uczynili w kſiędze pierwſzey na karcie 212, y 213, cała miąższość okrągu ziemi będzie wynoſiła na 3160791248610652380957100 ſtòp miąższych, to ieſt: wſzérz, wzdłuż y wgłąb branych. Jedna zaś ſtopa miąższa ziemi waży namniey 100 funtòw. Więc ieżeli rozmnożemy wyżey naleźioną liczbę ſtòp miąższych przez 100, cały ciężar ziemi (gdyby była iednakowey wſzędzie gęſtości, áni wodami nie oblana) będzie wynoſił na 316079124861065238095710o funtòw. Siła zaś człowieka całą mocą, y ciężarem ſwego ciała pchaiącego rachuie ſię poſpolicie na 200 funtòw, zaczym żeby udźwignął drągiem całą ziemię, trzeba żeby koniec drąga z ſtrony człowieka wzruſzaiącego był tym dłuższy względem tego końca, na ktòrymby okrąg ziemi był zawieſzony, im większy ieſt ciężar całey ziemi wyżey wyrażony, względem 200 funtòw ſiły ludzkiey. Jeżeliby więc odległość od podpory, czyli koniec drąga z ſtrony okrą-

gu ziemi był na iednę ſtopę, trzeba żeby z ſtrony człowieka był na 15803956243053261904785 ſtòp do udźwignienia ziemi, á dopieroż do podnieſienia muſiałby być ieſzcze dłuższy. Gdzieżby tedy ten człowiek ſtanął na świecie z tak długim drągiem? oto wiemy z gwiazdarſkiey nauki, że Saturnus ieſt między wſzyſtkiemi Planetami naydalſzy od ziemi, iego odległość pomierna od ziemi wyrachowana z poſtrzegania Gwiazdarſkiego JPana Caſſini ieſt na 411841500000o ſtòp, zaczym podzieliwſzy długość drąga z ſtrony człowieka przez tę odległość od ziemi Saturna, doydziemy, że człowiek władnący drągiem, powinienby być oddalony od podpory drąga 3837387987 razy więcey, niżeli ieſt oddalony Saturnus od ziemi. Y dopieroby mógł udźwignąć okrąg ziemi, gdyby znalazł podporę zgodną y drąg przy takiey długości dość mocny na utrzymanie tak znacznego ciężaru.

tak długiego, y tak mocnego znaleść nie można, więc ta rzecz iako ieſt dla ciekawości przyiemna, tak do wykonania nie podobna. Przynaymniey iednak ztąd poznaiemy, iak wielkiego ſkutku dokazać można iednym drągiem w rzeczach łatwieyſzych, gdy do tak trudnych á prawie nie podobnych ſię zbliżamy.

W tym pierwſzym doświadczeniu wyſtawiliśmy przed oczy dzielność drąga pierwſzego gatunku. Gdziekolwiek bowiem ieſt podpora oſadzona czyli w pośrzodku drąga, czyli nie, byleby była między dwoma ſiłami przeciwnemi, zawſze drąg należy do pierwſzego gatunku. Teraz obaczyć nam zoſtaie, ieżeli w drągach drugich dwòch gatunków też ſame prawa ſię zachowuią, co w pierwſzym.

Doświadczenie II.

UZywaiąc tegòż ſamego narzędzia, któreśmy

opisali na karcie 86, zaiąwszy drąg haczykiem, od ktorego sznurek przechodzi wkoło krążka Q, naypierwey w rowności wagi sam drąg zawiesić trzeba w mieyscu naznaczonym liczbą 2 z ciężarem iakim od krążka idącym, tak; zeby podpora na ieden koniec drąga przypadała, y dopiero ciężary na O y na M zawieszać. Potym toż samo czynić w mieyscu 1. (*patrz w Obrazku 36.*)

Skutek

W pierwszym razie ciężar M ważący funt 1, utrzymuie ciężar O ważący półtora funta. W drugim razie ciężar M wazący ieden funt, utrzymuie ciężar O ważący 3 funty.

Wyłożenie przyczyn.

SAm Obrazek 36 pokazuie, że to iest drąg drugiego gatunku, gdzie siła odpór czyniąca O znayduie się między podporą y siłą wzrusząiącą. Muszą iednak y tu bydz rowne siły, kiedy iedna drugiey nie przemaga. Siła ciężaru M w pierwszym razie składa się z iednego funta rozmnożonego przez 3 części odległości od podpory, albo chyżości; więc cała siła iego wynosi na 3. Siła także ciężaru O składa się z 1 $\frac{1}{2}$ funta rozmnożonego przez chyżość iego, to iest: przez odległość od podpory 2. co wynosi także na 3. Więc obydwie siły są sobie równe, zaczym muszą się wza-

iem

iem utrzymywać, y iedna drugiey nie przemagać.

W drugim także razie, gdy ieden funt M utrzymuie 3 funty O, muszą mieć równe siły, gdyż ciężar M będąc trzy razy odleglejszy od podpory, niżeli ciężar O, ma trzy razy więcey chyżości nad niego. Zaczym chyżość ciężaru M rozmnożona przez ieden funt bryły iego, daie mu siłę wynoszącą na 3. Chyżość zaś ciężaru O = 1, rozmnożona przez trzy funty bryły iego, daie mu także siłę wynoszącą na 3, więc y w tym razie obydwie siły są równe. Jeżeli tedy cokolwiek dodam sile M, zaraz podniesie ciężar O.

Lubo żaś w tym doświadczeniu drąg drugiego gatunku iest, może iednak bydź y trzeciego, gdy siłę wzrusząiącą osadziemy w mieyscu O, á siłę odpór czyniącą w mieyscu M, lecz oczywista iest, że w takim ułożeniu żadney korzyści nie miałaby siła wzrusząiąca, gdyż maiąc mniey odległości od podpory, á zatym y chyżości, musiałaby zawsze mieć więcey ciężaru nad siłę odpór czyniącą; iako nam doświadczenie pokazało. A przecię nikt nie chce zażywać większego ciężaru na podniesienie lub utrzymanie mnieyszego. Gdyż owszem dla tego silnie są wynalezione, áby przez nie, małą siłą wielki odpór zwyciężyć.

Z tym wszystkim iednak, lubo trzeciego gatunku drągi nie dodaią łatwości sile wzrusząiącey, przecież w niektorych okolicznościach są

po-

pomocne, kiedy na siłach nam nie schodzi; ponieważ w tym drągu (iako widać z Obrazka 36) gdyby siła M była w mieyscu O, zaś siła O w mieyscu M, w iednymże czasie większą chyżość miałaby siła odpòr czyniąca O, niżeli siła wzruszaiąca M, zaczym kiedy ta przebiegłaby małe, tamta przebiegłaby wielkie mieysce. Ile razy tedy mamy siły wzruszaiącey podostatkiem, á potrzeba wyciąga, aby w krótkim czasie na znaczne mieysce przenieść, lub podnieść ciężar iaki, w ten czas takowy drąg byłby wygodny, y może bydź użyty tak, iako widać *w Obr.* 36. gdzie ciężar O znaczy siłę wzruszaiącą, samym dążeniem swoim na dòł ciągnącą do gòry iaki odpòr, ktory się tu wyraża przez ciężar M.

Lecz piérwsze dwa drągi maią nad trzeci tę dzielność; że przez nie, iakośmy pokazali, każdy, bądź naywiąkszy ciężar bydź może wzruszony, utrzymany, y podniesiony od iakieykolwiek bądź naymnieyszey siły. Ponieważ widzieliśmy z doświadczenia, że im większa iest długość drąga z strony siły wzruszaiącey, tym mnieyszey siły potrzeba na wzruszenie ciężaru. Gdy tedy ta długość może bydź zawsze przyczyniona coraz więcey á więcey, w pierwszym y drugim gatunku drąga, może bydź także zdolna do wzruszenia ciężaru siła coraz mnieysza á mnieysza. Ta tylko iest różnica między niemi, że łatwiey iest władać drągiem piérwszego gatunku, niżeli drugiego, gdyż łatwiey iest zawsze file na dòł drąg pchać z ciężarem, iako *w Obrazku 31.* niżeli do gòry podnosić iako *w Obraz:*

Obrazku 32. W trzecim zaś gatunku drąga, siła wzruszaiąca, iako mniey oddalona od podpory, musi bydź zawsze większa niż odpòr czyli ciężar, więc nie każda siła, tylko ta, ktora iest większa, wydołać może ciężarowi.

Jako zaś drągi (bądź ktoregokolwiek gatunku) zdaią się z weyzrzenia rzeczą prostą y łatwą, tak używanie ich iest nieprzeliczone, nie tylko w rzemiesłach, ále y w życiu ludzkim, kiedykolwiek iaki odpòr lub siłę zwyciężyć chcemy. Ponieważ bowiem sprawować może urząd drąga iakikolwiek pręt, prosty czyli krzywy na podporze iakiey wsparty, á iednym końcem przyłożony do iakiey bryły, drugim zaś od siły władnącey kierowany, przeto ustawiczne tego przykłady pod oczy nam podpadaią. Kiedy Robotnicy maią podnieść wielki kamień, wielką sztukę drzewa, lub bałwan soli, zażywaią do tego pręta żelaznego, iednym końcem zakrzywionego, ktory w dwoiaki sposòb im służyć może; raz tak iako pokazuie *Obrazek 37.* y w ten czas iest drąg pierwszego gatunku, gdyż się wspiera na ziemi w mieyscu A, á zatym podpora iest między siłą odpòr czyniącą C, y między siłą wzruszaiącą B, ktora samym przyciskaniem na dòł drugiego końca drąga, wzrusza y podnosi do gòry ciężar C. Drugi raz zaś tak, iako pokazuie *Obrazek 38,* y w ten czas iest drąg drugiego gatunku, gdyż podpora A, iest na iednym końcu drąga, a siła odpór czyniąca C iest między podporą A y siłą

wzrusząiącą B, ktora podnoszeniem do góry drugiego końca drąga wzrusza y podnosi od ziemi ciężar C.

W pierwszym y drugim używaniu oczywista iest, że siła wzrusząiąca choć pomierna, może poruszyć wielki ciężar, gdyż doświadczenia nam pokazały, że im bliżey będzie ciężar podpory drąga, im dalsza od niey będzie siła wzrusząiąca, (iako tu się dzieie w tym dwoiakim używaniu) tym większy ciężar poruszy y podniesie, nie do wielkiey prawda wysokości, ale do takiey przynaymniey, że można spodem powróz przewlec, lub walec podstawić pod ciężar, co w wielu okolicznościach potrzebna iest. Do tegoż samego końca zażywane bywaią y drągi grube drewniane, iako do podnoszenia powozów, do rozłupywania grubych klocòw &c. gdzie zawsze się ma ta ostrożność, aby iak naybliżey podpory był ciężar, á iak naydaley była siła wzrusząiąca, gdyż w takim ułożeniu ciężarowi ubywa mocy, á sile wzrusząiącey przybywa. Ile razy także kawał drzewa od drugiego oderwać trzeba, (*iako w Obraz: 39.*) gdzie podpora iest w mieyscu C, odpór zaś w mieyscu B, y odległość siły wzrusząiącey od podpory iest A C, odległość odporu iest B C. Zaczym im większa iest odległość A C, względem odległości B C, tym więcey mocy przybywa sile wzrusząiącey, á ciężarowi ubywa, tym łatwiey się odrywa sztuka drzewa. Y dla tego, kiedy chcemy gwóźdź wyrwać ze ścia-

ściany przez młot, im bliżey gwóźdź (ktòry tu iest siłą odpòr czyniącą) będzie się znaydował od podpory, to iest: od mieysca na ktorym się młot wspiéra, tym łatwiey się wyrwie; przeto zwykliśmy go przymykać ile można, młot bowiem na ten czas sprawuie urząd drąga. Co samo czynią y dłòta wszystkie w rękach rzemieślników, ktoremi zwyciężaią iakikolwiek odpòr od twardości drzewa lub kamienia pochodzący.

Kleszcze także, nożyce, szczypce, nożyczki, obcęgi, nic innego nie są, tylko drągi pierwszego gatunku złączone po parze; gdzie gwòźdź łączący dwie połowy nożyczek, naprzykład, sprawuie urząd podpory, ręka zaś ściskaiąca do kupy dwie części z swoiey strony, iest siłą wzrusząiącą, á wszystko to, cokolwiek przerznąć, przedzielić, lub zachwycić, albo wyrwać chcemy, iest siłą odpòr czyniącą. Mamy z doświadczenia że w nożycach y tym podobnych narzędziach: im bliżey iest gwoździa (ktory spaia dwie połowy) ta rzecz, ktòrą przerznąć chcemy, tym łatwiey ią przerzynamy; bo w ten czas siła odpór czyniąca będąc bliżey podpory, á siła wzrusząiąca będąc daley, łatwiey ią przemoże; y dla tegòż chcąc przeciąć co twardego, trudno nam tego dokazać, kiedy samym końcem nożyczek zachwyciemy, bo w ten czas odpór będąc oddalony od podpory, mocnieyszym się staie, łatwiey zaś dokazać, kiedy tuż blisko gwoździa (ktòry spaia

dwie połowy) zachwyciemy, bo w ten czas odpòr tym więcey traci mocy swoiey, im bliższy iest podpory, á przeto łatwieyszym się staie do zwyciężenia. Y z teyto przyczyny rzemieślnicy, ktorzy muszą kraiać stal, miedź, mosiądz, blachę, maią do tego nożyczki, w ktorych końce z strony ręki są długie, á ostrza krótkie, żeby blacha do przecięcia, będąc bliżey podpory, łatwiey się dała zwyciężyć sile, ktora na ten czas przez dłuższy drąga koniec moc swoię wywiéra. Przeciwnie zaś w kleszczach, ktore przy kominkach w pokoiach bywaią, że tylko służą na podniesienie lekkiego węgla, lub głowni opaloney, dla tego ten odpór ma końce przydłuższe, ktore należą do drąga trzeciego gatunku, gdzie mieysce łączące u iednego końca dwa pręty zawiasami czyli sprężyną, iest podporą, ręka władnąca iest siłą, á rzecz do przeniesienia lub do poprawienia w kominku iest odporem, ktory że się bardziey oddala od podpory niż siła władnąca, przeto kiedy chcemy podnieść iaką sztukę drewna przycięższą, nie kładziemy ręki blisko, ale daley od zawiasy lub sprzężyny, żeby siła władnąca przez swoie oddalenie się od podpory, mocnieyszą się stała na zwyciężenie większego odporu.

Noże zaś piekarskie do kraiania chleba, iednym końcem do deski przytwierdzone, tak: że się mogą podnosić y spuszczać, należą do drągów drugiego gatunku, gdzie siła ludzkiey ręki do rękoieści dłuższey przyłożona, zwycię-

ża odpòr chleba, ktòry iest bliższy podpory, y znayduie się między nią y siłą.

Do tegòż gatunku należą y wiosła, ktorych ieden koniec opiéra się ustawicznie o wodę iednę po drugiey następuiącą, siła zaś drugim końcem władnie, y moc swoię wywiéra przeciwko czòłnu, które z całym swoim ładunkiem odpòr czyni sile wzrusząiącey; lecz że mniey się oddala od podpory niżeli siła, dla tego za powodem siły iść musi. Ta zaś tym bardziey sobie ułatwia pracę w zwyciężeniu odporu, im dłuższym końcem wiosła władnie, y bardziey oddalonym od podpory, to iest od wody.

Przeto zdałaby się rzecz wygodnieysza do ułatwienia żeglugi, gdyby końce u wiosła były dłuższe tak z strony siły wzrusząiącey, iako y z strony wody. Z strony siły wzrusząiącey, czyli ręki żeglarskiey, dla tego: żeby ią bardziey oddalały od podpory, á przeto mocnieyszą czyniły. Z strony zaś wody dla tego: żeby dłuższy koniec więcey zawsze wody zachwycał, y mocnieyszą podporę miał. Lecz inne zachodzące trudności sprzeciwiaią się zbytniey długości wioseł. Naypierwey bowiem gdyby się znacznie przyczyniły z strony siły wzrusząiącey, iawna iest z wyżey daney wiadomości, że biég tey siły czyli machanie ręką, musiałby się też znacznie przyczynić, ktorego iednak moc ludzka długo nie zniesie, iako poznać z ludzi za karę do wioseł skazanych, gdzie lubo ich iest czterech lub pięciu do ie-

dnego wiosła, iednak ci, którzy władną samym końcem wiosła (choć się tam zawsze naymocnieysi osadzają) ledwo przez kilka lat mogą wykonywać tak gwałtowne machanie. W małych zaś statkach albo czółnach, gdzie człowiek ieden wiosłem iednym lub dwiema razem z obydwóch stron robi, sprawuiąc urząd siły powszechney względem obydwóch wioseł, nie można także przyczyniać długości wioseł, dla szczupłego mieysca, między iednym y drugim brzegiem czółna. Ani też mogą bydź znacznie długie końce wioseł, ktore się w wodzie nurzaią, gdyż trzebaby dla nich żeglugi zawsze bardzo przestroney, przeto w małych lub krętnych rzekach, w zagęszczonych skałami, lub wyspami, y przy brzegach napełnionych innemi statkami, ciężkoby było niemi robić, y w różne strony kierować. Zaczym długość wioseł z obydwóch stron musi bydź tak umiarkowana, aby y sile władnącey niemi wygodna była, y żeglugi nie trudniła.

Maszty także w okrętach nic innego nie są, tylko drągi drugiego gatunku, ktorych podpora iest na samym dnie statku, okręt zaś z całym swoim ładunkiem iest siłą odpór czyniącą: á na wiérzchu iest siła wzruszaiąca, to iest: wiatr, który napełnia żagle; przeto im dłuższy iest maszt w okręcie, tym większą ma siłę wiatr na popędzenie iego, bo bardziey oddalony iest od podpory.

A co czyni wiatr względem okrętu, toż czyni

czyni względem wiatraków, gdzie wszystkie skrzydła są to w samey rzeczy drągi z pierwszego gatunku, ktore wiatr (sprawuiący urząd siły) wzrusza y obraca z iedney strony, á przez nie obraca y młyńskí kamień wewnątrz, czyniący odpór z drugiey strony; w samym zaś środku, gdzie skrzydła w osi swoiey są osadzone, znayduie się podpora. Toż samo rzemiesło maią y wszystkie młynki, iako to do tarcia kafy &c. Ztąd także łatwo poznać, iaką siłą woda obraca koła w młynach, y owszem mały ieden strumyczek z góry spadaiący, mógłby ie obracać, lubo daleko mniey ciężaru maiący, niżeli młyńskie koła y kamień; każdy bowiem promień w kole, iest drągiem z pierwszego gatunku, woda spadaiąca na koło iest siłą przyłożoną do iednego końca w tym drągu, w środku zaś samego koła, gdzie się promienie osadzaią iest podpora; koło zaś pomnieysze wewnętrzne iest siłą odpór czyniącą; ktora wzruszona od wody za obrotem powierzchnego koła, udziela biegu swego młyńskiemu kamieniowi. Gdzie widziemy że woda obracaiąca, tym więcey ma mocy y sprawności; im większe iest koło, bo w ten czas dłuższym końcem drąga władnie, á przeto dalsza iest od podpory, niżeli siła odpór czyniąca, ktorą tym sposobem przemagaiąc, musi się koło y kamień obracać, musi się zboże pod nim na drobny proszek zemleć, aby było zgodne do utrzymywania życia naszego.

Od tegoż samego początku pochodzą niezliczone

zliczone sprawy, ktore w życiu czyniemy, samym wrodzonym natchnieniem, lub wielorakim doświadczeniem nauczeni. Jeżeli w otwiéraniu przytrudnieyszy iest zamek, dla czegóż wkładamy w kołko klucza drążek iaki, żeby się prędzey zakręcił klucz w zamku? Jeżeli otwiéramy drzwi, dla czegòż większą w tym łatwość czuiemy, kiedy rękę przykładamy w mieyscu dalszym od zawias, á niżeli gdy w mieyscu bliższym? Także kiedy dway równo silni staną, ieden za drzwiami, drugi przed drzwiami, ieden ie zamykaiący á drugi otwiéraiący, za còż ten zawsze przemoże, ktory pcha daley od zawias? w tych wszystkich okolicznościach znayduie się drąga rzemiesło y używanie, zaczym ta siła przemagać musi, ktora dłuższym drąga końcem władnie, y daley się od podpory stanowi.

Bardziey czuię ciężar kiia, kiedy go zachwycę tylko za ieden koniec, niżeli gdybym go zachwycił śrzodkiem, gdyż w piérwszym razie, drugi koniec będąc bardziey odległy od podpory, to iest: od moiey ręki, tym więcey ma siły na czynienie odporu; y dla tegoć balka im dłuższa iest, tym prędzey się gnie y łamie, gdyż koniec iey oddalony bardziey od podpory, staie się siłą mocniey uciążaiącą y na dół idącą.

Nakoniec: nogi, ręce, palce, szczęki zwierząt rozumnych y nierozumnych wyrażaią podobieństwo drąga albo iednego, albo wielu razem złączonych, ktoremi siła chrząstek moc swoię wywiéra, czyli

li na przeniesienie ciała na inne mieysce, czyli na zbliżenie do niego czego potrzebnego, czyli na oddalenie czego szkodliwego. Kiedy zębami co gryziemy, iest to w samey rzeczy używanie drąga, gdzie złączenie obydwòch szczęk, czyli zawiasa ich iest podporą; przeto łatwiey zgryziemy orzech y prędzey żuiemy mięso trzonowemi niżeli przedniemi zębami, nie tylko dla tego, że trzonowe, będąc większe y szérsze, więcey mogą y lepiey zachwycić, ale naybardziey dla tego, że trzonowe będąc bliższe zawias y podpory, kiedy między nie kładziemy odpòr do zwyciężenia, naprzykład orzech lub mięso, to bliżey się znayduie podpory, niżeli gdyby było w przednich zębach, á przeto y siłę ma mnieyszą na opieranie się, więc prędzey się da przekonać. Każdy zaś widzi, że to całe rzemiesło należy do drąga z drugiego gatunku. Lecz kiedy kto ręką wyciągnioną utrzymuie kamień, w ten czas zażywa niby drąga trzeciego gatunku, gdy łopatka sprawuie urząd podpory, siła wzruszaiąca iest środnia między kamieniem y łopatką, á odporem iest sam kamień. Zgoła wszystkie sprawy, biegi, y władania zwierzęce wydaią nam to rzemiesło, iako w szczegulności opisuie Borelli *de motu animalium.* A w tych wszystkich przykładach widzieć można, że całe ułatwienie pracy y zwyciężenie iakiegokolwiek odporu przez drąg, pochodzi z powiększenia siły wzruszaiącey, ktorey lubo nic nie przybywa ciężaru y bryły;

iednak z większą długością drąga przybywa chyżości, á przez to samo przybywa y mocy, bo ta się z bryły y chyżości składa, iakośmy iuż nie raz pokazali.

Lubo zaś tak wielki iest skutek drąga dobrze zażytego iakośmy widzieli, iednak zażycie iego samo nie iest bez trudności. Trzy rzeczy nam bowiem uważać należy. Naypierwey iakie iest przyłożenie do drąga siły? potym iakie iest przyłożenie odporu? y na koniec iaka iest podpora?

Co do pierwszego; siła wzruszaiąca nie może zawsze tak prosto władnąć drągiem, iako ciężary, którycheśmy do tych czas w doświadczeniach używali, y które prostą drogą do ziemi dążą, na żaden się bok nie nakłaniaiąc. Trafia się iednak często, że (czyli z położenia drąga, czyli z niespodobności mieysca, czyli z istoty sił wzruszaiących) muśi bydź drąg ciągniony od siły nie prosto ale z ukosa, czyli bokiem. W tym razie wielce potrzebna rzecz iest wiedzieć, czyli, y w iakim wymierze umnieysza się mocy siłe wzruszaiącey przez to samo, kiedy nie prosto ale z ukosa władnie drągiem. Jeżeli się poradziemy doświadczenia, pokaże nam *naypierwey*, że siła wzruszaiąca przyłożona do drąga, ma w ten czas naywiększą moc, kiedy prosto nie nakłaniaiąc się na żadną stronę władnie drągiem, to iest: kiedy droga przebieżona od siły iest prosto padła (*perpendicularis*) na drąg. Zaczym choćby były ciężary równe

O, M,

O, M, *w Obraz: 40.* iednakże ciężar M, ktory póki ciągnie drąg prosto według drogi b M utrzymać może ciężar sobie równy O, żadną miarą go nie utrzyma, gdy ciągnąć będzie z ukosa według drogi b c, albo według b d.

Powtóre: Jeżeli siły przeciwne nie równo z ukosa ciągną, y nie równo są nakłonione do drąga, ale iedna mniey, druga więcey, choćby były co do ciężaru równe, iednak ta się słabszą stanie, ktora się bardziey oddala od prostey drogi b O, *w Obraz. 41.* zaczym siła, ktora ciągnąc według drogi b O, dostateczna iest na utrzymanie lub podniesienie bryły M, iuż nie iest dostateczna, gdy ciągnie z ukosa według drogi b c, lub b f, ieszcze mniey iest dostateczna, gdy ciągnie według b d, lub b g, á ieszcze mniey, gdy ciągnie według b e lub b h.

Potrzecie: dwie siły przeciwne sobie y równe, przyłożone do dwóch końców drąga, które z początku wywierały moc przeciwko sobie według drogi b O, a M *w Obraz: 42.* lubo się z ukosa wzaiemnie ciągnąć potym będą, iednak zawsze sobie będą równe, ieżeli obydwie równo z ukosa y pod równym nakłonieniem ciągną; to iest: równość wagi między niemi się utrzyma, chociaż ciągnąc będą z ukosa według dróg b r, a m, gdyż ile b r nakłania się do drąga b a, tyle także a m, nakłania się do niego, iako nam to wszystko dwa doświadczenia pokażą, z których pierwsze wystawi nam na oko

dwie naypierwey założone prawdy, a drugie trzecią.

Doświadczenie III.

TOż samo narzędzie użyte w przeszłych doświadczeniach służyć nam będzie y do teraznieyszych, zażywaiąc drąga N O, *w Obraz: 34.* y krążka pobocznego D osadzonego na ćwierci obręczy. Naypierwey dwa ciężary równe M R, zawieszam na sznurkach u obydwóch końców drąga, aby się prosto nie z ukosa wzaiemnie ciągnęły, potym sznurek zawieszony u końca drąga, O, przekładam na krążek D, zawiesiwszy przy końcu sznurka ciężar M, y pomknąwszy krążka na obręczy, żeby sznurek szedł z ukosa albo iak O d, albo iak O f, *w Obraz: 43.* Pomykam potym co raz daley krążka, żeby sznurek ieszcze bardziey szedł z ukosa.

Skutek

POki sznurek idzie prosto według drogi O M, póty ciężar M dostateczny iest na utrzymanie ciężaru R, ktory także prosto według drogi N R moc swoię wywiera. Lecz iak prędko siła M zchodzi z tey drogi prostey, y ciągnie z ukosa według drógi O d, lub według O f, iuż nie wystarcza na utrzymanie ciężaru R, y tym bardziey nie wystarcza, im bardziey się oddala od drogi prostey O M, czyli w prawą czyli w lewą, á przeto y ciężar tym bardziey zaczyna przeważać.

Wy-

Wyłożenie przyczyn.

KIedy siła ciągnie według drogi O M na dół, czyli na gorę (gdyż to wszystko iedno) w ten czas utrzymuie ciężar R równy sobie *w Obraz: 43.* gdyż przeciwko niemu prosto moc swoię wywiera, póki tak prostą drogą O M ciągnie, iak prostą drogą N R bryła R uciąża y na dół dąży. Ponieważ droga O M, będąc równoległa drodze N R, czyli w iednakowym położeniu z drogą N R, iest to iedno, iak gdyby te dwie siły M y R ciągnęły się wzaiemnie w prost z przeciwnych stron; ktore że są równe, iedna drugiey przemocby nie mogła, aleby się wzaiemnie w mieyscu utrzymywały. Zaczym y tu, lubo iedna do gory ciągnie bryłę R, druga na dół, póki iednak ciągnienia ich iednakowo prosto się dzieią, póty się wzaiemnie utrzymywać muszą, y iedna drugiey nie przemaga. Koniecznie więc potrzeba, aby dwie siły równe, na utrzymanie, się wzaiemne iednakowo prostą drogą moc swoię wywierały. Kiedykolwiek tedy iedna siła prosto drągiem władnie, w ten czas druga, (choćby iey była równa co do bryły) nie wyrówna iey, ani ią utrzyma inaczey, tylko chyba że także prosto czyli taką właśnie drogą iak pierwsza, drugim końcem drąga władnąć będzie. Jle bowiem się nakloni w iednę lub w drugą stronę, ustępuiąc od tey prostey drogi O M, tyle iey mo-

cy ubędzie. Co y z tąd oczywiście się ukazuie, że gdyby siła M moc swoię wywierała drogą O b, to iest w prost według położenia drąga, w ten czas ciężar R, nie byłby cale utrzymany od niey, bo ten dąży na dół, á ta idzie bokiem, więc mu się nie sprzeciwia y żadney zawady nie czyni, tak właśnie: iak nie utrzyma kamienia na ziemię spadaiącego ten, kto nie pod niego prosto podkłada rękę do gòry, ále bokiem wedle niego. Jeżeli tedy w ten czas ciężar R nie byłby cale utrzymany od siły M ciągnącey drogą O b; więc im bardziey siła M będzie się zbliżać w ciągnieniu do drogi pomienioney O b, tym mniey ciężar R od siły utrzymany będzie; im daley zaś oddalać się będzie od drogi O M, czyli w prawą czyli w lewą, tym bardziey się zbliży do drogi poziemney (*horizontalis*) O b, przeto im bardziey się oddali od drogi prostey O M, tym słabszą się stawać musi na utrzymanie ciężaru.

Widziemy tedy ztąd, że moc siły wzruszaiącey naywiększa iest w ten czas, kiedy ciągnie prostą drogą O M. Jeżeli więc ciągnąc w tym naylepszym dla siebie położeniu, równa tylko była ciężarowi R odpòr czyniącemu, idzie zatym, że nie równa mu bydź musi ciągnąc w każdym innym (pròcz tego pierwszego) położeniu. A przeto, nie można w ten czas utrzymać ròwności wagi, tylko dodaiąc ciężaru sile wzruszaiącey, y nadgradzaiąc powiększeniem bryły to, co traci przez nie proste, lecz z ukosa ciągnienie. Ze-

Zeby zaś wiedzieć dokładnie w szczegulności iak wiele ubywa siły w każdym z ukosa położeniu iey, rzućmy okiem na *Obrazek 44.* gdzie iedna siła M władnie drągiem N O naypierwey prosto według drogi O M potym z ukosa według drogi O d, na koniec ieszcze bardziey z ukosa według drogi O f. Wiedząc długość obydwòch końcòw drąga C O, C N, y przeniòższy ią na papier, iako iest w tym Obrazku, pociągniymy daley tych dròg z ukòsa, pòki się podoba na d i, f k, teraz obracaiąc drąg do gòry w koło podpory, żeby część iego C O przeszła na powietrzu obręcz O h, iawna iest, że w tym obrocie drąga, znaydzie się takie mieysce, w ktorym droga ciągnącey siły d i, lub f k, będzie prościuteńko padać na drąg (*perpendiculariter*) gdy bowiem drąg w obròcie swoim będzie się znaydował w mieyscu C g, w ten czas droga d i przypadnie na niego prościuteńko w mieyscu n, gdy się zaś daley drąg do gòry pomknie do mieysca C h, w ten czas droga f k przypadnie na niego prościuteńko w mieyscu m, iako oko sądzi. Widzieliśmy zaś, że siła w ten czas y tam naymocniey ciągnie, gdzie y kiedy prościuteńką drogą ciągnie, więc siła ciągnąca drogą d i, całą swoię moc wywiera w mieyscu n drąga. Co na iedno wyniesie, iak gdyby na n była zawieszona, gdyż ciągnąc z mieysca d, na n prościuteńko przypada. Ciągnąca zaś drogą f k całą swoię moc wywiera w mieyscu m drąga, iak gdyby na m była zawieszona,

szona, gdyż ciągnąc z mieysca f, na m prościuteńko przypada. Ciągnąca zaś drogą O M całą swoię moc wywiera w mieyscu O drąga, to iest na samym końcu, gdyż droga O M, na O prościuteńko przypada. Spuśćmy teraz drąg z góry y równo go poziemnie ustanówmy w pierwszym położeniu N O, oczywista iest, że mieysce iego g przypadnie na O, n przypadnie na b, m zaś przypadnie na e. Więc siła ciągnąca w położeniu d O, ma tylko taką moc, iak gdyby w mieyscu b drąga była prościuteńko ku ziemi zawieszona. Siła zaś ciągnąca w położeniu f O, ma tylko taką moc, iak gdyby w mieyscu e drąga była prościuteńko ku ziemi zawieszona. Aże moc poznaie się z chyżości y bryły, chyżość zaś poznaie się z odległości od podpory (iakośmy tyle razy pokazali) przeto, gdy siła ciągnie drogą O M, odległość iey od podpory, czyli chyżość będzie C O, gdy ciągnie drogą O d, odległość y chyżość iey będzie mnieysza, bo tylko C b; gdy ciągnie drogą O f, odległość y chyżość iey będzie ieszcze mnieysza bo tylko C e.

Jeżeli tedy odpór R waży naprzykład ieden funt, odległość iego od podpory y chyżość iest C N wynosząca na 3 części drąga, więc moc cała iego będzie 1, rozmnożony przez 3, to iest: będzie wynosić na 3. Zaczym siła M ciągnąca według drogi O M, maiąc ieden funt bryły, utrzymać może ciężar R, gdyż mu w mocy wyrówna, ktora składa się z odległości C O, równey iego odległości C N, bo wynoszącey także na 3 części drąga, y z bryły także równey, bo wynoszącey na ieden funt, á przeto w tym położeniu cała moc siły M będzie 3, iako y ciężaru R.

Jeżeli zaś siła M ciągnąć będzie drogą O d, pokazaliśmy, że w tym położeniu odległość iey od podpory y chyżość iest tylko C b, to iest: wynosząca na 2 części drąga, ktore rozmnożone przez ieden funt bryły M, czynią tylko moc iey całą wynoszącą na 2, więc nie wystarczaiącą na utrzymanie ciężaru R, ktorego moc wynosi na 3. A przeto, w tym położeniu siły M, ciężar przeważać będzie, y trzebaby sile M ciągnącey według drogi O d, dodać ieszcze puł funta bryły, żeby utrzymała ciężar R, gdyż w ten czas dopiero pułtora funta bryły M rozmnożone przez 2 części odległości, wynosiłyby na 3.

Jeżeli znowu siła M ciągnąć będzie drogą O f, ponieważ w tym położeniu odległość iey od podpory y chyżość iest C e, czyli na iednę tylko część drąga, ktora rozmnożona przez 1 funt bryły M, czyni moc iey całą wynoszącą na 1. więc ieszcze bardziey nie wystarczaiącą na utrzymanie ciężaru R, ktorego moc wynosi na 3. W tym tedy położeniu siły M, ieszcze bardziey ciężar przeważać będzie, y trzebaby sile M ciągnącey według drogi O f, dodać ieszcze dwa funty bryły, żeby utrzymała tylko w równości wagi ciężar R: bo w ten

czas dopiero 3 funt bryły M, rozmnożone przez iednę część odległości od podpory, wynosiłyby na 3. Zgoła na utrzymanie ciężaru R iednego funta, gdy siła M będzie władnąć drągiem w położeniu nayprościeyszym O M, dosyć iey iest na iednym funcie bryły; gdy będzie w położeniu O d, trzeba iey półtora funta; gdy będzie w położeniu O f tr. b. iey 3 funty, aby (czego równość wagi koniecznie wyciąga) ciężar R tak się miał do bryły M, iako odległość od podpory bryły M, do odległości ciężaru R. Y tak gdy siła M, będzie ciągnąć według drogi O d, siła M musi mieć półtora funta bryły, gdyż ciężar R = 1 funt, tak się ma do $1\frac{1}{2}$ funta M, iako odległość od podpory bryły M, to iest: C b = 2 do odległości ciężaru R to iest: do 3. Toż samo y na trzecim położeniu O f pokazać można.

Gdy tedy siła M z ukosa ciągnie, tak iey trzeba przymnażać na samo utrzymanie ciężaru R, iako się pokazało. Na podniesienie zaś iego, oczywista iest z tego, co się powiedziało, że w pierwszym położeniu siły M, to iest według drogi O M, trzeba iey więcey trochę niż 1 funt bryły; w drugim położeniu O d, więcey trochę niż półtora, w trzecim położeniu według O f, więcey trochę niż 3 funty bryły. Ile razy więc okoliczności wyciągać będą, żeby siła na zwyciężenie iakiego odporu, z ukosa nie prosto władnęła drągiem, sposobem tu opisanym

łatwo nam będzie poznać y wyrachować, ile iey ubywa przez to nieskładne położenie, y wiele iey ciężaru przydać należy, aby choć w tak niewygodnym mieyscu dokazała swego.

Do tych czas uważaliśmy siłę tylko iednę od prostey drogi O M odstępuiącą, w ten czas gdy druga prostą drogą N R moc swoię przeciwko niey wywiera. Lecz kiedy obydwie od prostey drogi odstępuią (iako się to trafiać może) albo to odstępowanie będzie w obydwóch nie iednakowe, albo iednakowe. Jeżeli nie iednakowe? z tego, co się dotąd mówiło, wnieść łatwo można, że choć przy równych bryłach, ta się siła stanie słabszą, która daley od prostey drogi odstąpi. Jeżeli iednakowe? doświadczenie następuiące pokaże nam iego skutek.

Doświadczenie IV.

Ułożywszy drąg N O nie prosto ale z ukosa (*w Obrazku 34*) żeby tak na bok wisiał iak idzie kreśa h i, zawieśmy na sznurkach u końców dwa równe ciężary.

Skutek.

Obydwa ciężary utrzymuią się wzaiemnie, y ieden drugiego nie przeważa.

Wyłożenie Przyczyn.

Mocowanie obydwóch sił w tym doświadczeniu dzieie się drogą przyzwoitą wszystkim

ciężarom, to ieſt: iak nayprościey do ziemi. Zaczym te drogi i m, h r, ktoremi obydwa ciężary ciągną ſię wzaiemnie, iednakowo proſto dążą ku ziemi, więc muſzą bydź w iednakowym położeniu względem drąga, iednakowo nakłonione ku niemu, á przeto ſą ſobie równoległe (*parallelæ*) y zawſze będą, choć za różnym, á co raz odmiennym drąga nakłonieniem, bo wolno zawieſzone, zawſze iak nayprościey dążyć muſzą ku ziemi. Lecz póki te drogi ciągnących ciężarów obydwóch ſą ſobie równoległe, y w iednakowym względem drąga nakłonieniu, póty równe ciężary muſzą ſię koniecznie wzaiemnie utrzymywać, gdyż w takim położeniu maią zawſze równe ſiły. Kiedy bowiem drąg proſto poziemnie (*horizontaliter*) wiſiał, iako N O; odległość od podpory, á za tym y chyżość obydwóch ciężarow była iednakowa, bo wymierzona długością części równych drąga K N, K O, bryły też były równe, więc y ſiła obydwóch równa.

Lecz gdy ſię drąg nakłonił iako h i, ta odległość obydwóch od podpory, mierzona nayprościeyſzą ścieſzką (iako ſię mierzyć powinna) będzie K l, K g, ktora lubo ſię wprawdzie dla obydwóch zmnieyſzyła, ále to zmnieyſzenie ieſt równe z obydwóch ſtron, iako oko ſamo ſądzi z Obrazka, że części l O, g N, ſą ſobie równe, y łatwo z Ziemiomierſkich prawideł pokazać to można. Zaczym y części pozoſtałe g K, l K wyrażaiące chyżość obydwóch brył, ſą równe.

A prze-

A przeto y ſiły obydwóch bydź muſzą równe. Pod iakimkolwiek tedy nakłonieniem do drąga będzie mocowanie ſił, ieżeli to nakłonienie ieſt równe w obydwóch, y bryły równe; zawſze ſię będą wzaiemnie utrzymywać.

Z tego wſzyſtkiego miarkować można, iako w używaniu drąga wiele nam zawiſło na tym, áby wiedzieć, czyli ieſt, y iakie nakłonienie ſił, áby ſiłę wzruſzaiącą według potrzeby zmocnić, á ſiłę odpór czyniącą oſłabić. Wiele mamy ſprzętów w używaniu codziennym, ktore przez rękoieść wzruſzamy; á ta nic innego nie ieſt, tylko koniec drąga. Jakimkolwiek będzie kſztałtem zrobiona y nakłoniona czyli w iednę ſtronę zakrzywiona na kſztałt łuku (*iako w Obraz: 45.*) czyli w przeciwne ſtrony (*iako w Obraz: 46.*) zawſze będzie wyrażała drąg proſty, ktorego długość z ſtrony ſiły wzruſzaiącey, nie ieſt całe zakrzywienie rękoieści, ale tylko kreſa proſta *A B* od *B* gdzie ſię ręka przykłada aż do *A* podpory, to ieſt: do tego mieyſca, ktore ſię wkłada w iaki walec. W obraniu takowych rękoieści, ſiła nie zawſze ieſt iednakowo nakłoniona do drąga *AB*, co lubo w małym narzędziu, w zwyciężaniu małego odporu pod uwagę podpadać nie powinno, iednak w wielkich ſilniach (*machina*) gdy wielkie rękoieści obracać trzeba, y znaczny odpór zwyciężać, każdy ſię poſtrzeże, że nie równą łatwość czuie w całym obrocie, co nie zkąd indąd pochodzi, tylko że ſiła wzruſzaiąca nie zawſze

trwa w iednakowym nakłonieniu do drąga. Jeżeli bowiem rękoieść *A B* (*w Obraz: 47*) popychana iest y ciągniona na przemiany w koło pręta *C B* złączonego z nią, iawna iest z trzeciego doświadczenia, że pręt ma naywiększą moc w ten czas na pchanie lub ciągnienie rękoieści, kiedy prościuteńko na nię pada, to iest kiedy *C B* iest prostopadła na *A B* (*perpendicularis*) co tylko dwa razy w całym obrocie iednym się trafić może, raz w mieycu *B*, drugi raz w mieyscu *i*. W innych zaś mieyscach naprzykład *b* lub, *e*, siła wzruszaiąca wyrazona przez pręt, nie prosto ale z ukosa pchaiąc, y będąc znacznie nakłoniona do rękoieści, iuż nie ma takiey mocy, iako się to pokazuie z trzeciego doświadczenia. Więc y ręka ludzka obracaiąca rękoieść, na dwóch tylko mieyscach w całym obrocie zupełney mocy swoiey zażywać może, w innych zaś tym bardziey słabieie, y tym większe czuie utrudzenie, im bardziey z ukosa pcha lub ciągnie rękoieść. Y dla tegoć, kiedy się widzi bydź człowiek w takim położeniu niewygodnym, na ten czas pchaiąc rękoieść, pomyka ku niey ciało swoie, aby nie tylko siłą ręki, ale y całym ciężarem ciała swego ciągnął; przez co dodaiąc ciężaru sile, nadgradza w niey to umnieyszenie mocy, ktore z nieskładnego iey kierowania pochodzi.

To samo iednak pomykanie y cofanie całego ciała nie może być (osobliwie w długiey robocie) bez wielkiego utrudzenia, ktorego żeby

by umnieyszyć ile można, daią się w silniach wielkich dwie rękoieści tak ułożone, iako widać *w Obrazku 48.* żeby długość iedney *E F* była naprzeciwko drugiey *G H*, aby zawsze tym sposobem z dwóch ludzi obracaiących, kiedy ieden z ukosa y niewygodnie pcha lub ciągnie, drugi prosto y wygodnie ciągnął, kiedy iednemu mocy ubywa, aby drugiemu przybywało. Lecz uważa Nollet, że y tym sposobem nie wiele się pomaga obiema ludziom, gdyż rozdzieliwszy cały obrot rękoieści w koło na 4 równe części, sam *Obrazek 47* pokazuie, że człowiek podnoszący rękoieść z mieysca *l* do *m*, albo pchaiący z mieysca *b* do *n*, ma daleko więcey mocy, niżeli gdy popycha z mieysca *m* do *b*, albo gdy ciągnie z mieysca *n* do *i*, gdyż w pierwszych dwóch położeniach, nie tak z ukosa robi iak w drugich. Te zaś dwa mieysca w ktorych wygodnie robi, są na przeciwko siebie, iako y te w ktorych nie tak wygodnie robi. Więc gdy dwie rękoieści będą na przeciwko siebie z przeciwnych stron ułożone tak iak *w Obraz: 48.* ludzie ktorzy ie obracaią, obydway razem muszą wygodnie robić, y obydway razem niewygodnie, obydway razem czuią trudność, y obydway znowu czuią łatwość. Zaczym ieden przemożeniem sił swoich, osłabienia sił drugiego nie nadgradza.

Żeby tedy nadgrodził, radzi tenże Nollet, aby rękoieści były nie na przeciwko siebie wprost, ale raczey na krzyż, żeby iedna na iednym końcu równo na krzyż przypadała do drugiey na

dru-

drugim końcu osadzoney, zgoła żeby rękoieść *G H* nie była równoległa (*paralella*) z rękoieścią *E F*, iako iest *w Obrazku 48*; ale raczey żeby do niey była prostopadła (*perpendicularis*) w takim bowiem ułożeniu, gdy ręka iednego człowieka przechodzić będzie z rękoieścią łatwieyszą drógę *l m* (*w obraz: 47*) ręka drugiego człowieka przechodzić będzie trudnieyszą *m b*, y tak na przemiany kiedy iedna siła będzie słabieć, druga będzie mocnieyszą, kiedy iedna trudności, druga łatwości doznawać będzie.

Takie na krzyż ułożenie rękoieści, nie tylko służy do ułatwienia roboty, ale y w wielu innych okolicznościach, kiedy naprzykład na podnieśienie ciężaru do góry zażywamy siły, ktora nie może inaczey ciągnąć tylko poziemnie (*horizontaliter*) iako konie, woły; albo kiedy przez różne nie proste drogi chcemy co poruszyć, w ten czas zamiast prostego drąga, zażywamy takiego iak widać *w Obraz. 49*. gdzie dwa końce drąga *K L*, *K I*, na krzyż się składaią w mieyscu podpory *K*. Używanie takiego drąga naywiększe iest w wodociągach, w ciągnieniu dzwonków zawieszonych po pokoiach, w zegarach &c. Cośmy mówili o drągach prostych, toż samo służy y tym, ieżeli bowiem za pociągnieniem sznurka *I N*, gdy część drąga *K L* przypadnie na *K l*, siła wzruszaiąca odstąpi od prostey drogi *N I*, y przypadnie na *n i* z ukosa do drąga *K i*, tyleż także ustąpi y siła odpór czyniąca *M L*, y przypadnie na *m l*, z ukosa także do

do drąga *K l*, y ieżeli się ta cokolwiek umnieyszy, y tamta się tylez umnieyszy, á za tym, według Doświadczenia 4, będą w iednakowym stanie względem siebie, iak były przedtym, gdy prosto obydwie władnęły drągiem.

Do tych czas uważaliśmy samey siły przyłożenie do drąga, iaki skutek sprawia, kiedy iest proste, lub kiedy z ukosa; lecz nie mnieyszey uwagi wyciąga y przyłożenie samego odporu, to iest ciężaru, ktory poruszyć lub podnieść chcemy. Wielorakim bowiem sposobem ciężar być może przyłożony do drąga, y za każdą odmianą odmienia się odpór, albo go przybywa, albo go ubywa, choć ciężar iego, y drąg, y siła wzruszaiąca będą te same, co przed tym, iako nam doświadczenia następuiące pokazuią.

Doświadczenie V.

NAypierwey może koniec drąga tak bydź wbity w środek ciężaru, że przechodzi przez zbiór ciężkości iego, á tym samym zbiór ciężkości odporu znayduie się w samym drągu iako widzieć z *Obrazka 1. Tabl. 2.* gdzie drąg *B A* przechodzi przez *D* zbiór ciężkości odporu.

Doświadczenie VI.

MOże przy iednym końcu drąga bydź wolno na sznurze zawieszony ciężar iako widać *w Obraz: 34. Tabl: 1.*

Doświadczenie VII.

NA iednym końcu drąga może bydź cały ciężar włożony, żeby zbiór ciężkości iego znaydował się nad drągiem, iako widać *w Obraz: 2. Tabl: 2.* gdzie na koniec drąga *A B* włożony iest ciężar *D*.

Doświadczenie VIII.

CIężar cały może bydź pod koniec drąga przywiązany iako *w Obraz: 3.* y zbiór ciężkości iego *D* znaydować się pod drągiem

Doświadczenie IX.

MOże cząstka tylko iedna ciężaru bydź włożona albo na koniec, albo pod koniec drąga iako widać *w Obraz: 4.* ktore pięć sposobów przyłożenia odporu do drąga, że nie tylko w piérwszym gatunku drąga maią mieysce, ale y w drugim y trzecim, więc co się o pierwszym mówić będzie, toż się y o innych rozumieć ma.

Skutki y przyczyn wyłożenie.

W piérwszym tedy doświadczeniu kiedy *D* zbiór ciężkości odporu znayduie się w samym drągu *A B* (*iako w Obr: 1. Tab: 2.*) czyli koniec drąga *C A* podnieśie się do góry na *C F*, czyli zniży ku ziemi na *C H*, zawsze ta sama siła dostateczna iest na udźwignienie y utrzymanie odporu *D*, w tak roznych położeniach drą-

drąga, ktora wystarczała na utrzymanie go, w położeniu poziemnym drąga na *A B*. Ponieważ na ten czas zbiór ciężkości odporu *D*, á zatym y cały odpór, czyli prosto stoiący, czyli w górę wyniesiony z drągiem, czyli na dół spuszczony, zawsze ma iednakową odległość od podpory *C*, á przeto y iednakową moc, gdyż odległość od podpory, mierzyć się zwykła przez drogę naykrótszą, to iest: przez krésę prostopadłą od podpory na ciężar. Te zaś krésy prostopadłe *C H*, *C A*, *C F* są równe, gdyż są iednym końcem tegóż samego drąga *B A*, w różnych mieyscach osadzonym. Zaczym siła, ktora będąc na B, utrzymała ciężar, utrzyma go także czyli na *N*, czyli na *G*, byleby nie z ukosa ciągnęła, albowiem w tych wszystkich mieyscach ciężar iest tenże sam, y odległość od podpory taż sama, y siła wzrusząiąca taż sama, więc y moc obydwóch sił musi bydź taż sama.

W drugim doświadczeniu kiedy odpór *R* iest zawieszony na sznurze u drąga, iako *w Obr: 34 Tabl. 1.* toż samo się dzieie co y w pierwszym przypadku. Ponieważ kiedy się podniesie ciężar *R* w górę, albo się spuści na dół, lubo odległość się umnieysza ciężaru *R* od podpory, ale się też równo umnieysza, y odległość siły, gdyż części *l O*, *g N*, są sobie równe, iakośmy pokazali w Doświadczeniu 4. Zaczym siły, ktore były przed tym sobie równe, po iednakowym ich umnieyszeniu, muszą zostawać równe.

W trzecim Doświadczeniu kiedy zbiór ciężkości odporu *D*, (*w Obraz: 2. Tabl: 1.*) iest na wierzchu drąga, za podnieśieniem końca *CA* na mieysce *CK* odporu ubywa, á zatym mnieysza śiła go udźwignie niż przed tym, kiedy był drąg w mieyscu *CA*, za zniżeniem go zaś na mieysce *CO*, odporu przybywa, á zatym większey śiły potrzeba na udźwignienie go, niżeli gdy był drąg w mieyscu *CA*.

Przyczyna pierwszego śkutku iest, że gdzie iest mnieysza odległość od podpory przy iednakowym ciężarze, tam iest mnieysza śiła, iako się tyle razy pokazało, gdy tedy drąg znayduie się w mieyscu *CA*, odległość od podpory ciężaru *D*, iest *CG* dłuższa, lecz gdy się drąg przenieśie na mieysce *CK*, odległość od podpory ciężaru *D*, iest *CS* krótsza, albowiem zbiór ciężkości ciężaru *D* wywiera swoię moc ku ziemi przez drogę *DS* prośtopadłą do ziemi, więc bliższą podpory *C* niżeli kréśa *DG*, przez ktorą moc swoię wywierał, gdy był drąg w mieyscu *CA*. Więc ponieważ za podnieśieniem drąga, odległości od podpory ciężarowi *D* ubywa, moc także iego muśi bydź mnieysza w położeniu drąga *CK*, niżeli była w położeniu *CA*.

Drugiego zaś śkutku przyczyna iest, że w położeniu drąga na mieyscu *CO*, droga, przez ktorą moc swoię wywiera odpor ku ziemi, iest *DS*, ktora iest dalsza od podpory niżeli *DG*, przez ktorą moc swoię wywierał w położeniu *CA*, bo *DG* iest oddalona od podpory przez kré-

kréśę *CG* mnieyszą, zaś *DS* iest oddalona przez kréśę *CS* większą. Zaczym y odpor bardziey śię oddala od podpory, więcey nabywa śiły w położeniu drąga na *CO*, niżeli miał w położeniu na mieyscu *CA*.

W czwartym zaś doświadczeniu przeciwnie śię dzieie, bo kiedy zbiór ciężkości odporu D znayduie śię pod drągiem, iako *w Obraz: 3.* w ten czas im bardziey śię drąg podnośi na mieysce C K, tym bardziey odpor rośnie, y większey śiły potrzeba, na udźwignienie go, niżeli gdy był drąg w mieyscu poziemnym *CX*. Im bardziey śię zaś drąg zniża na mieysce *V*, tym bardziey odpor maleie, y mnieyszey śiły potrzeba na utrzymanie go. Gdy bowiem drąg śtoi prośto poziemnie w mieyscu *X*, zbiór ciężkości odporu *D*, wywiera moc y uśiłowanie swoie ku ziemi przez drogę *ID*, zaczym odległość iego na ten czas od podpory y chyżość iest *CI*. Kiedy zaś drąg podnieśiony będzie na mieysce *CK*, w ten czas odpór *D*, wywiera moc swoię prośto ku ziemi drogą *DS*, więc w tym położeniu odległość iego od podpory iest *CS* większa niżeli *CI*, zaczym w tym położeniu drąga, odpór *D* ma większą moc niżeli miał w położeniu drąga na mieyscu *CX*. Przeciwnym zaś śpośobem, za zniżeniem drąga na mieysce *CV*, odpór moc swoię wywiera drogą *oD*, więc odległość iego od podpory iest *Co* mnieysza niż *CI*, á przeto, w tym położeniu y moc iego bydź muśi mnieysza. Dla czego, ta śiła wzruśzaiąca, ktora wyrównała odporowi *D*, y utrzy-

mywała go w równości wagi, kiedy drąg był w położeniu *CX*, iuż mu nie wyrówna w położeniu *C K*, á przewyższy go w położeniu *C V*.

Na koniec, kiedy cząstka tylko iedna ciężaru *D* włożona iest na wierzch drąga iako *w Obr: 4*. Tenże sam skutek wydaie y dla tychże przyczyn, iako w Doświadczeniu siodmym. Kiedy zaś cząstka ciężaru *D* włożona iest na spód drąga, iako w tymże *Obrazku*, w ten czas równy skutek wydaie, y dla tychże samych przyczyn, iako widzieć w Doświadczeniu ośmym.

Zostaie nam ieszcze uważać samę podporę drąga, y iakie ostrożności około niey bydź powinny. Dwoiaka tu zachodzi uwaga, nayprzod z czego ma bydź zrobiona? á potym iakim kształtem ma bydź zrobiona? Co do pierwszego, podporą bydź może, czyli żelazo, czyli kamień, czyli drewno, czyli sznur lub łańcuch na ktorymby drąg wisiał, byleby tak mocne były te wszystkie rzeczy, żeby ciężar z drągiem bez swego szwanku utrzymały.

Co zaś do kształtu podpory należy, ten wiele pomaga albo do ułatwienia, albo do zatrudnienia roboty sile wzruszaiącey. Naylepszy kształt podpory iest spiczasty, lub kończasty w tym mieyscu w ktorym drąg polega, iakokolwiek bowiem się drąg podniesie, zawsze iednakowa będzie odległość od podpory; tak siły, iako y odporu, co łatwo z *Obraz: 1. Tab. 2.* widzieć można. Gdy zaś kształt podpory iest okrągły, lub wałkowaty, lub graniasty, ta odległość się odmie-

odmienia, á tym samym y chyżość y siła się odmienia. Jeżeli bowiem drąg *C E* (*w Obraz 5.*) prosto poziemnie iest włożony na okrągu lub wałku iakim, podpora iego będzie na *F*, y odległości od podpory tak siły iako y odporu będą *FC*, *FE*. Jak prędko zaś siła *C* podniesie cokolwiek ciężar do góry na *I*, iuż żaraz podpora przypadnie na *H*. Zaczym odległość od podpory *C*, będzie *C H*, mnieysza niżeli przeszła *C F*, odporu zaś odległość będzie *H I*, większa niżeli przeszła *F E*, więc na takiey podporze zawsze za wzruszeniem drąga siły musi ubywać, á odporu przybywać. Taż sama y ieszcze większa niewygoda iest z podpory płasko-graniastey iako widać z *Obrazka 6.* Starać się więc należy, aby ile można, podpora w tym mieyscu gdzie się dotyka drąga, iak naywęższa była, gdyż przez to nie tylko się utrzymuie w równości siła, iakośmy pokazali, ale też im na mnieyszym mieyscu wspiéra się drąg, tym mnieysze tarcie iest cząstek, ktoreby bieg wolny drąga opóźniało.

Lubo zaś podpora powinna bydź iak naygruntownieysza y przyzwoita do ciężaru, iednakże nie zawsze iest stałą y niewzruszoną, częstokroć urząd iey sprawuią rzeczy giętkie, kruche, á czasem y rzeczy żyiące, ktore też maią moc określoną. Balka naprzykład spoczywaiąca na dwóch ścianach budynku, y swoim y tym ktory na sobie piastuie ciężarem przełamałaby ściany, gdyby nie były dość gruntowne, y bydlę-

ta

ta upadaią pod ciężarem, kiedy ten przewyższa ich siły. Wielce tedy potrzebna rzecz iest w używaniu drąga wiedzieć, iak wiele obciążona iest podpora lub cokolwiek sprawuie iey urząd, żeby ią zdolną uczynić do tego, co ma dźwigać. A ponieważ pokazaliśmy wyżey, że tak siła iako y odpòr mogą lub prosto, lub z ukosa władnąc drągiem, zostaie nam poznać, iaką drogą mocowanie się dzieie na podporze, gdy te dwie siły prosto: iaką drogą, gdy z ukosa ciągną.

Pokazaliśmy także, że sprawa iakieykolwiek siły drągiem władnącey, czyli to wzruszaiącey, czyli odpór czyniącey, z dwòch rzeczy się składa. Naypierwey z bryły iey, to iest: z ciężaru, albo z tego wszystkiego, cokolwiek może poyść w porównanie z ciężarem, iako to: mocowanie sprężyny, siła zwierzęca lub inna. Powtòre składa się z chyżości czyli z odległości od podpory, ktora iak ma bydź brana y umiarkowana, poznać z Doświadczenia 3. (*w Obraz. 44. Tabl.* 1.)

Mocowanie pochodzące od samey bryły iest zawsze iednostayne y nieodmienne, nie może go przybywać ani ubywać. Jeden funt bryły naprzykład, choćby był przyłożony do drąga nayprościey to iest: w naywygodnieyszym mieyscu, nie może więcey utrzymać, iak funt odporu przystosowany do drąga w równie wygodnym położeniu; lecz mocowanie pochodzące z odległości od podpory, może bydź prawie nieskończonym sposobem powiększane, tak dalece, że gdyby ieden koniec drąga był 1000 razy

zy dłuższy niż drugi, tedyby funt ieden bryły zawieszony u niego, wyrównać mógł 1000 funtòm zawieszonym u drugiego.

Jako tedy równość wagi y utrzymanie się wzaiemne ciężarów na drągu nie iednakowo się czyni, gdyż może pochodzić albo od równości brył, albo od nierównośei oddalenia od podpory; tak w tych dwòch okolicznościach podpora nie iednakowo iest obciążona, y nie iednakową drogą mocowanie się na niey dzieie.

Jeżeli bowiem równość wagi między siłami pochodzi z równości brył? w ten czas albo siły równoległemi sobie drogami (*paralellè*) y prosto moc swoię przeciw sobie wywieraią? albo z nakłonieniem do drąga y z ukosa? *W pierwszym przypadku* podpora obciążona iest obiema całemi ciężarami razem zebranemi, y mocowanie iey czyni się także drogą równoległą iak mocowanie sił. *W drugim przypadku*: podpora część tylko iednę ciężarów czyli brył obydwòch dźwiga, tym mnieyszą, im większe iest nakłonienie sił do drąga; y mocowanie iey zchodzi się w iednym mieyscu z mocowaniem obydwòch sił.

Jeżeli zaś równość wagi między siłami, pochodzi z nierówności oddalenia ich od podpory? w ten czas podpora nie może bydź więcey obciążona iako ciężarem wspòlnym dwóch brył sobie przeciwnych. Naprzykład ieżeli funt ieden bryły będąc zawieszony u końca drąga 20 razy dłuższego, utrzymuie 20 funtòw zawieszonych

nych u końca drugiego, w ten czas podpora nie dźwiga więcey iako 21 funtów ciężaru, lubo siły obydwie razem wzięte wynoszą na 40, y mocowanie podpory czyni się taką drogą iako wyżey, to iest: równolegle, ieżeli siły idą równolegle; albo tam gdzie się schodzą siły, ieżeli są nakłonione. Wszystko to oczywiście się pozna przez doświadczenia następuiące.

Doświadczenie X.

NA podporze mosiężney (*w Obraz: 7. Tabl 2.*) osadzone są po bokach prosto do góry dwa pręty mosiężne maiące u góry dwa krążki *A,B*, wielce ruchome, na których zawiesza się prosto poziemnie sznurkami drąg *D E* na równe części podzielony, ktorego utrzymuią w tym położeniu ciężarki dwa *pp* wiszące od sznurków przez krążki przechodzących. Zawieśmy teraz w mieyscu *C* 4 funty, á przy końcach sznurków na *P* y na *R* po dwa funty.

Skutek.

Ciężar zawieszony na *C*, trzyma w równości wagi obydwa ciężary *P, R*. Jeżeli zaś odeymiemy dwa małe ciężarki *pp*, ciężar *C* idzie na dół przez drogę *C I*; ieżeli im co przydamy, idzie do góry przez drogę *CF*.

Wyłożenie Przyczyn.

W tym doświadczeniu y w innych następuiących

cych ciężar *P* wyraża siłę wzruszaiącą, ciężar *R* wyraża odpór, zaś ciężar *C* wyrażać może obciążenie podpory y moc w niey utrzymuiącą obydwie siły, w ten czas kiedy iest równość wagi między bryłami *P, R*, gdyby bowiem na *C* nie było tego ciężaru, drąg po iągnionyby był do góry od sił *P, R*. Widziemy tedy, że kiedy każda z brył *P, R* dwa funty waży, y naywygodniey ciągnie, iako w tym Obrazku, trzeba na *C* 4 funtów, to iest: trzeba ciężaru równego obiema bryłom P, R, żeby *C* mogło udźwignąć y utrzymać obydwie. A ponieważ mocowanie obydwóch sił *P, R* czyni się drogami równoległemi sobie *E F, DG*, podobnąż także drogą ciągniona iest od nich podpora, gdyż siły P R równo muszą uciskać y ciągnąć podporę. A przeto mocowanie podpory czyni się drogą rownoległą obiema *EF* y *DG*; gdyż, iakośmy widzieli, kiedy podpora przemoże: idzie na dół przez *C I*; kiedy słabieie: idzie do góry przez *C F*, więc oczywiście się z tego doświadczenia pokazuie to, cośmy naypierwey założyli, że ieżeli równość wagi pochodzi między siłami z równości brył, ktore równoległemi do siebie drógami moc swoię przeciwko sobie wywieraią, w ten czas podpora obciążona iest tyle, ile ważą obydwie bryły, y mocowanie iey czyni się także drogą równoległą iako mocowanie sił.

Doświadczenie XI.

NA podobnych krążkach, ktore nam służyły w

doświadczeniu przeszłym, zawieśmy drąg krótszy *I K* z ciężarami temi samemi, co przedtym na P y na R, (*w Obraz. 8.*) á w mieyscu *C* zawieśmy 3 funty.

Skutek

JAkokolwiek drogi obydwòch sił *K N*, *I Q* będą nakłonione, do utrzymania równości wagi na *C*, mnieyszego ciężaru trzeba niż 4 funty. Jednakże chociaż nigdy nie dopełni czterech funtòw, powiększać go trzeba tym bardziey, im mnieysze iest nakłonienie sił; tak dalece że więcey ciężaru trzeba w mieyscu *C*, gdy siły będą tak tylko nakłonione iako *N O*, *Q S*, niżeli gdy będą bardziey iako *Q M*, *N M*. Y kiedy ciężar *C* albo idzie na dół, albo idzie do góry, zawsze dąży drogą *C M*, do ktorey się także zchodzą kierowania sił.

Wyłożenie przyczyn.

PONieważ siły P, R, władnące drągiem z ukosa słabieią, iako się wyżey pokazało w doświadczeniu 3, idzie ztąd, że w takim położeniu nigdy tak bardzo nie uciążałą podpory, iako gdy władną drągiem prosto. Widzieliśmy zaś w przeszłym Doświadczeniu, że siły prosto władnąc, y w naywygodnieyszym dla siebie położeniu, obciążałą podporę *C* zbiorem swoich dwóch brył, to iest: czterema funtami, więc kiedy ciągną z ukosa, nie muszą nigdy obciążać czterema funtami, iako y doświadczenie pokazuie,

żuie, że gdy P y R razem ważą 4 funty, zawieszone 3 funty na *C* utrzymać ie mogą. Lecz że siły tym bardziey słabieią, im bardziey z ukosa władną drągiem, więc kiedy ciągną drogami *N M*, *Q M*, są słabsze, á przeto nie tak obciążaią podpory *C*, iak kiedy ciągną drogami mniey nakłonionemi *N O*, *Q S*; mniey tedy mocy trzeba w podporze *C*, na utrzymanie ich ciągnących drogami *N M*, *Q M*, niżeli na utrzymanie ciągnących drògami *N O*, *Q S*. Jeżeli więc w położeniu sił na *N M*, *Q M*, utrzymywały ich trzy funty na *C* zawieszone, gdy będą w położeniu *N O*, *Q S*, trzeba więcey niż trzech funtòw na *C*. Nadto, mocowanie podpory idzie na *M*, bo się także w tym mieyscu zchodzą mocowania obydwòch sił nakłonionych, y z tamtąd niby podporę ciągnie każda z osobna. Zaczym gdziekolwiek się tylko zchodzić mogą, według różnego nakłonienia, tam także zawsze dążyć musi y podpora. Widziemy tedy ztąd, iak wielki ciężar podpora dźwiga, iak mocna dla utrzymania iego bydź powinna, y ktorędy siłę swoię wywiera, gdy równość wagi pochodzi z równości brył, władnących drągiem czyli prosto czyli z ukosa. Teraz gdy równość wagi pochodzi z nierównego sił oddalenia od podpory, doświadczenia następuiące obiaśnią wyżey założone prawdy.

Doświadczenie XII.

OD podpory *A B* (*w Obraz. 9.*) idą w górę

dwa słupki mosiężne w szparach *A, B* osadzone, żeby według potrzeby mogły się razem przymykać y odmykać od siebie za obracaniem śrzuby poboczney *L*, ktora spodem obydwa słupki w sobie piastuie. Na nich u góry osadzone są krążki *C,C* ruchome w koło, od ktorych wiszą sznurki z ciężarkami *d d* na utrzymanie w równości wagi pręta stalowego *EE* rozdzielonego na równe części w całey swoiey długości. *Na* nim kładzie się drugi pręt dłuższy *FG*, także podzielony na równe części. Osadziwszy tedy *F G* trzecią częścią długości iego na mieyscu *H*, to iest: w śrzodku pręta *E E*, naypierwey go do równości wagi przyprowadzam przez przydanie ciężaru iakiego na *F* y na *dd;* to zrobiwszy, zawieszam na *F* 6 funtów, na *G* dwa funty, á przy każdym *d*, zawieszam 4 funty.

Skutek.

Widzę wszędzie równość wagi, naypierwey między dwoma bryłami nie równemi, ktore są zawieszone na *F* y na *G*; potym między tym drągiem *F G* tak obciążonym, y między dwoma ciężarami *dd* po 4 funty ważącemi, ktore wyrażaią mocowanie podpory na *H*, gdyż ią utrzymuią. Y za podnieśieniem ciężarów *dd*, cała podpora idzie drogą *HK* na dół.

Wyłożenie przyczyn.

Kiedy pręt *F G* z swemi ciężarami przyciska w mieyscu H, pręt spodni *E E*, ktory tu iest podporą; ciężary dwa *dd* wyrażaią obciążenie całe podpory, ponieważ z tym całym obciążeniem, to iest: z prętem *F G*, y z ciężarami zawieszonemi przy *F* y przy *G* są w równości wagi. To założywszy, naypierwey widziemy, że w tym Doświadczeniu równość wagi między ciężarami *F* y *G* pochodzi z nierównego oddalenia od podpory, gdyż dwa funty na *G* będąc trzy razy dalsze od podpory, niżeli ciężar *F*, mogą wyrównać trzy razy większemu ciężarowi, to iest: sześciom funtów na F, maiąc w tym razie iednakową z nim siłę, iako się tyle razy pokazało. Lubo zaś siła dwóch-funtowa zawieszona na *G*, przez samę większą długość drąga tak się przymnaża, że wyrownywa sześciom funtom; iednakże to przymnożenie iey nie obciąża bardziey podpory, gdyż widziemy że podpora nie dźwiga 12, czyli obydwoch sił *F* y *G* razem zebranych; ale tylko dzwiga 8 funtow, to iest zbior samych tylko brył w iakimkolwiek bądź nierownym oddaleniu od niey osadzonych; co nam pokazuią ciężary *dd* ważące razem 8 funtow, ktore wyrażaią obciążenie podpory y iemu są rowne, iakośmy wyżey powiedzieli. Gdy zaś podnoszę ciężarow *dd*, natychmiast podpora *H* idzie na doł drogą *HK* rownoległą z drogami *G2*, *F6*, przez ktore dwie siły przeciwne moc swoię wywieraią, to pochodzi ztąd: że siły rowne iednakowo muszą podporę przyciskać y ciągnąć, y pro-

y prosto dążące przez drogi *G2*, *F6*, prosto także ią ciągną przez drogę z temi dwoma rownoległą. Zaczym *HK* wyraża całe mocowanie podpory *H*.

Doświadczenie XIII.

ODdaliwszy od siebie wzaiemnie dwa słupki (*w Obraz: 10.*) przez obrot śrzuby L, tak daleko, żeby sznurki z ciężarami z ukosa szły, ako idą *w tym Obraz*:ku *Ce*,*Ce*,Pomknąć trzeba pręta *F G*, z temiż ciężarami, ktore miał przedtym, blizey ku iedney stronie, żeby *H* nie w środku pręta spodniego *ee* przypadało, zawiesić potym na *L* y na *M* ciężary takie, żeby wszystko się utrzymało w rownosci wagi.

Skutek.

GDy będzie rowność wagi, ciężar *L* będzie miał 8 funtow, á ciężar *M* 4, co uczyni wszystkiego 12. Za umnieyszeniem zaś, lub za podniesieniem tych ciężarow, podpora *H* idzie na dół przez drogę *H I*, co łatwo można postrzegać spuściwszy od *H* nitkę z ciężarkiem iakim innym ku ziemi; y uważaiąc, że prosto drogą tey nitki podpora *H* idzie. Toż samo się dzieie, gdy zamiast pręta *F G* z swemi ciężarami, zawieszę w mieyscu *H* 8 funtow ciężaru.

Wyłożenie przyczyn.

JAko w przeszłym Doświadczeniu, tak y w teraznieyszym na pręcie *F G*, dwa funty są w ro-

wnosci wagi z sześcią funtami, bo trzy razy bardziey są oddalone od podpory *H*, niżeli ciężar *F* sześć funtow. Tu oprocz tego, na pręcie spodnim *ee*, 4 funty *M*, są w rownosci wagi z ośmią funtami *L*, dla teyże samey przyczyny, że *M* iest dwa razy bardziey oddalone od *H*, niżeli *L*. Podpora iednak *H* więcey nie dźwiga tylko zbiór brył *F* y *G*, to iest: 8 funtow, co iawnie widać ztąd; że po odięciu pręta *F G* z swemi ciężarami, y zawieszeniu w mieyscu *H* ciężaru 8 funtow, tak będzie rownosć wagi iako y przedtym. Nic tedy więcey nie obciąża podpory iak 8 funtow brył, w iakimkolwiek sił do drąga nakłonieniu. Ponieważ zaś siły równe *L M* ciągną podporę z ukosa przez drogi *Ce Ce*, ktore pociągnione zchodzą się w mieyscu *I*, więc to na iedno wynieśie, iak gdyby ciągnęły równą mocą obydwie do mieysca *I*, á przeto podpora *H*, gdy przeważy, do tegoż mieysca *I* dążyć musi.

Z tych wszystkich Doświadczeń iawna iest, że maiąc wiadome sobie obydwie siły, y nakłonienie ich względem drąga, możemy zawsze dochodzić, iak wielkie mocowanie czynić się ma na podporze, lub na tym wszystkim, cokolwiek iey urząd sprawuie. Wiadomość wielce potrzebna do wykonania każdego w tey mierze przedsięwzięcia, áby przez nię obmyślić podporę zdolną, zabieżeć niebiespiecznym przypadkom za upadaniem podpory, żeby tam ludzi lub bydląt nie stawiać, gdzie podpora ma dążyć; y umieć

zażywać mnieyszych sił w zgodnym nakierowaniu y położeniu względem drąga, ktoreby w innym położeniu niedostateczne były. Widzieliśmy bowiem, że kiedy pręt *F G* z ciężarami swemi przypadał w pośrzodku pręta spodniego *EE*, iako w przeszłym Doświadczeniu, w ten czas dość było dla utrzymania go, po 4 funty na *dd;* w teraznieyszym zaś Doświadczeniu że przypada bliżey ciężaru *L*, iuż trzeba na *L* 8 funtów.

Cośmy tu zaś w tych Doświadczeniach nazywali podporą, uważaiąc mocowanie iey w pierwszym gatunku drąga, to w drugim gatunku będzie odporem, czyli siłą odpór czyniącą, á w trzecim: będzie siłą wzrusząiącą. Więc cokolwiek mówiliśmy o podporze względem pierwszego gatunku drąga, na iaki ciężar wynosi? iakie mocowanie ponosi? iak się kieruie? toż samo powinno się rozumieć albo o odporze w drugim gatunku drąga, albo o sile wzrusząiącey w trzecim. Ile razy te dwie siły ciężar iaki dzwigaią na drągu, naprzykład dway ludzie maiąc drąg oparty na ramionach swoich, iedno ramie względem drugiego iest podporą, y wystawia nam drąg drugiego gatunku, gdzie odpór lub ciężar znayduie się między podporą y siłą. Jeżeli więc w samym pośrzodku drąga zawieszę naprzykład 400 funtów, ci dway ludzie będą dostateczni na utrzymanie tego odporu, ieżeli każdy z nich wystarczy dzwigać 200 funtów, iakośmy widzieli w dwunastym Doświadczeniu,

czeniu, że *F,G* ciężary, wynoszące na 8 funtów, zawieszone w pośrzodku *H*, utrzymywane były przez ciężarki *dd*, z ktorych każdy wynosił na 4. Ale gdy ieden z tych ludzi nie może więcey dzwigać nad 100 funtów, choćby drugi mógł dzwigać 300, iednakże słabszy upadać będzie pod ciężarem póty, póki odpór będzie w samym śrzodku, y obydway (przeto, że nie równemi siłami dzwigaią) będą nie sposobni do wykonania przedsięwzięcia, póki nie oddalę ciężaru od słabszego trzy razy daley, niżeli od mocnieyszego; tym bowiem sposobem lubo nie równych obydway sił, staną się zdolnemi na udzwignienie ciężaru, iakośmy widzieli w ostatnim Doświadczeniu, że gdy się pręt *F G* z ciężarami swemi oddalił od *M* ku *L*, w ten czas 4 funty na *M*, wyrównały ośmiu funtom na *L*.

Więc powszechnie mówiąc, ta siła więcey zawsze dzwiga z ciężaru, y większa bydź powinna (czyli to będzie podpora, czyli moc iaka wzrusząiąca) ktora bliżey niego się znayduie: ta zaś mniey ponosi ciężaru, y mnieysza bydź powinna, ktora się daley niego znayduie. Niech bowiem dwie ręce (*w Obraz*: 11.) dzwigaią drągiem ciężar 400 funtów, w tym razie iest drąg drugiego gatunku, y ręka *A* iest względem ręki *B* podporą, więc aby była równość wagi, powinien tak się mieć ciężar *C* do siły *B*, iak iey odległość *A B*, do odległości *A C*; to iest: ieżeli *A C* iest tylko czwartą częścią odległości *A B*, toć y siła *B*, powinna bydź tylko

czwartą częścią ciężaru C na utrzymanie go; to iest: taka, ktoraby udźwignąć mogła w tym położeniu czwartą część ciężaru C, czyli 100 funtów, gdyż ta liczba rozmnożona przez odległość od podpory siły *B*, to iest przez *AB* ⩵ 4, wynidzie na 400 y wyrówna ciężarowi C. Także biorąc rękę *A* za siłę wzrusząiącą, ponieważ względem niey ręka *B* będzie podporą, więc tak się ma ciężar C do siły *A*, iak odległość iey *AB*, do ciężaru odległości BC, ale że BC wynosi na 3 części odległości AB, więc ręka A musi dźwigać trzy części ciężaru C, y musi im bydź równa, to iest musi dźwigać 300 funtów, gdyż ta liczba rozmnożona przez odległość od podpory ręki *A*, to iest przez *BA* ⩵ 4 rowna się całey sile ciężaru C. Siła bowiem ciężaru C względem ręki *A* powiększa się przez odległość iego większą od podpory, niż względem ręki B, względem ktorey siła iego wynosiła tylko na 400, gdyż bryła 400 rozmnożona przez *AC* ⩵ 1 daie 400 siły ciężarowi C. Zaś względem ręki A bryła 400 rozmnożona przez BC ⩵ 3 daie 1200 siły ciężarowi C. Zaczym ręka *A* mogąca udźwignąć 300 funtów, ieżeli ie rozmnożemy przez *AB* ⩵ 4 odległości iey od podpory *B*, będzie miała w tym położeniu siłę 1200, równą ze wszystkim sile ciężaru C.

Co zaś obydwie siły dźwigać mogą przez drąg, naprzykład dway ludzie w iakimkolwiek, czyli w równym, czyli w nie równym od ciężaru oddaleniu, to razem zebrane powinno bydź

równe

równe ciężarowi; y tak, że siła *B* może dźwigać 100 funtów, siła zaś A 300, to razem zebrane wynosi na 400 funtów ciężaru C. A każda siła z osobna wzięta powinna wyrównać tey sile, ktorą ciężar przeciwko niey wywiera; y tak widziemy, że ponieważ ciężar C przeciwko ręce *B* wywiera siłę wynoszącą na 400, ręka także *B* ma siłę wynoszącą na 400, Tenże sam ciężar, ponieważ przeciwko ręce *A* wywiera siłę swoię wynoszącą na 1200, więc y ręka *A* ma siłę wynoszącą na 1200, iakośmy wyżey pokazali. Gdyby zaś był ciężar C w pośrzódku drąga, uważaiąc obydwie siły *AB* iednę za podporę względem drugiey, y postępuiąc sobie tak iak wyżey, poznać można, że ciężar C ⩵ 400 funtów, będąc w równym oddaleniu od obydwoch, wywierałby przeciw obiema równą siłę swoię wynoszącą na 800. Zaś ręka *B* mogąca dźwigać 100 funtów miałaby tylko siłę wynoszącą na 400, á zatym nie wystarczaiącą sile ciężaru; ręka *A* mogąca dźwigać 300 funtów miałaby siłę wynoszącą na 1200, á zatym zbytnią: gdyż iey nie trzeba tylko 800. Tamtaby więc była nad to obciążona, y łamaćby się pod ciężarem musiała, á ta byłaby nie dosyć obciążona, y tym samym stałyby się obydwie nie sposobne. Więc kiedy w pośrzodku ciężar wisi, trzeba takich sił, áby każda z nich mogła udźwignąć połowę ciężaru, bo w ten czas ciężar iednakową siłę przeciwko obiema wywiera.

ra. Kiedy zaś ciężar nie w pośrzodku wisi, ta siła powinna bydź mocnieysza, bo więcey dźwiga z ciężaru, ktora iest bliżśża niego, iakośmy pokazali. Jeżeli więc dway ludzie niosący na drągu w śrzodku ciężar iaki, są równie wysocy y silni, y po równey ziemi chodzą, obydway iednakowo są obciążeni. Jeżeli zaś ciężar nie w śrzodku wisi, choćby byli równie wysocy, silni, y po ziemi równey chodzili, ten iest więcey obciążony, ktory iest bliższy ciężaru. Y tak, w powozie konie, gdy do barków dysżla przyprzężone są na równo długich szlach, równo ciągną, gdy nie na równō długich: ten więcey ciągnie, ktory szlą krótszą ciągnie.

