

B 1560

3543

3543

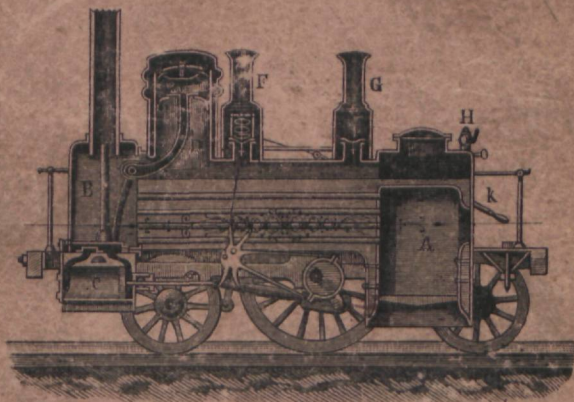
3543

# Viilika-õpetus.

Koolidelle ja igale teaduse nõudjalle

kirja pannud

J. T ü l k.



Tartus.

Schnakenburgi trükk ja kulu.

1881.

407 30  
Gustav Tamjaru.  
N<sup>o</sup>. 4. N 3543

3543

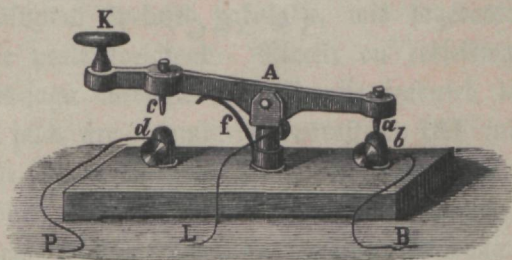
# Õiisika=õpetus.

Koolidele ja iga teaduse nõudjalle

kirja pannud

T. MUTSU  
Laenu raamatukogu  
Tallinnas

J. Tülk.



Tartus.

Schnakenburgi trükk ja kulu.

1881.



8486

8486

8486

8486

8486

8486

8486

8486

Trükitud Schnakenburgi juures Tartus.

T. MUTSU  
Laenu raamatukogu  
Tallinnas

## Cesõna.

Viimaste mööda läinud aastate sees on mõnigi kaunis raamat Cestlaste teaduse edenduseks välja antud ja nende läbi Cestlaste teaduse piirid laiemale rajatud. Aga looduse teaduse ehk wiisika-õpetuse välja peal puudus niisugune raamat; see fundis eesfeiswa raamatu kirjutusele. So rohkem kui paari kümne aasta eest oli Põlwa õpetaja härra Schwarz ühe väikese wiisika-õpetuse raamatu, „Kooli raamat, kues jagu,“ Cesti koolide kasuks kirja pannud, ja selle auusa mehe kirjatöö on selle aja kohta, kui tema kirjutas, fiidu wääriline töö, sest sell ajal olid Cestlaste koolid weel mitmel wiisil kehwea järje peal kui nüüd, ja ei wõidud siis mitte niisugusid wiisika teaduse raamatuid ette panna, kelle arusaamiseks natuke matematika eesteadusi, nimelt geometria õpetusi, waja on. Nüüd on jo Cesti koolide kasuks geometria raamatud kirjutud ja ka natukene paremad rehkendamise raamatud välja antud kui paari kümne aasta eest olid; sellepärast wõis siis ka nüüd jo üht niisugust wiisika-õpetuse raamatut kirjutada, kelle sees natukene täielikumad õpetused pakutakse, mis sagedaste ennaft matematika põhjuse peale toetawad. Nimelt on eesfeiswa raamatu sees esimene õpetus-jagu mehanik ehk liikumise seadused täielikumalt kui teised õpetuse jaud ära seletud; sellepärast et kõik inimeste ja igasugune loomuse kehade liikumine mehaniku seaduste järele sünnib.

Meie wõime mitmesugust tööd, kui meil mehaniku seadused teada, wäheha jõuuga, lühema ajaga ja kergema waewaga teha. Nõnda teewad siis kõik weskid ja wabriku-masnad oma karmet tööd mehaniku seaduste järele. Muru wanrite sõitmine, laewade purjutamine, õhu-woolamine, wee-lainetamine ja inimese-fõndimine, tema ülessetõusmine ja mahaiustumine — kõik sünniwad täitsa mehaniku seaduste järele. Selle järele on siis mehanik, — üks jagu wiisika teaduseft — iga

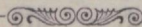


töömehesle üks tubli juhataja ja ušlaw nõuuandja, kua wiifi ja miš-  
 fugufe jõuuga tema oma mitmeſugufi tööd hõlpsamine wõib teha. Mehaniku teaduf on fiis ſellepärasti, et tema kõige ſugufe tööjuhataja  
 on, üks neifi kõige kaſulikumatefi inimeſte teaduftefi; tema põhjendab  
 ennafi igal pool täiſa matematika põhjuſe peale ja nõuab wäga  
 ſagedaſte oma ſeaduſte äraſeletamiſeſi ſügawat geometria ja arith-  
 metika teaduſti. Geſſeiſja raamatu ſeſ on kõige kergemad mehaniku  
 ſeaduſed ja ſeletuſed üleš wõetud, ja kerge geometria õpetuſte toel  
 mõned wäiſſed mehaniku ülešanded wälja reſkendud. Üleütiſe on ſelle  
 raamatu ſeſ kõiſ wiifiſka-õpetuſe jaud lühidalt, kergelt, aga fiifſi nii-  
 palju kui wõimaliſ, iſka matematika põhjuſe peale toetud, nõnda et  
 teda ka julgeſte wiifiſka-õpetuſe raamatuſi nimetada wõib. Muidugi on  
 mõiſta, et kõiſi wiifiſka ſeaduſi, ſelle täieliſeſi aruſaamiſeſi ſügawamaid  
 matematika teaduſi waja on, ſeia raamatu ſiſſe mitte ei wõinud üleš  
 wõetud ſaada, ja niifugufi ſeaduſi on palju; ſellepärasti on fiis eeſſeiſja  
 raamatu ſeſ ſeſt laiatiſ teaduſeſti, keda meie Wiifiſi nimetame, üks wäga  
 wäiſſene jagu kirja pandud, ja on ka raamatu kirjutajal ſee kindel nõuu,  
 kui Geſtlaſte teaduſe piiriſ jälle natukene laiemale on rajatud, fiis ka  
 jälle üht natukene täieliſikumati wiifiſka-õpetuſe raamatut walmiſtada.

Õpetuſe wiifiſ on fiin enamiiſte Prantiſlaſte kooliraamatute järele  
 rajatud, ja minule oli juhatajaſi nimelt prohwefſor Samin (ütſle:  
 Chamän), minu endine koolmeiſter; Saſſa keele raamatute ſeaſti oliſ  
 mulle abiiſi Fochmann, Väeniſi ja weel mõni teine.

Wiimatiſi tunniſtan ma ennafi tänu wõlgnikuſi Dr. härra Weſke  
 ja härra Grenzſteini waſtu, keſ mitmel wiifiſi Geſti keele pooleſti minu  
 tööd kergitada püüdiſiwad ja ka Schnakenburgi trüſiſkoja toimetaja härra  
 Frefſe waſtu, keſ ſuurt hoolt ſelle eeſti on kannud, et kõiſi kujuk, miſ  
 kääkirjaſi ſeiſid, tubli Prantiſlaſte meiſtriſkate läbi walmiſtub ſaid, nõnda,  
 et meie noore Geſtlaſte ſilmade ette fiin wiifiſka ſeaduſed ja ſeletuſed  
 kena kujudega aſtuda wõiwad, ja püüdwad fiis nende looduſe teaduſti  
 ja kenaduſe meelt ühel wiifiſi kergitada.

**Wälſjaandja.**



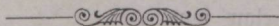
## Pühikesed tähendused.