Jeżeli zaś dzwigaiący ludzie na drągu ciężar w śrzodku zawieszony, nie są rownie wysocy, albo choć równie wysocy; ieden iednak idzie dołem, drugi górą, naprzykład niosąc po schodach; w ten czas więcey ten dźwiga, ktory iest niższy, albo niżey stoi. Bo droga kierówna idącą od zbioru ciężaru, prosto do śrzodka ziemi, bliższa iest niższego człowieka, á zatym y ciężar (ktory tą drogą mocowanie swoie czyni) bardziey go obciąża. Więc im niższy będzie człowiek, albo im niżey stoi, tym więcey ciężaru dźwiga.

Nakoniec, ieżeli ciężar nie w śrzodku wisi, bardziey ten człowiek go czuie, ktoremu iest bliższy, ieżeli obydwa ludzie są równie wysocy, y po równey ziemi chodzą. Lecz gdy ieden z nich iest wyżśzy, lub na wyżśzym mieyscu stoi,

stoi, równie obydwa czuią ciężar, ieżeli droga kierowna ciężaru, choć nie w śrzodku wiszącego, dzieli drąg na równe części, ieżeli zaś nie dzieli na równe części? ten więcey dźwiga, z ktorego strony iest mnieysza część.

Zkąd poznać, że dziecko może ciężar wielki na drągu wiszący dźwigać spólnie z człowiekiem rosłym y mocnym, ieżeli się tak zawiesi ciężar, że iego droga kierowna dzielić drąg będzie na nie równe części, áby tym większa część drąga przypadała z strony dziecka, im mnieysza iest iego siła, od siły rosłego y mocnego człowieka.

Y też są skutki, gdy ciężar wolno wisi od drąga między dwoma siłami. Lecz może się trafić, że ciężar będzie przytwierdzony albo w śrzodku, albo nie w śrzodku drąga. Jeżeli nie w śrzodku, toż o nim rozumieć trzeba, co o zawieszonym wolno nie w śrzodku, że tę siłę bardziey obciąża, ktora mu iest bliższa. Jeżeli zaś w śrzodku, to albo zbiór ciężkości iego C znayduie się nad drągiem *(iako w Obraz: 12)* albo pod drągiem *(iako w Obraz: 13.)* W obydwóch tych przypadkach, póki drąg prosto poziemnie stoi, póty każda siła połowę ciężaru dźwiga, iako y w ten czas, gdy ciężar wolno w śrzodku iest zawieszony. Lecz gdy drąg pòydzie z ukosa (iako czasem potrzeba wyciągać może) to, w pierwszym przypadku, ta siła więcey dźwiga, ktora iest na dole; w drugim zaś przypadku ta więcey dźwiga, ktora

iest

ieſt na górze. Albowiem gdy zbiór ciężaru C ieſt nad drągiem (*w obraz: 12.*) ciężar całą moc ſwoię wywiera przez drogę proſtopadłą ku ziemi C E, ktora ieſt bliżſza ſiły B dolney, więc y ſam ciężar mocowaniem ſwoim bliżſzym iey ſię ſtaie, á zatym ſiła *B*, iako bliżſza ciężaru, więcey ieſt od niego obciążona niż ſiła *A*. W drugim zaś przypadku gdy zbiór ciężkości C ieſt pod drągiem (*w Obraz: 13*) droga proſtopadła ku ziemi C E, przez ktorą ciężar moc ſwoię wywiera, ieſt bliżſza ſiły A wyżſzey, więc ią ciężar bardziey obciąża niż ſiłę B.

Względy te wſzyſtkie ſą bardzo potrzebne, czyli w oſadzaniu ſklepienia y balek, czyli w zawieſzaniu dzwonów, czyli w wyſtawianiu wieżyczek, kopuł, na wieżach y budynkach, aby ie iak naydoſkonaley w śrzodku oſadzać, albo, ieżeli ſiły, ktore maią dźwigać ciężar, nie ſą równo mocne, áby w takim wymierze do mocnieſzey przybliżać ciężar, á od ſłabſzey oddalać, w iakim wymierze ſłabſza ſiła ieſt mnieyſza od ciężaru. Co łatwo będzie uczynić z danych wyżey wiadomości; naprzykład ieżeli przywiedzionych wyżey ſił: *B* mogącą dźwigać 100 funtów, *A* mogącą dźwigać 300 funtów, chcę zażyć do dźwigania ciężaru C ⊐ 400 funtów, (*w Obraz: 11.*) Nayprzód wymierzyć mam całą odległość między niemi *AB*, ktora wynoſi na 4 części, bądź cale, bądź łokcie, bądź ſążnie. Potym na poznanie iak wiele ma bydź oddalony ciężar C od ſiły mocnieyſzey A, trzeba rozmnożyć

mnożyć ſłabſzą ſiłę B ⊐ 100, przez odległość ſił AB ⊐ 4, y liczbę wychodzącą z tego rozmnożenia ⊐ 400, rozdzielić przez ciężar C ⊐ 400, y wynidzie mi 1. Zkąd poznam, że ciężar ma bydź tylko oddalony od ſiły *A* mocnieyſzey na iednę część, to ieſt na łokieć czyli cal; á ponieważ cała odległość od ſiebie ſił *A*, *B*, ieſt na 4 takie części, więc ſiła ſłabſza *B*, będzie oddalona od ciężaru *C*, na 3 takież części; y dopiero w takim oddaleniu te dwie ſiły choć nie równe udźwignią ciężar, iako ſię wyżey pokazało.

Także gdy niewiem, iak mocne ſą ſiły naprzykład *A*, *B*, dźwigaiące ciężar *C* ⊐ 400 funtów, á widzę ie w nierównym od ciężaru oddaleniu, łatwo mi poznać, iak wiele ktora dźwigać muſi? á przeto wzmocnić ią w potrzebie, ieżeliby nie wyſtarczała. Doſyć mi bowiem wymierzywſzy tak odległość ich od ſiebie *AB* ⊐ 4 części, iako też odległość iedney od ciężaru naprzykład *BC* ⊐ 3 części, rozmnożyć ciężar *C* ⊐ 400 przez *BC* ⊐ 3 y liczbę z tego rozmnożenia wychodzącą ⊐ 1200, rozdzielić przez *AB* ⊐ 4. Zkąd wynidzie mi 300, y poznam, że ſiła *A* iako bliżſza ciężaru *C*, dźwiga z niego 300 funtów, więc ſiła *B* dalſza muſi dźwigać tylko 100, ponieważ cały ciężar *C*, wynoſi na 400 funtów. Y tak można dochodzić we wſzyſtkich innych przypadkach. (*c*)

(*c*) Przyczyna y dowiedzenie tego wſzyſtkiego ieſt z Ziemiomierſkiego ułożenia y względu, co nazywamy

Na tych wszystkich prawidłach gruntuią się owe ostrożności y sposoby, ktorych nayprościey si ludzie zażywaią, nauczeni samym doświadczeniem ustawicznym, ktore łącząc się z wrodzonym natchnieniem, zastępuie w nich niedostatek uwagi, y głębszego w tey mierze oświecenia. Jeżeli Cieśla niesie na ramionach swoich deskę, zawsze się stara, aby środkiem samym na nich spoczywała; tym bowiem sposobem, dwie równe połowy deski, będąc w iednakim oddaleniu od podpory, same się w równości wagi utrzymuią, że bez ręki iego wisieć mogą, y podpora czyli ramie, dzwiga tylko ciężar obydwóch połowic, iakośmy z wyższych przykładów widzieli. Lecz gdyby ią wsparł na ramieniu nie w połowie, ale w trzeciey części naprzykład, musiałby ią na krótszym końcu rękami utrzymywać, y przyciskać do

Proportio. Ponieważ, iakośmy wyżey powiedzieli, w używaniu drąga, kiedy iest równość wagi, tak się powinna mieć siła do ciężaru, iako odległość ciężaru od podpory, do odległości siły od oneyże, to iest: w przywiedzionym przykładzie ieżeli *A* wezwiemy za podporę, tak się powinna mieć *B* □ 100 do *C* □ 400, iako *CA* □ 1 do *BA* □ 4: albo iako Ziemiomiernicy wyrażaią B: C:: CA. BA: czyli B: C:: CA BA.
100: 400:: 1: 4.
więc ieżeli nie wiadomą mam naprzykład trzecią liczbę, á chcę ią znaleść, iakośmy znaydowali tu naypierwey, pierwszą przez czwartą rozmnożę, y rozdzielę przez drugą, wynidzie mi trzecia □ 1. Jeżeli zaś chcę wiedzieć siłę B, to iest: pierwszą liczbę, ábym doszedł y siły A, iakośmy tu dochodzili wyżey; dosyć mi iest drugą liczbę przez trzecią rozmnożyć, y rozdzielić przez czwartą, á wynidzie mi pierwsza □ 100, tę maiąc, odeymę ią od całego ciężaru 400, co się zostanie, będzie A, to iest: 300.

do ramienia, żeby nie spadła na drugą stronę. A to mocowanie iego na utrzymanie iey, musiałoby bydź tak znaczne, iak znacznegoby trzeba ciężaru na krótszym deski końcu, dla utrzymania go w równości wagi z dłuższym; zaczym ramię nosiciela byłoby obciążone nie tylko ciężarem całym samey deski, ale ieszcze nadto tym mocowaniem, á bez potrzeby.

Także człowiek ciągnący liną do brzegu czółno, albo ciężar iaki, całego siebie zwykł przed się lub wstecz nachylać, aby do siły swoiey przydał y ciężar ciała dla łatwieyszego ciągnienia. Lecz ieżeli nie ma na czym stałym nóg oprzeć, ieżeli mieysce, po ktorym postępuie, nie iest dość gruntowne y utwierdzone czyli z istoty swoiey, czyli z znacznego nakłonienia do góry lub na dół, ieżeli chodzi po równinie ruchomey y umykaiącey się pod nogami, iako to po czółnie nie utwierdzonym przy brzegu, albo po równinie śliskiey, wszystkie te przeszkody, pochodzące z niedostatku zgodney podpory, álbo całe, albo po części tamuią w iego pracy zamierzony skutek. Y dla tegoć na zabieżenie wczesne takim przeszkodom, zwykł się sypać popioł, lub rozrzucać słoma po mieyscach śliskich, zwykły się kuć konie, zwykli ludzie daley od nas ku północney osi mieszkaiący, (*ad polum borealem*) y po lodach prawie cały rok chodzący, podbiiać obuwia kratkami żelaznemi, żeby przez przyciskanie lodu nierowne dołki w nim iakiekolwiek czynili dla mocnieyszego tam nóg wsparcia.

Dla teyże przyczyny po drogach, przez góry wielkie zwykły się czynić nierówności y niby schody, bez których konie idąc pod górę z ciężarem, nie tylkoby były utrudzone samym ciężarem (którego na ten czas ziemia bardzo mało utrzymuie, bo ta w górę idzie, á ciężar na dół zwyczaynie dąży) ále też samym nakłonieniem drogi, ktora im podporę daie bardzo z ukosa idącą, przeto y nogi końskie muszą z ukosa postępować. Jawna zaś iest, że im bardziey od prostey drogi odstępuią, którą zwykły stąpać prosto z góry na dół, tym mniey są utrzymane od ziemi. Kiedy zaś po górze są przerwy y schody porobione, w ten czas tyle się równin prostych nogom wystawia, ile iest schodów, á przeto nogi stąpaiące prosto z góry na dół, lepiey się utrzymaią od równiny, ktora się prosto rozciąga pod nogami.

Że w ludziach rozumnych znayduią się podobne przemysły na ułatwienie pracy, nie tak mi dziwno, ale że y w samych nawet nie rozumnych stworzeniach, to dziwnieysza. Komuż się widzieć nie zdarzyło, że zrzucony naprzykład na ulicę do góry nogami z trzeciego piętra kot, pada prosto na nogi bez naymnieyszey skazy? czymże się prosżę dzieie, że w tak oczywistym niebespieczeństwie zguby, znayduie swoie ocalenie? Oto: przerażony znagła boiaźnią śmierci wszystkim zwierzętom wrodzoną, kurczy w sobie kość w krzyżach, pomyka przed się brzuch, rozciąga głowę y nogi, iakoby chciał wró-

wrócić się y skoczyć na to samo mieysce zkąd upadł, to wzrusżenie w głowie y w nogach, sprawuie większą długość drąga, á zatym y większą siłę, ktora czyni, że zbiór ciężkości ciała iego iuż nie przypada w środku, ále cokolwiek ku głowie. Lecz nie będąc tam na niczym utrzymany, w krótce znowu upada ieszcze niżey niż w środek, (tak właśnie, iako gdy szali poruszę cokolwiek, iey średnia strzałka kołysze się raz na tę, drugi raz na inną stronę) y w tym wzrusżeniu mocnym przewraca nogi, głowę, y brzuch kota na dół do ziemi. Dla czego ten dopadaiąc do ziemi, prosto stawa nà niey bez żadnego szwanku.

Do tych wszystkich wiadomości względem używania drąga, trzeba nam ieszcze przyłączyć iednę naypotrzebnieyszą, że w wykonaniu iakiego dźiéła przez drąg, lepiey zawsze przyczynić cokolwiek siły wzrusżaiącey, nadto, niżeli wyciągaią podane dotychczas o nim ustawy, dla zwyciężenia niektórych odporów y przeszkód, ktore się w stanie przyrodzonym rzeczy znayduiąc, zwykły trudnić wykonanie, y wprawować nie bacznych w błędne rozumienie, iakoby ustawy nie zgadzały się z samą rzeczą. Trzy trudności pospolicie trafiaią się w używaniu drąga; pierwsza pochodząca z iego giętkości, druga z grubości, trzecia z ciężkości.

Co do pierwszey, iako nie masz na świecie ciała doskonale twardego, żeby się pod ciężarem nie gięło y nie paczyło, (według tego,

cośmy mówili w Kśiędze 1. na karcie 209.) tak, teyże odmianie y drąg bądź naymocnieyszy, tym bardziey iest podległy, im dłuższy, y im większe siły go podnoszą do góry, lub przyciskaią na dół. Jeżeli się naymniey zegnie, natychmiast stanie się wypukleyszym w tym mieyscu, gdzie się wspiera na podporze, á przez to się dzieie, że iego dwa końce będąc zakrzywione nie wymierzaią prawdziwey odległości sił od podpory (*iako w Obraz: 22. Tabl:* 1.) gdzie odległość prawdziwą od podpory nie wymierza pręt zakrzywiony *A,C,B,* ale raczey kréśa prosta *a b.* Lecz to zupełniey pokażemy niżey, gdy nam rzecz będzie o szali.

Co do drugiey trudności; ponieważ drąg każdy musi mieć grubość przyzwoitą do ciężarów, przeto nie można zawsze przykładać sił do niego tam, gdzieby bydź powinny, to iest: w samym środku grubości iego: y dla tych to przyczyn, ponieważ albo się odległość ciężaru od podpory przymnaża, albo odległość siły się umnieysza; lepiey iest zawsze dodać cokolwiek mocy sile, áby bydź bardziey ubespieczonym o skutku.

Co do trzeciey trudności: uważaliśmy dotychczas drąg, iak gdyby sam nie miał żadney ciężkości, á iednak zawsze musi mieć znaczną, ktorać wprawdzie pod uwagę podpadać nie powinna w ten czas, gdy drąg z części iednorodnych złożony, środkiem na podporze się wspiéra, gdyż dwie połowy iego będąc równo ciężkie, utrzymuią się same w równości wagi, y ciężkość samego drąga tak iest, iak gdyby iey nie było. Lecz kiedy drąg nie w środku samym, ale w innym mieyscu na podporze się wspiera, iako się trafia nayczęściey we wszystkich gatunkach drąga, w ten czas y iego ciężar powinien się rachować.

A że do umiarkowania sił w każdym drągu cztery rzeczy wchodzą, to iest odpór lub ciężar, siła wzruszaiąca, odległość ciężaru od podpory, y odległość siły; więc kiedy drąg ma bydź w środku samym wsparty na podporze, w ten czas bez żadnego względu na iego własny ciężar, maiąc wiadome sobie kterekolwiek trzy rzeczy z tych czterech, łatwo doydę czwartey przez krótką liczbę z ułożenia Ziemiomierskiego, iakośmy mówili na karcie 145. Gdyż zawsze, kiedy ma bydź równość wagi, tak się powinna mieć siła do ciężaru, iako odległość ciężaru od podpory, do odległości siły. Jeżeli mam naprzykład ciężar = 100 funtów; zawieszam go w odległości od podpory na łokieć 1, chcę także na utrzymanie go przyłożyć się w odległości od podpory na 2 łokcie, szukam iaka siła bydź powinna? znaydę ią łatwo nazywaiąc tę siłę nie wiadomą, *x*, y uczyniwszy wyżey wspomnione ułożenie, będzie *x*: 100 :: 1: 2, więc rozmnożywszy dwie środnie liczby przez siebie, to iest: 100 przez 1 y rozdzieliwszy przez ostatnią = 2, wynidzie mi 50; więc siła *x*, w tym razie będzie wynosić na 50 funtów, albo

bo na taką moc ludzką, lub zwierzęcą, lub innego rodzaiu, ktoraby rownała się uciążaniu pięciudziesiąt funtów. To do utrzymania tylko ciężaru, lecz ieżeli go chcę podnieść, trzeba albo siły ⊐ 50, cokolwiek powiększyć, albo iey odległości od podpory. Także maiąc siłę ⊐ 50, odległość iey od podpory ⊐ 2, odległość ciężaru od podpory ⊐ 1, ieżeli chcę wiedzieć iakibym ciężar mógł tą siłą podnieść? nazywam *x* ciężar sobie nie wiadomy, y piszę 50: *x* :: 1: 2, rozmnożywszy pierwszą liczbę 50 przez ostatnią 2, będę miał 100, ktore rozdzieliwszy przez 1, wynidzie mi x ⊐ 100 funtów.

Także dany mi iest ciężar 100 funtów; siłą wzruszaiąca ⊐ 50 funtów, odległość iey od podpory drąga na 2 łokcie, chcę wiedzieć, iaka ma bydź odległość ciężaru? nazywam x odległość ciężaru od podpory; y czynię ten porządek, 50: 100:: x: 2; rozmnażam pierwszą liczbę ⊐ 50 przez ostatnią ⊐ 2, y wychodzi mi 100; rozdzielam to przez drugą liczbę 100, zkąd wynidzie mi x ⊐ 1 łokieć.

Nakoniec, gdy mi iest dany ciężar ⊐ 100, mam siłę do niego wynoszącą na 50; odległość ciężaru od podpory iest na 1 łokieć, á chciałbym wiedzieć, iaka ma bydź odległość siły od podpory; tę odległość nie wiadomą nazywam x; y piszę, 50: 100:: 1: x; rozmnożywszy naypierwey 100 przez 1, y rozdzieliwszy potym przez 50; będę miał x ⊐ 2 łokcie. Y tak w każdey okoliczności dóyść mogę zawsze z trzech tych

tych rzeczy wiadomych czwartey nie wiadomey.

Kiedy zaś drąg pierwszego gatunku nie w środku samym wspiera się na podporze, (*iako w Obrazku 14.*) ponieważ w tenczas y ciężar iego własny musi wchodzić w rachunek, trzeba naypierwey drąg zważyć, aby wiedzieć iego ciężar: ktòry niech będzie naprzykład 10 funtów. Jeżeli mi tedy iest dany ciężar 200 funtów, ieżeli odległość iego od podpory ma bydź naprzykład na 1 łokieć, odległość siły od podpory na 5 łokci; á chcę wiedzieć iakiey mi siły potrzeba na to? naypierwey szukam z Posiedzenia 10, gdzie iest zbiòr ciężkości drąga, ktory pospolicie będzie w środku na *F*. Ponieważ tedy tam cały ciężar drąga 10 funtòw się zchodzi, więc można sobie w myśli wystawić, iak gdyby na *F* był zawieszony ciężar, równy ciężarowi całego drąga, to iest 10 funtom. Szukam więc tak, iak wyżey, ciężaru, ktoryby zawieszony na O, mógł bydź utrzymany przez 10 funtòw zawieszonych na *F*, czyli przez cały ciężar samego drąga, y nazwawszy ten ciężar nie wiadomy *x*, czynię tak, iak tu wyżey, porządek 10: *x* :: 1, 2, kładę czwartą liczbę 2, gdyż mieysce *F* gdzie są 10 funtòw (ktòre tu wyrażaią siłę) oddalone iest od podpory na 2 części drąga, czyli na 2 łokcie. Więc rozmnożywszy pierwszą liczbę 10, przez ostatnią 2, będę miał 20. Co rozdzieliwszy potym przez trzecią liczbę 1, wynidzie mi *x* ⊐ 20. Zkąd do-

chodzę, że ciężar samego drąga 10 funtów, utrzymać może 20 funtów, z owych 200 funtów mi danych. Zaczym te 20 funtów (iako maiące iuż siłę dla siebie zdolną w samym ciężarze drąga) odeymuię od 200, y zostaie mi się 180 funtów. Dla których ábym znalazł siłę wystarczaiącą, ktora ma wisieć na *a*, to iest na 5 części, czyli łokci od podpory, nazywam ią *x*, y piszę *x*: 180:: 1: 5, rozmnożywszy tedy drugą liczbę ⩵ 180, przez trzecią ⩵ 1, y rozdzieliwszy przez 5, wychodzi mi *x* ⩵ 36. Zkąd poznaię, że rachuiąc y ciężar drąga, trzeba mi zawiesić na *a*, 36 funtów, abym utrzymał 200 zawieszona *O*: gdyż ciężar samego drąga utrzyma z nich 20, zaś 36 na *a* utrzymuią 180, co razem wzięte wynosi na 200. Więc siła 36, razem z ciężarem drąga, utrzyma 200 funtów.

Także, w podobnych gatunkach drąga, maiąc siłę 36, odległość iey od podpory ⩵ 5; odległość ciężaru od podpory ⩵ 1; ieżeli chcę dóyść iakibym ciężar mógł drągiem ciężkim na 10 funtów y tą siłą podnieść? naypierwey szukam, (iak wyżey) wiele dzwigać może sam ciężar drąga? á znalazłszy że 20 funtów udzwignie, szukam znowu wiele dzwigać może siła wynosząca na 36 funtów? y piszę 36: *x*:: 1: 5, rozmnażam 36 przez 5, y mam 180, co rozdzielam przez 1, y wychodzi mi *x* ⩵ 180, do ktorych dodawszy 20 funtów pierwey znalezione, które sam ciężar drąga dzwigać może, wychodzi mi 200 funtów, które siła 36 funtów drągiem

cięż-

ciężkim na 10 funtów dzwigać może.

Maiąc także ciężar 200 funtów, siłę do wzruszenia go 36 funtów, drąg ciężki na 10 funtów, odległość siły od podpory na 5 łokci lub calów, ieżeli chcę wiedzieć iaka ma bydź odległość ciężaru od podpory, naypierwey szukam, tak iak przedtym, ciężaru, którego zawieszonego na *O*, sam drąg utrzymać może, y znalazłszy 20 funtów, odeymuię ie od 200 funtów, y zostaie mi się 180 funtów. Zkąd poznaię, że ponieważ sam drąg będzie dzwigał 20 funtów, więc siła ⩵ 36 funtów, ma tylko dzwigać 180 funtów; żebym tedy znalazł, w iakiey odległości od podpory 180 funtów bydź powinny, mianuię tę odległość *x*, y porządkiem układam 36: 180:: *x*: 5, gdzie rozmnożywszy pierwszą 36, przez ostatnią, 5, będę miał 180, co rozdzieliwszy przez drugą liczbę, to iest: przez 180, wynidzie mi *x* ⩵ 1; zkąd dochodzę, że ciężar 180 czyli cały 200 funtów, powinien bydź oddalony od podpory na 1 łokieć czyli cal.

Nakoniec maiąc drąg ważący 10 funtów, ciężar dany 200 funtów, siłę 36 funtów, odległość ciężaru od podpory na 1 łokieć, ieżeli chcę dociec, iaka ma bydź odległość siły od podpory, na udzwignienie danego ciężaru takim drągiem? Naypierwey znaleść muszę (tymże co przed tym sposobem) iak wiele sam drąg z danego ciężaru dzwigać może, y znalazłszy 20 funtów, á odiąwszy ie od danego ciężaru, zostanie mi się 180; więc chcąc znaleść, iaka

ma bydź odległość siły od podpory? nazywam ią x, y piszę 36: 180:: 1: x. Rozmnażam tedy dwie środnie liczby y mam 180, które rozdzieliwszy przez pierwszą ⩵ 36, wynidzie mi z tego podziału x ⩵ 5. Zkąd poznaię, że odległość siły od podpory powinna bydź na 5 łokci.

Y toć iest, co do pierwszego gatunku drąga, kiedy się nie w środku wspiera nad podporze; gdzie widziemy, że ponieważ siła popychaiąc na dół, moc swoię wywiera, á ciężar drąga na dół też z przyrodzenia dąży; więc sam ciężar drąga pomaga zawsze sile, trzyma się z strony iey, y część odporu za nię dzwiga.

W drugim zaś gatunku drąga nie tak się dzieie, ponieważ oko samo sądzi z *Obrazka* 38. *Tablicy* 1. y z *Obrazka* 15. *Tabl:* 2. że siła w nim podnosząc pracuie, á ciężar odporu, y ciężar samego drąga dąży z przyrodzenia na dół, więc siła musi y drąg y ciężar czyli odpór podnosić razem, zaczym ciężar samego drąga, nie tu nie pomaga sile, iako pomagał w pierwszym gatunku, ale raczey opiera iey się y przyczynia sobą samym ciężaru więcey, do ciężaru *O*; powinien się tu więc drąg rachować z strony odporu, y większey siły tu potrzeba, gdy ciężar na *O* będzie 200 funtów, niżeli w pierwszym drąga gatunku. Dla czego, kiedy chcę znaleść na mieysce *a* siłę zdolną do utrzymania ciężaru *O*, naprzykład 200 funtów; szukam naprzód

przód siły zdolney na utrzymanie ciężaru samego drąga, który wszystek się schodzi w mieyscu *F*, iako się wyżey powiedziało, y który wynosi naprzykład na 10 funtów. Odległość iego od podpory iest w środku drąga, to iest na 3 części: odległość tey siły, którey szukam, y która ma bydź w mieyscu *a*, iest na 6 części. Nazwawszy więc tę siłę x, piszę x: 10:: 3: 6. Rozmnożywszy 10 przez 3, mam 30, rozdzieliwszy ie potym przez 6, będzie x ⩵ 5. Zkąd poznaię że trzeba 5 funtów siły na utrzymanie samego drąga. Teraz szukam siły zdolney na utrzymanie ciężaru 200 funtów, którą nazywam znowu x, á ponieważ ciężar 200 funtów oddalony iest tylko od podpory na 1 część, więc czynię ten porządek: x: 200:: 1: 6, gdzie rozmnożywszy 200 przez 1, y rozdzieliwszy przez 6, wynidzie mi x ⩵ $33\frac{1}{3}$ funtów, do których dodawszy 5 funtów pierwey znalezione, będzie cała siła $38\frac{1}{2}$; większa niżeli gdyśmy zażywali drąga pierwszego gatunku.

Jeżeli mam wiadomą sobie siłę $38\frac{1}{3}$ funtów, także ciężar samego drąga 10 funtów, odległość którą ma mieć siła od podpory 6, y odległość ciężaru 1, á chciałbym wiedzieć iaki ciężar można nią utrzymać? szukam naypier-

wey, iako wyżey, iaką siłą można sam ciężar drąga utrzymać, y znayduię 5 funtów, które odeymuię od siły daney, y zostaie mi się $33\frac{1}{3}$ funtów; do tey dopiero siły szukam ciężaru x; przez to ułożenie $33\frac{1}{3} : x :: 1 : 6$, w którym rozmnażam $33\frac{1}{3}$ przez 6; y rozdzielam przez 1, zkąd wychodzi mi $x = 200$ funtów.

Na poznanie także, iaka ma bydź odległość ciężaru od podpory, maiąc y ciężar, y siłę y inne okoliczności wzwyż mianowane, wiadome sobie; szukam naypierwey siły na utrzymanie samego drąga 10 funtów, y znayduię. tak iak wyżey, 5 funtów, odeymuię ie od siły daney $38\frac{1}{3}$ funtów, y zostaie mi się $33\frac{1}{3}$ dopiero piszę $33\frac{1}{3} : 200 :: x : 6$ Rozmnożywszy więc $33\frac{1}{3}$ przez 6, będę miał 200, á rozdzieliwszy ie przez drugą liczbę $= 200$, wynidzie mi $x = 1$, czyli odległość ciężaru od podpory na iednę część drąga.

Podobnym sposobem y odległość siły od podpory poznać się może, odiąwszy od siły daney 5 funtów, ktore maią pòyść na utrzymanie samego drąga, y uczyniwszy ten porządek $33\frac{1}{3} : 200 :: 1 : x$, gdzie rozmnożyć trzeba 200. przez 1, y rozdzielić przez $33\frac{1}{3}$ á wynidzie z tego podziału $x = 6$, to iest na 6 części czyli łokci odległość siły od podpory drąga. Y tak wszystkich okoliczności potrzebnych z wielką łatwością przez krótki rachunek dokodzić mogę.

Jakeśmy zaś sobie postępowali w drugim gatunku drąga, z ciężarem swoim branego, tak też sobie postępować należy y w trzecim, na wynalezienie wczesne wszystkich okoliczności potrzebnych do używania iego, z tą tylko różnicą, że w *Obraz.* 15 brać trzeba odpór *O* za siłę, á siłę za odpor, ponieważ w tym gatunku siła znayduiąca się między podporą y ciężarem, musi bydź zawsze większa, niż ciężar do dzwigania. Y przeto rzadkie będąc używanie takiego drąga, á z tego co się o drugim gatunku powiedziało, mogąc bydź każdemu dostatecznie wiadome, nie potrzebuie dłuższego z strony naszey określenia.

PO-

POSIEDZENIE XIII

O ſilniach z drąga ſkładanych.

TRudnoby było wyliczyć w ſzczegulności wſzyſtkie dziwne á pomocne dzieła ręki ludzkiey, w ktòrych drąg y własności iego naywiękſze ſprawuią rzemieſło. Doſyć będzie niektóre przytoczyć. Bo nich można ſądzić o innych. Jeżeli drąg ieden ma taką dzielność na zwycięzenie wſzelkiego odporu, iakośmy widzieli w przeſzłym Poſiedzeniu, czegoż ſię dopiero ſpodziewać należy od kilku drągów razem złożonych Doświadczenie nam to naſtępuiące pokaze.

Doświadczenie I.

MAmy na to trzy drągi moſiężne *A,B,C*, wſparty ieden na drugim (iako *w Obraz: 16. Tabl: 2.*) na ſwoim podſtawku *D* oſadzone, y na równych częſci 11 wſzyſtkie podzielone, á wſparte na podporach w mieyſcach *F,F,F.* Naypierwey przyprowadzić ie trzeba do równości wagi, przez zawieſzone ciężary na *G,G,G*, żeby wſzyſtkie drągi proſto poziemnie wiſiały. Zawieſić potym na *P* iaki znaczny ciężar, y na *M* ſiłę, ktoraby go w równość wagi utrzymywała.

Skutek.

JEżeli *M* będzie na 1 funt, utrzyma 1000 funtow wiſzących na *P*; ieżeli na *M* będzie 10

10 funtòw, utrzymaią 10000 funtòw na *P*. Zgoła ſiła *M*, może utrzymać z temi trzema drągami, tyſiąc razy większy ciężar od ſiebie.

Wyłożenie przyczyn.

GDy ſiła *M* popycha lub ciągnie na dół drąg pierwſzy, obrazek pokazuie, że w ten czas drugi koniec iego *G* idzie do góry, y podnoſi ſrzedni drąg wſparty na ſobie, za takim podnoſzeniem drugi koniec iego muſi ſię zniżać, y popychać z ſobą na dół koniec ieden oſtatniego drąga, ten gdy na dòł idzie, drugi koniec muſi iść do gòry, y podnoſić z ſobą ciężar *P*, ile razy ſiła *M* przezwycięża.

Teraz, na zrozumienie iakim ſpoſobem ſiła ſię tu tak znacznie powiękſza, że utrzymać może 1000 razy większy od ſiebie ciężar, uważyć nam należy, że gdyby ſiła *M* ważąca naprzykład 1 funt, iednym tylko pierwſzym drągiem władnęła, pewna ieſt, z wyżey podanych wiadomości, żeby 10 razy większy ciężar od ſiebie dzwigać mogła zawieſzony u drugiego końca tegòż pierwſzego drąga, ponieważ ieſt 10 razy bardziey oddalona od podpory, więc przez tę odległość 10 razy iey ſię powiękſza moc, to ieſt: wynoſi na 10. Przez drugi drąg podobny pierwſzemu dla teyże ſamey przyczyny ta ſama ſiła iuż na 10 wynoſząca, znowu ſię 10 razy powiękſza, y wynoſi iuż na 100. Nakoniec, przez trzeci drąg przydany ta ſiła wynoſząca iuż na 100, znowu podobnież ſię

10 razy powiększa y wynosi na 1000; więc siła na *M* iednego funta wyrównać może ciężarowi na *P* ważącemu 1000 funtów. A za przydaniem do niey naymnieyszego ciężaru, może go podnieść, nie do znaczneyć wprawdzie wysokości, ale do takiey, iakiey częstokroć potrzeba wyciąga, żeby działo zdiąć z swego łoża, żeby poruszyć z ziemi wielką bryłę, słup kamienny, dzwon, kamień duży na grunt budynku, y dopiero albo wałek iaki pod niego wstawić, dla łatwieyszego po ziemi pomykania, albo powrozami go wkoło okręcić dla lepszego zachwycenia. Z tego Doświadczenia miarkować można, coby dopiero było za powiększenie siły, gdyby albo więcey drągów podobnie było ułożonych, albo choć nie więcey, lecz dłuższych z strony siły, aby w dalszey ieszcze odległości bydź mogła od podpory. To pierwsze złożenie drąga.

Drugie zaś pokazuie nam się w codziennym prawie u ludzi zażywaniu szali y wagi. Te dwa narędzia dosyć są znane od wszystkich, nie potrzebuią szczegulnego ich roboty opisania, która z iednego tylko rzucenia okiem na obrazki 17 y 23 *Tabl:* 2 poznać się może. Szala naypierwey (*w Obraz:* 17.) służy do utrzymania w równości wagi dwóch równo ciężkich brył, tak dalece: że wiedząc ciężar iedney, łatwo doydę, iak wiele druga ważyć musi. Każdy widzi, że to iest w samey rzeczy drąg pierwszego gatunku, którego podpora dzieli na dwa rowne koń-

końce, u których wieszaią się ciężary, to iest: siła y odpór, wywieraiące moc swoię albo drogami prostopadłemi od drąga ku ziemi, y równoległemi sobie, gdy drąg czyli pręt *AB* równo poziemnie (*horisontaliter*) wisi; albo drogami iednakowo nakłonionemi do drąga, gdy drąg się nachyla, iak *a b*. Co się więc o takim drągu mówiło, to wszystko oczywiście się na szali pokazuie.

Jeżeli wiarę damy naystarszemu Dzieiopisowi żydowskiemu Jozefowi, wynalezienie szali winniśmy Kaimowi, Synowi Adama, który, iako mówi tenże Pisarz, (*a*) prosty y rzetelny przedtym życia sposób odmienił, wymyślniwszy miary y wagi, przez które starodawną rzetelność, nie wiadomą takowych sztuk, nowym iakimśiś podeyściu y oszukania sposobem skaził. Y wprawdzieć, doświadczenia częste nam to pokazuią, że wiele oszukania dziać się może y dzieie w zażywaniu szali, częścią z niedoskonałości iey roboty, częścią z złego sumnienia niektórych kupców. Jeżeli więc niedoskonałości w robocie zabieżemy, złe sumnienie choćby chciało oszukać, nie może.

Dobroć więc y sprawiedliwość szali zawisła na tych trzech istotnych przymiotach. *Naypierwey*: żeby pręt *AB* był bardzo ruchomy, żeby za naymnieyszym przewyższeniem iedne-

(*a*) Simplicem' hactenus vivendi rationem excogitatis mensuris & ponderibus immutavit, pristinamque sinceritatem & generositatem ignaram talium artium, in novam quandam versutiam depravavit. *Antiqu. Judæ: L. 1. C. 2.*

go ciężaru nad drugi zaraz nakłaniał się na stronę cięższą, y przez to nakłonienie, naynikczemnieyszą ciężarów różnicę pokazał; ábyśmy spoczynek iego mieli za naypewnieyszy dowód równości ciężarów z obydwóch stron. *Powtóre:* áby dwa końce drąga *EA*, *EB*, były cale iednakowey długości, naymnieysza bowiem w niey różnica czyni, że dwa ciężary równe zawieszone u końców, nie będąc w równey odległości od podpory, nie równo ważą. *Potrzecie:* żeby obydwa końce były iak nayprościeysze, nie nakłonione bynaymniey do siebie, bo inaczey ciężkoby było sądzić, ieżeli mocowania czyli drógi obydwóch sił, są równo lub nie równo nakłonione do drąga? zkąd także pochodzi równość albo nie równość sił, lubo co do ciężaru równych, iako się pokazało w przeszłym Posiedzeniu. Te trzy przymioty, lubo istotnie potrzebne, iednak dla trudności złączenia ich w iedney szali, rzadko się w którey wszystkie znayduią, y choćby z początku były, samym iey używaniem zwykły się po części wątlić.

Naypierwey bowiem ruchomość samego pręta nie może bydź wolna, ieżeli iest znaczne tarcie osi samey *E*, o podporę na którey się wspiera; gdyż przez to, bieg y wzruszenie pręta znacznie się opóźnia. Potym, nie będzie ruchomość iednostayna, ieżeli zbiór ciężkości pręta nie znayduie się w samym mieyscu zawieszenia szali na podporze, lecz pod nim, lub nad nim.

Nakoniec nie będzie ruchomość znaczna, ieżeli końce drąga są zbyt krótkie, gdyż części bardziey oddalone od podpory, większe mieysca przebiegaią, á przeto znacznieyszy bieg y ruchomość w drągu sprawuią.

Zeby więc naypierwey umnieyszyć iak można tarcia osi o podporę, drąg czyli pręt nie ma bydź zbyt ciężki (osobliwie w szalach do ważenia droższych rzeczy, gdzie wielka ruchomość bydź powinna.) tak iednak, żeby to było bez uszczérbku potrzebney gruntowności y mocy, żeby się pod ciężarami nie giął y nie krzywił, gdyż to samo sprawowałoby drugą wadę, o którey niżey. Powtóre, oś ma bydź spiczasta w tym mieyscu gdzie się wspiera na podporze, żeby mnieyszym y węższym wiérzchem dotykaiąc się podpory, mnieysze tarcie ponosiła, byleby iednak sama podpora była tak twarda, iak oś spiczasta, bo inaczey, za czasem, y za częstym używaniem, alboby się podpora od zaostrzonego osi boku wgłąb cokolwiek wydrążyła, alboby się oś na twardszey od siebie podporze łatwo ztępiła, y spiczastość iey caleby się ztarła, co samo byłoby z znacznym umnieyszeniem ruchomości w szali. Na zabieżenie temu, Desagvillers Anglik radzi, áby y oś y podpora, w tym mieyscu gdzie się osi dotyka, była z dyamentu, gdyż ten ze wszystkich kamieni iest naytwardszy. Potrzecie, strzedz się należy, áby wielkim ciężarem nie ładować szali, gdyż ztąd większe przyciskanie

osi, á tym samym większe tarcie wynika.

Także, zbiór ciężkości całego pręta iak naymniey powinien się oddalać od podpory, osobliwie w tych szalach, któremi się drogie kupie ważą, gdzie y mała rzecz iest szacowna. Y owszem lepieyby było, żeby zbiór ciężkości doskonale z podporą się schodził, gdyż na ten czas w iakimkolwiek położeniu, dwa końce pręta zawszeby w równości wagi zostawały, y za przydaniem naymnieyszego ciężaru iednemu, znacznieby się przeważyła szala.

Lecz z drugiey strony ta zbytnia ruchomość iest nie wygodna w używaniu, gdyż trzeba wielkiey zmudy y cierpliwości w ważeniu rzeczy, nim się doskonała równość wagi znaydzie w tak bardzo ruchomey szali. Dla czego, zbiór ciężkości zwykł się pospolicie kłaść cokolwiek niżey od podpory, y na ten koniec pręt w szalach iest szérszy około śrzodka, niżeli przy końcach, która szérokość spuszcza się aż pod podporę, żeby zbiór ciężkości pręta, niżey także od niey przypadał.

Przez to iednak lubo się unika iedna niewygoda, ále się wprowadza druga, acz nie tak przykra. Jeżeli bowiem (*w Obraz: 18.*) *A,B,C,* wyrażać będzie pręt szali zawieszoney na *C* y tak széroko w śrzodku zrobiony, że zbiór ciężkości iego przypadać będzie niżey w mieyscu *D,* iawna iest, że gdy się szala wzruszy y pòydzie na mieysce *a,C,b,* kréśa *C D,* przypadnie na *C d,* y *D* zbiór ciężkości pręta, przypadnie na *d,* za-

żaczym podniesie się znacznie; więc, że dąży zwyczaynie na dół, będzie usiłował wrócić się na naynizsze y pierwsze swoie mieysce *D,* do którego spadaiąc, nabędzie tyle drugie zapędu ile miał, że będzie się mógł z mieysca *D* tak wysoko znowu podnieść w drugą stronę, iż iak wysoka spadł (iako to pokażemy, gdy nam rzecz będzie o ciężkości.) Zaczym z mieysca *D,* pòydzie daley na *f,* á z mieysca *f,* dla tychże samych przyczyn znowu spadnie na *D,* ztamtąd znowu pòydzie na *d,* y tak na przemiany póty, pòki odpòr powietrza, w którym się rusza (zawadzaiąc mu na drodze, y tamuiąc powoli te iego zapędy) całe ich nie zniszczy. Y dla tegoć to widziemy w szalach owe długie kołysania, za naymnieyszym pręta poruszeniem; które iednak tym mnieysze będą, im bliżey podpory zbiór ciężkości się osadzi; gdyż w ten czas choć się cokolwiek podwyższy w poruszeniu, ále nie tak bardzo iak przedtym, zaczym nie tak daleko też zachodzić będzie na drugą stronę, (co sam obrazek pokazuie,) y maiąc mniey biegu czyli kołysania, prędzey ie utraci przez odpòr powietrza.

Mòwiliśmy także że długość większa obydwóch końców pręta sprawuie większą ruchomość w szali, gdyż końce im dalsze od podpory, tym większą chyżość maią, bo przebiegaią w równym czasie większe mieysca, niżeli inne części tegòż pręta bliższe podpory, á tym samym znacznieyszą czynią naymnieyszą różnicę

cę między ciężarami które się ważą. Jednak, że ta długość końców pręta ma bydź pomiarkowana, żeby go albo zbyt ciężkim, albo zbyt giętkim nie uczyniła. Ciężkość bowiem zbytnia sprawowałaby większe uciśnienie y tarcie na podporze, á giętkość: prędkie zkrzywienie pręta, zkąd wyniknęłaby wielka niepewność w używaniu szali. Jeżeli bowiem pręt prosty *A,C,B*, (*w Obrazku 19*) pod ciężarem się zkrzywi, że się ułoży mniey albo więcey podobnie iak *a C b*, końce pręta *a C*, *C b*, y szala podlegać będzie tey niedoskonałości, którąśmy wyżey wytknęli *w Obraz: 22*, *Tabl: 1.* A potym gdyby się równo zkrzywiły obydwa końce, ieszczeby nie było tak wielkiey wady, gdyż dwie siły ciągnące luboby nie prosto przypadały na drąg, iednak równoby były ku niemu nakłonione. Lecz kiedy naprzykład (co się często trafia) koniec *C b* bardziey się zkrzywi, niż *a C*, przez to samo krótszym się stanie niż *a C*, y ciężary choć równe, nie równo będą ważyć.

Y dla tegoć za drugi przymiot dobrey szali założyliśmy, áby dwa końce pręta były iednakowey cale długości, y nie tylko z początku, ale zawsze w niey trwały, do czego pomaga twardość pręta, żeby się pod ciężarami nie tak łatwo zginał.

Trzeci przymiot, áby iak nayprościey drąg był zawieszony poziemnie (*horisontaliter*) (*iako w Obraz: 20.*) *A,C,B*, gdyż ieżeli cokolwiek się nakłoni naprzykład na *D E*, zaraz haczyki zawieszone

wieszone wolno w kółkach *A B*, zmykaią się w nich, y w większey odległości od podpory będzie haczyk *d* z ciężarem od niego wiszącym, niżeli haczyk *e* z swoim ciężarem, á przeto ciężar zawieszony na *d*, lubo mnieyszy, na takiey szali, będzie równo ważył z ciężarem zawieszonym na *e*, lubo większym. Że się zaś zwykły czynić przywiększe kółka *A,B*, áby w nich haczyki wolniey się ruszały, przeto lubo sam środek każdego kółka iest w iednym położeniu na prostey kréfie z osią, iednak haczyki ktore się zwyczaynie zawieszać muszą na *a*, y na *b*, nie są na iedney kréfie z osią, y prawdziwe końce drąga nie proste są, ale raczey zakrzywione iak *a C*, *b C*. Dla czego w dobrze zrobioney szali powinien bydź nieco z kołkami zakrzywiony do góry pręt, iako widać *w Obraz: 17.* áby mieysca *A,B*, gdzie się haczyki zawieszaią, przypadały z osią *E* na iednę równą kréfę *A E B*, y obydwa prawdziwe końce drąga *E B*, *E A*, równo prosto w iednym położeniu stały.

Na poznanie tego równego y poziemnego położenia daie się zwyczaynie strzałka z pośrzodka drąga prosto do góry idąca, y z nim się razem ruszaiąca, ktora gdy prosto stoi w klubie *F* szali, iako *w Obraz. 17* daie znać, że drąg iest w równym y poziemnym położeniu. Lecz gdy się drąg nakłoni iako *w Obraz: 21.* strzałka także z mieysca swego *k l*, pòydzie na *f i*, y sobą obciążać będzie ieden koniec drą-

ga. Dla czego żeby się równość wagi przez to między niemi nie psuła, żeby też y drugi koniec równo był obciążony, przydaie się zwyczaynie ciężar *h m*, aby, gdy strzałka (przez swoie nakłonienie ku końcowi naprzykład *a h*:) dodaie mu ciężaru, sztuka *h m* przez swoie także w tym czasie nakłonienie ku drugiemu końcowi *m n* dodawała mu równegoż ciężaru. Lecz to tylko w ten czas się udać może, kiedy strzałka ma iednakowy ciężar z sztuką *h m*. Co rzadko się trafia, osobliwie gdy y pręt *a n*, y strzałka *k l*, y ciężar *h m* z iedney sztuki są zrobione, iako zwyczaynie bywaią.

Z tych tedy przymiotów trzeba sądzić o doskonałości szali. Lubo czasem, choćby się wszystkie w niey schodziły, samym złym używaniem może się zepsuć. Gdy naprzykład od zbytniego ładowania miseczek ciężarami, pręt się zakrzywi, albo przez znaczne na osi tarcie przyzwoita iey ruchomość się umnieyszy, iakośmy mówili. Lepiey więc po części ważyć te towary, ktore się mogą dzielić, á ktore się nie mogą; ważyć większą y mocnieyszą szalą.

Każdy zaś poznać może z tego cośmy o szali mówili, że lubo nam się zda bydź ktora bardzo sprawiedliwa, iednak bydź może bardzo fałszywa, á to z wielu miar, ktore dla powszechnego ostrzeżenia przytoczyć tu nie zawadzi. Naypierwey gdy ieden koniec pręta iest dłuższy cokolwiek niż drugi, lubo obydwa są równo ważne. W takiey szali póki nie masz ci

ciężarów, pręt równo stoi, y zda się być sprawiedliwa szala, lecz iak prędko ciężary równe na miseczki się włożą, ten ktòry u dłuższego końca będzie wisiał, zawsze przeważy, y ciężary równe pokażą się nie równe; gdyż (iakośmy o dragu mówili) ciężary równe nie mogą inaczey równo ważyć, tylko gdy będą w równey odległości od podpory.

Zkąd wyniknąć może takie oszukanie, daymy że w szali *Obrazka 17.* koniec *A E* iest na 6 calòw, á koniec *B E* na 5, kupiec nie sumienny da tylko 5 funtów towaru, á każe sobie zapłacić za 6, albowiem w miseczkę *D* włoży ciężar 6 funtów, á w miseczkę *C* włoży towar, ktòry w ten czas gdy przyidzie do równości wagi z ciężarem *D*, będzie tylko zamykał w sobie 5 funtòw. Ciężar bowiem *D* maiąc bryłę wynoszącą na 6, á chyżość czyli odległość od podpory na 5, będzie miał siłę całą wynoszącą na 30. Towar zaś *C* maiąc bryłę wynoszącą na 5, á chyżość na 6, będzie także miał siłę 30, więc będzie równość wagi towaru z ciężarem sześć funtowym, lubo towar 5 tylko funtòw zaważy.

To oszukanie z nierówności końcòw tym większe będzie, im mnieysza iest szala, im krótszy iest pręt cały *A B*, ktòry urząd drąga sprawuie; daymy bowiem że *w Obrazku 17* koniec *A E* iest dłuższy iednym calem niż koniec *B E*, ieżeli cały pręt *A B* będzie długi na 1 łokieć, to iest: na 24 calòw, koniec *A E* będzie dłuż-

szy od końca *BE* dwudziestą czwartą częścią całego pręta, to iest: tą liczbą $\frac{1}{24}$, zaczym towar, choć równo ważny z ciężarem, u końca *AE* zawieszony, będzie się wydawał cięższy dwudziestą czwartą częścią, niż ciężar u końca *BE*. Jeżeli zaś cały pręt *AB* będzie długi na 2 łokcie, to iest: na 48 calów, w tenczas koniec *AE* będzie dłuższy od końca *BE* 48 tylko częścią całego pręta; to iest: tą liczbą $\frac{1}{48}$. Zaczym y towar choć równo ważny z ciężarem, u końca *AE* zawieszony, będzie się wydawał cięższy czterdziestą ośmą częścią niż ciężar u końca *BE*, czyli będzie się zdawał nie tylko zamykać w sobie cały ciężar wiszący u końca *BE*, ale ieszcze nad to iednę czterdziestą ośmą część obydwóch ciężarów. Gdzie widziemy, że w pierwszym przypadku (gdy pręt cały iest krótszy, bo na łokieć tylko) oszukanie będzie wynosiło na dwudziestą czwartą część ciężarow obydwóch; w drugim zaś przypadku, (gdy pręt cały iest dłuższy bo na 2 łokcie;) oszukanie będzie wynosiło tylko na czterdziestą ośmą część obydwóch ciężarów, co iest daleko mniey, niżeli dwudziesta czwarta część, (*b*) zaczym dla tego samego lepszy iest w szalach dłuższy niż krotszy pręt.

Powtó-

(*b*) Bo ieżeli zawiesiemy przy końcu BE 10 funtów naprzykład; to: w pierwszym przypadku, gdy drąg cały iest tylko długi na łokieć, czyli na 24 calów, będzie

Powtóre choć pręty będą równe, ieżeli iednak haczyki do zawieszania sznurków z miseczkami, będą w nierówney obydwa odległości od podpory; dla tychże samych przyczyn iak wyżey, szala będzie zdradliwa.

B E ⸗ 11 $\frac{1}{2}$ calów, AE ⸗ 12 $\frac{1}{2}$ calów. Więc według rozmierzenia Ziemiomierskiego w drągu, iakośmy wyżey widzieli, będzie 12 $\frac{1}{2}$: do 11 $\frac{1}{2}$ :: 10 : x. Gdzie rozmnożywszy dwie srzednie liczby, á rozdzieliwszy to rozmnożenie przez pierwszą, będzie x ⸗ 9 $\frac{1}{5}$ funtów; to iest: że towar zawieszony przy AE ważący tylko 9 $\frac{1}{5}$ funtów, byłby w równości wagi z ciężarem 10 funtów, przy takim drągu. Więc ieżeli przy AE zawieszę także towar ważący 10 funtów, będzie przeważał y będzie się wydawał cięższy, (chociaż w samey rzeczy nie iest, od ciężaru 10 funtów zawieszonego przy BE) na $\frac{4}{5}$ funta. Więc oszukanie na towarze w takim drągu wyniesie na $\frac{4}{5}$ części funta; to iest: prawie na ieden funt. W drugim zaś przypadku, to iest: gdy cały pręt A B iest długi na 2 łokcie, będzie B E ⸗ 23 $\frac{1}{2}$ calów, AE ⸗ 24 $\frac{1}{2}$ calów, więc będzie to ułożenie 24 $\frac{1}{2}$: 23 $\frac{1}{2}$ :: 10 : x. Gdzie rozmnożywszy dwie srzednie liczby przez siebie, á rozdzieliwszy to rozmnożenie przez pierwszą liczbę, będzie x ⸗ 9 $\frac{1}{2}$ funtów prawie, to iest: że towar zawieszony przy AE. ważący tylko pół dziesiąta funta, byłby w ró-

Potrzecie, gdy dziurka w którą się oś wkłada nie iest doskonale okrągła, przez co mieysce się podpory odmienia, á z nim y długość końców obydwóch pręta.

4. Gdy podpora nie wśrzodku ale niżey pod śrzodkiem pręta przypada, czyli pod zbiorem ciężkości iego, á miseczki na nierówno długich sznurkach zawieszone są, ieżeli bowiem na miseczki ciężary równe się włożą, sznurek krótszy się rozciągnie w ten czas, kiedy dłuższy iest ieszcze nieco skurczony, zaczym pręt nachyli się zaraz ku krótszemu, y przeciągnie tam zbiór ciężkości swoiey, ktory doda ciężaru tamtemu końcowi, więc tamta strona zawsze przeważać musi według tego co się pokazało *w Obraz: 18* y wyłożyło na karcie 166. Zkąd pochodzi, iako uważaią niektorzy Pisarze, że ważne złoto odrzuca się często za nieważne. Gdy zaś podpora iest wyżey, zbiór ciężkości za krótszym sznurkiem prze-

wności wagi z ciężarem 10 funtów zawieszonym przy BE; więc ieżeli przy AE zawieszę także towar ważący 10 funtów, będzie przeważał, y będzie się wydawał cięższy (od zawieszonego przy B E ciężaru 10 funtów) cięższy mówię na pół funta, chociaż w samey rzeczy nie iest cięższy. Zaczym oszukanie na towarze w tak długim pręcie wyniesie na $\frac{1}{2}$ na to iest: na pół funta.

Widziemy tedy oczywiście że kiedy pręt iest dłuższy, oszukanie z nierówności końców iego pochodzące iest mnieysze, bo tylko na pół funta. Zaś kiedy iest krótszy (iako w pierwszym przypadku) oszukanie iest większe, bo prawie na cały funt wynoszące.

przeciągnąć się nie może, bo owszem w przeciwną stronę idzie, áni sama nierówność sznurków tey omyłki wprowadzi.

5. Oszukanie także iest, gdy miseczka maiąca dzwigać funty, wspiera się na stole, á druga maiąca dzwigać towary lub pieniądz, na powietrzu wisi, á przecię pręt w rowności wagi, y prosto być się zdaie, gdy bowiem krótszy iest sznurek miseczki na stole opartey y nie ze wszystkim ieszcze wyciągniony, towar włożony na miseczkę w powietrzu wiszącą, swoim ciężarem na dół idzie, przez co krotszy się sznurek drugiey miseczki wyciąga, y towar lub pieniądz nagle podniesiony z szalą, zdaie się przeważać, chociaż w samey rzeczy nie przeważa.

6. Gdy końce pręta nie równe są, szala iednak próżna w równości wagi utrzymać się może, przez samę nierówność ciężaru miseczek albo sznurków; na takiey szali oczywista iest, że ciężary choć równe, muszą się wydawać nie równe.

7. Lubo szala będzie sprawiedliwa ze wszech miar, iednak gdy iest ustawiona na stole cokolwiek nakłonionym, zawieszone u niey ciężary równe, będą się wydawać nie równe, dla tychże samych przyczyn co y pod liczbą 5, y ten przeważy choć iuż podniesiony, ktory na niżey stoiącey stronie się wspiérał. Także, gdy się włoży na miseczkę większy trochę ciężar, niżeli iest towar na drugiey miseczce, á po-

potym nagle y prędko się podniesie szala (iako czynią złego sumnienia kupcy) będzie się wydawała równość wagi, gdyż przez chyżość wielką w podniesieniu, oś pręta przyciska się tak mocno y przylepia z obydwuch stron w okrągłych dziurkach do wiérzchu, że na krótki czas nie wzruszona zostaie, przeto y szala prosto stoi, y towar wydaie się większey wagi niżeli iest; na uniknienie tego oszukania, trzeba powoli podnosić y powoli spuszczać szalą.

8. Gdy miseczki są żelazne u szali nad stołem nie zbyt grubym blisko zawieszoney, á pod stołem, z strony tey miseczki gdzie się kładą towary, dzielny magnes iest ukryty, w ten czas miseczka z towarem do magnesu dążąc, będzie się zdała przeważać ciężar na drugiey stronie będący, lubo, według sprawiedliwości, álbo mu tylko wyrówna, albo ieszcze nie wyrówna.

Tak wielorako tedy kto nie baczny może bydź oszukany, te iednak wszystkie sposoby oszukania w szali, łatwo się odkrywaią przez samo przełożenie ciężarow; Jeżeli bowiem ten towar lub pieniądz, ktory położony na prawey stronie przedtym równo ważył z ciężarem iakim, przełożony na lewą równo także waży, znak to iest sprawiedliwości szali; lecz ieżeli nie równo waży; szala zapewne iest albo nie doskonała, albo zdradliwa (*c*)

W uży-

(*c*) Mamy iednak sposób poznać prawdziwy ciężar towaru lubo zdradliwą szalą ważonego, á to przez głębszą wiadomość Rachmierskiey sztuki, co tu dla cieka-

W używaniu szali to tylko czynić zwykło niewygodę, że trzeba mieć wiele ciężarow do ważenia rożnych rzeczy. Lecz ieżeli będą ciężary zawsze się trzykroć przewyższaiące, naprzykład funt albo łot: 1, 3, 9, 27. 81, &c. Temi cztérema tylko ciężarami można zważyć

Y wszy-

wszych y ćwiczeńszych kładę. Towar lub pieniądz włożywszy na miseczkę C (*w Obraz: 17.*) ważę go y patrzę, ile waży? naprzykład 10 funtow, przekładam go potym na miseczkę D, y miarkuię znowu iak wiele waży? naprzykład 9 funtow; rozmnażam 9 przez 10 y będę miał 90. Z tey liczby, ponieważ iest czworogran, wyciągam ścianę czworogranu (*radicem quadratam*) wynidzie mi

prawdziwy ciężar y waga towaru, $9\frac{48}{100}$ funtow. Co się

tak dowodzi z Ziemiomierskiego ułożenia, y z danych o drągu wiadomości. Naypierwey bowiem gdy towar będzie na C, tak się będzie miało A E do B E iako ciężar 10 funtow do towaru na C, to iest: A E: B E:: 10: T. Potym gdy towar będzie na D, tak się będzie miało A E do B E, iako towar na D, do ciężaru 9 funtow na C, to iest: A E: B E:: T: 9: więc ponieważ y 10 do T, y T do 9 tak się ma, iako A E do B E, to iest: iednakowo, zaczym y między sobą, muszą się mieć do siebie iednakowo, to iest: musi być: 10: T:: T: 9. A przeto, ponieważ w każdym ułożeniu Ziemiomierskim pierwsza y ostatnia liczba rozmnożone przez siebie są równe dwom środnim rozmnożonym przez siebie, więc będzie $9 \bowtie 10$, czyli $90 \sqsupset TT$. Co się znaczy: że (*Quadratum*) czworograniec zrobiony z liczby oznaczaiącey wagę towaru prawdziwą, iest równy liczbie 90. A przeto, według przepisow głębszego rachunku, wyciągnawszy z liczby 90 ścianę czworograncu (*radicem quadratam*) wynidzie mi T, czyli waga prawdziwa towa-

ru $\sqsupset 9\frac{48}{100}$ funtow. Tę maiąc, łatwo poznam iak dłuższy

iest ieden koniec pręta od drugiego. Gdy bowiem towar był na C, utrzymał go ciężar 10 funtow na D w równo-

wszystkie rzeczy od iednego funta, aż do 121 funtów, ktore są zbiorem tych ciężarow razem wziętych. Naprzykład ieżeli chcę rzeczy iakiey, towaru iakiego 113 funtow lub łotów, włożyć trzeba na iednę miseczkę ciężary: 81, 27, 9, ktore wszystkie wynoszą na 117 łotów lub

ści wagi. Więc musiał się mieć tak towar: $9\frac{48}{100}$ do ciężaru 10, iako BE, odległość ciężaru; do AE odległości towaru, zaczym ztąd poznaię, że koniec BE iest tak krótszy od końca AE, iako liczba $9\frac{48}{100}$ iest mnieysza od liczby 10. Więc zagubiwszy ułomki, będzie koniec BE iak liczba 948. Koniec zaś AE, iak liczba 1000. Wiedząc tedy całą długość pręta, naprzykład na 1 łokieć, to iest: na 24 calow, czynię ułożenie Ziemiomierskie, iak się ma 948 ∔ 1000 do większego końca ⊐ 1000, tak się maią 24 calow do dłuższego końca w calach x, czyli: 948: 1000:: 24: x. Gdzie rozmnożywszy dwie średnie liczby, á rozdzieliwszy przez pierwszą 948, wynidzie mi x ⊐ $12\frac{1}{2}$ calów nie zpełna. Więc koniec dłuższy iest prawie na $12\frac{1}{2}$ calow, á powinienby być według sprawiedliwey wagi, tylko na 12 calow zpełna. A zatym, krótszy koniec iest na $11\frac{1}{2}$ calow. A wiedząc raz na zawsze, iak wielą ieden koniec iest dłuższy względem drugiego, można tey szali zażywać, bo lubo mi niesprawiedliwą wagę towaru pokaże, łatwo iednak dóydę, iaka znacznie mnie mylić może z podobnego temu ułożenia: iak się ma dłuższy koniec $12\frac{1}{2}$ calow do krótszego $11\frac{1}{2}$ tak ciężar ktorym ważę towar, naprzykład ad

lub funtow, á na drugą stronę wyłożyć towar, przydać mu z ciężarow 1 y 3, zaczym towar sam wyniesie na 113 funtow lub łotów. Sposob ten dobry w prawdzie iest, ale dla prostych ludzi przytrudny, y przeto w miastach nie iest w używaniu.

Łatwieysza iest nierównie dla wszystkich, gdy się ciężary tylko dwakroć przewyższaią, iako naprzykład 1, 2, 4, 8, 16. ktoremi mogę zważyć wszystko aż do 31 funtow. Jeżeli zaś chcę 27 funtow, biorę te tylko 1, 2, 8, 16, ktorych zbior uczyni 27. Gdyby mi potrzeba było średnich między temi, ciężarow, naprzykład 3 funty? kładę na miseczkę 1 y 2. Jeżeli chcę 7 funtow? kładę na miseczkę 4, 2, 1, czego się y nayprościeysza człowiek samym używaniem nauczy.

Żeby iednak y tyle ciężarow nie zażywać, iest na to inna waga, ktora się nazywa Rzymska, dla tego, że w tamtych kraiach naywięcey bywa w zwyczaiu. Luboć wiemy z Dzieiopisow, że y Duńską się nazywała, y nie tylko w Europeyskich kraiach, ale y w Chinach nawet miała dawno swoie wzięcie. *Obrazek* 23 pokazuie do oka iey kształt y rzemieslo, iest to w samey rze-

100 funtow, do prawdziwey wagi towaru x. Rozmnażam więc drugą liczbę $11\frac{1}{2}$, przez trzecią 100, y rozdzielam przez pierwszą $12\frac{1}{2}$, y wychodzi mi x ⊐ 92 funtow, zkąd poznaię że mnie szala oszukuie w ośmiu funtach.

czy drąg pierwszego gatunku maiący *P* odporę *C* nie w śrzodku, lecz ktora na bardzo nie równe boki dzieli długość drąga.

Tym się tylko różni od szali wzwyż opisaney, że tamta, ieżeli iest dobra, nie może w równości wagi stawiać, tylko ciężary równe; ta zaś waga stawia w równości ciężary bardzo nie równe; tamta potrzebuie wielu ciężarow, ta zaś iednym tylko ciężarem P, ktory według potrzeby kładzie się w rożnych odległościach od podpory *C*, waży rożne rzeczy mnieysze, większe, y ieszcze większe, ktore się zawsze w iednym mieyscu zawieszaią na haku *R*. Ponieważ gdy pręt cały *B H* podzielony iest na równe części, wiedząc ciężar P, y odległość iego od podpory, wraz z odległością ciężaru, w ten czas gdy są obydwa w równości wagi; z tego co się o drągu wyżey powiedziało, zgadnąć zawsze można wagę ciężaru *R*, gdyż im dłuższa będzie *CH* odległość od podpory ciężaru *P*, względem *CB* odległości od podpory ciężaru *R*, tym większy będzie ciężar *R* od ciężaru P. Jeżeli naprzykład *CH* będzie 6 razy większa niż *BC*, ciężar takze *R*, będzie 6 razy większy niż P. Ztąd łatwo wiedzieć używanie tey wagi; ieżeli P iest funt 1, gdy chcę mieć 3 funty towaru oddalam P do trzeciey części od *C* ku *H*, á towar *R* zawsze iest oddalony na 1 część; więc w tym ułożeniu 1 funt na P, będzie równo ważył z trzema funtami zawieszonemi na *R*. Gdy chcę mieć 10 funtów towaru, oddalam P od C do

do dziesiątey części, y póty przykładam towaru na R, póki waga prosto nie stanie, co gdy będzie, mogę być upewnionym, że na P mam 10 funtów; y tak daley. Co lubo iawno być powinno z tego co się o drągu mówiło, iednak y z następuiących doświadczeń można być zupełniey przekonanym.

Doświadczenie II.

NA gruntownym mosiężnym podstawku osadza się słupek u wierzchu wklęsło okrągły, ktora okrągłość z twardego kruszcu wyrobiona iest, na nim kładzie się śrzodkiem pręt mosiężny długi na łokieć, áby osią stalową hartowną spiczasto u dołu wyrobioną na nim spoczywał, obydwie połowy pręta podzielone są na 130 równych części, zaczynaiąc od podpory. Ciężary wszystkie na doświadczenia służące, maią u góry y u dołu haczyki zakrzywione, áby się w każdym mieyscu pręta mogły zawieszać, y inne u nich mogły bydź zawieszone, iako pokazuie *Obraz: 22. Tabl: 2.* Zawieszam tedy naypierwey z iedney strony na części sześćdziesiątey łot 1, á z drugiey strony na części 20, łotów 3.

Skutek

OBydwa ciężary acz nierównie, w równości wagi zostaią, czego wykładać nie potrzeba, gdyż z wyżey wziętych wiadomości każdy sam przez się dociec może prawdziwey przy-

czyny tego skutku. Tu tylko, ile do teraźnieyszey rzeczy, uważyć należy, że lubo ten drąg ma równe dwie połowy, y bardziey zdaie się wyrażać szalą, iednakże kiedy nierównych iego końcòw zażyiemy na doświadczenie, wyrazać nam może doskonalę wagę Rzymską. Jakośmy tu uczynili, wziąwszy z iedney strony 60 części, á z drugiey 20 części drąga. Więc, że 60 iest 3 razy więcey niż 20, ciężar na dwudziestey części zawieszony, musi być 3 razy większy, niż ciężar na 60 części zawieszony. Podobnym sposobem będzie równość wagi, gdy na 100 części od podpory z iedney strony zawieszę 4 łoty, á z drugiey strony na 50 części od podpory zawieszę 8 łotów.

W tym tedy zdą się waga Rzymska być wygodnieysza od szali zwyczayney, że iednym ciężarem wszystkie rzeczy może ważyć, á przeto kiedy iest nie zbyt wielka, można ią z sobą nosić bez znacznego obciążenia. Powtóre, kiedy iest wielka, można nią ważyć rzeczy długiego y szérokiego rozłożenia, iako to wozy, siana, albo y bryły cięższe, nie załywaiąc do tego wielu ciężarów (ktorych trudno tyle, y tak iakby trzeba zebrać) ale tylko iednego. Przeto y podpora iest mniey obciążona, bo tylko iednym ciężarkiem zawsze y bryłą, ktorą ważemy. Ale też za to nie można taką wagą doskonale dochodzić prawdziwego ciężaru drobnych á szacownych rzeczy, częścią: że maiąc ieden koniec bardzo krótki, nie iest dość ruchoma,

choma, aby naymnieysze przyczynienie lub ubycie ciężaru, prędkim przeważeniem swoim y nachyleniem pokazała, częścią: że w rozdzieleniu iey drąga ciężko iest miarkować pół funty, ćwierć funty, y inne ieszcze nikczemnieysze cząstki, ktorych iednak szkodaby była zaniedbać w kosztownieyszych kupiach.

Także do zważenia wielkich y ciężkich brył, iednym ciężarkiem pomykanym po pręcie co raz daley, trzeba, żeby koniec pręta *CH w Obrazku 23.* był niezmiernie długi, aby ciężarek P odległością swoią od podpory nadstawiał to, cokolwiek mu nie dostaie z bryły na wyrównanie wielkiemu iakiemu ciężarowi zawieszonemu na *R*, á ta sama niezmierna długość końca *CH*, czyniłaby wagę niewygodną. Lecz żeby uniknąć tey niewygody, moim zdaniem możnaby na ważenie wielkich brył taką wagą zamiast niezmierney długości końca *CH*, zażyć w tym razie więcey ciężarów do niego. Gdyż kilka ciężarów zawieszonych na iednym końcu drąga, nie w iednakowey odległości od podpory, mogą być w równości wagi, z iednym ciężarem zawieszonym u drugiego końca, iako Doświadczenie następuiące pokaże.

Doświadczenie III.

PRzy iedney stronie tegoż samego pręta, ktory nam służył w przeszłym Doświadczeniu, zawieszam na 20 części: 2 łoty, na 30 części: 1 łot,

1 łot, na 60 części 3 łoty; á na drugiey stronie wieszam tylko ieden ciężar 5 łotów na 59 części odległy od podpory.

Skutek.

WSzystkie te ciężary w rowności wagi się utrzymuią.

Wyłożenie przyczyn.

ROwność wagi inaczey być nie może między temi ciężarami, tylko przeto, że z obydwoch stron są siły rowne; siły zaś równe inaczey tu być nie mogą, tylko że z iedney strony rozmnożenie bryły ciężaru poiedyńczego przez iego odległość od podpory, iest równe zbiorowi rozmnożenia każdey bryły przez odległość iey od podpory na drugiey stronie. Obaczmy więc, ieżeli tu nie tak się dzieie. 5 łotow na iedney stronie, rozmnożone przez 50 części odległości swoiey od podpory, maią siłę wynoszącą na 250. Na drugiey stronie zaś są naypierwey 2 łoty, ktore rozmnożone przez 20 odległości swoiey od podpory, maią siłę 40. Jest potym 1 łot, ktory rozmnożony przez 30 odległości swoiey od podpory, ma siłę =30. Są nakoniec 3 łoty, ktore rozmnożone przez 60 odległości swoiey od podpory, maią siłę =180. Te siły razem zebrane czynią także 250. Zaczym widziemy że z obydwóch stron są siły równe. I owszem iak na tey, tak na drugiey stronie może bydź wiele ciężarow w nierównej liczbie, byleby (rozmnożywszy każdy ciężar przez iego odległość od podpory) zbiór tych rozmnożeniów był iednakowy z obydwóch stron, tym samym będą równe siły y równość wagi.

Doświadczenie IV.

ZAwieszam znowu przy iednym końcu tegóż samego pręta, 1 łót na 15 części, także 1 łòt na 40 części, 2 łòty na 55 części, po 1 łòcie na 80 y 90; nakoniec 5 łòtów na 100 części. Zaś na drugiey stronie wieszam 7 łotòw na 10 części od podpory; 3 łòty na 35 części; 5 łotòw na 60 części, y 4 łóty na 90 części.

Skutek.

I tu widzę równość wagi zupełną między temi wszystkiemi ciężarami.

Wyłożenie przyczyn.

WZiąwszy naypierwey iednę stronę, y rozmnożywszy każdy ciężar przez iego odległość od podpory, mam z tego rozmnożenia liczby następuiące: 15, 40, 110, 80, 90, 500, ktore razem zebrane wynoszą siłę całą ciężarów na tey stronie będących na 835. Podobnież na drugiey stronie rozmnożywszy każdy ciężar przez iego odległość od podpory, mam liczby następuięce: 70, 105, 300, 360, ktore razem zebrane wynoszą siłę całą ciężarów drugiey

ſtrony także na 835. I dla tego te ſiły, iako równe, wzaiemnie ſię w równości wagi utrzymuią.

Z tego łatwo poznać, że choćby waga Rzymſka była tylko łokciowey długości (iako ieſt ta naſza waga, ktorey w tych doświadczeniach zażywaliśmy) możnaby nią łatwo iaką znaczną bryłę na 835 funtów wynoſzącą, á zawieſzoną zaraz na pierwſzey części zważyć przez 4 tylko ciężary, ieden o ſiedmiu, drugi o trzech, trzeci o pięciu, czwarty o czterech, łótach iakośmy widzieli, y owſzem mnieyby ich trzeba, gdyby inaczey ieſzcze były ułożone. Może tedy być niezbyt długiey wielkości waga, á iednak zdolna do ważenia ſtraſznych ciężarów.

Więcey ieſzcze daleko dzwigać y ważyć może lubo nie będzie zbyt wielka, ieżeli ſię doniey przyłączy takowe ułożenie troiakiego drąga, iakieśmy opiſali na karcie 160. Gdy bowiem 3 drągi *A B C* (*w Obr: 16. Tab: 2.*) ktore łatwo ieſt zrobić z grubego drzewa, będą dość mocne, żeby ſię pod ciężarem nie złamały, widzieliśmy z Doświadczenia 1, że funt 1 zawieſzony na *M*, utrzymać może na 1000 funtów zawieſzonych na *P*, ieżeli tedy zamiaſt funta na *M*, przyłączę u tegoż końca drąga wagę Rzymſką (*z Obrazka 23.*) krótſzym ſwoim bokiem, żeby hak iey *R* na ktorym ſię zwyczaynie zawieſzaią ciężary, obeymował oſtatni koniec *M* drąga, choćby pręt *CH* (*w Obraz: 23.*) był podzielony tylko na 20 części, iawna ieſt że w tey ſa-

mey wadze funt 1 zawieſzony na *H*, wyrówna 20 funtóm, iako z drugiego Doświadczenia dochodzić można, zaś w trzech drągach wyrównał 1000 funtòm; więc ſiła funta iednego zawieſzona na *H*, przez ſamę wagę wynoſząca iuż na 20; ieżeli będzie przyłożona do takich trzech drągów, powiękſzy ſię 1000 razy, y będzie wynoſiła na 20000. Zaczym w tym ułożeniu bardzo łatwym, funtem iednym można zważyć 20000 funtòw ciężaru, á dopiero trzema, czterema, piącią lub dzieſiącią funtami. Temi oſtatniemi zawieſzonemi na *H*, możnaby zważyć bryłę ważącą 200000 funtów; co bardzo ſłużyć może do ważenia dzwonòw, działł, ſłupów kamiennych &c.

Kiedy zaś towary ſą nie zbyt wielkiego ſzacunku, w funtach, iako to: wozy ſiana, ſłomy, w niektórych Państwach tak ie zwykli ważyć, y łatwo y prędko; na mieyſcu tym ważeniom wyznaczonym (ktore bywa zwyczaynie na dròdze, kędy wſzyſtkie wozy przechodzić muſzą) ieſt dół w ziemi wykopany tak długi y ſzeroki, iak może być naywiękſzy wòz, na wierzchu tego dołu kładzie ſię tablica gruba, węższa y krótſza trochę niż dół, zawieſzona ze czterech bokow na 4 łańcuchach, u balki potężney w górze proſto poziemnie na mocney podporze oſadzoney y ſprawuiącey urząd drąga nierównych końcòw, iako w wadze Rzymſkiey. Koniec u ktorego tablica wiſi, ieſt bardzo krótki. Z drugiey ſtrony balki na dłuż-

szym iey końcu wielki kamień uwieszony pomykać się może, ktorego ciężar wiadomy iest, przez tę tablicę naypierwey przeprowadzaią się woły lub konie ciągnące wóz bez odprzęgania ich, y w ten czas kamień daleko się od podpory trzyma, áby go bydlęta nie przeważyły. Te gdy przeydą, następuie na tablicę wòz ładowny, y poty się kamień przymyka do podpory, póki nie stanie w rowności wagi z wozem, á tak bez zeyścia z swoiey drogi, cały wòz z swoim ciężarem się zważy. Wiedząc bowiem ciężar kamienia, ieżeli dwa razy lub trzy iest dalszy od podpory, niżeli tablica z wozem, więc wòz dwa lub trzy razy więcey waży niż kamień.

Doskonałość wagi Rzymskiey zawisła od tychże samych przymiotow, ktoreśmy, mowiąc o szali, przełożyli, y tym samym niedoskonałościom po większey części iest podległa co y szala. Jednakże dobroć iey naybardziey zależy od doskonałego podzielenia boku dłuższego CH, na części równe bokowi BC, ktore części dzielić się znowu zwykły na pomnieysze równe, żeby większe: oznaczały funty całe, á mnieysze: oznaczały połowy lub ćwierci funta. Dzieląc na równe części bok CH rzadko będzie doskonała waga, gdyż pręt w całey swoiey długości zwykł być nie iednakowy co do ciężaru y miąższości. Zaczym naylepszy iest ten podział, kiedy zawieśiwszy na haku R, ciężar wiadomy, naprzykład ćwierć lub poł-funta, y pomykaiąc

mykaiąc na drugiey stronie ciężarek P, naznaczy się to mieysce y ta odległość od podpory, w ktorey ciężarek P, równo waży z ćwiercią lub pòł funtem. Zawieśiwszy znowu na R funt, naznaczyć znowu to mieysce na drugiey stronie, gdzie ciężarek P z nim równo waży; zawieśić znowu na R 2 funty, potym 3, y tak daley zawsze naznaczaiąc gdzie ciężarek P równo waży. I tym sposobem będzie pręt CH podzielony, ktory sam być powinien w równości wagi z prętem BC, niżeli się obydwa naładuią swemi ciężarami.

Lecz, że ten sposob podziału iest zmudny dla rzemieślnikòw, dla czego prędzey się trafi obaczyć sprawiedliwą szalą, niżeli sprawiedliwą wagę, gdyż łatwiey im daleko iest zrobić dwa końce pręta równo długie y miseczki równo ważne, niżeli w wadze Rzymskiey doskonale zachować wymiar sprawiedliwy, maiąc wzgląd y na ciężar samego pręta; prócz tego, prędzey się postrzeże w szali iaka niedoskonałość lub oszukanie, niżeli w wadze. Przeto należałoby (iako mòwi Wolfiusz) (*c*) aby z używania ludzkiego całe była zniesiona, ponieważ w przedażach codziennie się prawdzą o niey słowa Pisma S. *Mendaces Filii hominum in stateris.* (*d*)

Oprócz tych sposobów, ktoreśmy przytoczyli do dochodzenia przawdziwego ciężaru, są ieszcze inne niemniey ciekawe iak użyteczne; ia-

(*c*) Elem: Mech: § 778.
(*d*) Pf. 61.

ko to waga wynaleziona od sławnego Pana Cassini (*e*) druga od Roberwala, trzecia zaś sprężysta. Pierwsza iest w rzeczy ta sama, ktorą pokazuie *Obraz: 22*, y ktoreyśmy tu zażywali w trzech ostatnich Doświadczeniach, zkąd y używanie iey każdemu wiadome być może. W tym zaś ma coś więcey nad inne, że nie tylko przez nię dochodzić można prawdziwego ciężaru towarów, ale też sprawować można wszystkie pierwsze Rachmierskiey sztuki dzieła, to iest: Dodawanie, (*Additio,*) Uymowanie, (*Subtractio*), Rozmnożenie (*Multiplicatio*), Podzielenie (*Divisio*) y Prawidło złote (*Regulam auream*) czyli sposób, z trzech wiadomych liczb, dochodzenia czwartey niewiadomey, co iest wielce wygodna, bo bez czynienia znacznego rachunku, można wiele policzyć.