Mitmele lugejale saavad wist mõned siin raamatus seiswad wiisika seletused ja ülesanded natuke rasked olema, selle peale wastab raamatu kirjutaja, et mitte wõimalik ei ole, ühel teisel wiisil wiisika seadustest ja seletustest täielikult aru saada, kui üksnes sell wiisil, et meie neid õpetusi, mis nende sees meie pakutakse, rehkendamise ja geometria abiga peame püüdma enestele selgeks teha. Sellepärast on siis selle raamatu sees kaunis rohkesti ülesandid wiisika seaduste selgema arusaamiseks antud ja wälja rehkendatud, nõnda et nende läbi iga lugejale peab selgeks jaama, mis wiisika seadused ühe ehk teise asja üle teda on õpetanud. Kõik raamatud, kelle sees wiisika seadusi ja seletusi pakutakse, neid aga mitte rehkenduse juhi (ehk ülesanne) läbi selgeks ei tehta, need ei ole siis ka täielitub wiisika õpetuse raamatud, waid paljalt wiisika jutu-puhujad, kelle seeft lugejad küll mõne hea õpetuse leiawad, aga elawad selgust ja ka kasuliku töö (tegewuse) juhatusi nende siisust ilma ei wõi leida. Sellepärast on siis eesseisja raamatus nii palju kui wõimalik wiisika seaduste selgustuseks ülesandid pakutud, aga jälle sellepärast, et meie Gesslaste geometria ja rehkenduse teadused weel wäga nõrga järje peal seisiwad, ei wõinud palju wiisika seadusi ja nende kasulikka juhatusi siia raamatu sisse mitte üles wõtta. Et aga meie Gesslaste wiisika teadus niisuguse talistuste pärast mitte juutuma ei jõe, tahab siis jälle raamatu kirjutaja, kui teda mitte ilm ettenägemata elufoormad ei keela, natukene kõrgemaid geometria õpetusi Gessi keele kirja panna, ja niisugust rehkendamise raamatud wälja anda, kus rohkesti ülesandid ja nende juhatusi pakutakse, mis raskemaid wiisika ehk looduse seadusi püüawad selgeks teha, ja sedawiisi katjuda, samm sammult julgeste looduse teaduse kasuks edasi astuda.

Paragrahwid, kelle ees niisugune märk \* seisab, tähendawad natuke raskemaid õpetusi, neid wõib ka lugeja lugemata jätta!

Witamaks palub wäljaandja iga lugejad, kellel mõni ülesanne ehk wiisika seletus siin raamatu sees mitte selge ei oleks, temale Tartusse Schnakenburgi adressi järele kirjutada, ja seal kirja sees neid §§<sup>id</sup> ülesse märkida, kus need talistused ette on tulnud, siis tahab niisuguse tubli mehele, — kelle kindel tahtmine on, selle kaunis järsu tee peal, keda meie wiisil nimetame, — edasi saada — ilm niisuguse kuluta tema kirja peale jälle kirja läbi wastust anda ja seal sees hea meelega teaduse nõudjale täielikumad seletust pakkuda.

J. Tüsk.





# Duhataja.

Rehetüig.

§	1. Wiisika-õpetuse põhjus-tähendused . . . . .	1.
"	2. Üleüldised kehalikud omadused. Mõedud: meeter ja gramm . . . . .	1.
"	3. Iga keha on jagatav . . . . .	3.
"	4. Iga loodud keha on aukline . . . . .	4.
"	5. Voomuse kehad on oma tuuma poolest: kindlad, wedelad ja õhu- sarnased . . . . .	4.
"	6. Vigimale tõmbamise- ja eemale lükkamise jõud . . . . .	5.
"	7. Kehade wälja wenimisest ja tagasi kargamisest . . . . .	5.
"	8. Raskuse jõud . . . . .	6.
"	9. Kehade kaalus-seis . . . . .	6.
"	10. Kehade tihedus . . . . .	7.
"	11. Chemie põhjus-tähendused . . . . .	8.
"	12. Elementide ühendamisest ja lahutamisest . . . . .	9.
"	13. Õhuseltsid . . . . .	10.
"	14. Mõne keha kaal wee raskuse kohta . . . . .	12.

## Esimene jagu.

### A. Mehanik.

§	15. Statik, Dynamik . . . . .	13.
"	16. Seisus ja liikumine . . . . .	13.
"	17. Liikumise tee ja tema kiirus . . . . .	13.
"	18. Ühesugune liikumine . . . . .	14.
"	19. Jäädawuse wägi . . . . .	15.
"	20. Mitmesugune liikumine . . . . .	16.
"	21. Ühesugune kaswaja edasilikumine. Kukkumine . . . . .	16.
"	22. Wiiskamine . . . . .	20.
"	23. Kaalus ja wiltu wiiskamine . . . . .	24.
"	24. Ühentud liikumine . . . . .	26.
"	25. Jõuu suuruse tähendusest . . . . .	28.
"	26. Üleüldised liikumise ja raskuse punkti seadused . . . . .	29.
"	27. Edasi liikumine wiltu wälja peal . . . . .	29.
"	28. Kehade kaalus-seis wiltu-wälja peal . . . . .	31.
"	29. Töö tähendused; elaw jõud . . . . .	33.
"	30. Krui . . . . .	34.
"	31. Kiil . . . . .	35.
"	32. Null . . . . .	36.
"	33. Wõlliratas . . . . .	39.

VII

	Reketülg.
" 34. Rang . . . . .	40.
" 35. Raskuse punkt . . . . .	44.
" 36. Rahe ühesuguse õlaga kaal . . . . .	45.
" 37. Rahe isesuguse õlaga kaal = Nooma kaal . . . . .	46.
" 38. Üleüldine keht-jõuu sünduse liikumine loomuse sees. Central= bewegung, Centralkraft . . . . .	46.
" 39. Keppleri seadused . . . . .	50.
" 40. Pendli liikumine . . . . .	53.
" 41. Kehade liikkamisest . . . . .	56.
" 42. Liikumise vastalised . . . . .	57.

**B. Vedela kehade kaalus-seis.**

§ 43. Vedela kehade kaalus-seis . . . . .	58.
" 44. Weepress . . . . .	60.
" 45. Wee kaalumisest ehk loodimisest . . . . .	61.
" 46. Wee ja elawa hõbeda ülesse poole tungimisest peenikeste klaas= torude sees. Capillaritätserrscheinungen . . . . .	63.
" 47. Wee peal ojumisest ja põhja vajumisest . . . . .	64.
" 48. Pürituse protsentide, piima ja õlle rammu mõetmisest, Skalenaräo= meter . . . . .	65.
" 49. Wee lained . . . . .	65.

**D. Õht.**

§ 50. Õht . . . . .	66.
" 51. Baromeeter = õhumõetja . . . . .	68.
" 52. Pumbad . . . . .	69.
" 53. Tõste . . . . .	70.
" 54. Õhu surumisest . . . . .	71.
" 55. Tule-prits . . . . .	72.
" 56. Õoned poolkuulid . . . . .	72.

**Teine jagu.**

**Sealest.**

§ 57. Sealest . . . . .	73.
" 58. Seale edasi jõudmisest, tema tugevus, kõrgus ja heli . . . . .	74.
" 59. Seale edasi ruttamisest ja tagasi kostimisest . . . . .	77.
" 60. Willis-pillid . . . . .	79.
" 61. Skõrw . . . . .	80.

**Kolmas jagu.**

**Walgusest.**

§ 62. Walgusest . . . . .	81.
" 63. Walguse edasi woolamisest õige joonte näul . . . . .	82.



## VIII

Rehetülg.

§ 64.	Wari . . . . .	82.
" 65.	Walguse edasi ruttamine . . . . .	84.
" 66.	Walguse tagasi kargamistest . . . . .	84.
" 67.	Kaswatajad ja wähendajad klaasid . . . . .	88.
" 68.	Rõrged klaasid . . . . .	89.
" 69.	Dõned klaasid . . . . .	91.
" 70.	Pikk-filmad . . . . .	91.
" 71.	Silm . . . . .	93.
" 72.	Nägemise winkel . . . . .	94.
" 73.	Walguse fokku sünnitamine . . . . .	95.

### Neljas jagu.

#### Soojusest.

§ 74.	Soojusest . . . . .	97.
" 75.	Kehade wälja wenimistest . . . . .	99.
" 76.	Kehade sulamistest . . . . .	99.
" 77.	Wee tihedusest ja külmemistest . . . . .	100.
" 78.	Tuule algusest ja õhu woolamistest . . . . .	101.
" 79.	Wälja aurumine ja wee puhastamine. Udu-pilwed, wihm, lumi, kaste ja härm . . . . .	101.
" 80.	Soojuse sünnimistest. Head ja halwad soojuse edasi saatjad. Soojuse paistumistest . . . . .	104.
" 81.	Auru-masinaid . . . . .	106.

### Viies jagu.

#### Elektri ja magneedi wäest.

§ 82.	Elektri-wäe awalduis. Derumise elektri-wägi . . . . .	110.
" 83.	Elektri-wäe edasi saatjad ja mitte edasi saatjad kehad . . . . .	112.
" 84.	Elektri-masin . . . . .	113.
" 85.	Elektri-wäe jautamistest . . . . .	115.
" 86.	Elektrowoor . . . . .	116.
" 87.	Elektri pudel . . . . .	117.
" 88.	Müristamine ja wälf . . . . .	118.
" 89.	Puutuja elektri-wägi ehk Galwanismuus . . . . .	119.
" 90.	Volta-sammais . . . . .	120.
" 91.	Magneedi wäest . . . . .	121.
" 92.	Magneedi nõel . . . . .	122.
" 93.	Sünnitliku magneedi sünnitamistest . . . . .	123.
" 94.	Elektro-magneet ja elektri telegrahw . . . . .	124.
" 95.	Telephon . . . . .	127.

## Gesjuhatus.

§ 1. **Wiisika ehk looduse õpetus** on see jagu looduse teadusest, mis neid seadusi õpetab ja seletab, kelle järele loomuse kehad enamast oma mitmesuguse isewiisidega inimese meelele awaldawad. Nõnda awaldab meie meelele kiwi ja raud oma kaalu ja kindluse läbi; nõnda külm ja soe meie ihule ihu-tundmise läbi; nõnda õhk (tuul) ja wesi oma woolamise ja selguse läbi. Wiisika õpetusel on aga paljalt nende kehadega tegemist, kellel mitte elu ei ole.

See wiis, kudas meie looduse seadusi tundma õpime, on esiteks **tähele panemine**, kudas loomuse kehad oma isewiisi poolest üksteise kohta seisawad, näituseks nende kindluse, selguse ja wedeluse kohta; teiseks **järele katsumine** nõnda, et kui kaks ehk rohkem ühesuurust keha ühtwiisi palawaks jaawad tehtud, olgu raud, wass ehk kiwi — kes neist siis kõige kauem seda palawust enese sees kinni peab, kui neid pärast palawakstegemist ühe jaheda koha peale pannakse.

### Üleüldised kehalikud isewiisid ja omadused.

§ 2. Looduse õpetus ei pane mitte kehade ruumilautusi tähele ühe mõedu järele, nõnda kudas sede geometria õpetus teeb, waid tema püüab kehade tuuma ja nende omaduse üle seletust teha ja otsust anda, niipalju kui inimese meel sellega võimalik on nende mitmesugusest olekust aru saada. Iga loomuse keha on wiisika õpetuse järele üks **tuum**, mis ruumi täidab; iga loomuse keha on aga geometria õpetuse järele paljalt üks **ruumi suurus**, mis geometria õpetuse toel wõib



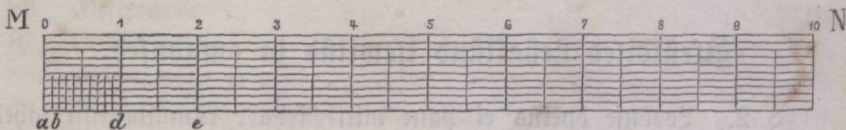
mõedetud ja selle mõedu järele tema kubi= ehk pinna= suurus wälja arwatud saada. (Waata: Kerged ja lühikesed geometria õpetused § 97.) Selle järele on iga keha põhjus=omadus see: et tema ruumi täidab; sellepärast ütleb wiisika õpetus: **iga kehal on oma isepaif.**

**Mätus:** On klaas wett täis ja paned sina sinna sisse ühe wäikese kiwi, siis jookseb sest klaasist just nõnda palju wett wälja, kui selle kiwi geometria= suurus on; sellepärast, et kiwi ja wesi ei wõi mitte ühe koha peal seista, neil on mõlemil oma isepaif. Paneme meie soola wee sisse, siis sulab sool ära ja meie armame, et sool ennast weega on ühendanud; aga wiisika seletus ütleb, et sool ja wesi ei ole ennast mitte ühendanud, waid nemad on ennast teine teise kõrwa nii peenikesteks jaufesteks lahutanud, et meie seda mitte oma filmadega näha ei wõi.

Ehk nüüd küll wiisika õpetuse juures mitte see pea=asi ei ole, kehade ruumi= suurust mõeta, siiski awaldab meile iga keha oma oma=duuse= suurust enamiste ifka sedawiisi, kudas tema keha= suurus on, nõnda: mida suurem kiwi, seda suurem tema kaal; mida suurem tuli, seda suurem tema palawus. Sellepärast peab siis sagedasti kehade omadusi nende ruumi= suuruse järele wälja arwatama. Niiuguse suuruse tarwis on üht kindelt mõetu waja, ja selleks on Prantslaste **meeter** wõetud, mis meie keeles mõet tähendab. See meeter on  $\frac{1}{4000000}$  <sup>dit</sup> jagu sest lõuna= sibiist ehk meridianist, mis üle Pariisi linna nõnda tõmmatud arwatakse, et tema just üle meie maa= kuuli põhja ja lõnna telje otsa jookseb, ja ühe freisi sünnitab, keda kõige suurema freiside jakku arwatakse, mis sedawiisi meie maa ümber wõiks tõmmatud saada.

Meie Eiwil maal pruugitud jala= ja tolli= mõedu kohta on meeter rohkesti  $39\frac{1}{2}$  tolli pikk; just  $\frac{1}{10}$  jagu tema pikkusest on siin M N

Pilt 1.



wahel näha, keda **deetsimeetriks**, —  $\frac{1}{100}$  <sup>dit</sup> d e wahel, keda **jangti= meetriks**, — ja  $\frac{1}{1000}$  <sup>dit</sup> a b wahel, keda **millimeetriks** nimetatakse.

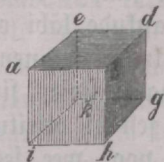
Selle järele on siis kõik pikkused mõedud, mis loomuse uurimise tarwis pruugitud saawad, **meetri** põhjuse peale sünnitatud, ja neid nimetatakse:

$\frac{1}{10}$  dit meter = desimeeter  
 $\frac{1}{100}$  dit meeter = sangtimeeter  
 $\frac{1}{1000}$  dit meeter = millimeeter

ja 10 meetert = dekameeter  
 100 meetert = hektomeeter  
 1000 meetert = kilomeeter  
 10000 meetert = miriammeeter.\*)

**Kaalu mõõduk**s on ka Prantslaste mõet mõetud, keda grammiks nimetatakse. See gramm on jälle nõnda tehtud, et üks kubit-sangtimeeter wett, mis 4 kraadi soe on, just üks gramm kaalub. Siin kõrwas, pilt 2, seisab tema kuju, a b d e g h i k, mis weega täidetud, üks gramm kaalub. See gramm saab jälle nõndasama kui meeter: kümme ja mitu korda kümme suuremaks, kümme ja mitu korda kümme väiksemaks tehtud.

Pilt 2.



$\frac{1}{10}$  dit gramm nimetakse desigramm  
 $\frac{1}{100}$  dit gramm " sangtigramm  
 $\frac{1}{1000}$  dit gramm " milligramm

10 grammi nimetakse dekagramm  
 100 grammi " hektogramm  
 1000 grammi " kilogramm.