Naprzykład ieżeli mi razem dodać trzeba, y w ieden zbiór złączyć te trzy liczby: 34, 56, 45, 62. Zawieszam z iedney strony łòt w oddaleniu od podpory na części 34. Drugi łót na części 56, trzeci łót na części 45, czwarty łòt na części 62. A z drugiey strony ieden łót na części 100, drugi zaś łòt oddalam od podpory pòty, póki w rowności wagi nie staną wszystkie ciężary; na ktorey więc w ten czas części będzie ten drugi łót, naprzykład na 99, ta liczba dodana do 100 gdzie wisi pierwszy łot, wyniesie na zbior wszystkich tych liczb 34, 56, 45, 62. to iest wyniesie na 197. Co y łatwo y prędko się uczyni. Jeże-

(*e*) Journaux des Savans de l' année 1676.

Jeżeliby zaś większe trzeba liczby dodawać do siebie naprzykład 268, 407, 500, &c. Wieszam z iedney strony 2 łoty na 100 części, 1 łot na 68 części. Znowu 4 łoty na 100 części, 1 łot na 7 części. Nakoniec 5 łòtòw na 100 części. A z drugiey strony 10 łótów wieszam na 100 części co uczyni 1000. Dodaię ieszcze ieden łot na 100 części y patrzę czyli iest rowność wagi czyli nie? ieżeli iest rowność wagi? znak to iest, że tamte trzy liczby razem zebrane uczynią 1100. Lecz ieżeli ieszcze tamta strona przeważa; biorę 1 łòt y oddalam go z tey strony od podpory pòty, pòki nie będzie rowności wagi. Na ktorey więc części ten ostatni łòt stanie (iako w tym przykładzie powinien stanąć na 75) ta liczba dodana do owych 1100, pokaże mi zbiór tych trzech liczb: 268, 407, 500 ktore, wynoszą na 1175. Jeżeliby zaś po dodanym iednym łòcie do dziesiąciu na 100 części, iuż tamta strona mniey ważyła, zostawiwszy 10 łótòw na 100 części, ten ieden łot od nich odeymuię, y zbliżam go do podpory pòty, pòki rowności wagi z obydwòch stron nie będzie. Na ktorey więc stanie liczbie ten ieden łòt, tę liczbę dodaię do liczby pierwszey 1000, y będę miał zbiór liczb, ktore się miały dodawać.

Nie mnicy łatwo czyni się y uymowanie iedney liczby od drugiey przez tę wagę, naprzykład od liczby 825, trzeba mi wziąć 545. Żebym pierwszą liczbę na iedney stronie wa-

gi

gi osadził, wieszam 8 łotow na 100 części, y iuż mam 800, wieszam po teyże stronie 1 łot na 25 części; mam tedy ze wszystkim na tey stronie liczbę pierwszą 825. Biorę znowu drugą liczbę 545 y przenoszę ią na drugi koniec wagi podobnym sposobem, zawiesiwszy 5 łotow na 100 części, á 1 łot na 45 części. A ponieważ ta strona nie doważa pierwszey, dodaię do niey po iednym łòcie na różnych częściach, pòki nie znaydę równości wagi; na ktorych tedy częściach te łòty dodane staną, te liczby razem zebrane pokażą mi liczbę, ktora się zostanie po uięciu 545 od 825. Naprzykład dodaię 2 łoty do 100 części, y iuż mam 200; á ieden łot pomykam póty, póki nie będzie rowność wagi między ciężarami wszystkiemi, y widzę że w tym przykładzie równość wagi iest, gdy ostatni łòt pomykany stanie na 80 części; ktore złączywszy z pierwszą liczbą 200, dochodzę ztąd, że liczba zostaiąca się po uięciu 545 od 825, czyli rożnica między tema liczbami (ktorey zwyczaynie przez uymowanie szukamy) iest 280. Czego wszystkiego wykonanie iest daleko łatwieysze y krotsze, niżeli opisanie.

Rozmnożenie zaś czyni się tak, naprzykład trzeba mi rozmnożyć liczbę 67 przez 15. Wieszam 15 łòtów na części 67, z iedney strony; z drugiey zaś wieszam 10 łotow na 100 części, y iuż mam 1000, lecz widzę że ieszcze nie masz równości wagi; biorę więc 1 łot, y pomykam go na tey stronie pòty, pòki nie będzie

dzie równość wagi. Co gdy postrzegę, liczbę tę, na ktorey stanął łòt pomykany, (iako tu na 5) przydaię do liczby pierwszey 1000, y mam 1005. Zaczym liczba 67 rozmnożona przez 15, uczyni 1005. Ztąd ma się ta wygoda w kupowaniu, że odważywszy towar na takiey wadze, zaraz wiedzieć można, iak wiele za niego zapłacić trzeba? Naprzykład zgodził się kto po 7 złotych za funt towaru iakiego, zważywszy więc towar takim sposobem iako y w wadze Rzymskiey, to iest: na pierwszey od podpory części zawiesiwszy towar na nitce cienuchney iedwabney z iedney strony, á z drugiey ciężar ruchomy o iednym funcie lub łòcie (według tego, iak towar trzeba ważyć, czyli na funty, czyli na łóty) y odmykaiąc go od podpory póty, póki waga nie stanie prosto; liczba części, na ktorey stanie ciężarek ruchomy, od podpory rachuiąc, (naprzykład tu dwunasta) będzie liczba funtòw lub łòtòw towaru.

Jeżeli zaraz chcę wiedzieć, iak wiele mam zapłacić za 12 funtów, rachuiąc funt po 7 złotych? kładę cały towar na 7 części, á ciężarek ruchomy o iednym funcie lub łòcie z drugiey strony odmykam pòty, pòki nie stanie w równości wagi z towarem. Co gdy postrzegę, liczba części od podpory aż do ciężaru ruchomego, będzie liczba złotych, ktore wypłacić trzeba za 12 funtòw. Co tu wyniesie na 84 złote.

Gdyby zaś towary były takie, ktorychby

nie można inaczey ważyć tą wagą tylko na miseczce, obiera się iedna, ktoreyby ciężar był wiadomy, naprzykład ktoraby ważyła łòt lub funt rachuiąc z nitkami y z haczykiem. Włożywszy potym na nię towar, y zachaczywszy ią z iedney strony pręta, tak sobie we wszystkim postępować trzeba, iako wyżey na poznanie liczby funtów, y ceny całego towaru, z ktorey uiąć należy cenę iednego funta, bo to iest ciężar samey miseczki, nie towaru.

Podzielenie także iedney liczby przez drugą łatwo mi czynić na takiey wadze. Mam naprzykład 1005 podzielić na 15. Liczbę 1005. przykładam do iedney strony, zawiesiwszy 10 łòtòw na 100 części, co uczyni 1000. A ieden łòt na 5 części, co ze wszystkim uczyni 1005. Z drugiey zaś strony 15 łotòw pomykam pòty; pòki nie będzie równości wagi. Na iakiey liczbie w ten czas staną 15 łótòw, ta liczba (ktora tu iest 67) będzie wychodząca z podziału 1005 przez 15. Przyczyna tego wydaie się sama, gdyż 15 łòtów rozmnożone przez 67 części swoiey odległości od podpory, uczynią 1005. Zaś w każdym podzieleniu dobrym, powinna liczba wychodząca z podziału (ktora tu iest 67) rozmnożona przez liczbę dzielącą (tu przez 15) bydź rowna liczbie do podzielenia daney to iest: 1005.

Nakoniec prawidło złote, tak nazwane dla ustawicznego prawie używania, y niezmierney pomocy, ktorą z niego mamy w dochodzeniu nie

nie wiadomych rzeczy, gdyby się czyniło zwyczaynym sposobem (iakośmy tu iuż nie raz czynili) trzebaby zażyć na to rozmnożenia y podzielenia; gdyż zawsze w nim trzeba rozmnożyć dwie liczby iednę przez drugą, y rozdzielić to rozmnożenie przez trzecią ktorąkolwiek według ułożonego porządku, áby dociec czwartey nie wiadomey. Lecz przez tę wagę zaiednym razem wszystko to uczynić można. Szukam naprzykład do tych trzech liczb: 77: 132:: 63: czwartey x nie wiadomey. Zawieszam więc z iedney strony 132 łòtòw, albo tyleż ćwierci łòtòw na 63 części, co mi uczyni 8316. Z drugiey zaś strony na 77 części pòty dodaię ciężaru, pòki nie będzie ròwność wagi, y znayduię w tym razie, że trzeba 108 łotòw, czyli pół lub ćwierć łòtòw. Więc liczba 108 iest czwarta, ktorą mi znaleść trzeba było do tych trzech danych. Albowiem w każdym prawidle złotym rozmnożenie z dwòch śrzednich liczb, powinno bydź ròwne rozmnożeniu z pierwszey y ostatniey. Tu zaś to samo prawo należycie się zachowuie. Gdyż w tym ułożeniu: 77: 132:: 63: 108. dwie śrzednie liczby, áby były rozmnożone, zawiesiliśmy 132 łòtòw na 63 części odległości od podpory, co nic innego nie iest, tylko rozmnożyć 132 przez 63, to iest mieć 8316 gdyż (iakośmy o drągu mòwili) w takim położeniu ciężar waży 8316. Także pierwsza liczba 77 aby była rozmnożona przez ostatnią 108 zawiesiliśmy na 77 części, 108 łòtòw, co

uczyni także 8316. Więc rozmnożenie pierwszey liczby przez ostatnią, iest równe rozmnożeniu średnich liczb, á zatym y złote prawidło iest dobrze zrobione. Co wiedząc raz na zawsze, można w niezliczonych okolicznościach zażywać na takiey wadze złotego prawidła. Naprzykład: ieżeli 5 robotników Murarzy, wymurowali przez iaki czas 15 łokci muru, 19 robotnikòw iak wiele łokci w podobnym czasie wymuruią? czyli: 5: 15:: 19: x. Na znalezienie liczby x biorę 15 łòtòw, y zawieszam ie na 19 części u iednego końca, á u drugiego na 5 części kładę tyle ciężaru, ile trzeba do ròwności wagi; liczba łótòw ciężaru tego, będzie liczba x. Albo też u drugiego końca 5 łòtòw pomykam pòty, póki nie będzie ròwności wagi. Na ktorey części ftaną 5 łótòw, ta będzie liczba x, ktora tu wynosi na 57.

Drugą wagę, Roberwal nazwaną od wynalezcy swego (*f*) pokazuie *Obraz: 24.* gdzie *AB* iest w samey rzeczy drąg pierwszego gatunku, ktory się wspiéra na podporze *C*, y wkoło niey ruszać się mogą iego dwa końce. Lecz za naymnieyszym ich wzruszeniem, zaraz się też ruszać musi pręt *FH*, iako z pierwszym złączony, ktory iest wsparty na podporze *H*, y wyraża drąg drugiego gatunku. Te dwa drągi podzielone są na ròwne części. Używanie tey wagi iest takie: zawiesza się miseczka próżna w mieyscu *L* y ciężarek *D* utrzymuie tak onę iako

(*f*) Journaux des Savans l' Année 1666.

iako y pręty w rowności wagi. Potym naładowawszy towarem miseczkę, iawna iest, że małym ciężarkiem *M* pomykanym po pręcie *CB*, mogę ważyć bardzo wielkie towary, zawieszone na *L*, á waga mało co mieysca zastąpi. Gdyż daymy, że *CM* iest na 10 części takich, iakich *AC* zamyka tylko iednę. Także *FL* iest ⊐ 10. *HL* ⊐ 1. Gdyby siła *M* używała tylko drąga *FH* w ten czas 1 funt siły mógłby utrzymać 10 funtów na *L*, gdyż takby się miała siła do ciężaru na *L*, iako *HL* ⊐ 1 do *FL*, ⊐ 10. Już tedy przez pierwszy drąg *FH*, siła powiększona iest 10 razy, lecz gdy zażywa drąga wyższego *AB*, znowu się powiększa 10 razy, gdyż tak się ma y tu do ciężaru, iako *AC* ⊐ 1 do *CM* ⊐ 10; więc iuż wyrównać może 100 funtòm. Zaczym w tey wadze 1 funtem łatwo można zważyć 100 funtów, y owszem ieszcze więcey daleko, odemknąwszy daley od podpory ciężarek *M*. Gdyż do uczynienia ròwności wagi, zawsze będzie się miał ciężarek *M*, do towaru na *L*, tak, iako *HL* rozmnożona przez *AC*, do *FL* rozmnożoney przez *CM*. Takiey wagi naywięcey zażywaią do ważenia dział, mozdzierzy, kotwic okrętowych, dzwonòw, gdyż może być dość gruntowna y zmocniona przez szyny żelaza, ktore ią poprzeg zbiiaią y utrzymuią.

Trzeci sposób ważenia iest prawie naywygodnieyszy do codziennego używania, gdyż wagę taką (ktora ze wszystkim nie będzie dłuż-

ſza nad 3 lub 4 cale y nie ſzérſza na pòł cala) może każdy nosić przy ſobie w kieſzeni, á ſłuży łatwo do zważenia rzeczy od 1 aż do 40 funtów. Jeſt to w ſamey rzeczy rurka *A B* (*w Obraz: 25*) z mosiądzu lub ſrebra dęta, cała tak zamknięta, iak tu pokazuie Obrazek w niżſzym końcu; lubo tu więcey otwartey ieſt dla widzenia y poznania wewnętrznego iey ułożenia, obydwa iey końce także ſą zamknięte. Przez śrzodek rurki idzie wzdłuż pręt czworo graniaſty *E,F,G*, ktory u niżſzego końca *G* złączony ieſt z dròtem ſtalowym mocno hartowńym, *abcG*, y okręcanym w koło pręta *EFG* aż do góry, gdzie ſię łączy nie z prętem, ále z górnym dnem *AD*. Ten dròt że ieſt bardzo uciśniony w rurce, przez ſprzężyſtość ſwoię uſiłuie ſię rozſzérzać, y naciſka ròwno na gòrne y dolne dno, tak dalece, że pręt *EFG* muſi być cały w rurce. Lecz uiąwſzy u góry za hak *L*, y zawieſiwſzy u dolnego haku 1 funt, ten ciężar pociągnie rurkę na dòł cokolwiek, y pręta wnętrznego *EFG* pokaże ſię iaka część u gory, na ktorey znaczyć ſię zwykła liczba 1. Potym na haku dolnym wieſzaią ſię 2 funty, ktore ieſzoze daley na dół pociągną rurki, y pręta u gory więcey ſię pokaże, na ktorym znaczą ſię dwa, y tak zawſze poſtępuiąc, coraz większe ciężary zawieſzaiąc, á znacząc zawſze na pręcie wychodzącym z rurki w tym mieyſcu, gdzie ſię iey dotyka, liczbę funtów u haczyka dolnego zawieſzonych, będzie waga gotowa.

Kto-

Ktorey używanie ſamo ſię doſyć wydaie, trzymaiąc ią bowiem za hak gòrny, á zawieſiwſzy u dolnego iaki towar, do ktorey liczby pręta odciągnie rurkę ciężarem ſwoim, ta liczba będzie znaczyć funty towaru. Naywiększa doſkonałość tey wagi pochodzi od zahartowania dobrego ſprężyny, żeby ſię rozciągała y natężała według mocy ciężaru. Dla czego, y dròt tym grubſzy być powinien, im większe ciężary maią ſię ważyć. A nadewſzyſtko przeſtrzegać należy, aby ſię rzdza na niego nie puśeiła, ktora umnieyſza znacznie mocy ſprzężyſtości.

PO-

POSIEDZENIE XIV.

O używaniu krążków w różnych Silniach,

ZE wszystkich sposobów, ktorych przemysł ludzki zażywa na podniesienie w górę ciężarów, żaden nie iest tak powszechny, nie iest tak łatwy, iako przez krążki (*Trochlea, la Poulie*) ktore nic innego nie są tylko talerzyki grube, płaskie, (*w Obraz: 26.*) z drewna lub iakiego kruszcu robione, wielce ruchome w koło środka *B*, przez ktory przechodzi oś osadzona w klubie *A*. Krążki są wydrążone w koło na kształt korytka, w ktore się wkłada lina lub łańcuch obtaczaiący krążek, żeby się ani ta, ani ten nie zmykał po krążku. Wydrąża się korytko często nie okrągło, ale cokolwiek spiczasto, áby ciaśnieysze mieysce, y coraz większe tarcie liny o krążek zatrzymywało ią. Albo też kolcami małemi nabiiaią korytko, na ktorych się lina lub łańcuch opiéra. Oś *B*, w koło ktorey obroty swoie czyni krążek, ma bydź bardzo gładka y okrągła, y z odmiennego kruszcu zrobiona, ponieważ Doświadczenie nauczyło, że łatwiey się niszczy, żelazo naprzykład, trz z tarcie o drugie żelazo, mosiądz o mosiądz, niżeli o inny kruszec. Dla teyże przyczyny, mieysce w klubie, na ktorym się oś krążka osadza,

y w

y w nim się czałem obraca, razem z krążkiem, powinno bydź twardym iakim kruszcem oprawione.

Dwoiako bowiem może się krążek obracać, albo tak, że do kluby będzie oś przytwierdzona, y krążek wolno y przestrono na osi swoiey osadzony wkoło niey spoczywaiącey y nie ruchomey sam się tylko obraca; iako częściey bywa; álbo: że oś przytwierdzona do krążka, nie do kluby, razem z krążkiem obraca się w niey umyślnie na to przedziurawioney po obydwóch stronach w mieyscu *B*; co daleko lepiey, gdyż tarcie mnieysze iest, bo mnieysze wierzchy dotykaią się niżeli w pierwszym razie, gdy krążek na osi swoiey przestrono iest osadzony y w obrocie, iey cały się dotyka.

Lecz iakożkolwiek się krążek obracać będzie, może bydź znowu dwoiako zażyty, albo tak, że kluba iego *A* będzie zawieszona na iakim haku, lub przytwierdzona tak, że zawsze w iednym mieyscu zostawać będzie, y w ten czas nazywa się krążek stały, nie ruchomy iako *w Obraz: 26*; albo tak, że sam krążek razem z ciężarem u niego zawieszonym do góry się podnosi, y w ten czas nazywa się krążek ruchomy iako *w Obraz: 27*. Pierwszym sposobem zażyty krążek nic innego nie iest, tylko drąg pierwszego gatunku o iednakowo długich bokach; A ztąd idzie *naypierwey*, że dwie siły równe do nich przyłożone są w równości wagi zawsze, iakąkolwiek drogą obydwie moc

swoię wywierać będą. *Powtóre* z dwóch sił równych, ta się mocnieyszą stale, ktora się bardziey oddala od podpory, y większey wyrownać może mnieysza, ieżeli iest bardziey oddalona od podpory niżeli większa. *Potrzecie*, podpora w krążku obciążona iest zbiorem ciężaru obydwóch sił, y jmocowanie iey, albo iest równoległe mocowaniu sił, albo dąży tam, gdzie się obydwie siły schodzą. Te trzy prawdy utwierdzą się przez następuiące Doświadczenia.

Doświadczenie I.

W Obraz: 28. Tabl: 2. są dwa słupki równe w górę idące, na iednym z nich osadzony iest krążek mosiężny *AB* wielce ruchomy, á na drugim drąg *ED* z zakrzywionemi bokami, ktory się także może obracać wkoło swoiey podpory. Położywszy naypierwey sznurek na krążku *AB*, przy obydwóch sznurka końcach zawiesić trzeba ciężary rowne P, R, ktore w tym razie drogami rownoległemi sobie y prostopadłemi ku ziemi A P, B R, moc swoię wywieraią. Potym zawiesiwszy sznurek inny przy końcu D drąga zakrzywionego; przenoszę tam ciężar *R*, u drugiego zaś końca drąga *E*, zawieszam sznurek *FE* od krążka idący. Nakoniec wrociwszy ciężar *R* na pierwsze mieysce, y obróciwszy drąg zakrzywiony tak, żeby iego koniec D przypadał na *d*, koniec *E* na *e*, przenoszę ciężar P na *p*, á sznurek od krążka idący zawieszam na *e*.

Sku-

Skutek.

W Każdym z tych trzech położeniu, obydwa ciężary są w równości wagi, nie tylko w ten czas, kiedy obydwa mocowanie czynią prosto z góry na dół, ale też kiedy ieden prosto z góry, á drugi poziemnie ciągnie iako *FE*, lub *e*, czyli to sznurek iednę tylko ćwierć krążka obeymuie, iako *AF*, czyli trzy ćwierci, iako *BF*, *FA*, *Ae*.

Wyłożenie przyczyn.

R Zuciwszy tylko okiem na krążek *AB*, łatwo w nim postrzegać zgromadzenie nieiakie drągów pierwszego gatunku, maiących wspolną podporę w środku *o*, ktora każdego z nich przedziela na dwa boki równe. W pierwszym tedy razie, kiedy ciężary P, R, ciągną prosto z góry na dół obydwa końce sznurka z ciężarami osadzonego na krążku, są to dwie siły przyłożone do iednego z wielu drąga, *AB* z obydwóch stron, muszą więc bydź w równości wagi, gdyż obydwa są rowno ciężkie, y obydwa w iednákowey odległości od podpory *Ao*, *Bo*, y obydwa iednakowo prosto z góry na dół ciągną drąg przez drogi rownoległe A P, B R, więc maią iednakowe siły.

Dla tychże samych przyczyn w drugim razie równość wagi nie ustaie, gdyż kiedy ciężar *R* wisi od *D*, á ciężar *P* od *A*, te dwie siły maią w samym krążku drąg zakrzywiony *Ao F*, ktorego boki *o A*, *o F* są równe, ciężar *R* wła-

dnie bokiem *o F*, przez drogę E F prostopadłą na bok *o F*, á zatym w naylepszym położeniu; ciężar P władnie bokiem *o A*, przez drogę A P prostopadłą na bok *o* A, á zatym także w naylepszym położeniu, więc nie masz tu żadney różnicy od pierwszego razu, tylko: że tam był prosty drąg *A B*, á tu zakrzywiony *A o F*. Lecz pokazaliśmy iuż wyżey na karcie 120, że drąg zakrzywiony, też same skutki czyni co y prosty.

Podobnież y w trzecim razie, kiedy ciężar P wisi od *d*, á ciężar R od B, obydwa władną innym iuż drągiem zakrzywionym *B o e*, lecz równym cale przeszłemu, y w naylepszym także obydwie są położeniu względem boków drąga *C B*, *C G*, gdyż ciężar *p* ciągnie przez drogę równoległą poziemney *F E*, lecz nisko położoną, y prostopadłą także do boku *F o* ciężar *R* ciągnie przez drogę *B R* prostopadłą także do boku *o B*, á zatym siły ich muszą być ze wszystkim równe. Zkąd się pokazuie na oko pierwsza wzwyż założona prawda, że w krążku nie ruchomym dwie siły równe przyłożone do niego są w równości wagi zawsze, iakąkolwiek drogą moc swoię wywieraią.

Taki więc krążek nie ruchomy, bynaymniey nie przymnaża y nie wzmacnia siły, gdyż widziemy z tego doświadczenia, że iak wielki iest ciężar *R*, tak wielki też iest y ciężar P, ponieważ zawsze równo długiemi, końcami drąga władną, y w równey odległości są od podpory, więc kiedy się utrzymuią w równości wagi,

gi, muszą bydź sobie równe. Jeżeli tedy do samego utrzymania ciężaru przez taki krążek, trzeba siły ciężarowi równey, dopieroż do podniesienia go, trzeba siły od niego większey.

Lecz chociaż siła ciągnąca nie odbiera od krążka nie ruchomego żadnego powiększenia, ma iednak z niego wieloraką pomoc. *Naypierwey*, że przez niego ułatwia się mocowanie ręki, którey wygodniey iest daleko na dół, niż do góry ciągnąć. Bez takiego bowiem krążka musiałaby ręka (*w Obraz: 26.*) do gory ciągnąć powrozem ciężar *R*, przez drogę *R C* z wielką trudnością, á z krążkiem ciągnie tylko na dół powroz, á tym samym ciężar do góry idzie.

Powtóre, takim krążkiem nie tyle mocy potrzeba. Bo gdybyśmy bez niego chcieli podnieść z ziemi bryłę iaką, nie tylkoby samę bryłę dzwigać y utrymywać w górze przyszło, ale też y ciężar własnych naszych rąk przez żywsze natężenie chrząstek. Zaś gdy przez krążek ciągniemy, rąk nam wznosić do góry nie trzeba; y owszem spuszczaiąc ie zawsze na dół gdzie same dążą, ich własny ciężar pomaga nam do łatwieyszego podnoszenia bryły.

Potrzecie, przez krążek ciągnąc, można do siły swoiey wrodzoney przydać y cały ciężar ciała swoiego, wieszaiąc się całym sobą u powroza.

Poczwarte, powroz się nie tak opiera, nie tak trze y psuie, gdy na krążku ruchomym y gładkim prędko się zmyka.

Popiąte, krążek taki, bardzo wygodny iest do odmiany drogi ciągnienia. Jeżeli siła iaka iedną drogą mocniey może ciągnąć niż drugą, człowiek naprzykład mocniey na dół niż do góry, zażywa krążka, żeby naywiększą siłę swoię wywierał. Także, bez takich krążkow nie możnaby do podnoszenia w górę ciężarow, zażywać tych sił, ktore nie mogą żadnego mocowania czynić z góry na dół, ale tylko w prost poziemnie, iako: konie, woły, y inne zwierzęta, á kiedy przez krążek przydany *B*, powroz będzie tak obrócony, iak *w Obraz: 29*, y koń ciągnąc w prost sznur drogą *B C*, może podnosić do góry ciężar.

Przez tęż samę odmianę drogi, wielkiego niebespieczeństwa unikaią ciągnący robotnicy. Gdy bowiem ciężar do wielkiey wysokości się podnosi od ludzi ciągnących powroz drogą *A B* (*w Obraz: 29.*) wprost z gory na dół, wielu ich maią ciężar prawie nad głowami swemi, gdyby więc przypadkiem powroz *D E* się zerwał, nie uszliby przywalenia od ciężaru y pewney śmierci. Ale kiedy przez krążek przydany *B* droga *A B*, przemieni się na poziemną *B C*, tą drogą ciągnący ludzie są bespieczni, chociażby cały ciężar *E* na ziemię upadł. A lubo y drągi zakrzywione mogą odmienić drogę ciągnienia, iakośmy mowili na karcie 120. iednak krążek w tym iest lepszy, że można przez niego dłużey wciąż ciągnąć nie ustaiąc. gdyż siła nie ma w nim tak krotkich granic do przebieżenia, iako w drą-

drągu zakrzywionym, w nim bowiem naydaley może poyść (*w Obraz: 49. Tabl: 1.*) z mieysca *I*, na *i*, krążkiem zaś ciągnąca siła może kilkanaście łokci przechodzić. Potym, że w krążku iak z początku, tak przez całą robotę siły iednakową drogą moc swoię wywieraią iako widać z *Obraz: 26, Tabl: 2.* w drągu zaś zakrzywionym, że przeciwnie się dzieie, sam *Obrazek 49. Tabl: 1* pokazuie.

A nadewszystko wydaie się dzielność krążka w tym, że ponieważ (iakośmy mowili) składa się z wielu drągow pierwszego gatunku, iakokolwiek więc siła przyłożona do niego będzie, czyli prosto, czyli z ukosa, zawsze iey mocowanie, y droga będzie prostopadła (*perpendicularis*) na ktorykolwiek z tych drągow, á przez to samo (iako się wyżey o drągu powiedziało) zawsze będzie siła w naywygodnieyszym położeniu względem drąga, y całym swoim natężeniem robić może. Wiele tedy pomaga krążek nie ruchomy, chociaż nie powiększa siły, lecz równey wyciąga ciężarowi. Poydźmy teraz do drugiey wyżey założoney prawdy.

Doświadczenie II.

NA słupku mosiężnym *w Obraz: 30 Tabl: 2.* osadzone są 3 krążki *l, g, f*, ztwierdzone z sobą, y razem się obracaiące wkoło spolnego środka *i*. Szérokość naymnieyszey iest na 1 cal, drugiey na 4, trzeciey na 6 calow, przy każdey są sznurki 7 haczykami do zawieszenia ciężarow.

Nay-

Naypierwey na naymnieyszey po obydwòch ſtronach wieſzam po 6 łótòw ciężaru, potym odeymuię ciężar z iedney ſtrony *B*, á wieſzam naypierwey na *C* u większego krążka, potym na *D* ieſzcze u większego, ciężar taki, ktoryby był w rònowności wagi z ciężarem 6 łòtòw wiſzącym w mieyſcu *A*.

Skutek.

Kiedy ciężary ſą na *A* y na *B*, 6 łòtów z iedney ſtrony ſą w równości wagi z ſześcią łótami z drugiey. Lecz gdy odeymę 6 łòtów z mieyſca B, półtora łòta zawieſzonego na C, trzymą ſię w rownosci wagi z ſześcią łótami na *A*. Gdy znowu y od *C* odeymę, toż ſamo czyni na D 1 łòt.

Wyłożenie Przyczyn.

POki ſiły dwie w mieyſcach *A*, *B* rownodługiemi końcami drąga władną, *ih*, *il*, póty maią iednakową chyżość, więc żeby były ze wſzyſtkim równe, muſzą mieć y iednakową bryłę co do ciężaru obydwię. Jeżeli tedy bryła *A* ieſt 6 łòtów, muſi także do utrzymania rònowności wagi y bryła *B* bydź 6 łòtów. Lecz kiedy *i g* odległość od podpory, y chyżość bryły *C*, ieſt 4 razy większa niż *i h* odległość bryły *A*, ciężar także bryły *A* 4 razy większy, to ieſt 6 łotow, muſi bydź utrzymany od ciężaru bryły *C*, cztery razy mnieyſzego. Dla teyże ſamey przyczyny ciężar

D ⊐ 1

D ⊐ 1 łòt będąc w oddaleniu 6 razy większym od podpory niż A, utrzymuie 6 razy większy ciężar na *A*.

Ponieważ zaś krążek, z wielu złożony mnieyſzych y większych (iaki był w tym Doświadczeniu) może zrównać ciężary y ſiły bardzo między ſobą nie rònne iakośmy widzieli, że zròwnał 1 łót z ſześcią łótami; to ſamo otwiéra nam ſpoſòb na utrzymanie w rònowności dwóch ſił, ktore nie trwaią ſtatecznie w iednym ſtanie, lecz im dłużey moc ſwoię wywieraią, tym bardziey iedna ſłabieie, á druga ſię natęża. Doſyćby na to, zamiaſt wielu krążków razem złączonych (iako w tym Doświadczeniu) zrobić ieden, ktoryby coraz wyżey był zakręcony na kſztałt ślimaka, y z gòry do dołu co raz bardziey oddalał ſię od ſwego śrzodka, y rozſzerzał w należytym pomiarkowaniu.

Toć ieſt, co widziemy w zegarach, ktore mocą ſprężyny obroty ſwoie czynią, przy ſłupku ſpiczaſtym *B A* (*w Obraz: 31. Tabl:* 2.) ieſt wałek rowny dęty wewnątrz, (ktory tu otwarty ieſt, żeby widzieć lepiey całą ſztukę) ten zamyka w ſobie ſprężynę *S*, do niey przytwierdzony ieſt ieden koniec łańcuſzka, á drugi przytwierdzony ieſt w mieyſcu *E*, kiedy więc kluczyk kładziemy na B, żeby nakręcić zegarek, cały łańcuſzek odkręca ſię z wałka, á okręca ſię w koło ſłupka ſpiczaſtego *EFOLK*; w tymże czaſie y ſprężyna *S* złączona z łańcuſzkiem, muſi ſię w kupę zwiiać y ściſkać. Lecz przez ſprę-

żyłość swoię usiłuiąc się rozszérzyć, rozpiera wałek, popycha mocno, że się ten wkoło obracać musi, ciągnąć do siebie łańcuszek, y swym obrotem odwiiać go z spiczastego słupka, á w koło siebie obwiiać. Gdy się odwiia z słupka łańcuszek ciągniony wkoło od wałka, y słup spiczasty w koło się obracać musi, bo go łańcuszek, przed tym obwinięty na nim, za sobą ciągnie, y co raz pomyka w tę stronę, w którą ią może słupek ruszać. A że nie może się ruszać w prost przed się, bo iest w mieyscu przytwierdzony, á może się ruszać w koło swoiey osi *A B*, bo na niey iest wolno y przestrono osadzony, więc łańcuszek ciągniony od wałka, odwiiaiąc się z słupka, obraca go w koło. A z słupkiem obracać się musi, y kółko zębate ktore iest środkiem swoim osadzone na *A*. To kółko obraca krążek bliski zębaty, z sobą się ztykaiący, ktory znowu obraca inne kółka dalsze, y tym sposobem od iedney sprężyny *S*, poruszone wszystkie kółka, w zegarze się obracaią. Ale ieżeli sobie przywiedziemy na pamięć, cośmy mówili w Księdze pierwszey, w Posiedzeniu 7 na karcie 238, że im bardziey sprężyna moc swoię wywiera, tym bardziey tey mocy ubywa; Więc z początku sprężyna *S* rozwiiaiąc się mocniey, ciągnie także mocniey łańcuszek niż na końcu; przez co y słupek y wałek y wszystkie kółka prędzeyby się obracać musiały zaraz po nakręceniu zegarka, niżeli potym; przeto y igiełki skazuiące biegiem swoim godzi-

godziny na tarczy, prędzeyby ią przebiegały z początku niż potym; y godziny byłyby krótsze z początku, niż potym.

Trzeba więc było na zabieżenie temu, aby z początku, gdy siła sprężystości naywiększa iest, sprężyna *S* ciągnęła łańcuszek z mieysca *L*, to iest z mieysca bliższego od podpory czyli od osi *B A*. Gdy siła iest iuż mnieysza, áby ciągnęła z mieysca *O* dalszego od osi *B A*; gdy iest ieszcze mnieysza, áby ciągnęła z mieysca *E*, ieszcze dalszego od podpory, y tak zawsze co raz z dalszego mieysca ciągnąć, áby sobie nadgradzała chyżością; to iest: co raz dalszą odległością od podpory, umnieyszenie co raz większe sprężystości. Przez co zawsze iest równo siła, zawsze równym natężeniem porusza wszystkie kółka, zawsze obrotem ich wymierza iednakowe godziny. Bo chociaż iey sprężystości co raz ubywa, ale iey na to mieysce chyżości co raz przybywa.

Y dla tey to przyczyny obkręca się łańcuszek w zegarkach nie na słupku równym, ale na spiczastym z różnych krążków *K L*, *F O*, *E C*, wiiących się co raz węższey w koło do góry, ułożonym, aby się słupek na dół co raz rozszerzał w takiey mierze, w iakiey moc sprężystości co raz się umnieysza. Jeżeli naprzykład sprężystość z początku, iest tak tęga że wyrównać może ciężarowi 1 funta, á na końcu tak słaba, że tylko wyrowna 8 łotom, czyli czwartey części funta, potrzeba áby szerokość kół-

ka *C*, ktorym władnie siła na końcu, była 4 razy większa od szerokości kołka, ktorym władnie na początku. Cała sztuka zawisła na tym, aby nie chybić miary tey, ktorey pewnych ustaw przepisać nie można. Y naydoskonalsi Zegarmistrze w każdym prawie zegarku muszą z poprzedzaiącego Doświadczenia biegu iego, tę miarę stanowić, co pochodzi ztąd, że blaszki stalowe w całey swoiey długości nie iednako są giętkie, y nie iednako sprężyste. A z tego wszystkiego powszechnie wnieść można założoną wyżey drugą prawdę, że w krążkach nie ruchomych siła tym bardziey się powiększa, im bardziey się oddala od podpory, y większey wyrównać może mnieysza, ieżeli iest bardziey oddalona od podpory niż większa. Zostaie nam doświadczyć ieszcze trzeciey prawdy.

Doświadczenie III.

W dwóch małych obrączkach mosiężnych osadzony iest, y zawieszony krążek przywiększy *AB* osią swoią (*w Obraz: 32.*) od tych obrączek idą sznurki po obydwóch stronach, ktore przechodzą przez krążki pomnieysze *b*, *c*, na słupku rosochatym przytwierdzone. U sznurków zawieszaią się ciężary *D*, *E*, także przez wielki krążek *AB* przechodzi sznurek, u ktorego obydwóch końców wiszą ciężary równe *F*, *G*. Przez to ułożenie krążek *AB* może się dwoiako ruszać, naypierwey zwyczaynie obracać

cać się w koło swoiey osi, powtóre z osią razem spuszczać się na dół, gdy ciężary *D*, *E* nie wystarczaią na utrzymanie go, przyciśnionego od ciężarów *F*, *G*.

Skutek.

Ciężary równe *F*, *G*, więcey trochę ważą, niż ciężary *D*, *E* z krążkiem *BA* razem wzięte; więc kiedy ciężary *FG*, prosto ciągną na dół drąg *AB*, krążek *AB* spuszcza się na dół prawie na 2 cale, lecz gdy sznurek z ciężarem *G* przełożony będzie na iaki inny poboczny krążek, naprzykład w mieyscu *M*, albo od ręki w tym mieyscu ciągniony będzie, że nie prosto, ale z ukosa drogą krzywą *H M* póydzie, w ten czas krążek *A B* podnosi się do góry.

Wyłożenie przyczyn.

Kiedy ciężary *FG* prostemi drogami *AF*, *BG*, ciągną, w ten czas (iakośmy wyżey pokazali) są w naylepszym położeniu względem *AB*, to iest tey części krążka, ktora tu sprawuie urząd drąga pierwszego gatunku. Zaczym w tym razie podpora dzwigać musi zbiór obydwóch ciężarów iako się mówiło na karcie 129. Że zaś tu oś osadzona w obrączkach wyraża podporę, więc oś uciska się z góry na dół obiema ciężarami *F*, *G*, y prócz tego, ciężarem całego krążka *AB*. A lubo dwa ciężary *D*, *E*, opieraią się temu uciśnieniu na dół, bo raczey do góry ciągną krążek *AB*; lecz że są słabsze, nie

mogą przemoc ciężarów *F*,*G*, y dla tego za ich uciśnieniem, krążek iść musi na dół, iako Doświadczenie pokazuie.

Jak prędko zaś siła iedna *G*, nie prosto, lecz z ukosa ciągnie drogą *H M*, zaraz przemagaią ciężary *D*, *E*, y krążek *A B* się podnosi, gdyż w ten czas podpory przyciskanie na dół czyni się drogą *H K*, gdzie się schodzą drogi ciężarów *F*,*G*, na dół ią ciągnących. Ta droga *H K*, iest wielce nakłoniona do drogi ciężarów *D*,*E*, temu przyciskaniu przeciwnych, á tym samym gdy siła *H K* przyciskaiąca na dół, iest bardzo w niewygodnym położeniu, á siła odpór czyniąca, czyli ciągnąca do góry, (ktora się tu wyraża przez ciężary *D*, *E*,) iest w naywygodnieyszym położeniu, ta przemagać musi, y krążek *A B* podnosić do gory. Ztąd widziemy, że mocowanie podpory, czyni się tą drogą, w ktorey się obydwie siły przyciskaiące na dół schodzą, iako tu się schodzą w mieyscu *H*.

A z tego Doświadczenia mamy wielkie oświécenie w używaniu krążka. Można bowiem wiedzieć z niego, iak wielki ciężar oś dźwigać musi; á to wiedząc, łatwo iey opatrzyć grubość y gruntowność przyzwoitą, żeby się albo zbyt cienka: pod ciężarem nie złamała, albo zbyt gruba: większemu tarciu nie podlegała. Kluba także, w ktorey się krążek osadza, powinna bydź albo zawieszona mocno, albo przytwierdzona do nie wzruszoney bryły, gdyż ta musi ponosić wszystkie mocowania, ktore oś uci-

uciskaią. Na koniec im większy iest krążek, ktorego zażywamy, tym łatwiey się powróz po nim zmyka, y dłużey służyć może, gdyż się nie tak łamie y zgina, á zatym nie tak bardzo trze, iakby się tarł y giął na mnieyszym krązku.

Y toć iest używanie krążka stałego czyli nie ruchomego, ktory zawsze nam wystawia drąg pierwszego gatunku, y iego prawami się rządzi, iakośmy widzieli. Co zaś do ruchomego krążka należy (*w Obraz*: 27.) ten wyraża na sobie drąg drugiego gatunku, gdzie podpora iest hak czyli gwóźdź *a* lub *g*; trzymaiący przywiązany ieden koniec sznura *a b*, lub *g m*, odporem iest ciężar *R*, zawieszony u kluby pod krążkiem, siłą wzruszaiącą iest ręka; ktora z mieysca *d* lub *P* ciągnąc sznur, ciągnie do góry razem krążek z ciężarem *R*.

Ponieważ zaś podpora będąc na *a*, lub na *g*, tak moc swoię wywiera, iak gdyby była na *b* lub na *m*, gdyż w tych mieyscach sznur od podpory, to iest: od gwoździa lub haka ciągniony, krążka się dotyka; więc podporę możemy uważać w mieyscach *b*, *m*, co na iedno wyniesie, chociaż iest w samey rzeczy w mieyscach *a*, *g*. Y dla teyże przyczyny siłę wzruszaiącą możemy uważać w mieyscach *e*, *l*, choć iest w samey rzeczy w mieyscach *d*, *P*, á ztąd widzieć można, że y odpór *R* znayduie się w środku zawieszony, albo u drąga *e b*, w mieyscu *C*, albo u drąga *l*, *m*, w mieyscu *h*, zawsze między podporą y siłą wzruszaiącą. A zatym iest to drąg

dru-

drugiego gatunku, w ktorym że y krążek z odporem *R* razem się podnosi od siły, więc y sam ciężar krążka trzeba zawsze z strony odporu rachować y do niego przydawać.

Albo tedy mocowania y drogi siły y odporu są sobie rownoległe iako: *Ci*, *de*, albo są do siebie nakłonione, iako: *Ci*, *PK*? w pierwszym przypadku; siła wzrusząiąca może utrzymać ciężar *R* dwa razy większy od siebie, w drugim iuż tyle utrzymać nie może, y podpora tam mocowanie swoie kieruie na *k*, gdzie się schodzą obydwie siły, iako nam tego iest łatwo doświadczyć.

Doświadczenie IV.

Z podstawka *G* wychodzą dwa boki u góry na krzyż maiące szpary *A*, *B*, w ktorych kołki mosiężne mogą się posuwać y odsuwać od siebie, (*w Obraz*: 33.) Przy pierwszym kołku *A* uwiązawszy sznurek, y obtoczywszy go w koło krążka z ciężarem *R*, drugi koniec sznurka wieszam u pręta szali zaczepioney wolno na kołku *B*, y tak przysuwam do siebie kołki, aby dwa końce sznurka wyciągnione były sobie rownoległe, co gdy się stanie, na drugiey stronie szali *F*, wieszam ciężar iakiego potrzeba będzie do rowności wagi. Potym odsunąwszy kołki *A*, *B* od siebie, aby końce sznurka były ku sobie nakłonione, wieszam ciężar inny na stronie szali *F* iakiego rowność wagi wyciągać będzie.

Sku-

Skutek

GDy ciężar *R* z krążkiem 8 łotow ważą, aby była rowność wagi, trzeba tylko na *F* 4 łoty w pierwszym razie, kiedy sznurki są rownoległe. Lecz iak prędko będą do siebie tak nakłonione iako *P l*, *g m*, (*w Obraz:* 27.) trzeba na *F* przydać cokolwiek do czterech łotow.

Wyłożenie przyczyn.

KIedy podpora iest utwierdzona w mieyscu *A*, ładunek szali H L (ciągnący końcem H ciężar R z krążkiem) wyraża tu siłę wzrusząiącą; ciężar R z krążkiem wyraża siłę odpór czyniącą. Kiedy więc te dwie siły rownoległemi drogami mocowanie przeciwko sobie czynią, to iest: drogami *de*, *hi*, (*w Obraz:* 27.) w samey rzeczy władną drągiem *e b*, á że siła wzrusząiąca *d* dwa razy bardziey iest odległa od podpory *b*, niż odpór *R*, gdyż iego odległość iest tylko *Cb*, siły zaś wzrusząiącey odległość iest *eb* dwa razy większa niż *cb*, więc siła w tym położeniu, 8 łotow, to iest: dwa razy większy od siebie ciężar dzwiga iako Doświadczenie pokazało.

Lecz iak prędko siły cokolwiek z ukosa ciągną, naprzykład drogami *g m*, *P l*, w ten czas władną innym drągiem *l m*; y lubo odległość od podpory siły wzrusząiącey iest *l m*, dwa razy większa niż *h m* odległość odporu, iednakze odpor ciągnie w prostym y naywygodnieyszym

położeniu *i CR*, zaś siła ciągnie z ukosa, drogą *PL*, y mocowanie iey nakłania się z ukosa do mocowania odporu, przeto (iakośmy mówili na karcie 108) siła tak nie wygodnie ciągnąca nie może dokazać tyle, ile przedtym, gdy prosto ciągnęła. Jeżeli tedy w ten czas czterema łotami swoiey bryły udźwignęła 8 łòtòw odporu, teraz iuż udźwignąć nie może, trzeba iey coś więcey dodać do czterech łòtòw.

Nakoniec, w pierwszym przypadku kiedy siły prosto rownolegle ciągną, y podpora także rownoległą im drogą *a b* mocowanie swoie wydaie, bo wedle kierowania tey drogi obydwie ią ciągną. Lecz gdy siła wzruszaiąca ciągnie drogą *Pl*, krążek nie będąc tak z tey strony utrzymany iak przedtym, obroci się cokolwiek ku mieyscu *l*, y odstąpi tak daleko od sznurka z strony podpory *a*, czyli *b*, iak daleko był od siły odstąpiony z mieysca *c*, ku *l*. A tym samym (iako oko sądzi z widzenia obrazka 27) mocowania podpory y siły muszą się schodzić na tę drogę przez ktorą dąży odpòr.

Ponieważ zaś w pierwszym razie trzeba było tylko na szali 4 łótòw, na utrzymanie 8 łòtòw na *R* (*w Obraz: 33.*) więc choćby zamiast szali ładowney *H L*, ręka przy *H* ciągnęła sznurek, większeyby siły nie potrzebowała na utrzymanie ciężaru R z krążkiem, iako siły rowney czterem łòtóm, lecz wiemy z Doświadczenia, że ręce ciężko iest do gòry ciągnąć, więc dla wygody ciągnącey siły, można w gòrze przydać krążek nie ruchomy *F*, lub *f* (*w Obraz: 34.*)

34) y sznurek *H* przez niego przewlec, á tak ręka z gòry na dòł wygodnie ciągnąc y wywieraiąc tylko siłę czterech łòtòw, utrzyma zawsze 8 łòtòw na *R*.

Y owszem gdyby ieszcze sznurek idący od *f*, lub *F* przewleczony był przez krążek nowy ruchomy N O, (*w Obraz: 35.*) ten podobny całe pierwszemu ruchomemu, wyraża także drąg drugiego gatunku, gdzie siła O (ktora rowna była czterem łòtòm) iest dwa razy bardziey oddalona od podpory N, niżeli odpòr *R*, zaczym połowa tylko tey siły, to iest 2 łòty na O, wystarcza na utrzymanie odporu 8 łòtòw na R, á dla większey łatwości w ciągnieniu z gòry na dòł, można przydać w gòrze drugi krążek nie ruchomy *Z*, aby sznurek od O przez niego przechodził y ręka na dół ciągnęła tak, iako widać *w Obrazku 35.*

Dla łatwieyszego więc używania krążkòw, wszystkie ruchome czyli te, ktore się razem z ciężarem podnoszą, zwykły się osadzać w iednę klubę, y wszystkie nie ruchome w drugą, iako widać z tegoż Obrazka, zawieśiwszy tedy na haku mocnym klubę nie ruchomą, pierwszy koniec sznurka, zamiast bydź przytwierdzony gwoździem do ściany na *S*, może być przywiązany do kluby krążkòw nieruchomych u dołu w mieyscu *M*, (*w Obraz: 35*) albo ruchomych na gòrze w mieyscu *i* (*w Obraz: 34.*) y taką silnią nazywamy według liczby krążkòw, albo trzykrążkiem (*Trispastus*) albo czworokrążkiem,

albo powszechnie wielokrążkiem, (*Polispastus, Mouffles*) ktory iest naywygodnieyszy nad wszystkie inne silnie dla tego samego, że mało zastępuie mieysca, łatwo się da przenosić y przewozić, y można przez niego (przydawaiąc według potrzeby y woli, krążków dolnych ruchomych) bardzo małą siłą, bardzo wielkie ciężary zwyciężać; ponieważ (iakośmy widzieli) pierwszy krążek ruchomy, połowę mnieyszey wyciąga siły od ciężaru, drugi znowu ruchomy przydany iuż czwartą częścią mnieyszey wyciąga siły, y tak daley, im więcey krążków ruchomych złączemy, tym mnieyszey siły potrzeba będzie.

Że zaś im więcey iest krążków, tym więcey iest rzędów sznura przez krążki przechodzącego, powszechnie więc ustanowić można, że w używaniu krążków do utrzymania w równości wagi iakiego odporu, ile razy wszystkie sznury przez krążki przechodzące są sobie rownoległe, á siła z góry na dół ciągnie, tak małey potrzeba siły względem odporu, iako iest mała liczba 1, względem liczby wszystkich rzędów sznurów, nie rachuiąc tego ostatniego, ktorego się siła trzyma; to iest: że tak się ma siła do odporu, iako 1, do liczby rzędów sznurków, co następuiące Doświadczenie potwierdza.

Doświadczenie V.

Zawiesiwszy ciężar 6 funtow do wielokrążka *DE*, (*w Obraz: 36*) gdzie w iedney klubie *DE* osadzone są

są 3 krążki *OOO* ruchome, sznurek iednym końcem przywiązany iest do kluby górney *VF*, krążkow nie ruchomych, ktory przechodzi przez wszystkie krążki górne y dolne. Przytwierdzić trzeba, lub zawiesić na haku mocnym klubę gorną *VF*, y dopiero na drugim końcu sznurka zawiesić ciężar *M*, iakiego równość wagi wyciągać będzie.

Skutek.

JEden funt M zawieszony u sznurka, utrzymuie w równości wagi 6 funtow zawieszonych u wielo krążka *OOO*, á ieżeli naymniey do M przydam ciężaru, zaraz 6 funtow z klubą podnoszą się do gory.

Wyłożenie Przyczyn.

PONieważ krążki są równey wielkości, y sznury wszystkie wyciągnione są prosto, y równoległe sobie, wszystkie są w iednakowey odległości od podpory, to iest: od drugiego końca swego krążka, przez ktory każdy z nich przechodzi, ma więc z nich każdy iednakową siłę. Zaczym nie masz przyczyny, dla czegoby ktory z nich bardziey był ciągniony od ciężaru *R*, niż drugi. Równą tedy siłą wszystkie te sznury ciężar *R* wyciąga, á przeto, równo musi bydź na nie podzielony, sznury także wszystkie, dla tey samey przyczyny, równą siłą ciągną ciężar *R*. Więc też równo go między so-

bą dzielą. A że ciężaru iest 6 funtow, y sznurow także iest 6 (gdyż siodmy M iest tylko przydany dla tego z krążkiem górnym *F*, aby siła nie do góry przez *b*, *l*, ale na dół przez *i M* ciągnęła wygodniey) więc im się po iednym funcie dostaie. Zaczym siła iednego funta ciągnąca sznurek *b l*, czyli *i M*, (bo to wszystko iedno) szostą tylko część dzwigą ciężaru *R*, y łatwo iey wystarczyć może. Jeżeli tedy ta siła cokolwiek się powiększy, zaraz podniesie się ciężar do góry. Zkąd oczywiście pokazuie się, że tak się ma siła M, do ciężaru *R*, czyli tak iest mała siła M, względem ciężaru *R* (ktorego przez wielokrążek utrzymuie) iako liczba 1 względem liczby sznurkow ⊐ 6.

Gdyby zaś koniec pierwszy sznurka nie był przywiązany na *V* u kluby nie ruchomey, ale raczey na *O* lub na *D* u kluby ruchomey, w ten czas trzebaby siły ieszcze mnieyszey na *M*, boby było 7 sznurków, iako ie wyrażaią kropki w tymże Obrazku. Więc siła takby mała była względem ciężaru *R*, iako 1 względem 7. Zkąd widziemy, że im więcey będzie sznurków, tym mnieyszey siły potrzeba na udźwignienie ciężaru. Im więcey zaś będzie krążków, tym więcey musi bydź sznurków, bo sznurki obtaczać muszą wszystkie krążki, y tyle ich rzędów iest zawsze, ile krążkow, więc im więcey będzie krążków, tym mnieyszey siły potrzeba. Zaczym siła (ktora, iako się wyżey pokazało, tak iest mała względem ciężaru, iako liczba 1 względem liczby sznurków) będzie tak mała względem ciężaru, iako liczba 1, względem liczby krążków tak górnych, iako y dolnych razem wziętych. To prawo zawsze ma mieysce, iakokolwiek krążki ułożone będą.

Jeżeli tedy mam ciężar iaki do podniesienia naprzykład 2000 funtów, mam wielokrążek (*w Obraz: 37.*) złożony z dwoch krążkow ruchomych, y z trzech nie ruchomych, zawiesiwszy koniec sznurka u kluby ruchomey, widzę że 5 krążków, y pięć sznurów będzie, bo ten ostatni sznurek *f M*, ktorym siła władnie, nigdy nie wchodzi w rachunek, iakośmy wyżey powiedzieli. Więc żebym poznał, iakiey siły potrzeba, nazywam ią x, y czynię to rozłożenie ziemiomierskie, według wyżey daney wiadomości: siła x tak się powinna mieć do odporu 2000, iako liczba 1 do liczby sznurków 5, albo do liczby krążków, piszę tedy x : 2000 :: 1 : 5. Rozmnożywszy więc 2000, przez 1 y rozdzieliwszy przez 5 będzie x ⊐ 400, zkąd poznaię, że w tym wielo-krążku 400 funtami, utrzymać mogę 2000 funtów ciężaru, á gdy do 400 funtów przydam cokolwiek, natychmiast ten ciężar podniosę.

Jeżeli mam siłę wynoszącą na 400 funtów, y ciężar do podniesienia 2000 funtów, á chcę wiedzieć, wiele krążkow y wiele rzędów sznuru bydź musi, nazywam sznury x, y piszę 400 : 2000 : : 1 : x, gdzie rozmnożywszy 2000 przez 1, y rozdzieliwszy przez 400, wynidzie

nidzie z tego podziału x ⊐ 5. Zkąd poznaię że musi bydź pięć krążkow, y rzędow sznuru (nierachuiąc tego ostatniego, ktorym siła ciągnie, bo to iest w samey rzeczy sznur *b l*, w *Obraz: 36* przewleczony tylko przez krążek naywyższy nie ruchomy *F*, ktory nic nie wzmaga siły, iako się rzekło, ale tylko przydany iest, aby nie z dołu do góry przez *b l*, lecz z gòry na dół przez *F M* wygodniey ciągnęła.) Lecz żebym poznał, ile ma bydź dolnych, to iest: ruchomych, wiedzieć potrzeba, że kiedy są do pary: połowa bywa na górze, á połowa na dole; kiedy nie do pary: zawsze iednym więcey krążkiem bywa na gòrze, żeby siła z gòry na dół wygodniey ciągnęła. Zgoła powszechnie ustanowić można, że kiedy koniec pierwszy sznura przywiązany iest u kluby dolney ruchomey; zawsze iednym więcey krążkiem bywa na gòrze.

Także maiąc siłę 400 funtow, liczbę rzędów sznura, czyli krążkow wszystkich 5, ieżeli chcę wiedzieć, iak wielki ciężar można utrzymać, nazywam ciężar x, y piszę 400: x:: 1: 5, gdzie rozmnożywszy 400 przez 5, będzie 2000, ktore rozdzieliwszy przez 1, będzie ⊐ 2000 funtów, ktore utrzymać mogę 400 funtami, á za przydaniem do nich cokolwiek, mogę podnieść 2000 funtòw. Takim tedy sposobem dochodzić mogę zawsze, iaki wielo krążek trzeba kazać zrobić? iak wiele krążkow w nim bydź ma? iak maią bydź ułożone, y iak wielkiey siły zazyć potrzeba na podniesienie iakiego ciężaru?

Gdyby

Gdyby zaś koniec pierwszy sznura był przywiązany u kluby gòrney nieruchomey y żeby siła z góry na dòł wygodniey ciągnęła, toby trzeba do podniesienia tegóż samego ciężaru 2000 funtòw; álbo czterech tylko krążkòw iako widać z *Obraz: 35*, to iest: dwóch dolnych, y dwóch górnych (bo nie może bydź inaksze rozporządzenie sznurów, gdy chcemy, żeby siła z góry na dòł ciągnęła) y w ten czas dalekoby większey siły potrzeba, gdyż x: 2000:: 1: 4 gdzie rozmnożywszy 2000 przez 1, y rozdzieliwszy przez 4, byłaby siła x ⊐ 500 większa niżeli w pierwszym razie, gdzie wynosiła tylko na 400; alboby trzeba sześciu krążkòw iako widać z *Obraz: 38*, to iest: trzech dolnych ruchomych, y trzech górnych nieruchomych, bo chcąc żeby siła z gòry na dòł ciągnęła, samo rozporządzenie sznurów tego wyciąga, y w ten czas ponieważ się przydaie krążek ieden nieruchomy, y ieden rząd sznura, zaczym byłoby x: 2000:: 1: 6, gdzie rozmnożywszy 2000 przez 1, y rozdzieliwszy przez 6, będzie siła x ⊐ więcey trochę niż 333 funtów, Mnieysza więc na ten czas siła ciężarowi wystarczy, ále też za to trzeba więcey krążkòw.

Więc ile razy koniec pierwszy sznura u kluby gòrney nieruchomey się wiąże, zawsze trzeba na podniesienie ciężaru albo więcey krążkòw, albo mniey krążkòw, lecz większey siły, niżeli gdy się wiąże u dolney ruchomey kluby; osobliwie chcąc zawsze, żeby siła z góry na dò

wygodniey ciągnęła, iako to oczywiście pokażuią *Obrazki 35, 37, 38.* Lecz gdziekolwiek koniec sznura uwiązany będzie, w każdym wielokrążku iakokolwiek ułożonym, czyli poziemnie iak *w Obraz: 36.* czyli do góry iak *w Obrazkach 37, 38,* zawsze mogę znaleść y siłę przyzwoitą do ciężaru, y inne wzwyż namienione okoliczności, pamiętaiąc na to, że tak się ma siła do ciężaru, iako 1, do liczby krążków lub sznurów, ktore wszystkie powinny prosto nie z ukosa bydź wyciągnione, żeby w naylepszym położeniu mocowanie czyniły.

Y dla tego wielkość krążków nie bywa iednakowa, ale tak się krążki w wielkości przewyższaią, y tak po stopniach niby idą, iako liczby 1, 2, 3, 4, 5, 6, żeby się sznurki równo prosto odłączały od siebie, gdzie liczby parzyste 2, 4, 6, wyrażaią wielkość krążków górnych nieruchomych, liczby zaś nie parzyste 1, 3, 5, wyrażaią wielkość krążków ruchomych; w nieruchomych krążkach naymnieysze są na dole, á większe na górze, w ruchomych zaś opak, naymnieysze na górze, á większe na dole, iako widać *w Obraz: 38.*

Kiedy krążki tak się przewyższaią w wielkości, iako liczba 1, 2, 3, 4, &c. w ten czas wszystkie razem w iednym czasie cały obrot swóy odprawiaią. Można ie tedy tak złączyć, żeby były na iedney osi osadzone wyższe, á na drugiey niższe, iako pokazuie *Obraz: 39.* Y owszem częstokroć zażywamy równych co do wielkości

ści krążków rownoległych sobie, y na iedney osi osadzonych iako pokazuie *Obrazek* 40, gdzie przywiązany pierwszy koniec sznura do kluby nieruchomey w mieyscu *V*, przechodzi przez pierwszy krążek dolny ruchomy, zkąd idzie w górę y przechodzi przez pierwszy krążek górny ruchomy, ztamtąd idzie do drugiego dolnego, ktorego opasawszy, idzie do drugiego górnego, y tak daley. Osadzenie zaś takie krążków iaśniey się wydaie *w Obrazku* 41. W czym iest ten pożytek, że silnia cała nie tyle zabiera mieysca, gdyż mniey wysokości maią wielokrążki, będąc wszystkie górne w iednym mieyscu, y wszystkie dolne w iednym, niżeli gdyby były ieden nad drugim osadzone iako *w Obraz: 38.* Żeby zaś do większey wysokości ciężar mógł bydź podniesiony, trzeba żeby wielokrążek dolny, iak naybardziey może, od górnego był oddalony, potrzeba tego iawnie się pokazuie *z Obrazka 42,* gdzie takim wielokrążkiem sam się człowiek winduie do góry, lub, kiedy potrzeba, sam się spuszcza na dół. Sposob wielce zdatny do wybielania lub malowania Kościołów, sklepienia, do cembrowania lub kopania głębokich studzien, y w innych tysiącznych okolicznościach.

W tak rozporządzonych krążkach dziwnie się może pomnażać siła mała do zwyciężenia wielkiego odporu. Jeżeli bowiem człowiek ieden (według doświadczenia Xiędza naszego Dechales) (*a*) przez ieden krążek nieruchomy (ktory iakośmy widzieli, nic nie umnieysza sile cię-

(*a*) Mechan: Lib: 4. propr: 4.

żaru) może, stoiąc na ziemi, y chwyciwszy się powrozu, podnieść 150 funtów, gdy będzie ciągnął przez 6 krążkow, podniesie łatwo blisko 900 funtów, gdyż będzie 150: 900:: 1: 6, á przez 8 krążkow ieden człowiek podniesie blisko 1200 funtów.

Bardziey się ieszcze powiększy siła, ieżeli dwa lub trzy wielokrążki razem złączemy iak poznać z Doświadczenia następuiącego.

Doświadczenie VI.

Biorąc dwa wielokrążki (*w Obraz: 1. Tabl: 3.*) z ktorych ieden ma 4, drugi 6 krążkow, zawieszam u obydwóch 100 funtow, y ostatni koniec sznura *Q A* idący od iednego wielokrążka zawieszam na *A*, u drugiego wielokrążka, zaś na *B* wieszam 3 funty $\frac{1}{3}$

Skutek.

PRzez takie ułożenie $3\frac{1}{3}$ funty na B, utrzymuią bespiecznie 100 funtow na *Q*, y są z niemi w rowności wagi. Jeżeli zaś na *B* cokolwiek przydam, zaraz się ciężar 100 funtow podnosić będzie.

Wyłożenie przyczyn.

GDyby siła przez pierwszy tylko wielokrążek ciągnęła do góry sznurem P R, ponieważ tu iest 5 sznurow w tym pierwszym wielokrążku, dzwigałaby tylko piątą część ciężaru, á przeto siła

siła wynosząca tylko na piątą część stu, czyli na 20 funtów, wystarczyłaby na utrzymanie 100 funtów, czyli: sznur *P R*, powinienby bydź wyciągniony do gory od siły wynoszącey na 20 funtów. Jeżeli tedy ten sznur P R zawieszę u drugiego wielokrążka na *A*, iest to iedno, iak gdybym 20 funtów siły zawiesił, ktora u tego drugiego wielo-krążka sprawuie urząd odporu. Aże tu iest 6 krążkow, y 6 sznurów, więc siła na *B*, będąc tak mała zawsze względem odporu 20 funtów, iako liczba 1 względem liczby sznurów to iest: 6, będzie tylko szostą częścią odporu, to iest: dwudziestu funtów, á przeto będzie wynosić na 3 funty y $\frac{1}{3}$ funta. Można tedy przez złączenie takie dwoch wielokrążków, trzema lub czterema naywięcey funtami zawieszonemi na *B*, udzwignąć 100 funtow na *Q*.

Podobne ułożenie może się czynić y z samych poiedyńczych krążkow z ktorych, ieden z drugim się nie łączy, á przez każdy, ciężaru się umnieysza połową dla siły.

Doświadczenie VII.

UŁożywszy tak 4 krążki ruchome, iako widać *w Obraz: 2. Tabl: 3.* áby każda miała osobny swoy sznur, przybity iednym końcem do ściany, lub do iakiey balki, w mieyscach R, B, V, L rownolegle, á drugim końcem przywiązany do krążka wyżey następuiącego, ostatni

zaś sznur idący od naywyższego krążka ruchomego *O*, przełożywszy przez krążek nieruchomy *T*, zawieszam na P ciężar 16 funtów, na *M* 1 funt.

Skutek.

ZAwieszony na *M* 1 funt, utrzymuie 16 funtów na P, á przydawszy cokolwiek do *M*, na tychmiast się podnosi do gory ciężar P.

Wyłożenie przyczyn.

KRążek ruchomy D, u ktorego ciężar P wisi, iest to w samey rzeczy drąg drugiego gatunku, maiący podporę na L, czyli na D, (bo to wszystko iedno) gdyby więc siła sznurem S C, ciągnęła, byłaby dwa razy bardziey oddalona od podpory niż ciężar P. Zaczym dwa razy większy od siebie ciężar mogłaby udźwignąć, á przeto 16 funtów ciężaru P, mogłyby bydź udźwignione od siły wynoszącey tylko na ośm funtów u sznura C. Lecz gdy ten sznur wiążę przy drugim krążku C, iest to iedno: iak gdybym 8 funtów siły u niego zawiesił, ktora przy tym krążku sprawuie urząd ciężaru czyli odporu; więc dla tychże samych przyczyn co przedtym na zwyciężenie tych 8 funtów, potrzeba tylko czterech funtow siły ciągnącey sznurem C E. Gdy znowu sznur C E wieszam przy krążku trzecim ruchomym E, iest to iedno: iak gdyby 4 funty siły były ciężarem u tego krążka; więc na udźwignienie ich, potrzeba

ba tylko dwoch funtow siły ciągnącey sznurem E G, bo y tu też same przyczyny zachodzą co y pierwey. Nakoniec gdy sznur E G wieszam u krążka G, iest to iedno: iak gdybym dwa funty ciężaru zawiesił na G. Więc na utrzymanie ich, trzeba tylko iednego funta siły ciągnącey sznurem O F, albo: żeby siła do gòry nie ciągnęła, lecz na dół, przydawszy krążek nieruchomy T, przewłokszy przez niego sznur O F, do M, trzeba tylko iednego funta siły na M, gdyż krążek nieruchomy T, nic nie wzmaga siły, iako się wyżey rzekło, lecz same tylko krążki ruchome G E C D, z ktorych pierwszy D połową umnieysza ciężaru dla siły, drugi połową tey połowy, y tak daley zawsze przez połowę. Więc w takim ułożeniu czterech tylko krążkow ruchomych, siła, szesnaście razy większy od siebie ciężar dźwigać może, y przydawszy iey cokolwiek, to go y podniesie. Lecz nie tylko ieden, ale y wiele ciężarów razem dźwigać można krążkami zgodnie ułożonemi.

Doświadczenie VIII.

JEżeli zamiast iednego ciężaru R, z *Obrazka 36. Tabl: 2.* zawiesiemy trzy ciężary równe, ieden przy każdym krążku ruchomym O, O, O, (*w Obraz: 43. Tabl: 2.*) y w mieyscu M, ciężar taki, iakiego równość wagi wyciągać będzie, obaczemy skutek następuiący.

Skutek.

CIężar M wynoszący tylko na połowę iednego

go

go z tych ciężaru, utrzyma wszystkie, choćby ich było iak naywięcey, za przydaniem więcey takich krążkow.

Wyłożenie przyczyn.

GDyby sznur był w mieyscu T mocno przywiązany, ieden funt na M wystarczyłby dwoma funtom zawieszonym na O, przy naybliższym dolnym krążku od M, bo ciężar M iest dwa razy bardziey oddalony od podpory, niż ciężar zawieszony na O. Lecz gdy dwa ciężary równe zawieszone przy drugich dwóch krążkach ruchomych, są w równości wagi; tak utrzymuią sznur od pierwszego krążka idący przez T, iakoby był w mieyscu T mocno y niewzruszenie przywiązany; więc ciężar M utrzymać może bespiecznie ciężar na O dwa razy większy od siebie, przy naybliższym siebie krążku dolnym zawieszony; ani mu do tego inne w drugich dwóch krążkach ciężary nie przeszkadzaią, bo te, same się utrzymuią w równości wagi, przeto nic z siebie nie przydaią do dźwigania ciężarowi M. Że zaś za podnieśieniem pierwszego ciężaru, u krążka pierwszego zawieszonego, wszystkie razem idą do góry, nie większey więc siły tu trzeba na podniesienie wszystkich, iako na podniesienie pierwszego; bo wszystkie wzaiemnie się utrzymuiąc w równości wagi, wzaiemnie się ciągną y dźwigaią, y równy odpor czynią podniesieniu lub zniżeniu swemu.

Zaczym byleby siła iaka mogła udźwignąć lub podnieść ieden z nich, łatwo udźwignie, lub pod-

podnieśie wszystkie, bo ieden tylko naybliższy siły obciążaią, á tamte drugie dalsze, że są równe, same się utrzymuią, y względem siły są, iak gdyby ich nie było. Że zaś siła na M może (iako się pokazało) udźwignąć ciężar dwa razy większy od siebie przy naybliższym krążku wiszący na O, więc może udźwignąć y wszystkie, á za małym iey powiększeniem może ie podnieść. Co bardzo służy w wielu okolicznościach, gdyż tym sposobem razem kilka ciężarów, naprzykład kamieni z ziemi na murowanie, dział w obozach dla osadzenia ich na swoich łożach, podnosić można.

Z tego zaś, cośmy do tych czas mówili, iawna iest, że nie tak z liczby krążków, iako z ułożenia ich, czyni się znaczne pomnożenie siły, że tyle czasem można podnieść dwoma krążkami w zgodnym ułożeniu, ile trzema lub czterema w innym ułożeniu. Y owszem czasem ieden tylko krążek przydany, dwa razy większy skutek sprawuie, co się oczywiście pokazuie tym przykładem: iest zegar, w ktorym bieg cały odprawia się w 12 godzin przez wagę przydaną z ciężarem 10 funtów, ktora się spuszcza na 5 łokci ku ziemi od zegaru, (bo więcey mieysca nie masz) gdybym chciał żeby ten zegar szedł przez 24 godzin wciąż, trzebaby mieysca tyle drugie ciężarowi do przebieżenia na dół, to iest 10 łokci; y sznurów do niego tyle drugie dłuższych, ále że takiego mieysca, naprzykład w pokoiu nie masz, więc mogę ten sam skutek otrzy-

mać w mieyscu na 5 łokci, przydawszy ieden krążek ruchomy, y zawieśiwszy u niego od środka ciężar 20 funtów, tak; aby koniec ieden sznura przechodzącego przez krążek, był mocno przywiązany lub przybity niewzruszenie, á drugi z walcem zegarowym się łączył.

Tym bowiem sposobem wzruszenie kołek zegarowych, przez ciężar dążący na dół, sprawuie urząd odporu, ciężar zaś sam dążący na dół, sprawuie urząd siły; ktora w pierwszym razie wynosząca na 10 funtów, y ruszaiąca się przez 5 łokci mieysca, większa iest niżeli odpòr, to iest: niżeli opieranie się kółek biegowi swemu przez 12 godzin, gdyż ta siła ciężaru, dążeniem swoim na dol zwycięża ten odpòr, y kołka się ruszaią przez 12 godzin. W drugim zaś razie, kiedy chcę, żeby przez 24 godzin kołka się ruszały, przez przydany krążek ruchomy, zawieszam sznur w dwa razy większey odległości od podpory niżeli ciężar, iuż tedy odporem będzie opieranie się kółek, biegowi przez 24 godzin, zaczym odporu przybywa drugie tyle, kiedy więc y siły przybędzie tyle drugie, to iest: kiedy ciężar będzie na 20 funtòw dążący na dół, przez toż samo mieysce 5 łokci; równa y iednakowa będzie siła względem odporu, iak przedtym. Jeżeli tedy przedtym siła dziesiąciu funtòw spadaiąca przez 5 łokci mieysca zwyciężała odpòr biegu zegarowego przez 12 godzin, toć siła 20 funtòw spadaiąca przez 5 łokci, zwycięży odpòr biegu zegarowego tyle dru-

drugie większy, to iest: przez 24 godzin. Zaczym zegar przez ten czas bieg swoy odprawiać musi.

Zkąd łatwo wnieść, że dzielność krążkòw, w tysiąc okolicznościach iest użyteczna, y prawie nieokreślona. Archimedes ów sławny (o ktorym daliśmy wiadomość w Przemowie Księgi pierwszey) dokazywał niemi rzeczy prawie do wierzenia nie podobnych, iako gdy 5000 korcow zboża iedną ręką á ieszcze lewą podnosił. Y owszem, nie masz tak wielkiego ciężaru, ktoryby nie mògł bydź przez krążki podniesiony od naydrobnieyszey siły, áni tak nikczemney siły, ktoraby naywiększego odporu zwyciężyć nie mogła. Siła bowiem każda, albo iest większa od odporu, albo mu równa, albo mnieysza od niego. Jeżeli iest większa? każdym naymnieyszym krążkiem ruchomym, czyli nieruchomym podniesie go łatwo, iakośmy wyżey pokazali. Jeźli zaś iest równa? krążkiem choć iednym ruchomym go podniesie. Jeżeli zaś iest mnieysza od niego? tyle krążkòw trzeba zażyć, ile należy, áby, iako iest mała siła względem odporu, tak mała była liczba 1 względem liczby krążków. Co wszystko z wyżey danych wiadomości łatwo się rozumie.

Zeby iednak krążki miały swoy, iak bydź może naywiększy skutek, należy opatrzyć *naypierwey*: aby y krążki y hak, na ktorym się zawieszaią, y sznury były tak mocne, iako wielkość ciężaru, ktorego poruszyć chcemy, wyciąga. *Po-*

wtóre: fznury ſame y krążki dolne, że nie mało zaciężą, trzeba (oprócz ſiły wyſtarczaiącey na podnieſienie ſamego ciężaru;) przydać także ſiłę zdolną dla krążków ruchomych y fznurów, ktore takiey grubości bydź powinny, áby ſię w ſwoich korytkach dobrze mieściły. *Potrzecie:* áby krążki były tak oddalone od kluby, żeby ſię o nię nie tarły. W oſiach także przez krążki przechodzących, powinna bydź gładkość y twardość przyzwoita, aby w nich, ile bydź może, tarcia zbytniego umnieyſzyć, á przeto krążków obrot wolnieyſzym y ſnadnieyſzym uczynić. *Poczwarte:* Gdy ſię wielkie ciężary w gorę winduią, żeby z wielkiego tarcia fznurów o krążki, nie przepaliły ſię fznury, zwykły ſię wodą maczać korytka, w ktorych fznury oſadzone ſą.

Z temi wſzyſtkiemi iednak oſtrożnościami, trzeba zawſze więcey cokolwiek przydawać do ſiły, niżeli pierwſze wzwyż podane prawidła wyciągaią; á to na zwyciężenie wielkiey zawady, ktora pochodzi z oſtrości y nie gładkości fznurów. O czym rzecz nam będzie zupełnieyſza daley, gdzie pokażemy przez Doświadczenia, iako ta ſama przeſzkoda wielce umnieyſza ſiły. Tu doſyć namienić, że oſtrość fznurow, tym ſzkodliwſza ieſt, i im ſą fznury grubſze. 2. im ſą nowſze y ſurowſze 3. im większy ciężar dźwigaią, bo w ten czas bardziey wyciągane y natężane, trudniey ſię gną y zwiiaią po krążku. 4. im prędzey ſilnia bieg ſwóy czyni,

bo

bo w ten czas trzeba żeby y fznury prędzey ſię zwiiały. 5. im krążki ſą mnieyſze, gdyż, iużeśmy wyżey namienili, że na mnieyſzych krążkach bardziey ſię muſzą giąć y wyłamywać fznury. Zaczym lepſze ſą zawſze do takiego używania ſtare fznury, byleby mocne, niż nowe, y większe krążki lepſze niż mnieyſze.

Jako zaś we wſzyſtkich innych ſilniach tak y w krążkach mała ſiła, nie inaczey wyſtarcza wielkim ciężarom, tylko że większą chyżością nadgradza nikczemność ſwoiey bryły. Zaczym, im mnieyſza ieſt ſiła względem ciężaru, tym większą ma chyżość od niego, to ieſt: że tym większe mieyſce przebiega w iednakowym z nim czaſie; y tak, w piątym Doświadczeniu, że ciężar ieſt 6 razy większy od ſiły, muſi ſiła przebiegać 6 razy większe mieyſce, bo gdy naprzykład ciężar ſię podnieſie na ieden łokieć do gory, każdego fznuru długość od krążków idącego muſi bydź ukrócona na ieden łokieć przez wyciąganie, ktore czyni ſiła, że tedy w tym wielokrążku, piątego Doświadczenia ieſt 6 fznurów, wſzyſtkie fznury razem 6 łokci przebiegaią w ten czas, gdy ciężar przebiega ieden łokieć. Aże ſiła wyciąga wſzyſtkie fznury razem, więc muſi 6 łokci przebieżeć ſama na dół w tym czaſie, w ktorym ciężar przebiega ieden łokieć. Więc im mnieyſza ieſt ſiła względem ciężaru, tym więcey mieyſca przebiega (bo więcey w ten czas ieſt krążków, á przeto y fznurów więcey, ktore ſiła wyciągać muſi.) Do

rzebieżenia zaś większego mieysca, siła potrzebuie więcey czasu, zaczym w używaniu krążków, y wszystkich ogołem silniów, większym czasu nakładem okupować trzeba ten pożytek, ktory z nich mamy, że małą siłą wielkie odpory zwyciężać możem.

PO-

POSIEDZENIE XV.

O używaniu różnych kołowrotów.

JEżeli wielkie iest zmocnienie siły przez krążki, iakośmy widzieli w przeszłym Posiedzeniu: nie mnieysze iest y przez kołowroty, ktore od różnego kształtu y ułożenia różne biorą nazwiska. Dosyć iest rzucić okiem na *Obrazki 3, 4, w Tabl. 3.* żeby ie poznać. Ich części istotne są i walec A B, do ktorego sznur się przywięzuie z ciężarem, y na nim się obkręca, ten walec wspiéra się wolno y przestrono na podporach C D, aby się na nich mógł wkoło obracać. 2. Drągi przydłuższe na krzyż idące przy iednym lub przy obydwóch końcach walca przechodzące wskroś przez walec, ktoremi siła władnie y walec obraca, albo zamiast drągów, daie się koło duże iedno lub dwa, ktore ludzie albo chodzeniem w nim wewnątrz obracaią, iako *w Obraz. 7.* albo popychaniem kołków żelaznych *TT*, dla tego umyślnie iak promieni wychodzących na wiérzch koła, iako *w Obraz: 8. Tabl:* 3. Zażywanie takich kołowrotów wielce iest wygodne, przy studniach głębokich do czerpania wody, przy lochach do wyciągania soli, kamieni, przy murowaniu budynków, do ciągnienia w górę na rósztowanie: gruzu, wapna, wody, cegły; przy brzegach morskich: do ładowania

wania okrętów, do wyciągania z nich towarów, do podnoszenia kotwic.

Y owszem tak w maluśkim iako w wielkim kształcie znayduiemy kołowroty prawie w codziennym używaniu; cóż bowiem są waleczki z kołkami w zegarach, na ktorych się sznury z ciężarami okręcaią? co kluczyki do nakręcania ich? co młyny, wiatraki? &c. tylko kołowroty różnie ułożone, w ktorych ieżeli walec AB (*w Obraz: 4.*) wywyższony iest prosto do góry, służą na ciągnienie poziemne ciężarów, lub na zwyciężenie odporów różnych, ktore poziemnie (*horizontaliter*) moc swoię wywieraią. Lubo służyć mogą y do podnoszenia w górę, ale w ten czas sznur z ciężarem powinien przechodzić, przez krążek gorny, iako widać *w Obraz: 5. Tabl: 3.* Kiedy się ciężar poziemnie ciągnie dla ułatwienia mu biegu, kładą się pod niego walce *n m*, (*w Obraz: 4.*) żeby się, uciśnione od ciężaru ciągnionego, kulały y ciężar przybliżały. Jeżeli zaś walec AB leży poprzek, na podporach swoich, iako *w Obraz: 3*, w ten czas służą na podnoszenie ciężarów zdołu do góry, lub na spuszczenie z góry na dół. W obydwóch tych używaniach, trzeba przytwierdzić mocno kołowrot do ziemi.