§ 3. **Iga keha on jagatav.** See tähendab, et iga asi võib jagamise läbi hulgaks jagudeks tehtud saada. Niisugune jagamine võib sündida: lõikamise, tampimise, õrumise ja weel mitmel teisel viisil. Örumise ja tampimise läbi võime meie soola, kiwi, klaasi ja palju teisi apraid kehaid nii peenikeseks tuhaks teha, et meie nende väikesi jagusid oma silmadega mitte enam selgeste ei näe. Nõnda awaldawad ka mitmesugused wärwid, nagu indigo (sinikiwi), karmin, zinnober oma wäga peenikesi jagusid selle läbi, et ühe erne-tera suuruse tükkiga võib toobre täit wett siniseks ehk punaseks wärwida. Aga ka lilled annawad magusat haisu, mis jälle muud ei ole, kui nende õitest wälja õhkanud peenikesed nägemata jaukesed.

Ehk nüüd küll jagamise läbi iga asi matematika teaduse järele ümlopmata jagudeks võiks tehtud saada, siiski ei ole seesugune jagamine inimese nõuu ja töö läbi mitte võimalik, ja arwatakse siis, et ka loomuse sees iga asi, olgu tema küll nii peenikene, et meie teda sugugi näha ei wõi, temal ometegi üks jagu peaks olema, ja neid kõige väiksemaid jagusid, kellest meie teisi enam weiksemaks ei wõi arwata, neid nimetatakse: **Atomed**. Kui mitu niisugust Atomet ennast teiste enesefugustega ühendawad, siis nimetatakse neid jelle ühenduse läbi suuremaks saanud jagusid: **Molekül**, mis ka weel silmel nägemata jääb.

\*) Natuke suurem kui meie penitoorem.



§ 4. Nägemise ja uurimise läbi saame meie selgest otsust, et iga loomuse kehal, ehk tema kül wäga weikestest jagudest kokku sunnitud on, oma jagude wahel ka weel augud ja wahed on, keda need weikesed kehalikud jaud mitte ei täida: nõnda näeme meie oma filmadega, et pimstein ja pesemise käsu aukline on; nõnda tungib iga kuiwa puu sisse, wahede ja aukude läbi, wesi, kui meie teda mõni aeg wee all hoiame; nõnda tekkivad meie ihu peale, kui meie soja ilmaga raskest tööd teeme, higipisarad, mis soojast ihust meie naha aukude läbi on wälja auranud. Nõnda on ka wedela kehadega seesama lugu. Paneme meie sada toopi wett ja sada toopi kange piiritust aami sisse, siis ei saa meie mitte 200 toopi wiina, waid 193 toopi, sest et piiritus jälle oma wedelusega peenem on kui wesi, ja igal pool wee sees nende wahede sisse tungib, mis wee sees leida on, ja sedawiisi nende mõlemate üleüldist kehalikku ruumi 7 toopi wähen dab; sellepärast ütleb siis wiisika õpetus: **Iga loodud keha on aukline.**

§ 5. Kõik loomuse kehad saawad ülemise selctuse põhjuse peal oma peenikeste kehaliku jagude koosseismise pärast kolme jalku jagatud: **kindlaks, tilkja-wedelaks ja õlja-wedelaks.**

1) **Kindlaks kehaks** nimetatakse neid kehasid, kellel oma kaju on ja kelle jaud üks teisest mitte muudu ei lahku, kui neid jõuu läbi wägise ei saa sunnitud, mitmeks tüüks ennast jagama, ja kui need tüüfid jälle üks teise peale pandud saawad, siis ei ühenda nemad ennast mitte enam üksteisega, nagu: raud, hõbe, klaas, puu ja palju teisi.

2) **Tilkja-wedelad kehad** on kõik need, kellel küll kindel ruumi-suurus on, aga kellel üht jäädawat kindlat kaju ei ole. Nende kaju on igakord see koht ehk nõuu, kus sisse nemad on woolanud; nende keha-jagused wõib fergeft üksteisest eemale lükata ja kui need eemale lükatud jaud üksteisega kokku puutuvad, siis ühendawad nemad ennast jälle üheks ainuks kehaks, nõnda wesi, piiritus, elaw-hõbe ja palju teisi.

3) **Õlja-wedelaks kehaks** arwatakse kõik õhud. Neil on tilkja-wedela kehadega see omadus ühesjarnane, et nende jagused wäga fergefti wõib üksteisest eemale lükata; aga neil ei ole mitte üht kindlat ruumi-suurust, waid nende jaud püüawad kõik laiemale paisuda ja ifka eemale õljuda; sellepärast täidawad siis õhud iga ruumi, kus iganes ruumi täita on.

Enamiste kõik kehad wõiwad palowuse läbi ühest kehaliku olekust teise oleku sisse astuda, nõnda muudab wesi ennast külma läbi kindlaks kehaks — jääks, soja läbi sulab jää jälle wedelaks kehaks — weeks, palowuse läbi tõuseb jälle wesi auruks ja on siis õhujarnane keha; just nõnda on ka weewli, elawahõbedaga ja palju teiste kehadega lugu.

§ 6. **Rigemale tõmbamise ja eemale lükkamise jõud.** See sundus, mis iganes üht loomuse-keha liigutab, tema suurust jagab, tema jagusid kokku hoiab, ehk laiali pillab, ehk ka mis tahes jõuga wiisiga tema keha muudab, seda sundust nimetame meie alati **jõuiks**. See jõud, mis ennast kase keha wahel awaldab, on ikka teineteise ligemale tõmbamine, ehk teineteisest eemale lükkamine. Nõnda tõmbawad kaks isejugust magnedi (**pooli**) ennast teineteise külge, aga kaks ühejugust magnedi **pooli** lükkawad teineteist eemale (§ 92 annab selle üle täiemat seletust). Aga see jõud, mis iga keha kõige weiksemaid jagusid nii kindlaste kinni peab, ehk nii üheteise ligidal hoiab, et neid jagusid mitte kergeste üksteisest lahutada ei wõi, nimetakse: **Kohäsion**; tema awaldab oma wäge kõige enamiste kindla kehade kõige ligimal seisjate wäga weikeste jagude wahel. Wedela, kehade weikeste jagude wahel on tema kinni-hoidmise jõudu weidi tunda ja õhusarnaste keha-jagude wahel ei ole Kohäsioni jõudu sugugi leida. Jälle on üks teine jõud, mis kase keha kõige ligemate jagude wahel oma wäge awaldab — teda nimetakse: **Kohäsion**; tema awaldab oma kinni-pidamise ehk ligemale tõmbamise jõudu: liimimise, klistertamise, kirjutamise, seihkendamise, kullatamise ja weel mitme teise asja juures.

§ 7. **Kehade wälja wenimisest ja tagasi kargamisest**, nende aprusest ja kindlusest. Loomuse sees ei ole ühtegi keha, mis nii kindel oleks, et tema kaju suurust ehk wormi mitte jõuu läbi ei wõiks muuta. Aga kõigil kindlail kehadel on ikka see omadus, et neid jõuu (ehk raskuse) läbi wõib — ühte rohkem, teist vähem — nõnda pitkemaks wenitada, et kui see jõud, mis üht ehk teist keha wenitas, sest wenitamisest ennast lahti päästab, siis kargab see keha oma endise suurusele jälle tagasi. Seda kehalikku omadust, et keha wälja wenib ja jälle tagasi kargab, nimetab wiisika õpetus ühe sõnaga: **Elastizität** (elastitsität). Suuremal mõedul weniwad wälja ja kargawad tagasi: kummi, teras=wedrud, kala=luud; vähemal: lina, waha ja palju teisi. Saab üks keha nii rohkesti wenitud, et tema mitte enam oma endise suurusesse tagasi ei karga, aga siiski katti ka ei lähe, niisugust keha nimetakse **ütteks**, nõnda: kummi, raud, hõbe, wass. Vähe aga üks keha koge katti, kui tema üle oma tagasikargamise piiri wenitud saab, siis nimetakse seda keha: **apraks**, nõnda: klaas, teras, marmor ja palju teisi. **Rõwaks** nimetakse niisugust keha, kelle sisse teised terawad kehad mitte kergeste ei löika. Kõige kõwem keha, mis inimestel teada, on **diamant**. Enamiste on kõwad kehad ikka aprad ja pehmed jälle jitted.