Przypatrzywszy się dobrze tey filni, każdy uzna, że to w samey rzeczy iest drąg pierwszego lub drugiego gatunku. Bo ieżeli przerzniemy walec AB w tym mieyscu, w ktorym go sznur dzwigaiący ciężar opasuie, (*w Obraz: 9*) oba-

obaczemy że podpora iest w mieyscu *h*, to iest: w osi walca, ktora się na podstawkach wspiera; od podpory idą różne drągi w koło *hp*, *hc*, *hd*, *hf*, odpór lub ciężar wiszący od sznura w mieyscu g *G* władnie drągiem krótszym *h g*, siła zaś obracaiąca władnie drągiem dłuższym *hp*. Według tego ułożenia, iest to w samey rzeczy drąg drugiego gatunku, w ktorym odpór *g G* iest w środku, między podporą *h*, y siłą *p* do góry podnoszącą drąg. Gdyby zaś ciężar z sznurem na drugiey stronie walca wisiał, naprzykład od mieysca *k*, byłby drąg pierwszego gatunku, w ktorym podpora *h* znaydowałaby się w środku, między siłą *p* na dół pchaiącą, y między odporem *k*.

Więc iako się pokazało w drągach powszechnie, tak y tu, kiedy obydwie siły prosto ciągną, siła wystarczaiąca na utrzymanie ciężaru, tak mała będzie względem ciężaru, iak mała iest ciężaru odległość od podpory, czyli długość drąga *hg* albo *hk*, względem odległości siły od teyże podpory czyli względem długości drąga *hp*, ktorym siła władnie. Jeżeli naprzykład drąg *hp* iest trzy lub cztery razy dłuższy niż *h g*, siła przyłożona do drąga *hp* utrzyma trzy lub cztery razy większy ciężar od siebie, zawieszony u walca *h g*, czyli: siła stu funtów, utrzyma 400 funtów. A ieżeli do siły cokolwiek przydamy, natychmiast ie podniesie, co się następuiącym Doświadczeniem pokaże na oko.

Do-

Doświadczenie I.

ZAżywaiąc narzędzia podobnego iako (*w Obraz: 30. Tabl: 2.*) gdzie kółko śrzednie *g* iest 5 razy szérsze niżeli walec *h l*, zawieszam u walca na nitce w mieyscu A 5 łòtòw, u kółka zaś śrzedniego wieszam 1 łòt w mieyscu C.

Skutek.

JEden łòt u kòłka śrzedniego, utrzymuie y dzwiga 5 łòtòw zawieszonych u walca. A za naymnieyszym przydaniem ciężaru do kòłka śrzedniego, zaraz się podnosi do gòry 5 łòtòw.

Wyłożenie przyczyn.

PONieważ łòt ieden zawieszony u kòłka śrzedniego władnie drągiem 5 razy dłuższym, y pięć razy bardziey oddalony iest od podpory, niżeli ciężar wiszący u walca, idzie za tym, że ma pięć razy więcey chyżości od niego; więc iawna iest z tego, co się o drągach mówiło, że pięć razy większy od siebie ciężar dzwigać może, iako Doświadczenie pokazuie, że dzwiga 5 łotòw; gdyż w tym stanie ieden łòt rozmnożony przez pięć calòw chyżości czyli odległości od podpory, ma siłę całą wynoszącą na 5. Także 5 łotòw u walca rozmnożone przez ieden cal chyżości czyli odległości od podpory, ma siłę całą wynoszącą na 5; więc te dwa ciężary maią iednakową siłę, á zatym obydwa się utrzymuią. Jeżeli zaś cokolwiek dodam do

do iednego łòta, zaraz będzie miał większą siłę, y przeważać musi.

Zkąd to powszechne prawo we wszystkich kołowrotach wynika, kiedy siły prosto ciągną, że tak się ma w nich siła do odporu, iako *h g*, połowa grubości walca, na ktorym ciężar wisi (*w Obraz: 9. Tabl:* 3.) do *h p*, to iest: do połowy długości drąga lub koła, ktòrym siła władnie. Im dłuższy więc będzie drąg lub większe koło, á oraz im cieńszy walec, tym mnieysza siła poradzi ciężarowi. Przeto, ile można, strzec się potrzeba, áby w obkręcaniu walca sznury na sznury nie przypadały, gdyż przez to przyczyniałoby się grubości walca, á tym samym odległości ciężaru od podpory; ktòra odległość nie tylkoby iuż wynosiła na połowę grubości samego walca iako z początku, ále prócz tego y na szérokość całą razem wziętą tylu sznurów, iednego na drugim, ileby ich na sobie leżało.

Jeżeliby zaś musiał się sznur po kilka razy na walcu obkrącać, (iako się trafia, gdy do znaczney wysokości ciężary się wynoszą) w ten czas, ponieważ się za każdym obkręceniem całego walca, y pokryciem iego sznurem, odporu przyczynia, przez przyczynienie mu odległości od podpory; tak należy też y siły za każdym takim obkręceniem powiększać.

Prócz tego, y na ciężar samego sznura wiszącego trzeba mieć wzgląd, bo y ten bydź musi dzwigany od siły; więc odpór należy brać nie tylko sam przez się, ále z ciężarem sznura,

y dopiero tym ciężarom razem rachowanym opatrzyć zdolną siłę do kołowrotu.

Przestrzedz tu iednak należy (cośmy y na karcie 79 namienili) że prócz ciężkości samego sznura, ktora większa iest, kiedy sznur iest dłuższy) nie więcey waży bryła iaka dla tego szczególnie, że wisi na dłuższym sznurze, niżeli gdyby wisiała na krótszym, lubo albowiem w *Obraz. 9. Tabl.* 3. zda się ciężar G bydź bardziey oddalony od podpory *h*, á tym samym ważnieyszy gdy wisi u sznura na 10 łokci długiego, niżeli gdyby wisiał u sznura na 5 łokci długiego, iednak wiedzieć potrzeba, że nie każde oddalenie od podpory przyczynia mocy, ale tylko to, z ktorego pochodzi większa chyżość w biegu bryły. Ze zaś czyli bryła będzie wisiała u sznura na 10 łokci długiego, czyli na 5 tylko łokci, zawsze za każdym obrotem walca daley w górę nie postąpi, y większego mieysca na powietrzu nie przebieży, tylko tak długie iaki iest obwód ieden, czyli opaska sznurem całego walca wdłuż rozciągniona, więc czyli będzie wisiała bryła na sznurze dłuższym, czyli na krótszym, zawsze będzie miała iednakową chyżość, á przeto y iednakową moc. Bo odległość bryły od podpory, nie iest *g G*, ale raczey *h g*, ktora trwa zawsze iednakowa, czyli to dłuższy, czyli krótszy sznur będzie, na ktorym bryła wisi.

Łatwo tedy poznać, że kołowrót iest silnia z wielu drągów składana, wzaiemnie w obracaniu po sobie następuiących, ktoremi siła, iednym

dnym po drugim na przemiany władnie, gdyż popchnąwszy pierwszy drąg *h p*, porzuca go, á chwyta się drugiego *h c*, ten pchnąwszy chwyta się trzeciego *h d*, y tak daley. Zkąd ma się daleko większa wygoda, niżeli z iednego drąga, ktory do znaczney wysokości podnosić się nie może; tu zaś gdy wielka liczba może bydź drągów, y owszem w kole są drągi nie przerwanie po sobie następuiące, (tak, iakośmy w krążkach pokazali) może bez ustanku robota się ciągnąć, y do znaczney wysokości ciężar się podnosić.

Dwie tylko tu trudności zachodzą, pierwsza: że póki drąg *h p*, iest prosto padły do sznura *g G*, ktorym odpór mocowanie swoie wywiera w mieyscu G, póty siła iest w naywygodnieyszym położeniu, y całey mocy swoiey zażywa; iak prędko zaś siła tak popchnie drąg, *h p*, że z ukosa będzie przypadał na sznur (iako pokazuie *Obrazek 9.*) iuż siła słabieie, umnieysza iey się cokolwiek, bo się odległość od podpory umnieysza, iakośmy w drągach pokazali na karcie 107. Druga trudność iest: że gdyby drągi *h p*, *h c*, *h d*, *h f*, idące na krzyż, były znacznie długie (iak bydź powinny dla tego, aby mnieysza siła poradziła ciężarowi) człowiek ie obracaiący opuściwszy ieden z nich, nie mógłby łatwo dosięgnąć drugiego, y chwycić się go, gdyż oko sądzi, że im dłuższe są, tym bardziey końce ich od siebie odstaią.

Dla ułatwienia więc tych trudności, gdy

wielkie ciężary dzwigać się maią, zamiast drągów krzyżowych, daią się albo koła w których ludzie chodzą (iako w Pizach Włoskim mieście zażywaią na przeciąganie statkow z Rowu Liburneńskiego do rzeki Arno) albo też koła się daią szczeblami żelaznemi zwierzchu gęsto opatrzone, ktore czyli rękami popychaiąc, czyli po nich iak po drabinie chodząc, ludzie ciężar ciągną. Tym sposobem siła zawsze iest w iednostayney odległości od podpory, zawsze w wygodnym położeniu, y wiele ludzi może po obydwóch stronach pracować nie zawadzaiąc ieden drugiemu iako poznać z *Obraz: 8. Tabl: 3.*

Pierwszy sposób gdzie ludzie wewnątrz koła chodzą, iest łatwieyszy, bo łatwiey iest człowiekowi samym ciężarem ciała swego, niżeli siłą swoią y mocowaniem robić, ále drugi sposob iest dzielnieyszy na zwyciężenie odporów; gdyż człowiek bardziey iest oddalony od podpory, y dłuższym drągiem władnie, kiedy popycha szczeble u wierzchu koła, álbo gdy po nich iak po drabinie chodzi, niżeli gdy wewnątrz w kole postępuie. Gdy bowiem człowiek popycha szczeble, álbo z iednego na drugi iak po drabinie postępuie, zawsze iest oddalony od podpory, to iest: od śrzodka koła, iednostaynie, na kréśę naprzykład *CB*, *w Obrazku 10.* to iest: na połowę szérokości koła, zaś gdy chodzi wewnątrz koła postępuiąc z mieysca *m* na *n*, á z tamtąd na *r*, *w Obraz: 7 Tabl: 3.* y tym postępowaniem obracaiąc koło, kiedy iest na *m*, cię-

ciężar ciała iego czyni mocowanie drogą *a*, *m*, więc to iest iedno, iako gdyby ciężar ciała iego był zawieszony w mieyscu *a*, przeto iednakowo, lub prawie iednakowo oddalony iest od podpory iako y odpor *I*, ; zaczym człowiek ani większego od siebie, ani równego sobie odporu żadną miarą podnieść nie może, chyba tylko mnieyszy. Y choć z mieysca *m*, postąpi na *n*, zaraz mieysce *n* z kołem obróci się pod ciężarem człowieka, y przypadnie znowu na to samo mieysce gdzie było przedtym *m*, á przeto człowiek bardziey się nie oddali od podpory, tylko tak, iak był oddalony przed tym, y więcey siły do zwyciężenia odporu nie nabierze; toż samo mowić y o mieyscu *r*. Zaczym inaczey odporu przytrudnieyszego nie zwycięży, chyba że rękami będzie popychał koło, y do własnego ciężaru, siłowania także swego dodawał. Lepszy tedy dla tych samych przyczyn, zdaie się bydź drugi sposob.

Takiegoć zażywaią w cudzych Państwach á osobliwie w Francyi, przy każdym murowaniu w silni tak ułożoney, iako pokazuie *Obraz: 8.* gdzie sznur z ciężarem, naprzykład: z wapnem, z cegłą, przechodzi przez krążki *a b*, *c*, y obkręca się na walcu *DE*, gdy ludzie, koła TT uymuiąc za szczebelki małe, albo chodząc po nich, iak po drabinie, obracaią. W górę także idą szczeble żelazne, aby, ieżeli sznur z krążka wypadnie, albo się zerwie, człowiek mógł wnisć do góry y naprawić. Ta cała silnia drewniana iest,

oprocz

oprócz szczeblow, nazywa się *żórawiem*, część iey górna *a,b,c*, może się nakręcać na wszystkie strony, áby raz ustanowiwszy na rószto-waniu całą siłnią, można na wszystkich stronach murować, y mieć wszędzie przez tę siłnią przysposobione cegły, wapno, wodę &c. Używanie iey y pożytki z niey opisaliśmy w Przemowie Kśięgi pierwszey na karcie 4. dokąd odsyłam. Tu tylko dodaię, że gdyby się sznur miał zerwać nagle w robocie, ludzie chodzący po szczeblach koła, byliby w wielkim niebespieczeństwie życia, boby za gwałtownym obrotem koła, wstecz upadać musieli, y karki lub nogi łamać. Także, człowiek chodzący po szczeblach, podnioszszy cokolwiek w górę ciężar od ziemi, nie mógłby stanąć bynaymniey w robocie, áni sobie odpocząć, pókiby ciężaru cale nie wywindował na rószstowanie lub do naznaczonego mieysca, bo ustawaiąc cokolwiek, byłby od ciężaru dążącego na dół wstecz ciągniony z kołem. Na zabieżenie więc tym trudnościom, przy pręcie L M, *w Obraz:* 11. daią się na krążkach ciężary *f,f,f*, ktore, gdy człowiek nie postępuie po szczeblach; przyciskaią koło, że się musi nie ruszać, gdy postępuie: podnoszą się z prętem ciężary, y obrotowi koła bynaymniey nie zawadzaią, tym sposobem (gdyby się sznur zerwał) koło przyciśnione ciężarami, natychmiast w mieyscu stanie, y żadnego niebespieczeństwa człowiekowi nie czyni. Także w śrzód roboty, gdy ciężar ieszcze na powietrzu wisi, człowiek cho-

chodzący po szczeblach może stanąć y spoczą̨ć bez wszelkiey boiaźni, bo zaraz prętem z ciężarami koło się przyciśnie, y bynaymniey się nie wzruszy.

Jak znaczna zaś iest wygoda z takich żórawiów, iak wielkie przyspieszenie roboty, każdy sądzić może ztąd, że nie trzeba, żeby ludzie taczkami na rószstowanie zwozili cegły, wapna, gruzu, wody, ale ieden tylko pomocnik wiąże to wszystko u sznura spuszczonego na dół, á drugi, chodząc po szczeblach koła, lub pomykaiąc ie rękami, wznosi to wszystko do góry y prędko y łatwo, bez straty czasu, ktorego dość długiego potrzebuią tu u nas pomocnicy na wstępowanie y zstępowanie po rószstowaniu, á dla zimna w naszych Kraiach mało mamy czasu do murowania. Zgoła ieden taki żóraw stanie więcey niż za sześciu pomocnikow, ktorym iednak trzeba żywność y płacę opatrzyć; tego zaś raz sprawiwszy, áni ieść, ani pić, áni zapłaty mu dać nie trzeba, á służy wiernie.

Podobne kołowroty daią się y przy wozach, iako pokazuie *Obraz: 12. Tabl:* 3. Ich używanie y wygodę w zwożeniu drzewa, beczek piwa lub wina, opisaliśmy w Przemowie Kśięgi pierwszey na drugiey stronie karty piątey. Człowiek sam ieden na taki wóz wciągnąć może nayważkie drzewo, kilka beczek pełnych, y znowu na ziemię lub do sklepu złożyć, gdyż wóz będąc z początku nakłoniony do ziemi, za wciąganiem na niego ciężaru przez kołowrot

B, sam się przeważa do góry, iak prędko zaś iedna beczka przyciągnie się na drugi koniec woza, kołkiem się zakłada, áby nie spadła gdy się znowu po drugą beczkę nachyla wòz do ziemi, ktorego nachylenia rękami y siłą czynić nie trzeba, lecz utwierdziwszy w mieyscu pierwszą beczkę, wyciąga się sznur, zaczepia się u drugiey beczki ieszcze na ziemi będącey, zakręca się kołowrot B, y za posuwaniem się beczki, sam wóz znowu nachyla się ku ziemi, za dalszym ieszcze posuwaniem, samym ciężarem beczki przeważa się do góry; y tak daley. Gdy zaś na mieyscu naznaczonym przyidzie składać beczki, za wyięciem drążka D, sam wòz nachyla się ku ziemi, spuszczaią się za wyięciem kołkòw, same beczki y człowiek ieden zatrzymuie ie tylko cokolwiek, áby nagle nie spadały. Też są pożytki z kołowrotu poziemnego.

Lecz y kołowrót do góry stoiący iako *w Obr:4Tabl:3.* ma swoie zalecenie, ztąd naybardziey, że do niego zamiast siły ludzkiey można zażyć wołów lub koni, ktore nie inaczey, tylko poziemnie mocowanie czynią, ponieważ się w nim koło lub drągi krzyżowe poziemnie (*horizontaliter*) obracaią.

Lubo są niektore młyny (iako się niżey powie) gdzie woda sama, owszem y wiatr takie kołowroty obraca. Wydziwić się nie można że bardzo rzadko przy murowaniu ich używaią, á iednak przez nie, ieden koń więcey kamieni, piasku, wapna, cegły na mury zwieść może przez

przez dzień, niżeli czterech lub pięciu pomocnikòw znieśie. Jeżeli bowiem dwa sznury wkoło walca się obkręcą, ieden niżey, drugi wyżey, iako widać *w Obraz: 5. Tabl: 3.* á z przeciwnych stron; tak, że gdy się ieden sznur zakręca, y podnosi do góry wiadro naprzykład z wodą; áby się razem drugi odkręcał y spuszczał na dół skrzynię łuż wypròżnioną z wapna, siła niezmiernie się prawie powiększać będzie. Gdy bowiem koń sam przez się bez żadney siły, może wciąż przez długi czas ciągnąć 175 funtòw ciężaru (iakośmy powiedzieli na karcie 69) Jeżeli go przyprzężemy do drąga A C, długiego na 10 stòp od środka *A* walca rachuiąc, á walec sam A B ieżeli będzie na 1 stopę gruby od środka także rachuiąc, iuż siła konia będąc 10 razy bardziey oddalona od podpory, á niżeli odpòr przez sznur u walca zaczepiony, powiększy się 10 razy, że udźwignąć będzie mogła dziesięć razy większy od siebie ciężar, więc ktora sama przez się wynosiła tylko na 175 funtòw, udźwignie łatwo 1750 funtòw.

Jeżeli zaś ciężary do podnoszenia nie są zbyt wielkie, albo ieżeliby się zdało nie za iednym razem, żeby się sznur nie zerwał, ale raczey po części podzielone ciężary, ieden po drugim podnosić, w ten czas powiększyćby trzeba walca grubości A B, za ktorym powiększeniem, siły się prawda koniowi umnieysza, (bo iey też tyle nie trzeba na dźwiganie mnieyszych ciężaròw:) ale na to mieysce chyżości się ciężarowi

żarowi przyczynia, że prędzey w górę wyniesiony bydź może.

Takiego kołowrotu pospolicie żeglarze używaią, osobliwie na wielkich okrętach, częścią dla łatwieyszego ich ładowania wielkiemi ciężarami, częścią dla wyciągnienia kotwicy, ktora będąc sama przez się bardzo ciężka, y mocno w ziemię wpoiona, wielkich sił wyciąga. Ze zaś żeglarskie liny są tak grube, że gdyby się obkręcać miały wkoło walca po kilka lub kilkanaście razy, y iedna na drugą po kilka razy przypadać, niezmiernieby grubości walca przyczyniły, á tym samym y kotwica, bardziey oddalona od podpory, cięższyby się do podnoszenia stała; przeto trzy tylko lub naywięcey cztery razy obkręcaią liną walec, ale tak, że gdy iednym końcem obkręca się lina na walcu, drugim końcem się odkręca, iako widać w *Obraz: 4.* żeby zaś zawsze w środku walca się trzymała, daie się walec przy końcach szerszy, y tak sama lina do środka zawsze się zmykać musi.

Mocą takiego kołowrotu obracaią się także pomnieysze wodne młynki w *Obraz: 13. Tabl. 3.* gdzie woda deszczki w koło osadzone tak popycha, że koło całe poziemnie (*horizontaliter*) obracać się musi, a za nim y walec, y kamień młyński na nim osadzony. Gdzie wody nie masz podostatkiem, tam takie młynki są bardzo wygodne; im większe bowiem w nich iest koło względem walca, tym więcey siły ma woda na obracanie go. Ale ta wielkość w kole powinna

na bydź pomiarkowana; im większe bowiem iest koło, tym mniey chyżości ma walec, bo za każdym obrotem koła, raz się tylko obroci; żeby więc zbytniego zpóźnienia nie było, koło ma bydź umiarkowane w wielkości swoiey.

Podobne koło może bydź obracane mocą samego wiatru, maiąc deszczki stoiące wszystkie wydrążone nieco na kształt korytków. Gdy bowiem wiatr będzie szedł drogą A B, natrafi na wklęsłość wszystkich deszczek osadzonych po stronie A G B, a na wypukłość wszystkich osadzonych po drugiey stronie A B. Ze zaś silniey uderza na w klęsłe wiérzchy, niżeli na wypukłe, (bo na tych ciężey mu się zatrzymać, zaś w wklęsłych zatrzymuie go się więcey, y nie tak łatwo mu z nich iest wyniść,) więc koło obracać się musi z mieysca A na G, a ztamtąd na B y tak daley. Owszem prędzeyby się ieszcze obracało, gdyby zastawić iako drugą stronę A B od wiatru (co łatwiuteńko bydź może) żeby na deseczki wypukłe nie uderzał, y w przeciwną stronę ich bynaymniey nie wzruszał.

Ale naybardziey takie kołowroty maią mieysce, kiedy zażywamy bydląt na obracanie ich, iako to w młynach, czyli do mełcia zboża, czyli do tarcia siemienia, migdałów &c. na wyciskanie z nich oleiu. Można także na powiększenie siły, lub przyspieszenie roboty, razem dwa, á czasem y trzy takie kołowroty złączyć. Naprzykład gdy drąg A B, ktorym siła władnie, (*w Obraz: 6. Tabl. 3.*) będzie 10 razy większy, niżeli

B C ⊐ połowa szérokości walca B, sznur zaś okręcony u walca B, gdy okrążać będzie drugi walec z kołem *b c*, ktorego połowa szérokości *D b*, iest także 10 razy większa, niżeli walca D E, w ten czas siła władnąca drągiem A B będzie mogła 100 razy większy odpór od siebie zwyciężać, przyłożony do sznura S, u walca D gdyż przez pierwszy kołowrot A B, siła 10 razy się powiększa, przez drugi zaś *b c* (iuż tak powiększona) znowu się 10 razy powiększa, więc przez obydwa: dziesięć razy dziesięć, czyli sto razy się powiększa; Co wszystko iawne bydź powinno z tego, cośmy o drągach składanych mówili na karcie 161. To ułożenie iest w.elce użyteczne, osobliwie gdy obydwa kołowroty będą dużo od siebie oddalone. Żeby zaś walec B nie sam się tylko obracał, ale y sznur na sobie osadzony za sobą ciągnął, czynią się w nim rowy y nierówności, zaś na sznurze, ktory go opasuie, wiążą się umyślnie pęczki, ktore przypadaiąc na rowy walca, w nich więzną, y za walcem muszą bydź w obrocie ciągnione. Zaś gdyby y sznur, y walec B był gładki, za obrotem walca sznurby się nie obracał, alebyś się tylko po nim zmykał.

Kiedy zaś siła władnąca przewyższa znacznie moc odporu, á chcemy tylko wielkiey chyżości w obrocie, w ten czas podobnego kołowrotu zażywamy, ale w przeciwnym ułożeniu. Naprzykład: niech będzie koło wielkie A, ktorego obkręca sznur, także opasuiący kołko mnieysze

sze B w *Obraz: 14 Tabl: 3.* w takim wymierze, że koło A iest 10 razy większe niżeli kołko B. Ponieważ tedy kołko B ma 10 razy mnieysze mieysce do przebieżenia w obrocie swoim, żeby przebiegło mieysce równe temu, ktore koło A w obrocie swoim przebiega, musi się kołko B 10 razy obrocić; więc gdy koło A obróci się raz, kołko B 10 razy się obróci.

Takie tedy ułożenie służyć nie może do podnoszenia ciężarów; bo gdyby u walca E ciężar był zawieszony, á u walca D siła władnąca rękoieścią C; ponieważ walec E (iakośmy widzieli) 10 razy się prędzey obraca, y 10 razy ma więcey chyżości niżeli walec D, trzebaby na D 10 razy większey siły lub bryły do podniesienia ciężaru wiszącego na E; nie pomnaża się więc siła bynaymniey przez takie ułożenie. Jednak takie ułożenie użyteczne iest w wielu okolicznościach, kiedy siła niezmiernie przewyższa odpór; y tak, ktorzy na kamieniach obrotnych ostrzą noże, siekiery, mają daleko większe w sobie siły, niżeli ten odpór, ktory żelazo wsparte ostrzem na kamieniu czyni obrotowi iego, á trzeba im iak nayprędszego obrotu, ktorego sami czynić nie mogą, gdyż nie podobna im iest, tak prędko y tak gęsto rękami machać. Zaczym zażywaią takiey silni, ktora mocno powiększa biegu; á lubo siły oraz umnieysza (iako się pokazało) iednak im to nie szkodzi, bo iey maią aż nadto, w porównaniu z odporem. Także do przędzenia kądzieli, iedwabiu, bawełny, do obracania

cania bani szklaney w Doświadczeniach Burstynowania (*Electrizatio*) y powszechnie mówiąc, gdzie słaby iest odpór, a obrotu prędkiego trzeba, takie kołowroty wielce są wygodne y użyteczne.

Ponieważ zaś we wszystkich kołowrotach czyli poziemnych, czyli do góry stoiących, tak się ma siła do odporu, iako połowa grubości walca, u ktorego ciężar wisi, do połowy szérokości koła lub drąga, ktorym siła władnie; więc łatwo nam będzie wyrachować y poznać, iaki trzeba kołowrot zrobić? iak ma bydź w nim gruby walec? iak szerokie koło? iakiey siły potrzeba zażyć do niego na zwyciężenie odporu? albo miawszy iuż gotowy kołowrot, iak wielkiey siły zażyć potrzeba, aby nim dany do podniesienia ciężar udźwignąć? Aże namieniliśmy na karcie 243, że sznur obkręcony na walcu, przyczynia ciężarowi odległości od podpory, więc maiąc y na to wzgląd, oczywista iest, że kiedy sznur poiedyńczo tylko wisi od walca, to przyczynienie dzieie się na połowę grubości sznura, bo całe mocowanie sznura y ciężar iest w środku iego; zaczym, choćby sznur zaczepiony u walca był tylko gruby na cal ieden, trzebaby poprawić wyższego ułożenia w ten sposób: tak się ma siła do odporu, iako połowa grubości walca, wzięta razem z połową grubości sznura, do połowy szerokości koła.

Naprzykład mam ciężar 100 funtów do podniesienia, chcę zażyć siły iednego człowieka wyno-

wynoszącey na 25 funtów, iako się rzekło na karcie 69, obieram sobie y wyznaczam taką grubość walca, aby się nie złamał pod tym ciężarem, naprzykład na 4 cale, więc połowa grubości będą dwa cale, także myślę zażyć sznura grubego na cal. To maiąc, á wiedząc że tak się powinna mieć siła 25, do odporu 100, iako połowa grubości walca y sznura razem $2\frac{1}{2}$, do połowy szerokości koła, ktorey chcę dociec, nazywam ią x, y piszę: 25: 100:: $2\frac{1}{2}$: x gdzie rozmnożywszy dwie średnie liczby będzie 250, ktore rozdzieliwszy przez 25, wynidzie mi z tego podziału x = 10 połowa szerokości koła. Więc koło powinno bydź szerokie na 20 calów. Takim tedy kołowrotem ieden człowiek albo ciężar 25 funtów, utrzyma łatwo 100 funtów; á ieżeli przydamy cokolwiek siły do dwudziestu pięciu funtów, natychmiast się ciężar podniesie.

Także, maiąc wiadomą siłę y kołowrot gotowy w wiadomych wymiarach walca y koła, łatwo dóydę, iak wielki ciężar nim udźwignąć mogę, z tego lub podobnego ułożenia; 25: x:: $2\frac{1}{2}$: 10. Gdzie 25 rozmnożywszy przez 10, á potym rozdzieliwszy przez $2\frac{1}{2}$ będzie ciężar x: 10 funtów.

Maiąc także wiadomy ciężar y kołowrot

gotowy, łatwo dóydę, iakiey mi siły potrzeba, z tego ułożenia: x : 100 :: $2\frac{1}{2}$: 10, gdy 100 rozmnożę przez $2\frac{1}{2}$ á potym rozdzielę przez 10, będzie siła x = 25 funtów.

Nakoniec, maiąc wiadomą siłę, ciężar, y koło gotowe, gdybym mu chciał kazać dorobić walec przyzwoity do ciężaru, w grubości swoiey pisze: 25 : 100 :: x : 10. Rozmnożywszy tedy 25 przez 10, potym rozdzieliwszy przez 100, będzie x = 2 cale y wpół, to iest: połowa grubości walca, y połowa grubości sznura. Wziąwszy tedy sznur gruby na cal, trzeba walca grubego na dwa cale. Y tak we wszystkich innych okolicznościach zawczasu wyrachować można czego do utrzymania odporu potrzeba. Zaś do zwyciężenia go y podniesienia, trzeba zawsze zażywać więcey siły nad tę, która z rachunku wychodzi. Także na zwyciężenie ciężkości sznura, y odporu pochodzącego od tarcia, iako y dla kilkakrotnego obkręcania sznura na walcu, więcey ieszcze siły naddać należy, aby bydź bespiecznym o otrzymaniu pewnieyszego skutku.

Z tego zaś łatwo wnieść, że przez kołowroty naymnieysza siła, naywiększy odpór zwyciężać może. Z tym wszystkim iednak, w samym wykonaniu zachodziłaby trudność, bo gdyby siła była zbyt mała, áby wyrównała zbyt wielkiemu ciężarowi, trzeba żeby bardzo wielkim kołem lub drągiem władnęła, z którym dla zna-

znaczney wielkości trudnaby była sprawa. Daymy bowiem że iest do wyniesienia w górę ciężar 3000 funtów, siła do niego iest wynosząca na 50 funtów, czyli dwóch ludzi. Więc ieżeli chcę przez kołowrot podnieść ten ciężar, trzeba żeby połowa szerokości koła, tak się miała do połowy grubości walca, iako 3000 do 50, to iest: ile się razy znayduie 50 w liczbie 3000, tyle razy w szerokości koła znaydować się powinna grubość walca, to iest: 60 razy powinna się znaydować. Koło więc musiałoby bydź 60 razy szersze od walca, y ieżeli naprzykład walec będzie gruby na pół stopy, koło powinnoby bydź szerokie na 30 stóp, ktora iest niezmierna wielkość y do używania prawie nie podobna.

Lecz tey trudności łatwo się zabiega przez więcey kółek y walców pomnieyszych zębami lub szczeblami opatrzonych, żeby ieden od drugiego obracany bydź mógł. Tym sposobem mniey mieysca zastępuią, łatwieysze są do użycia, niżeli iedno koło zbyt wielkie, á iednak równy, y większy ieszcze skutek sprawuią, iako się zaraz pokaże.

PO-

POSIEDZENIE XVI.

O kołkach zębatych w ſilniach.

Nie maſz prawie dzielnieyſzey y pożyteczniey-ſzey ſilni nad kółka zębate, kiedy ſą dobrze od Rzemieślników zrobione. Są to w ſamey rzeczy kołowroty z walcem y kołem (o ktòrycheśmy w przeſzłym Poſiedzeniu mòwili) z tą tylko różnicą, że tu koło zamiaſt fzczeblòw lub drągów kończy ſię zębami okrągłowemi, iako widać (*w Obrarz: 10. Tabl: 3.*) Więc, iakośmy o kołowrotach mówili, że te nic innego nie ſą, tylko zgromadzenie drągów pierwſzego lub drugiego gatunku, tak o kòłkach zębatych mòwić trzeba; gdyż w kole A B dwa zęby naprzykład A, B mogą ſię brać za koniec drąga, ktòrego podpora C dzieli na dwa boki ròwne. Jeżeli na teyże ſamey oſi oſadziemy inne kòłko C połową mnieyſze, ta ſiła, ktora nim władnie przez ząb *a*, będąc połową mniey oddalona od podpory, niżeli ſiła władnąca zębem A, lub B, muſi ſię ſtawać połową ſłabſza. Zaczym funt ieden na A, utrzyma dwa funty zawieſzone na *a*.

Kiedy więc ſiły proſto kółkami zębatemi władną, w każdym kòłku, tak ſię ma ſiła do odporu, iako *C a*, połowa grubości walca lub kòłka, y ſznura, na którym ciężar wiſi, do CA, to ieſt: do połowy ſzerokości koła, ktorym władnie

dnie ſiła. Że zaś ſzerokości kół różnych (*Diametri*) według ziemiomierſkiey nauki, tak ſię maią do ſiebie iako ich obwody (*circumferentiæ.*) Więc tak ſię ma ſiła do odporu, iako połowa obwodu kòłka lub walca, u ktòrego ciężar wiſi, do połowy obwodu koła, ktorym ſiła władnie. Aże liczba zębòw w kole zębatym zabiera połowę obwodu (bo drugą połowę zabieraią próżne mieyſca między zębami wycięte, ktore ſię ròwnaią zwyczaynie zębom, co do wielkości) Zaczym w każdym kole zębatym tak ſię ma ſiła do odporu, iako liczba zębòw kòłka lub walca u ktorego ciężar wiſi do liczby zębòw koła, ktorym ſiła władnie. Jeżeli naprzykład koło AB (*w Obraz: 10*) ma 16 zębòw, kòłko zaś C ma 8 tylko zębòw, będzie ſię tak miała ſiła w mieyſcu A, do odporu w mieyſcu *a*, iako liczba 8 do 16, czyli: ſiła na A dwa razy większy od ſiebie ciężar utrzyma wiſzący na *a*.

Kòłko pomnieyſze C, oſadzone na iedney oſi z większym A B, może bydź albo mu przyległe, (iako ieſt w tym *Obrazku*) albo oddalone od niego na drugą ſtronę oſi, iako ſą oddalone wſzyſtkie kòłka pomnieyſze od ſwoich większych (*w Obraz: 15. Tabl: 3.*) Y tym ſpoſobem można złożyć kilka kółek mnieyſzych y większych, albo żeby walce ich poźiemnie ſtały (iako ſą w tym *Obrazku:*) albo żeby proſto do gòry ſtanowione były, albo też iedne poźiemnie, drugie proſto według potrzeby. W ktòrych zę-

by kołka iednego powinny się zaczepiać między zęby drugiego, aby iedno kołko ruszać mogło drugie. Wszystkie zęby kołek maią bydź równe, iako y mieysca między zębami wycięte. Liczba zębów w pierwszym kole, do ktorego się przykłada siła, powinna bydź naymnieysza. W ostatnim zaś kole, u ktorego walca zawieszony iest odpór, powinna bydź liczba zębów naywiększa ile można.

Przez to ułożenie tak dziwnie się pomnaża naymnieysza siła, że naywiększym odporom wystarczyć może. Albowiem, w iakimkolwiek bądź rozporządzeniu kilku kołek zębatych, to prawo powszechne się zachowuie, że tak się ma siła do odporu, iako liczby zębów w kołkach mnieyszych rozmnożone przez siebie, do liczb zębów w kołach większych rozmnożonych także przez siebie. Co następuiące Doświadczenie iaśniey pokaże.

Doświadczenie I.

NA wykonanie iego mamy w blachach mosiężnych pobocznych (*w Obraz: 15.*) osadzone wolno y ruchomo na osiach trzy koła większe stalowe zębate M, N, O, y trzy kółka pomnieysze E, H, A. W nayniższym kole M iest zębów 48, w średnim kole N iest zębów 60, w naywyższym kole O zębów 72. Także w nayniższym kołku E, iest zębów 16, w średnim kołku H iest zębów 20, w naywyższym kołku A iest zębów 8. Zawiesiwszy więc ciężar u walca nay-

nayniższego C B, y drugi u zęba kołka A, żeby z nim był w równości wagi, obaczemy, co następuie.

Skutek.

BLisko ieden łot zawieszony na A, utrzymuie y dźwiga ciężar P 100 łotow zawieszonych na walcu C B.

Wyłożenie przyczyn.

KOło M, u którego ciężar P wisi, zaczepiaiąc zębami swemi za kołko E, gdy się obraca, musi także to kołko obracać, á że koło M ma 48 zębow, kołko zaś E 16 tylko zębow; oczywista iest, że kiedy się raz obróci koło M, y z nim walec C B, w tymże czasie kółko E musi się obrócić 3 razy, bo szesnaście znayduie się trzy razy w liczbie 48, więc 16 zębow trzy razy się przewiną przez 48 zębow, zaczym choćby kółko E było tylko tak szerokie iak walec C B, gdyby siła wzruszaiąca była przyłożona do kołka E, miałaby trzy razy więcey chyżości, niżeli odpór wiszący u walca C B, á przeto trzy razy większy od siebie ciężar dźwigaćby mogła, to iest: że na udźwignienie 100 funtów wiszących u walca C B, trzebaby tylko $33\frac{1}{3}$ funtów u kołka E. Zkąd poznać, że siła iuż trzy razy się powiększa. Że zaś przy kółku E iest osadzone koło większe N o zębach 60, ktore zaczepiaiąc za kołko H o zębach 20, z sobą razem

ie

ie obraca; ponieważ 20 znayduie się trzy razy w liczbie 60, więc kółko H, á z nim y koło O, trzy razy się obròcić musi w tym czasie, w ktorym się koło N raz obròci; pokazaliśmy zaś wyżey, że koło N trzy razy także się musi obròcić w tym czasie, w ktorym walec C B obròci się raz; zaczym kółko H, á z nim y koło O, dziewięć razy się musi obrocić, niżeli się walec C B obròci raz. Więc gdyby kółko H było tylko tak szerokie iak walec C B, siła u niego zaczepiona, miałaby 9 razy więcey chyżości niżeli odpór u walca C B, á przeto 9 razy większy od siebie ciężar dźwigaćby mogła, y na utrzymanie 100 funtow u walca C B wiszących, trzebaby tylko u kółka H iedenastu funtów y iedney dziewiątey części z funta. Ale że znowu koło O ma 72 zębow, y obraca z sobą kółko naywyższe A o ośmiu zębach, ponieważ 8 znayduie się dziewięć razy w liczbie 72; więc kółko A musi się 9 razy obròcić w tym czasie, w ktorym koło O obròci się raz. Pokazaliśmy zaś dopiero, że koło O 9 razy się obraca, gdy walec *C B* z ciężarem obròci się raz; więc kółko A musi się 81 razy obròcić, niżeli walec C B obròci się raz, gdyby więc kółko A było tak szerokie iak walec C B, siła do niego przyłożona miałaby 81 razy więcey chyżości, niżeli ciężar u walca C B, á przeto 81 razy większy od siebie ciężar dźwigaćby mogła, zaczym na udźwignienie 100 funtów u walca C B, trzeba tylko coś więcey trochę nad ieden funt.

Jakoż

Jakoż tak właśnie Doświadczenie nam pokazało, że siła prawie iednego łota u kółka A dźwiga 100 łotów u walca C B wiszących. Oczywiście zaś ztąd poznać, że tak się ma siła $1\frac{19}{81}$ łót do ciężaru 100 łòtów, iako liczby zębów w mnieyszych kołkach rozmnożone przez siebie, to iest: $16 \times 20 \times 8$ co wynosi na 2560; do liczby zębów w większych kołach rozmnożonych przez siebie, to iest: do $60 \times 40 \times 72$, co wynosi na 207360, czyli: siła $x : 100 :: 2560 : 207360$. Gdzie rozmnożywszy dwie średnie liczby, á potym rozdzieliwszy to rozmnożenie przez ostatnią wynidzie siła $= x - - 1\frac{19}{81}$ łòt, tak właśnie, iako Doświadczenie pokazało.

Jeżeli zaś do kółka A przydamy rękoieść C D żeby tą rękoieścią siła obracała kółko A, mnieyszey siły w ten czas potrzeba będzie; y tak mnieyszey, iak mnieysza iest połowa szerokości kółka A, do długości C D, co się pokazało mòwiąc o kołowrotach; więc, że w naszym Doświadczeniu rękoieść C D iest na 2 cale, to iest: na 24 kréseк, połowa zaś szerokości kółka A, iest 12 razy mnieysza, bo iest tylko na dwie kréski, więc ieżeli przy kółku A trzeba było siły wynoszącey na $1\frac{19}{81}$ łòt (iako się pokazało) przy rękoieści C D, trzeba siły dwanaście razy

ieszcze od tego mnieyszey, to iest: trzeba tylo iedney dziesiątey części łóta na udźwignienie 100 łotów przy walcu CB wiszących. Czyli siła cała wystarczaiąca ciężarowi, będzie tylko iedna tysiączna część całego ciężaru. Zaczym, tym sposobem 1000 funtów iednym funtem łatwo udźwignąć można. A przydawszy cokolwiek więcey siły do rękoieści C D, zaraz się ciężar podnosić będzie. Zkąd iawna iest, że za naymnieyszym poruszeniem rękoieści C D od dziecka iednego, ciężar 1000 funtów podniesiony być może z wielką łatwością, ponieważ tak małey siły do niego potrzeba.

Cożby dopiero za ciężar mógł przez te same trzy koła zębate dźwigać naprzykład ieden człowiek, ktorego siła naymnieysza wynosi na 25 funtow, á pomnierna na 50 funtow, większa na 100 funtow? Łatwo nam to porachować; w samych bowiem kołach (iako się wyżey pokazało) tak się ma siła do ciężaru iako się ma liczba 2560 do 207360 czyli siła ludzka pomierna 50 : x :: 2560 : 207360, więc rozmnożywszy ostatnią liczbę przez 50, á potym rozdzieliwszy przez trzecią liczbę, będzie ciężar x = 4050 funtów, ktorego ieden człowiek przez same koła dźwigać może. Niechże do naywyższego kołka A, przydamy rękoieść C D, żeby nią człowiek obracał, ponieważ ta iest 12 razy dłuższa niż kołko A, człowiek także przez nią ieszcze 12 razy większy ciężar od wzwyż znalezionego dźwigać będzie mógł, to iest: ieżeli rozmnożemy

my 4050 przez 12, będziemy mieli cały ciężar 48600 funtów, ktore ieden człowiek tą silnią udźwignie. A ieżeli cokolwiek więcey siły przyłoży, to go y podniesie do góry.

Gdy się więc tak znacznie pomnaża siła przez trzy tylko koła y trzy pomnieysze kółka naszego doświadczenia, cożby dopiero było, gdyby 5, 6, 10, takich kół złożyć z tyląż kołkami? niepłonnie zaiste Xiądz nasz Shottus, na wzór Herona y Papusa Alexandryiskiego, odrysowawszy podobną silnią o dwudziestu czterech kółkach, z ktorych każde wyższe obrociłoby się 10 razy w tenczas, kiedy każde niższe raz, dowiódł y pokazał, że przez nią siła wynosząca na 125 funtów, mogłaby całą ziemię, choćby była ze złota (to iest z naycięższego kruszcu) łana, podnieść. (a)

Co nie trudno będzie wyrachować z tego, co się wyżey powiedziało, wiedząc bowiem że w kołkach zębatych, tak się ma siła do ciężaru,

(a) Y owszem Xiądz nasz Dechales dowiódłszy z Ziemiomierskiey nauki, że liczba 1 maiąca za sobą pięćdziesiąt oczek, iest większa niżeli liczba proszków piasku, ktoryby nie tylko okrąg ziemi, ale y całego świata napełniać mógł; pokazuie, że gdyby silnia była zrobiona o 50 kołach zębatych, w takim wymierze, że każde koło wyższe 10 razy by się obrociło, w ten czas, kiedy każde niższe raz, siła choć tak nikczemna, że ieden tylko proszek piasku sobą poruszyćby mogła, iako iest siła iedney naprzykład mrówki, przez 50 kół zębatych poruszyłaby okrąg świata, choćby cały piaskiem natkany był. Co, lubo iest z wielu innych miar niepodobna do wykonania, iednak nie iest tak czczą, y pustą myślą, áby nam wielkiey dzielności zębatych kołek, w łatwieyszych do wykonania rzeczach pokazywać nie miało.

iako liczba zębow we wszystkich pomnieyszych kółkach rozmnożona, do liczby zębow we wszystkich kołkach większych rozmnożoney; gdy mi iest dany iakikolwiek ciężar do podnieśienia w gorę, naprzykład 100000 funtów; á mam silnią o trzech kółkach większych, z ktorych każde ma 100 zębow, więc 100 rozmnożone przez 100, y znowu przez 100, uczyni 1000000. Trzy także iest kołek pomnieyszych, z ktorych każde ma 10 zębow. Więc 10 rozmnożone przez 10, y znowu przez 10, uczyni 1000. Jeżeli więc chcę wiedzieć, iakiey mi siły potrzeba na udźwignienie danego ciężaru? nazywam ią x; y czynię to rozłożenie: tak się ma siła x do danego ciężaru 100000, iako rozmnożenie zębów w kołach pomnieyszych 1000, do rozmnożenia zębów w kołach większych 1000000 Albo x : 100000 :: 1000 : 1000000. Gdzie rozmnożywszy dwie środnie liczby, á potym rozdzieliwszy przez ostatnią, będę miał x = 100. Zkąd poznaię, że na udźwignienie 100000 funtów, trzeba mi tylko siły wynoszącey na 100 funtów, naprzykład trzeba dwoch ludzi. Albo ieżeli przydam do ostatniego walca rękoieść 10 razy dłuższą, niżeli iest szerokość tegoż walca, siła obracaiąca tę rękoieść, może bydź ieszcze 10 razy mnieysza niżeli 100 funtów, to iest: siła 10 funtów wystarczy na udźwignienie 100000 funtów ciężaru; a dodawszy iey cokolwiek to go y podnieśie.

Tymże sposobem maiąc siłę pewną y wiadomą

domą sobie, naprzykład 100, maiąc także silnią podobną zrobioną, można dóyść, iak wielki ciężar nią podnieśie ta siła; czyniąc Ziemiomierskie ułożenie 100: x:: 1000: 1000000, y postępuiąc sobie tak, iakośmy iuż nie raz wyżey w podobnych rzeczach pokazali.

Nakoniec, maiąc ciężar dany do podnieśienia, naprzykład dzwon ważący 6000 funtów, maiąc także siłę 30 funtów, ieżeli chcę wiedzieć, iak wiele y iakich kołek potrzeba do podnieśienia tą siłą tegoż ciężaru? naypierwey rozdzielam ciężar 6000 przez siłę 30, y wychodzi mi z tego podziału liczba 200. Albo ieżeliby nie ze wszystkim siła dzieliła ciężar, można dodać liczbie wychodzącey z podziału, 1, lub 2, lub 3, y więcey. Biorę potym liczbę z podziału wychodzącą 200, y szukam w niey przez rozdzielenie, z iakich liczb rozmnożonych się składa, znayduię więc, álbo te liczby 5, 5, 8, albo te 2, 2, 2, 5, 5, zkąd poznaię: że silnia powinna się składać albo z trzech kół większych, y tyleż mnieyszych, daiąc w nich zęby tak, żeby w pierwszym kole, ktorym siła władnie, było zębow 5 razy więcey, niż w pierwszym mnieyszym, w drugim także pięć razy więcey, niż w drugim mnieyszym; w trzecim zaś 8 razy więcey, niż w trzecim mnieyszym Wolno także zamiast pierwszego koła, rękoieść przyprawić, z tym warunkiem iednak, żeby 5 razy dłuższa była niżeli szerokość pierwszego wałka. Dawszy więc pierwszym dwom kołom zębów 25 (albo tyleż

długości dla rękoieści) pierwszym dwom mnieyszym kołkom trzeba dać 5 zębow, ostatniemu kołu dawszy zębow 64, ostatniemu kołku trzeba dać 8 zębow. Więc tak się będzie miała siła 30 do ciężaru 6000, iak 5 rozmnożone przez 5 y znowu przez 8 = 200, do 25 rozmnożonych przez 25, y znowu przez 64 = 40000, czyli 30 : 6000 : : 200 : : 40000. Zkąd widziemy że się tu zachowuie powszechne prawo o kołkach zębatych, á zatym siła 30 funtów taką silnią udźwignie 6000 funtów. Albo ieżeli dodamy sile ieszcze 1 funt, to go y podniesie.

W czym ostrzedz należy, że trzeba zawsze na trzecią albo na czwartą część powiększyć siły bardziey, niżeli z rachunku wychodzi. Iako w tym przykładzie siła 30 funtów według rachunku udźwignęłaby dzwon 6000 funtow ważący; siła 31 funtów mogłaby go podnieść, iednak że tarcie w kółkach, ciężar y ostrość w sznurach, przyczynienie mocy ciężarowi przez kilkakrotne obkręcenie sznura na walcu, y inne tym podobne zawady zwykły trudnić siłę, lepiey iest dla bespieczeństwa, powiększyć iey do 37, albo do 40 funtów.

Zamiast tych liczb 5,5,8, mogłbym był wziąć te drugie 2,2,2,5,5, gdyż równie y z tych rozmnożonych, iako y z tamtych składa się liczba 200. Ale iuż trzebaby pięć kół większych y tyleż pomnieyszych. Trzy koła większe, dwa razy więcey zębowby mieć powinny, niżeli ich kółka pomnieysze, á drugie dwa większe 5 razy więcey, niżeli ich kołka pomnieysze. Co wszystko ten sam skutekby sprawiło, iako y pierwey.

Ponieważ zaś tak się ma siła do ciężaru, iako rozmnożenie zębow kołek pomnieyszych, do rozmnożenia zębow kół większych; idzie ztąd, że im mnieysza będzie liczba rozmnożenia kołek pomnieyszych, albo im większa liczba rozmnożenia kół przywiększych, tym mnieysza siła wystarczy ciężarowi, czyli: im mniey będzie zębow w kołkach przymnieyszych, im więcey zaś w kołkach przywiększych, (byleby się wzaiemnie stosowały) tym nikczemnieysza siła większego skutku dokaże.

Z tym wszystkim iednak w podobnych silniach, tak znaczne pomnożenie siły, dzieie się nie inaczey, tylko za wielkim czasu nakładem. Widzieliśmy bowiem w naszym Doświadczeniu, że kółko A, y rękoieść C D, musi się 81 razy obrocić, niżeli się walec C B obroci raz, iakże tedy wiele razy obracać trzeba rękoieść C D, żeby ciężar P do znaczney wysokości wynieść? naprzykład gdybyśmy chcieli dzwon iaki wynieść na 100 stóp w górę, przez silnią, ktoreyśmy w ostatnim Doświadczeniu zażywali (*w Obraz.* 15.) gdzie wałek, na ktorym się sznur z ciężarem obkręca, y obwód iego cały iest na 14 krések, łatwo nam można wyrachować, iak wiele czasu ta robota zabierze? dochodząc pierwey, iak wiele razy naywyższe kółko A, czyli rękoieść C D obrocić się musi, żeby ciężar wyniesiony był na 100 stóp, czyli (rozmnożywszy sto-

py przez 12 calów) na 1200 calów, czyli (rozmnożywszy znowu całe przez 12 kréśek) na 14400 kréśek? ponieważ bowiem kiedy kółko A, czyli rękoieść CD 81 razy się obroci, w ten czas wałek naypoźnieyszy CB obróci się raz, y sznur na tymże wałku obkręci się raz, á za tym y ciężar podnieśie się od ziemi tak wysoko, iako iest długie iedno obkręcenie wałka, to iest: na 14 kréśek. Więc uczyniwszy to rozłożenie: iak się ma iedno obkręcenie wałka naypoźnieyszego z 14 kréśek, do 81 liczby obrotu kółka A y rękoieści CD w tym czasie kiedy wałek CB raz się obróci, y raz sznurem się obkręci, tak się ma wysokość, do ktorey dzwon wynieść trzeba na 100 stóp, czyli 14400 kréśek, do liczby obrotów rękoieści CD w tym czasie, w ktorym ciężar wyniesiony będzie na 14400 kréśek, albo: 14 : 81 : 14400 : x. Gdzie rozmnożywszy dwie śrzednie liczby, á potym rozmnożone iuż, rozdzieliwszy przez pierwszą: 14, wynidzie mi z tego podziału $x = 83314$. Zkąd poznaię, że śiła władnąca rękoieścią, musi nią 83314 razy obrocić, nim się ciężar wyniesie na 100 stóp w górę. Doświadczywszy zaś, że obracaiąc miernie rękoieść CD przez czwartą część godziny, muszę nią 500 razy obrocić, á zatym przez iednę godzinę 2000 razy. Więc rozdzieliwszy 83314 przez 2000 wynidzie 41 godzin y więcey niż pół godziny. Tak długiegc więc czasu potrzeba na to, żeby dzwon wynieść na sto stóp w górę, to iest: prawie pół trzecia dnia roboty nie przerwaney na dłuższym dniu.

Po-

Podobnym sposobem wyrachował nasz Xiądz Schottus, że w owey śilni o 24 kołkach (ktorą odrysował na podniesienie całey ziemi) choćby się to koło, ktorymby śiła władnęła, w iedney godzinie 40000 razy obrociło, iednak ostatnie koło u ktoregoby był ciężar ziemi zawieszony, razby się tylko obrócić mogło w czasie 10000000000000 lat, czyli w sto millionów millionów lat.

To samo iednak opoźnienie w wielu okolicznościach bydź nam może zdatne, gdy naprzykład maiąc podostatek śiły do zwycięźenia słabego iakiego odporu, nie szukamy iey powiększenia, ale tylko chcemy iak nayprędszego obrotu, w tenczas opak przyłożywszy śiłę y rękoieść CD do koła M, odpór zaś do kołka A, oczywista iest, że będzie bardzo szybki obrot w kółku A. Bo ieżeli za iednym obrotem koła M, kołko A 81 razy obrócić się musi, iakośmy widzieli, niech koło M od śiły 10 razy tylko obrócone będzie, iużci kółko A 810 razy się obróci.

Co łatwo można porachować. Wiem naprzykład że koło N, y kółko E trzy razy się musi obrocić niżeli koło M obroci się raz, (gdyż liczba zębów kołka E trzy razy się znayduie w liczbie zębów koła M) wiem także podobnie, że kołko A z kołem O, trzy razy się musi obrocić, niżeli koło N obroci się raz. Wiem nakoniec że kołko A y rękoieść, 9 razy się musi obracać, niżeli koło O obroci się raz. Więc rozmnożywszy 3 przez 3, y potym przez 9, bę-

dzie 81, to iest że kołko A y rękoieść 81 razy się musi obrocić, niżeli koło M obroci się raz, á kiedy koło M obroci się 10 razy, w tymże czasie kołko A dziesięć razy 81, to iest 810 obrotów uczyni.

Y na tymto zawisła cała sztuka y rzemiesło zegarów sprawy życia naszego wymierzaiących. Te ktore mamy w codziennym używaniu, skazuią nam tylko godziny y chwile (*minuta*) áże w iedney godzinie całą tarczą zegarową obiega skazówka chwil, w dwunastu zaś godzinach, (to iest: w tym czasie, kiedy skazówka godzin raz obiega tarczą) skazowka chwil obiega ią 12 razy. Więc ułożenie zegarka takiego wyciąga naybardziey dwóch kołek, w takiey liczbie zębów, żeby kołko piastuiące na osi swoiey skazówkę chwil, 12 razy się obrociło w tym czasie, w którym kółko piastuiące na osi swoiey skazówkę godzin obroci się raz.

Także ieżeli chcemy, żeby zegar skazował y chwilki drugie (*minuta secunda*) których iest 60 w iedney chwili, y które wymierzone są przez każde uderzenie żyły (*pulsus*) w człowieku zdrowym; Te 60 razy przebiegaią tarcz całą w godzinę, á w dwanaście godzin 720 razy przebiegaią. Więc trzeba przyłożyć kółko takie, któreby 60 razy prędzey się obracało, niżeli kółko chwil pierwszych; á 720 razy prędzey, niżeli kołko godzin. Tymże sposobem możnaby mieć y chwilki trzecie, przyłożywszy kółko z tylą zębami, żeby się 60 razy prędzey obracało,

to, niż kółko chwilek drugich, 3600 razy prędzey niż kółko chwil pierwszych, 43200 razy prędzey, niż kółko godzin.

Nie trudno także będzie zrobić zegar, w ktorymby iedna skazówka pokazywała dni, á druga godziny, byleby kółko godzin miało tyle zębów, żeby się dwa razy obrociło w tym czasie, w ktorym kołko dni obroci się raz, bo kołko godzin dwa razy obchodzi tarcz w dwadzieścia cztery godzin, to iest w ieden dzień, á ieżeli kołko dni obracać się będzie 365 razy, w tym czasie, w ktorym inne kołko z nim złączone obroci się raz, to ostatnie kołko obrotem swoim wymierzać będzie roki, albo bieg słońca roczny, y skazówka na nim osadzona będzie pokazywać lata, bo w roku iednym iest 365 dni. Nakoniec skazówka osadzona, na kołku ktoreby sto razy poźniey się obracało niżeli kołko lat, pokazywałaby wieki całe.

Y tać to iest sztuka, ktora się wydaie w owych okrągach pokazuiących, wszystkie obroty codzienne Nieba gwiazdarskiego Jeżeli gdzie tu zaiste naybardziey rzemiesła y sztuki ludzkie zaciekły się ku naśladowaniu rzeczy w porządku przyrodzonym osadzonych, y człowiek przemysłem swoim ścigać pragnie ułożenia dzieł Boskich. Cokolwiek iednak sztuka ludzka może przydać urodzeniu, wszystko to na kształcie y ułożeniu części powierzchownym kończyć się zwykło; daley ręka ludzka postąpić nie potrafi, ani sił wzruszaiących dziełom swoim udzie-

lić, lecz musi ich pożyczać z stanu rzeczy przyrodzonych. Nie poślednia w prawdzie iest sztuka w zegarach, z różnych kołek y wałkow złożonych, ale te martwemi nieiako trupami pòty być muszą, pòki albo ciężarem iakim, albo sprężyną niby ożywione nie będą. Tymci sposobem każdą silnią sztuka y rzemiesło układa, ale sam stan przyrodzony duszę mu nieiako daie. Ta iednak dusza, acz nie żywa, nie rozumna, y nie czuła, do iednego y statecznego kresu zawsze dążąc, za powodem rzemiessa tak rożnych y sztucznych biegow dokazuie, że im się czasem wydziwić nie podobna. Jedna blaszka stalowa w wałek zwinięta rozpieraiąc się y rozwiiaiąc przez sprężystość swoię, obraca różne kółka, a przez nie, biég słońca y innych światłości niebieskich, nietylko wszystkim pospolity, ale y każdey własny, według woli biegłego rzemieślnika, patrzącym na miły widok daie.

Y takież to dzieła, ktore w szczupłym ułożeniu świat cały niebieski y ziemski z wszystkiemi obrotami pokazuią, zdarzyło mi się widzieć to w Mussyponcie, to w Metzu od iednego Braciszka naszego Zakonu zrobione. Lecz te y inne tym podobne, o ktorych mogłem czytać, ieszcze nie są tak doskonałe, bo tylko za obracaniem rękoieści, biegi niebieskie się w nich sprawuią. Widziałem iednak dwa ieszcze dziwnieysze, iedno w Pradze, drugie w Wersalu, ktore iuż przez sprężyny, iuż przez wagi przydane, gdy nakręcone będą, wszystkie obroty niebieskie, y co-

cokolwiek do rozmiaru czasu należy, wydaią same przez siebie.

Praskiego, wynalezcą y robotnikiem był X. Jan Klein Zakonu naszego, wielą zdawna słusznemi silniami wymyślonemi y wykonanemi od siebie, w całey nauk Rzeczypospolitey wielce wsławiony, do ktorych chciał przydać y ten świat sztuczny trzymaiący w środku ziemię, (według zdania Tychona, ktore na on czas naywięcey popłacało) wkoło ktorey iest mały obrot czyli ścieszka księżyca, á większa słońca, podzielona na swoie stopnie, czyli na 360 części równych. Zaś w koło słońca są okręgi Merkuryusza, Wenusa, Marsa, Jowisza, y Saturna, z wyznaczeniem dla każdego: kiedy, y w ktorym ścieszki słoneczney mieyscu czyli stopniu przypada naywiększa iego, y naymnieysza odległość od słońca. W koło Jowisza krążą cztery pomnieysze światła, á w koło Saturna pięć, tak iako na prawdziwym niebie, ktore księżycami Jowisza y Saturna nazywamy.

Od słońca wychodzi pięć promieni, z tych ieden nosi znak Merkuryusza y iest naykrotszy, bo Merkuryusz naybliżey słońca chodzi; drugi dłuższy promień, nosi znak Wenusa; trzeci ieszcze dłuższy, z znakiem Marsa; czwarty ieszcze dłuższy z znakiem Jowisza; á piąty naydłuższy z znakiem Saturna, bo ten naydalszy ieszcze od słońca. Każdy z tych promieni w koło słońca obrot swòy czyni, w tak długim czasie, w iak długim też na prawdziwym niebie

ſię obraca, naprzykład promień Merkuryuſza, czyni ſwòy obrot w 88 dni, ponieważ y na niebie Merkuryuſz przez tyleż dni w koło ſłońca krąży. Promień Wenuſa obraca ſię przez 224 dni, y 18 godzin, bo w tymże prawie czaſie na niebie dopełnia ſwego biegu. Promień Marſa obraca ſię przez 687 dni tak, iako y na prawdziwym niebie. Promień Jowiſza w 11 lat w dni 317 y godzin 15, a promień Saturna w lat 29, w dni 174 y godzin pięć ſię obraca.

Z tych wſzyſtkich promieni, ktore nad roczną ścieſzką ſłońca (*Eclyptica*) rozciągaią ſię, y z biegu ich, poznać można w każdym czaſie: w ktorym mieyſcu znayduie ſię Merkuryuſz, Wenus Mars &c. na ścieſzce ſłoneczney; iak wiele drogi na niey uſzedł? to ieſt: w ktorym mieyſcu byłby widziany, gdyby był uważany z ſamego ſłońca. Ze zaś my zwyczaynie nie w ſłońcu ale na ziemi będący, uważamy Merkuryuſza, Marſa, &c. więc y te mieyſca mogą ſię łatwo każdego czaſu poznać, rozciągnąwſzy od ſrzodka ziemi przez promień Marſa, Merkuryuſza &c. nitkę proſtą aż do ścieſzki ſłoneczney; na ktore bowiem iey mieyſce nitka przypadnie, to będzie mieyſce Marſa, Merkuryuſza &c. z ziemi widziane. Tymże ſpoſobem można poznać, ieżeli y kiedy Merkuryuſz, Mars, &c. na niebie idą przed ſię proſto, albo ſię wracać zdawaią, albo ſtać na mieyſcu. Wiemy bowiem z poſtrzegania gwiazdarſkiego, że Saturnus idzie przed ſię proſto, przez dni 243, potym zda ſię ſtać na iednym

iednym mieyſcu nieba przez dni ośm, potym zda ſię cofać wſtecz przez dni 140. Jowiſz zaś idzie przed ſię przez dni 284. po ktorych ſpoczywać ſię zdaie na mieyſcu przez dni cztery y znowu zda ſię wracać przez dni 120. Także Mars idzie przed ſię przez dni 702. po ktorych wydaie ſię ſtoiącym na mieyſcu przez dwa dni, a potym niby ſię wraca przez dni 73. Wenus idzie proſto przez 542 dni, po nich ſtoi niby na iednym mieyſcu przez pòłtora dnia, y zdaie ſię ruſzać na powrot przez 42 dni. Nakoniec Merkuryuſz idzie przed ſię, przez dni 93, po ktorych przez pòł dnia niby ſpoczywa, á potym cofa ſię wſtecz przez 22 dni. Nie ieſt to w ſamey rzeczy aby Merkuryuſz, Mars &c. ſtali kiedy nie wzruſzenie na mieyſcu, albo ſię cofali na powrot, ale to tylko ieſt pozor co do oka naſzego pochodzący ztąd, że albo my ſię razem ruſzamy wten czas, prędzey, lub poźniey, (według zdania Kopernika) kiedy ſię Merkuryuſz Mars &c. ruſza, albo ſię ſłońce razem ruſza prędzey, lub poźniey, od nich według zdania Tychona. Ztąd pochodzi, y iawnie ſię pokazuie w gwiazdarſkiey nauce, że lubo Merkuryuſz, Mars &c. zawſze proſto przed ſię idą, iednak nam patrzącym na nich z wierzchu ziemi, wydawać ſię muſzą iakby czaſem ſtały na iednym mieyſcu, á czaſem ſię cofały na powrot.

Te wſzyſtkie odmiany łatwo ſię pokazuią y tłumaczą na tym ſztucznym niebie, z ktorego zawſze można poznać, czyli na prawdziwym

nie-

niebie Merkuryusz, Mars &c. idzie przed' się; albo czyli się zdaie cofać, czyli stać na mieyscu; znalazszy bowiem (wyżey opisanym sposobem) mieysce na ścieszce słoneczney Merkuryusza naprzykład, w którym byłby widziany z słońca, y znalazszy przez nitkę rozciągnioną mieysce, w którym byłby widziany z ziemi, ieżeli mieysce Merkuryusza widzianego z ziemi poźniey położone iest, niżeli mieysce iego widzianego z słońca, znak to będzie, że Merkuryusz na niebie w tym czasie idzie przed się; ieżeli zaś na ścieszce słoneczney mieysce iego widzianego z słońca, poprzedzone iest od mieysca iego na teyże ścieszce widzianego z ziemi, w ten czas Merkuryusz na niebie musi się cofać wstecz.

Podobnież y mieysce księżyca każdego czasu, gdzie iest na prawdziwym niebie znaleść można, rozciągnąwszy nitkę od ziemi w środku tego sztucznego nieba osadzoney, przez gałkę wyrażaiącą księżyc, aż do ścieszki słoneczney. W ktorym bowiem mieyscu iey przypadnie nitka, w tymże samym mieyscu na prawdziwym niebie, pod ten czas księżyc się znaydować będzie. Na wynalezienie zaś mieysca samego słońca każdego czasu, y na poznanie iak wielką część swoiey ścieszki ubiegło, nie trzeba zażywać nitki, ponieważ od słońca samego, (pròcz tamtych piąciu promieni, o ktorych była wzmianka wyżey) wychodzi szosty, noszący znak samego słońca, ktory długością swoią dochodzi samey ścieszki słoneczney, na ktorey zawsze zkazuie gdzie

gdzie się słońce co dzień y każdey chwili znayduie na prawdziwym niebie. Ponieważ ścieszkę słoneczną obtacza obręcz okrągła, na ktorey wyryte są wszystkie dni roku, ta razem z ścieszką słoneczną co dzień pomyka się cokolwiek od lewey strony ku prawey, y tym sposobem codzień inszy stopień ścieszki słoneczney, y inszy rok, y miesiąca dzień przypada pod promień ów noszący znak słonca; zkąd każdy patrzący widzi zaraz, w ktorym stopniu znayduie się słońce pod ten czas, y ktory iest dzień miesiąca.

Gdy tak bieg swóy światła niebieskie odprawuią, każdemu szczegulny y własny w tym sztucznym niebie; maią oraz y powszechny; bo cały okrąg ten w koło ziemi w środku osadzoney, z słońcem, y z piącią owemi promieniami Merkuryusza, Wenusa, Marsa &c. obraca się razem w 24 godzin. Nad to, promień szosty, noszący znak słońca, biegiem swoim zkazuie zawsze na karcie przy brzegu okrągu przylepioney, kray coraz inszy, w ktorym każdey chwili przypada południe, y daie poznać każdego czasu, ktora godzina liczy się w Pradze.

Po drugiey stronie zaś tego sztucznego okrągu, naypierwey pokazuie się rok od Narodzenia Chrystusa, á pod nim niżey w pierwszym przedziale, to iest: od roku 1700 aż do 1800, w drugim zaś przedziale od roku 1800 aż do 1900, w trzecim nakoniec przedziale od roku 1900 aż do roku 2000, wyrażone są wszystkie litery Niedzielne w każdym z tych roku, y znak tey

planety, od ktorey imienia dzień się nazywa, ktorym się każdy rok kończy. Na początku każdego roku liczba oznaczaiąca go wychodzi na widok, w obręczy zaś górney, gdzie są znaczone godziny y chwile, pokazuie się liczba dni, któremi w tym roku bieg księżyca przewyższony ma być od biegu słońca, co się nazywa *Epacta*, z ktorey dochodziemy łatwo, kiedy przypadnie y w ktory dzień każdego miesiąca, nów albo pełnia księżyca. W teyże samey obręczy pokazuie się każdego roku dzień, w ktory ma przypadać pełnia Wielkanocna; czyli ta księżyca pełnia, ktora naypierwsza następuie po wiosiennym porównaniu dnia z nocą, albo z nim razem przypada; po tey bowiem pełni w pierwszą Niedzielę (według ustawy S. Zboru Niceńskiego) Wielkanoc obchodziemy.

Jeszcze w teyże obręczy daie się widzieć Poczet Rzymski na każdy rok przypadaiący, czyli piętnastu lat obrot, którego Rzymscy Cesarze przed tym zażywali, y do tych czas Papieże zażywaią. A z lewey strony złota liczba na tenże rok, oznaczaiąca, ktory iest ten rok obrotu księżyca *Cycli Lunæ*. Nazywa się *złota*, dla tego, że przedtym złotem drukowana była w Kalendarzach, przez wielki szacunek, ktory miała ztąd, że przez nią prawdziwego czasu Nowiu księżyca dochodzono, lubo teraz łatwiey go dochodziemy *per Epactas*. Obrot zaś księżyca *Cyclus Lunæ* nic innego nie iest, tylko obrot dziewietnastu lat; gdyż nie prędzey iak po 19 leciech znowu

wu na też same dni w każdym miesiącu, przypadaią Nowie y Pełnie księżyca.

Po prawey stronie pokazuie się także na każdy rok obrot słońca *Cyclus Solis*, to iest: liczba znacząca: ktory iest ten rok obrotu słonecznego, gdyż obrot słoneczny składa się z lat 28. po ktorych, znowu te same są litery Niedzielne, y te same dni Miesięcy przypadaią na te same dni, tygodnie, iako przypadały przed lat 28. Co wszystko tak iest sztucznie ułożone w tym kształtnym y rozumnym dziele, że zaraz na początku każdego roku wszystkie te liczby same się odmieniaią; te ktore przeszłemu rokowi służyły, chowaią się; á służące następuiącemu rokowi, same się pokazuią. Zgoła to dzieło ze wszystkich miar może się mieć za osobliwsze y naypierwsze w swoim rodzaiu.

Lecz że łatwiey iest kształcić y doskonaiić rzeczy iuż wynalezione, niżeli nowe budować y wymyślić, łatwiey było także, po takim iuż poprzedzaiącym wynalazku, ieszcze coś doskonalszego wymyślić w owym okrągu, ktory ofiarowany iest Królowi Francuskiemu w roku 1750, y ktory widziałem w Wersalu w pokoiu Królewskim. Jest to w samey rzeczy zegar wzruszeniem y biegiem swoim obracaiący świat niebieski y ziemski, według zdania Kopernika. Sławny JmćP. Passemant był wynalezcą iego, ktory nieustannie nad samym ułożeniem y wyrachowaniem obrotów wszystkich strawił 20 lat; ále tak się też zgadzaią z obrotami prawdziwego nieba,

że w kilkanaście tysięcy lat nie byłoby ani na ieden stopień różnicy, iako to zeznała Akademia Paryska po długim roztrząśnieniu, y uważaniu zegaru tego. Doskonały Zegarmistrz Dauthiau dwanaście lat pracuiąc, przywiódł do skutku to dzieło, według wynalazku Jmci Pana Passemant.

Okrąg sam obrotem kółek w nim zamkniętych, pokazuie co dzień tak różne biegi ciał niebieskich (*Planeta*) w koło słońca, nie tylko wszystkim pospolite ale y każdemu własne. Pokazuie co dzień mieysce ich na ścieszce słoneczney, ich pełnie, nowie, wzrosty y schyłki, ich biegi w prost, ich spoczywania y cofania się wstecz, tak iako nam się wydaią patrzącym z ziemi. Na obręczy czyli ścieszce każdego ciała niebieskiego, iako to Merkuryusza, Marsa, &c. wyryty iest czas, w iakim każdy z nich odprawuie swóy obrot w koło słońca. Ziemia także przez rok obraca się w koło słońca, y oraz co dzień, to iest co 24 godzin obraca się w koło swoiey osi; przez co pokazuie iawnie do oka, iako w zdaniu Kopernika mieszkańcom ziemi zda się słońce obracać y przechodzić znaki niebieskie Barana, Byka &c. ich stopnie, y w ktorym miesiącu, w ktorym dniu wchodzi w iaki stopień; Pokazuie także, iako y kiedy cztery części roku, to iest: wiosna lato, iesien, zima, muszą po sobie następować w różnych kraiach ziemi? kiedy y dla czego bywa porównanie dnia z nocą? naydłuższy y naykrótszy dzień? gdzie y czemu są naygorątsze kraie?

gdzie

gdzie y czemu nayzimnieysze? lub umiarkowanego ciepła? czemu w niektorych kraiach przez długi czas słońce nigdy nie zachodzi, á przez długi znowu czas nigdy nie wschodzi?

Prócz tego, okrąg ziemi tak się obracaiącey, iest podzielony na 24. południków, (*meridianus*) gdzie są wyrysowane wszystkie świata ziemnego części z swemi kraiami, krolestwami, y miastami znacznieyszemi, każde w przyzwoitym sobie położeniu, względem wschodu, zachodu, południa, y północy. Ztąd można widzieć każdey godziny, w ktorych kraiach słońce wschodzi, w których zachodzi o tey godzinie, w ktorych iest południe, y iak wysoko podnosi się słońce w każdym znacznieyszym mieście, iak daleko ma do południa lub zachodu; księżyc także obraca się w koło ziemi w dni 29, godzin 12, chwil 44, y drugich chwil 30. Pokazuie także iak dawno był księżyc po Nowiu pierwszego dnia roku, co nazywamy wiekiem księżyca *ætas lunæ*; pokazuie biegiem swoim, kiedy przypada nów, pełnia, y schyłek iego; Przebiega 12 znakow niebieskich, to iest: Barana, Byka, Bliźnięta &c. y co dzień stawia przed oczy, gdzie się ścieszka księżyca łączy z ścieszką słoneczną, ktore mieysce nazywamy węzłami, (*nodi.*) Wszystkie także zaćmienia przypadaiące tak słońca, iako księżyca, kiedy y w ktorych kraiach widziane bydź mogą, kiedy się zaczynaią, iak długo trwaią, y kiedy się kończą, iak duże są, oczywiście tam widać tak, iako na prawdziwym niebie.

Można także tam widzieć, iakie iest wyniesienie co dzień kſiężyca względem różnych Kraiów ziemi, o którey godzinie iego wſchód, południe, y zachód w każdym znacznieyſzym mieście.

Zegar pod tym okrągiem zkazuie nie tylko godziny y chwile pierwſze, ale y chwile drugie, gdzie ſpoſobem do tych czas niewidzianym w innych zegarach kołko bieguna (*l' echappement*) iest ſpoczywaiące. Zegar nie tylko wymierza czas y bieg mierny ſłońca, czyli ten, ktoregoby ſłońce miało, gdyby zawſze w równych czaſach równe mieyſca na niebie przebiegało; ktory bieg inne zegary wymierzaią; ale też wymierza czas y bieg prawdziwy ſłońca, to iest: że lubo ſłońce nie iednoſtayny ma zawſze bieg, y w równych czaſach nie równe mieyſca na niebie przechodzi, (iako na karcie 326 pokażemy) iednak zegar ten zawſze ſię z ſłońcem zgadza, czego żaden dokazać nigdy nie mógł, y pokazuie zawſze różnicę, między miernym á prawdziwym biegiem ſłońca, między miernym á prawdziwym czaſem (*æquatio temporis*) Bie godziny y ćwierci godzin, powtarzaiąc ſam przez ſię po każdey ćwierci wybiianie godziny zeſzłey y ćwierci. Oprócz tego, zawſze kiedy kto chce, za naciśnieniem pewney ſztuczki, to wſzyſtko powtarza. To wybiianie dzwonków w zegarze ſprawuie ſię mocą ſprężyny y łańcuſzka zwiniętego na wałku ſpiczaſtym, na kſztalt owego, o ktorym nam rzecz była na karcie 209. Bieg zaś ſamego zegaru ſprawuie ſię mocą dwoiakich ciężarów

żarów ważących 24 funty na wielokrążkach oſadzonych, ktore nie mogą daley na dół iść iako na 8 calów, a przecię przez 6 Niedziel wciąż ſpuſzczaią ſię, y zegar przez całe 6 niedziel idzie.

To zaś oſobliwſza, że kiedy ſię nakręca, to ieſt: kiedy ciężar do góry ſię podnoſi, pod ten czas bieg zegaru nie uſtaie, iako zwyczaynie uſtaie y opóźnia ſię w innych zegarach. Pręt zegarowy złożony ieſt z ſtali y z moſiądzu tak, że ſam ciężar utrzymuie ſię na części iego ſtalowey, przez dwa drążki wewnętrzne, ktorych długość wyrachowana ieſt podług różności, ktora zachodzi między wielkością rozciągnienia ſtali przez ciepło ſłoneczne, y rozciągnienia moſiądzu przez toż ciepło. Ponieważ bowiem im na dłuższym pręcie ciężar wiſi, tym wolniey ſię kołyſze, iako to pokażemy, gdy nam rzecz będzie o ciężkości. Zaś mamy z doświadczenia, że wſzyſtkie kruſzce w gorącu rozciągaią ſię mniey lub więcey, á na mrozach ſię kurczą; więc gdyby z iednego kruſzcu, naprzykład z moſiądzu pręt zegarowy był zrobiony; w lecie na upałach łatwoby ſię rozciągał, y zegar wolnieyby ſzedł, godziny byłyby dłuższe, w zimie zaś kurczyłby ſię, pręt y zegar prędzeyby ſzedł wymierzaiąc krótſze godziny, iako ſię to zwyczaynie dzieie w poſpolitych zegarach, że w lecie zawſze ſię cokolwiek opóźniaią, a w zimie ſię poſpieſzaią. Lecz w tym zegarze, tak ieſt oſadzona część pręta ſtalowa, y część moſiężna; że ile ſię przez ciepło ſtal

roz-

rozciąga na dół, tyleż ciężar idzie do góry, y zkraca sobie pręta; ile zaś stal przez zimno się kurczy, tyleż ciężar spuszcza się na dół, y zdłuża sobie pręta; przez co zawsze pręt musi być, czy na upałach czyli na mrozach iednakowo długi, y kołysaniem swoim wymierzać zawsze godziny równe. Za tym zaś spuszczeniem się na dół, lub podnoszeniem do góry ciężaru, rusza się razem skazówka poboczna, ktora na obręczy sobie przydaney y na równe części podzieloney pokazuie te odmiany, za odmianą ciepła lub zimna na powietrzu; z ktorey można co dzień miarkować y liczyć natężenie ciepła lub zimna; co samo składa dobry y sztuczny ciepłomiar (*thermometrum*) o ktorym rzecz nam będzie na swoim mieyscu.

Na tarczy zegarowey, co dzień pokazuie się bieg księżyca, y iego wszystkie odmiany; także widzieć można zawsze, ktory iest dzień tygodnia, dzień miesiąca; nazwisko miesiąca; ktory iest rok po narodzeniu Chrystusa; Co wszystko się co dzień nieomylnie pokazuie takim szczegulnym rzemieslem, że czyli miesiąc będzie miał 28, czyli 30, lub 31 dni, czyli (iako co cztery lata w roku przestępnym) Luty będzie miał 29 dni, nigdy iednak zegar nie chybi pokazać żadnego dnia na tarczy, ani innego, tylko ten, ktory prawdziwie tego roku przypada. Liczba zaś lat od narodzenia Chrystusa, czyli każdy rok schodzący, tak się porządkiem ieden po drugim pokazuie, czyniąc tę odmianę zawsze w nocy ostatniego dnia w roku, żeby zegar mógł następuiące lata pokazywać aż do 10000 lat, gdyby tak długo trwał. Co się wykonywa przez 4 kołka zegaru, w iednym środku wolno osadzone, z ktorych każde podzielone iest na 10 części równych. Pierwsze kołko przez rok pomyka się tylko na iednę dziesiątą część swoię, więc dopiero w 10 lat obróci się raz; ale w tym obrocie zaczepiaiąc o drugie kołko, pomyka go na iednę dziesiątą iego część, więc to drugie, dopiero w sto lat obróci się raz; ktore także zaczepia o trzecie kołko, y pomyka go na iednę dziesiątą część, zaczym to trzecie nie prędzey iak w tysiąc lat obróci się raz; że zaś to kołko zaczepia o czwarte, y przez cały obrot swoy to iest w tysiącu lat, pomyka go na iednę tylko dziesiątą część; więc to ostatnie kołko dopiero w dziesięć tysięcy lat może się raz obrocić.