§ 8. **Raskuse jõud.** Pääseb üks asi meie käest lahti, siis kukub tema otse maha, kui mitte üks jõud tema kukkumist finni ei pea. Rõidame meie nõõri otja tükk tina, ja laseme teda nõnda lahti, et

III 3



teine nõõri-ots meie kätte jääb, siis kukub see tina otse maa-  
pinna poole ja tõmbab nõõri sirgeks. Niisugust sirget joont nimetame meie lood=jooneks, ja iga keha kukkumise tee on selle lood=joonega ühesugune. Et aga iga eluta keha oma seisuse paigast ennast mitte muudu ei või liigutada, kui seda jõud ei sunniks tegema, siis arvame meie, et see ka üks jõud peab olema, mis iga maapinna üle seisjat keha sunnib maa peale kukkuma. Kui nüüd igas paigas meie maa peal kõik kehad ühtewiisi nõnda kukkuwad, et kui nende kukkumise tee pikendub saaks, siis jookseks see pikendud tee=joon maa=kuuli keskpunkti läbi. Sellepärast arvatakse siis, et see vägi, mis kõik kukkujad kehad sunnib otse maa peale kukkuma, ja ka kõik kehad, mis maa peal seisawad ehk liiguwad, maapinna küljes nõnda finni peab, et sealt pealt ükski ei või ära minna, see olla **maa-keha** (kõlge) **tõmbamise-jõud**, ja teda nimetatakse, tema üleüldise tähenduse pärast: **Raskuse-jõud**. See raskuse-jõud ei awalda ennast mitte üksnes siin maa peal oma ligemale tõmbamise läbi kõige maa pealise kehade kohta, waid ka taewa

lautuse all. Meie päikene, mis mitu sada korda suurem on kui kõik rändajad tähed (ehk plaanetid) kokku, mis tema perekonna jaus on, tema ümber oma teed jooksewad ja tema käest oma walgust saawad — kõik neid sunnib päikene oma raskuse=jõuu läbi seda teed jooksema, keda nemad alati jooksewad ja kelle pealt nemad ilmaski ei või kõrwale astuda. Nõndasama sunnib ka meie maa=kuul oma raskuse=jõuu läbi kuud enese ümber jooksema; sellepärast et tema keha palju suurem on kui kuu keha. Sedawiisi walitseb siis see raskuse=jõud siin maa peal ja taewa lautuse all ühe ja sellesama loomuse seaduse järele.

§ 9. Kui ühe keha wastu kaks ühesuurust wastastikku jõudu suruwad, üks edasi ja teine tagasi, siis jääb see keha oma paiga peale seisma; niisugust kabe jõuu läbi sunnitud keha seisu (ehk rahu) nimetab wiisika õpetus: **kaalu seisuks**.

Paneme meie kiwi laua peale ehk siume teda nõõri otja, mis läbi tema mitte maha kukkuda ei või: ka niisugust keha kukkumise kinnipidamist nimetab wiisika õpetus kaalu seisuks; sellepärast, et laua kindlus, kelle peal see kiwi seisab, ehk nõõri sitkus, kelle otjas tema ripub, seda raskuse jõudu üles kaalub, kellega maa=kuul teda sunnib, kui tema lahti pääseb, oma pinna peale maha kukkuma.

Seda raskust, kellega iga keha selle põhjuse peale vajutab, ehk seda nõõri alamale tõmbab, kelle otsas tema ripub, nimetame meie: **Kaal**. Et aga kõik kehad ühe ruumi sees, kus õhku sugugi ei ole, ühe ruttusega kukkuvad — sest tiuff tina ja udu-sulg kukuvad ilma õhuta ruumi sees mõlemad ühe kiirusega alla poole, aga ruumi sees, mis õhuga täidetud, seal kukub tina hoopis rutem kui sulg, sest et tema oma suurema kaaluga õhust kergemine läbi surub kui udu-sulg, kellel oma keha ruumi kohta väga weikene kaal on, ja siis õhuga wõitlema peab, et ta jõuaks õhust läbi allapoole wajuda, kus poole teda maa-keha raskuse-jõud ühte puhku sunnib, — sellepärast ütleb wiisika õpetus: **kõik kehalikud ruumi-jaud saawad maa-keha raskuse-jõuust ühtewiisi maa keskpunktile ligemale tõmmatud.**

Ülema seletuse järele tähendab siis sõna **raskus** seda kehaliiktu omadust, et kõik kehad siin maa peal maa-kuuli raskuse-jõuu seaduse all seisawad, see on: **kõik kehad peawad otse maa peale kukkuma**, kui mitte üks teine jõud neid sest kukkumisest tagasi ei hoiu.

**Kaal** tähendab esiteks seda jõudu, kellega maa-kuuli raskus iga keha oma külge tõmbab, ja teiseks nende jagude hulka, kellest iga keha tuum kokku liidetud on, mis selle kehale, kelle jagude hulk suurem, ka suurema kaalu annab; selle järele **kaswab ühel mõedul iga keha kaalu-suurus tema jagude-suurusega**. Sellepärast aga, et meil mitte teada ei ole, kui suurest hulgast jagudest (atomedest) iga keha kokku liidetud on, siis pruugime üht mõetu, kellega meie iga keha kaalu mõeta wõime. Selle mõedu põhjusel on wiisika õpetus (nõnda kudas § 2 seda juhatab) grammi wõtnud.

§ 10. **Kehade tihidus**. Iga keha on seda tihidam, mida rohkem jagusid (atomesid) tema keha ruumi sees on. Wõtame meie pesemise-käsna oma sõrmede wahale ja surume teda kokku, siis on tema (wäline) keha kubil-suurus weiksemaks jäänud, aga tema keha jaud ligimale surutud, see on — tihidamaks saanud, sellepärast wõime meie ütelda: **tihidus on üks määratud seis iga keha jagude ja tema ruumi-suuruse wahel**. Sest õpetusest selgub, et kahe keha tuuma tihiduse-seis teineteise kohta, kui mõlemad kehad ühesuurused, nõnda on, kuidas mõlemate kehade jagude suurus. On aga kahe keha jagude suurus ühesugune, siis on nende tuuma-tihidus niisugune kui mõlemate kehade ruumi-suurus teineteise kohta on.

Olgu mõlemad kehad siin ülema õpetuse esmise juhatusse järele — ühesuurused, nende jagude suurus ühesugune:



1 mene keha olgu 8 naela ja tema suurus 16 kubi=tolli,

2 ne " " 12 " " " " 16 " "

fiis on mõlema keha tuuma tihedus teineteise kohta nõnda kudas:

$$\frac{8}{12} = \frac{2}{3} = 2 : 3 \text{ kohta.}$$

Olgu jälle ülemise õpetuse teise juhatusse järele kahe keha jagude suures ühesugune, aga nende ruumi=suurus isesugune:

1 mene keha olgu 12 naela ja 16 kubi=tolli,

2 ne " " 12 " " 20 " "

fiis on nende tuuma tihedus:  $\frac{20}{16} = \frac{5}{4} = 5 : 4$ .

Olgu viimase kahe keha jagude ja ruumi=suurus kõik isesugused, fiis leiame meie nende mõlemate tuuma tihedust sedawiisi:

1 mene keha olgu 17 naela ja tema suurus 34 kubi=tolli,

2 ne " " 20 " " " " 30 " "

fiis on nende kahe keha | tihedus nõnda kudas |  $\frac{17}{34} : \frac{20}{30} = \frac{1}{2} : \frac{2}{3} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{2}{3}} = \frac{3}{4} = 3 : 4$  kohta.

1) Rasku niid ise arvata: Raski waff kaalub 120 naela, odra waff 105 naela, kui palju on raski tera odra terast tihidam? Wastus: 8 : 7. (Ütle: nagu 8<sup>ha</sup> 7<sup>me</sup> wastu).