Trzy także są sztuczki umyślnie na to zrobione w tym zegarze, y w okrągu niebieskim, żeby można w niektórych kółkach przerwać y odiąć udzielenie biegu iednemu od drugiego, kiedy tego chcemy: naprzykład ieżeliby zegar prędko albo późno szedł, albo był zastanowiony; za pociągnieniem pierwszey sztuczki, wszystko się samo naprawia, tak bieg zegaru y wybijanie godzin, iako dni, tygodnia, miesiąca, y inne widoki niebieskiego okrągu; ani trzeba na to skazowek pomykać, ani bynaymniey ruszać, choćby długo przed tym zastanowiony był zegar. Druga sztuczka służy na to, aby przerwać kiedy

chcemy bieg okrągu niebieskiego od zegaru sobie udzielony; żeby raczey obracać go rękoieścią dla znacznieyszego poznania y widzenia różnych obrotow ziemi, kśiężyca &c. Co samo, aby potym żadney omyłki nie czyniło w obrotach okrągu, y żeby go znowu ustawić na to mieysce, z ktorego rękoieścią obracać się zaczął. Każdy obrot rękoieści rachuie się na tarczy poboczney, ktora się obraca razem z rękoieścią, y ktorey cały obrot znaczy 30 dni. Trzecia sztuczka służy także na zastanowienie biegu, ktory odbiera okrąg niebieski od zegaru, naprzykład na zastanowienie obrotu ziemi w godzin 24, aby w ten czas przez obrot rękoieści, kiedy chcemy, można przyspieszyć różnych obrotów tego sztucznego nieba, tak znacznie żeby w krótkim czasie można widzieć, albo to wszystko, co będzie się dziać na niebie przez wiele lat, albo to wszystko, co się działo przed wiele lat od dawności. Tym sposobem można widzieć iawnie wszystkie zaćmienia słońca y kśiężyca przeszłe y przyszłe, kiedy się odprawiły lub odprawić maią; kiedy początek, koniec, y iaka wielkość ich. Co samo nie małe dać może oświecenie o zaćmieniach, ktore były przed kilką tysięcy lat, y o ktorych różne są sprzeczki w dzieiach.

Całe zgoła rzemiesło wszystkich części iest tak ułożone, że każde wzruszenie, lubo iest złączone z innemi, iednak może być przerwane y zastanowione każdego czasu. A co osobliwsza, że

że do tylu biegów y obrotów liczba kółek iest bardzo mała, bo ich nie masz ze wszystkim nad 60. Okrąg zaś cały nieba y ziemi, gdzie się odprawuią te wszystkie obroty, nie iest szerszy y dłuższy nad iednę stopę, á przecię w tak szczupłym dziele można widzieć, nie wychodząc z swego pokoiu, każdey chwili wszystko, co się dzieie na prawdziwym niebie, tak względem tego Kraiu, w ktorym mieszkamy, iako względem innych. Niewiem ieżeli starożytność kiedy przyszła do tak dowcipnych wynalazcow, lubo Cicero świadczy *lib: 2 de natura Deorum*, że Possidonius zrobił okrąg, ktory obrotem swoim niebieskie biegi wymierzał. Nie przydaie iednak czyli własne także biegi światła niebieskie miały, czyli tylko powszechne.

Pierwszy iednak prawie wynalazek takiego sztucznego nieba, przyznaią Dzieiopisma Archimedesowi owemu, o ktorym daliśmy obszerną wiadomość w Przemowie Kśięgi pierwszey. Cicero sam powiada (*b*) że Archimedes wynalazł taki okrąg, ktory pokazywał bieg słońca, kśiężyca, y pięciu innych gwiazd ciemnych (*Planetæ*) Claudianus także opisuie to wierszami, (*c*) z ktorych niektorzy wnoszą, że w tym okrągu wzruszenie y bieg słońca, kśiężyca y gwiazd,

(*b*) Nam cum Archimedes lunæ, solis, quinque errantium motus in Sphæram illigavit, effecit idem, quod ille, qui in Timæo mundum ædificavit Platonis DEUS, ut tarditate & celeritate dissimillimos motus, una regeret conversio. *Cicero Tuscul: Disput. L. 1.*

(*c*) Jupiter in parvo cum cerneret æthera vitro
Risit & ad superos talia dicta dedit:

sprawowany był przez iaki drobny rozciek, lub rozpłyn (*liquor*) albo przez parę wyskoku tęgiego, (*spiritus*) to bowiem zdaią się namieniać owe słowa: *Inclusus variis famulatur spiritus astris.* Ani zkąd inąd dociec nie można, coby było siłą wzruszaiącą w tym okrągu, osobliwie owych czasow, kiedy sztuka rzemiesł, obrabiania y glancowania kołek, z ktorychby się podobny okrąg powinien składać, ieszcze nie była znana. A iednak do zupełney doskonałości takiego dzieła, tego wszystkiego koniecznie potrzeba było.

Gdy się głębiey nad tą uwagą zastanawiali niektorzy, podeyrzenie im przyszło, ieżeli to nie był tylko okrąg w głowie y w poięciu Archimedesa ułożony, ktorego iednak do skutku nigdy nie przyprowadził? naybardziey ich bowiem w tey myśli utwierdza to, że sam Archimedes w żadney swoiey księdze wzmianki nie czyni o tym. Bydź może powiadaią, że zamyślał, że mowił o tym z swemi uczniami, że w głowie miał ułożone dzieło, ktorego uknowanie y zamysł pierwszy tak się podobał uczniom, że go potomności za rzecz iuż niby wykonaną podali. Wielkie mniemanie o swoim Nauczycielu y gorliwość rozszerzenia iego sławy, pewnie

Huccine mortalis progressa potentia curæ?
Jam meus in fragili luditur orbe labor?
Jura Poli, rerumque fidem, legesque Deorum
Ecce Syracusius transtulit arte senex.
Inclusus variis famulatur spiritus astris,
Et vivum certis motibus urget opus.
Percurrit proprium mentitus signifer annum,
Et simulata novo Cynthia mense redit &c. &c.

wnie ich do takiego kłamstwa, z przywiązania pochodzącego, przywiodła, o iakie y za naszych czasow nie trudno. (*d*)

Cożkolwiek bądź, iednak wiele minęło wiekow, niżeli się widzieć dały w skutku podobne okrągi niebieskie. Dopiero za naszych czasow świat ie uyzrzał, ale w nich nie żadnego rozścieku mocą, lecz samym zębatych kołek sztucznym ułożeniem y dobraniem ruszaią się, słońce, księżyc, y inne gwiazdy. Z tego, cośmy wy-

 żey

(*d*) Mieliśmy bowiem prawie przed oczyma w naszym teraźnieyszym wieku przykład temu całe podobny. Kiedy Karteziusz rozgłosił zdanie swoie o bydlętach, że nie maią żadney duszy, ale tylko są silniami nieiakiemi (*machinæ*) iak przez sprężyny się ruszaiącemi y wszystkie sprawy tym rzemieslem odprawuiącemi. Niektorzy ślepo idący za iego zdaniem, śmieli wydać w pismach swoich, że Kartezyusz sam sporządził był y ułożył sztucznie zwierzątko na dowod swoiey nauki; że to zwierzątko w skrzynce zamknięte, dla przesłania komuś przez morze oddał na okręt z wielkiemi ostrożnościami. Co samo wzbudziło ciekawość w Rządcy okrętu, że chciał koniecznie dociec, coby się w tey skrzyneczce znaydowało, y kształtnie ią otworzył. Ale natychmiast zdumiał się cały, gdy uyzrzał zwierzątko drewniane, ktore iednak samo się ruszało, y wszystkie życia znaki dziwnie wydawało. Na tak nie zwyczayny widok, strachem przeięty, rozumieiąc, że to są czary iakie, á nie chcąc mieć sprawy z biesem, co prędzey rzucił w morze z krzynką tak sztuczne dzieło. Bayka ta iest udana w pewney książce Francuskiey z taką usilnością, że poznać zaraz, iż pierwszy iey wynalezca chciał dokazać tego, áby mu wierzono. Lubo o tym ani sam Kartezyusz w swoich księgach, ani żaden z naypierwszych rzeszy iego wzmianki nie czyni. My z dalszym czasem, gdy nas porządek przed się wziętey pracy do zwierząt przyprowadzi, niepodobieństwo takiego dzieła pokażemy. Tym czasem z wszystkiemi rozumnemi możemy go słusznie za baykę poczytać, iako y sami Francuzi poczytuią; á osobliwie Mr. *Saveriens dans son Dictionaire de Mathematique & Phy-*

żey mówili o zegarach, całe to rzemieſło wiadome być może. Dobrego tylko rzemieślnika ręki potrzeba do gładkiego wyrobienia kołek, do wycinania zębów, żeby w biegu tamowane nie były. A maiąc pogotowiu takiego rzemieślnika, y ſpoſób nakładu na niego; łatwo każdy przepiſać mu może: iak wiele ma być kołek, iak wiele zębów każde mieć powinno, ktore ſię ma łączyć z którym; na co wſzyſtko kładę tu powſzechne prawidło, ktore ſię lepiey wyda w przykładzie. Jeżeli chcę, żeby iedno kołko naprzykład E *(w Obrazku 15.)* 12 razy ſię obracało w tym czaſie, w ktorym drugie obróci ſię raz (iako ieſt w zegarkach kołko chwil pierwſzych, względem kołka godzin) mogę tego dokazać, albo przez dwa tylko kołka, iedno przywiękſze M, drugie przymnieyſze E, albo przez więcey kołek, iak mi ſię upodoba. Jeżeli przez dwa, obieram, iaką chcę, liczbę zębów dla kołka pomnieyſzego E, naprzykład 6, y rozmnażam liczbę obrotu kołka nayprędſzego, to ieſt 12, przez 6, zkąd wynidzie 72 zębów, które powinno mieć

ſique à Paris 1753, ktòry tę kſiążeczkę, gdzie ta bayka ieſt przywiedziona, ſłuſznie wyśmiewa. Zkąd wnoſi, że gdyby ta kſiaſzka wpadła w ręce ktorego Wierſzopiſa czyli Rymotwòrcy, mógłby z żywego opiſania ſamey tey bayki, złożyć kilkaſet pięknych wierſzy, y z ſwoiey właſney głowy domyſłu, zaciągaiąc dowodów, mogłyby potomność naſzę uwiadomić zupełnie: iakim ſpoſobem y kſztałtem było ułożone to zwierzątko Kartezyuſza, iako Claudianus nas uwiadomił o Niebie ſztucznym Archimedeſa. Jednakże iakożkolwiek niektòrzy Piſarze uwłaczaią w tym Arhimedeſowi, trudno mu przeczyć, żeby głowy iego nie ſtało na ten wynalazek.

mieć kołko M przywiękſze. Zaczym to kołko M o ſiedmdzieſiąt dwòch zębach, zaczepione za kołko E, o ſześciu zębach, obròci ſię raz tylko w tenczas, kiedy tamto 12 razy ſię obròci, bo liczba 6 zębòw muſi 12 razy przechodzić przez 72 zębòw, gdyż 6 znayduie ſię 12 razy w liczbie 72. Jeżeli tedy na kołku E o ſześciu zębach oſadzę ſkazòwkę chwil pierwſzych, á na kołku M o ſiedmdzieſiąt dwóch zębach, ſkazówkę godzin, mogę tym ſpoſobem ułożyć zegarek.

Gdybym ieſzcze chciał, żeby ſkazywał y chwile drugie, ktorych ieſt 60 w iedney chwili pierwſzey; á zatym kołko chwil drugich powinno ſię 60 razy obrócić w tym czaſie, w ktorym kołko chwil pierwſzych obròci ſię raz; Biorę więc liczbę 60, y rozmnażam ią przez tyle, ile chcę dać zębòw kołku chwil drugich, naprzykład 5; więc 60 rozmnożone przez 5, uczyni 300. Zkąd poznaię, że kołko chwil pierwſzych E, powinno być oſadzone na iedney oſi z kołkiem przywiękſzym N, 300 zębòw maiącym á to zaczepiać ſię ma o inne kołko pomnieyſze H o piąciu zębach, ktore ſkazować będzie chwile drugie; gdyż ſię 60 razy obròci w tym czaſie, w ktorym kołko chwil pierwſzych E obróci ſię raz. A że kołko E 12 razy ſię obròci w tym czaſie, w ktòrym kołko M obroci ſię raz, więc kołko H ſkazuiące chwile drugie, ſześćdzieſiąt razy 12 obròcić ſię muſi, to ieſt 720 razy w tym czaſie, w ktorym kołko M ſkazuiące godziny obróci ſię raz. Y tak we wſzyſtkich

kich innych przypadkach, tym sposobem wyrachować można łatwo wszystkie wymiary y liczbę kółek, zębów &c.

Ale że w zegarkach pomnieyszych nie można dawać kołkom tyle zębów, naprzykład 300, boby kółka musiały być wielkie, iakich szczupłość zegarka nie znosi, więc daie się pospolicie więcey kółek, y coby sprawić można przez dwa większe y o więcey zębach kółka, to się sprawuie przez 4 lub 6 pomnieyszych. W czym żeby poznać, iak wiele kółek y zębów być powinno, ten powszechny przepis służyć może. Chcę naprzykład żeby ostatnie kółko 12 razy się obracało w tym czasie, w ktorym pierwsze obróci się raz. Biorę liczbę 12, y szukam dwóch liczb ktore rozmnożone przez siebie czynią 12; nay-pierwey znayduię 2 y 6, bo dwa razy 6, uczyni 12, potym znayduię 3, 4, bo y te liczby rozmnożone wynoszą na 12. Te dwa szeregi znaczą liczbę kółek pomnieyszych, y zębów ich, kółek zaś większych ma bydź tyleż, ile pomnieyszych, á każde o dwunastu zębach. Zkąd poznaię: że mogę dokazać mego zamysłu, albo przez cztery kółka, z ktorych przywiększe będą miały 12 zębów, á przymnieysze iedno 2, drugie 6 zębow, albo przez cztery kołka, z ktorych przywiększe będą miały po 12 zębow, á przymnieysze iedno 3, drugie 4 zęby. Ktorekolwiek bowiem wezmę z tych ułożenię, zawsze ostatnie kołko 12 razy się obroci w tym czasie, w ktorym pierwsze obroci się raz. Naprzykład wziąwszy ułożenie pier-

pierwsze, iawna iest, że kółko przymnieysze pierwsze E (*w Obraz: 15*) gdy będzie o dwóch tylko zębach, 6 razy musi się obrócić w tym czasie, w ktorym kółko M, o dwunastu zębach obróci się raz. Także ieżeli z kółkiem E będzie osadzone na iedney osi kółko przywiększe N o dwunastu zębach, obracane od kółka H, o sześciu zębach; iawna iest, że kółko H dwa razy musi się obrócić w tym czasie, w ktorym kółko N lub E, z nim w iedney osi złączone, obróci się raz. A że kółko E, 6 razy musi się obrócić, niżeli kółko M obróci się raz, więc kółko H dwa razy 6, to iest: 12 razy musi się obrócić, niżeli kółko M obróci się raz. Osadziwszy więc na osi kółka M, y na osi kółka H, skazowki, pierwsza będzie pokazywała godziny, á druga chwile pierwsze (*minuta*), toż y o drugim ułożeniu mówić można.

A tak, podobnym sposobem postępuiąc sobie, łatwo znaydę, iak wiele kółek, z iak wielą zębami, potrzeba przyłożyć, na skazowanie, y wymierzanie chwil drugich, to iest: żeby ostatnie kółko 720 razy się obracało w tym czasie, w ktorym kółko M godzinne, obróci się raz.

Zkąd każdy widzi, że muszę tyle kółek dać zrobić, ile mi wynidzie z liczby. Lecz żeby nie bydź ani do pewney liczby kołek przywiązanym, co w wielu okolicznościach wygodna iest; gdybym chciał sam sobie obierać liczbę kółek do woli, á przecię tenże sam skutek otrzymać, sposób na to iest taki: chcę naprzykład przez kółka zębate cztery większe, y cztery

mnieysze, mieć wymiar chwil drugich, to iest żeby ostatnie kołko 720 razy prędzey się obracało, niżeli pierwsze godzinne. Biorę więc liczbę 720, y szukam, przez iakie liczby dzielić się może, dzieląc daley liczbę każdą (z każdego podziału wychodzącą) póty, pòki mi z podziału nie wynidzie 1, zacząwszy podział od liczby 2, znayduię więc, że 720 dzieli się przez te liczby 2,2,2,2,3,3,5. Te bowiem liczby rozmnożone przez siebie, czynią 720. Układam potym te liczby iakim chcę porządkiem, czyniąc z nich tyle części y szeregòw, ile chcę mieć kołek większych. A że w teraznieyszym przykładzie chcę mieć cztery, więc rozkładam na 4 części 22, 22, 23, 5. Rozmnażam potym w każdey części, gdzie są dwie liczby, iednę przez drugą y mam 4, 4, 9, 5, obieram potym, iaką chcę, liczbę zębow dla kółek mnieyszych, y podpisuię ią na spodzie każdey liczby, naprzykład: $\frac{4\,4\,9\,5}{5\,6\,4\,7}$ każdą zwierzchnią liczbę, rozmnażam przez tę, ktorą ma pod sobą napisaną y wychodzi mi $\frac{20,\ 24,\ 36,\ 35.}{5\ \ 6\ \ 4\ \ 7}$ Gdzie wierzchnie liczby znaczą: iak wiele zębow ma mieć każde większe kołko, á spodnie znaczą iak wiele zębow ma mieć każde mnieysze kołko w tym ułożeniu, ieżeli kołka wszystkie będą się wzaiemnie łączyć y zaczepiać o siebie, oczywista iest, że kołko o piąciu zębach, musi się obrocić 4 razy, niżeli kołko o dwudziestu zębach obròci się raz, gdyż 5 w 20 znayduie się 4 razy.

zy. Także kołko o 6 zębach obròci się 4 razy, niżeli kołko o 24 zębach obròci się raz; więc 4 razy 4, to iest: 16 razy obròci się, niżeli kółko pierwsze obròci się raz. Daley kołko o 4 zębach, 9 razy się obroci, kiedy kołko o 36 zębach obròci się raz, więc 9 razy 16, to iest 144 razy się obroci, niżeli kołko pierwsze obròci się raz. Nakoniec, kółko o 7 zębach 5 razy się obròci, niżeli kółko o 35 zębach obròci się raz. Więc 5 razy 144, to iest: 720 razy się obróci, niżeli kółko pierwsze o dwudziestu zębach obròci się raz, zaczym pierwsze wymierzać będzie obrotem swoim godziny, á ostatnie wymierzać będzie chwile drugie.

Uważyć tu należy, że mògłbym był 4 części, czyli szereg liczb pierwszych, tak ułożyć, 2, 22, 23, 35, albo inaczey, á iednak to samo by mi wyszło. Potym liczbę zębow w kółkach mnieyszych, mògłbym był tak, albo inaczey poprzemieniać $\frac{10\ 14\ 36\ 35}{7\ 4\ 5\ 6}$ á iednak to samoby mi wyszło.

Tymże sposobem, łatwo mogę przez kołek tyle ile chcę wyrazić obrot roczny słońca wkoło ziemi, to iest: w dni 365; albo xiężyca, albo Merkuryusza, Marsa &c. Zgoła niebo gwiazdarskie w obrotach swoich zgadzaiące się z prawdziwym niebem na wzòr owego, ktore Arhimedesowi przypisuią, sztucznie ułożyć.

Z tego wszystkiego łatwo można poznawać, iaką nam przysługę czynić mogą zębate kołka, choćby inney nie było, tylko samo ułożenie ze-

garow, to iedno dość wielce wygodne y pomocne iest życiu ludzkiemu; dzieło w początkach swoich nie dokładne, przyszło z czasem do tey doskonałości, ktorą w nim teraz widziemy; bo łatwiey iest pospolicie obrabiać wynalezione od innych rzeczy, niżeli nowe knować. A lubo z danego wzwyż opisania łatwo poznać, na czym zawisło istotne rzemieslo zegarow, iednak że wiele innych części w nie wchodzi, na umiarkowanie y zachowanie równego zawsze, y iednostaynego w kołkach biegu, aby w pewnym wymierzonym czasie, naprzykład w godzinie obrot swoy odprawiały, rozumiem że dogodzę ciekawości czytelnika, gdy całe zegarow ułożenie przed oczy wystawię, aby wskroś przeniknąć to dzieło, ktorego wszyscy co dzień zażywaią, á mało kto poznaie. Zkąd także sposobne przemysły y ręce (gdyby czytały) mogłyby się zachęcić w Oyczyźnie naszey do podobnych dzieł, ktoremi się KROLEWSKIE Ręce częstokroć zabawiały, przez co zagładziłaby się w Narodzie naszym ta chańba, że mamy Zegarmistrzow pospolicie Cudzoziemcow, lub takich tylko, ktorzy sztuczki z obcych Państw sprowadzone układać mogą, ale sami wyrabiać nie potrafią.

Nie wspominaiąc tu wodnych y piaszczystych zegarow (o ktorych gdzie indziey namienimy cokolwiek) dwoiakie widziemy zegary naydoskonalsze w używaniu ludzkim, iedne: ktore się mocą sprężyny uciśnioney y rozwiiaiącey się powoli ruszaią, á drugie mocą ciężarow spadaiących na

na dół. Pierwsze dopiero w Roku 1658 od Roberta Hook Angielczyka wynalezione, (*e*) ktory Karolowi drugiemu, Krolowi Angielskiemu, w tym roku naypierwszy wynalazku swego szczupły zegarek ofiarował. Drugie zaś, ieżeli nie od Archimedesa (ktory żył na 200 lat y więcey przed narodzeniem Chrystusa Pana) z owym okrągiem szklanym, o ktorym mowiliśmy na karcie 291, to przynaymniey od roku 510 po narodzeniu Chrystusa Pana, początek swoy biorą. Lecz opisanie ich, lepsze znaydzie mieysce *w Posiedzeniu o ciężkości*; tu tylko o pierwszych rzecz nam będzie: gdzie naypierwey przełożemy ich rzemieslo, á potym sposob kierowania ich.

Co do rzemiesła, te ktore teraz pospolicie mamy, skazuiące godziny y chwile pierwsze, składaią się naypierwey z trzynastu sztuczek, ktore każdy łatwiey pozna, y do czego służą, przeniknie, gdy czytaiąc ten opis, będzie miał oraz zegarek otwarty przed oczyma. Pierwsza sztuczka iest wałek wewnątrz dęty, w ktorym blaszka sprężysta stalowa zwinięta, rozwiia się powoli. Nakręcać więc zegarek nic innego nie iest, tylko tę blaszkę zwiiać do kupy, z wierzchu wałka iest do niego przytwierdzony łańcuszek, ktory (gdy zegarek nie iest nakręcony) obwiia go wkoło; drugi koniec łańcuszka łączy się z okrągiem nieco spiczastym, na ktorym się łańcuszek cały obwiia, gdy zegarek się nakręca. Te trzy

(*e*) Lubo Holędrzy utrzymuią, że ich obywatel Chrystyan Hughens, ktorego głośne iest imię w liczbie uczonych ludzi, zegarkow był wynalezcą.

sztuczki y używanie ich wyłożyliśmy luż obszernie na karcie 209. Prócz tego iest dziesięć kołek zębatych, mnieyszych y większych w takim ułożeniu: okrąg spiczasty łączy się u spodu nie rozdzielnie z kołkiem, ktore ma 48 zębów. Te zęby zaczepione są za kółko pomnieysze o dwunastu zębach w samym środku zegarka będące, więc to kołko 4 razy się obraca, niżeli okrąg spiczasty obróci się raz. Pod tym samym kołkiem iest większe kołko o 54 zębach na iedneyże osi z nim osadzone; więc niżeli okrąg spiczasty obróci się raz, y to kołko o 54 zębach 4 razy obrócić się musi, ktore się nazywa kółko chwil pierwszych, bo się raz obracać musi w godzinę. Zaczepione iest o kołko dalsze pomnieysze o sześciu zębach, ktore dla tego samego obracać się musi 9 razy w godzinę, to iest: w tym czasie, w ktorym kółko chwil obróci się raz; gdyż 6 znayduie się 9 razy w liczbie 54. Na iedney osi z kołkiem o sześciu zębach, osadzone iest kółko o 48 zębach, więc y to 9 razy obraca się w godzinę. A że zaczepia o zęby innego kołka ieszcze dalszego, ktorych iest 6; więc to dalsze kołko 8 razy się obróci, kiedy kołko o 48 zębach obróci się raz, á 9 razy 8, to iest: 72 razy się obróci w iednę godzinę, kiedy kołko chwil obróci się raz.

Ze zaś z tym dalszym kołkiem o 6 zębach na iedneyże osi osadzone iest kółko większe o 48 zębach, zaczym y to 72 razy musi się obrócić w iedney godzinie. A że o niego za-

zaczepione iest inne kołko pomnieysze znowu o sześciu zębach z góry na dół się obracaiące, gdy 6 w liczbie 48 znayduie się 8 razy, będzie musiało to kołko 8 razy się obrócić, niżeli kołko o 48 zębach obroci się raz; á kiedy kołko o 48 zębach obroci się 72 razy (to iest w iedney godzinie) w ten czas kołko wspomnione o 6 zębach, obroci się ośm razy siedmdziesiąt dwa, czyli 576 razy. Z tym kołkiem o sześciu zębach osadzone iest na iedney osi kołko przy większe, także z góry na dół się obracaiące o 15 zębach, więc y to musi w iedney godzinie 576 razy się obrócić.

Na tym kole y obrocie iego, zawisła cała istota doskonałego zegarka. Albowiem kołka wszystkie łącząc się z sobą, począwszy od pierwszego, gdzie siła wzrusząiąca iest przyłożona, ruszać się muszą, bo pierwsze bierze wzruszenie swoie od ciągnącey y szarpiącey sprężyny, drugie od pierwszego, trzecie od drugiego, y tak daley aż do ostatniego. Że zaś sprężyna uciśniona rozwiiaiąc się mocno ciągnie y szarpie; więc wszystkie kołka gwałtownieby się obracać musiały, gdyby to ostatnie kołko, o ktorym teraz mowa, nie było opoźniane y zatrzymane ustawicznie w obrocie swoim. *Obrazek 16* pokaże nam to iawnie, albo przypatrzenie się zegarkowi otwartemu, ieszcze lepiey pomoże ku zrozumieniu.

Kołko CD o 15 zębach, natrafia na oś AB maiącą niby dwa skrzydła czworograniaste

PR,

P R, trochę o podal od siebie, y nie na iedney kréśce czyli ścieszce osadzone. Gdy tedy za ciągnieniem sprężyny wszystkie kołka (ktoreśmy wyżey opisali) obracaią się; y kołko C D także się obraca. Lecz gdy ząb ieden natrafia na skrzydło P, popycha go, poki mu się tak znacznie na bok nie odemknie, że mu w biegu zawadzać nie będzie. A gdy się skrzydło P popycha, w ten czas y oś A B wolno osadzona, y kołko ostatnie gorne M M, obracać się musi razem z skrzydłem w tę stronę, w ktorą popchnięte iest, naprzykład w prawą; lecz ząb ten popychaiący tym czasem przyidzie, y na iego mieysce nastąpi przedział czyli próżne mieysce w kołku C D gdzie zęba nie masz, zaczym y skrzydło P, y oś A B, z kółkiem M M znowu się wraca na swoie mieysce y dopełnia biegu, ktory nazywamy kołysaniem. (*oscillatio*) Tym czasem ząb ktorykolwiek kołka C D, natrafia znowu y uderza na skrzydło P, popycha go tak, iak pierwsze, za tym popchnięciem oś A B, y kołko M M, znowu się obraca w prawą, poki ząb nie przeydzie, á iak przeydzie, znowu się wraca na swoie mieysce, y dopełnia drugiego kołysania. Lecz znowu ząb popycha skrzydło P, y tak nieustannie czyni się to popychanie, á przez nie bieganie w prawą y w lewą, obchodzenie y powrot skrzydeł P R, y kołka M M, póki się kołko C D obracać będzie; to iest: póki się cała sprężyna w pierwszym wałku zamknięta nie rozwinie, y zegarek w biegu nie stanie. Zkąd widzieć można że kołko C D za-

zawsze iest zatrzymane y opóźniane w biegu przez skrzydła P R, zawadzaiące mu na drodze, ktore musi na przemiany, iedno po drugim odpychać, á przeto bieg iego, y wszystkich kółek z nim złączonych iest umiarkowany. Bo w iednym całym obrocie kołka C D, każdy ząb musi przechodzić, nie razem, przez te dwa skrzydła, (bo nie są na iedney kréśce osadzone) á za każdym przeyściem odprawia się iedno kołysanie kołka M M, więc że zębów w kołku C D iest 15, á skrzydeł P R dwa, idzie za tym, że w iednym obrocie kołka C D, odprawia się 30 kołysania kołka M M, z ktorych każde w równym się czasie dopełnia, ztąd iest równy bieg y całe umiarkowanie zegaru.

Ponieważ zaś kiedy się raz obróci kołko C D, 30 razy się kołysać musi kołko M M, ktore dla tego nazwane iest biegunem (*perpendiculum, le Balancier*) á widzieliśmy wyżey, że kółko C D w iedney godzinie 576 razy się obróci, więc kołko M M w iedney godzinie 30 razy więcey, to iest 17280 razy kołysać się musi y na tę y na inną stronę.

Obaczmy teraz, iak znacznie siła wzruszaiąca te wszystkie kołka, to iest: moc rozwiiaiącey się sprężyny (ktora z siebie byłaby gwałtowna) musi bydź umnieyszona, y wycięczona przez czas, ktorego wyciąga tak wielka liczba obrotow kołek, y kołysania bieguna, Mówiło się na karcie 209, że blaszka sprężysta w wałku zamknięta, y zwinięta ciasno (przytwierdzona iednym końcem

do łańcuszka obkrąconego w koło okrągu spiczastego) rozwiiaiąc się ciągnie łańcuszek, y tym ciągnieniem obraca okrąg spiczasty, a przez niego wszystkie inne kołka. To ciągnienie lubo iest mocnieysze z początku, niżeli potym; iednak przez kształt okrągu u góry cięższego niż u dołu, dzieie się, że musi bydź równe, iakośmy na tymże mieyscu wyłożyli. Zaczym możemy to ciągnienie mieć za równe y iednostayne, przez cały bieg zegarka.

To założywszy; mamy z doświadczenia, że sprężystość blaszki, ktorą pospolicie daią w zegarkach, iest tak mocna, iż może ciągnąć 25 uncyi, to iest 14400 ziarn ciężaru (*granum*:) Ale ta moc iest zaraz z początku przez połowę zmnieyszona, bo władnie połową mnieyszym drągiem, gdyż okrąg u góry iest połową cieńszy niżeli u dołu. Zaczym ta moc będzie tylko wynosić na 7200 ziarn. A że kołko chwil pierwszych odprawuie swòy cały obrot w iedney godzinie, 4 razy prędzey się obraca niż okrąg spiczasty, iakośmy wyżey pokazali, to iest: 4 razy ma więcey chyżości, więc za to ma 4 razy mniey mocy, niż okrąg spiczasty, to iest: że (iakośmy wyżey pokazali w kołkach zębatych) iedną czwartą częścią tey mocy, ktora iest w okrągu spiczastym, utrzymuie całą moc iego. Ponieważ tedy moc od sprężyny udzielona, w okrągu spiczastym wynosiła na a 7200, iuż w kołku chwil pierwszych wynosić będzie tylko na czwartą część tey liczby, to iest na 1800.

Z tey-

Z teyże samey przyczyny w dalszym kółku ktore się 9 razy prędzey obraca niżeli kołko chwil pierwszych, ta moc wynosić tylko będzie na dziewiątą część tey liczby 1800; czyli na 200. A w dalszym ieszcze ktore się 72 razy obraca prędzey, niż kołko chwil pierwszych, ta moc będzie tylko iedna siedmdziesiąta druga część liczby 1800; czyli 25. Nakoniec, że kołko CD (*w Obraz: 16.*) obraca się 576 razy prędzey niżeli kołko chwil pierwszych, (iako się tu wyżey wyrachowało) więc też będzie miało 576 razy mniey mocy udzieloney od sprężyny, niżeli kółko chwil pierwszych. Jeżeli tedy kółko chwil pierwszych miało 1800, więc kołko C D będzie tylko miało mocy: $3\frac{1}{8}$

Cała tedy moc od sprężyny pochodząca, lubo z początku dość wielka, bo wynosząca na 14400 ziarn, co uczyni więcey niż na pułtora funta, iednak dzieląc się na tyle kołek, tak maleie, że ta, ktorą kołko CD udziela biegunowi MM, wystarczyć tylko może na ciągnienie 3 ziarn ciężaru, ktory iest tak nikczemny ciężar, że na złożenie iednego funta, trzeba 9216 ziarn. Ponieważ tedy biegun tak słabą mocą się rusza, nie dziw że ieden włosek, ieden proszek może zatrzymać bieg cały zegarka. Y dla tego radzą wszyscy biegli Zegarmistrze, aby nie otwierać wewnętrznych sztuczek zegarka, tylko w wielkiey potrzebie, y nigdy długo w otwarciu nie trzymać

Tym więc sposobem zegarek wymierza chwile pierwsze, ieżeli moc sprężyny będzie tak w nim umiarkowana, że w iedney godzinie biegun kołysać się będzie 17280 razy. Obaczemy niżey iak trzeba czynić to umiarkowanie. Teraz tylko krótko przełożyć należy, iakim sposobem używane są te wszystkie obroty do skazywania godzin. Do tych czas mówiliśmy tylko o chwilach pierwszych, bo te są gruntem całey sztuki, y maiąc ie, łatwiuteńko do nich przyłożyć godziny.

Przez tę samę tarcz, na ktorey są zwierzchu malowane godziny y chwile, przechodzi oś kółka chwil w pośrzodku osadzonego, na tey osi wkłada się ciasno wałeczek dęty, ktory utrzymuie na sobie strzałkę czyli skazówkę chwil, więc ponieważ kółko chwil z osią swoią cały swóy obrot odprawia w godzinę, y wałeczek także na niey osadzony, musi go odprawiać; y skazowka chwil musi także tarcz obchodzić w godzinę. Ten wałeczek piastuie także kółko małe o dwunastu zębach, w samym śrzodku tarczy na drugiey stronie osadzone. Kółko to zaczepia się o kółko większe poboczne, maiące 36 zębow, więc ponieważ 12 znayduiesz 3 razy w liczbie 36, wałeczek z swoim kółkiem y z skazowką chwil trzy razy się obróci, kiedy kółko o 36 zębach obróci się raz. A że wałeczek w godzinie raz się obraca, więc kółko o 36 zębach w trzech godzinach raz się obróci. Z tym kółkiem pobocznym, iest złączone w śrzodku znowu kółko po-

pomnieysze maiące 10 zębow, więc y to w trzech godzinach raz się obróci, to iest: trzy razy poźniey od wałka. Ktore że się zaczepia o kółko większe maiące 40 zębów, w śrzodku tarczy pod samym kółkiem chwil osadzone, zaczym gdy 10 znayduie się 4 razy w czterdziestu, więc y kółko pomnieysze o 10 zębach 4 razy się obróci, niżeli kółko o 40 zębach obróci się raz. Ponieważ zaś kółko pomnieysze o 10 zębach, w trzech godzinach raz się obróci, iakośmy widzieli, á 4 razy musi się obrócić, niżeli kółko o 40 zębach obróci się raz, więc że trzy godziny 4 razy wzięte uczynią 12, kółko o 40 zębach w dwanaście dopiero godzin obróci się raz. Z tym kółkiem łączy się inny wałeczek y skazowka na nim ktora w 12 godzinach dopiero, przebiega całą tarcz.

Ta skazowka pokazuie nam godziny, bo wałeczek ktory ią piastuie lubo iest osadzony na iedneyże osi z wałeczkiem chwil, iednak z nim żadnego złączenia nie ma, y przestrono się osadza na osi, więc każdy z tych wałeczków, swoim dworem chodzi, za obrotem tego tylko kółka, do ktorego iest mocno przytwierdzony.

Że zaś wałeczek chwil przytwierdzony iest do kółka, ktore w iedney godzinie raz, á w 12 godzinach 12 razy się obraca, wałeczek zaś godzin przytwierdzony iest do kółka ktore w 12 godzinach raz się obraca; więc wałeczek chwil z swoią skazowką w dwunastu godzinach 12 razy, á wałeczek godzin, w dwunastu godzinach

raz się obroci, y skazowka iego raz obeydzie całą tarcz. Tym sposobem zegarek y chwile y godziny skazuie. A z tego, co się wyżey powiedziało, każdy dóydzie, iak można do niego przyłączyć chwile drugie, dni, miesiąca &c.

Nie wspominam tu o innych przydatkach do zegarka, iako to 1. żeby dzwonek ieden godziny wybiiał, á drugi ćwierci godziny. 2. Żeby ich nie wybiiał tylko za popchnięciem guzika, y za każdym popchnięciem powtarzał. 3. Żeby ie wybiiał głucho uderzaiąc młoteczkiem o palec, albo o sztuczkę iaką, żadnego dzwięku nie maiącą, ale tylko cichy łoskot wydawaiącą. 4. Żeby wciąż dzwonił o tey godzinie, o ktorey chcę, co się nazywa pobudką. Wszystkie te przydatki czyli okrasy zegarka od sprężyny dodaney zawisły, y nic nie należą do istoty iego, ktorąśmy tu wyłożyli, y ktorą raz zrozumiawszy, rostropny czytelnik może bydź łatwo powodowany do podobnych przydatkow czynienia, odmieniania y kształcenia ich według upodobania y przemysłu swego. (*f*) Nie bawiąc się więc nad tym, przechodzę do drugiey części obiecaney, to iest: do kierowania zegarkow, żeby bieg swoy miały zawsze dobry y iednostayny.

Jest to powszechne prawie zdanie u ludzi, że na doświadczenie zegarka, czy dobrze idzie, dosyć

(*f*) Po zupełnieyszą o tych przydatkach do zegarka wiadomość, odsyłam ciekawego czytelnika do kśiążki Francuskiey z napisem: *Traité d' Horologerie Mecanique & Pratique de M. Thiout*; gdzie w tym rodzaiu znaydzie bardzo doskonałe opisanie.

dosyć iest uważać bieg iego przez nieiaki czas. Bierze się od rzemieślnika, trzyma się przez kilka dni, niedziel, miesięcy, y uważa się czy dobrze idzie przez ten cały czas. Co postrzegłszy, sądziemy, że zegarek iest doskonały, y płaciemy go z chęcią. Ale po wyiściu dłuższego czasu, często uznaiemy złe kupno, y żałować musiemy prożnego nakładu; czemu? cała przyczyna tego, że taki sposób doświadczenia zegarka iest bardzo nie pewny. Może bowiem bydź takie położenie zegarka, w ktorym dobrze idzie choć bardzo zły. Niedoskonałości iego, w iednym położeniu bynaymniey, á w drugim mocno się wydaią. Taka niedoskonałość iest naprzykład: gdy okrąg spiczasty nie równo wydrążony, na ktorym łańcuszek, albo na iedno mieysce dwa razy przypada, albo się na krzyż składa; gdy skrzydła w biegu nie dobrze są dane &c. Zkąd pochodzi, że zegarek wiszący na ścianie idzie dobrze przez cały miesiąc, á na ieden dzień położony na stole bardzo błądzi. Prócz tego, same niedoskonałości mogą bydź w nim także, że przeciwne skutki sprawuią w różnych skutkach, naprzykład w iednym kołku znaczne pospieszenie, zaczym wzaiemnie się niszczą, zagładzaią y zegarek, trefunkiem szczerym, ale nie z istoty swoiey dobrze idzie. Nakoniec zegarek wiszący, lub leżący spokoynie albo trzymany przy sobie, gdy człowiek wolno chodzi, może się zdawać dobry, lecz przy gwałtownym wzruszeniu y biegu człowieka, sztuczki się utrzęsą, tarcie znaczne w nich

w nich będzie, y kołysanie bieguna, albo się zpòźni, albo przyspieszy. Wszystkie te uwagi pokazuią, iak nie pewny iest sposób pospolity doświadczenia zegarków.

Naylepiey tedy iest, ustanowiwszy zegarek z iakim dużym zegarem dobrym, zawiesić go na ścianie, y co 4 godziny patrzeć na ieden y na drugi, czyli się zgadzaią. Jeżeli nie? napisać różnicę na karcie, iaka iest między niemi w godzinie, chwili pierwszey, y połowy iey co cztery godziny. Jak minie 24 godzin, zebrać razem iak wielą się rożni zegarek od zegaru, albo poprzedzeniem, albo opóźnieniem, y ieszcze zawieszony trzymać przez 4 prawie godziny. Jeżeli bieg iego statecznie iednakowo ròżni się od biegu zegarowego, będzie to pierwszym znakiem, że żegarek iest dość dobry, że okrąg w nim splezasty nie ma przywary; co iest nayistotnieysza. To uczyniwszy, nakręcić go znowu, ustanowić razem na iedney godzinie z zegarem, y położyć na stole, aby leżał przez 24 godzin, uważaiąc znowu co 4 godziny y pisząc rożnicę. Po dwudziestu czterech godzinach, znosi się ròżnica ta z wczorayszą; ieżeli iest iednakowa? albo ieżeli o mało idzie naprzykład o iednę chwilę? mogę być upewniony o dobroci zegarka. Ale ieżeli ta ròżnica wychodzi na 4 lub 6 chwil, mogę wnieść śmiało, że zegarek iest zły.

Lecz nie na wieleby się przydało mieć dobry zegarek, gdybyśmy go nie umieli kierować, to iest powściągnąć, albo przyspieszyć bieguna, żeby

żeby się tyle razy (ani mniey, ani więcey) kołysał w godzinie, ile się wyżey wyraziło. Na ten koniec kiedy otworzemy wewnątrz zegarek, stawia nam się przed oczy mała tarczka z strzałką, czyli skazòwką w pośrzodku na osi osadzoną, naznaczona, albo temi liczbami 1, 2, 3, 4, 5, 6, albo temi 4, 8, 12, 16, &c. albo temi 5, 10, 15, 20, &c. Tarczka ta, ma pod sobą kòlko zębate, ktore się zaczepia o inną sztuczkę na kształt piły powyrzynaną. Przy obydwóch piły bokach są szparki, w ktore wchodzi wolno y przestrono cieniuchny drócik stalowy w krążek zwinięty, y mocno sprężysty, przytwierdzony iednym końcem do blachy, na ktorey się piła osadza, á drugim końcem do osi bieguna blisko śrzodka iego. Zaczym gdy pierwszy koniec drocika iest nie wzruszony, drugi się ustawicznie ruszać musi za każdym kołysaniem bieguna, y cały dròcik raz się musi kurczyć, drugi raz rozciągać na przemiany.

Służy więc drócik wielce do przyspieszenia, lub opóźnienia bieguna w swoim kołysaniu, bo im bardziey lub wolniey przez sprężystość swoię dròcik się rozpiera na biegunie, tym większą, lub mnieyszą mocą mu zawadza, y do wolnieyszego lub prędszego kołysania go przywodzi. Ponieważ zaś od pewney wymierzoney liczby tego kołysania, cała doskonałość zegarka zawisła; iawna iest, że na umiarkowanie go, dosyć iest albo ścieśnić y skurczyć, albo rozprzestrzenić y rozciągnąć nieco drócik sprężysty, co się

wykonywa: obracaiąc w tę, lub w inną stronę kluczykiem na osi zasadzonym tarczkę ową liczbami naznaczoną. Za poruszeniem bowiem tarczki, obraca się pod nią kółko zębate, a z nim y piła trzymaiąca drocik, przez co albo się dróciк rozciąga, albo się kurczy. Jeżeli obrocę tarczkę od lewey ręki do prawey: dròcik się rozciąga; ieżeli od prawey do lewey: dròcik się kurczy. Gdy się rozciąga y rozprzestrzenia: moc sprężystości iego iest słabsza, nie tak zawadza biegunowi, więc ten nie maiąc takiey przeszkody, prędzey się kołysze.

Ztąd idzie, że ieżeli chcę, aby zegarek szedł prędzey, rozprzestrzeniam drócik, to iest: obracam cokolwiek tarczki od lewey ręki do prawey. Gdy się zaś drócik cieśni y kurczy, im bardziey iest skurczony, tym większą moc sprężystości wywiera, (iako się pokazało w pierwszey księdze w Posiedzeniu o sprężystości) tym bardziey się pcha ku biegunowi, tym większą mu zawadę czyni, y bardziey go w biegu opoźnia, że się nie tak prędko kołysać musi. Jeżeli więc chcę, áby zegarek szedł poźniey, dosyć iest, skurczyć dròcika, to iest: obrocić nieco tarczki od prawey ręki do lewey iako się rzekło.

Lecz to nie iest powszechna na wszystkie zegarki, bo nie we wszystkich iednako iest ułożony dròcik, więc naylepiey się trzymać tego prawidła, ktore iest nie omylne w każdym zegarku. Liczby na tarczce wyrażone pokazuią nam, kiedy na ktorą stronę tarczkę obracać,

ać. Jeżeli chcemy, żeby zegarek szedł prędzey, obrocić trzeba tarczkę tak, aby naywiększą liczbę do strzałki przybliżyć. Jeżeli chcemy żeby szedł poźniey, trzeba naymnieyszą liczbę do strzałki przybliżyć.

Ale iakże daleko pomknąć tarczki w tę lub w inną stronę, żeby biegu zegarka przyspieszyć, lub zatrzymać na pewną liczbę chwil? naprzykład zegarek opoźnia się czterema chwilami (*minutis*) w dwadzieścia cztery godzin, iakże blisko mam przysunąć naywiększey liczby do strzałki, żeby się nie opòźniał? wiadomość ta, iako wielce potrzebna, tak godna roztrząśnienia. Spoyrzyimy ieszcze raz na tarczkę, á obaczemy na niey między liczbami kréski lub kropki, y przedziały nielakie. Y te nie są darmo, ale nam służą do tegoż końca, co y liczby. Naypierwey tedy pomykam naywiększą liczbę ku strzałce na ieden przedział, y ustanowiwszy zegarek na iednę godzinę z iakim dobrym zegarem, z ktorym chcę aby się zgadzał, uważam ieżeli się z nim zgadza po wyiściu dwudziestu czterech godzin, gdy się zgadza: pewien będę na zawsze, że pomknięcie tarczki na ieden tylko przedział, w tę, lub w inną stronę, czyni przyspieszenie lub opoznienie w zegarku na 4 chwile. Gdy się zaś nie zgadza: to albo się ieszcze opoźnia, albo prędzey idzie mòy zegarek. Jeżeli się opòźnia? iuż się musi opoźniać mniey niż przed tym, daymy naprzykład na dwie chwile; więc przez pomknięcie tarczki, iużem go przyspieszył na dwie chwile,

y pewien być mogę na zawsze, że pomknięcie tarczki, na ieden tylko przedział w tę lub w inną stronę, sprawuie przyspieszenie lub opoźnienie w zegarku na dwie chwile. Jeżeli zaś prędzey idzie, naprzykład dwiema chwilami? ten zegarek, ktory przed pomknięciem szedł pòźniey czterema? ztąd poznaię, że pomknięcie tarczki na ieden tylko przedział w prawą, lub w lewą stronę, czyni przyspieszenie lub opoźnienie w zegarku na 6 chwil, gdyż od 4 chwil opoźnienia, do dwòch przyspieszenia, wychodzi 6 chwil, to iest więcey dwoma, niżeli mi trzeba; bo mi tylko trzeba przyspieszenia w zegarku na 4 chwile. Zaczym uczynię ten kròtki rachunek, ieżeli 6 chwil wychodzą na ieden przedział, 4 chwile na wiele części przedziału iednego wynidą? czyli układaiąc porządkiem 6: 1:: 4: x. Gdzie rozmnożywszy dwie środnie liczby y rozdzieliwszy przez pierwszą z tego podziału, wynidzie mi ostatnia $x = \frac{2}{3}$ To iest: ieżeli ieden przedział na trzy równe części znowu podzielemy, nie na cały zupełnie podział, lecz na dwie takie tylko części iednego przedziału, pomknąć trzeba było naywiększey liczby ku strzałce, áby zegarek czterema chwilami się nie opoźniał; ale że teraz zegarek ieszcze prędzey idzie dwoma chwilami, więc go trzeba zpòźnić dwoma chwilami, á wiem iuż że pomknięcie tarczki na $\frac{2}{3}$ iednego

przedziału czyni przyspieszenie lub opóźnienie na 4 chwile, więc pomknięcie tarczki na połowę tego ułomka liczby, to iest, na $\frac{1}{3}$ przedziału, uczyni opòźnienie na dwie chwile, tak właśnie iak mi potrzeba. Pomykam więc naymnieyszey liczby ku strzałce na $\frac{1}{3}$ przedziału, y znowu ustanawiam zegarek na iednę godzinę z dobrym zegarem, á iuż się z nim zgadzać będzie. To raz zrobiwszy, będę wiedział na zawsze, że w tym zegarku pomknięcie tarczki w tę lub w inną stronę (według potrzeby) na $\frac{1}{3}$ części przedziału czyni w nim przyspieszenie lub opoźnienie na dwie chwile. Więc pomknięcie na połowę tey liczby, to iest na $\frac{1}{6}$ część iednego przedziału, sprawi w nim przyspieszenie lub opòźnienie na iednę chwilę. Mòwię: *w tym zegarku*, bo to prawidło nie może służyć wszystkim innym zegarkom, ále na każdym z osobna trzeba ponowić takie doświadczenie iakieśmy tu uczynili, y taki rachunek zrobić.

To dopiero mamy umiarkowany zegarek, co do równości biegu, to iest: żeby zawsze szedł iednostaynie, żeby skazòwka chwil y godzin w czasach równych, równe mieysca na tarczy przebiegała. Ale ieszcze nie mamy go ustanowio-

nego z Niebem, to iest: żeby właśnie tę godzinę skazywał, którą słońce biegiem swoim na półokrągu nieba (pod którym mieszkamy) wymierza, żeby właśnie skazywał dwunastą, kiedy słońce przyidzie do południa, czyli na w pół drógi swoiey od wschodu do zachodu.

Na ten koniec większa część ludzi zwykła pospolicie stanowić zegarki z wschodem lub zachodem słońca; y ia tym zwyczaiem przynagłony, za usiłowaniem poważnych osób, dla przysługi Woiewodztwa mego, wydałem w Drukarni naszey Poznańskiey przed czterema laty tablicę na zawsze wyrachowaną wschodu y zachodu słońca na Poznań y mieysca przyległe.

Lecz gdy teraz znowu przychodzi mi o tym mówić, przestrzedz muszę, że stanowiąc zegarek wschodem lub zachodem słońca, uważać trzeba, kiedy całą połowę słońca widać, gdyż w ten czas tylko iest prawdziwy wschód lub zachòd, a nie w ten czas kiedy sam brzeg słońca tylko się pokazuie. Albowiem okrąg słońca będąc niezmierney wielkości, (że, iakośmy w Przemowie pierwszey Kśięgi pokazali: iest 887500 razy większy od ziemi) rachuiem więc iego wschòd y zachòd w ten czas, kiedy sam środek iego pokazuie się bydź równoż z ziemią, na ktorey mieszkamy. Co czyniemy dla uniknienia znaczney omyłki, bo gdybyśmy uważali brzeg naprzykład wyższy słońca, ten prędzey nieco wschodzi, y pokazuie się niż sam środek, á przecię nie prędzey lecz pòźniey zachodzi niż środek. Zaczym więceyby wyszło czasu od wschodu do zachodu wyższego brzegu, niżeli od wschodu do zachodu samego środka słońca.

Naprzykład 22 Września, kiedy dzień równy nocy, powinien mieć 12 godzin; gdzie wschòd środka słońca iest w Poznaniu o szostey godzinie, iawna iest, że wschòd brzegu wyższego musi bydź pierwey, daymy że iest piącią chwilami pierwey, to iest: o piątey y 55. chwilach rano. Zachód środku słońca, tegóż samego dnia, iest także o szostey z południa, więc iawna iest, że zachòd wyższego brzegu musi bydź pòźniey piącią także chwilami, to iest: o szostey y 5 chwili. Cały więc przeciąg czasu od prawdziwego wschodu do zachodu środka słońca, wynosi na 12 godzin tak iak trzeba, w ten dzień zaś cały przeciąg od wschodu do zachodu wyższego brzegu wynosi na godzin 12 y chwil 10. Zaczym ustanowiony zegarek z wyższym brzegiem słońca, dziesiącią chwilamiby się w ten dzień różnił od nieba. Podobnaż omyłka mnieysza lub większa będzie w innych dniach. Z tych tedy przyczyn, należy raczey stanowić zegarek, z wschodem lub zachodem samego środka słońca, ile oko sądzić może, ktore choć się nieco w tym omyli, iednak taka omyłka w miarkowaniu czasu pospolitym do zabaw ludzkich, za nic się nie rachuie.

Zamilczeć tu iednak nie mogę, że sposób stanowienia zegarkòw z wschodem lub zachodem

dem samego środka słońca iest bardzo nie pewny, y nie może nigdy być tak doskonały, iako stanowienie z południową godziną, na dobrym iakim zegarze słonecznym przez cień pokazaną. Albowiem gdy słońce iest niśko (iako bywa na wschodzie) promienie od słońca idące do oka naszego z ukosa, tym bardziey się łamią, y od zaczętey drogi ustępuią, im na grubsze powietrze natrafiaią bliśko ziemi. Co dla łatwieyszego poięcia pokazuie się (*w Obraz: 17. Tabl:* 3.)

Niech będzie okrąg ziemi BOFG, okrąg powietrza obtaczaiącego ziemię ACDE, ktore według rozmierzenia roznych rozciąga się w gòrę nad ziemią w koło, na 15, lub 16, lub 20 mil, bo w tey rzeczy nie masz ieszcze nic pewnego. (*g*) Droga biegu słońca niech będzie wielka obręcz SIZQ. To założywszy, iawna iest, że gdyby wszystkie promienie słoneczne tak padały na ziemię, że pociągnione daley, doszłyby do środ-

(*g*) JPan Mairan Francuz w swoim piśmie *sur l' aurore Boreale* dowodzi, że powietrze rozciąga się wzdłuż nad ziemią w koło, więcey niż na 266 mil Francuskich. Gdyż powiada y przyczynami utwierdza, że iutrzenki północne (to iest: owe ognie nie zwyczayne, które widziemy czasem na północney nieba części, y któremi się nie wiadome przyczyn pospólstwo przerażać zwykło) sprawuią się w powietrzo-krągu zimnym (*atmosphæra*) Zaś owa sławna iutrzenka północna, ktora się pokazała 19 Listopada, Roku 1726, widziana była razem w Warszawie, w Moskwie w Petersburgu, w Rzymie, w Paryżu, w Neapolu, w Madrycie, w Lisbonie, w Gades &c. Gdyby tedy nie była bardzo wyniesiona nad ziemią, nie mogłaby bydź żadną miarą iednegòż czasu widziana, w tak oddalonych od siebie miastach. Zkąd tenże Pisarz wyra-

środka iey P, (iako iest kierowany promień, ZEFP) w ten czas prostoby padały (*perpendiculariter*) na wierzch ziemi, prostoby y równo przechodziły okrąg powietrza, nie nakłaniaiąc się ani na tę ani na inną stronę, y nieby się nie łamały w powietrzu. Bo (iako ziemiomiernicy pokazuią) wszystkie promienie, czyli ścieszki idące do środka obręczy, prostopadłe są na wierzch obręczy, áni bynaymniey nie nakłonione, áni przełamane. Y dla tego gdybyśmy mogli z samego środka ziemi P, patrzać na słońce, zawszeby nam się wydawało w tym mieyscu, w ktorym prawdziwie iest. Ale że tego nie można czynić, że patrzemy zawsze na słońce nie z środka, ale z wierzchu ziemi, naprzykład z mieysca F, więc promienie słońca będącego w mieyscu S, lub I, nie przychodzą prosto, do nas osobliwie, ktòrzy ku osi północney mieszkamy, ale z boku, y z ukosa, y nie przypadaią prosto na mieysce F. Bo oko samo sądzi, że przychodzące od H do F, y pociągnione daley prosto zaczętą drogą, nie doszłyby do środka ziemi, ale raczey na R. Naprzykład gdy słońce będzie na S wschodzące, promień iego S L, idzie prosto drogą aż do L, tam przyszedłszy, zastaie grubsze y gęstsze powietrze, ktore mu zawadza na drodze, y gdy w nie wchodzi, musi się krzywić

chował, że musiała bydź w ten czas wyniesiona nad ziemią na 266 mil. A zatym y okrąg powietrza, w ktorym się ta iutrzenka (według niego) znayduie, musi się podobnież, albo daley ieszcze rozciągać. Lecz o tym dokładnieysza nam będzie rzecz na swoim mieyscu.

nieiako, łamać y od zaczętey drogi S L ustępować w bok (tak właśnie, iako gdy człowiek w las gęsty wnidzie, nie może wprost zaczętey drogi kończyć, bo mu drzewa na niey zawadzaią, ale musi krzywemi ścieszkami krążyć) więc promień słoneczny co miał pòyść przez S L Q według zaczętey drogi, idzie skrzywiony y przełamany na grubszym powietrzu przez S L F. Gdy tedy oko z mieysca F patrzy na słońce, postrzegaiąc go nieinaczey tylko przez uderzenie, ktore promień słoneczny sprawuie w głębszey części oka, sądzi człowiek, że słońce iest położone na niebie w tym mieyscu, zkąd mu przychodzi, iak mu się zdaie to uderzenie. Jako gdyby kto stoiący ku zachodowi, pod czas ciemney nocy uderzył kamieniem o ścianę stoiącą na południe, á ten kamień odbiwszy się od ściany, trafił w głowę bliskiego człowieka, stoiącego ku wschodowi, człowiek uderzony (ieżeliby pod razem nie umarł) sądziłby zapewne, nie wiedząc co się dzieie, że ręka rzucaiąca kamień, była ná stronie południowey, bo od strony południowey odebrał uderzenie, lubo w samey rzeczy ręka była na stronie zachodniey. Tak y człowiek patrzący na słońce z mieysca F, sądzi że słońce iest w tym położeniu, w ktorym iest promień naybliższy oka L F, uderzaiący oko. Więc rozumie, że słońce na niebie iest położone w teyże samey ścieszce L F, daley prosto pociągnioney aż do nieba, ktora ścieszka pociągniona przypada na I, á zatym rozumie, że iest

iest słońce na mieyscu I, choć w samey rzezy będzie niżey, bo tylko na mieyscu S.

Zkąd widziemy, że przez łamanie y zakrzywienie promieni światła słonecznego w powietrzu grubszym, zawsze nam się słońce pokazuie wyżey, niżeli iest w samey rzeczy. Jeszcze nie wznidzie, á iuż go widziemy, bo promień S L F przełamany w powietrzu, dochodzi do oka F, ktory gdyby się nie łamał w mieyscu L powietrza grubszego, nigdyby do oka F nie doszedł, ale poszedłby prostą drogą nie złamaną na Q wyżey od oka F; więcby go oko F nie widziało.

Przeto według doświadczenia Gwiazdarzòw, ieszcze będzie słońce więcey niż na pòł stopnia pod naszą ziemią na ktorey mieszkamy, pod naszym wido-krésem H R (*horizon*) á my go iuż widziemy na nim, zaczym y wschod słońca pierwey nam się pokazuie, niż iest w samey rzeczy; y zachòd słońca pòźniey, dla teyże samey przyczyny. Stanowiąc tedy zegarek według postrzeżonego wschodu lub zachodu słońca, nie stanowiemy go z prawdziwym biegiem słońca, y zawsze nas mylić będzie; bo rano wybiie siodmą naprzykład, kiedy ieszcze siodma być nie powinna, kiedy iey ieszcze na słońcu nie masz, albo wieczorem nie wybiie siodmey, kiedy iuż bydź powinna.

Przeciwnie zaś byleby był zegar słoneczny dobrze odrysowany (lubo z tysiąca się ieden znaydzie dobry u nas, gdzie nie z prawideł, ani

z gruntu tey sztuki, ale z przyuczenia lada malarz zegary słoneczne rysuie) stanowiąc zegarki według upatrzonego południa na zegarze słonecznym, nie podlegamy tey omyłce, ktora iest na wschodzie lub zachodzie. Bo słońce, im wyżey się podnosi od ziemi w gòrę, im bliżey przystępuie do naszego *Zenith*; to iest: do mieysca nam przypadaiącego prosto nad głową naszą, iakie iest (*w Obrazku 17.*) mieysce Z, tym się mniey promienie iego w powietrzu łamią, bo przez tak wielki przeciąg powietrza nie przechodzą, iako gdy słońce iest na S, oko bowiem sądzi, że przeciąg powietrza L F z ukosa idący, iest dłuższy niżeli przeciąg E F. Zaczym promienie słońca bardziey wyniesionego w gòrę, niżeli iest mieysce S, prościey do oka naszego przychodzą, nie tak z boku ani z ukosa, iako około wschodu lub zachodu, kiedy słońce iest nisko, naprzykład w mieyscu S, gdyż im bardziey słońce idzie w gòrę, tym bardziey się zbliża do mieysca Z, a tym samym promienie iego, coraz się mniey różnią od położenia ścieszki Z E F P, prosto padaiącey na wierzch ziemi, y przez środek iey przechodzącey, a tym samym żadnego zkrzywienia, y przełamania w powietrzu nie cierpiącey, iako się wyżey powiedziało.

Ze zaś słońce w południu naywięcey się podnosi, więc w ten czas naymniey przełamania cierpią iego promienie, y łatwiey nam go pokazać mogą w prawdziwym swoim mieyscu, albo przynaymniey w bardzo bliskim prawdziwego.

Pròcz

Pròcz tego, około południa powietrze iuż iest bardziey wyczyszczone, y przerzedzone przez ciepło słońca, kilka godzin trwaiącego nad naszą ziemią; zaczym nie może tak wielkiey zawady czynić promieniom, y tak bardzo ich przełamywać, iako na wschodzie lub zachodzie, gdzie powietrze iest ieszcze zgęszczone przez zimno nocne, gdzie mgły pospolicie czynią go grubym y nabitym.

Nakoniec wschòd y zachòd słońca, powinien się brać za prawdziwy w ten czas, kiedy sam środek słońca wschodzi lub zachodzi (iako się wyżey pokazało) co, że nam trudno iest zmiarkować bez omyłki oczyma naszemi, y sam blask słońca nam do tego przeszkadza, łatwo wnieść z tych wszystkich miar, iako stanowienie zegarka z wschodem lub zachodem słońca, musi bydź omylne y nie pewne.

Dla czego Tablic wschodu y zachodu słońca zażywać niemamy chyba tylko w drodze, albo w niedostatku ścieszki południowey słońca na zegarze słonecznym, lub osobno wyrysowaney; maiąc zaś tę ścieszkę upewnioną, lepiey iest dla przyczyn wyżey wyrażonych według niey stanowić zegary.

Nie mogę zaś żadną miarą chwalić sposobu niektorych, co na poznanie ścieżki południowey słońca, igiełki magnesem natartey zażywaią, y owszem częstokroć według niey zegary słoneczne rysuią, iakie pospolicie bywaią w puszkach przedażnych. Spòsób ten bardzo omylny z trzech

przyczyn: *Naypierwey*: że (iako na swoim mieyscu pokażemy) igiełka magnesowa od prawdziwegu południa y północy ustępuie cokolwiek zawsze z iedney strony ku wschodowi, z drugiey ku zachodowi, więc nie leży na prawdziwey południowey ścieszce. *Powtòre*: igiełka prędko wietrzeie, y dzielność magnesową traci, że ią często nacierać nim trzeba. *Potrzecie*: Naymnieysze żelasko, naymnieyszy gwòźdź w oknie, lub w murze nawet y wewnątrz, naydrobnieysza haftka u sukni, może igiełkę magnesową cofnąć, y od ścieszki południowey odciągnąć. Zaczym nigdy przez nię nie możemy bydź tak ubezpieczeni o prawdziwym południu, iako przez cień zegaru słoneczego według prawideł pewnych odrysowanego.

Jednak trzeba y tu mieć na to wzgląd, że częstokroć w roku widziemy ròżnicę, tak znaczną między godziną przez cień skazaną na naylepszym zegarze słonecznym, y godziną na zegarach kołowych naydoskonalszych, iż ci, ktorzy nie wiedzą przyczyny, krzywdę czynią swoim zegarkom, rozumieiąc, że one źle idą, lubo w samey rzeczy iest to słońce, ktore dla nierówności swego biegu (czyli rzeczywistego według zdania Tychona, czyli pozornego tylko według Kopernika) sprawuie tę odmianę. Co więc starożytność miała za rzecz niegodziwą, fałsz zadawać słońcu, iako mòwi Virgilius, (*Georg*: 1.) *Solem quis dicere falsum audeat?* y co ieszcze do tego czasu nie biegli w tey rzeczy ludzie

dzie wyśmiewaią. *Że słońce nie ròwno idzie*, na to się gwiazdarze odważyli y pokazali, że bieg słońca nie iest iednostayny, lecz raz prędszy, drugi raz pòźnieyszy, á to z dwóch przyczyn.

Pierwsza: że słońce ma dwoiaki bieg (czyli pozorny, czyli rzetelny, o to mnieysza.) Gdyby bowiem nie miało inszego biegu tylko codzienny od wschodu do zachodu iednakowy z gwiazdami, zawszeby się wracało na południe razem z iednemiż gwiazdami z temi samemi, z ktoremi wczoray naprzykład było na południu. Ale że oraz ma drugi bieg roczny, sobie tylko własny od zachodu do wschodu (y przeciwny tamtemu pierwszemu;) przez ktòry codzień pomyka się cokolwiek po znakach niebieskich ku wschodowi, á oraz w tymże samym czasie, codziennym biegiem pomyka się ku zachodowi (iako mucha bieżąca od zachodu do wschodu na wierzchu karety, iadącey od wschodu do zachodu, dąży razem y do wschodu y do zachodu.) Idzie ztąd, że gdy dziś naprzykład słońce było na naszym południu razem z gwiazdą iaką; nazaiutrz kiedy ta gwiazda po okrążeniu wkoło ziemi, wraca się znowu na nasze południe, słońce nie dòydzie ieszcze do południa, bo odstąpiło nieco od tey gwiazdy ku wschodowi przez 24 godzin, ale dòydzie dopiero w kilka chwil po niey, będąc oddalone od niey całą tą drogą, ktorą przez dzień y noc biegiem sobie własnym ku wschodowi odprawiło.

Co naylepieyby każdy poiął, maiąc przed oczyma wyrobiony okrąg niebieski, gdy to czyta,

czyta, z ktorego iawnie pozna, że słońce biegiem swoim codziennym obchodzi albo obręcz rówiennika (*Aequatoris*) albo iemu równoległą (*paralellam*) więc pomykaiąc się oraz na swoiey ścieszce roczney (*Zodiacus*) codzień, codzień także w południe na nowe mieysce obręczy rowiennika (*Aequatoris*) przypadać musi. Te zaś mieysca czyli łuki obręczy rówiennika, między dwoma południami słońca, naprzykład wczorayszym y dzisieyszym zaięte, nie są zawsze równe łukom ścieszki słoneczney roczney, zaiętym także między dwoma południami słońca, lecz raz będą mnieysze, drugi raz większe (*h*) Zaczym chociażby słońce (co nie iest w samey rzeczy, iako zaraz niżey obaczemy) miało zawsze po swoiey ścieszce roczney bieg równy y iednostayny, tak: żeby w czasach iednakowych, iednakowo łuki na niey przechodziło, iednak po swoiey ścieszce codzienney, bieg nam się iego nie iednostayny wydawać musi, lecz raz prędszy,

(*h*) Jedyna przyczyna tey nierówności pochodzi z położenia krzywego drogi roczney słońca czyli znaków niebieskich (*Zodiaci*) względem obręczy rówiennika. (*Æquatoris*) Co dla ćwiczonych w tey nauce, tak do oka pokazać można. Niech będzie (*w Obrazku 18*) V A R czwarta część obręczy drogi roczney słońca, to iest: 90 stopniów od znaku Barana V, aż do znaku Raka R, niech będzie V E także 90 stopniów Rówiennika V A, niech będzie łuk na 1 stopień drogi roczney słońca, bo prawie ieden stopień słońce co dzień, to iest: w godzin 24 przechodzi na swoiey roczney ścieszce tu wyrażoney przez obręcz V A R. Łuk P A B niech będzie południowy, przez ktory słońce będące w mieyscu A, w południe przechodzi; oczywista iest, że z położenia takiego wszystkich tych obręczy wynika węgieł trzykątny prosty (*Triangulum Rectan-*

szy, drugi raz późnieyszy; á przeto y przeciąg czasu, od iednego południa do drugiego, raz musi bydź mnieyszy, drugi raz większy.

Druga przyczyna tey nierówności iest, że y samo słońce po ścieszce swoiey roczney nie ma iednakiego biegu. Gdyż z postrzegania Gwiazdarzów mamy, że równe łuki swey ścieszki, nie w równych zupełnie czasach przebiega, y przez 6 znaków północnych, to iest: przez Barana, Byka, Bliźnięta, Raka, Lwa, Pannę, przechodzi ośmią dniami dłużey, niżeli przez 6 znaków południowych, to iest: przez Wagę, Niedźwiadka, Strzelca, Koziorożca, Dzbanek, y Ryby, lubo iako tamte, tak y te, iednakie łuki na ścieszce zastępuią, to iest po 180 stopniów.

Z tych tedy przyczyn; zegarek, bądź nayiepszy, lubo ustanowiony z słońcem, rzadko się

Ss mo-

gulum) V B A, w ktorym wiadoma nam iest ściana V A, że zamyka stopień 1. Wiadomy nam iest także kąt V, to iest: wymiar nakłonienia drogi słoneczney ku Rówienni-

kowi, ktory iest na $23\frac{1}{2}$ stopniów, gdyż słońce nigdy się

bardziey nie oddala od Rówiennika, iako na tę liczbę stopniów, co się dzieie na ten czas, gdy przyidzie albo do znaku Raka na R, albo do znaku Koziorożca na K, bo potym znowu się wraca y zbliża ku Rówiennikowi V F, Wiadomy nam na koniec iest kąt B, ktory iest prosty, to iest otwarty na 90 stopniów, bo łuk południka P A B prosto zawsze pada na Rówiennika, więc składa z nim kąt prosty. Maiąc tedy te 3 rzeczy wiadome, łatwo z Trygwęgłomiaru (*ex Trigonometria*) dóydziemy, że ściana V

B ma $55\frac{1}{11}$ to iest: 55 takich cząstek, iakich 60 w iednym stopniu, y iednę taką, iakich iest 3600 w iednym stopniu. Już tedy ztąd widać, że 1 stopień cały V A drogi słone-

może z nim zgadzać, bo zegarek (ieżeli ieſt doſkonały) idzie zawſze iednoſtaynie, tak: że ſkazówka w czaſach równych przebiega zawſze mieyſca równe na tarczy, zaś ſłońce nie idzie iednoſtaynie, iako ſię oczywiście pokazało. Więc na zegarze ſłonecznym odryſowanym (ktory nam ſkazuie bieg ſłońca, y z nim ſię zawſze powinien zgadzać, ieżeli ieſt dobry) będzie dwunaſta, á na zegarku z kołkami, albo nie dóydzie ieſzcze dwunaſta, albo przeydzie. Chyba tylko ſię w ten czas zgodzą z ſobą, kiedy równe łuki rowiennika przypadać właśnie będą pod równe łuki ścieſzki roczney ſłońca, a to ſię tylko cztery razy do roku trafić może, to ieſt: około 10 Lutego, 15 Maia, 26 Lipca, y 1 Liſtopada. W inne zaś wſzyſtkie dni w roku, nie zgodzą ſię z ſobą. Y tak naprzykład, zegarek doſkonały,

czney, nie zaymuie całego ſtopnia na Rówienniku, to ieſt: nie zaymuie 60 cząſtek, ale tylko zaymie łuk VE, to ieſt: 55$\frac{11}{1}$ cząſtek y 1.

Odetniymy znowu od końca obręczy VR, ieden ſtopień, czyli łuk CR. Więc łuk VC, będzie miał 89 ſtopniów, gdy ſłońce pomknie ſię biegiem rocznym na mieyſce C, w ten czas łuk PCD będzie południowy, przez ktòry ſłońce w południe przechodzi. Zaczym znowu ułoży ſię inny węgieł trzykątny VCD, w ktòrym ściana VC ieſt nam wiadoma = 89 ſtopniów. Kąt V ieſt także wiadomy, bo ten ſam co przed tym, kąt D ieſt proſty czyli = 90 ſtopniów. Więc z tych 3 rzeczy wiadomych ſpoſobem wyżey namienionym, znaydziemy ścianę VD Rówiennika 88$\frac{1}{1}\frac{11}{34}$ ſtopniów. Wiemy zaś, że cała obręcz Rówiennika VE zamyka 90 ſtopniów. Więc kiedy część iey VD ma 88$\frac{1}{1}\frac{11}{34}$ ſtopniów, toć reſzta DE, muſi mieć tylko to,

ły, uſtanowiony w południe, na zegarze ſłonecznym pokazane 1 Liſtopada, ieżeli go znoſić będziem z tymże zegarem ſłonecznym w naſtępuiącym Lutym, obaczemy, że dzieſiątego dnia tego mieſiąca, będzie poprzedzał więcey niż 31 chwilami pierwſzemi południe, na zegarze ſłonecznym pokazane. Tenże zegarek uſtawiony znowu w ten ſam dzień z południem, na ſłonecznym zegarze pokazanym, 14 Maia będzie ſię opòźniał nad ſłońce więcey niż 18 chwilami pierwſzemi. Zaś uſtanowiony w ten ſam dzień z południem ſłonecznym, od 14 Maia do 26 Lipca będzie poprzedzał ſłońce więcey niż 10 chwilami pierwſzemi. Nakoniec 26 Lipca uſtanowiony z ſłońcem, do 1 Liſtopada opòźni ſię więcey niż 22 chwilami pierwſzemi.

A te wſzyſtkie opóźnienia lub poprzedza-

czego nie doſtaie łukowi VD do 90 ſtopniów, to ieſt muſi mieć 1$\frac{11}{1}$ ſtopień 5. 26. Widziemy tedy ztąd, że łuki Rówiennika VB, DE (zaięte między różnemi południami ſłońca, naypierwey będącego w mieyſcu V, á na zaiutrz w mieyſcu A, potym będącego w mieyſcu C, á na zaiutrz w mieyſcu R) chociaż pod równemi łukami VA, CR ścieſzki ſłoneczney przypadaią, iednakże ſą znacznie nierówne, gdyż łuk Rówiennika VB przypadaiący pod łuk VA iednego ſtopnia ieſt mnieyſzy od iednego ſtopnia, iakośmy znaleźli. Zaś łuk DE Rówiennika, przypadaiący pod łuk CR także iednego ſtopnia, ieſt więkſzy od iednego ſtopnia, iakośmy tu znaleźli. Więc choćby ſłońce zawſze iednoſtaynie y równo ſzło po ſwoiey ścieſzce roczney VAR, przebiegaiąc po niey łuki równe w czaſach równych; iednak że obrot codzienny ſłońca w godzin 24 czyni ſię na Rowienniku VBE, albo na obręczy iemu podobney y równoległey, zaś (iak ſię pokazało) pod łuki równe ścieſzki roczney ſłońca, nie równe za-

nia nie pochodzą z nierównego biegu zegarka (ieżeli iest doskonały) ale raczey z nierownegu biegu słońca, iako się pokazało. Więc kiedy zegarek dobry y doświadczony, zda się opòźniać nad słońce, to w samey rzeczy iest słońce, ktore ma na ten czas większy bieg, y większe łuki rowiennika pod ścieszkę przypadaią słoneczną. Kiedy zaś tenże sam zegarek zda się poprzedzać słońce, iest to w samey rzeczy słońce, ktore się opóźnia, że mnieysce łuki rowiennika pod ścieszkę roczną słoneczną przypadaią. Zaczym dla wygody wszystkich, kładę tu Tablicę pierwszych chwil, ktoremi dobry y doświadczony zegarek, ustanowiony z słońcem na początku iakiegokolwiek Miesiąca powinien się opòźniać, albo poprzedzać godziny, na zegarze słonecznym pokazane na końcu tegòż miesiąca.

Na końcu Stycznia zegarek poprzedzi bliśko 10 chwilami pierwszemi.

Na końcu Lutego	- opòźni -	1 y cząstką.
Na końcu Marca	- opóźni -	8 y wpół.
Na końcu Kwietnia	- opóźni -	7.
Na końcu Maia	- poprzedzi	o - 16.
Na końcu Czerwca	- poprzedzi	6 nie zpełna.

Na wsze przypadaią łuki Rówiennika, idzie ztąd, że y dni słoneczne muszą bydź nie ròwne, lecz raz większe drugi raz mnieysze; raz prędzey słońce przyidzie do południa, drugi raz pòźniey, bo łuki codzienne Ròwiennika, po ktòrych miarkuiemy codzienny obrot słońca, będą raz krótsze, drugi raz dłuższe, choćby łuki ścieszki słoneczney były zawsze iednostayne. Jaśniey tego nie można pokazać; komu się ciemne bydź zdaie to dowiedzenie, niech porzuci, á na wiarę Gwiazdarzòw się spuści. Bez głębszych wiadomości nie można tego łatwo poiąć. Będą iednak tacy, ktòrzy to z smakiem przeczytaią y zrozumieią.

Na końcu Lipca	- poprzedzi	3 nie zpełna.
Na końcu Sierpnia	- opòźni -	6 nie zpełna.
Na końcu Września	opòźni -	9 y wpół.
Na końcu Października	opóźni -	6 nie zpełna.
Na końcu Listopada	poprzedzi	5 y cząstką.
Na końcu Grudnia	poprzedzi	14 y cząstką.

Ta Tablica służyć będzie do miarkowania, ieźli zegarek idzie dobrze. Bo naprzykład ustanowiwszy go w południe z dwunastą na zegarze słonecznym pokazaną pierwszego dnia Stycznia, ieżeli na końcu tegòż miesiąca zegarek prędzey idzie od zegaru słonecznego bliśko 10 chwilami pierwszemi, znak to iest, ze idzie dobrze, ustanowiwszy go tedy ostatniego Stycznia znowu z południem na zegarze słonecznym, na końcu Lutego powinien się opòźniać iedną chwilę y tak daley. Jeżeliby zaś ustanowiony z południem zegaru słonecznego 1 Stycznia, na końcu tegòż miesiąca zgadzał się doskonale z południem zegaru słonecznego, znak to iest: że nie równy iest zegarek w swoim biegu, lecz opóźnia się bliśko 10 chwilami. Albo ieżeliby poprzedzał południe zegaru słonecznego tylko 6 chwilami, znak to iest, że w samey rzeczy opóźnia się na 4 bliśko chwile, bo powinien 10 prawie chwilami poprzedzać; Albo nakoniec ieżeliby w ten sam dzień pòźniey szedł od południa, zegaru słonecznego 5 chwilami, znak to iest, że się opòźnia prawie 15 chwilami. Zaczym nie można go mieć za doskonały, tylko w ten czas dopiero, kiedy doznamy, że zawsze ustanowiony

na początku każdego miesiąca z słońcem, będzie poprzedzać albo się opóźniać nad południe na zegarze słonecznym pokazane na końcu każdego miesiąca taką liczbą chwil pierwszych, iaka iest w tey tablicy wyrażona.

Ze zaś trafić się może, iż zegarek ustanowiony pierwszego naprzykład Stycznia z zegarem słonecznym, dla pochmurnego dnia ostatniego Stycznia, nie może bydź znoszony z zegarem słonecznym; w ten czas ktoregokolwiek dnia pogodnego, znosząc go z zegarem słonecznym, łatwo można miarkować, ieźli się zbliża do tego opóźnienia lub poprzedzenia, które mieć powinien na końcu Miesiąca, maiąc przed oczyma to, ktore tu kładę opisanie, áby wiedzieć co kilka dni, iak wielkie bydź powinno w zegarku dobrym opóźnienie lub poprzedzenie słońca.

W Styczniu Od dnia 1 do 6 powinien poprzedzać zegarek trzema chwilámi. Od dnia 6 do 11 znowu dwoma. Od dnia 11, do 16 znowu nie zpełna dwoma. Od dnia 16 do 23 znowu dwoma. Od dnia 23 do 31 nie zpełna dwoma. Co wszystko uczyni na końcu Stycznia 10 prawie chwil pierwszych, ktoremi zegarek poprzedzać powinien, iakośmy w Tablicy wyższey położyli.

W Lutym Od dnia 1 do 10 poprzedzić powinien prawie 1 chwilą. Od dnia 11 do 28, opóźniać się powinien prawie dwoma chwilami.

W Marcu. Od dnia pierwszego do 9 opóźniać się

się powinien prawie dwoma chwilami. Od dnia 9 do 16 znowu prawie dwoma. Od dnia 16 do 23 znowu więcey trochę niż dwoma. Od dnia 23 do 31 znowu prawie dwoma.

W Kwietniu. Od dnia 1 do 8 opòźniać się powinien dwoma chwilami. Od dnia 8 do 15 znowu dwoma. Od dnia 15 do 24 znowu dwoma. Od dnia 24 do 30 iedną chwilą.

W Maju. Od dnia 1 do 15 opòźniać się powinien iedną chwilą. Od dnia 15 do 31 poprzedzać powinien iedną chwilą, y częścią małą.