2) Nisu waff kaalub 130 naela, kaera waff 90 naela; kui palju on nisu=tera kaera=terast tihidam? 13 : 9.

3) Külmit ernid kaalub 32 naela, ja waff lina=seemnid 112 naela; kudas on nende tihedus teineteise kohta? 8 : 7.

4) Kubi=jalg wett kaalub 70 naela, 7<sup>me</sup> jalane kubi=süld liiwa 30,870 naela, kui palju on liiw weest tihidam? Wastus: 9 : 7.

5) Kubi=sangtimeeter elaw=hõbedat kaalub 13,59 grammi, üks kubi=detsimeeter wett kaalub 1000 grammi; mitu korda on helaw=hõbe weest tihedam 13,59 : 1.

Pane tähele! 1) Wiisika õpetuse järele on kahest ühesuurusest kehast see tihidam, mis rohkem kaalub. 2) Keha kaal tähendab seda raskust, mis see keha kaalu peal kaalub; raskus tähendab jälle seda jõudu, kellega maa=kuul iga keha oma külge tõmbab. Meie igapäawases elus saab enamiste keha raskus ja keha kaal ühe tähendusega pruugitud; sest ei ole suuremat häda. Wiisika seletuste juures peab aga nende kahe sõna wahel wahet tehtud saama.

§ 11. Mitmel wiisil puudub wiisika õpetus ühe teise õpetusega kokku, keda lahutuse kunstiks **femia** (ehk **Chemie**) nimetaks. Chemie

õpetab, et kõik loomuse kehad enamiste ifka kapest ehk ka mitmest **elemendist** (=põhjus kehast) kokku liidetud on. Elemendiks arwab lahutuse kunst kõik neid loomuse kehaid, keda mitte nõnda enam lahutada ei või, et neist üksikult weel mitu isefugust keha-tuuma saaks. Niisugusid elementa on tänapäewasel chemie õpetusel 63 teada. Need on raske metalli jagudest: kuld, hõbe, platin, wass, raud j. p. t.; kerge metallidest: kaali, natron j. m. t.; ja teised, mis mitte metallid ei ole: weewel, wosmor j. m.; õhu-sarnatsed kehad: hapnik, wesiinik, lämmastik. . . .

§ 12. Selle läbi, et kaks ehk rohkem elementi ennast ühendawad, sünnib siis üks kolmas keha, kellel koguni teised kehalsed omadused on, kui nende elementidel, kellest tema sünnitud sai. Nõnda sünnib kapest õhusarnastest kehast hapnik ja wesiinik, kui nemad ennast ühendawad: **selge-wesi**; nõnda sünnib, kui weewel ja elaw-hõbe palamuse läbi ühendud saawad: punane wärw (**Zinnober**).

Kui kaks, ehk mitu keha tuuma ennast kokku üheks uueks kehaks muudawad, siis ööldakse, et need kehad olla üheteisega sõbrad, ja see sõbraline jõud, kes neid mitmesugusid keha-jagusid ses uues kehas ühes hoiab, nimetakse wõera keele sõnaga: **Affinität**. Aga mitte iga keha ei ühenda ennast iga teisega; nõnda ei ühenda ennast mitte õli weega ja suhkur sütega. Niisugustest kehadest, mis mitte üheteisega ennast ei ühenda, ööldakse, et neil üheteisega sõprust (**Affinität**) ei ole. Nõndawiisi, kuidas mitu keha kokku üheks uueks kehaks ümbermuuta võib, nõndasama wiisi võib jälle üht ainust keha mitmeks teiseks kehaks ära lahutada. Niisugune lahutamine sünnib enamiste põletamise, hapnemise, mädanemise ja ka mitme teise wiisi läbi. Paneme meie ühe tüki puud põlema, siis tõuseb sest tulest suits ülesse, ja kui puu täitsa ära põlenud on, jääb meile natukene tuhka järele. Tule läbi sai siis puu suitsuks ja tuhaks lahitud.

Lahutamise-kunsti õpetuse toel tehakse: sae-purust ja ka mitmest teisest asjast äädikat; wafest ja äädikast rohelist wärwi (**Grünspan**); seatinast ja äädikast walget wärwi (**Wleiweiß**). Naorist — kaalist ja mitmest muust söögiviljast suhkurt. Kartohwilitest, nisust ja weel mõnest teisest wiljast terklest. Päkklistest, lina- ja kanepi-seemnest ja weel mitme teiste wiljade seemnetest õli. Männa juurtest saab põletamise läbi terpentini õli, tõrwa ja pigi. Terpentini õlist ja puhastatud waigust tehakse lakk ja muud fellesarnast. Meie oleme nüüd jo küllalt aru saanud, et lahutuse-kunst üks laialine ja kasuline teadus on. Tema teaduse õpetuste järele teewad kõik apteekrid omad rohud; wärwi-wabrikandid omad mitmesugused wärwid; õlle, piirituse ja peenikese wiina wabrikandid oma õlut, piiritust ja peenikest wiina; seebiteejad oma mitmesugused seebid ja küündlad; nõndasama ka weel mitmed teised wabrikud töölised oma tööd.



§ 13. **Õhu-seltsid.** See õhk ehk luhwt, mis mitu penikoormät kõrgelt meie maa-kuuli ümberpiirab, keda meie inimesed, elajad ja ka kõik taimed enese sisse hingame ehk imeme ja jälle wälja õhkame, see õhk on ligi  $774 = 0,001293$  korda kergem kui wesi, ja oma isewiiside poolest mitmesugune.

Kaks neist õhu-seltsidest on kõige rohkem loomuse sees leida: **hapnik** (Sauerstoffgas) ja **lämmastik** (Stickstoffgas), nõnda et, kui ühe ruumi sees 21 jagu hapnikku (õhku) oleks, seal peaks siis ka ikka 79 jagu lämmastikku (õhku) olema; aga weel üks kolmas õhu jagu õljub nende kahe wahel, keda **süsinik** (Kohlensäuregas) nimetakse; tema jagu on nende kahe esimise kohta nõnda weikene, et seal, kus neist esimestest 5000 jagu koos oleks, seal oleks paljalt 2 jagu süsinikku leida.

1) Hapnik (Sauerstoff) on üks selge ilma haisuta õhk, mis igal pool leida on ja iga niisuguse kehaga, kelle sees teda weidi on ehk sugugi ei ole, püüab ta ennast ühendada. Tema on teiste õhu-seltsidest enamiste sellepärast ijesarnane, et kõik kehad, mis põlema süüdetud, tema sees wäga heleda tulega kermesti põlewad. Põlemine ise ei ole muud midagi, kui hapniku ühendamine selle kehaga, mis põleb, kus läbi nemad mõlemad siis walgust ja palawust sünnitawad.

Kui raud roostetab ehk wäse peale rohiline wärwi-kõnts heidab; kus üks asi hapneb ehk keha mädaneb — seal on ikka hapnik töö. Inimese ja elaja elule on hapnik nõnda kasulik, et ilma temata meie elu kohe ära kustuks. Sisse hingates ühendab ta meie kopsu sees ennast süe-ollusega ja wesiinikuga, mis were sees woolawad ja sealt saab jälle süsistik ja wee aur, mis enam were sees kasulik ei ole, wälja hingatud. Hapnik ise sünnib loomuse sees enamiste selle läbi, et teda kõik rohilised taimed päewapaistel enese seest rohkete wälja õhkawad.

2) **Lämmastik** (Stickstoff) on ka selge ilma haisuta õhk. Tema jagu on ligi  $\frac{4}{5}$  <sup>ndist</sup> sest juurest õhu-merest, mis meie maa-kuuli ümber piirab, ja on ka enamiste kõige metallide, taimede ja elaja kehade sees rohkete leida. Inimese ja elaja hingamisele ei ole tema mitte hea, aga sellepärast, et tema hapnikuga ühes sisse hingatud saab, ei tee tema meie ihule sugugi kahju. Tuli ei wõi tema sees mitte põleda, waid kustub kohe ära. Tema sünnib loomuse sees ikka seal, kus mädanemise läbi kehad ennast ümber muudawad.