W Czerwcu. Od dnia 1 do 12 poprzedzać powinien prawie dwoma chwilami Od dnia 12 do 22 znowu dwoma chwilami. Od dnia 22 do 30 znowu prawie dwoma chwilami.

W Lipcu. Od dnia 1 do 14 poprzedzać powinien dwoma chwilami. Od dnia 14 do 31 nie zpełna iedną.

W Sierpniu. Od dnia 1 do 16 opòźnić się powinien prawie dwoma chwilami. Od dnia 16 do 25 znowu dwoma. Od dnia 25 do 31 prawie znowu dwoma.

W Wrześniu. Od dnia 1 do 7 opóźnić się powinien prawie dwoma chwilami. Od dnia 7 do 13 znowu prawie dwoma. Od dnia 13 do 19 znowu dwoma. Od dnia 19 do 30 znowu dwoma.

W Październiku. Od dnia 1 do 8 opòźnić się powinien dwoma chwilami. Od dnia 8 do 16 znowu prawie dwoma. Od dnia 16 do 31 znowu prawie dwoma.

W Li-

W Listopadzie. Od dnia 1 do 20 poprzedzić powinien dwoma chwilami. Od dnia 20 do 30 znowu dwoma.

W Grudniu. Od dnia 1 do 10 poprzedzać powinien czterema chwilami. Od dnia 10 do dnia 19 znowu czterema chwilami. Od dnia 19 do dnia 27 znowu czterema chwilami. Od dnia 27 do 31 znowu dwoma y cząstką.

Ustanowiwszy więc zegarek z słońcem w południe, którego chcę dnia, naprzykład 8 Października, znoszę go znowu z tymże słońcem 16 dnia tego Miesiąca w południe, ieżeli się zegarek opóźnia dwoma chwilami, pewien bydź mogę, że idzie dobrze. Albo gdyby pochmurne były dni aż do ostatniego Października, znosząc go tego dnia z słońcem, ieżeli się opóźnia czterema chwilami od dnia 8 aż do 31 Października, znak to iest, że idzie dobrze. Y tak ktoregokolwiek bądź dnia, można kierować zegarek według słońca, y co kilka dni miarkować bieg iego.

Na tym uwiadomieniu dosyć będzie używaiącym zegarków do życia powszechnego, y codziennych spraw rozmierzenia. Lubo Gwiazdarzów postrzegania ściśleyszego wyciągaią miarkowania zegarów, o których rzecz nam będzie na innym mieyscu.

Teraz zaś wracaiąc się do zębatych kołek (ktore nas do tak obszernego opisania zegarów pospolitych przywiodły. Widziemy nie przeliczone prawie ich używanie w różnych rzemieslach

slach y sposobach. Wszystkie rodzaie młynów, tak wietrznych, iako y wodnych, (o których nam będzie rzecz potym) wszystkie silnie do wyciskania oleiu, z orzechów, rzepiku, konopi, oliwek, do robienia cukru, do tarcia węgli na proch strzelniczy, osobliwie z kół zębatych się składaią. Jako y w papierniach gdzie duży wał, czyli okrąg drewniany, maiący po bokach szerokie zęby, obracaiąc się, podnosi niemi młoty drewniane dość duże, ktore spadaiąc potym na płótno, tłuką ie y wycieńczaią. Coś podobnego y w kuźniach porządnych z wielkim pośpiechem roboty widzieć można, gdzie takowe okrągi zębate, podnoszą na przemianę wielkie żelazne młoty, y na kowadła mocnym zamachem spuszczaią, ktore podług różney roboty różne są, iedne mnieysze, drugie większe, iedne ktore się częściey, á drugie nie tak często spuszczać mogą.

Taż sama sztuka pokazuie się y w owych kółkach do kuchni wymyślonych, dla wygodnieyszego pieczenia mięsa na rożnach, gdzie że iednostaynego á wolnego potrzeba obrotu, do tego kółka zębate są naywygodnieysze, które pospolicie czterema sposobami obracać się zwykły, albo mocą ciężarów, albo mocą sprężyny, albo mocą dymu, albo ciężarem iakiego zwierzęcia w kole chodzącego. O ciężarach weźmiemy zupełnieyszą wiadomość na innym mieyscu. O sprężynach dosyć się iuż mówiło w Posiedzeniu 7 Księgi 1, y z tego cośmy tu o zegarach przełoży

li, obiaśnienie wielkie wziąć można, dla przyzwoitego sprężyn przystosowania do innych rzeczy. Zwierzęta zaś, których zażywaią powszechnie do obracania rożnów, są pospolicie psy. Zgodnieysze iednak do tego byłyby gęsi (iako w niektórych kraiach czynią) gdyż doświadczenie nauczyło, że dłużey mogą wciąż chodzić, niżeli psy, lub inne zwierzęta, tak dalece, że gdyby tego potrzeba było, y 12 godzin wciąż bez ustania chodziłby mogła gęś w kole letkim y pomnieyszym.

Nic iednak tak iaśnie nie stawia przed oczy dzielności kołek zębatych, iako owe rożny, które się samą mocą dymu obracaią. Te pokazuią oczywiście, iak wiele mocy może przybyć słabey y nikczemney sile od takich kołek. Cóż bowiem iest słabszego do wzruszenia, y obrócenia silni nad dym? á przecię gdy ten wpada na kołko skrzydlaste A B (*iako w Obraz: 19, Tabl: 3.*) ktorego wszystkie skrzydła ku iedney stronie są obrócone, gdy walec C D, z nim na iedney osi złączony zaczepia za kołko E z tylą zębami, aby walec C D pięć razy się obracał, niżeli kołko E obróci się raz, podobnież áby kołko E, lub z nim złączone F, 5 razy się obracało, niżeli kołko G obróci się raz; iawna iest, że kołko A B 25 razy się obróci, niżeli kółko G, y osadzony w nim rożen obróci się raz. Zaczym siła władnąca kółkiem A B, maiąc 25 razy więcey chyżości, tym samym 25 razy większy odpór od siebie dźwigać może. Ponieważ zaś opieranie się rożne w biegu,

gu, nie iest 25 razy większe od popychania dymu, więc go dym popychaniem swoim łatwo zwycięża.

Do innych zaś dzieł trudnoby było mocy dymu lub ognia zażywać, gdyż ten nie iest zawsze iednostayny, raz tęższy, grubszy; drugi raz rzadszy y słabszy. Myśleli o tym dawno Thomas Sewery (*i*) Amontons (*k*) Dionisius Papinus (*l*) y po nich inni, lecz skutek podobno nie tak szczęśliwie poszedł, iak pierwsze zamysły, bo dla wielkich nakładów, którychby potrzeba, wynalazek ten nie iest wzięty u ludzi.

Oprócz tych sposobów, więcey o innym rożnym zażyciu zębatych kołek mówić nam się zdarzy w Posiedzeniu o silniach składanych z rożnych poiedyńczych. Teraz zaś uważaiąc, że koła wszystkie dwoiakim sposobem ruszać się mogą, albo tylko na osi swoiey w koło środka swego, y o takich do tych czas rzecz nam była, albo też obracaiąc się na osi swoiey, y w tymże czasie pomykaiąc się oraz wprost, iakie są koła w powozach. O ktorych na dopełnienie tego Posiedzenia, to tylko mówić nam zostaie, że w nich każdy promień naprzyklad C M (*w Obraz: 12. Tabl: 3.*) iest drąg drugiego gatunku,

(*i*) Transactions de la Societé Royale de Landre pag: 228.

(*k*) Memoires de l' Academie des sciences de Paris l' Anneé 1699.

(*l*) In arte nova, ad aquam ignis adminiculô efficacissimè elevandam.

wsparty iednym końcem na ziemi, á drugim końcem obciążony osią, na ktorey cały ciężar powoza polega, y ktorą ciągnie siła wprost wzrusząiąca. Zaczym gdyby ziemia była doskonale wszędzie równa, twarda, y płaska, gdyby koła były gładko okrągłe, gdyby żadnego tarcia nie było osi o piastę, y gdyby siła zawsze mogła równolegle do ziemi ciągnąć w położeniu naywygodnieyszym, iawna iest, że siła bardzo drobna y słaba, naprzykład mrówka iedna mogłaby uciągnąć wòz naładowany ciężarem wynoszącym prawie na 5000 funtów. Gdyż odpòr pochodzący od ciężaru wozu cały się wspiera y polega na ziemi przez drąg C M, albo przez inny podobny, ktòry następuie po nim w obrocie koła. Wszystkie części woza podwòyne są takze w równości wagi z sobą. Zaczym same się wzaiemnie utrzymuią, ani ich siła bynaymniey nie dźwiga.

Lecz z tych wszystkich rzeczy, ktoreśmy wyliczyli, ledwo się iedna znayduie, y prawdzi w codziennym używaniu powozòw. Koła naypierwey nie są doskonale okrągłe, ale maią w swoim obwodzie wielkie nierówności, osobliwie duże y grube gwoździe. Drògi także, albo z ułożenia swego są nie równe, albo pod ciężarem powozów uciskaiących ie, staią się nie równe. Y takie to nierówności czyli kół, czyli dróg czynią, że koło wspiera się na ziemi przez drąg C Q, albo C N z ukosa nakłoniony do siły, ktora ciągnie powòz według zkierowania P C, al-

albo z ukosa nakłoniony do odporu, ktorego moc się wywiera prosto do ziemi według zkierowania C M. Zaczym ciężar cały powozu, ktorego zbiòr iest w mieyscu C, po części obciąża siłę, ktora nie może go daley ciągnąć inaczey, tylko dźwigaiąc do góry, tak wysoko, iak wysoko iest wyniesione mieysce Q lub N nad mieysce M.

Pròcz tego doły y pagòrki, ktore są po drogach, czynią że siła nie może ciągnąć w położeniu naywygodnieyszym. Koń naprzykład wchodząc w iaką dolinę, albo na pagòrek wstępuiący, zamiast ciągnąć według zkierowania C P naywygodniey, musi często ciągnąć z ukosa: według zkierowania C S, albo C R, z ukosa do odporu C M.

Lubo zaś tych wszystkich przeszkód, trudno uniknąć w używaniu powozów, można iednak ich umnieyszyć, daiąc w powozach, á osobliwie w prostych wozach, ktore służą do ciężaròw, wielkie koła sposobem cudzoziemskim, gdyż oko samo sądzi (*z Obrazka 20.*) że mnieysze koła iako *c* prędzey się wplątaią y głębiey w przerwy y w nierowności ziemi, y ciężey z nich wychodzą, niżeli większe naprzykład iako C, ktore zachwycaiąc więcey mieysca na ziemi nie równey, nie wpadaią w pomnieysze przerwy aż do *r*, ale nad niemi wsparte z obydwóch stron, w mieyscach *s q*, przechodzą. Powtòre w wielkich kołach tarcie nie iest tak znaczne na osi iako w mnieyszych, ponieważ obwòd wielkich kół iest większy; zaczym przebiegaiąc wielkie

koło iednę drogę z mnieyszym, nie tyle razy się obróci, á przeto też nie tyle razy się trze o oś, ile razy mnieysze.

Ta iednak wielkość kół powinna bydź umiarkowana, naylepsze są te z doświadczenia, ktorych szerokość iest trzy łokciowa naszey Polskiey miary. Gdyż środek ich C przypada właśnie na półtora łokcia prawie od ziemi, to iest do iey wysokości, z ktorey koń zwykł ciągnąć według zkierowania CP (*w Obraz: 12*) nay-wygodnieyszego dla siły ciągnącey.

PO-

POSIEDZENIE XVII.

O Równi nakłonioney.

DO tych czas uważaliśmy pierwszą silnią poiedyńczą na zwyciężenie iakiegokolwiek odporu, to iest drąg y inne, ktore się z niego składaią. Teraz przystępuiemy do drugiey silni poiedyńczey, ktora się nazywa *Równia nakłoniona* (*Planum inclinatum*) lubo y tę niektórzy sądzą bydź należącą do drąga. Cożkolwiek bądź, przez nię rozumiemy Równią, czyli płaszczyznę, ktora ani iest prostopadła na ziemię, (*perpendicularis*) iako kresa AB (*w Obraz: 21*) ani iest równoległa z ziemią [*paralella*] iako kresa BC, ale raczey iest nakłoniona z ukosa ku ziemi iako kresa AC. Równi więc nakłonioney wysokość poznaie się z kresy AB, á długość iey z kresy AC, im bardziey zaś kresa AB przybliża się do kresy BC, tym większe iest nakłonienie; im bardziey się od niey oddala, tym mnieysze. Kiedy się przybliża, w ten czas wysokości AB ubywa, kiedy się oddala, wysokości AB przybywa. Zaczym powszechnie wnieść można, że im większa iest wysokość AB równi nakłonioney, tym mnieysze iest iey ku ziemi nakłonienie, im mnieysza iest wysokość AB, tym większe bywa nakłonienie.

Jeżeli na tey równi położę kulę L zawieszoną

szoną u sznurka L K, trzymaiąc w ręku koniec sznurka K, iawna iest, że ciężar kuli, po części utrzymuie się od równi A C, á po części od ręki K, bo gdyby równia A C, tak była zbliżona ku ziemi, żeby przypadała właśnie na krésę B C, w ten czas ręka K nicby nie utrzymywała ciężaru kuli, ále cały byłby dźwigany od równi. Niechże cokolwiek równia A C podniesiona będzie od B C, zaraz ręka K zacznie czuć ciężar kuli potrosze, y tym bardziey go czuie, im bardziey do góry się podnosi równia A C, gdyż w ten czas równia mnieyszą część dźwiga ciężaru niżeli ręka; tak dalece, że gdy równia A C, tak się wprost podniesie, iż będzie prostopadła z góry na B C, y równoległa z krésą A B, w ten czas równia nie dźwiga y nie utrzymuie ciężaru kuli, ále tylko sama ręka cały ciężar dźwigać musi. Widziemy tedy ztąd, że równia im bardziey iest nakłoniona ku ziemi, im bardziey się zbliża do B C, tym więcey utrzymuię ciężaru, á przez to samo tym mnieyszą część iego siła ciągnąca dźwigać musi.

Dla czego równia nakłoniona iest bardzo wygodna dla siły, do utrzymania lub zwycięzenia większego od siebie odporu, gdyż na utrzymanie go, nie trzeba, aby siła była równa odporowi, bo na równi nakłonioney, część tylko ciężaru siła utrzymuie, á drugą część sama równia dźwiga. Przeto do ułatwienia iakiegokolwiek dla siły odporu, widziemy równią nakłonioną w codziennym używaniu u ludzi, czyli

to

to przy ładowaniu lub rozładowaniu wozów, statków wodnych, czyli przy ciągnieniu do góry lub na dół, dział, beczek pełnych, y innych ciężarów, czyli na koniec, w dachach, schodach, y innych sztuki budowniczey dziełach. Zgoła zażywamy równi nakłonioney, iuż aby wynieść łatwiey iaki ciężar do wyznaczoney wysokości, iuż aby spuścić go na dół, powoli y bez szkody.

Lecz nie dosyć iest w powszechności wiedzieć, że na równi nakłonioney, mnieysza siła większy od siebie odpór utrzymać lub zwyciężyć może, ale wiele zależy na tym, aby poznać, iak mała w szczególności siła, iak wielki ciężar udźwignie, y w iakim położeniu naylepiey moc swoię przeciw ciężarowi wywiera; w czym doświadczenie stateczne naucza. *Pierwsze*: że kiedy mocowanie siły ciągnącey iest równoległe (*parallellus*) z nakłonioną równią, iako naprzykład sznurek L K z równią A C, w ten czas siła wystarczaiąca odporowi, tak mała iest względem odporu, iak mała iest wysokość A B względem długości A C, równi nakłonioney, to iest: ieżeli wysokość A B, iest trzy razy krotsza niżeli A C, y siła także trzy razy mnieysza utrzyma trzy razy większy od siebie odpór; á ieżeli będzie cokolwiek nad to powiększona, to go y podniesie. Zgoła ieżeli bez żadney silni, człowiek mógłby wynieść z mieysca B, do mieysca A sto funtow, to przez rownią nakłonioną A C, wyniesie 300 funtów.

Powtóre: Jeżeli mocowanie siły ustępuie od

takiego w zwyż mianowanego położenia, w ten czas siła trzy razy mnieysza, iuż nie utrzyma trzy razy większego odporu, ale tym więcey siły dodać potrzeba, im większe iest to ustępowanie.

Potrzecie: Jeżeli to mocowanie siły iest rownoległe do ziemi, iako *L n*, w ten czas siła wystarczaiąca odporowi, tak się ma do odporu, iako wysokość AB równi nakłonioney do iey podpory BC.

Doświadczenie I.

NA wystawienie przed oczy tych trzech prawd, y innych ściągaiących się do równi nakłonioney zażywamy narzędzia wyrażonego (*w Obraz: 22.*) gdzie w pośrzodku spoione są zawiaskami dwie równie czyli płaszczyzny mosiężne AC, CG, ktore przez nakręcenie kluczem mogą się spuszczać lub podnosić do woli, albo iedna spuścić, druga podnosić, mnieysze lub większe brać nakłonienie do brzegow poziemnych BG, AB, ktore nakłonione wymierza ćwierć obręczy D spodem osadzona, y podzielona na swoie stopnie, iako y równie w długości swoiey, wysokość ich CB, y brzegi poziemne podzielone są na równe części.

Na tych równiach osadzaią się ciężary na kółkach bardzo ruchome mosiężne, iedne w drugie wkładane, w ktorych wszystkie cząstki są równo-ważne. U nich zaczepiaią się iedwabne nitki, y przez krążki X Z poboczne przewleczone

ne dźwigaią inne ciężary. Ze zaś krążki X Z mogą się z swemi prętami zniżać lub podwyższać, przeto y nitki na nich osadzone z swemi ciężarami mogą brać rożne nakłonienie.

Co należy więc do teraznieyszego doświadczenia, nakłoniwszy równią AC, prawie na 45 stopniow na obręczy wymierzonych, czyli tak, żeby długość iey AC była na 8 części, á wysokość AB na 4 części. Kładę na nayniższym iey mieyscu ciężar L na kołkach w sztuczkach razem zebranych ważący 44 łotow, y przełożywszy idącą od niego nitkę przez krążek Z, tak go spuszczam lub wynoszę, aby nitka była rownoległa, z nakłonioną równią AC. U drugiego końca nitki wiszącey od krążka Z zawieszam ciężar taki, ktoryby mogł utrzymać ciężar L na równi, albo go podnieść y pociągnąć do góry.

Skutek.

LUbo ciężar u krążka Z wiszący będzie tylko ważył 22 łotow, iednak utrzyma na równi nakłonioney ciężar L 44 łoty, póki go ciągnąć będzie równolegle, y owszem dodawszy mu cokolwiek, natychmiast ciężar L pòydzie do góry.

Wyłożenie przyczyn.

W Tym doświadczeniu ciężar L, wyraża odpor iakikolwiek, ktory się opiera wzruszeniu swemu z nayniższego mieysca, y podnieśieniu do góry. Ciężar zaś u krążka Z wiszący wyraża siłę wzruszaiącą, ktora ciągnie do góry ciężar L, przez równią nakłonioną AC. Cóż bowiem

innego czynię zawieszaiąc u nitki przez krążek Z, idącey, ciężar? tylko chcę w samey rzeczy ciężar L podnieść z mieysca C, aż do mieysca A, (*w Obraz: 21*) y zamiast tego, cobym go miał ciągnąć naypierwey poziemnie z mieysca C do B, á potym prosto do góry z mieysca B do A, ciągnę go z ukosa ciężarem u krążka zawieszonym przez drogę L K równoległą z równią A C. Gdzie odpor L będąc bryłą ciężką, dąży zwyczaynie na dół prosto do ziemi. Lecz gdy iest osadzony na równi nakłonioney, dwie zawady go zatrzymuią. Pierwsza iest sama równina A C na ktorey stoi, druga iest ciężar wiszący u krążka Z, ktory wszystką swoią siłą odciąga go od dołu. Gdyby tedy ten ciężar sam tylko moc swoię wywierał przeciwko odporowi L, iawna iest, że na utrzymanie go od upadku na dol, musiałby mu bydź równy, to iest musiałby ważyć także 44 łotow. Ale że mu się nie sam opiera, gdyż y rownia nakłoniona A C, czyni mu odpor, więc chociaż nie waży 44 łotow, iednak na równi nakłonioney może go utrzymać, y utrzymuie, iako Doświadczenie pokazało. Ale że rownia A C iest na 8 części, czyli dwa razy większa, niżeli wysokość iey A B, ktora tylko iest na 4 części, zaczym y ciężar L dwa razy większy, utrzymany iest od ciężaru u krążka wiszącego, ktory tylko waży 22 łotow, to iest połową mniey.

Prawdziwa przyczyna tego pokazuie się (*w Obraz: 21*) gdzie ciężar L osadzony na równi na-

nakłonioney A C, wyrażony iest przez kulę L, ktorey zbiór ciężkości iest w środku L, siła ciągnąca wyrażona iest przez nitkę L K osadzoną na krążku, ktorą ciężar albo ręka w mieyscu *q* na dół ciągnie. W takim położeniu gdy chcę odpor L pociągnąć na równi z mieysca C do mieysca *g* tak daleko żeby droga *Cg* przebieżona od ciężaru L była równa wysokości równi A B, odpór L nie może inaczey bydź wyniesiony z mieysca C do mieysca *g* tylko ciężarek *q* z nitką musi w tymże czasie przebiec mieysce równe wysokości A B; czyli nitka, ktora przed tym przypadała na K, musi zstąpić na dół, z mieysca K do B. Zaczym w tym razie chyżość siły ciągnącey czyli ciężarku *q*, wyraża się przez długość mieysca przebieżonego na dół A B. Chyżość zaś odporu L wyraża się nie przez długość mieysca przebieżonego na równi *C g*, ale raczey powinna się wyrażać przez długość mieysca przebieżonego do góry *g m*, albowiem odpór L przebiegłszy mieysce *C g*, wyniesiony iest tylko od ziemi na wysokość *g m*. Więc chyżość siły tak się ma do chyżyści odporu L, iako się ma wysokość A B, do wysokości *g m*.

Ponieważ zaś te dwie kresy A B, *g m* są równoległe, więc (iako się pokazuie w nauce Ziemiomierskiey) te dwa trzy-kąty A C B, *g C m*, są sobie podobne. Jeżeli są podobne? pokazać można z teyże nauki, że boki ich czyli ściany maią się iednakowo do siebie, to iest: tak się ma bok A B, do *g m*, iak się ma bok A C do *g C*.

Więc chyżość siły (ktora się tak ma do chyżości odporu L iako AB do *g m*, będzie się też tak miała do chyżości odporu L, iako AC do *gC*, że zaś *gC* wzięliśmy równe wysokości A B. więc chyżość siły, tak się ma do chyżości odporu L, iako AC do AB. Gdzie AC iest długość równi nakłonioney, AB zaś iest wysokość iey. Zaczym powszechnie we wszystkich używaniach równi nakłonioney, kiedy siła równolegle z nią ciągnie, chyżość siły tak się ma do chyżości odporu L, iako długość równi nakłonioney do iey wysokości. Ze zaś w naszym Doświadczeniu długość równi nakłonioney AC iest na 8 części, wykość iey AB iest połową mnieysza, bo tylko na 4 części. Więc tu chyżość siły wyrażona przez AC, iest dwa razy większa, niżeli chyżość odporu L wyrażona przez AB,

A ponieważ (mówiąc odrągach) pokazaliśmy, że siła maiąc chyżość dwa razy większą, może dźwigać dwa razy większy od siebie ciężar, zkąd powszechnie się prawdzi o wszystkich silniach, że tak się w nich ma siła do odporu, iako chyżość odporu do chyżości siły: Więc y w naszym Doświadczeniu siła 22 łotow, maiąc chyżość AC wynoszącą na 8 części, dwa razy większą od chyżości odporu AB na 4 części, dźwiga odpor L wynoszący na 44 łotów, dwa razy większy od siebie. Y tak się ma siła 22 łotow, do odporu L 44 łotów, iako chyżość tegoż odporu AB=4 do chyżości siły AC=8, czyli iako wysokość równi nakłonioney AB do iey

iey długości A C, to iest: że iako 4 iest połowa liczby 8, tak 22 łotow iest połowa 44 łotow. A ieżeli siła 22 łotow wystarcza na utrzymanie ciężaru L=44 łotow. Więc gdy sile dodamy ieszcze ieden łót albo (na zwyciężenie tarcia, y innych przeszkod;) trochę więcey, natychmiast ciężar L podniesiony będzie od niey do góry, iakośmy doświadczyli. Przez co się iaśnie pokazuie naypierwsza prawda, ktorąśmy wyżey założyli względem równi nakłonioney, że kiedy z nią równolegle siła iakakolwiek ciągnie odpor, w ten czas tak się ma siła do odporu, iako wysokość równi do iey długości. Teraz doświadczyć nam należy, drugiey wyżey założoney prawdy.

Doświadczenie II.

ZOstawiwszy wszystko tak (*w Obraz:* 22.) iak w pierwszym Doświadczeniu, spuszczam tylko pręt z krążkiem Ż na dół, albo podnoszę go cokolwiek do góry, aby sznurek nie był równoległy z nakłonioną równią A C, ale raczey żeby szedł tak iak *L i*, albo iak *L p*, (*w Obraz:* 21) zawieszony u tychże samych, co przed tym ciężarow.

Skutek.

Ciężar L=44 łotow, idzie na dół, y siła ciągnąca, ktora wynosi na 22 łotow, nie wystarcza na utrzymanie go, á daleko mniey wystarcza na podniesienie.

Wyło-

Wyłożenie przyczyn.

CO w przeszłym Doświadczeniu widzieliśmy, że siła daleko mnieysza mogła utrzymać na równi nakłonioney, y owszem ciągnąć do góry daleko większy od siebie ciężar, to naybardziey się działo przez naywygodnieysze położenie siły, w ktorym naywiększe mocowanie swoie czynić mogła. Bo kiedy siła ciągnęła w położeniu L K (*w Obraz: 21.*) na ten czas ciężar L, wsparty na równi promieniem okręgu swego *L g*, znaydował się między dwoma siłami, to iest między ciężkością swoią, ktora go ciągnęła na dół prosto do ziemi przez drogę *L h*, y między nitką z ciężarkiem, ktora go ciągnęła do góry przez drogę L *k*; te więc dwie siły przyłożone były nie iako do iednego drąga *L g* w mieyscu L. Ale ta zachodziła różnica między niemi, że siła *k* ciągnęła w górę prosto do drąga y w naylepszym położeniu, gdyż nitka L *k* iest prostopadła na drąg *Lg*. Siła zaś ciężkości ciągnęła na dół z ukosa, gdyż droga *L h*, przez ktorą ciężkość mocowanie swoie wywiera: przypada z ukosa na drąg *Lg*: więc siła *L k*, ciągnąc w takim położeniu, w iakim iest naymocnieysza (według tego, cośmy o drągach mowili) musiała zwyciężyć ciężkość odporu L ciągnącą go na dół, y wystarczyć na utrzymanie go w górze.

W teraznieyszym zaś Doświadczeniu, że siła 22 łotow nie ciągnie do góry w naylepszym

pszym swoim położeniu *L K*, ale raczey, albo drogą *L i*, albo drogą *L p*, z ukosa przypadaiącą na drąg *L g*, więc też nie iest tak mocna iak przedtym. Y ieżeli przedtym wystarczała na utrzymanie 44 łotów, teraz iuż nie wystarcza, ale trzeba iey powiększyć cokolwiek, żeby wystarczyła, iako nam doświadczenie pokazało, z którego druga prawda założona o równi nakłonioney, oczywiście się wywodzi. Pódźmy teraz do trzeciey.

Doświadczenie III.

NAkłoniwszy równią A C (*w Obraz: 22.*) tak: żeby podpora iey A B była długa na 8 części, wysokość zaś B C na 4 części, kładę na niey tenże sam ciężar L, co przedtym, y ciągnę go ciężarkiem *q* przez drogę równoległą z podporą, iaka iest *L n* (*w Obraz: 21.*)

Skutek.

KIedy siła ciągnie poziemnie drogą *L n* (*w Obraz: 21.*) w ten czas tak się ma do ciężaru, iako wysokość równi A B=4 części, do podpory iey B C=8 części. Zaczym siła 22 łotów utrzymuie na równi nakłonioney czterdzieści cztery łotów ciężaru L.

Wyłożenie przyczyn.

W tym Doświadczeniu chyżość siły ciągnącey wyraża się przez kréśę *Ln*, gdyż tyle mieysca musi przebiedz poziemnie siła, niżeli wyuiesie ciężar L, do mieysca A, y owszem ieżeli

siła z nayniższego mieysca C ciągnie poźiemnie do gòry ciężar L, iawna iest, że musi przebiedz równe mieysce krésie poziemney B C, niżeli wynieśie do mieysca A, ciężar L. Więc cała chyżość siły ciągnącey poziemnie na równi nakłonioney wyraża się przez B C, zaś ciężaru L chyżość wyraża się przez A B, gdyż do takiey wysokości do gòry ciężar L wynosi się przez siłę ciągnącą, y podnosi się na ziemi, iak wysoka iest krésa A B. Dla czego chyżość siły poziemnie ciągnącey, tak się ma do chyżości odporu L, iako B C, do A B. Ponieważ tedy B C iest dwa razy większa niż A B w tym Doświadczeniu, toć y chyżość siły będzie dwa razy większa niżeli chyżość odporu L. Chyżość zaś dwa razy większa, może dźwigać dwa razy większy od siebie ciężar, (iakośmy mòwiąc o drągach pokazali) y tak się ma siła do odporu, iako chyżość odporu do chyżości siły; więc y w tym Doświadczeniu siła dwudziestu y dwòch łòtòw, maiąc dwa razy większą chyżość B C na 8 części, niżeli chyżość odporu A B na cztery części, dźwiga y utrzymuie dwa razy większy od siebie odpór L, wynoszący na czterdzieści y cztéry łòtòw, y tak się ma siła=22 łótòw, do odporu L=44 łòtòw, iako chyżość odporu A B=4 do chyżości siły B C=8. To iest: że we wszystkich równiach nakłonionych, kiedy siła ciągnie poźiemnie iakikolwiek odpòr, tak się ma zawsze do odporu, iak wysokość równi, do iey podpory.

Lecz

Lecz, że daleko iest wygodniey śile ciągnąc tak, iako w pierwszym Doświadczeniu, niżeli iako w drugim y w trzecim, więc ten tylko pierwszy sposób ciągnienia iest w używaniu, gdzie sprawność y moc siły zawisła od wysokości y długości równi nakłonioney; im mnieysza bowiem będzie wysokość, á większa długość, tym mnieyszey siły na wynieśienie w gòrę ciężaru potrzeba. Jako więc w innych silniach, tak y w tey łatwo można dochodzić, iak wielkiey siły potrzeba do wynieśienia w gòrę danego ciężaru.

Naprzykład: maiąc ciężar sto funtòw, wiedząc, że wysokość równi nakłonioney iest na łokieć ieden, długość zaś iey na dziesięć łokci, ponieważ pokazaliśmy wyżey, że tak się ma siła do ciężaru, iako wysokość równi, do iey długości, więc będzie x: 100:: 1: 10. Gdzie rozmnożywszy dwie śrzednie liczby, á rozdzieliwszy potym przez ostatnią, wynidzie z tego podziału x=10. Zkąd poznaię, że siła dziesięć funtów utrzyma na równi tak długiey y tak wysokiey, ciężar sto funtów, á ieżeli do siły cokolwiek przydamy, to go y podnieśie.

Maiąc także wiadomą siłę naprzykład dziesięć funtòw, łatwo dòydę, iak wielki ciężar utrzymać może na równi nakłonioney, wysokiey naprzykład na łokieć ieden, á długiey na dziesięć łokci, czyniąc to ułożenie 10=x:: 1: 10. Gdzie rozmnożywszy pierwszą przez ostatnią liczbę, á rozdzieliwszy przez trzecią; będzie x=sto funtów.

Nakoniec maiąc wiadomą siłę, y ciężar, y

długość ròwni wymierzoną na 10 łokci naprzykład, ieżeli chcę wiedzieć, iak trzeba nakłonić ròwnią, czyli iak wielką iey dać wysokość, aby ta siła ten ciężar wyniosła, czynię takie ułożenie: 10 : 100 :: x : 10. Y tak wszystkie okoliczności mogę mieć wiadome, postępuiąc sobie; iakośmy nie raz w podobnych rachunkach czynili.

Lubo zaś łatwiey się ciężar iakikolwiek podnosi przez ròwnią nakłonioną A C, niżeli przez drogę prosto do gòry idącą A B, dla tego: że w pierwszym razie część ciężaru utrzymana iest od ròwni, w drugim zaś razie sama siła musi dźwigać, y utrzymywać cały ciężar, (iako widać z *Obraz: 21*) gdyby w nim siła chciała prosto podnosić ciężar L od B do A, albo od L po *p*; iednakże trudniey iest sile ciągnąć ciężar iaki, naprzykład wòz ładowny na ròwni nakłonioney, iako to pod gòrę, niżeli wprost poziemnie (*horizontaliter.*) Bo na ròwni nakłonioney; nie tylko siła ciągnie, ale też dźwiga y utrzymuie (iako się wyżey pokazało) część ciężaru tę, ktòra tak się ma do całego ciężaru, iako wysokość ròwni do iey długości. Jeżeli naprzykład wysokość ròwni iest na trzecią część długości, w ten czas siła ciągnąca; nie tylko ciągnie cały ciężar, ale ieszcze trzecią część iego utrzymywać y dźwigać musi. Czym tak iest obciążona, iakoby do całego pierwszego ładunku woza, ieszcze trzecia część podobnego ładunku przydana była.

Lecz nie tylko do podnieienia w gòrę ciężaru, ale y do spuszczenia na dòł ròwnia nakło-

niona

niona bardzo służy, aby z wielkim gwałtem, y z szkodą na ziemię nie spadał. Gdy bowiem iest na ròwni nakłonioney, zawsze go cokolwiek ròwnia sama utrzymuie, iako się pokazało. Gdyby ciężar stał na ròwni poziemney B C, caleby się nie ruszył na dòł, gdzie go iego ciężkość ciągnie, bo mu ròwnia do tego zawadza. Gdyby zaś równia prostopadła była do ziemi, iako *p h* ciężar na niey osadzony dążyłby gwałtownie na dòł, gdyż go w tym razie ròwnia bynaymniey nie trzyma. Więc gdy równia nie iest, áni poziemnie leżąca, áni prosto-padle stoiąca, ale w śrzednim, między temi dwòma, położeniu, ciężar na niey osadzony musi bydź przynaymniey po części od niey utrzymywany. Y dla tegoć w powozach koła tylne pospolicie są wyższe od przednich, aby się na kształt ròwni nakłonioney pomykały, á tym samym łatwość koniom w ciągnieniu czyniły. Tym bowiem sposobem nie tylko na dòł, ale y do gòry łatwiey się ciężar wozu ciągnie; niby na równi nakłonioney osadzony. Co na zaiącach oczywiście się pokazuie, które maiąc przednie nogi kròtsze, łatwiey pod gòrę uciekaią, z gòry zaś nagle spadaią. Dla czego y w powozach z gòry ciągnionych, zwykły się koła albo utwierdzać, albo łańcuchem wiązać, żeby się nie obracały, ale cokolwiek opòźniały w biegu.

Trafia się także bardzo często, że wynosząc z sklepòw do gòry ciężary iakie, naprzykład: wielkie beczki wina, wódki &c. zażywaią

do tego tarcic nakłonionych, lub na schodach położonych, przez które kołowrotem iakim ciągną do góry ciężary. Te więc tarcice nic innego nie wyrażaią, tylko równią nakłonioną, którey wysokość ieżeli będzie naprzykład na 4 stopy od ziemi, á długość na 8 stóp; iuż ci siła wystarczy ciężarowi dwa razy większemu od siebie, bo (według tego co się wyżey pokazało) tak się mieć będzie do ciężaru, iako 4 do 8. Więc siła tyle drugie się powiększa, gdy tyle drugie ciężaru udźwignąć może. Jeżeli ieszcze przyda się kołowrot, w ktorym połowa szerokości walca iest na 6 calów, á połowa długości drąga, którym siła obraca, iest na 36 calów. Więc ponieważ w kołowrotach tak się ma siła do odporu, iako 6 do 36. Więc siła (iuż dwa razy powiększona przez równią nakłonioną) znowu przez kołowrot 6 razy się powiększa, gdyż 6 razy większy od siebie ciężar dźwigać może. Zaczym będzie powiększona 12 razy ze wszystkim. Jeżeli tedy człowiek (ktorego siła pomierna wynosi na 50 funtów) władnie drągiem kołowrotu, obkręcaiąc (przez obracanie drąga) na walcu sznur, u ktorego ciężar zaczepiony iest; rozmnożywszy 50 przez 12, będzie człowieka iednego siła powiększona 600 razy, to iest: że sam ten człowiek może udźwignąć takim sposobem ciężar 600 funtów. A mnieyszy cokolwiek, łatwo w górę wyprowadzi, albo y ten sam, za przyłożeniem większey swoiey siły.

Te

Te własności równi nakłonioney, otwieraią nam drogę do zrozumienia wielu skutków, które nas czasem w podziwienie wprowadzaią, y zdaią się bydź ciężkie do tłumaczenia. Naprzykład na podstawku rosochatym A B C (*w Obraz: 23.*) którego dwa końce A B są bardziey podniesione od ziemi, y wyżey stoią niż C, ieżeli osadzę bryłę D spiczasto-krągłą po obydwóch końcach, ta bryła w mieyscu nayniższym C osadzona, nie stanie tam, ale raczey kulaiąc się, póydzie na A B, wstępuiąc niby do góry, zamiast tego, coby miała dążyć na dół według własności, wszystkich rzeczy uciążliwych. Lecz na wytłumaczenie tego skutku uważać należy, że bryła D będąc w mieyscu C (*w Obraz: 24.*) zbiór ciężkości iey D, iest oddalony od ziemi na kréśę D C. Kiedy zaś stanie na B, w ten czas zbiór ciężkości iey będzie równo prawie wyniesiony od ziemi iako B, więc wyniesienie bryły od ziemi; będzie na kréśę *B f*, która iest niższa; niż kréśa D C, z którą żeby się zrównała *B f*, trzebaby do niey przyłożyć *B a*, zaczym lubo nam się wydaie, że bryła idzie w górę, idąc do mieysca B, iednak w samey rzeczy idzie na dół, gdyż zbiór ciężkości iey niżey się znayduie, y bliżey ziemi, gdy stanie na B, niżeli gdy był w mieyscu C, zaczym ztąd, przymiotem ciężkości swoiey, do niższego mieysca dąży bryła D. przez drogę D B spadzistą.

Podobnym sposobem wałek drewniany M, albo obręcz L (*w Obraz: 25.*) maiąc na iednym boku wewnątrz, przydany ciężar z ołowiu, stoi

pro-

prosto na równi nakłonioney, lubo z pierwszego spoyrzenia zda się, żeby powinna upadać. Lecz nie może żadną miarą upaść, albowiem obręcz ABCD, ieżeli będzie postawiona na równi nakłonioney EF, dla tego się obraca y kula po równi na dół spadaiąc; że część iey ABC przeważa drugą ADC. Gdyby bowiem te części równo ważyły, nigdyby część ABC podnieść nie mogła części ADC, á za tym nigdyby się obręcz kulać, y obracać nie mogła po równi, bo się nie inaczey kula y obraca, tylko kiedy część ABC podnosi drugą ADC, mogłaby się iednak ślizgać po równi, choćby te dwie części były iednakowo ważne, ani iedna drugiey podnieść nie zdołała, lecz temu ślizganiu łatwo się zabieży, gdy ani równia, ani obręcz nie będzie bardzo wygładzona. Ponieważ więc obręcz dla tego się obraca, y na dół, obracaiąc się, spada; że część ABC przeważa drugą ADC, á przez to samo zbiór ciężkości obręczy znayduiący się w środku, nie przypada na podporę C; zaczym gdy do części ADC, przydam iaki ciężar D ukryty wewnątrz, ten w równości wagi ustanowi części obręczy ABC, ADC, y okrąg cały niewzruszony stać musi na równi nakłonioney EF, bo zbiór ciężkości obręczy iuż nie będąc w środku iego, ale raczey przy D, przypada na podporę C. Tak dalece, że gdy ią kto iakokolwiek wzrusży, przez to wzrusżenie, albo się ciężar D przymknie, y zbliży na dół do mieysca C, to iest: do podpory całey obręczy, albo się od niego ieszcze

ieszcze bardziey oddali do góry, ieżeli się zbliży do podpory, iuż nie będzie miał tyle mocy co przedtym (iako nie maią wszystkie ciężary w silniach, ktore są bliższe podpory) zaczym część ABC przeważy, pòydzie na dòł, á przez to samo podniesie do góry drugą część ADC, y z nią ciężar D, ktory przeto do swego dawnego mieysca wracać się musi. Jeżeli zaś przez wzrusżenie, ciężar D oddali się bardziey w górę od podpory C, przez to nabierze większey mocy, y część ADC przeważać będzie, pòydzie na dòł, á z nią y ciężar D znowu się na swoie mieysce wròci. Pòty więc obracać się obręcz nie przestanie, pòki do tego mieysca ciężar D nie dòydzie, w ktorym dwie części ADC, ABC, iednakowo ważyć będą. Tam doszedłszy, obręcz stać musi prosto, choć na równi nakłonioney, bo iedna część drugiey nie przeważa.

Gdyby więc ciężar D, tak był przyprawiony wewnątrz okrągu dętego iakiego, żeby na dròcie gładkim, swoim ciężarem ustawicznie się zmykał z mieysca D ku C powoli, okrąg też cały ustawicznieby się obracał powoli w mieyscu dla przyczyn wyrażonych, bo za każdym zemknieniem część przeważaiąca ABC, znowuby go podnosiła na dawne mieysce, lecz tam wròcony, znowuby się ciężarem swoim ku dołowi zmykał, y tak nieustanneby wzrusżenie w okrągu było.

Y na tey to sztuce zawisły różne ciekawe zegary, sprężyny żadney ani ciężarów powierz-

chownych nie maiące. Wielorakim bowiem sposobem dokazać można, żeby ciężar w boku okrągu przydany, zmykał się powoli iednostaynie z mieysca D do C. Naypierwey woda bydź może ciężarem. Jeżeli bowiem zrobiemy obrączkę szeroką ABFED, (*w Obraz: 26.*) poprzegradzaną wewnątrz, y na sita chcę komórek podzieloną, w każdey dziurkę bardzo małą uczyniwszy, y napełniwszy trzy komórki F E D wodą, gdy tak sporządzoną obrączkę osadzę na równi nakłonioney, przestrzegaiąc, aby komórki napełnione wodą obrócone były tam, gdzie równia nakłoniona ma większą wysokość, te podniesione będą, ile bydź mogą, do góry od części A B F przeważaiącey. Lecz, że przez dziurki małe, woda do innych komórek powoli spływa, powoli także y druga część nabiera ciężaru większego, tamtę pierwszą przeważa, y obrączka się cała w mieyscu powoli obraca, ktore spływanie gdy się nieprzerwanie czyni, co raz do. inszey komórki, co raz także obrączka nieustannie obracać się musi, á przez to samo zdatna iest do wymierzania czasu biegiem, y obrotem swoim; osadziwszy w środku obrączki oś z skazowką, y przydawszy na wierzchu tarcz nie ruchomą, ktora skazówka obracaiąca się zwolna na tarczy, pokazywać może godziny na tarczy, gdy się wymierzy pierwey, y naznaczy na tarczy mieysce przebieżone od niey przez godzinę; y potym na takie równe mieysca w koło cała tarcz się podzieli, przypisawszy do nich godziny.

Za-

Zamiast wody, może bydź w komórkach y żywe srebro, ktore dla swoiey ciężkości, prędzey do równości wagi, nierówne części obrączki przyprowadzi. Obrot ten obrączki ustałby zaraz, gdyby osadzona była na równi nie nakłonioney lecz poziemney, bo ciężar cały wody, lub żywego srebra, poszedłby zaraz na dół, y tam w równości wagi po obydwóch stronachby się ułożył, á przez to cała obrączka spoczywaćby musiała. Są y inne sposoby wodnych zegarów, o ktòrych nie tu mieysce iest mówić, o iednym podobnym mówiło się na karcie 61, tu ten tylko przywiedliśmy z okoliczności równi nakłonioney, aby dać poznać, iakie z niey mieć można pożytki.

PO-

POSIEDZENIE XVIII.

O pierwszey Silni składaney z równi nakłonioney.

Między wielą silniami, które się składaią z równi nakłonioney, nayosobliwsze y nayznaiomsze wszystkim są dwie: klin, y szruba. Klin lubo iest bardzo proste narzędzie, y prawię niegodne bydź policzone między silniami, iednakże dla niezmierney mocy y dzielności swoiey w przerywaniu klocòw drzewa, w odwalaniu sztuk kamieni, w rozdzielaniu naytwardszych prawie ciał, słusznie tu swoie znayduie mieysce. Gdyż czego częstokroć wielkie y sztuczne silnie z znaczną ludzi pracą dokazać nie mogą, to nayprostszy klin (ktorego wszędzie y łatwo bez żadnych nakładòw mieć można) czyni.

Klinem nazywamy każde ciało trzykątne, spiczaste z iednego końca, z czegokolwiek zrobione, iako DAC (*w Obraz: 27.*) gdzie *d c*, *D C* iest szerokość, AB zaś wysokość klinu. Zażywamy go pospolicie na rozdzielenie, uciśnienie, lub podniesienie iakiegokolwiek odporu, przyłożywszy czasem do klina albo sprężynę, albo ciężar iaki, albo (co częściey bywa) przez uderzenie młotem, lub iakim innym ciężarem wzruszaiąc go.

Od-

Odpór, ktorego klinem chcemy zwyciężyć, naybardziey pochodzi z mocnego związku części różnych między sobą, ktore trzeba oddalić y rozłączyć od siebie. Mocy tego związku lubo ciężko poznać, bo iest wszędzie prawie różna, według różności ciał, według ich wielkości, ciężaru, kształtu, y wielu innych okoliczności, ktore nie mogą podpadać pod ściśły rachunek, iednakże można iakokolwiek miarkować z wiadomszych nam rzeczy, iaka iest dzielność y sprawność klina w innych, ktòrych nam nie łatwo dochodzić.

Dwoiakim bowiem sposobem klin moc swoię wywierać może. Naypierwey ieżeli wystawiemy sobie dwie bryły MM, (*w Obraz: 28.*) wsparte na równi gruntowney, po ktòrey mogą się tylko pomykać w bok drogami ML, ML. Gdyby pewna iaka moc naprzykład 20 funtów ciężaru w mieyscach *KK* przyłożonego zawadzała tym bryłom, y nie dała im się ruszać drogami ML, ML; na zwyciężenie tey zawady, czyli odporu, spuściwszy y wbiwszy między dwie bryły klin DAC, tak: żeby przeszedł na dòł drogę całey swoiey wysokości BA, oczywista iest, że gdy część klinu B stanie w mieyscu A, dwie bryły MM (ktòre przedtym były tuż sobie przyległe) oddalą się od siebie tak daleko, iak długa iest DC szerokość klinu. Y owszem więcey lub mnieyby się oddaliły, gdybym na to zażył klina szerszego, naprzykład: *i m A*, lub węższego, naprzykład: *l n A*.

Lecz każdy widzi, że na oddalenie od siebie tych dwóch brył (które nie tylko same się opieraią swemu wzruszeniu przez swoię bezwładność, ale też maią zawadę wielką od ciężaru 20 funtów przyłożonego w mieyscach *KK*) trzeba zażyć siły, która tym większa bydź powinna, im na dalsze mieysce chcemy ie oddalić w iednymże czasie. To pierwszy sposób sprawności klina.

Powtóre: Wystawiam sobie w myśli klin usiłuiący rozerwać bardziey dwie części drzewa nadłupanego (*w Obraz: 29.*) które opieraią się temu rozerwaniu przez związek w mieyscach niższych, ieszcze od klinu nie naruszonych. Więc dwie kresy *S P*, *P q*, y drugie dwie *t P*, *P r*, są to iak drągi zkrzywione, należące do drugiego gatunku, w których podpora iest w mieyscach *q*, *r*, bo się tam blisko wzaiemnie o siebie opieraią, gdy siła wyższe części odrywa przez klin, y oddala od siebie, odpór zaś iest w mieyscach związków drzewa, które klin usiłuie rozerwać, á siła klina przyłożona iest do tego dwoiakiego drąga w mieyscach *S t*. Gdy tedy klin bardziey iest oddalony od podpory *q r*, niżeli odpór pierwszego naprzykład związku *P*; bo ten tylko iest oddalony przez kresę *P q*, klin zaś iest oddalony przez kresę S P dłuższą, idzie zatym, że klin często zwycięża, y ieżeli związek iest przytwardszy, że nie może ustąpić sile wzruszaiącey, y rozciągnąć się na dół (iako bywa pospolicie w drzewach suchych) musi się rozrywać.

Ten

Ten związek gdy będzie przerwany; drugi który po nim następuie [lub równie mocny iak pierwszy] łatwiey się rozerwie od klina, gdyż iuż nie tak daleko iest od podpory iak pierwszy, á zatym moc iego iest słabsza, niżeli pierwszego. Trzeci związek ieszcze łatwiey się rozerwie dla tey samey przyczyny, y taż łatwość co raz bardziey się powiększa, aż do ostatniego na dole związku.

Y ztąd pochodzi że drzewa twarde y suche, także kamienie, szkła, y wszystkie inne rzeczy, których części są bardzo ostre, rozrywaią się z hałasem, y z łatwością, co nie miałoby mieysca, gdyby związki między niemi były giętkie y mogące się rozciągać bez rozerwania, gdyż po ustąpieniu choć małym pierwszych, zaraz na drugie spadłaby po części moc klina, ktora dzieląc się na więcey niż na ieden związek, słabiećby musiała y nie wystarczać na rozerwanie ich zupełne.

Jakokolwiek tedy klin moc swoię wywierać będzie, pierwszym czyli drugim sposobem, naypierwey zdatny iest bardzo na zwyciężenie wielkich odporów, potym dzielność iego tym większą się staie, im węższy iest sam w sobie. Te dwie prawdy utwierdzić się mogą przez Doświadczenia, z których dóydziemy, iako w tey silni ma się zawsze siła do odporu, ktorego przez klin zwyciężyć chcemy.

Doświadczenie I.

NA zawiasie E (*w Obraz: 30. Tabl: 3*) zawieszone są

dwie

dwie równie nakłonione AE, CE, mogące się oddalać, lub przybliżać do siebie w szparce równi prostey poźiemney K I, y szrubami I K, w każdym iey mieyscu przytwierdzać. Tym sposobem składaią klin A C E, szérszy lub węższy do woli. Od podstawka spodniego idą w górę dwa słupki L, M drótami tęgiemi poprzek prosto wyciągnionemi z obydwóch stron złączone z sobą; dróty te przechodzą wskróś przez dwa wałki B, D, ktore na drotach. wolno y przestrono mogą się przymykać, lub odmykać od siebie. Przy każdym słupku są krążki małe, przez ktore przechodzą sznurki z ciężarami H, G tak założone, że sznurek u wałka B zaczepiony, przechodzi przez krążek słupka M, y utrzymuie ciężar G, sznurek zaś u wałka D zaczepiony, przechodzi przez krążek słupka L, y utrzymuie ciężar H. Z tego ułożenia widzieć można, że ciężary G, H dążąc na dół, zbliżaią do siebie, y przyciskaią wałki B D, ktore inaczey nie mogą bydź odłączone od siebie, tylko przez moc wystarczaiącą na podniesienie do góry ciężarów H, G, gdyż kiedy iaka siła wałki oddalać będzie od siebie, w ten czas ciężary H, G muszą iść do góry. Włożywszy więc między te dwa wałki klin A C E, y przyczepiwszy do niego (dla dania mu większey mocy) ciężar F, iawna iest: że ciężar samego klina z ciężarem F wzięty, wyrażać będzie siłę wzruszaiącą, to iest chcącą oddalić od siebie dwa wałki. Wałki zaś y dwa ciężary G, H, od ktorych wałki ciągnione są do siebie, wyrażać będą

dą odpór, bo te nie tylko się opieraią sprawie siły, to iest: oderwaniu od siebie wałków, ale też przeciwną rzecz iey czynią, gdy ciągną do siebie wałki.

Na wykonanie więc tego doświadczenia, naypierwey zawieszam na H y na G po funcie, y tak zwężam klin A C E, żeby sam bez przydanego ciężaru F, mógł oderwać od siebie wałki. Potym tak otwieram klin, żeby iego szerokość A C była tylko połową iego wysokości E Z.

Skutek.

LUbo klin sam w sobie waży tylko 24 łótów, czyli 12 uncyi, iednak ciężar iego dostateczny iest na oddalenie od siebie wałków. Kiedy zaś klin tak iest zwężony, że iego wysokość Z E iest dwa razy większa, niżeli szerokość A C, w ten czas przydawszy mu ciężar F, mało co większy nad 8 łótów, czyli 4 uncye, oddali od siebie dwa wałki; zkąd się pokazuie w samey rzeczy: że siła iego wynosząca na 1 funt, to iest: z ciężarem F rachuiąc, na 32 łótów, wyrównywa sile odporu wynoszącey na 2 funty.

Wyłożenie przyczyn.

PONieważ wałki nie mogą bydź inaczey oddalone od siebie, tylko oraz ciężary G H, w tymże czasie muszą bydź podnoszone do góry; iawna iest, że nie zażywaiąc klina trzebaby równey siły, to iest: dwóch funtowey, na utrzy-

manie z niemi równości wagi, á ieszcze większey na podnieśienie ich do góry. Lecz zażywszy na to klina, widzieliśmy że w pierwszym razie 12 uncyi podniosły 2 funty ciężaru, w drugim zaś, kiedy klin nie iest tak wąski, trochę więcey niż funt 1 podniosł też same dwa funty. Zkądże proszę klin ma taką dzielność? że zwycięża siłę dwa razy prawie większą od siebie? łatwo tego doydziemy przypomniawszy sobie z Posiedzenia 9, że siła każda pochodzi z bryły, y z chyżości którą ma, alboby miała rzecz iaka, gdyby była w biegu; kiedy więc klin A C E (*w Obraz: 31. Tabl: 3.*) przebiega na dół całą swoię wysokość, kiedy mieysce Z przypadnie na E, w ten czas każdy wałek B, D, musi przebiegać w bok drogę *El, El*, y obydwa ciężary G, H, tyleż drogi do góry na powietrzu przebiegną. Te zaś dwie kréśy *El, El*, razem wzięte, czyli cała *ll* rowna będąc szerokości klina A C, iest tylko połową wysokości Z E, to iest połową drogi przebieżoney od klinu; więc klin dwa razy tyle drogi przebiega w iednymże czasie, niżeli odpòr, czyli wałki z ciężarami. A zatym ma dwa razy większą chyżość niżeli odpòr. Maiąc zaś dwa razy większą chyżość, może wyrównać dwa razy większemu odporowi, á ieżeli się cokolwiek powiększy, to go zwycięży. Y dla tego widzieliśmy że klin z ciężarem F ważący trochę więcey niż ieden funt, oderwał wałki, á tym samym podniosł 2 funty.

Ponieważ zaś zawsze we wszystkich silniach tak

tak się ma siła do odporu, iako chyżość odporu do chyżości siły kiedy iest równość wagi; więc y tu prawdzi się to prawo, tak bowiem się ma siła klina = 1 funt, do odporu = 2 funtów, iako się ma chyżość *ll* odporu (równa kréśie A C) czyli droga przebieżona od niego w iednymże czasie, wynosząca na połowę, czyli na $\frac{1}{2}$; do chyżości Z E siły; czyli do drogi przebieżoney od siły klina, w tymże samym czasie, wynoszącey na 1. Jako bowiem *ll* chyżość odporu, czyli równa iey A C, iest połową tylko kréśy Z E, czyli chyżości siły, tak siła iednego funta władnąca klinem, wystarczaiąca odporowi, iest tylko połową odporu dwóch funtów. Więc powszechnie wnieść ztąd można, że w używaniu klina (gdy siła utrzymuie przez niego iakikolwiek odpór,) tak się ma siła do odporu, iako się ma A C, do Z E, to iest: iako się ma szerokość klina do iego wysokości. Ale to prawo w tenczas tylko zupełnie się zachowuie, kiedy siły przeciwne mogą pòyść w doskonałe porównanie z ciężarami. Im węższy tedy iest klin, tym mnieysza siła większy odpòr przez niego zwycięży, bo w tenczas szerokość iego A C, będzie ieszcze mnieysza względem wysokości Z E, więc y siła będzie mnieysza względem odporu. Kiedy zaś klin przez uderzenie młotem wbita się na rozerwanie iakiego odporu, w tenczas z początku siła wbiiaiąca klin, tak się ma do odporu,

iako połowa kréſy A C, to ieſt: ſzerokości klina, ma ſię do A E, to ieſt: do długości boku iego, co wſzyſtko z Ziemiomierſkiey nauki pokazać można.

Ponieważ zaś moc uderzaiąca y wbiiaiąca klin, ſprawuie nayczęściey urząd ſiły, ktòra nie może nam bydź doſkonale wiadoma, ani wymierzona, bo nie tylko zawiſła od chyżości, y od bryły uderzaiącego w klin młota, albo pałki, ale też od iſtoty y ułożenia uderzonego ciała, od ſpoſobu uderzenia, y od wielu innych przyczyn, ktòre tam wchodzą, przeto namienić nam należy cokolwiek o uderzeniu y mocy iego. A naypierwey przyznać należy, że moc uderzaiącey bryły nie ma żadnego porównania z mocą teyże ſamey bryły uciſkaiącey ſwoim ciężarem, lecz daleko ią przechodzi. Ponieważ bowiem każda moc y ſiła poznaie ſię z bryły rozmnożoney przez chyżość, ieżeli bryła będzie wynoſząca na 1000 funtów naprzykład, gdy tę bryłę położę lekko na gwòźdź w ſtole utkniony, ponieważ w ten czas nie ma żadnego zapędu y chyżości, albo nieſkończenie małą, do uderzenia gwoździa, ktòrąby od iakiey mocy powierzchowney odbierała, tylko ma ſwoię ciężkość, więc ſiła iey albo żadna nie będzie, albo nieſkończenie mała, gdyż liczba 1000, to ieſt: bryła rozmnożona przez nic, nic nie uczyni, albo rozmnożona przez ułomek liczby wyrażaiącey chyżość nieſkończenie małą, wyniesie na liczbę daleko mnieyſzą od 1. Lecz gdy tę bryłę popędzę

pędzę na gwòźdź choć z trzema tylko ſtopniami chyżości, w ten czas moc bryły będzie wynoſić na 1000 rozmnożone przez 3, to ieſt: na 3000. Nikomu więc dziwno bydź nie ma, że choć lekko uderzaiąc na gwóźdź czym twardym, łatwiey go w drzewo wbiie, niżeli gdybym zwolna położył na nim 1000 funtòw ciężaru. Jakoż wiemy z doświadczenia, że przyłożywſzy klin lub ſiekierę do drzewa, przyłożywſzy gwòźdź do ſtołu, choćbym znaczny ciężar na klin, na ſiekierę, na gwòźdź wolno y lekko włożył, ten ciężar iednak przez ſwoie przyciſkanie, nie wpędzi tak daleko klina lub ſiekiery w drzewo na rozerwanie iego części, nie wbiie w ſtół gwoździa. Lecz ieżeli ten ſam ciężar z gòry prędko y nagle ſpuſzczę, ieżeli nim mocnò uderzę na klin, na ſiekierę, na gwòźdź, natychmiaſt wbiię te ciała między drzewa. Dla tegoć widziemy często że nóż oſtrzem lekko położony na maśle, bynaymniey go nie naruſza; że topòr także oſtrzem poſtawiony na kawałku papieru, nie przetnie go nigdy; bo nie ma żadnego zapędu y biegu. Przeciwnie zaś im więcey ma biegu ciężar uderzaiący, tym większe ieſt uderzenie, z ktòreykolwiek bądź przyczyny rodzi ſię ten bieg, y czyli ſię czyni proſtą drogą, czyli krzywą w obręcz. Zkąd pochodzi, że młot o dłużſzey rękoieści większe uderzenie ſprawia, bo większą drogę czyli obręcz przebiega w iednymże czaſie, niżeli młot o kròtſzey rękoieści. Dla teyże przyczyny mocnieyſze uderzenie cierpi ten, lub głębſzą

ranę odnosi, kto iest uderzony samym blisko końcem kija, albo cięty końcem szabli, niżeli środkiem; bo wszystkie części szabli lub kija, w koło ręki niby wkoło swego środka spuszczone, przebiegaią na powietrzu obręcze, á każdy może widzieć (z *Obrazka 36. Tabl. 1.*) że większą obręcz przebiega w iednymże czasie, koniec szabli A, niżeli środek B.

Wiemy także z doświadczenia, że większa bryła, lubo będzie miała iednakową chyżość co y mnieysza; iednakże gdy z tą równą chyżością obydwie będą spuszczone na iakie ciało, większa zawsze mocnieysze uderzenie sprawi, bo maiąc więcey bryły, (lubo z równą chyżością) tym samym ma więcey biegu y siły. Y tak, gdy się pale wbiiaią w ziemię na budowanie mostów, lub na bagniskach, dla lepszego gruntu do stawiania murów, ciężar sto funtów spuszczony na pal z wysokości sześć łokciowey, nie tak głęboko wbije pal, iako ciężar 200 funtów, choć będziey z teyże samey wysokości spuszczony.

To zaś ciekawa cale, że dwie siły równe uderzaiąc z równą chyżością na dwie sztuki równe iednakowego drzewa, albo na dwa gwoździe równe, które chcą wbić w te drzewa, nie równy skutek uderzenia w nich sprawuią w ten czas, gdy iedna sztuka drzewa będzie wisząca na powietrzu, á druga wsparta na ziemi, lub na czym twardym. Większe bowiem uderzenie iest w tey sztuce, która wolno wisi, niżeli w tey która się wspiéra. Albowiem sztuka drzewa wspar-

wsparta na ziemi, łączy się z nią, y z wszystkiemi temi ciałami; które stoią na ziemi, gdy więc uderzam w drzewo leżące na ziemi, to uderzenie dzieli się na te wszystkie ciała, rozchodzi się po nich tak, że bardzo mała część uderzenia w drzewie uderzonym zostanie, więc też w nim mały iego skutek się wydaie, bo wszystkie te ciała przyległe odpór czynią uderzeniu. Kiedy zaś drzewo wolno wisi w powietrzu, już się nie łączy tak z ziemią, y z innemi rzeczami przyległemi, zaczym całe prawie uderzenie w nim zostaie tylko, nie rozchodzi się daley po innych ciałach, które dla tego, odporu nie czynią żadnego, lecz tylko sama sztuka uderzona, iako odbiera całe uderzenie, tak sama oprzeć mu się znacznie nie może. Y dla tegoć widziemy często, że prości ludzie, chcąc siekierę osadzić na swoim drewnie, zatknąwszy ią cokolwiek na koniec iego, nie opieraią drewna o ziemię, lecz w rękę go biorą, y młotem biią w drugi koniec, nauczeni statecznym doświadczeniem, że prędzey y łatwiey tak siekiera wnidzie na toporzysko, niżeli gdyby była wsparta o ziemię.

Wiemy ieszcze z doświadczenia, że gdy rzecz iaka długa, naprzykład kij, wkoło środka iakiego prędko się obraca, ieżeli ieszcze nie iest zbyt rozmachany, łatwiey go zatrzymać uchwyciwszy go za koniec, niżeli środkiem; gdy zaś iuż iest rozmachany, łatwiey go zatrzymać, uchwyciwszy środkiem, niż za koniec. Zkądże ta różnica? oto: w pierwszym razie, siła

za-

zatrzymuiąca, gdy za koniec kiy chwyta, dłuższym drągiem władnie, á przeto ma więcey mocy na zatrzymanie, niżeli gdy śrzodkiem chwyta. W drugim zaś razie, że koniec kiia rozmachanego ma daleko większy bieg niż iego śrzodek, iuż ani drąg dłuższy nie pomoże na zatrzymanie go, y łatwiey iest śrzodek iego zatrzymać, iako mniey chyżości maiący, niżeli koniec; á gdy śrzodek będzie cokolwiek przytrzymany, y koniec w biegu powoli ustawać musi.

Nakoniec ile razy rzecz uderzaiąca, naprzykład miecz, większą część ciężaru swego ma na końcu, daleko tęższe uderzenie iest, niżeli gdyby się ciężar rozchodził równo po całym mieczu, bo koniec maiąc zawsze więcey chyżości, ieżeli mu się ieszcze przyda więcey bryły, nabywa przez to siły bardzo wielkiey.

Z tych wszystkich iednak doświadczeń trudno iest miarkować y wymierzać moc uderzania. Zwykli prawda niektòrzy podawać ten sposòb, żeby naypierwey młot zważyć, y zostawiwszy ten ciężar na miseczce szalowey, ktòry był w ròwności wagi z młotem, uderzyć młotem z gòry o próżną miseczkę, uważaiąc razem iak wysoko podniosła się tamta miseczka z ciężarem, dopiero kładę póty ciężary na próżną miseczkę, póki tamta do teyże samey wysokości się nie podniesie, do ktòrey się podniosła uderzona młotem, więc moc uderzenia ròwna będzie ciężarom włożonym na próżną miseczkę. Lecz sposòb ten iest wielce nie pewny, osobliwie

wie gdy uderzenie od siły żywey naprzykład od człowieka pochodzi, bo moc uderzenia od wolnego usiłowania iego naywięcey pochodzić zwykła. Chociaż także zwyczaynie większym młotem władnąca siła większe uderzenie sprawia, trafia się iednak, że dla wielkiey ciężkości nie może bydź tak prędko spuszczany, á przeto y uderzenie słabsze sprawia.

Dla czego, na umiarkowanie wielkości uderzenia, trzeba naypierwey chyżość iaką pewną wyznaczyć, y wymierzyć rzeczy uderzaiącey. Daymy naprzykład młot iakiegokolwiek kształtu, długi na 6 stòp, ważący funt 1, podnoszony siłą ludzką, y spuszczany z takim zapędem, że gdyby nie uderzał na klin, na gwóźdź, lub na inną zawadę, ale równo na dół spadał, przechodziłby w iedney chwili drugiey czasu, 75 stòp. Mamy zaś z doświadczenia, y na swoim mieyscu pokażemy, (gdy nam rzecz będzie o ciężarach wolno z gòry na ziemię spadaiących:) że tenże sam młot spuszczony wolno na ziemię, w iedney chwili drugiey czasu przechodzi w powietrzu wolnym prawie 15 stòp, lecz w drugiey chwili podobney przechodzi trzy razy większe mieysce, to iest 45 stòp. W trzeciey zaś chwili podobney przechodzi 5 razy większe mieysce niż w pierwszey; y tak zawsze w każdey chwili drugiey więcey przechodzi; iak znaczą liczby nie parzyste 1, 3, 5, 7, 9, &c. Zaczym, według tego rachunku, do-

piero w trzeciey chwili przeszedłby młot 75 stóp; gdyż ponieważ w niey pięć razy większe mieysce przechodzi niż w pierwszey, więc pięć razy 15 uczyni 75. We wszystkich zaś trzech chwilach drugich przeszedłby młot 15. + 45. + 75 stóp, co razem zebrane wyniesie na 135 stòp, czyli spadałby z wysokości na 135 stóp. Zkąd wnieść można, że młot spuszczany ręką ludzką z takim zapędem, żeby w pierwszey chwilce czasu przeszedł 75 stòp, ma taką chyżość, iak gdyby wolno ciężarem swoim spadał z mieysca wysokiego na 135 stòp.

Tak ustanowiwszy chyżość młotu, łatwo nam będzie zmierzyć moc uderzenia iego, y wyrachować, iak wielkiemu ciężarowi iest równa. Naprzykład uważam: że ten młot ważący funt 1 z taką, iako się wyżey wyraziło, chyżością, na gwoździ lub na klin od siły ludzkiey spuszczony, za pierwszym uderzeniem wbiia klin lub gwoździ w drzewo na cal 1 w głąb. Pewna zaś iest, że ciężar iednego funta spadaiący z wysokości 135 stòp, nabywa siły takiey, że może ieden funt do teyże prawie wysokości 135 stòp podnieść. Co łatwo iest pokazać na szali; położywszy bowiem na prawey miseczce gałkę ważącą funt 1; ieżeli na lewą miseczkę próżną spuszczę wolno równie ważną gałkę z mieysca wysokiego na stopę iednę, natychmiast miseczka prawa z gałką podniesie się do góry także na stopę iednę. Zaczym w tym uderzeniu młota, (o którym nam tu rzecz) ponieważ funt ciężaru iego

iego taką chyżość ma od ręki nadaną, iak gdyby spadał z wysokości 135 stòp, siła iego iest taka, że mogłaby poruszyć y popędzić funt 1 na 135 stòp. Szukam więc ciężaru, który popędzony na cal, byłby w równości wagi z ciężarem iednego funta popędzonym na 135 stòp, czyli (odmieniwszy stopy na cale, ktorych się 12 znayduie w każdey stopie) na 1620 calòw; y nazywaiąc ten ciężar niewiadomy x, czynię według wyższey wiadomości takie ułożenie: iak się ma ieden cal, czyli chyżość ciężaru niewiadomego: do 1620 calow, to iest: do chyżości ciężaru wiadomego: tak się ma ciężar wiadomy 1 funt: do ciężaru niewiadomego x, czyli 1: 1620:: 1: x gdzie rozmnożywszy dwie średnie liczby, y rozdzieliwszy przez pierwszą, wynidzie x 1620 funtòw. Zkąd poznaię, że gdybym włożył wolno bez żadnego uderzenia na gwóźdź, lub na klin ciężar 1620 funtòw, uciśniony od niego gwòźdź lub klin, ustąpiłby wgłąb drzewa na 1 cal; więc ponieważ uderzenie młotem takie, iakieśmy wyżey opisali, na 1 także cal wbiia gwòźdź, idzie ztąd, że to uderzenie iest równe ciężarowi 1620 funtow.

Te wiadomości nie są próżne y czcze, iako się niektórym z pierwszego spoyrzenia zdawać może, lecz mocno służące w używaniu onych silniòw, które *Kaffarami* czyli *Baranami* nazywamy do wbiiania palòw w ziemię, czyli na budowanie mostòw, czyli na stawianie murów

w mieyscach wodnistych. Każdemu wiadomo, że w tych silniach kilku, lub kilkunastu ludzi uczepionych u sznura, podnoszą do góry duży y ciężki kloc, który potym nagle z wysoka spuszczaią na pal w ziemi utkwiony, y za każdym spuszczeniem wbiiaią go coraz głębiey w ziemię przez mocne uderzenie klocem. Cośmy więc o młocie wolno spuszczonym z góry mówili, to samo y klocowi temu służy, aby wiedzieć częścią iak zażyć mnieyszego kloca (w niedostatku większego) na dokazanie tegoż samego skutku, któregoby dokazać można większym, częścią: gdy dla niesposobności mieysca nie można tak wysoko wynosić kloca iakby należało; aby za przydaniem mu ciężaru z mnieyszey go wysokości spuszczać. Jeden przykład nam to obiaśni, z którego łatwo będzie brać miarę do innych przypadkow.

Mamy naprzykład kloc ważący 100 funtów, który, spuszczony z wysokości 10 stóp, wbiia pal w ziemię na 1 cal, ale że dla tey tak znaczney swey ciężkości wielu ludzi do podnoszenia potrzebuie, chcielibyśmy dać zrobić kloc lekcieyszy, który spuszczony z wysokości, naprzykład 40 stóp, wbiiałby także pal na 1 cal w ziemię, iakiż ma bydź ciężar tego kloca? na poznanie tego, uważam naypierwey: że ten kloc lekcieyszy, aby sprawował iednakowy skutek z cięższym; musi mieć z nim iednakową siłę, to iest: iednakowa liczba w obydwóch bydź musi wychodząca z chyżości każdego rozmnożoney przez

przez bryłę, bo ztąd poznaiemy siłę. Ponieważ zaś kloc lekcieyszy, 40 stóp, to iest: 4 razy większe mieysce ma przebiegać z góry, niżeli kloc cięższy, więc musi mieć dwa razy większą chyżość od niego, (iako na swoim mieyscu obaczemy) bo ciężar spadaiący naypierwey z pewney iakiey wysokości, á potym z 4 razy większey, ma dwa razy większą chyżość w drugim upadku, niżeli miał w pierwszym. Więc gdy chyżość kloca cięższego będzie 1, bryła zaś iego iest 100, ieżeli się te dwie liczby rozmnożą, będzie cała siła iego wynosiła na 100. Chyżość zaś kloca lekcieyszego, ponieważ ma bydź wynoszącą na 2, żeby tedy siła iego zrównała się z pierwszym, trzeba mu bryły na 50 funtów, gdyż dwa rozmnożone przez 50, uczynią także 100. Zkąd poznaię, że mi trzeba do *kaffaru* kloca ciężkiego na 50 funtów, albo tamten pierwszy połową umnieyszyć.

Wiedząc zaś, iak głęboko kloc wbił pal w ziemię za pierwszym uderzeniem, łatwo można wymierzyć y wyrachować moc uderzenia każdego następuiącego, nawet poznać przed czasem, iak wiele razy kloc spuścić trzeba, áby pal do naznaczoney głębokości, naprzykład na trzy łokcie wszedł w ziemię? gdyż im bardziey pal idzie w ziemię, tym bardziey od kloca wyniesionego w górę oddalony iest, á przeto po każdym uderzeniu kloc z większey wysokości spada niż przed tym, tym samym większey chyżości nabiera, y większy skutek sprawia. Dru-

gie więc uderzenie idąc z wyższego mieysca, głębiey zapędzi pal; niż pierwsze, trzecie głębiey; niż drugie, y tak daley. Lecz na poznanie w szczegulności skutku każdego uderzenia, potrzebna iest wiadomość o ciężarach z góry spadaiących, do którey się z tym wszystkim zachowuiemy.

Tu tylko ieszcze, co należy do wygodnieyszego używania tych silniów, kładę niektóre uwagi. W zwyczaynych, które y w Polszcze mamy, samo ułożenie potrzebuie tego, aby ludzie ciągnący sznur, razem go spuszczali, gdyż przez naymnieyszą nierówność w ciągnieniu lub spuszczaniu kloca, chyżość się iego opóźnia, á przeto y siła się umnieysza. Jednakże ta równość prawie nie podobna iest do wykonania, dla czego też podobne silnie nie są zupełney doskonałości.

Mamy tu iednak w Poznaniu między innemi ciekawościami w małym kształcie *kaffar* czyli *baran*, ktory nie tylko nie podlega tey niedoskonałości, ale też wiele innych wygód zamyka w sobie. *Obraz: 32. Tabl: 3.* pokazuie całe iego ułożenie, w ktorym części istotne są: naypierwey kołowrot R, którego ieden człowiek obracać wystarczy przez drągi od kołowrotu idące, za każdym obrotem obkręca się sznur na wałku L, y przechodzi przez krążki Q Q dolny y górny, gdzie u końca sznura są niby kleszcze ważne z mosiądzu *m*, ktoremi kleszczami zachwyca się hak od kloca B, y przez nie, cały kloc

kloc się utrzymuie. Kiedy więc trzeba wbiiać w ziemię pal P, człowiek idąc wkoło; popycha przed się drąg A od wałka idący, przez co obraca się kołowrot, sznur się na wałku obkręca, kloc B idzie w górę, lecz przyszedszy do x; zastaie tam w drzewie dziurę, w ktorey gdy się kleszcze u góry ściskaią, u dołu się otwieraią; natychmiast kloc z nich wypada, między dwóma słupami, y prosto na pal uderza, bo się z słupów wymknąć nie może, iako widać z *Obrazka*. Zkąd, ma się naypierwey ten pożytek: że sznur dłużey trwać może, gdyż nie iest tak często od ciężaru kloca wyciągany ani tarty o krążek, kiedy sam tylko kloc á nie z sznurem na dół spada, gdyż wyciąganie y tarcie sznura, czyni się połową mniey, niżeli w zwyczaynych *kaffarach*, w ktorych za każdym uderzeniem dwa razy się czynić musi, raz przy podnoszeniu, drugi raz przy spuszczaniu kloca; á tu zaś tylko raz przy podnoszeniu. To pierwsza sprawa, po ktorey zdaie się, że dla drugiego uderzenia trzebaby, aby człowiek w przeciwną stronę kołowrot obracał, chcąc sznur odkręcić z wałka L; y dać mu wolność aby z kleszczami na dół upadł; także trzebaby aby tenże człowiek kleszczami znowu zaymował kloc B; y dopiero przez obrot kołowrotu powtórnie go podnosił, co wszystko byłoby z wielką zmudą czasu, czynić to za każdym uderzeniem. Lecz tu tego wszystkiego nie trzeba, co samo wydaie doskonałość tego narzędzia.

Jak prędko bowiem kloc sam z kleszczów wy-

wypadnie, natychmiast człowiek naciska cokolwiek sprężynę przy drągu A, za tym naciśnieniem wałek L sam się w przeciwną stronę na osi obraca, sznur się z niego odkręca, y ciężarem kleszczów ciągniony na dół, upada gwałtownie z kleszczami, które w tym zapędzie uderzaiąc na hak kloca B, otwieraią się, y same go znowu zachwycaią bez żadney inney pomocy, á to wszystko dzieie się prawie w iednym mgnieniu oka, tak dalece; że ieden człowiek, może długo nie przerwanie robić tą filnią, bo więcey nie ma do roboty, tylko chodzić y popychać przed się drąg kołowrotu, á gdy iuż mu się cokolwiek zacznie opierać, w ten czas naciśnąć sprężynę, y znowu drąg popychać przed się. Przez co, kloc zawsze się iednostayną siłą do góry ciągnie, iednostayną siłą się spuszcza, y praca z wielkim pośpiechem idzie. Jawna także iest, że siła iednego człowieka może na to wystarczyć, bo się przez kołowrot, y przez drągi mu przydane znacznie powiększa, iakośmy widzieli w Posiedzeniu 15.

To tylko z okoliczności uderzenia namieniwszy, przyznać iednak należy, że iego moc naywiększą ma dzielność w klinie. Y dla tego, nie tylko używamy klina na rozrywanie drzewa lub kamieni, nie tylko to iest klinem kawał żelaza, lub drzewa iakokolwiek zaostrzony, który gwałtownie się wbiia w szparę, ale też wszystkie narzędzia ostre, kończaste, iako noże, brzytwy,

twy, gwoździe, nożyczki, dłóta, igły, szpilki, szpady, szable, siekiery, y inne tym podobne, są klinami, w których wielkość, kształt, twardość przyzwoita iest do tych rzeczy, które się przez nie maią rozdzielać, y do sposobu używania ich.

Dosyć bowiem rzucić okiem na te wszystkie narzędzia, á obaczemy, że każde z nich ma dwa, lub więcey wierzchów, czyli równie mniey albo więcey nakłonione ku sobie. Jednakże między różnemi ostrzami niektóre są, co ich zażywamy wsparszy na bryle, pociągaiąc ich wzdłuż, iako noże w bochenku chleba, brzytwy na włosach, y inne cyrulickie, stolarskie, lub ślósarskie narzędzia, które razem są klinem y piłą. Albowiem ostrze brzytwy naprzykład naylepszey, choć nam się widzi bydź naycieńsze y nayrównieysze, złożone iednak iest z części wyższych y niższych, które są niby zęby w pile, maiące swoie szczérby, tych lubo gołym okiem trudno doyzrzeć, iednakże przez Drobnowidz, w naylepszey brzytwie pełno ich obaczemy; y dla tego na zagładzenie ich, często się na kamieniu powłóczą, żeby inne części, niższe lub węższe wyciągnione przez tarcie o kamień, zastępowały próżne mieysca y szczérby. Każde narzędzie, ktore tym sposobem przerzyna, nie potrzebuie, aby go tak mocno opierać, iak inne. Y dla tey przyczyny Cyrulicy dobrzy w opatrywaniu ran wolą zażywać nożyków różnie zakrzywionych, á niżeli nożyczek, które ściskaiąc

kraiać muszą, przez co y uciśnienia y bòlu choremu umnieyszaią.

Lubo zaś takowe ostrza naylepiey kraią ciągnione wzdłuż, iednakże mogą rozdzielać y przecinać samym naciskaniem prostym na iaką bryłę. Zkąd każdy osądzi, że to iest dziecinna zuchwałość, uderzać dłonią prosto na ostrze brzytwy, gdyż lubo skòra na dłoni, dla swoiey twardości, opiera się bardziey temu klinowi, zwłaszcza gdy klin ostrza przeciwko znaczney części dłoni á przeto mocnieyszey siłę swoię wywiera, iednakże ten odpòr może czasem bydź przełamany od brzytwy, za tęższym na nię uderzeniem, y pròżno z płochey igraszki bòlu narobić.