3) **Süsinik** (Kohlensäuregas) on selge ja ilma haisuta. Tema sünnib ikka seal, kus süed põlewad, kus midagi hapneb, nõnda wärske marjawiina ja õlle juures, ja ka see õhk, mis inimesed ja elajad

eneste feest wälja hingawad, on enamiste ifka süsinik. Kõik kaswajad taimed imewad jälle süsinikku oma sisse, ja ilma temata ei wõiks taimed sugugi kaswada; aga inimese ja elaja sissehingamisele on tema nõnda halw, et surm koha kääs on, kui teda rohkeste sissehingatud saab. Sellepärast aga, et tema  $\frac{1}{3}$  jagu rassem on, kui see üleüldine õhk, mis meie ümber seisab, wajub ta ifka alama maa-pinna ligidale ja on teda kõige rohkem jügawa haukude, koobaste, kaewude ja niisuguse keldrite sees leida, mis kawa aega nõnda finni on seisnud, et sinna sisse wäljaspoolt wärske tuul mitte ei ole tungida wõinud. Kui tulepurskawa mägede ligidal, ehk niisuguse maa kohtade peal, kus maa all süe-laagrid on, aukusid kaewatakse, siis tõuseb niisuguste aukude feest rohkeste süsinikku ülesse. Itaalia maal Neapoli linna ligidal on üks koobas, keda Pauzilippo koera koopaks nimetakse; selle sees on 2 jalga kõrgelt nii rohkesti süsinikku, et iga elajas ehk ka inimene, kes madalamal kui kaks jalga koopa põhjast seisaks ja seda õhku sisse hingaks, see sureks siis koha ära. Nõndasama on ka Saawa saare peal üks sügaw org mägedest ümberpiiratud, kelle sees ka nii rohkesti süsinikku õljub, et iga inimene ja elajas, kes sinna sisse juhtub, seal koha oma elule otsa leiab.

Et nüüd inimesed ennast niisuguse halwa õhu eest teakswad hoida, kui nemad jügawa koobaste ehk kaewude sisse peawad minema, siis panewad nemad ifka enamiste laterna sisse tule ja lajewad seda laternat tulega nõõri otsas niisuguse koopa ehk kaewu põhja, kus sisse nemad tahawad minna. Näab tuli koopa ehk kaewu-põhjas laterna sees põlema, siis wõib sinna sisse õhu pärast julgesti astuda, kustub aga tuli ära, siis ei tohi mitte sinna sisse minna, waid peab põletud lupja weega segatama ja seda wedelat lubja-putru niisuguse koopa põhja kallatama; sellepärast, et süsinik lubja-pudrugaga ennast wäga kergeste ühendab ja sedawiisi enesele otsa teeb. Ka teistwiisi ja mitme teise asja abiga wõib selle halwa õhu wastu nõuu leida.

4) Wesinik (Wasserstoffgas) on ka selge ilma haisuta, ja 14 korda kergem kui see õhk, mis meie maa-pinna üle õljub. Teda leiame meie rohkeste wee-taimede ja elaja kehade sees, teiste kehajagudega ühendud. Tema hakkab wäga kergeste wäikeste walguse heledusega põlema, aga tema tuli ise on wäga palaw. Sellepärast, et ta kõige kergem õhk on, täidetakse temaga õhu-laewa pommi, ja selle tarwituseks tehakse teda siis ifka enamiste weest.

Kõik need ülemal nimetud õhu-seltsid ühendawad ennast üheteisega mitmet ja mitmet wiisi ja sünnitawad sedawiisi oma ühenduse läbi jälle uusi kehasid. Selle üle aga laiemat seletust anda, ei ole siin



weikefes raamatus sellepärast mitte võimalik, et iga algus-õpetuse raamat peab paljalt kõige tarvilikumatest põhjus-asjadest seletust tegema, ja kõik teised õpetused, mis weidim tähtsad on, mahajätma; sest muidu weniks raamat väga paksuks, läheks kallimaks, ja õpetajatel niisama kui õppijatel oleks rohkem õpetus-materiali pakutud, kui nemad jõuaks algus-õpetuse juures läbi wõtta.

§ 14. Selle weikese tabelli peal on mõned kehad ülesse märgitud, kuida nende kaal üheteise kohta seisab. Põhjus-kaalu mõdeduks on 4 kraadi see wesi wõetud, sellepärast, et wesi, kui tema 4 kraadi see on, siis on tema oma ruumi-suuruse kohta kõige raskem.

### Kindlad kehad

wee raskuse järele:

Platin . . . . . 21,3	Diamant . . . . . 3,5	Lepp, toores . . . 0,85
Kuld . . . . . 19,33	Marmor . . . . . 2,8	Lepp, kuiw . . . 0,5
Seatina . . . . . 11,38	Klaas . . . . . 2,3	Kass, kuiw . . . 0,64
Hõbe . . . . . 10,5	Weewel . . . . . 2,0	Mänd, kuiw . . . 0,5
Wass . . . . . 8,9	Sool . . . . . 2,0	Saar, kuiw . . . 0,64
Raud . . . . . 7,6	Woswor . . . . . 1,9	Puu-süsi . . . . 0,44
Zink . . . . . 7,2	Elewandi luud . 1,9	Kork . . . . . 0,24
Tina . . . . . 7,2	Tammepuu, kuiw 0,85	

### Wedelad kehad

wee raskuse järele:

Glaw-hõbe . . . . . 13,59
Plim . . . . . 1,030
Mere-wesi . . . . . 1,026
Allika-wesi . . . . . 1,000.4 <sup>0</sup>
Tina õli . . . . . 0,953
Sitroni õli . . . . . 0,852
Oliwi õli . . . . . 0,915
Terpentini õli . . . 0,872
Kange piiritus . . . 0,693

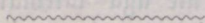
### Õhu raskused

wee järele:

Õhu järele:

Üleüldine	0,00129	1,00000
õhu raskus		
Hapnik . . . . . 0,001429		1,10563
Lämmastik . . . 0,001255		0,97137
Wesinik . . . . . 0,0000895		0,06926
Süsinik . . . . . 0,001976		1,5291
Wee-aur . . . . . — — —		0,6230

Katju wastata! Midawiisi õpime meie kehade omadusi tundma? Misjuguasi seletusi annab wiisika õpetus kehade üle, ja misjuguasi geometria õpetus? Mikespärast kufkuwad kindlad kehad, kui nemad kõrgest kohast lahti pääsewad, maa-pinna peale? Mis wahet teeb wiisika õpetus raskuse ja kaalu wahel? Mis tähendawad sõnad: atom, mis moleküle, mis elastizität? Kudas wiisi sünnib kehade kaalu seis? Mis tähendab wiisika õpetuse järele kehade tihedus?



# Õsimine jagu.

## A. Mehanik.

§ 15. **Mechanik** on see teaduse jagu, mis neid seadusi seletab, kelle järele iga keha seisab ehk liigub; sellepärast lahkuvad tema õpetus kahte jaksu:

1<sup>teks</sup> **Statik**, õpetus kehade seisust;

2<sup>teks</sup> **Dynamik**, õpetus kehade liikumisest.

§ 16. **Seisus ja liikumine.** Iga keha seisab, kui tema oma kohta ruumi sees mitte ei waheta, tema liigub, kui tema oma kohta ühtepuhku wahetab.

Meie arvame keha siis liikuvat, kui tema oma kohta teiste tema ligidal seisawate kehade kohta nõnda wahetab, et ta neile ligidamale, ehk neist eemale rändab. Aga meie mõtled ja tähelepanemised käiwad wäga sagedaste eeskirjade teel. Kui meie paadi sees järwe ehk jõe peal edasi purjutame, ja seeläbi otse kalda peale waatame, siis näeme meie, et puud, majad ja kōid, mis kalda ääres seisawad, edasi rändawad; nõndasama on lugu, kui meie raudtee-wantrist ruttu edasi sõidame ja aknast nende asjade peale waatame, mis tee ääres seisawad: meie näeme neid jälle kōid jookstes enestest mööda minewat. Niisugusti eeskirju on palju, sellepärast ei wõi meie mitte igakord oma tähelepanemist uskuda ja oma mõtteid õigeks arvata.