Zkąd widziemy, że urząd klinu sprawować może iakakolwiek bryła kończasta, która się wpaia w pomiędzy części inney bryły iakimkolwiek sposobem. Na czym zasadzać się może gwałtowna moc trucizny, y innych rozcieków, oleykòw ziadliwych, gryzących, także lekarstw rozwalniaiących żołądek, iako y wewnętrzne wzruszenie naydrobnieyszych cząstek w ciałach żyiących y nie żyiących; przez co dochodziemy przyczyny wielu skutków, iako naprzykład kropelki wody lub powietrza wilgotnego popchnięte od innych wsuwaiąc się na kształt klinikòw pomiędzy liny, y sznury, rozszerzaią ie, powiększaią ich grubości, zmnieyszaią długości, á przez to wielkie ciężary, całe okręty ładowne przywiązane do lin z mieysca poruszyć mogą. Namieniliśmy w Księdze 1. w Posiedzeniu 4. na kar-

cie

cie 94. iak wielka siła iest tych klinikòw na wzruszenie naywiększych brył, na odrywanie y podzielenie samych młyńskich kamieni. Owszem choćby się części ciała iakiego iak naybardziey opierały, y przeszkadzały swemu rozdzieleniu, może iednak bydź od małey siły ten odpór zwyciężony klinem, kiedy ten iest tak zaostrzony, y tak wąski u gòry, że mnieyszy będzie odpòr względem siły, niżeli szerokość klinu względem długości iego.

PO-

POSIEDZENIE XIX.

O drugiey ſilni ſkładaney z równi nakłonioney.

JEżeli ſię gdzie wydaie dzielność równi nakłonioney, to naybardziey w Szrubach. Jeſt to w ſamey rzeczy wałek równy, albo ſpiczaſty, maiący rowki wyrznięte, kręcone na kſztałt ślimaka, które *gwintami* nazywamy. Te albo ſą wewnątrz wydrążonego wałka, albo z wierzchu pełnego. Jeżeli ſą wewnątrz, będzie ſzruba wkłęſła; ieżeli z wierzchu, będzie ſrzuba wypukła; obydwie ſą na to zrobione, aby iedna w drugą wchodziła, y w niey ſię obracać mogła, żeby ſtopnie niby kręcone, czyli *gwinty* iedney, przypadały należycie pomiędzy próżne mieyſca drugiey. Rzuciwſzy tylko okiem na *Obrazek 33. Tabl: 3.* łatwo poznamy, że każdy ſtopień ſzruby wypukły lub wkłęſły, ieſt y może ſię nazwać równią tym bardziey nakłonioną, im węższe y drobnieyſze ſą ſtopnie.

Stawmy ſobie przed oczy wiele równi takich, iaka ieſt *a b c*, których długość *a b* ieſt równa całemu obwodowi, czyli grubości wałka *AB*. Jeżeli temi równiami nakłonionemi obwinie ſię w koło wałek, ułożą z ſiebie pas nieiaki kręcony wzdłuż wałka, który *ſzrubą* nazywamy.

Kie-

Kiedy więc ſzruba wypukła kręci ſię w ſzrubie wkłęſłey, ſą to w ſamey rzeczy dwie równie nakłonione, ſkładaiące ſię z wielu innych pomnieyſzych, y iedna na drugiey ſię pomyka. Wyſokość każdey równi wymierzona ieſt przez odległość iednego ſtopnia w ſzrubie od drugiego; długość zaś iey ieſt obwód cały w koło ſzruby, bo ieżeli rozwiniemy wzdłuż ieden z tych ſtopniów, wyſokość równi będzie *b c*, długość zaś będzie *a b*.

Wielorakie bydź może używanie tey ſilni na zwyciężenie iakiegokolwiek odporu; lecz nayczęſtſze y nayzwyczaynieyſze ſą dwa. *Naypierwey*: przywiązawſzy odpór do ſzruby wkłęſłey lub wypukłey, ſiła obracaiąc ſzrubę wkoło przez drągi przydłużſze przydane *D C* wzrusza y zwycięża odpór. *Powtóre*: przyciſkaiąc iakąkolwiek rzecz między dwóma równiami gładkiemi, które ſię przez ſzrubę zbliżaią do ſiebie, iako w praſach, y innych narzędziach Ślóſarſkich. Co wſzyſtko może ſię dziać troiakim ſpoſobem, albo gdy w ſzrubie wkłęſłey, utwierdzoney mocno, y nie wzruſzoney, obraca ſię wypukła; albo gdy na ſzrubie wypukłey utwierdzoney, obraca ſię wkłęſła; albo nakoniec, gdy ſzruba wypukła zawieſzona ieſt oſią ſwoią w dwóch końcach, aby ſię wkoło obracać mogła, á ſzruba wkłęſła pomyka ſię proſto do niey bez obrotu. Jakokolwiek iednak zażywana ieſt ſzrubą, iey naywiękſza dzielność, y prawie cały ſkutek pochodzi z mocnego naciſkania, tak, iako y w kli-

nie.

nie. Gdy bowiem siłą wynoszącą naprzykład na 100 funtów wbity iest klin w szparę drzewa, sprężystość drzewa, która odpòr czyniła sile wbiiaiącey, trwa w drzewie ieszcze, chociaż klin iuż iest wbity, y ręka wbiiaiąca od niego oddalona; czemuż tedy klin odpychany ustawicznie od drzewa przez sprężystość, nie wyskakuie z niego natychmiast? naywiększa przyczyna tego, że wierzchy chropowate klinu, y drzewa, zawadzaiąc o siebie; zaczepiaią się, y tak zatrzymuią klin w drzewie. Podobnież gdy przestanę kręcić szrubami, powinnyby natychmiast odkręcać się przez swoię sprężystość, gdyby nie były zaczepione mocno, y naciśnione części ich na siebie, y na tym to zawisła ich cała doskonałość. Kiedy przez szrubę chcemy zwyciężyć iakikolwiek odpòr, każdy poznać może z *Obraz*: 33. że dla pomknięcia odporu na ieden stopień czyli *gwint b c* trzeba, aby siła całey szruby obwòd *a b* obeszła.

Jeżeli więc siła będzie przyłożona do samego obwodu szruby; w tym czasie, w którym odpòr przechodzi mieysce tak wysokie, iak *b c*, siła przechodzić musi mieysce *ab*, á za tym chyżość siły iest *ab*, chyżość odporu iest *b c*, że zaś siła do odporu ma się zawsze, iako chyżość odporu do chyżości siły, więc co się rzekło o ròwni nakłonioney, że tak się ma w niey siła do odporu, iako się ma wysokość ròwni do iey długości toż samo się y w szrubach prawdzi, że tak się ma w nich siła do odporu, iako wysokość *b c* każdey ròwni nakłonioney do iey długości *ab*, w ten czas kiedy

dy iest ròwność między odporem, y siłą. Lecz, że pospolicie kręcą się szruby osobliwie przy większe drągami, albo rękoieściami, które naiedno wynoszą co drągi, dla tego chyżość siły ieszcze iest większa, bo iuż nie iest wymierzona obwodem *a b*, ale raczey obwodem drąga naprzykład D C wkoło obracanego. Więc że we wszystkich silniach tak się ma siła do odporu, iako się ma chyżość odporu do chyżości siły, w szrubach także będzie potrzebna siła tak mała względem odporu, iako iest mała chyżość odporu, czyli wysokość stopnia *b c* względem chyżości siły, czyli względem obręczy przebieżoney w koło od końca drąga C. którym siła władnie.

Zkąd łatwo będzie wyrachować; iak wielki odpòr siłą pewną zwyciężyć można, znalazszy naypierwey ten, którego siła w ròwności wagi utrzymać wystarczy przez szrubę, á potym przydawszy cokolwiek więcey do siły, aby go zwyciężyła. Naprzykład: mam szrubę, w ktorey *b c* oddalenie od siebie stopniòw iest na 2 kréski, obwòd wałka *a b* iest na 24 kréfek, siła którey chcę zażyć, wynosi na 10 funtòw. Więc żeby znaleść odpòr, czynię to ułożenie: tak się ma siła 10, do odporu x, iako się ma chyżość odporu, czyli wysokość ròwni nakłonioney *b c* = 2, do chyżości siły, czyli do długości ròwni *a b* = 24. Albo 10. x :: 2. 24. Gdzie rozmnożywszy 10 przez 24, y rozdzieliwszy potym przez 2, wynidzie z tego podziału x = 120.

Zkąd poznaię, że siła wynosząca na 10 funtòw, utrzymać może przez taką szrubę odpòr

wyno-

wynoszący na 120 funtów, to iest 12 razy większy od siebie; á ieżeli cokolwiek się powiększy siła, to go y zwycięży. Gdyby zaś siła władnęła drągiem DC, w ten czas ponieważ chyżość siły (iakośmy wyżey powiedzieli) nie iest obwód *a b*, ale raczey obwód drąga DC, ktory iest daleko większy, więc y siła taż sama 10 funtów, większy ieszcze daleko odpór, niżeli 120 funtów, przez szrubę dźwigaćby mogła. Daymy bowiem że drąg DC iest długi na dwie stopy, czyli na 24 calów, więc obręcz przebieżona od niego za każdym obrotem wynosi na $75\frac{1}{2}$ prawie calów, to iest: na 905 kréśek (iako wyrachować można sposobem w Księdze 1 podanym na karcie 212.) chyżość tedy siły będzie: 905, ktorą trzeba położyć w wzwyż wyrażonym porządku, zamiast liczby 24 pisząc: 10: x :: 2: 905. Gdzie rozmnożywszy pierwszą liczbę przez ostatnią, á rozdzieliwszy przez 2, wynidzie z tego podziału x=4525 funtów, ktore siła wynosząca na 10 funtów dźwigać może przez szrubę, á gdy się cokolwiek powiększy, łatwo ie podniesie.

Tymże sposobem maiąc odpòr dany do zwyciężenia, y szrubę gotową, można poznać y wyrachować, iakiey siły potrzeba na zwyciężenie oporu. Jeżeli bowiem *b c* długość stopniów czyli *gwintów* iest na 2 kréski naprzykład, obręcz, ktorą drąg DC przebiec może, iest na 905 kréśek, odpòr dany 4525 funtów; łatwo się znaydzie siła

siła wystarczaiąca, mianuiąc ią x, y uczyniwszy ten porządek: x : 4525 : : 2 : 905. gdzie rozmnożywszy dwie średnie liczby, y rozdzieliwszy przez ostatnią, wynidzie z tego podziału siła x=10 funtów.

Także maiąc siłę pewną, wynoszącą naprzykład na 10 funtów, y szrubę gotową, w ktòrey stopnie oddalone są na 2 kréski, ktòrąbym chciał zwyciężyć odpòr wynoszący na 4525 funtów, ieżeli chcę wiedzieć, iak długim drągiem trzeba obracać szrubę? czynię to ułożenie 10 : 4525 :: 2 : x. Gdzie rozmnożywszy dwie średnie liczby, y rozdzieliwszy potym przez pierwszą, wynidzie z tego podziału x=905 kréśek, to iest: obręcz przebieżona od drąga za każdym obrotem, ktòrą maiąc wiadomą, łatwo dòydę z Księgi 1 na karcie 212, że długość drąga ma bydź na 288 kréśek, czyli na 24 cale,

Nakoniec maiąc odpòr wyznaczony do zwyciężenia naprzykład 4525 funtów, y siłę pewną, naprzykład 10 funtòw, drąg także przebiegaiący obręcz na 905 kréśek długą, ieżeli chcę dać zrobić szrubę na to, łatwo wyrachuię, iakie ma bydź w niey oddalenie *gwintów*, czyli stopniòw, mianuiąc ie x, y pisząc 10 : 4525 :: x : 905. gdzie rozmnożywszy pierwszą liczbę przez ostatnią, y rozdzieliwszy potym przez drugą, wynidzie z tego podziału odległość stopniòw x=2 kréski. Ztąd poznać, że im bliższe są siebie *gwinty* czyli stopnie, także im dłuższym drągiem szruba się obraca, tym mnieyszey siły potrzeba na zwycię-

żenie odporu; gdyby bowiem albo liczba 2 była zmnieyszona, albo liczba 905 była powiększona w porządku wzwyż wyrażonym, mnieysza siła wyszłaby z rachunku niżeli 10 funtów, iako każdy doświadczyć może.

Zawsze iednak na zwyciężenie odporu, więcey cokolwiek do siły przydawać trzeba, niżeli z rachunku wychodzi, dla przyczyn w podobnych okolicznościach iuż nie raz wyrażonych, osobliwie dla tarcia, które bardzo znaczne bywa w szrubie, lecz to umnieysza się po części przez nasmarowanie szruby tłustością iaką kolwiek.

Zalecenie naywiększe ma szruba ztąd, że mało mieysca zabiera (gdyż grubość iey naywięcey na kilka calów wynosi) á przecię więcey nią dokazać można, niżeli innemi wielkiemi silniami. Y dla tego w gęstym iest używaniu do prasy, do ugruntowania, podnoszenia, oddalania lub zbliżania ciężarów. Tyleż bowiem może się zmnieyszyć chyżość odporu, á tym samym powiększać siła, y chyżość iey przez mnieysze oddalenie stopniów w szrubie, ile przez wiele kołek zębatych. Powtóre, y w tym iest wielka wygoda, że choć siła przestanie obracać szrubę, y opuści ręce, ciężar iednak nie może upaść w przeciwną stronę (iako się zwyczaynie w innych silniach trafia) bo się szruba odkręcić nie może dla zawady stopniów, lecz w mieyscu stać musi.

Należy tu także ów wynalazek prosty y łatwy,

łatwy, który nie tak iest dla zmocnienia siły, ani dla podniesienia ciężaru, iako bardziey dla utrzymania go na powietrzu, czego w wielu okolicznościach potrzeba wyciąga. Jeżeli bowiem na iakimkolwiek wałku wydrąży się rowek w koło nakształt ślimaka kręcony, obwiódszy go sznurem, byleby tylko lekko dotknąć się sznura, albo przyciskać go do wałka, natychmiast y wałek sam, y ciężar u wałka zawieszony by naywiększy zastanowić się musi; gdyż sznur sprawuie tu urząd szruby wypukłey, ktora wchodzi w rowy szruby wklęsłey, á przez to siła mała władnąc takową szrubą wystarcza na utrzymanie wielkiego ciężaru.

Ztąd łatwo dochodzić można przyczyny, dla czego prasy maią taką moc na przyciskanie y zbiianie różnych ciał. Pęk papieru z istoty swoiey wietki y słaby, zbity mocno w prasie twardnieie tak, że wyrówna naytwardszemu drzewu. Możemy także przez szrubę AB za obrotem drąga C D (*w Obrazku 33.*) podnosić wielkie ciężary naprzykład działa naycięższe w woysku, y przenosić ie łatwo z mieysca na mieysce, przydawszy u dołu podnóżki z kółkami, na którychby się cała ta silnia popchnięta gładko po ziemi pomykać mogła.

Y dla tey tak wielkiey dzielności szruby, niektórzy przenoszą ią nad wszystkie inne silnię, bo (iako Munsterus y Xiądz Schottus mego Zakonu świadczy,) trafiło się, że domy całe drewniane przez szrubę wzruszone z mieysca y

przenoszone były. Więcey ieszcze dokazał Jeremias Lersoni, (*a*) który przez wiele szrub, dziwną sztuką podłożonych pod cztery ściany murowaney dzwonicy Kościoła S. Wawrzyńca w mieście Roterdam, całą dzwonicę na kilkanaście calów od ziemi podniósł, dla naprawienia y zmocnienia pod nią gruntu, na którym znowu ią prosto bez naruszenia postawił. Co iakimby sposobem wykonał, można dochodzić z *Obrazka 33*, przewróciwszy dolną stronę iego do góry, y tam osadziwszy w górze szruby równią mocną, na któreyby się ściana wspierała.

Stopnie czyli *gwinty* w szrubach maią różne kształty, podług różney twardości ciał, z których się szruba robi, y podług odporu, który się ma zwyciężać. Bywaią bowiem albo czworograniaste, albo trójgraniaste; pierwsze daią się zwyczaynie w dużych szrubach żelaznych lub mosiężnych, w których gładkość iest większa, á przeto mnieysze tarcie. Drugie zaś daią się w szrubach drewnianych, żeby przez to umnieyszyć tarcia; w świdrach także przywiększych, bo w mnieyszych, osobliwie do drzewa, w którym nie tak wielki iest odpór, bywaią stopnie czworograniaste. Cóż bowiem są wszystkie świdry, ieżeli nie szruby wypukłe? które obracaiąc się w drzewie, wchodząc wgłąb, same sobie w nim wydrążaią szrubę wklęsłą.

Między wszystkiemi gatunkami szrub, dwie są nayssławnieysze. Pierwsza nazwana szruba Archi-

(*a*) Scienza della natura del P. D. Gios: Maria Della Torre Cap: XVI.

Archimedesa, á druga szruba bez końca. Pierwsza ma to nazwisko od wynalezcy swego, któremu ią Diodorus Sycyliyczyk przyznaie, iakoby ią sporządził Archimedes do czerpania wody z okrętów Hierona Króla Syrakuzańskiego. Lubo niektórzy (*b*) twierdzą, że dawno przed Archimedesem była w używaniu; owszem, że Egypcyanie przez nią wyciągali wodę, y osuszali łąki zalane potokami Nilu. Y ztąd podobno przeszło aż do naszych czasów pożyteczne używanie tey szruby na wyciąganie wody do wysokiego mieysca; tak dalece, że słusznie między wodociągami liczyć się może.

Składa się naypierwey z wałka długiego CB nakłonionego do ziemi, (*w Obraz: 34. Tabl: 3.*) w którym albo iest rowek wydrążony wkoło, kręcony na kształt ślimaka, przez całą długość wałka idący, albo na wierzchu wałka idzie rurka podobnież obkręcana. Wałek sam zawieszony na dwóch osiach obraca się wkoło za obrotem lekkim rękoieści F, którą siła władnie z wielką łatwością. Podstawek na ziemi stoiący, na którym się ta szruba wspiera, zatrzymuie się na szczeblach, umyślnie na to w równi poziemney powyrzynanych, aby można wyżey podnieść, lub niżey spuścić szrubę, według potrzeby. Kiedy zaś przenieść ią trzeba z mieysca na mieysce, zmyka się podstawek, y układa się z całą szrubą na równi poziemney. Tak sporządzona szruba, iakiby skutek sprawowała z do-

Bbb 3 świad-

(*b*) Perrault, Remarques sur Vitruve Archit: L. 10. Cap. 2.

świadczenia następuiącego dochodzić można.

Doświadczenie I.

Włożywszy w rowek na dole w mieyscu C kulkę mosiężną ciężką; obracam potym przez rękoieść wałek szruby w koło.

Skutek.

IDzie co raz bardziey do góry kulka samym rowkiem, y przychodzi aż do mieysca naywyższego.

Wyłożenie Przyczyn.

Ciężar kulki będąc w mieyscu C. spada, ztąd na niższe mieysce *d*, niby przez równią nakłonioną *C d*, gdyż bardziey iest wywyższone mieysce *C* niż *d* tam gdy doydzie, tym czasem wałek się obraca, y mieysce *d* wywyższa się na *e*, zkąd kulka (którą ciężar zawsze ciągnie do niższego mieysca) spada na *f* przez równią nakłonioną *e f*. Lecz znowu za obrotem wałka, mieysce *f* wywyższa się na *g*, á ponieważ *h* iest niżey niż *g*, kulka spadnie z mieysca *g* na *h*. A tak spadaiąc, co raz daley, postępuie w górę wałka, y zbliża się bardziey do iego naywyższego mieysca; aż na koniec, za powtarzaniem obrotu, do niego doydzie. Y w tym to się wydaie naywiększa sztuka szruby Archimedesa, że przez nią z tey samey przyczyny ciężar wznosi się do góry, która go nagli na dół, y spadaiąc na dół, zawsze na mieysce niższe, iednak oraz zawsze się pomyka do góry. Ciężkość bowiem

wiem kulki ciągnie ią zawsze na dół, y przymusza szukać niższego mieysca; lecz gdy to niższe mieysce za obrotem szruby, znowu się podnosi, á drugie, które iest bliższe wiérzchu wałka, umyślnie się spuszcza ku ziemi, kulka zaś nie mogąc wypaść z rowku, bo tam iest niby zamknięta y opasana, á ciężarem swoim dążąc do niższego mieysca, musi spadać na to mieysce, które iest prawda w tym czasie niższe, niżeli tamto, zkąd kulka spada, ale oraz iest bliższe wiérzchu wałka, kulka więc tym samym że spada, zbliża się do wiérzchu y wstępuie do góry.

Łatwo zaś poznać z tego doświadczeniá, że co w nim czyni kulka, toż samo czynić musi woda za obrotem szruby, y równie się podnosić do góry dla tychże przyczyn, gdy część dolna szruby zanurzona będzie w wodzie. Lecz na ten koniec cały wałek (który tu iest (*w Obraz: 34.*) otwarty dla widzenia wewnętrzney sztuki) powinien bydź powleczony pokrowcem z blachy, albo przynaymniey z drzewa, y zasklepiony dobrze, żeby woda przez niego nie przeciekała. Jeżeli przydamy rurkę do ziemi nakłonioną u góry, za kilką obrotami rękoieści, woda ciągniona z dołu, wyciekać przez rurkę będzie na bok dla powszechney potrzeby. Ponieważ bowiem cała ta szruba zawieszona iest wolno y przestrono na dwóch osiach, mała siła może ią z łatwością obracać bez zmordowania, gdyż władnie dość długim drągiem rękoieści, na zwyciężenie odporu wody, y sam ciężar wody

dążąc

dążąc na dół, nie opiera się sile, bo się przez to samo, że dąży na dół, podnosi do góry, iakośmy na kulce pokazali.

Gdzie także ma mieysce prawo powszechne o szrubie, bo y w tey szrubie tak się ma siła ręki obracaiącey do odporu wody, iako się ma chyżość wody wstępuiącey do góry za każdym obrotem, to iest: pomknięcie się iey na ieden stopień czyli *gwint* w szrubie, do chyżości siły, czyli do wielkości obręczy, którą rękoieść za każdym obrotem przebiega. Im dłuższa tedy iest rękoieść względem oddalenia od siebie stopniów szruby, tym więcey chyżości będzie mieć siła względem odporu wody, tym mnieysza siła, przy tey większey chyżości, łatwiey wodę ciągnąć y podnosić będzie.

Lecz nie można zażyć tey szruby na wyniesienie wody do wielkiey bardzo wysokości, chyba tylko do mierney; gdyż ta szruba musi bydź koniecznie nakłoniona ku ziemi, żeby swóy skutek sprawowała; zaś będąc nakłoniona, trzebaby iey niezmierney długości, żeby na bardzo wysokie mieysce wynosiła wodę. Będąc niezmierney długości, musiałaby bydź bardzo ciężka, á tym samym do używania trudna, y łatwoby się krzywiła. Jednakże kiedy do małey wysokości wynosić trzeba wodę, iako naprzykład na osuszenie łąk, bagnisk, na czerpanie wody z studzien przy domach w miastach, na ciągnienie iey z pobliższey rzeki, wielce iest wygodny ten sposób Archimedesa, y w gęstym po różnych kraiach używaniu. Ze-

Zeby iednak cała ta silnia łatwiey się obracać mogła, nakłonienie iey ku ziemi miarkowane bydź ma z nakłonienia sameyże szruby na walcu kręconey, albo rowku, czyli rurki, która im cieńsza iest y ciaśnieysza, tym mniey z ukosa idzie, tym się łatwiey obraca. Szerokość także walka nie ma bydź zbyt wielka, dla uniknienia próżnego ciężaru, iednakże nie mnieysza bywa nad 18 calów.

Drugi gatunek szruby godny iest ieszcze większego zalecenia. Nazywamy ią *szruba bez końca*, czyli ustawiczna, gdyż sprawa iey może bydź nigdy nie przerwana zawsze iednakowa, nie tak iak w szrubach zwyczaynych, które gdy iuż przeszły wszystkie stopnie, nie mogą się daley ruszyć. Tey zaś stopnie, lubo są w małey liczbie, bo tylko pospolicie trzy bywaią lub cztery czworograniaste, obkręcone wkoło walka cienkiego, iednak zawsze mogą przechodzić przez zęby kołka iakiego, do którego zwyczaynie przyczepiona bywa szruba bez końca; y lubo raz przeszły przez wszystkie zęby, iednak te pomykaiąc się zawsze wkoło, znowu przypadaią na stopnie szruby, zkąd może bydź obrot ustawiczny szruby y kółka zębatego.

Walek tey szruby X y (*w Obraz: 15. Tabl. 3.*) zawieszony iest na obydwóch końcach tak wolno y przestrono, że się łatwo za obrotem rękoieści obracać może y szruba z nim. Przez co, y kółko zębate A obracać się musi, gdyż za każdym obróceniem szruby, ieden tylko ząb kołka przechodzi,

chociaż dwa albo trzy stopnie szruby, razem się zaczepiaią pomiędzy zębami kołka. Do wałka naprzykład kołka A przywięzuie się sznur z ciężarem, który podnieść chcemy przez obracanie szruby.

Przedziwna iest dzielność y sprawa tey silni, przez nię bowiem bardzo małą siłą można zwyciężyć bardzo wielki odpòr. Choćby bowiem kołko z ciężarem (do którego szruba bez końca przyczepiona iest) miało tylko 50 zębów; wałek kołka niech będzie gruby na dwa cale, zaczym połowa grubości iego, czyli promień (*Radius, Semidiameter*:) obwodu iego będzie na 1 cal, rękoieść szruby Z V niech będzie długa na 4 cale, y człowiek obracaiący rękoieść niech ma siłę wynoszącą na 50 funtòw. Ten człowiek przez lekkie obracanie szruby bez końca, utrzymać może 10000 funtów ciężaru, á ieżeli przyłoży cokolwiek więcey siły, to go łatwo podniesie, gdyż ręka władnąca rękoieścią Z V, kiedy ią raz obróci, ieden tylko ząb kołka przeydzie pod szrubą, zaczym żeby całe kołko przeszło, y raz się obróciło, á z nim y wałek z ciężarem, trzeba tyle razy obròcić rękoieść szruby Z V, ile iest zębòw w kołku, to iest: 50 razy. Przeto chyżość siły z samego obracania szruby iest 50 razy większa, niżeli chyżość ciężaru, ponieważ siła 50 razy się obròci w tym czasie, w którym ciężar raz. Lecz znowu, że rękoieść, którą siła władnie, iest na 4 cale, czyli 4 razy dłuższa niżeli promień wałka, na któ-

rym

rym ciężar wisi; zaczym siła 4 razy dłuższym drągiem władnie niżeli ciężar; á przeto chyżość siły (iuż 50 razy powiększona przez szrubę,) znowu się ieszcze 4 razy powiększa przez drąg rękoieści Z V, więc cała chyżość siły będzie 4 razy 50, to iest: 200, chyżość zaś ciężaru będzie tylko 1. A ponieważ we wszystkich silniach, tak się ma siła do odporu, iako się ma chyżość odporu, do chyżości siły, więc y tu, siła iednego człowieka = 50, będzie się tak miec do odporu = x, iako chyżość odporu = 1 do chyżości siły = 200; czyli: 50: x:: 1: 200. Gdzie, w tych czterech liczbach rozmnożywszy pierwszą przez ostatnią, y potym rozdzieliwszy przez trzecią, wynidzie z tego podziału x = 10000 funtòw. Zkąd poznaię, że ieden człowiek miernych sił, przez taką silnią udźwignąć może 10000 funtòw ciężaru, á za umnieyszeniem ciężaru, lub za przyłożeniem większey mocy, łatwo go podniesie.

Z tego ułożenia nie trudno będzie poznać y wyrachować przed czasem, nie tylko ciężar, który udźwignąć można przez szrubę bez końca, (iakośmy go tu wyrachowali) ale y siłę wystarczaiącą na podniesienie danego ciężaru, maiąc pierwey wiadomy ciężar, chyżość iego, y chyżość siły. Także, wyrachować można, iaka ma bydź długość rękoieści do obracania szruby, y liczba zębów w kołku; miawszy bowiem wiadomą sobie siłę naprzykład 50 funtòw, y ciężar dany naprzykład 10000 funtòw, y chyżość ciężaru, która pospolicie wynosi zawsze na 1. bo

się tylko zawsze rachuie, iak wielka iest chyżość siły, w porównaniu z chyżością ciężaru; naprzykład iest 100, lub 200 razy większa od chyżości ciężaru, więc chyżość ciężaru zawsze wynosić musi na 1. Łatwo tedy ztąd dóydę chyżości siły, czyniąc ułożenie, iakośmy w podobnych okolicznościach nie raz czynili; 50 : 10000 :: 1 : x. Gdzie rozmnożywszy dwie średnie liczby, y rozdzieliwszy potym przez pierwszą, wynidzie chyżość siły x=200. Ze zaś (iakośmy tu wyżey widzieli) w szrubie bez końca, chyżość siły składa się z długości rękoieści, rozmnożoney przez liczbę zębow kółka; więc szukam dwóch liczb, z których rozmnożonych składa się liczba 200, znayduię więc 4 y 50, albo 2 y 100. Gdzie większa liczba znaczyć mi będzie liczbę zębow w kółku, á mnieysza długość rękoieści w calach lub kréskach lub w inney, lecz takiey samey mierze, w iakiey mierze obrałem y wyznaczyłem połowę grubości wałka=1. Jeżeli tedy chcę mieć kółko z 50 zębami, rękoieść ma bydź długa na 4 cale; ieżeli zaś kółko ma mieć 100 zębów, rękoieść powinna bydź długa na 2 cale. Gdyż z obydwóch tych wymiarów zębów y rękoieści, iednakowy skutek nastąpi, bo w obydwóch chyżość siły będzie równa, to iest: wynoszącą na 200.

Jeżeli zaś tak wielki ciężar człowiek ieden pomiernych sił udźwignąć może, iakośmy widzieli, przez szrubę bez końca z iednym tylko kółkiem, cóżby dopiero było, gdyby do wielu kółek

kółek zębatych ta szruba przyłożona była? Jedno doświadczenie iawnie nam to przed oczy wystawi.

Doświadczenie II.

Zażywaiąc ułożenia kółek (*w Obraz: 15. Tabl: 3*) gdzie do kółka A, przyczepiona iest szruba bez końca X y, przenoszę do tey szruby rękoieść C D, którą wkładam zamiast rękoieści Z V, y zawieszam u wałca C B, ciężar P 100 łótów.

Skutek

Siła władnąca rękoieścią C D, lubo będzie tak mała, że na setną tylko część łóta iednego wynieśie, iednakże utrzymuie w równości wagi ciężar P ważący 100 łótów. Zgoła tym sposobem siła wystarcza na udźwignienie ciężaru dziesięć tysięcy razy większego od siebie, gdyż setna część iednego łóta iest dziesięćtysiączna część sto łótów; ponieważ tak mała iest, że takich części sto trzeba na złożenie iednego łóta, á zatym trzeba ich 10000 na złożenie stu łótów. Jeżeli zaś do tey setney cząstki łóta, przydamy iaką odrobinę ciężaru, natychmiast podniesie do góry ciężar P=100 łótów.

Wyłożenie przyczyn.

Widzieliśmy iuż w Posiedzeniu 16 na karcie 264, że przez samo rosporządzenie tych kilku kółek zębatych, siła władnąca kółkiem naywyższym A bez rękoieści, 81 razy miała więcey

cey chyżości, niżeli ciężar zawieszony u walca CB, á zatym 81 razy większy od siebie ciężar dźwigać mogła; to iest: siła wynosząca na $1\frac{19}{81}$ łòt, udźwignęła 100 łótòw. Gdyż liczba ta $1\frac{19}{81}$ iest ośmdziesiąta iedna część stu; y ieżeli rozmnożona będzie przez 81 uczyni 100. Teraz zaś, za przydaniem szruby bez końca do kółka A, ponieważ w kòłku A iest ośm zębòw, więc szruba 8 razy musi się obròcić niżeli kółko A raz, zaczym iuż 8 razy ma więcey chyżości szruba, niżeli kółko A. Przydawszy ieszcze do szruby rękoieść CD, ktora iest 12 razy dłuższym drągiem (iakośmy mowili na karcie 265) niżeli połowa grubości walca CB, którym odpòr władnie; chyżość siły władnącey rękoieścią CD (iuż 8 razy powiększona przez szrubę) będzie znowu 12 razy powiększona przez rękoieść, czyli: ze wszystkim będzie powiększona ośm razy dwanaście, to iest: 96 razy. Pokazaliśmy zaś we wszystkich silniach, że im bardziey się chyżość siły powiększa, tym mnieysza siła wystarczy ciężarowi. Jeżeliż tedy przez same kółka, siła wynosząca na $1\frac{19}{81}$ łòt, wystarczyła 100 łótòm, więc przez szrubę bez końca X y, y przez rękoieść CD, siła 96 razy mnieysza ieszcze niżeli liczba $1\frac{19}{81}$ łòt, wystarczyć musi 100 łò-

tòm

tòm, ponieważ ma 96 razy większą chyżość. Rozdzieliwszy tedy liczbę $1\frac{19}{81}$ przez 96 będziemy mieli z tego podziału liczbę 96 razy mnieyszą, to iest: iednę setną część łòta, y ieszcze coś. Zaczym iedna setna część prawie łòta, utrzymać musi 100 łótòw, á za przydaniem iey cokolwiek, iuż ie zwycięży y podniesie.

Ztąd miarkować można, iak wielki ciężarby mògł udźwignąć, y podnieść ieden człowiek siłą swoią pomierną wynoszącą na 50 funtów przez szrubę bez końca do tych zębatych kołek przyłożoną. Widzieliśmy bowiem na karcie 266, że przez te same zębate kòłka człowiek mogłby udźwignąć 4050 funtòw. Że zaś przez szrubę z rękoieścią przybywa mu 96 razy więcey chyżości, więc obracaiąc te kòłka przez szrubę z rękoieścią, 96 razy większy ieszcze ciężar będzie mogł udźwignąć, to iest: ieżeli liczbę 4050 funtòw rozmnożemy przez 96, wynidzie liczba 388800 funtòw, które człowiek ieden pomiernych sił przez taką silnią udźwignie, á za przyłożeniem większey cokolwiek mocy, łatwo ie podniesie.

W przywiedzeniu iednak do skutku tak znacznego dzieła, wielkiey ostrożności y ubespieczenia potrzeba, żeby się albo sznury nie zrywały, albo się podpory, walce, twierdze, y osi w samey silni nie łamały pod tak straszným ciężarem. Lepiey tedy iest (ieżeli to łatwo być

może)

może) przedzielać ciężar, y po części go podnosić, á y tak dość znaczny ciężar za iednym razem podnieść można. Jako Xiądz nasz Kircher sporządził filnią z szruby bez końca y krążków ułożoną, przez którą dziecko iedno obracaiąc lekko rękoieść, podnieść mogło 125 funtów ciężaru.

Lecz ieżeli w kołkach zębatych widzieliśmy, że znaczne z nich zmocnienie siły, złączone iest z wielką stratą czasu, dopieroż w szrubach bez końca ta tak wielka dzielność potrzebuie ieszcze dłuższego czasu. Kołko bowiem A, 81 razy musi się obrócić, niżeli walec C B z ciężarem obróci się raz, iakośmy pokazali na karcie 271. Jezeli zaś do kołka A, przydamy śrzubę bez końca X y, żeby to kołko na ieden ząb się pomknęło, musi szruba cały obrot uczynić, więc ponieważ iest ośm zębów w tym kołku, musi szruba ośm razy się obrócić, żeby kołko A obróciło się raz. Dopieroż, żeby kołko A obróciło się 81 razy, musi szruba 648 razy się obrócić. A przecię po tylu obrotach szruby, dopiero walec C B (u którego ciężar zawieszony iest) obroci się raz. Choćby tedy obwód cały walca C B był na 4 cale, iednak ktoby chciał ciężar P podnieść od ziemi na iednę tylko stopę, to iest: na 12 calów, musiałby sznur 3 razy obkręcić na walcu (gdyż trzy razy cztery cale, uczyni 12) á przeto musiałby walec C B trzy razy się obrócić. Na to zaś żeby walec C B trzy razy się obrócił, musiałby szrubę obrócić w koło 1944 razy, co nie może się stać w krot-

krótkim czasie, gdyż za każdym obrotem szruby, walec C B bardzo wolno, y prawie nie znacznie się rusza. Jeżeli iednak chcemy, żeby tyle drugie prędzey się ruszał, zamiast szruby X y, kładzie się przy kołku A szruba podwóyna, którey stopnie czyli *gwinty* tak są oddalone od siebie, że za każdym iey obrotem dwa zęby kołka A przechodzą, ale też za to większey siły potrzeba, bo odpór ma więcey chyżości; tym bowiem sposobem, taka szruba 4 razy się tylko obróci, niżeli kołko A obróci się raz, á 324 razy się obróci, niżeli walec C B obróci się raz. A zatym połową mniey się obracać będzie, niżeli szruba poiedyńcza, ktora obracać się musi 648 razy, gdy walec C B obróci się raz; co sprawuie w biegu do góry ciężaru wielkie opóźnienie.

Lecz wiele iest okoliczności, w których potrzeba koniecznie takiego opóźnienia w biegu, y umyślnie go szukamy, do czego szruba bez końca przyłożona do kołek zębatych nayzdatnieysza iest, iako naprzykład w zegarach, y w owych filniach, które pokazuią biegi niebieskie, y kiedykolwiek chcemy pomknąć lub oddalić na odrobinę rzecz iaką. Naprzykład maiąc koło w zegarze, które w godzinie raz się obraca, ieżeli chcę biegu dwanaście razy wolnieyszego, walec tego koła powinien bydź obkręcony szrubą bez końca, która zaczepiaiąc o inne przydane kołko, maiące dwanaście zębów, dwanaście razy musi się obrócić y z swoim kołkiem, niżeli to kołko przydane obróci się raz. Na tym

tedy przydanym kołku osadzona skazówka w dwunastu godzinach raz całą tarcz obeydzie, y wymierzać będzie na tarczy biegiem swoim godziny; zaś na szrubie osadzona skazówka, że dwanaście razy prędzey się obrócić musi, wymierzać będzie doskonale pierwsze chwile. Także, maiąc w zegarze iakim koło, które dwa razy na dzień się obraca, ieżeli walec koła tego będzie szrubą bez końca obkręcony, która zaczepiać będzie o inne kołko maiące 59 zębów, to drugie kołko w dwadzieścia dziewięć dni y wpół, obracać się będzie raz, á zatym wymierzać będzie bieg księżyca. Y tak podobnie może bydź zażyta szruba bez końca do innych niebieskich obrotów.

Z dwóch tedy przyczyn naybardziey szruba bez końca ma swoie zalecenie, naypierwey: że można nią zwyciężać bardzo wielkie odpory, powtóre, że można długo bieg równy á nieznaczny utrzymywać w ciele iakim. Jeżeliby zaś odpór był słaby, á potrzeba było prędkiego y gwałtownego biegu, łatwo tego dokazać, przyłożywszy się do kołka nayniższego, y do walca CB, odpór zaś do szruby bez końca, kiedy bowiem siła obraca raz walcem C B, szruba, á z nią y odpór 648 razy się obróci, zkąd szybkość niezmierna biegu, iako pospolicie potrzebna iest w silniach do glancowania y obrabiania mosiądzu, srebra lub złota, do szlufowania czyli gładzenia szkła, na robienie wielkich zwierciadeł.

Jak wielorako zaś może służyć szruba bez końca

końca w dziełach do wierzenia prawie trudnych, dopiero do wykonania ledwo podobnych, ieden przykład nam to pokaże, z którego brać miarę y sposób każdy może zażywania tego narzędzia w podobnych okolicznościach. Chowaią do tych czas w Wiedniu Austryackim na wieży Kościoła Swiętego Szczepana silnią, przez którą w roku 1711 wciągniony był na tę wieżą dzwon 35400 funtów ważący. Ta silnia dość mało zastępuie mieysca, bo iest tylko złożona z sześciu krążkow, z iednego kołka zębatego, y z szruby bez końca. A lubo wymiary iey nie są mi wiadome, iednakże ich dochodzić mogę z samego skutku. Ponieważ bowiem ciężar iest 35400 funtów; gdyby miał bydź wyniesiony do góry siłą pomierną iednego tylko człowieka wynoszącą na 50 funtów, trzeba, żeby ta siła powiększona była 708 razy, gdyż 50 rozmnożone przez 708, uczyni 35400, co iest tyle, ile dzwon cały waży, y owszem dla zwyciężenia tarcia sztuczek, ostrości sznurow, y innych przeszkod, lepiey iest, żeby siła była powiększona na 800 razy. Tego zaś powiększenia nie można dokazać żadną silnią poiedyńczą, boby musiała bydź niezmiernie wielka, ciężka, á tym samym do używania trudna. Trzeba tedy było składać różne silnie.

A naypierwey naywygodnieysze do tego zdawały się krążki na wieży przytwierdzone, iako (*w Obraz: 35. Tabl. 3.*) u nich dzwon zawieszony być miał, z których trzy ruchome, á trzy

nieruchome, maią sześć sznurów, a przeto (iakośmy mówili w Posiedzeniu 14.) siła 50 funtów, sześć razy przez nie, iest powiększona, y wynosi iuż na 300, to iest: przez same krążki człowiek mogłby dźwigać 300 funtów. Ale cóż to iest względem danego ciężaru? trzeba ieszcze szukać innych silni, ktoreby tak powiększyły siłę, żeby przewyższała ciężar dzwonu: to iest: żeby rozmnożona przez 300, czyniła więcey niżeli ciężar dzwonu. Na ten koniec obieram sobie do woli liczbę większą daleko od ciężaru dzwonu, naprzykład 43200, którą rozdzielam przez 300, z tego podziału wychodzi mi 144. Zkąd poznaię, że mi trzeba silni takiey, w któreyby chyżość siły była 144 razy większa od chyżości ciężaru. Do czego nayzdatnieysze iest koło zębate z szrubą bez końca, lecz żebym poznał, iak wiele zębów mieć ma koło, iak długa ma bydź rękoieść szruby, szukam dwóch liczb, z których rozmnożonych składa się liczba 144. (według tego co się rzekło na karcie 404) biorę tedy liczbę iakąkolwiek do woli, którąby dzieliła dobrze 144, biorę naprzykład 6, y rozdzielam przez 6 liczbę 144, z tego podziału wychodzi mi 24. Mam tedy dwie liczby 6, y 24, które rozmnożone czynią 144. Jedna liczba z tych pokazuie mi iak ma bydź dłuższa rękoieść szruby, niż połowa rękoieści walca, na którym koło zębate ma bydź osadzone, á druga pokazuie, iak wiele ma bydź zębów w kole.

Jeżeli więc (*w Obraz: 35. Tabl. 3.* u góry do krążków przy-

przyłoży się koło zębate o 24 zębach, u którego walca grubego na 4 cale obkręci się sznur od krążków idący, á u koła zaczepi się w górze szruba bez końca, maiąca rękoieść sześć razy dłuższą, niż połowa grubości walca, to iest: na 12 calów; naypierwey, szruba musi się 24 razy obrócić, niżeli koło obróci się raz, więc siła przez to samo nabywa 24 razy więcey chyżości, niż miała przed tym; powtóre siła władnie 6 razy dłuższym drągiem, niżeli odpór władnący walcem, więc chyżość siły (iuż 24 razy powiększona) znowu się powiększa 6 razy, á zatym, chyżość siły będzie 6 razy 24, to iest: 144; przez co siła ludzka wynosząca na 50 funtów (która przez krążki 6 razy powiększona, wynosiła iuż na 300) ieszcze się powiększa 144 razy; á zatym uczyni: sto czterdzieści cztery razy 300; to iest: będzie na 43200 funtów; á przeto daleko większa, niżeli ciężar dzwonu. Więc ten ciężar przez taką silnią może bydź łatwo podniesiony od iednego człowieka. Który sposób od Archimedesa ma swóy początek, iako o nim zeznaią Pisarze, że podobney silni zażywał na wyciąganie z okrętów naywiększych ciężarów, y podobno same okręty Rzymian nieprzyiaciół podnosił, iako się namieniło w księdze pierwszey w Przemowie.

Ze zaś w wykonaniu podobnych spraw, mogłoby się trafić, żeby iakimkolwiek nie przewidzianym przypadkiem sznury się zerwały, haki się zpękały, y inne narzędzia do tego służące iakokolwiek się nadpsuły, należy więc do rostro-

pności, podstawiac często podpory pod ciężar, gdy się wynosi w górę, podścielać pod nim słomę, lub inne miękkie á grube rzeczy, dla uchronienia szkodliwego upadku ciężaru, któryby był niebespiecznym dla robotników, dla patrzących, y dla domów przyległych. Także dla ułatwienia obrotu w kołkach, w szrubie, smarować ie należy tłustością iaką.

Na dopełnienie tych wiadomości, opuścić tu nie mogę owego narzędzia, które pospolicie u nas *Lewarem* nazywaią; albo, iako się domyślam z Francuskiego słowa *lever*, co znaczy: *podnosić*, albo z Włoskiego *la leva*, co znaczy: drąg do podnoszenia ciężarów; gdyż służy zwyczaynie do podźwignienia y utrzymania wozów ładownych, kiedy albo zawadzą o iaki duży kamień, albo osi smarować trzeba, także w wielkim iest używaniu w woysku na podźwignienie dział, moździerzy &c.

Lubo tu nie wchodzi szruba bez końca, lecz tylko same kołka zębate, czyli szczebliste, iednakże skutek tey siłni iest bardzo znaczny, bo przez nię ieden woziciel, może wóz naładowany 6000 funtami ciężaru sam podnieść. A do tego wygoda z niey wielka, bo dla szczupłości swoiey mało bardzo mieysca zabieraiąc, może bydź zawsze w drogę brana.

Żeby zrozumieć wewnętrzne iey ułożenie, rzućmy okiem na *Obraz.36.Tabl.3.* który ie pokazuie. Pręt żelazny AB podkłada się zwyczaynie głowką A pod powóz lub inny ciężar do podniesienia.

sienia. Za obrotem rękoieści FG, obraca się małe kółko H, które zębami swemi, czyli szczeblami zaczepiaiąc o kołko większe D, obraca ie także. To zaś zaczepiaiąc o zęby pręta AB, y obracaiąc się, podnosi co raz wyżey pręt do góry, á zatym y ciężar na nim wsparty, bo widać z obrazka, że zęby, czyli szczeble kołka D w obrocie swoim coraz pomiędzy inne zęby pręta AB, przypadać muszą, á gdy iuż który ząb pręta przeszedł do góry (chociaż rękoieść przestanie się obracać,) żadną miarą nie może się wrócić na dół, ani ciężarem swoim upadać, gdyż mu zawadzaią zęby czyli szczeble kołka D, o które zawsze zaczepiać musi. Wszystko to zamknięte iest niby w szafce iakiey ustawioney na ziemi, z której tylko na wierzch wychodzi rękoieść, y pręt AB za obracaniem iey.

Teraz, na zmiarkowanie mocy tego narzędzia (o co nam tu naybardziey idzie, gdyż wielu go zażywa, á przyczyn iego skutków nie poymuie) daymy: że połowa grubości kołka H iest na pół cala, długość rękoieści FG iest na 10 calów. Więc chyżość kołka H będzie wynosiła na $\frac{1}{2}$, a chyżość siły do rękoieści przyłożoney będzie wynosiła na 10, albo ieżeli chyżość kołka H iest 1, to chyżość siły do rękoieści przyłożoney, iest 20. Jużci tedy siła w mieyscu G 20 razy się powiększa. Jeżeli znowu kołko H, ma szczeblów, czyli zębów 5, koło zaś D ma

zę-

zębów 70, ponieważ 5 znayduie się 14 razy w liczbie 70, więc kółko H 14 razy się obróci, niżeli koło D obróci się raz; y niżeli pręt z ciężarem cokolwiek się podniesie, więc chyżość siły, ieszcze iest 14 razy większa, niżeli chyżość oporu; á za tym y siła sama (iuż 20 razy powiększona) znowu się 14 razy powiększa, to iest: ze wszystkim powiększą się 280 razy. Jeżeli tedy siła człowieka obracaiącego wyniesie na 50 funtow, powiększona przez tę silnią 280 razy, wyniesie na 14000 funtów, to iest: wystarczyć może na utrzymanie tak wielkiego ciężaru, który daleko przechodzi zwyczayne wozów naładowanie. Y gdyby było więcey kółek ieszcze przydanych, iawna iest, żeby można podnosić tym narzędziem straszne ciężary.

Różne ieszcze, y prawie nie przeliczone mogą bydź sposoby ułożenia silniów ku potrzebie y wygodzie ludzkiey, według przemysłu każdego; który na wiadomościach w tey całey Księdze podanych, iak na gruncie iakim zasadzaiąc swe początki, chciałby zażyć sposobności z przyrodzenia sobie nadaney, do wykonania wielkich czynów na dobro y przysługę Oyczyzny. Długoby było przywodzić te wszystkie silnie; niektóre potrzebnieysze y osobliwsze zachowuiemy sobie do opisania, ieżeli nie w tey, dla szczupłości mieysca, to zapewne w następuiącey Księdze. Tu zaś tym czasem (co do ułożenia ich naypotrzebnieysza iest) wiadomość krótką o sznurach, o mocy, y używaniu ich podamy.

POSIE-

POSIEDZENIE XX.

O używaniu sznurów w różnych silniach.

Nie masz prawie żadney silni, w którąby sznury nie wchodziły, dla czego od wielu między silniami poiedyńczemi, nie tylko się kładzie drąg y równia nakłoniona, ale y sznury, lub cokolwiek ich urząd sprawuie, iako to: łańcuchy, y inne tym podobne rzeczy, maiące długość y giętkość, która ie czyni zdatnemi do iednegoż co y sznury używania.

A lubo sznury same z siebie nie mogą powiększać, ani umnieyszać sprawności w iakieykolwiek sile, iako powiększaią lub umnieyszaią wszystkie silnie; (y tak koń iednakową ma moc, czyli dłuższemi, czyli krótszemi sznurami albo szlami powóz ciągnie, co samo namieniliśmy iuż na karcie 244.) iednakże ponieważ im dłuższy iest sznur, im grubszy, tym też iest cięższy, tym łatwiey się krzywi około srzodka, gdy iest wyciągniony, tym się ciężey zwiia y obkręca; zaczym te trzy rzeczy: ciężar, krzywość, y ostrość sznurów, osobliwszey uwadze podlegać powinny w używaniu silniów, gdyż to są nowe zawady z strony sznurów, które (oprócz samego odporu) siła zwyciężać musi. Y gdybyśmy na nie względu

du nie mieli w wyznaczeniu potrzebney siły, y we wszystkich rachunkach do każdey silni służących, nigdyby skutek zamysłu nie doszedł.

Co do ciężaru w sznurach, mówiliśmy na karcie 79 y 244, że im dłuższy iest sznur lub łańcuch, na którym odpór wisi, tym więcey siły potrzeba na podniesienie go, gdyż sam sznur lub łańcuch przyczynia ciężaru do ciężaru. Przywiązawszy naprzykład do sznuru ważącego 100 funtów, ciężar 1000 funtów, ieżeli go chcę poruszyć, trzeba mi zwyciężyć nie 1000, ale 1100 funtów ciężaru. Odpór ten z ciężkości sznura pochodzący, tym większy iest, im grubszy, dłuższy y nabitszy iest sznur, im więcey ma cząstek w swoiey całości. Są bowiem sznury iak wałki lub rurki, z których dwie, ieżeli będą iednakowey długości y gęstości, á iedna dwa razy grubsza od drugiey; grubsza będzie miała 4 razy więcey cząstek, y 4 razy więcey ważyć będzie niżeli cieńsza, iako się pokazuie w nauce Ziemiomierskiey. Podobnież y w sznurach, ieżeli zamiast iednego grubego na cal, ważącego 30 funtów, zażyię drugiego iednakowey długości y gęstości, lecz dwa razy większey grubości, to iest: na dwa cale, ten będzie ważył 4 razy więcey, czyli 120 funtów. Zaczym na opatrzenie siły potrzebney dla zwyciężenia iakiegokolwiek odporu przez silnią, pilnie uważać należy, na iak długim sznurze odpór wisi, aby ciężar samego sznuru poznać, y siłę przyzwoicie powiększyć, dla zwyciężenia tego ciężaru.

Lecz

Lecz nie tylko ciężar, ale y zkrzywienie sznurów, czyni zawadę w silniach, gdyż przez to, częstokroć siła wzruszaiąca nie w naylepszym położeniu ciągnąć musi, ani całey mocy swoiey wywierać. Gdy naprzykład ciągnie się ciężar przez równią nakłonioną FG (*w Obraz: 37. Tabl: 3.*) pokazaliśmy na karcie 352, że moc siły ciągnącey iest naywiększa w ten czas, kiedy ciągnie drogą AB równoległą, y w iednakowym położeniu z samą równią FG. Lecz kiedy się sznur wyciągnie, im dłuższy iest, tym bardziey ciężarem swoim krzywi się ku ziemi iak AEB, czyli bowiem prosto, czyli z ukosa, choć naymocniey wyciągany będzie z obydwóch końców, zawsze się musi krzywić cokolwiek, y nachylać ku ziemi. Bo ciężar iego sprawuie taki skutek, iako gdyby wiele małych ciężarków zawieszonych było w całey długości sznura, po iednemu w każdym mieyscu, y w każdey iego cząstce. Na ten czas, musiałby się sznur zapewne cokolwiek krzywić ku ziemi, y od prostey drogi ustępować. Ponieważ tedy każda cząstka sznura ma iakąkolwiek ciężkość, te cząstki uszykowane w całey długości sznura, są to ciężarki małe, które go ciągną do ziemi, á naybardziey około środka, bo tam iest zbiór ciężkości sznura złożonego z cząstek iednorodnych, iakośmy mówili w Posiedzeniu 10. Toż samo widziemy w balkach, w drągach, y w szynach długich, które położone na dwóch podporach z obydwóch końców, w środku zawsze cokolwiek się krzywią. A przez tą-

kie zkrzywienie, oczywista iest, że siła władnąca sznurem, ustępować musi od drogi, dla siebie naywygodnieyszey A B; iuż nie prosto ale z ukosa ciągnie, á tym samym słabieie, iakośmy nie raz pokazali.

Prócz tego, ieżeli siła przymuszona iest przez ułożenie mieysca, nie prosto ale z ukosa ciągnąć, tym bardziey słabieie, im krótszym sznurem ciągnie; bo się bardziey w ten czas oddala od prostey drogi. Siła naprzykład ciągnąca z mieysca C, iest słabsza niżeli ciągnąca z mieysca D, gdyż kréśa A C krótsza, bardziey się oddala od prostey drogi A B, niżeli kréśa A D dłuższa, lubo mieysca C,D, równo są wywyższone od ziemi, bo kréśy C L, D L są równe. Zaczym w używaniu silniów, nie tak położenie samey siły, iako położenie sznura lub łancucha, ktorym siła władnie, uważać trzeba, y według niego poznawać osłabienie lub zmocnienie siły. Gdyż ieżeli kréśy C L, D L, znaczyć nam będą siłę stoiącą y ciągnącą, naprzykład: znaczyć będą człowieka, te kréśy, lubo są równe y równoległe sobie, lubo są w iednakowym położeniu względem ciężaru, iednak sznury do nich idące A C, A D, nie są w iednakowym położeniu, á przeto y mocowanie, choć równych sił C L, D L, nie iest równe.

Naywięcey iednak zawady czyni w używaniu silniów ostrość czyli chropowatość sznurów, a przeto naywiększey z strony naszey uwagi wyciąga. Ta pochodzi naybardziey od ciężaru

żaru, ktory natęża sznur; od grubości samego sznuru, od wielkości iego zakrzywienia, y od chyżości, z ktorą się muszą giąć y okręcać sznury w różnych silniach. Jeżeli bowiem ponowiemy doświadczenia czynione na to umyślnie w Paryżu, (*a*) dowiemy się *naypierwey:* że odpór, pochodzący od ostrości sznurów, rośnie tym bardziey, im większe są ciężary, które trzymaią w natężeniu sznur. *Powtóre:* rośnie tym bardziey, im większa iest grubość sznurów. *Potrzecie:* tym trudniey się gną y okręcaią sznury na krążkach lub wałkach, im mnieysze są krążki lub wałki. Ta iednak trudność nie wzrasta zupełnie w mierze iednakowey, do miary umnieyszenia krążków.

Doświadczenie I.

PRzybiwszy w górze do balki, lub do czego gruntownego dwa sznury A, B, (*w Obraz. 38. Tabl. 3.*) równey długości y grubości na trzy kréśki, oddalone od siebie cokolwiek, przytwierdzone u dołu do deszczki C D, na ktorey mogą się kłaść różne ciężary; obkręcam obiema sznurami raz wałek E F, gruby na półtora cala, tak: żeby sznury od wałka szły na dół obydwa iedną stroną. W środku zaś wałka obkręcam nitkę na przeciwną stronę, u ktorey wisi miseczka od szali, na nię kładę ciężary póty, póki wałek nie zacznie się spuszczać na dół.

(*a*) Memoires de l' Academie des Sciences l' année 1699.

Skutek.

WŁożywszy na deseczkę CD, 20 funtów ciężaru, który wyciąga y natęża sznury A,B, żeby wałek się spuścił na dół, trzeba ciężaru G=45 uncyi. Gdy zaś na desce CD, będzie 40 funtów; wałek się nie spuści, póki na G nie będzie 90 uncyi.

Wyłożenie Przyczyn.

PRzenieśmy oko na *Obraz.39. Tabl.3.* który pokazuie obkręcenie wałka iednym sznurem (co bowiem o iednym mówić będziem, toż samo y o drugim rozumieć się ma) Oczywista tedy iest, że wałek, iuż własnym swoim ciężarem, iuż ciężarem *g*, który go ciągnie w mieyscu *f*, usiłuie spadać na dół. Za cóż tedy nie spada, aż póki na *g*, nie będzie 45 uncyi? bo go utrzymuie sznur, ktory go opasuie w koło. Lecz gdyby sznur był doskonale gładki, gdyby się łatwo giął, zapewneby wałek spadł, boby się łatwo na wszystkich częściach sznura, iedney po drugiey ślizgał, y z góry ku dołowi się pomykał. Więc go nic więcey nie utrzymuie, tylko sama ostrość sznura wyciągnionego y natężonego przez ciężar CD 20 funtów (*w Obraz. 38.*) ktory ciężar, kiedy się tyle drugie powiększa aż do 40 funtów, tyle drugie także musi się powiększać ostrość sznura, bo na zwycięzenie iey trzeba tyle drugie ciężaru na *g*, co przed tym, to iest: żeby wałek zwyciężył ostrość sznura, która go wstrzymuie, y żeby wolno upadł, trzeba mu przy-

przydać tyle drugie ciężaru, czyli 90 uncyi na *g*. Ztąd tedy oczywiście poznać, cośmy naypierwey założyli: że ostrość sznurów tak, y w takiey mierze rośnie, w iakiey mierze rośnie natężenie ich, y wyciąganie przez ciężary. Jeżeli natężenie ich iest dwa razy większe, przez zawieszony u nich ciężar dwa razy większy niż przed tym, y ostrość ich także iest dwa razy większa, bo doświadczenie nam pokazało, że na iey zwycięzenie, trzeba dwa razy większey siły niż przed tym. Obaczmy teraz, iako większa grubość sznurów dodaie im większey ostrości.

Doświadczenie II.

ZAmiast tamtych sznurów, zawieszam parę innych równych, a grubych na dwie kréski, (*w Obraz. 38.*) ktore obkręcaią wałek gruby na pół cala, y wyciągnione są przez ciężar 20 funtów na tabliczce CD położony. Potym zawieszam inną parę sznurów połową cieńszych, y obkręcam niemi tenże sam wałek, wyciągaiąc ie tymże samym ciężarem=20 funtów. W pierwszym zaś y drugim razie kładę na miseczkę G, tyle ciężaru, ile trzeba, aby wałek spadał na dół.

Skutek.

KIedy sznury są grubsze, w tenczas trzeba na G 30 uncyi, żeby wałek spadł na dół zwyciężaiąc ostrość sznurów, kiedy zaś sznury są połową cieńsze, trzeba na G tylko 15 uncyi.

Wy-

Wyłożenie przyczyn.

UWażaiąc obkręcony ſznur w koło wałka (*w Obrazku 39.*) łatwo mi w oczy wpada, że ſzerokość wałka *ef*, złączona z ſzerokością ſznura *eh*, ſkłada drąg pierwſzego gatunku, którego podpora ieſt w mieyſcu *e*, tam gdzie dwa końce ſznura ſię zakręcaią. Ciężar *g* ciągnący wałek na dół, władnie drągiem *ef*, ciężar zaś L, wyciągaiący ſznury, a tym ſamym utrzymuiący wałek w gôrze, władnie drągiem *eh*. Drąg *ef* zawſze ieſt iednakowy, czyli ſznury będą grubſze, czyli cieńſze, bo tego ſamego wałka zażywam w obydwóch razach. Lecz drąg *eh* w pierwſzym razie, kiedy ſznury ſą grubſze, ieſt długi na dwie kréſki. W drugim zaś razie, kiedy ſznury ſą połową cieńſze, ieſt tylko długi na iednę kréſkę. Więc ciężar L wyciągaiący ſznury, y władnący drągiem długim na dwie kréſki, w pierwſzym razie ieſt mocnieyſzy, á zatym y oſtrość ſznurów (która według pierwſzego doświadczenia, tak mocna ieſt, iako ciężar L) ieſt tężſza w pierwſzym razie. Dla czego, na zwyciężenie iey, trzeba z przeciwney ſtrony na *g* trzydzieſtu uncyi. Kiedy zaś ſznury ſą połową cieńſze, lubo ciężarowi *g* nic nie przybywa mocy z ſtrony drąga, bo tym ſámym drągiem *ef* władnie, co przed tym, lecz ciężarowi L ubywa połowa mocy, bo władnie drągiem *eh* połową krótſzym, czyli na iednę tylko kréſkę długim, á zatym y oſtrość ſznurów ieſt połową mnieyſza.

Więc

Więc na zwyciężenie iey, y dla pociągnienia na dół wałka, trzeba tylko połowę ciężaru pierwſzego na *g*, to ieſt: 15 uncyi. Ztąd tedy powſzechnie wnieść możemy, że oſtrość ſznurów, nie tak pochodzi od ich ciężaru, gęſtości, y nabicia, iako od ich grubości, przeto im grubſze ſą ſznury (choćby były lekcieyſze) tym większey ſiły potrzeba dla zwyciężenia ich odporu.

Doświadczenie III.

ZAżywaiąc tych ſamych ſznurów, y takim ſpoſobem iak przedtym (*w Obraz: 38.*) włożywſzy na tabliczkę C D, ciężar 60 funtów, któryby ie wyciągał, obkręcam niemi naypierwey wałek ſzeroki na dwa cale, á potym ſzeroki na 1 cal; lecz wałek tyleż ważący co pierwſzy, y kładę na G w obydwóch razach tyle ciężaru, ile trzeba, aby wałek ſię ſpuſzczał. Żeby zaś nitka *f g* (*w Obraz: 39.*) była zawſze w iednakowey odległości od podpory *e* w obydwóch razach, to ieſt: żeby zawſze ciężar *g* iednakowo długim drągiem *e f* władnął, tam gdzie pada nitka, wyrznięty ieſt rowek w wałku.

Skutek.

PRzy piérwſzym wałku grubſzym, oſtrość ſznurów zwycięża ſię ciężarem 114 uncyi na G zawieſzonym. Przy drugim zaś wałku cieńſzym oſtrość ſznurów nie przemaga ſię inaczey, tylko 135 uncyami na G.

Wyłożenie przyczyn.

PONieważ w obydwòch tych razach y sznury są iedne, y ciężar, który ie wyciąga, iest tenże sam=60 funtòw, y ciężar *g* iednakowo długim drągiem *fe* ciągnie. Więc odmiana ostrości w sznurach, którą nam doświadczenie pokazuie, nie może pochodzić zkąd inąd, tylko z odmiany wałków. Kiedy tedy wałek iest cieńszy, (iako w drugim razie) samo oko sądzi, że sznur musi się bardziey na nim giąć y krzywić. To zaś samo gięcie, y zkrzywienie sznura na wałku utrzymuie go, iakośmy widzieli w doświadczeniu pierwszym, bo bez tego zakrzywienia wałekby upadł. Więc ponieważ na wałku cieńszym iest większe sznura zakrzywienie, bardziey się wałek utrzymuie, á zatym większey siły potrzeba na G dla pociągnienia go na dół. Lubo to powiększenie nie zupełnie się zgadza z pomnieyszeniem wałka, gdyż chociaż wałek w drugim razie iest połową cieńszy niż w pierwszym, iednak w drugim razie ostrość sznurów nie iest dwa razy większa, gdyż dla zwyciężenia iey, nie trzeba dwa razy tyle ciężaru na G, ile w pierwszym razie, bo 135 uncyi nie uczynią dwa razy 114.

Te doświadczenia prawidłem nam bydź powinny w używaniu krążkòw, kołowrotòw, y innych tym podobnych silniòw, gdzie bez sznurów obyć się nie można żadną miarą. Oprócz bowiem siły przyzwoitey do ciężaru, według rachunku w tey księdze podanego na każdą silnią, trzeba ieszcze dla przemożenia ostrości sznu-

surów, powiększyć siłę tym bardziey, im większe ciężary się podnosą, im większa iest grubość sznurów, im mnieysze są krążki lub walce, na których się sznury obkręcaią. Ile więc będzie można, lepiey zawsze obierać większe krążki niż mnieysze, gdyż widzieliśmy, że na krążku czyli wałku połową mnieyszym, przybyło odporu na 21 uncyi więcey, niżeli na krążku większym. A do tego, krążki większe nie tyle razy obracać się muszą iako mnieysze, dla czego też nie tak znaczne tarcie czynią na osi, y dłużey służyć mogą.

A ieżeli w krążkach poiedyńczych tak znacznego odporu siła doznaie od samey ostrości sznura raz tylko zakrzywionego, dopiero w wielokrążkach (*iako w Obraz: 1. Tabl: 3.*) gdzie sznur po kilkakroć obkręcony iest; lubo przez wielość krążków siła się znacznie powiększa, iakośmy pokazali w Posiedzeniu 14, iednakże na to mieysce, przybywa iey odporu od wielości sznurów, który odpòr nayznacznieyszy iest w owych wielokrążkach, w których żeby sznury sobie nie zawadzały, od góry co raz idą mnieysze krążki, dolne ruchome, na nich bowiem tym ciężey się obkręca sznur, im mnieysze są, iako nas doświadczenie trzecie nauczyło. Dla tey więc przyczyny lepsze zdaią się do używania wielokrążki takie, iako widać (*w Obraz: 40. Tabl.* 2.) gdzie wszystkie krążki są równe.

Co zaś do sznurów samych, y lin należy, które w różnych silniach maią mieysce, lubo te

iak naymocnieysze bydź powinny, aby mogły ztrzymać ciężary, do których są przywiązane, aby się używaniem y tarciem nie łatwo przedzierały, iednak ponieważ im mocnieysze będą, tym grubsze bydź muszą, im grubsze zaś, tym się trudniey krzywią y obkręcaią, dla tego w zmocnieniu ich, nic nad to bydź nie powinno, gdyż ta moc zbytnia przyczynia im nadaremnie ciężaru, ostrości, y nakładów na ich robotę.

W czym żeby mieć iakiekolwiek oświecenie na poznanie mocy sznurów, każdemu naypierwey wiadomo, że te nic innego nie są, tylko zgromadzenia nieiakich żyłek wyciągnionych, albo z pewnego ziela; iako: z konopi, lnu, albo z robaczków, iako: iedwabie albo z zwierząt, iako: stróny. Gdyby te żyłki czyli nitki mogły mieć długość taką, iakiey nam częstokroć potrzeba, dosyćby było zgromadzić ie w ieden niby snopek, y związać razem bez zaplatania, y w tym stanie podobno łatwieyby się giąć, y krzywić dały: Ale że według różnych potrzeb, trzeba ich długości czasem nadstawiać, muszą bydź koniecznie zaplatane, y zakręcane iedne za drugie; aby części iednego sznura zaczepiały o części drugiego, y w tym stanie były zdolne na utrzymanie ciężaru, lub siły, która sznur ciągnie, bo tak zakręcone, wzaiemnie się utrzymuią, że łatwiey iest sznur zerwać, niżeli nitkę którą wyciągnąć z pomiędzy innych, które ią ściśle z sobą złączoną trzymaią. Tym sposobem, acz z bardzo krótkich nitek, iako to konopnych, lnia-

nianych, wełnianych, y iedwabnych, składać można sznury bardzo długie, bo tak się wzaiemnie utrzymuią, że łatwiey iest sznur w innym mieyscu zerwać, niżeli zepsuć ten związek. Z tak uplecionych pierwszych sznurków, znowu przez zaplecienie kilku, składa się grubszy, á z grubszych kilku, znowu ieszcze grubszy sznur.

Moc tedy sznura zawisła naypierwey od mocy nitek z których się składa, powtóre od wielości ich. Im więcey bowiem ich będzie razem złączonych w iednym sznurze, tym trudniey go zerwać. Wydaie się także ta moc pochodzić od sposobu złączenia nitek, to iest: sznur zdaie się bydź mocnieyszy, kiedy nitki są w nim zaplecione, niżeli gdyby tylko były nitki w nim tak zebrane razem, iako naprzykład w knotach od świécy bez żadnego zaplecienia. Przyczyny, które wkorzeniaią pospolicie w ludziach to mniemanie, są te trzy. *Naypierwey*: że przez zaplecienie czyni się związek mocnieyszy między częściami składaiącemi całość sznura, iakośmy mówili. *Powtóre*: sznur z iednychże nici pleciony, zawsze bywa mocnieyszy im grubszy, przez zaplecienie zaś stale się grubszym, bo skręciwszy razem dziesięć nitek, krótsze prawda będą niżeli nie skręcone, ale też za to grubsze, á tym samym powinnyby bydź mocnieysze. *Nakoniec*: nitki zaplecione, zukosa przypadaią na długość sznura, siła zaś wyciągaiąca sznur, naprzykład ciężar, całą moc swoię wywiera tą drogą, którą idzie długość sznura, więc z ukosa ciągnie nitki, á prze-

przeto w tym położeniu słabieie, y nie tak łatwo wystarczyć może na zerwanie ich.

Jakożkolwiek zdaią się bydź pozorne te przyczyny, któremi y ludzie biegleyśi uwodzili się długo; iednakże ieżeli się poradziemy doświadczenia, iako naypewnieyszego wodza w rzeczach widocznych, gdzie go można zażyć, obaczemy, że ten sposób robienia sznurów przez zakręcone nici, lubo z innych miar wygodny, nie tylko im nie dodaie większey mocy, ale owszem ie bardziey osłabia, niżeli gdyby były w kupę tylko razem zebrane.

Doświadczenie IV.

Z pasma nici białych, iakich pospolicie zażywaią do szycia, wybrawszy cztery lub sześć nitek, ile może bydź wszędzie równych co do grubości, przytwierdziwszy każdą iednym końcem w górze, zawieszam na drugim końcu ciężary do każdey, y dodaię ich póty, póki się nitka nie zerwie, ábym wiedział, co każda poiedyńcza dźwigać może. Po tym złożywszy iednę zerwaną na dwie, y zkręciwszy ią dobrze, aby był sznurek z dwóch nici pleciony, zawieszam u niego ciężary póty, póki się nie zerwie. Także, wiedząc tym sposobem, iak wiele każda nić poiedyńcza dźwigać może, zkręcam ich cztery lub sześć razem, albo (żeby y w tym nie było iakiey niedoskonałości, któreyby się skutek przypisać mógł) daię naylepszemu powroźnikowi do zkręcenia na sznurek, y zawieszam u niego ciężary

żary, póki się nie zerwie. Toż samo czynię z iedwabiem, z wełną &c.

Skutek

Nici zkręcone razem, nigdy nie mogą udźwignąć tyle ciężaru, ile wynosi zebranie tych wszystkich, które każda z osobna dźwigać może. Jeżeli nić iedna mogła dźwigać 4 funty naprzykład, á druga 3, te dwie nici razem zkręcone nie udźwignią 7 funtów.

Wyłożenie przyczyn.

Żeby sznur miał moc tak wielką, iaka iest moc zebrana razem wszystkich nici poiedyńczych, z których się składa; trzebaby, aby ciężar zawieszony u sznura wyciągał każdą nitkę w nim tyle tylko, ile ta nitka z osobna dźwigać może. Naprzykład ieżeli sznurek iest zkręcony z dwóch nici równo mocnych A, B, (*w Obraz: 38. Tabl. 3.*) z których każda z osobna dźwigać może 5 funtów, trzeba, żeby ciężar 10 funtow zawieszony u tego sznurka, dzielił się równo na dwie nitki, y równo ie ciągnął, żeby na nitkę A przypadało do dźwigania 5 funtów, y na nitkę B także 5 funtów. Albo, ieżeli nitka A sama dźwigać może 7 funtów, nitka zaś B 3 funty, kiedy będą zkręcone razem, y ciężar 10 funtow u nich zawieszony, żeby się nie zerwały, trzebaby, żeby ciężar 10 funtów ciągnął nitkę A mocą 7 funtów, nitkę zaś B mocą 3 funtów, to iest: żeby przeciwko każdey z osobna tyle tylko mocy wywierał

cię-

ciężar, ile ona ponieść może. Bo ieżeli nici słabsze, są równo obciążone, y ciągnione od ciężaru iako y mocnieysze, albo ieżeli nici równey mocy, iedne są bardziey obciążone niżeli drugie, natychmiast bardziey obciążone zrywać się muszą, bo większy im iest dany ciężar, niżeli ten, który wytrzymać mogą. Po ich zerwaniu zaraz cały ciężar do dźwigania zostaie się tym tylko, które z początku były mniey obciążone, więc że ten ciężar cały przechodzi ich siłę; y te się muszą zrywać, á tak cały sznur się przerwie.

Wystawmy bowiem sobie w myśli, że ciężar 10 funtów zawieszony iest u dwóch nitek AB, z których każda z osobna może dźwigać 5 funtów. Niech ten ciężar tak nierównie ciągnie nitki, że na nitkę A przypadnie 7 funtów, na nitkę zaś B tylko 3 funty iego mocowania. Oczywista iest, że nitka A zaraz się zerwie, bo tylko może dźwigać 5 nie 7 funtów. Po iey zerwaniu cały ciężar 10 funtów zostanie się do dźwigania nitce B, á ta nie może dźwigać tylko 5 funtów, więc y ta zrywać się musi. Lubo tedy każda z osobna może dźwigać 5 funtów, iednak razem złączone nie udźwigną 10 funtów, chyba że się ciężar równo na nich podzieli, albo (ieżeli będą nie równey mocy) ciągnąć każdą będzie taką tylko mocą; iaką każda wytrzymać może.

Ze zaś nici zkręcaiąc, nie podobno ich tak właśnie uszykować, aby na słabsze mniey ciężaru przypadało, na mocnieysze więcey, aby każdą cię-

ciężar tyle tylko ciągnął, ile wytrzymać może; á do tego, przez zakręcenie wyciągaią się potężnie nici y mocuią, tak dalece: że się czasem w nim zrywaią; więc przez to samo tak słabieią, iak gdyby były ciężarem ciągnione tym większym, im tęższe iest zakręcanie; ieżeli więc przyda się do zkręconych nowy ciężar, iuż nie maią tyle siły na ciągnienie y utrzymanie go, ileby miały, gdyby nie były zkręcone, bo wielką część siły w samym zakręceniu straciły. Ztąd ostrożnośćby bydź powinna, osobliwie w linach grubych, przeznaczonych do utrzymywania wielkich ciężarów, iako: do okrętów, do kotwic, y przy budowaniu, aby ich zbyt nie zakręcać; iawna bowiem iest z tego doświadczenia, że moc sznuru zkręconego (od którey częstokroć zawisło życie wielu ludzi) mnieysza iest daleko, niżeli zbiór mocy wszystkich nitek, które sznur składaią.

Lecz niepodobna iest wyrachować y miarkować doskonale, iak wiele mocy umnieysza w sznurze każde zakręcanie, gdyż to umnieyszenie zawisło od wielu nierówności, które pod rachunek podpadać nie mogą, bo nie są iednakowe w każdym zakręceniu. Przynaymniey z tego doświadczenia ten pożytek brać trzeba, że ieżeli iednakowo wygodnie zażyć można, y równo wyciągać kilka sznurków niezkręconych, te większy skutek sprawią, y większe mocowanie wytrzymaią, niżeli gdyby razem zkręcone były w ieden grubszy sznur.

A lubo nie możemy z pewnością stanowić iaka iest moc naprzykład liny iakiey, można iednak z tego doświadczenia zgadnąć, iakiemi granicami ta moc iest określona. Odkręciwszy iey kawałek u iednego końca, y doświadczywszy, iak wiele ciężaru ieden sznurek z niey dźwigać może, naprzykład 10 funtów, ieżeli rozmnożemy potym ten ciężar przez liczbę sznurków składaiących linę, naprzykład przez 30, wynidzie nam liczba 300 funtów, któreby sznurki wszystkie z osobna dźwigały każdy po 10. Ztąd tedy bespiecznie wnieść można, że lina nie utrzyma 300 funtów.

Jeżeli wielą sznurami razem ciągnie się iakl znaczny ciężar, widzieliśmy, że się prędko zrywaią, kiedy nie równo wszystkie są ciągnione, w takich więc okolicznościach naywiększe oko bydź powinno na równe ciągnienie.

Zamilczeć tu nie można, że moc liny zkręconey lubo iest sama w sobie mała (iako się pokazało) często iednak powiększona bywa w potrzebie sposobem bardzo łatwym. Doświadczenie nas nauczyło, że sznury zmaczane zkrócone bywaią w swoiey długości, á przez to samo mogą podźwignąć wielkie ciężary. Albowiem przez wodę, y wszelką wilgoć nadymaią się mocno, gdy woda wchodząc pomiędzy nitki uszykowane wzdłuż sznura; rozpiera ie, oddala od siebie tak; że które były w długości sznura, idą na bok po obydwóch stronach, przez co, długości iego się umnieysza, á grubości przybywa.

Jeże-

Jeżeli przez Drobnowidz uważać będziem iednę naycieńszą nitkę wyciągnioną z konopi, (z których nitek wielu robią się nici, á z nici kręcą się sznury,) obaczemy: że ta nitka iest na kształt rurki dętey wewnątrz, gdzie nie gdzie tylko maiąca pęczki małe. Póki ta rurka będzie osadzona w swoiey latorośli żywey, napełnia się wilgocią z ziémi pochodzącą, która daie wzrost y czerstwość drzewom. Lecz gdy latorośl wyrwie się z ziémi, ta wilgoć pomału niknie z rurki, y wybiega bokami przez dziurki iey, którey mieysca powietrze grubsze nie może zastąpić w rurce, bo wiemy z doświadczenia, y pokazaliśmy w Księdze pierwszey na karcie 150, że woda przechodzi czasem tam, gdzie powietrze przeyść nie może. Mieysca więc te między pęczkami, po wyiściu wilgoci będąc prawie próżne, rurka ustawicznie iest uciskana zwierzchu wkoło od powietrza, któremu równie mocne powietrze nie opiera się wewnątrz, bo go tam nie masz, gdy tedy woda do rurki dóydzie przy zmoczeniu sznura, powietrze powierzchowne gwałtownie ią popycha, y wciska w sznur przez dziurki.

Kiedy więc kilka lub kilkanaście takich nitek zkręci się robiąc sznur, z tych mieysc próżnych, w każdey nitce ułoży się wielka liczba komórek różnie idących, na krzyż, z ukosa (*iako w Obraz: 40. Tabl: 3.*) każda z tych komórek napełniaiąc się wodą w srzodku, y nadymaiąc końce ich BC, muszą się zbliżać do siebie, y cały sznur musi się zkracać.

Teraz, na zmiarkowanie, iak wiele ciężaru może podnieść sznur zmaczany, zmierzywszy przed zmaczaniem iego grubość y długość, naprzykład: niech będzie gruby na cal 1, długi na 6 stòp. Po zmaczaniu zaś, niech się tak nadmie, że na dwie kréski grubości iego przybędzie, á długości ubędzie na 1 cal. W tym razie sznur zkręcaiąc się tak, może podnieść 574 funtòw ciężaru. Sznur bowiem długi na 6 stòp, á szeroki na 1 cal, ma prawie $222\frac{1}{2}$ calòw czworograniastych wierzchu swego całego (iako pokazuią Ziemiomiernicy) ktòry iest zewsząd wkoło obtoczony od powietrza popychaiącego wodę w sznur. Pokażemy zaś w Posiedzeniu osobnym, że cała wysokość powietrza nad ziemią rozciągnionego, iest równego ciężaru z żywym srébrem w rurce szklaney zawieszonym y rozciągnionym prawie na 27 calòw y pòł, ieżeli tak cienki weźmiemy słupek powietrza, iak cienka iest wewnątrz rurka szklana, co nazywamy z Greckiego *Barometrum*, á po polsku mogłoby się nazwać wygodnie *Powietrzomiar*, o czym rzecz nam będzie na swoim mieyscu. Jeżeli naprzykład rurka szklana, na którey się wspiera y powietrze, y żywe srébro, iest szeroka na ieden cal czworograniasty, w ten czas, ponieważ żywe srébro w niey rozciągnione na $27\frac{1}{2}$ calòw, waży 15 funtòw y pół, iako doświadczono nie raz, więc

więc y cała wysokość powietrza na tey rurce wspartego y rościągnionego w gòrę na wiele mil (iakośmy mòwili na karcie 320,) ważyć będzie 15 funtów y pół.

Zeby tedy porachować, iak wiele ważyć będzie powietrze wsparte na całym wierzchu sznura, y obtaczaiące go wkoło, trzeba uczynić to ułożenie, według praw ziemiomierskich. Jeżeli słup powietrza wsparty na iednym calu czworograniastym, czyli gruby na ieden cal czworograniasty, waży $15\frac{1}{2}$ funtòw; słup powietrza wsparty na całym wierzchu sznura wynoszącym na $222\frac{1}{2}$ calów czworograniastych, czyli gruby na $222\frac{1}{2}$ takich calów, iak wiele ważyć będzie? nazywaiąc tedy ten ciężar niewiadomy x, piszę 1 : $15\frac{1}{2}$ :: $222\frac{1}{2}$: x: Gdzie rozmnożywszy dwie srzednie liczby, y rozdzieliwszy przez pierwszą, wynidzie x = 3448 funtòw. Więc ztąd dochodzę, że taka iest bryła powietrza powierzchownego, popychaiącego y pędzącego wodę w sznur, kiedy go w niey zanurzę.

Ponieważ zaś to powietrze na dwie kréski pędzi wodę w sznur, gdyż grubość sznura na dwie kréski rośnie, więc ma chyżości na dwie kréski. Jeżeli tedy rozmnożemy tę bryłę znalezioną powietrza, przez iego chyżość = 2;

będzie cała siła powietrza wynosić na 6896 funtów. Tey sile opiera się ciężar zawieszony u sznura, chyżość zaś ciężaru tego wynosi na 1 cal, czyli na 12 kréśek, gdyż sznur przez zmaczanie, na 12 kréśek się zkrócił, á za tym y ciężar na 12 kréśek podniósł się od ziemi; żebym więc doszedł tego ciężaru, z wyższych wiadomości czynię takie ułożenie: tak się ma siła wzrusząiąca 3448 do ciężaru = x, iako chyżość ciężaru = 12 do chyżości siły = 2, czyli 3448 : x :: 12 : 2. Gdzie rozmnożywszy pierwszą liczbę przez ostatnią, y rozdzieliwszy potym przez 12, wynidzie z tego podziału ciężar $x = 574\frac{2}{3}$ funtów. Zkąd poznaię, że ten sznur przez zmaczanie samo takiey mocy nabiera, iż może podnieść $574\frac{2}{3}$ funtów ciężaru. Im się zaś mniéy zkróci po zmaczaniu, tym większy ciężar podniesię, lubo nie do tak wielkiey wysokości. Daymy bowiem, że się tylko zkróci na 6 kréśek, więc w wzwyż wyrażonym ułożeniu, chyżość ciężaru będzie 6, y zamiast 12 napisawszy 6, á po rozmnożeniu pierwszey liczby przez ostatnią, rozdzieliwszy przez 6, będzie ciężar x = 1148 tyle drugie większy.

Ztąd się iawnie poznaie przyczyna tego, cośmy przytoczyli w Księdze piérwszey, na karcie 94, dla czego, y iakim sposobem tak nikczemna siła, iaka iest kropelek wody wkradaiącey się pomię-

pomiędzy czystki sznura y lin, może wystarczyć na poruszenie naywiększych ciężarów, naprzykład: okrętów, przy brzegach morskich, dobrze naładowanych, na rozerwanie wielkich bałwanów kamieni młyńskich. Y owszem nikomu dziwno nie będzie, co niektórzy Pisarze świadczą, że gdy Papież Sixtus V kazał w Rzymie stawiać słup Egypski graniasty, z iedney sztuki kamienia, pozostały od dawnych Rzymian (*obeliscus*) około roku 1588 przed Kościołem S. Piotra (*a*) Dominik Fontana sławny Rzemieślnik, wziął przed się wykonać tak trudne dzieło, bo ciężar słupa samego wynosił na 956148 funtów, oprawa zaś słupa do tey roboty służąca, wynosiła na 50000 funtów. Zaczym cały ciężar do podniesienia był na milion sześć tysięcy sto czterdzieści ośm funtów. Pod tak strasznym ciężarem sznury się mocno powyciągały, że prawie niepodobna było poruszyć go z ziemi. Już robotnicy zaczęli opuszczać ręce, rospaczaiąc o przywiedzeniu do skutku swoiey pracy, á w tym ktoś z ludu krzyknął, áby zmoczyć sznury, usłuchano tey rady, zmoczono sznury, które wzra-

staiąc

(*a*) Od roku 1586, do roku 1588 za staraniem tegoż samego Fontany, stanęły cztery takowe słupy Egypskie w Rzymie, które długo w rozwalinach leżały. Pierwszy, który był za dawnych Rzymian na górze *Vaticanus* nazwaney, postawiony iest przed Kościołem S. Piotra. Drugi, który był przed tym na grobie Augusta Cesarza, postawiony iest przed Kościołem S. Rocha. Trzeci, który był na wielkim dawnych Rzymian Rynku, (*in Circo maximo*) postawiony iest przed Kościołem S. Jana na Lateranie. Czwarty, z tegoż samego Rynku, wystawiony iest przed Kościołem Panny Maryi, nazwaney tam: *Santa Maria del Popolo*

ſtaiąc w grubość, á kurcząc ſię wzdłuż, poruſzyły z ziemi tak wielki ciężar, podnioſły go na zgotowany podſtawek, na którym łatwo potym uſtawiony był tak, iak go do tych czas widać. Cała ta robota wykonana była przez 40 kołowrotów, 80 koni, y 900 ludzi. Przykład ten maczania ſznurów bydź może wielką pomocą w różnych okolicznościach, na podźwignienie od ziemi iakiego ciężaru, aby pod niego co podſtawić, lub na inne mieyſce go przenieść.

Lecz nie tylko ten ſkutek ſprawuie w ſznurach wilgoć, że ie zkraca, przezwyciężaiąc ciężary, które ie wyciągaią; ale też y odkręca ie cokolwiek, y w tych obydwóch ſkutkach czyni nam ie użyteczne, iako ſami doświadczyć możemy.

Doświadczenie V.

DO balki w izbie, lub do czego gruntownego przytwierdziwſzy ſznur z konopi, y ſtronę grubą z kiſzek baranich, tak długie obydwie, żeby ciężary u końców ich na dole zawieſzone dotykały ſię ziemi. Nad ciężarami włożyć potrzeba poprzek iaką ſkazówkę z drótu lub z papieru, y zmaczać dobrze ſznury gębką pełną wody, lub chuſtką w całey ich długości.

Skutek.

ZNać oczywiście naypierwey, że ſię ſznur y ſtrona po zmaczaniu zkracaią, bo ciężary znacznie od ziemi odſtępuią, iednakże bardziey ſię zkraca ſznur z konopi, niżeli ſtrona, gdyż ciężar

żar u niey zawieſzony, nie tak wyſoko ſię podnoſi, iako ciężar ſznura. Także odkręcaią ſię y ſznur y ſtrona, co nam iawnie pokazuią ſkazówki obracaiące ſię w przeciwną ſtronę tey, w którą ſznur zkręcony ieſt.

Wyłożenie przyczyn.

ZTego, cośmy wyżey mówili, łatwo ieſt dać prawdziwą przyczynę tych ſkutków. Przez moc y popychanie powietrza powierzchownego woda ſię wkrada w dziurki ſznurów, rozpiera y oddala od ſiebie cząſtki ich, przez co ſznur ſtaie ſię grubſzym. Lecz ponieważ ieſt plecionym y zakręconym, żyłki nitek różnie ſię w nim na krzyż, y z ukoſa układaią przez zakręcenie, y węzły nieiakie po wielu mieyſcach z ſiebie czynią, do których woda nie mogąc tak prędko ſię przedrzeć, napełnia co raz bardziey ſzérſze mieyſca y przeſtronieyſze między temi węzłami, rozpycha ie y nadyma w bok po obydwóch ſtronach; co nie może ſię dziać inaczey, tylko: że części, które ſą u góry, idą cokolwiek na dół, á części dolne idą do góry, y cały ſznur ſię zkraca, choć go ciężar zawieſzony wyciąga. Tak właśnie: iako gdy ſiatkę rozciągam wſzérz, tym ſamym muſi ſię kurczyć wzdłuż. Że zaś woda nie tylko wchodzi w ſame żyłki wewnętrzne nitek ſkładaiących ſznur, ale też pomiędzy ſame nitki y ſznurki cieńſze, z których ſię kręci ſznur, przeto rozſzerza ie, y rozłącza tak, że ſię oddalać nieco od ſiebie muſzą y odkręcać.

Dziwna to zda się bydź z pierwszego spoyrzenia, że kropelki wody przemagaią ciężar zawieszony u sznura, y zkracaiąc sznur, podnoszą ciężar. Lecz uważać mamy, że skutek ten nie razem się sprawuie, ale powoli kropelki wody iedna po drugiey wpaiaią się w sznur, coraz więcey ich przybywa, że tedy siła wody ustawicznie rośnie, á odpòr, czyli ciężar do podnieienia, iest w iednakowym stanie, niedziw: że siła przezwycięża.

Jeżeli sznur ułożony iest z nitek takich, które nie tak bardzo mogą się rościągać pod ciężarem, iako naprzykład z konopi, z iedwabiu, taki sznur zmaczany bardziey się zkraca, y zkracaiąc się, większy ciężar podnieść może, lub do większey wysokości. Lecz ieżeli sznur składa się z nitek, które mogą się znacznie rozciągać na wszystkie strony, iako są żyły zwierzęce, taki sznur po zmaczaniu nie zkraca się tak bardzo iak pierwszy. Y dla tegoć widzieliśmy, że ciężar na stronie zawieszony po zmaczaniu iey, nie tak wysoko się podniòsł, iako ciężar na sznurze, gdyż żyłki składaiące stronę, łatwo się zewsząd rozciągaią tym bardziey, im większą wilgoć w sobie maią, w którey tęgość y twardość ich mięknieie. Lubo zaś nie tak się wysoko podnosi ciężar zawieszony u strony, iak u sznura, iednak zawsze się podnosi, y zawsze, w widzących ten skutek pierwszy raz, podziwienie sprawuie. Lecz ieżeli powietrze (lubo z słabszych cząstek złożone) tego samego dokazaćby mogło przez sznury, gdyby miało do nich tak wolny przystęp iak woda? ieżeli siła iego iest zdolna na podnieśienie tym sposobem wielkich ciężarów, á iakże nie ma bydź zdolna siła wody? Jedno doświadczenie nam tę rzecz zupełnie obiaśni.

Doświadczenie VI.

ZŁączywszy dwie pęcherzyny przez rurkę małą z obydwóch stron otwartą, zawieszam ie prosto, przydaiąc im u dołu ciężar znaczny, który, niżeli się pęcherzyny nadmą, wspiera się na podstawku. Nadąć potym komu każę pęcherzyny przez rurkę E (*w Obraz: 41. Tabl: 3.*)

Skutek.

GDy człowiek miernego tchu nadmie pęcherzyny, tak się rozciągaią wszerz, á skracaią się wzdłuż, że podniosą ciężar 60 funtów. Gdy zaś człowiek mocnieyszych pierś. ie nadmie, mogą podnieść 120, lub 130 funtów.

Wyłożenie przyczyn.

JAk prędko powietrze wchodzi w pęcherzyny wpuszczone przez rurkę E, natychmiast rozciąga po bokach każdą pęcherzynę, y oddala od siebie części ich AA, BB, które gdy się oddalaią, muszą się zbliżać do siebie końce ich *ee*, y każda pęcherzyna musi się w długości kurczyć, á przez to samo ciężar się musi podnosić. Ten bowiem ciężar siłowaniem swoim do środka

ziemi ciągnąc na dòł wszystkie cząstki pęcherzyn; odpòr, ktòry czyni sile powietrza podnoszącey go, rozdziela się równo na wszystkie wierzchy pęcherzyn, dziurka zaś w rurce *E e*, przez ktòrą powietrze wchodzi, iest bardzo małą cząstką tych wierzchòw, y ieżeli będzie tylko naprzykład tysiączną cząstką, więc tysiączna tylko cząstka ciężaru zawieszonego na dole, opiera się wchodzącemu powietrzu. Tak mały tedy odpòr powietrze łatwo zwycięża, y wchodzi iedno po drugim w srzòd pęchęrzyn. Y dla tegòż pęcherzynę niektòrzy między silniami rachuią, że przez nią można podnosić wielkie ciężary. Co samo y inszym sposobem się wykonywa. Jeżeli bowiem do czterech rurek kròtkich schodzących się y łączących w iednę rurkę przydłuższą, przywiążemy cztery pęcherze, gdy ciężar iaki z mieysca poruszyć lub podnieść trzeba, wsunąwszy pęcherze pod ciężar, y nadąwszy ie mocno przez rurkę przydłuższą, ciężar cały podniosą na sobie do takiey wysokości, że można będzie wałek pod niego podsunąć dla łatwieyszego pomykania, lub sznur podwiązać dla dalszego windowania w gòrę. Ze zaś iednym tchem nie można tyle powietrza do rurki wpuścić, ile potrzeba, aby ciężar podniesło, przeto, w rurce nie daleko ust bydź powinien albo kurek, ktòryby zakręcony powietrza iuż wepchniętego nie wypuszczał, albo zapòrka (*Valvula, la Souppape*) iaka bywa zwyczaynie w wodociągach, ktòraby za dmuchaniem w rurkę, sama się otwierała, y od naci-

ciskania powietrza tam wpuszczonego, znowu zamykana była, aby które raz wnidzie powietrze, wyniść z tamtąd nie mogło.

Jaką tu siłę wywiera powietrze przeciwko bokom pęchęrza każdego A A, B B, (*w Obraz: 41.*) takąż y ieszcze nierównie większą wywiera woda (ile że mocnieysza) pomiędzy żyłami nici y sznurów. Y dla tegoć, płótna nowe po pierwszym praniu zwykły się kurczyć. Toż samo się dzieie y w suknach skropionych wodą; aże pospolicie tak są robione płòtna, sukna, y iedwabne sztuki, że nici w nich na krzyż się przeplataią, przeto po skropieniu, bardzo nierówno ze wszystkich stròn się kurczą. Ztąd także pochodzi owa trudność, ktorą doznaiemy w zdeymowaniu rękawiczek z rąk zpoconych, lubo łatwieyby się powinny ślizgać y zmykać po ręce mokrey, niżeli po suchey, gdyby pot nie przechodził wsrzòd rękawiczki, lecz przechodząc tam, rękawiczka się kurczyć musi.

Te, y tym podobne doświadczenia, nie tylko mogą bydź zażyte do zwyciężenia wielkich odporów, iakośmy widzieli, ale też otworzyły pole do poznawania stanu, w ktòrym się powietrze każdego czasu znayduie, czyli iest wilgotne, czyli suche. Jak prędko bowiem zaczęto uważać pilniey, iuż wilgoć wydaiącą się czasem na wierzchu kamieni, marmurów; iuż strony dobrze przedtym natężone, á potym nagle zwolnione; iuż drzwi, okna, przedtym dobrze przystawaiące do swoich mieysc, á potym lub zbyt prze-

ſtrono, lub zbyt ciaſno y z trudnością tam wchodzące; nakoniec ſznury niekiedy krótſze á ſzerſze, niekiedy zaś dłuższe y węższe, czaſem ſię zakręcaiące, á czaſem odkręcaiące, y inne podobne ſkutki, łatwo było ztąd wnieść, że ſtan powietrza w którym żyiemy, y którym uſtawicznie tchniemy, muſi ſię bardzo często odmieniać; y narzędzie, któreby nam pokazywało do oka te odmiany, nie byłoby bez pożytku.

Ze zaś widzieliśmy w piątym doświadczeniu, iż na ſznurze bardzo znaczne ieſt zkręcenie, y odkręcanie ſię po zmaczaniu iego; nayzdatnieyſzy więc do tego zdawał ſię ſznur, áby przez te w ſobie odmiany, pokazywał nam: czyli wilgoć, czyli ſuchość panuie na dworze. Nie trzeba bowiem ſznura maczać, aby ſię kurczył wzdłuż, y odkręcał, doſyć ieſt wynieść go na wilgotne powietrze, á to ſamo (lubo nie tak ſzybko, lecz tak nieomylnie) na ſobie nam pokaże, cośmy widzieli, zmoczywſzy go dobrze. Wilgoć bowiem powietrza, nic innego nie ieſt, tylko cząſtki wody trzymane w powietrzu, które, gdy napełnią ſznur, równie go kurczyć y odkręcać muſzą; iako gdyby był w wodzie zmaczany. Przez co, ſłużyć może na mierzenie wilgoci w powietrzu, czyli iey przybywa, czyli ubywa od dnia do dnia. Narzędzie to z Greckiego *Hygrometrum*, może ſię po polſku nazwać *Wilgoćmiar*, to ieſt: miara wilgoci. Różne ſą iego kſztałty y ułożenia, iednakże nayiſtotnieyſzą częścią ieſt w nim zawſze ſznur, czyli ſtrona, albo gębka, albo deſ-

ka.

ka. Y dla tego, troiaki ieſt wilgoćmiar.

Pierwſzego ſporządzenie może bydź bardzo łatwe, doſyć bowiem ieſt ſznur na 5 lub 6 łokci długi y nie zbyt natężony, zawieſić dwiema końcami na wolnym powietrzu, w mieyſcu iednak od deſzczu beſpiecznym; w ſrzodku ſznura na drucie ſpuścić ciężarek iaki kończaſty. Gdy tedy ſznur wilgocią naydzie y ſkurczy ſię; ciężarek muſi ſię podnoſić do góry, gdy zaś ſznur oſuſzony opuści ſię y zwolnieie, ciężarek pòydzie na dòł. Więc na tabliczce przyległey, y podzieloney na równe cząſtki, iako (w *Obraz. 42. Tabl.* 3.) zkazować będzie, przez podnieſienie ſwoie do góry: ſtopnie wilgoci; á przez ſpuſzczenie ſię na dòł: ſtopnie ſuchości; które liczbami można naznaczyć, w ſrzodku zaś tabliczki piſzą ſię oczka, czyli żadna ſię liczba nie piſze, bo ztamtąd zaczynaią ſię rachować do góry ſtopnie wilgoci, á na dòł ſtopnie ſuchości. Tak więc należy uſtanowić tabliczkę przy ſznurze, aby wyciągnąwſzy go miernie, ani nazbyt tęgo, ani nazbyt wolno, ciężarek końcem ſwoim ſtawał w ſrzodku na oczkach. Komu zaś miło ieſt, áby nie wychodząc z ſwego pokoiu, poznawał te odmiany powietrza, może zewnątrz na murze pod dachem budynku zawieſić iednym końcem ſznurek cienki, á drugi koniec iego przewlec przez dziurkę małą do ſwoiey izby, w którey dwa krążki oſadziwſzy na ścianie, ieden wyżey, á drugi niżey, przewlec przez nie ſznurek, y na końcu iego ciężar bliſko dwóch funtowy zawieſić. Naznaczywſzy na mu-

rze

rze za sznurkiem stopnie wilgoci, tak iako wyżey.

Różne zabiegi od wielu czynione na wydoskonalenie Wilgoćmiaru, dały pobudkę Xiędzu Magnan Zakonu S. Franciszka z Pauli Nauczycielowi niegdyś w Rzymie Filozofii, do wymyślenia iednego wilgoćmiaru, którego istotną cząstką iest kłos leśnego owsa zakręcony na iakiey igiełce, ta stawia się, y wbiia mocno w dno maley puszki okrągley przygłębszey, całey zamkniętey, w środku tylko przedziurawioney, aby koniec igiełki z małą odrobiną kłosa na wiérzch wychodził. Na igiełce, y na tey odrobinie kłosa z wierzchu, osadza się środkiem strzałka lekutyńka, naprzykład z papieru we dwoie kleionego, na ten kształt zrobiona, iak bywaią magnesowe w puszkach. Rozdzieliwszy więc całą okrągłość wiérzchu, czyli tarcz puszki na 60 części równych, według wilgoci lub suchości na dworze, kłos będzie się zakręcał lub odkręcał, y strzałka będzie się obracać po wiérzchu, czyli po tarczy na kształt zegaru. Gdziekolwiek tedy stanie, pokaże końcem swym liczbę na tarczy naznaczoną suchości, lub wilgoci. Na wilgoć bowiem obracać się będzie od wschodu przez południe ku zachodowi. Na suchość zaś obróci się od wschodu przez północ ku zachodowi. Więc od wschodu ku południowi, trzeba napisać na tarczy stopnie wilgoci; od wschodu zaś ku północy, stopnie suchości. Wielką sławę miał z początku ten wilgoćmiar, gdyż biég iego iest bardzo znaczny. Zbliżywszy go na dwa łokcie do ognia,

tak

tak widocznie się obraca, że z miłym podziwieniem trzeba na to patrzeć.

Dla czego Balthazar Monconys w opisaniu swoich podróży powiada, że Toricelli (ów sławny Włoch w Rzeczypospolitey nauk, który tak dziwne skutki wynalazł powietrza; o czym nam będzie rzecz na swoim mieyscu) darował mu przeieżdżaiącemu, garsztkę takich kłosów, które Monconys przyiął od niego za naywiększą łaskę, bo u mądrego człowieka nic nie masz podłego, ile w tenczas, kiedy sam dawca przymnaża darowi szacunku. Anglicy zamiast owsa takiego, zażywali słomy ięczmienney. Jednakże nie długo trwało zalecenie takiego wilgoćmiaru, gdyż uznano potym, że się to nie udaie, tylko na kłosie ieszcze zielonym y niedoyzrzałym, którego mieć zawsze nie można. Przecięż ten wynalazek służył na opatrzenie inszego.

Uważaiąc bowiem Sturmius, że bieg strzałki pochodził od zakręcania się, y odkręcania żyłek kłosa w wilgoci lub w suchości, wziął stronę od lutni, y przytwierdził ią do dna puszki iednym końcem (*w Obraz: 43.Tabl.3.*) á drugim na wierzchu do rąk Osòbki papierowey, wolno, y przestrono osadzoney na iakim pręcie. Strona przechodząc przez szparę u brzegu tarczy w koło podzieloney na równe części, pokazywać może łatwo wilgoć, lub suchość z obrotu osòbki, y obchodzenia widocznego strony w szparze wkoło tarczy. Rzecz cale ciekawa iest, trzymać naypierwey ten wilgoćmiar w głębokim iakim

lochu, lub sklepie wilgotnym, á potym na suche mieysce go przenieść. Obrot bowiem osòbki iest tak wielki y tak szybki, że prawie trudno wierzyć, aby ten skutek z wilgoci, lub suchości pochodził, dla czego też Sturmius przekłada ten wilgoćmiar nad wszystkie inne, częścią: że iest nayznacznieyszy co do oka, częścią: że naytrwalszy, ktòry może bydź odmieniany ròżnemi sposobami.

Naprzykład do ręki sztucznie wyrobioney w gòrze przytwierdziwszy sznur, lub stronę, á drugi koniec iego przewlòkszy przez kulkę ołowianą, lub żelazną, ieden prawie funt ważącą, przybić go do deseczki ròwney okrągley na części podzieloney wkoło, żeby kulka na desce leżała, do kulki przyprawiwszy skazòwkę, ta obracaiąc się za obrotem sznura, pokazywać będzie stopnie wilgoci, lub suchości.

Lecz nie czyniąc tyle zachodów, można poznać odmianę powietrza, nastroiwszy stronę na skrzypcach ròwno z głosem piszczałki iakiey, ktòra nie iest tak bardzo podległa odmiennościom powietrza. Jeżeli bowiem po nieiakim czasie, naprzykład nazaiutrz strona nie zgadza się z piszczałką, znak to iest pewney odmiany na dworze; gdy strony brzmienie będzie grubsze, iest znak suchości; gdy będzie cieńsze; niż piszczałki głos, iest znak wilgoci, ktòra stronę wzdłuż zkraca, y bardziey natęża.

Lubo niektòrzy piszą, że za nastąpieniem suchości, brzmienie strony iest cieńsze, za nastąpieniem

pieniem wilgoci iest grubsze; toćby była nieomylna, gdyż powszechnie doświadczamy, że skòry, chrząstki, y żyły zwierzęce, iako strony, pęcherze, rozciągaią się w wilgoci, á kurczą się w suchości; lecz ten skutek pokazuie się tylko w niekręconych, kiedy zaś są zkręcone (iako zwyczaynie bywaią strony do grania) tegoż samego doznaią na sobie, co y sznur z konopi, to iest: że się kurczą w wilgoci, á rozciągaią się w suchości; (*b*) bo tym samym, że wilgoć rozciąga ie wzdłuż pòki są ieszcze nie kręcone, iak prędko się zkręcą w kòłka, y niby w ślimaka, to samo powiększenie długości w nitkach przez wilgoć, przyczynia im razem skręconym grubości. Więc grubość ich tak, y tyleż się powiększyć musi, ileby powiększona była długość, gdyby nie były zkręcone. Jeżeli zaś grubość się powiększa, tym samym długość w zkręconych kurczyć się musi.

Ktoby ieszcze chciał pod kształtem pięknego zegaru ściannego mieć podobne narzędzie, y nim pokoie zdobić, przytwierdziwszy stronę do czego gruntownego iednym końcem, á drugi przez tarcz zegarową przewlòkszy (*w Obraz: 44. Tabl: 3.*) na niey skazówkę letką ruchomą osadzić trzeba, ta obracaiąc się po tarczy podzieloney na ròwne części; gdy się sznur kręci, lub odkręca, według suchości powietrza, lub wilgoci, skazywać będzie stopnie iey w izbie, lubo większa część strony może bydź na dworze, albo w sieni.

W ròżnych ieszcze innych ciekawych, y

(*b*) Desaguliers Tom II. pag. 333.

pięknych kształtach widzieć się dają wilgoćmiary, w których ſtrona cały ſkutek ſprawia. Naprzykład w bani ſzklaney u wiérzchu ſzczupłe otwarcie maiącey, bydź może zawieſzona ſtrona w tym ſamym otwarciu, aby na wiérzch ieden koniec iey przechodził; u drugiego zaś końca na dole zawieśmy ſrzodkiem ſwoim niby talérz drewniany okrągły, aby proſto poźiemnie od ſtrony wiſiał; okrąg iego ma bydź podzielony w koło na 60 części równych, żeby 30 części było ſuchości, y 30 wilgoci, a przybliżywſzy to wſzyſtko do ognia, w którą ſtronę obracać ſię talérz będzie, po tamtey ſtronie, napiſać trzeba ſuchość, á na przeciwney ſtronie wilgoć. Z tych podziałów poznawać ſię mogą ſtopnie wilgoci, lub ſuchości, gdy rączka z boku przyprawiona na iakim podſtawku; palcem ſkazować ie będzie. Według mnieyſzey bowiem lub większey wilgoci na powietrzu panuiącey, ſtrona ſię kręcić, lub odkręcać, á z nią y talérz cały w prawą lub w lewą obracać ſię muſi, która tedy liczba z tey, czyli z inney ſtrony, pod palcem wyciągnionym rączki ſtanie, ta będzie liczba ſtopniów ſuchości, lub wilgoci. Dla tego zaś ſtrona z talérzem przykrywa ſię banią ſzklaną, aby wiatr (który ieſt zawſze mnieyſzy, lub większy w każdey izbie) nie poruſzał talérza, lecz ſama tylko wilgoć lub ſuchość. Taki wilgoćmiar widziany był niegdyś w Wiedniu w pałacu Ceſarſkim.

Niektórzy zamiaſt talérza, wieſzaią u ſtrony wewnątrz bani ptaſzka ſztucznie wyrobionego,

nego, który obracaiąc ſię; ſkazuie dziobem ſwoim ſtopnie wilgoci, y ſuchości około bani naznaczone. Albo chcąc ieſzcze miłſzy patrzącym widok zgotować, y nie wiadomym podziwienie, ukrywaią ſtronę w dómku małym kſztaltnie wyrobionym o dwóch drzwiach otwartych, iako (*w Obraz:* 45. *Tabl:* 3.) gdzie na cienkim pręciku, przez ſrzodek u ſtrony ukrytey wolno zawieſzonym, oſadzaią oſóbki w obydwóch drzwiach, z których iedna wchodzi do domu, á druga wychodzi z niego, gdy wilgoć lub ſuchość obraca ſtronę z pręcikiem w prawą, lub w lewą. Oſóbka wychodząca na wilgoć okryta ieſt zwyczaynie płaſzczem, albo zaſłonę y daſzek ma iaki nad ſobą, áby wiedzieć co znaczy.

Lecz ten, y tym podobne ſpoſoby, gdzie ſtrona ieſt ukryta umyślnie, bardziey ſą ciekawe niż pożyteczne, gdyż ſtróna (która ieſt duſzą prawie tego narzędzia) nie będąc na wolnym powietrzu, nie może nam pokazywać prawdziwie tych odmian, które ſię na nim dzieią. Dla czego, ieżeli chcemy dobrego narzędzia, ſtarać ſię potrzeba, aby ſtróna lub ſznur, albo cały, albo przynaymniey większą częścią był na wolnym powietrzu. Tak bowiem przeſtrzedz nas może przed dwudzieſtą czterema godzinami o czaſie naſtępuiącym ſuchym lub dżdżyſtym; iako za świadectwem Xiędza naſzego Hauſera, przeſtrzega w Dilindze ieden Wilgoćmiar, który ſkłada ſię z gałki ſzklaney A (*w Obraz:* 46. *Tabl:* 3.) wpół wyzłoconey zwiérzchu od góry do dołu, á wpół nie-

bieſko ufarbowaney. Ta wiſi na ſtronie C B, iak bydź może naycieńſzey, długiey na 14 calòw, przez rurkę ſzklaną przeſtronną D przechodzącey, y przewleczoney w mieyſcu C w tył tablicy, gdzie łączy ſię z oſią tarczy podzieloney na równe części y z ſkazòwką. Gdy tedy naydzie wilgocią ſtrona, kręci ſię ku H, y ſkazòwka też na tamtę ſtronę ſię obracać muſi. Gdy zaś oſycha ſtrona, kręci ſię ku S, y za nią ſkazòwka. Tak zaś dobrze pokazuie zmnieyſzenie lub powiękſzenie wilgoci na dworze, że rzadko kiedy ſię nie zgadza, iako pomieniony Nauczyciel, przez całe 7 lat uważaiąc doznał; gdy bowiem za ſtrony obrotem, złota połowa gałki ſię pokazuie, pogody ſię ſpodziewać trzeba; gdy zaś niebieſka; deſzczu, lub mgliſtego y pochmurnego czaſu.

Y teć ſą wilgoćmiary, w ktòrych ſznur lub ſtrona naywiękſze ſprawuią rzemieſło. Lecz ponieważ wilgoć powietrza naybardziey, y nayprędzey ſię wkrada w te ciała, ktòre więcey maią obięcia y rozłożyſtości, iako poznać z ſzali, u ktòrey zawieſzone ſą dwa ciężary ròwne, naprzykład funt ołowiu z iedney ſtrony, y funt bawełny z drugiey, lecz ten więcey zaſtępuie mieyſca, y większe ma obięcie, niż ołòw, dla czego, lubo przez nieiaki czas te dwa funty zachowuią równość wagi, iednak za naymnieyſzym przyſtąpieniem wilgoci, bawełna przeważać będzie, gdyż kropelki wody, ktòremi na czas napełnione bywa powietrze, łatwieyſzy maią przyſtęp

ſtęp do bawełny, dla większych w niey dziurek, niżeli do ołowiu, w ktòrym dziurki bydź muſzą bardzo małe, kiedy w ròwnym ciężarze będąc z bawełną, mniey daleko od niey zaſtępuie mieyſca.

Ze wſzyſtkich zaś ciał takich, ktòre naybardziey przyimuią wilgoć, nie maſz żadnego prawie więcey iey przyimuiącego: iak ſòl rożnego rodzaiu, ktòra prędko ſię napaia wodą, tak dalece: że trzy, lub cztery razy więcey ważyć będzie niż przedtym. Gdyż wſzyſtkim gatunkom ſoli ieſt to prawie poſpolita, przyimować w ſiebie cząſtki rożnorodne innych iſtòt z powietrzem zmieſzanych. Y dla tegoć ſiedząc przy obiedzie, można ſię ſpodziewać prawie nieomylnie dèſzczu, kiedy ſòl na ſtole ieſt bardziey wilgotna, niżeli zwykła bydź poſpolicie; ieſt to bowiem znak, że powietrze muſi bydź wilgocią napełnione, ktòra ſię wkròtce w dèſzcz rozpłynie.

Na tych tedy wiadomościach zaſadza ſię drugi gatunek wilgoćmiaru, ktòry nic innego nie ieſt, tylko ſzala bardzo doſkonała (*w Obraz:* 47. *Tabl:* 3.) u ktòrey z iedney ſtrony zawieſić można ciężarek ołowiu, á z drugiey ſtrony pęk bawełny, lub ſztukę gębki namoczoney pierwey w wodzie, gdzie ſòl iakakolwiek, ale oſobliwie ſaletra, albo ſòl *Ammoniacka* roztworzona była, y wyſuſzoney potym. Te dwa ciężary przyprowadziwſzy do ròwności wagi przez przydanie lub uięcie bawełny, aby ieden ciężar z ołowiem miała;

ła; iuż wilgoćmiar będzie gotowy. Kiedy bowiem na powietrzu będzie wilgoć; bawełna lub gębka przeważać zacznie, w ſuchości zaś ołów przeważy. Żeby zaś można miarkować y liczyć powiększenie, lub zmnieyſzenie tych odmian, przydaie ſię obręcz u góry ſzali, podzielona na równe części, zaczynaiąc podział od ſrzodka obręczy po obydwóch ſtronach, te, które idą z ſtrony bawełny: ſą części czyli ſtopnie wilgoci, z ſtrony zaś ołowiu, ſą ſtopnie ſuchości. Za przeważaniem bowiem bawełny lub ołowiu, ięzyczek, czyli ſtrzałka ſzali, pòydzie w tę lub w inną ſtronę, y gdzie ſtanie, tam ſkaże na obręczy liczbę ſtopniów wilgoci, czyli ſuchości. Zamiaſt bawełny lub gębki, łatwiey będzie włożyć tylko na iednę miſeczkę ſzali cokolwiek ſoli morſkiey, lub ſaletry drobniuchno ztartey, y ciężarek na drugą, áby równo z ſolą ważył, á tenże ſam ſkutek otrzymamy.

Trzeci gatunek wilgoćmiaru bydź może z ſamego drzewa; że zaś między drzewami naybardziey podlega wilgoci lub ſuchości ſoſnowe y iodłowe, przeto nayzdatnieyſze ieſt do tego, aby po nim poznać naymnieyſze odmiany powietrza. Różnie go ułożyć można, iakośmy o innych gatunkach mówili. Przytoczę tu ieden tylko ſpoſób, którego używaią w Anglii. Są to dwie deſeczki poprzecznie AB, CD dębowe (*wObraz:* 48. *Tabl:* 3.) maiące w ſobie wyrznięte ſzpary, w nich oſadzaią ſię proſto tabliczki iodłowe, lub ſoſnowe AEFC, GBDH, tak żeby ſię w ſzparach zbli-

zbliżać do ſiebie, lub oddalać ſię od ſiebie mogły. Na B, na A, gwoździami ſą przytwierdżone, zoſtawiwſzy między niemi próżne mieyſce na ieden cał. Pręt poprzeczny żelazny zębaty I K, przybity ieſt do iedney tabliczki, á kółko L zębate do drugiey, tak że zaczepia o zęby pręta. Do oſi kółka z drugiey ſtrony w ſrzodku przytwierdzona ieſt ſkazówka mała, y kółko L z drugiey ſtrony podzielone ieſt na równe części. Z tego ułożenia oczywiſta ieſt, że gdy Tabliczki A F, B H wilgocią napęcznieią, rozciągać ſię będą, y zbliżać do ſiebie, gdy zaś wilgoć z nich wychodzi kurczą, ſię y odſtawaią od ſiebie. Że zaś Tabliczki oddalać ſię od ſiebie nie mogą ani zbliżać do ſiebie inaczey, tylko kółko L muſi ſię obracać y przechodzić przez zęby pręta I K, więc za poruſzeniem kółka, ſkazówka na nim oſadzona pokazywać będzie przymnożenie, lub umnieyſzenie wilgoci y ſuchości. W ułożeniu iednak Tabliczek, na to mieć baczność należy, że kropelki wody nie do wſzyſtkich ciał iednakowy zewſząd maią przyſtęp, dla czego też rzecz wilgocią napoiona, nie ze wſzyſtkich ſtron rozciągać ſię zwykła, naprzykład ſkóra, chrząſtki, papier, zmoczone, rozciągaią ſię wzdłuż nie wſzerz; drzewa zaś przeciwnie, rozciągaią ſię wſzerz, nie wzdłuż; iako znać z drzwi, y z okien, raz łatwo drugi raz przytrudniey ſię zamykaiących; tak więc ułożyć tabliczki należy, aby żyłkami nie były do ſiebie obrócone, lecz na dół.

Innym ſpoſobem łatwieyſzym mo-

żna tego samego dokazać, ułożywszy w obręczy iakiey żelazney, albo w podkowie (iako *w Obraz: 49. Tabl: 3.*) deszczki drewniane równe A poprzek, a od obręczy lub podkowy idącą nitkę obwinąwszy na wałku B wolno y ruchomo końcami swemi poźiemnie zawieszonym. Gdy bowiem wilgocią się nadmą deszczki, ciągną do siebie nitkę, obracaią wałek B, z którym musi się obracać y skazówka do niego przyprawiona, na tarczy C podzieloney na równe części, gdzie biegiem swoim w koło skazuie stopnie wilgoci y suchości.

Oprócz tych, mogą bydź ieszcze inne gatunki Wilgoćmiarów, które tysiącznemi sposobami rozum iakokolwiek oświecony, sam z siebie wymyślić potrafi. Każda bowiem prawie rzecz widoczna, będąc podległa odmianie czasu, można się po niey miarkować, y zażyć iey na przewidzenie y przepowiedzenie nieiako pogodnego lub dżdżystego czasu. Ciała nawet zwierzęce y latorośli, są to w samey rzeczy zbiorem wilgoćmiarów, gdyż wilgoci różne, które muszą bydź w każdym ciele żyiącym, albo się przymnażaią albo się zmnieyszaią; według stanu powietrza, którym tchną zwierzęta, którym się napełniaią drzewa, latorośli, równie iako y wodą tłustą z ziemi pochodzącą, y przez różne żyłki, iako przez rurki po drzewach się wewnątrz rozciągaiącą. Y dla tegoć, gdy po suchości nagle deszcz lub wilgoć nastąpi, doznaiemy na sobie owey ciężkości w głowie, w żołądku, która od zbytniego przepełnienia wilgocią pochodzi. A lu-

A lubo Aristoteles pisze, że wilgoć znaczna w człowieku sprawuie mu długie życie, osobliwie gdy będzie tłusta (*c*) gdyż przymnaża w nim sił; iako przeciwnym sposobem, wysuszenie wilgoci w człowieku przez kłopoty, przez myśli y prace niepomiarkowane rozumu, niewczesną starość, y śmierć na niego wprowadza; iednakże zbyteczna wilgoć prędzey ieszcze pewnie zaszkodzi niż suchość, gdyż cośmy widzieli przez doświadczenia na sznurach y stronach, toż samo o żyłach, kiszkach, błonkach, y wnętrznościach ludzkich trzymać należy, że wilgoć zbyteczna musi ie iuż rozciągać y nadymać, iuż kurczyć; á ztąd: wnętrzności ściskania, rznięcia, y różne choroby, á na czas y śmierć prędka. Jeżeli bowiem tak wielka iest moc wilgoci w rozpychaniu, y nadymaniu sznurów, że iey y znaczne ciężary zastanowić nie mogą, iakośmy widzieli w doświadczeniach wyżey przywiedzionych; ieżeli *Boyle* napełniwszy naczynie miedziane grochem, y nalawszy wodą przykrywaiąc go drzewnianym wiérzchem nieprzytwierdzonym nic do naczynia, ale ciężarem 50 funtów przyciśnionym, po kilku dniach doznał, że groch wodą nadęty, wiérzch z tak wielkim ciężarem podniósł, y owszem niektórzy tym sposobem cetnary całe podnosili; á czyliż podobna, żeby słabe związki, błonki w wnętrznościach ludzkich mogły się długo opierać tak gwałtowney sile wilgoci?

Y dla tegoć to pewnie ci wszyscy, którzy

(*c*) Lib: de Long. vitæ. C. 3.

nam żyiących na świecie istót przymioty opisali, statecznie twierdzą, że ryby y wodne ptastwo daleko krócey żyią, niżeli ziemskie zwierzęta y ptaki; lubo y tamtym Opatrzność Boska obmyśliła sposób na uchronienie się zbytney wilgoci choć w posrzód wody, y na przedłużenie iakiekolwiek życia. Ciekawa bowiem to, co pisze nasz Xiądz Khell, że wszystkie ptaki wodne maią błonkę napełnioną oleiem tłustym, y nakształt sitka drobno mieyscami przedziurawioną, kiedy więc boią się zbytney wilgoci od wody, w ten czas z owey błonki dziobem dobywaią y wyciskaią cokolwiek tego oleiu, potym trzymaiąc go w pyszczku, wszystkie piórka swoie przemykaią przez pyszczek, y tym oleiem smaruią, áby się ich woda chwycić nie mogła. Podobny sposób maią y bobry, iako mieszkańcy wód, na uchronienie się zbytney wilgoci.

Ponieważ tedy tak szkodliwa iest wilgoć życiu zwierzęcemu, żeby iey wiele nie brać w siebie, wychodząc na wilgotne powietrze, ten nam pożytek czyni wilgocmiar, że nas ostrzega, kiedy naywiększa panuie na dworze wilgoć, ábyśmy się iey przezornie chronili. Jeżeli bowiem statecznie bieg iego uważać będziemy, poznamy że czas naywilgotnieyszy w lecie: bywa zwyczaynie między siodmą y osmą godziną wieczorną; w zimie zaś między osmą y dziewiątą zrana. Przyczyna tego iest, że w lecie kropelki wody, ktore przez rozgrzanie od słońca wyparowały z ziemi, z rzek, z bagnisk, pod czas upału

łu rozszerzaią się co raz bardziey, y rozciągaią w górę; kiedy zaś słońce ma się ku zachodowi, promienie iego bardziey z ukosa idą, y nie tak dogrzewaią tym kropelkom, więc te powoli stygną, zgromadzaią się, y ciężarem swoim upadaią ku ziemi, y ztąd się bierze wilgoć blisko nad ziemią. W zimie zaś, że słońce między osmą y dziewiątą zwyczaynie wschodzi, więc kropelki wody, lub cząstki śniegu, które się znayduią w powietrzu zmarzłe przez noc, roztapiaią się iakokolwiek, acz bardzo nie znacznie od ciepła słońca, y wilgoć w powietrzu sprawuią.

Przestroga ta, którą mieć możemy z wilgocmiarów o zdrowym lub szkodliwym czasie, o suchości lub wilgoci powietrza, dosyćby im powinna ziednać zalecenia, gdyby mogły mieć iakiekolwiek pewne określenie y granicę, od którey by można zacząć rachować stopnie wilgoci lub suchości, miarkować ie w każdym kraiu, równać y znosić z stopniami innego kraiu; gdyby można z nich poznawać nieomylnie iak się bardzo przymnaża lub zmnieysza wilgoć albo suchość od iednego pewnego czasu do drugiego, naprzykład od wiosny do lata; lecz tego poznać z nich nie można, gdyż choćby naylepszy był wilgocmiar, nic więcey mi nie pokaże, tylko to, ieżeli iest większa dziś wilgoć lub suchość na dworze niż wczoray. Co y bez tego narzędzia można wiedzieć zkąd inąd przez tysiąc innych znaków. Zgoła pokaże mi tylko że strona w nim, gębka, lub drzewo wilgocią nasiło, albo z niey

iest osuszone, ale mnie o prawdziwey odmianie powietrza, o stanie teraznieyszym iego upewnić nie może. Gdyż wilgoć raz wpoiona w stronę lub w gębkę, nie razem z niey wychodzi, ale powoli, według położenia mieysca, w którym iest, według wiatru, który panuie, y według innych okoliczności powierzchownych y przypadkowych, które mogą wilgoć lub suchość dłużey lub krócey w stronie, w sznurze &c. zachować, niżeli trwa w powietrzu. Dla czego, trafia się często, że powietrze iuż większą część swoiey wilgoci straci, á wilgoćmiar ieszcze żadnego znaku tey odmiany nie pokaże.

Y z tey to przyczyny niektórzy sądzą taki sprzęt za niepożyteczny (*d*) y niepotrzebny. Lecz innego iest zdania Desagvillers, który powiada (*e*) że lubo wilgoćmiar nie ma wyżey wspomnionych doskonałości, iednak służy bardzo do różnych skutków doświadczania. Naprzykład, gdy chcemy poznać, iak wielkie iest rozrzedzenie y rozszerzenie powietrza od zbytniego gorąca, trzeba naypierwey (mówi) wiedzieć, iak wiele wilgoci powietrze w sobie zamyka, bo inaczey przypisalibyśmy to powietrzu, co pochodzi tylko z rozszerzenia samey wilgoci, czyli cząstek wody. Y tak niektórzy do tych czas rozumieli, że gorącość wody wrzącey naprzykład, rozszerza powietrze dziesięć razy, to iest: że powietrze rozgrzane, y rozrzedzone od cie-

(*d*) Nollet, Lecon IX.
(*e*) Cours de Physique Experimentale, Tom 2. Lecon X.

ciepła wody wrzącey, dziesięć razy więcey zastępuie mieysca, niżeli gdy iest w swoim zwyczaynym stanie. Inni tylko kładli ośm razy, inni trzy, inni dwa razy, á przecię późnieysze doświadczenia nas upewniły, że się tylko rozrzedza powietrze od ciepła wody wrzącey, na iednę trzecią część, czyli na $\frac{1}{3}$. iako pokażemy to iaśnie, gdy ten żywioł, y iego skutki w osobnym posiedzeniu weźmiemy na uwagę.

Ta sama wiadomość może służyć na wydoskonalenie wilgoćmiaru; kiedy bowiem pewni będziemy przez iakie doświadczenie, że ciepło wody wrzącey na $\frac{1}{3}$ tylko rozrzedza powietrze w iakiey bani zamknięte, pewni także bydź możem, że w tym powietrzu nie masz żadney wilgoci. Zaczym ustawiwszy tam wilgoćmiar, na którym mieyscu iego skazówka stanie, tam naznaczywszy czas naywiększey suszy, będziemy mieli pewną granicę, od którey zaczynać mamy zawsze rachować stopnie mnieyszey szuszy, y potym wilgoci.

Koniec Księgi drugiey.

Ad M.D.G.B.V.M.JC.H.SS.P.C.

Rzeczy znacznieyſze zamykaiące ſię w tey kſiędze, porządkiem obiecadła ułożone.

Beczek pełnych łatwe wyciąganie z ſklepów, na karcie - - - 357
Biegu kierowanie co ieſt? - - 2
Biég nieſkończony y nieuſtaiący. - 6
Biegi ròżne. - - - - 5
Biegu wielkość zkąd ſię poznaie? - 10
Chyżość co ieſt? zkąd ſię poznaie? - 7
Chyżość iak wieloraka? - na karcie 9
Ciała wſzyſtkie na świecie czemu dążą do śrzodka ziemi? - na karcie 19
Ciężkość na czym zawiſła y zkąd pochodzi? iak wieloraka? - na karcie 18
Ciężary czemu nie bardzo użyteczne do ſilniòw? - - na karcie 71
Ciężary do wielkiey wyſokości podnieść w czaſie krótkim. - na karcie 74
Ciężary podnieść z małą liczbą ludzi lub koni. - - - na karcie 76
Ciężar iak wielki może bydź podnieſiony w godzinę, daną ſiłą, do naznaczoney wyſokości? 76
Ciężar ieden do dźwigania iak można na ſiłę ſłabſzą y mocnieyſzą podzielić? na kar: 144
Ciężar iaki może dana ſiła udźwignąć, wyrachować. - - na karcie 151
Ciężary iakie ſą naywygodnieyſze do ſzali? 130

Cza-

Czaſu iak wiele trzeba na wynieſienie daną ſiłą danego ciężaru do naznaczoney wyſokości? - - na karcie 76
Człowiek gdy chodzi po ziemi, głowa więcey drogi przebiega, niż nogi, na karcie 57
Człowieka ciało co waży? co może dźwigać człowiek? - - na karcie 68
Drabinę proſtą gdzieby można tak poſtawić, aby obydwa iey końce ſzły do góry? na kar: 55
Drąg co ieſt w ſilniach? - na karcie 83
Drąga trzy gatunki. - - na karcie 84
Drąga dzielność w podnoſzeniu ciężarów. 89
Draga rzemieſło w wielu narzędziach, - 99
Drągiem Archimedes chciał podnieść całą ziemię. - - na karcie 91
Drąga iak długiego na toby trzeba? na kar: 92
Droga kierowna co ieſt? - na kar: 28
Drzew lub kłoſów nie więcey wyrośnie na gruncie gòrzyſtym, niżeli na ròwninie, na ktòrey ieſt oſadzona góra, - na karcie 53
Dział w woyſku łatwe podnoſzenie do góry, - - - na karcie 414
Dzwony y działa iak można łatwo ważyć? 186
Dzwonu wprowadzenie na wieżą w Wiedniu, - - - na karcie 411
Kaffar dobry do wbiiania palów, na kar: 382
Kamień ſpuſzczony z wiérzchu ziemi wſkròś przedziurawioney w ſrzodkuby ſię oparł. 55
Klina używanie y dzielność. - na karcie 364
Klin iak powiękſza ſiły? - - na karcie 371
Koła w powozach lepſze ſą wielkie, - 341

Koła w powozach czemu przednie daią się mnieyſze niż tylne? - na kar: 357
Kołek zębatych opiſanie y dzielność, - 260
Kołkami zębatemi iaki ciężar? iaką ſiłą? y w iak długim czaſie wynieść do góry można? - - - na kar: 268
Kołek zębatych iak wiele trzeba na wynieſienie danego ciężaru iakiego? na karcie, 269
Kołkami zębatemi ziemięby całą poruſzyć można, - - na karcie 267
Kołka zębate wygodne do wyciſkania oleiu, y w kuźniach. - na karcie 337
Kołowroty co ſą, y iak wielorakie ich używanie? - - na karcie 239
Kołowrotami iak ſię znacznie powiękſza ſiła? 241
Kołowroty przy murowaniu wygodne - 247
Kołowroty nazwane żórawie iak ſą pomocne? - - - na karcie 249
Kot z wyſoka rzuczony na dół nogami do góry, czemu proſto na nogi upada? - 148
Krążki co ſą? y iakim ſpoſobem używane w ſilniach? - - na karcie 200
Krążki nieruchome dla czego wygodne ſą? 205
Krążki większe dla czego ſą lepſze? - 214
Krążki ruchome z ciężarem, iak pomnażaią ſiły? - - na karcie 215
Krążków podwóynych, potróynych iaka dzielność? - - na karcie 219
Krążków iak wiele trzeba na wynieſienie w górę danego ciężaru? - na kar: 223
Lewary co ſą? y iak małey do nich ſiły potrze-

trzeba? - - - na karcie 414
Lichtarze y lampy nie wywrotne, na kar: 62
Ludzie garbaci, lub ſtarzy, lub chorzy czemu pochyło ku ziemi chodzą? - na karcie 49
Ludzie brzuchaci czemu pochyło do góry chodzą? - - - na karcie 50
Magneſowa igiełka nie może dobrze ſkazywać południa, - - na karcie 325
Maſzty w okrętach im dłużſze, tym prędzey okręt bieży, - - na kar: 102
Młyny wodne y wietrzne iakim rzemieſłem ſię obracaią? - - na kar: 103
Młynki małe wygodne na małey wodzie, 252
Mury dwa równoległe co do oka na ziemi wyſtawione, nie ſą równoległe prawdziwie, - - na karcie 57
Naczynia nie wywrotne, - na karcie 61
Naczynia im bardziey ſą oddalone od ſrzodka ziemi, tym ſię mniey rozcieków w niezmieści. - - na karcie 58
Odpór co ieſt? y iak wieloraki? na karcie 78
Odporu w różnym położeniu różna moc iak miarkowana bydź ma? - na karcie 121
Odpór iaki znaczny żeby zwyciężyć, iaki czynić rachunek na to? - na karcie 411
Oſóbki ſztuczne nie wywrotne, na karcie 36
Oſtre narzędzia zkąd maią moc na rozdzielanie? 385
Palów wbiiania w ziemię ſpoſób, na kar: 379
Pęcherzyny nadęte mogą podnoſić wielkie ciężary, - - na karcie 444
Płótna czemu ſię kurczą po praniu? na kar: 445

Podpora w ſilniach co ieſt? - na karcie 80
Podpora z czego ma bydź zrobiona? na kar: 126
Podpory iaki kſztalt naylepſzy? - na kar: 126
Podpory iakie ieſt uciążenie w każdey ſilni, poznać, - - na karcie 129
Podpory mocowanie gdzie dąży, poznać, 131
Powietrze iak wyſoko rozciąga ſię nad ziemią? - - - na karcie 320
Ptaſzy lot na czym zawiſł? - - na kar: 52
Rachunki łatwo czynić przez wagę pewną 190
Rękoieści w ſilniach, w narzędziach, w kołach obrotnych iakie bydź maią? na karcie 117
Rozcieków moc w robocie maleie, na kar: 77
Równia nakłoniona co ieſt? do czego ſłuży? 343
Równia nakłoniona iak wielce ſiłę pomnaża? - - - na karcie 351
Równości wagi różne ſkutki w ludziach, w zwierzętach, - - na karcie 48
Równość wagi w drzewach y latoroślach, 52
Równość wagi w członkach ciała ludzkiego y zwierzęcego, - na karcie 59
Rożny z kołkami do pieczenia mięſiwa, - 337
Rożny ſamą dymu mocą obracane, na kar: 338
Ryby krócey żyią, niż zwierzęta y ptaſtwo 460
Silnie co ſą, y na co ſłużą? - na karcie 66
Siła y moc iakiey rzeczy zkąd ſię poznaie? 10
Siła żywa y ſprawna, ſiła martwa co ieſt? 19
Sił różnych opiſanie y ſprawa - na kar: 67
Syły różne żyiące y nie żyiące, iak długo mogą moc ſwoię wywierać? - na karcie 68
Siła w iakim położeniu naywiękſzą moc ſwoię

ię wywiera? - na karcie 106
Siła która więcey dźwiga z dwóch, poznać. 139
Siłę ſłabſzą iak powiękſzyć, żeby z mocnieyſzą wſpólny dźwigała ciężar? na karcie 145
Siłę iak znaleść, y wyrachować do podnieſienia przez drąg danego ciężaru? na kar: 151
Słomy y ſiana woży iak można ważyć? 187
Słońca bieg nie zawſze równy ieſt, na kar: 329
Słupy Egipſkie (*Obeliſcus*) iak w Rzymie ſtawiane, - - na karcie 44, 436
Spoczynek co ieſt? y iak wieloraki? na kar: 15
Sukna zkropione czemu ſię kurczą? na kar: 445
Szali opiſanie, y doſkonałości, które mieć powinna. - - na karcie 163
Szala fałſzywa iak wielorakim ſpoſobem bydź może? - - na karcie 170
Szali fałſzu y zdrady iak dochodzić? na kar: 177
Szalą zdradliwą ważąc towar; dóyść iego prawdziwey wagi. - - na kar: 176
Sznury w ſilniach iaką czynią zawadę przez ſwóy ciężar? - - na kar: 418
przez zkrzywienie? - na kar: 419
przez oſtrość ſwoię? - na kar: 420
Sznur zmaczany wielkie ciężary podnoſić może, - - na kar: 436
Sznury nie plecione mocnieyſze ſą, niż plecione, - - - na karcie 430
Szrub opiſanie, - - na karcie 388
Szrub wielorakie używanie, na karcie 389
Szruba iak pomnaża ſiłę? - na karcie 390
Szruba Archimedeſa zdatna do czerpania wody,

dy, - - - na karcie 397
Szruba bez końca co ieſt? - na karcie 401
Szruby bez końca używanie y dzielność, 402
Trucizna czemu ieſt tak ſzkodliwa? na kar: 386
Uderzenia moc zkąd pochodzi? - na kar: 372
Uderzenia różne ciekawe wiadomości, - 373
Uderzenia iak wielka ieſt moc, dochodzić. 377
Wagi Rzymſkiey opiſanie y używanie, - 179
Wagi Rzymſkiey naylepſzy podział, - 189
Waga od JPana Caſſini wymyślona, na kar: 190
Waga od Roberwal wymyślona, na kar: 196
Waga wygodna mała z ſprężyny, na kar: 198
Wieże y domy nachylone po różnych kraiach czemu ſtoią beſpiecznie, - na karcie 39
Wilgoć powietrza iak mierzyć? na karcie 445
Wilgoćmiary co ſą? ich różne kſztałty y ſpoſoby, - - - na karcie 446
Wilgoć iakie ſkutki ſprawuie w człowieku? 458
Wilgoć ſzkodliwſza zdrowiu niż ſuchość 459
Wilgoć o którym czaſie naywiękſza ieſt w lecie? o którym w zimie? - na karcie 460
Wioſła iakie ſą lepſze do żeglugi, dłuższe czy krótſze? - - na karcie 101
Wody rzeczne y morſkie dla czego ſię wypukło układaią? - - na karcie 57
Wody y wilgoci zkąd ieſt moc wielka? - 386
Wozy do zwożenia bardzo wygodne, - 249
Wozy dla czego trudniey ieſt pod górę ciągnąć? - - - - na karcie 356
Wozów ładownych łatwe podnoſzenie - 414
Zbiór ciężkości co ieſt? - na kar: 20

Zbiór

Zbiór ciężkości nie zawſze ieſt w ſrzodku bryły, - - - na karcie 22
Zbiór ciężkości iak poznawać w każdey bryle? 24
Zbiór ciężkości powſzechny wielu brył iak znaleść? - - - na karcie 33
Zbiorem ciężkości poznać czy bryła iaka, lub wieża beſpiecznie ſtoi, - - na karcie 39
Zębami trzonowemi czemu łatwiey gryść y żuć niż przedniemi? - - na karcie 105
Zegar aby ſzedł wciąż przez czas dwa razy dłużſzy, zrobić, - - na karcie 233
Zegar zrobić, żeby chwile drugie, mieſiąca dni, y lata ſkazywał, - - na karcie 275
Zegary wydaiące biegi ſłońca, kſiężyca, y innych niebieſkich światłości, na karcie 276
Zegarka wſzyſtkich ſztuczek opiſanie y tłumaczenie, - - - na karcie 300
Zegarka ſpoſób robienia, - na karcie 294
Zegarów całe rzemieſło na czym zawiſło? 274
Zegar iako mocą ſprężyny ſię ruſza? - - 209
Zegary zkąd maią biegu równość y umiarkowanie? - - na karcie 305
Zegarków iak doświadczać czy dobrze idą? 311
Zegarki iak kierować kiedy prędko, lub powoli idą? - - na karcie 313
Zegarków kierowanie z wſchodem lub zachodem ſłońca nie dobre, - na karcie 318
Zegarki ſtanowić trzeba z południem, - 324
Zegarek dobry iak ſię powinien opóźniać lub poprzedzać ſłońce, - na karcie 332
Zegar wodny, - - na karcie 61

Ze-

Zegar wodny na równi nakłonioney, 361
Zegarowemu kołku nadać bieg 12 razy, lub więcey wolnieyszy, - na karcie 409
Zeglarskiey puszki opisanie, - na karcie 60
Zegluga iakim rzemieslem się czyni? - - 101
Ziemia zawieszona w posrzod okrągu niebios czemu się gruntownie trzyma, na kar: 55
w ziemi srzodku stoiący człowiek miałby razem głowę y nogi do góry, na kar: 56
do ziemi srzodka dążą wszystkie rzeczy ziemskie, - - na kar: 17
pod ziemią naszą mieszkaiący ludzie nogami do nas obróceni czemu bespiecznie stoią? 56
Zwierzątko sztuczne Kartezyusza, na karcie 293

Omył-

Omyłki druku znacznieysze.

Do których proszę aby Czytelnik spoyrzał w każdey zawiłości lub wątpliwości, á osobliwie w rachunkach liczby.

Na karcie 8. w Wiersu 4. $\frac{5}{\_}$ X $\frac{2}{\_}$ = 10. *Czytay* 5 × 2 = 10.

Na kar. 9. w wier. 10. $\frac{12}{12}$ = 12. *Czyt.* $\frac{12}{1}$ = 12.

Na kar. 19, w wier. 6. skromności. *Czyt:* skłonności.

Na kar: 34. w wier: 28. $x = \frac{AXB}{A+B}$ *Czyt:* $x = \frac{A \times B}{A+B}$

Na kar: 38. w wier. 19. w y upadku. *Czyt.* y w upadku.
Na kar: 62. w wier: 4. kierowana. *Czyt:* kierowna.
Na kar: 68. w wier: 1. na do *Czytay:* na dół.
Na kar: 87. w wier: 16. z strony *r. Czytay:* z strony *o.*
Na kar: 92. w wier: 33. był. *Czytay:* był.
w wier: 36. siły. *Czytay:* siły.
Na kar: 96. w wier: 17. naywiąkszy. *Czyt:* naywiększy.
Na kar: 121. w wier: 19. p r z. *Czytay:* przez.
Na kar: 124. w wier: 3. a mieysce. *Czyt:* na mieysce.
w wier: 21. w meiyscu. *Czyt:* w mieyscu.
Na k: 127. *w* W. *9.* od podpory C. *Cz:* od podpory siły C
Na kar: 136. w wier. 9. ako. *Czytay:* iako.
Na kar: 143. w wier: 4. òrwne. *Czytay:* równe.

Na kar: 157. w wier: 20. $38\frac{1}{2}$. *Czytay:* $38\frac{1}{3}$

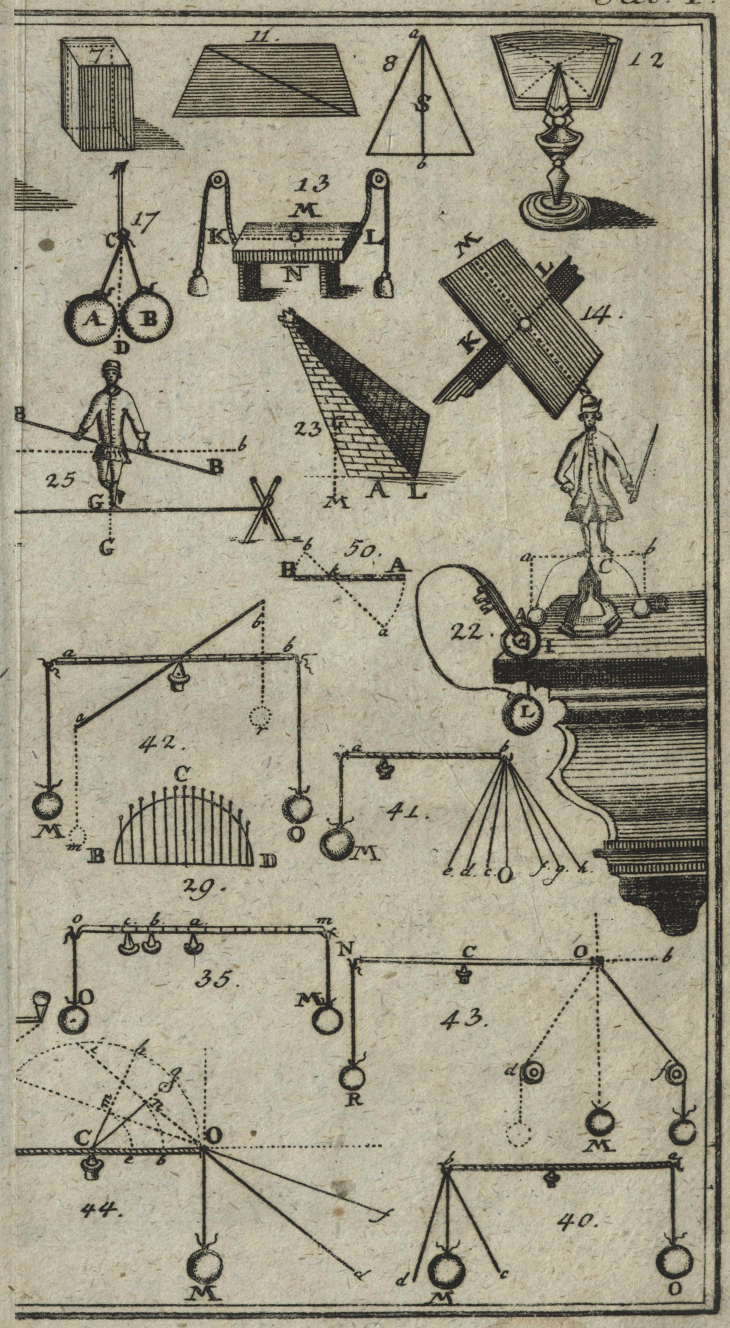
Na kar: 159. w wier: 6. dockodzić. *Czyt:* dochodzić.
Na kar: 178. w wier: 26. iaka. *Czytay:* iak.
Na kar: 180. w wier: 1. P odporę. *Czyt:* Podporę.
Na kar: 181. w wier: 26. nierównie. *Czyt:* nie równe.
Na kar. 190 w wier: 27. na 99. *Czytay:* na 97.

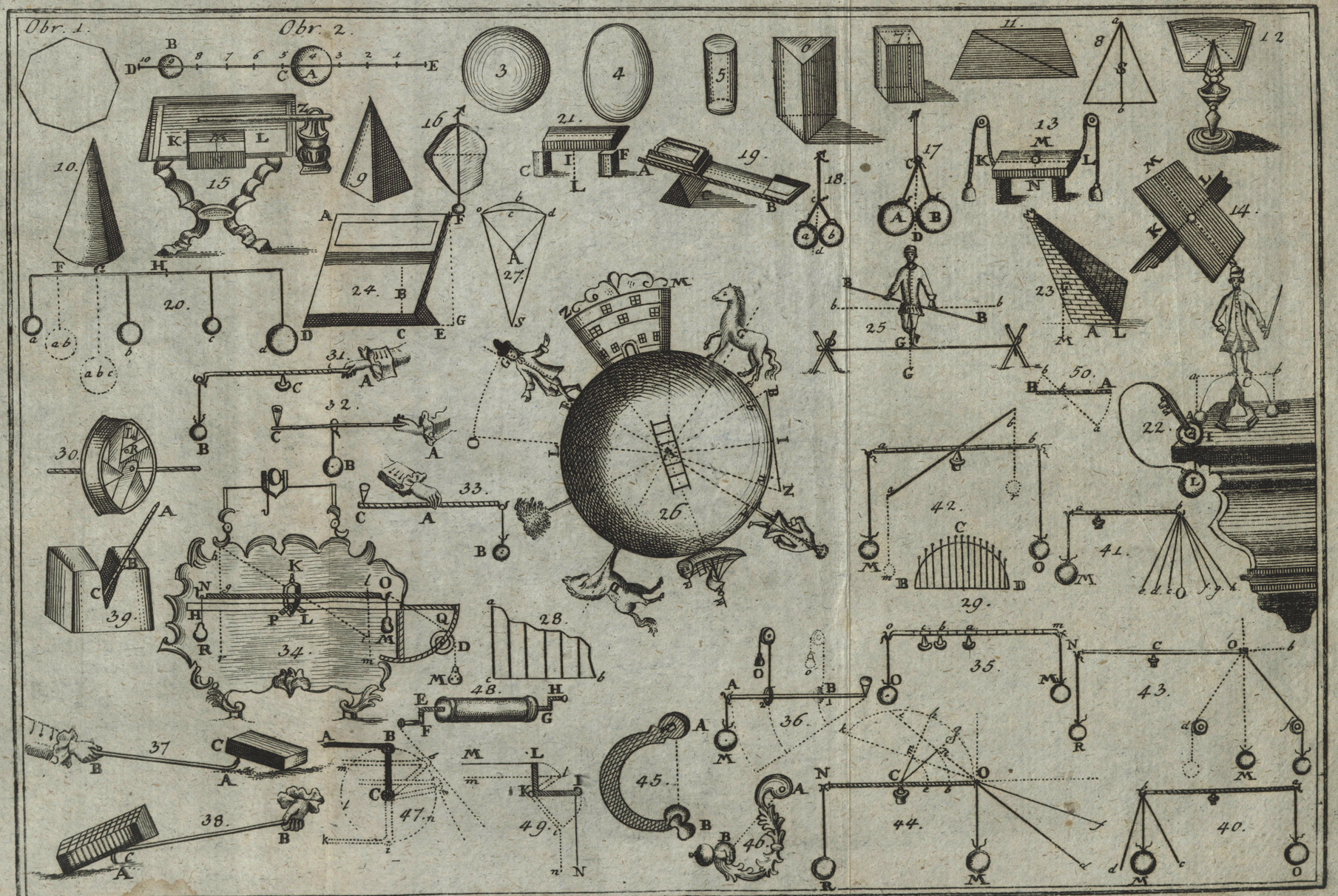
)(✣)(

Na

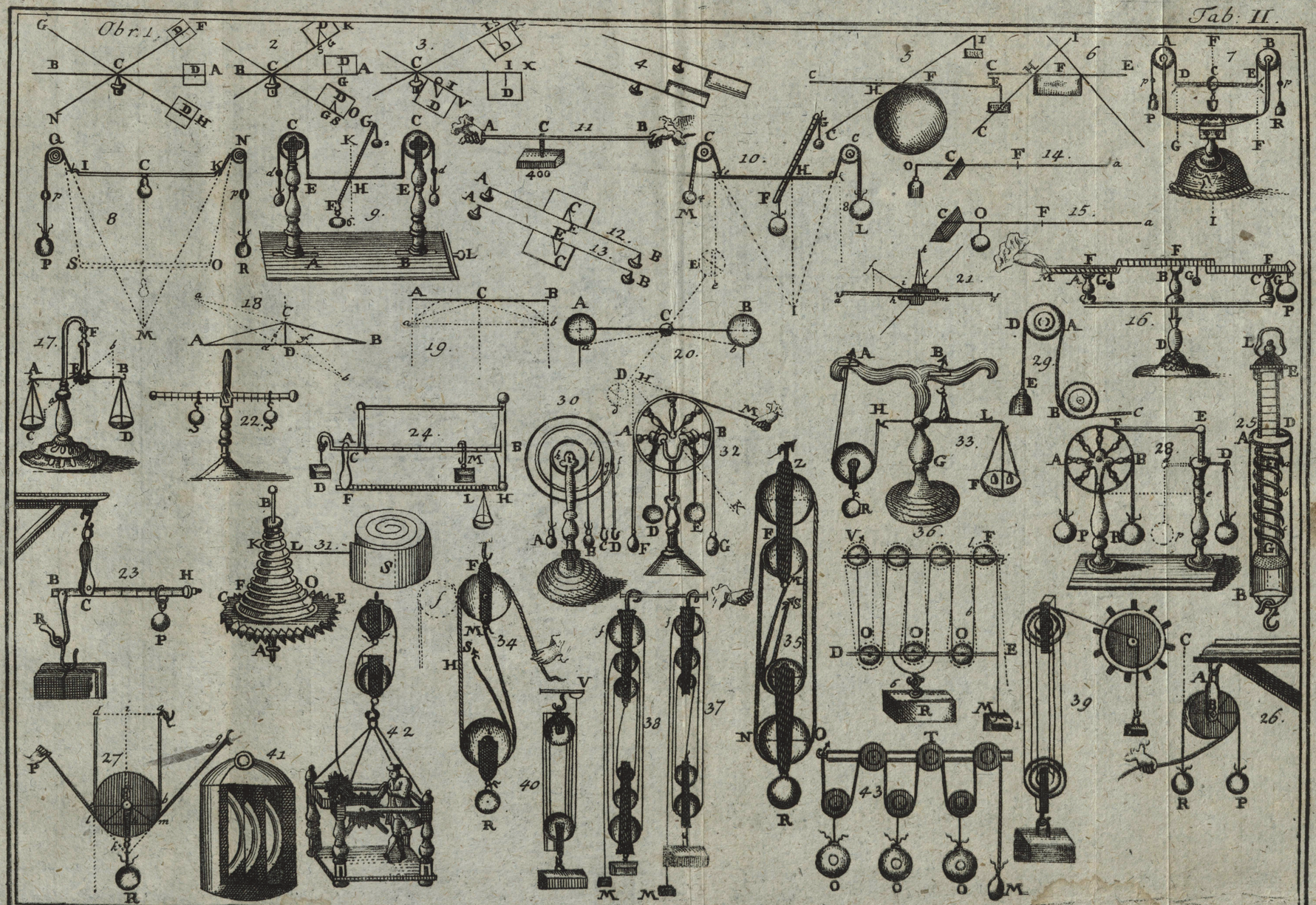
Omyłki druku znacznieyſze.

Na karcie 204. w wierſzu 15. CB, CG, *Czytay:* o B, o e.
Na kar: 207. w wier: 28. Naymnieyſzey. *Czyt:* Naymnieyſzego.
drugiey *Czytay:* drugiego.
w wierſzu 29. przy każdey. *Czyt.* przy każdym.
Na k: 208. w W. 1. na naymnieyſzey. *Cz.* na naymnieyſzym.
Na karcie 209. w wierſzu 15. wyżey. *Czytay:* wężey.
Na karcie 210. w wierſzu 10. ſią: *Czytay:* ſię.
Na karcie 233. w wierſzu 2. obciążaią *Czytay:* obciąża ią.
Na karcie 257. w wierſzu 26. 10 funtów. *Czyt.* 100 funtów.
Na karcie 258. w wierſzu 8. piſze - *Czytay:* piſzę.
w wierſzu 13 na dwa cale. *Czytay:* na 4 cale.
Na k. 273. w W. 27. kołko A z kołem O. *Cz.* kołko H z kołem O.
Na kar: 281. w wier. 8. Roky mieſiąca. *Czyt.* Roku y mieſiąca.
Na karcie 283. w wierſzu 9: tygodnie. *Czytay:* tygodnia.
Na karcie 298. w wierſzu 14: 23, 5. - *Czytay:* 33, 5.
Na kar: 299. w wier: 20 $\frac{10}{7}$ $\frac{14}{4}$ $\frac{36}{5}$ $\frac{35}{6}$ *Czytay:* $\frac{20}{7}$ $\frac{24}{4}$ $\frac{36}{5}$ $\frac{35}{6}$.
Na k. 304. w W. 13. tym czaſem przyidźie. *Czytay:* tym czaſem przdeyzie.
w wier: 20. na ſkrzydło P. *Cz.* na ſkrzydło R.
w wier: 27. obchodzenie. *Czyt.* odchodzenie.
Na karcie 306. w wier: 6. ciężſzego. - *Czyt.* cieńſzego.
w wier: 20 odprawuie. - *Czyt:* odprawuiące.
Na k. 311. w W: 18. w biegu nie dobrze. *C:* w biegunie nie dobrze.
w wier: 22. w nim także. *Czyt.* w nim takie.
w wier: 23. w rożnych ſkutkach. *Czyt.* w rożnych ſztuczkach.
w wier: 24 w iednym kołku znaczne poſpieſzenie. *Przyday tu:* á w drugim znaczne opóźnienie.
Na kar: 320. w wier: 29. w powietrzu zimnym. *Cz:* źiemnym.
Na kar: 328. w wier: 18. iednakowo. *Czytay:* iednakowe.
Na kar: 338. w wier: 31. rożne. - *Czytay* rożna.
Na kar: 339. w wier: 8. Thomas Sewery *Czyt:* Sawery.
w wier: 28. de Landre. *Czytay:* de Londre.
Na kar: 342. w wier: 9. do iey wyſokości. *Cz:* do tey wyſokoſcci.
Na kar: 343. w W. 15. Im bardziey zaś kreſa A B. *Cz:* kreſa A C.
Na k: 346. w wier: 21. które nakłonione. *Cz:* które nakłonienie
Na kar: 353. w wier: 31. wyuieſie. - *Czyt:* wynieſie.
Na kar: 354. w wier: 9. na ziemi. - *Czyt:* od ziemi.
Na kar: 355. w wier: 28. 10 □ x :: 1 : 10. *Czyt:* 10 : x :: 1 : 10.
Na karcie 427. w wierſzu 23. od góry. *Czytay:* do góry.

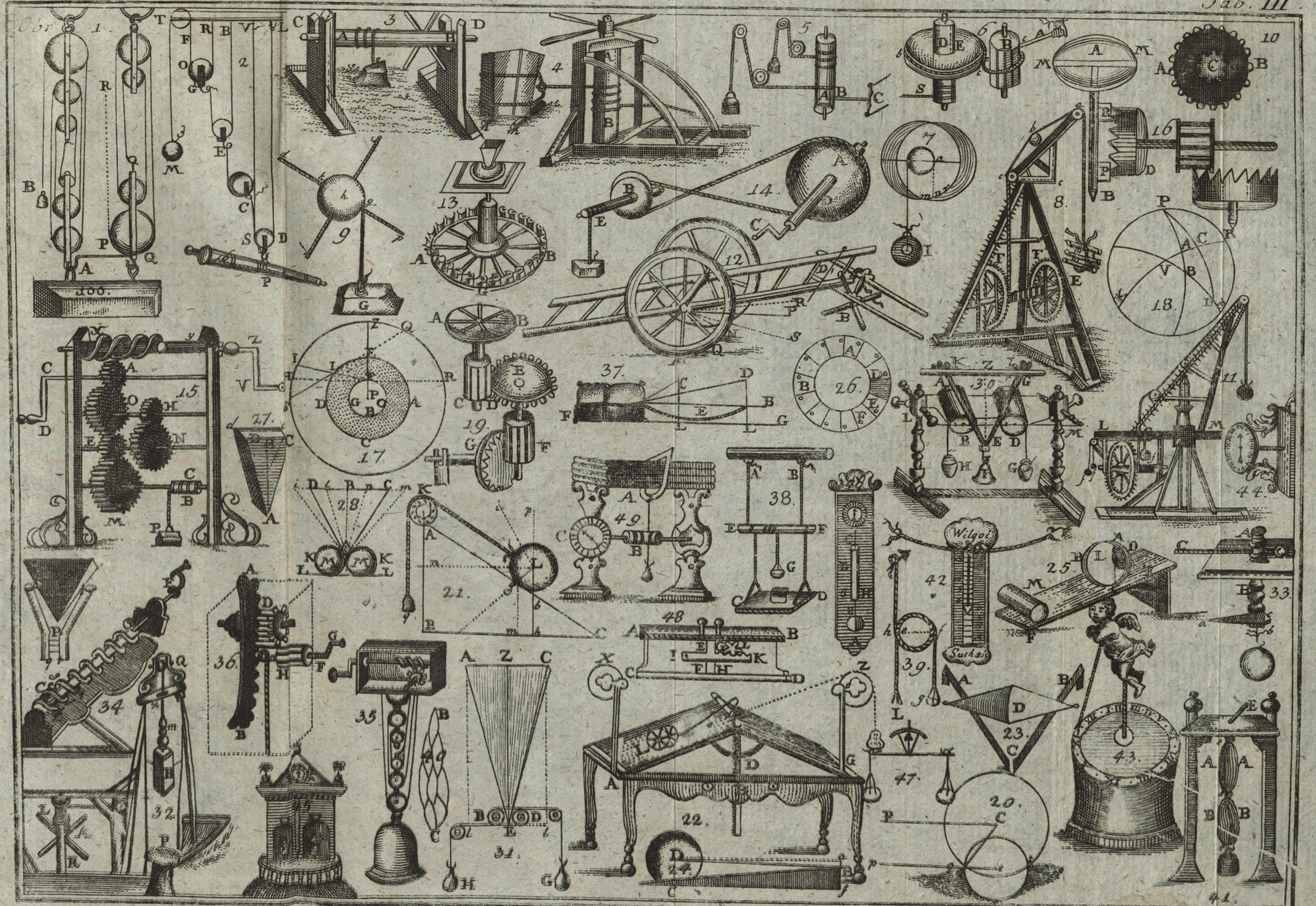



Obr. 1.
Obr. 2.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38.
39.
40.
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.
48.
49.
50.


C
10.
M
E
B
20.
M
B
32
E
G
37
N


Obr. 1.
2
3.
4
5
6
7
8
9.
10.
11
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18
19.
20.
21.
22.
23
24.
25
26.
27
28.
29.
30
31.
32
33.
34
35
36.
37
38
39
40
41
42
43




1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38.
39.
41.
42.
43.
44.
47.
48.
49.
Wilgot
Sucha

2000

649 b
I