§ 17. **Liikumise tee ja tema kiirus.** See tee, keda üks keha edasi ruttab, wõib olla: **õige** ehk **kõwer**. Õige on ühe keha tee, kui ta ühtewiisi ilma pööramata edasi ruttab; kõwer, kui ta ühtepuhku ennast oma edasiruttamises pöörab. Arvame seda keha, mis edasi ruttab, nii wäikeseks, kui üks punkt, siis oleks see tee, mis tema ilma pööramata jookseb: **õige joon**, ja see tee, kus tema ennast edasi rutates ühtepuhku pööris: **kõwer joon**. Kuhu poole see



kõwer joon edasijookstes ennast igakord pöörab, selle üle annab otsust puutuja joon, keda iga kõwerajoone punkti peale tõmmata võib. (Vaata ferged ja lühikesed geometria õpetused § 60 ja 61.)

**Ühesugune** on keha edasi rändamine, kui tema ühe aja pikkusel ka ühed tee=pikkused edasi jookseb.

**Mitmesugune**, kui tema ühe aja pikkusel kord rutem, kord jälle pikemine edasi rändab.

Rehade edasi rändamine võib mitmesugune olla:

1<sup>ies</sup> **Kaswaja liikumisega**, see on: mida kauem ta jookseb, seda pikem see tee jagu, mis tema ühe ja sellesama aja jau pikkuses on edasi rännanud,

2<sup>ies</sup> **Wäheneja liikumisega**, see on: mida kauem ta jookseb, seda lühem see tee=jagu, mis tema ühe ja sellesama aja=jau pikkuses on edasi rännanud. Tee pikkus, mis iga keha ühe aja pikkuses edasi on rännanud, nimetatakse viisika õpetuse sees **kärmus**.

Uja ja tee pikkusets saavad ikka weitesed mõded wõetud. Uja pikkuse mõduts wõetakse enamiste: üks sekund, tee pikkuse mõduts: üks meeter, ja nende wastastiku suuruse seis saab rehkenduse abiga määratud.

§ 18. **Ühesugune liikumine.** Keha, mis oma kärmusega ühtewiisi nõnda edasi ruttab, et tema esimese sekundi sees v meetert ehk ka küünart edasi jõuab, see jõuab teises sekundis 2 v küünart ja kolmandamas 3 v küünart edasi. Tähendame v läbi (velocitas, kärmus) liikumise kärmust ja t läbi (tempus, aeg) seda aega sekundide järele, millel üks tee pikkus S (spatium, ruum) kehast edasi jookstud saab — (tähendagu siin  $v = 6$  küünart ja  $t = 4$  sekundi) — siis on:

$$1) \text{ tee pikkus } S = v \cdot t \dots\dots S = 6 \cdot 4 = 24 \text{ küünart}$$

$$2) \text{ kärmus } v = \frac{S}{t} \dots\dots v = \frac{24}{4} = 6 \text{ küünart sekundis}$$

$$3) \text{ aeg } t = \frac{S}{v} \dots\dots t = \frac{24}{6} = 4 \text{ sekundi.}$$

**Mätus.** Kui raudtee-wanker 10<sup>ne</sup> sekundi sees 145 meetert edasi jookseb, siis on tema kärmus ühe sekundi sees  $v = \frac{145}{10} = 14,5$  meetert; ja see aeg, millal tema ühe tee pikkuse, mis 13050 meetert mõedab, ära jookseb, on  $t = \frac{13050}{14,5} = 900$  sekundi ehk 15 minutit.

Liisuguse rehkendamise abiga wõime meie iga ühesugust keha-liikumist fergeste wälja arvata, kui meil faks eesteadust antud on. Reed eesteadused wõiwad olla:

- 1) aeg = t ja liikumise kärmus = v,
- 2) tee pikkus = S ja aeg = t, millal tee pikkus ära jookstud on,
- 3) liikumise kärmus = v ja tee pikkus = S.

**Rehkenda** siis! Paat jõe peal sõuab 10<sup>ne</sup> minuti sees 1800 sammu edasi, kui suur oli tema kärmus = v ühe sekundi sees? Vastus:  $v = 3$  sammu.

1) Postwanker sõitis 2 tunniga 24 wersta, iga wersta peal jooksis wankri ratas 400 korda ümber; mitu korda jooksis wankri ratas ühe minuti sees ümber? Vastus:  $v = \frac{24 \times 400}{2 \times 60} = 80$  korda.

3) Käreda woolaja jõe peal ojub pa'lk; jõe wesi jookseb igas sekundis 6 küünart allapoole; kui palju aega läheb mööda, et see pa'lk 10 wersta edasi ojub? (Werstal on 1750 küünart. Vastus:  $t = 48 \frac{11}{18}$  minutit.

4) Häläl jõuab, kui ilm kuiw on, igas sekundis 1090 jalga ehk 330 meetert edasi; mit-ne sekundi pärast kuuleme meie ühe suuretüki pauku, mis meist 5000 meetert eemal lastakse? Vastus:  $t = \frac{5000}{330} = 15 \frac{5}{33}$  sekundi.

5) Suuretüki kuul jookseb igas sekundis 720 meetert edasi; mitu sekundi läheb mööda, kui suuretüki kuul  $6 \frac{1}{2}$  kilomeetert on edasi jõudnud? (Kilomeetril on 1000 meetert). Vastus:  $t = \frac{6500}{720} = 9 \frac{1}{36}$  sekundi.

§ 19. **Säädawuse wägi** (Beharrungsvermögen). Kui üks liikuja keha oma otse tee peal edasi jõudes pikkemine ehk rutemine liikuma hakkab, paremat ehk pahemat kätt oma tee pealt kõrwalte pöörab, ehk koguni seisma jääb, siis on teda üks teine jõud sundinud seda tegema. Nõndasama, kui üks liikuja keha iseenesest mitte seisma ei wõi jääda, nõndasama ei wõi üks seisja keha iseenesest liikuma hakata; seal peab ikka üks jõud oma talitusega tööle olema. Et nüüd iga keha oma paiga peal seisab, mis teda maa-keha raskuse-jõud sunnib, siis nimetab wiisika õpetus niisugust keha seisju: jääda-wuse wägi.

**Näitus.** Kui üks seisja wanker, kelle peal meie rahuliste istume, ehk üks paat, kelle sees meie püsti seisame, järsku edasi hakkab jooksuma, siis kutume meie tagapidi maha, kui meie endid mitte selle eest ei mõistaks hoida; nõndasama kutuks meie jälle edasi poole maha, kui ruttu jooksjä wanker ehk paat oma jooksu järsku linni peaks. Ka nõndasama kutuks rutuste ratsa-sõitja hobuse seljast üle hobuse pea maha, kui hobune järsku seisma jääks. Need näitused annawad selle üle selget tunnistust, et iga kehal jäädawuse wägi on.



Arvane ta mitte imeks, et siin ööldud sai, iga liikuja keha ei võdi iseenesest mitte seisma jääda, vaid teha peab ikka üks teine jõud sunnima, et ta seda teeks. Sa näed jo alati, et iga asi, mis jõuu läbi liikuma sunnitakse, pea jälle seisma jääb, kui teha mitte uueste ja ühte puhku jõuuga järele ei liikata, ehk edasi ei tõmmata; selle peale vastab sinule viiſika õpetus, et kaks jõudu on alati, kes iga liikuja keha teed lühendada püüdnud: esimine on meie maakuuli raskuse jõud, mis iga keha oma külge tõmbab ja teine on õht, kellest iga jookſja keha ennaſt peab läbi suruma, kui ta edasi tahab rännata ja siis sellepärast oma liikumise jõudu ühtepuhku vähendab. Kui keha maapinda mööda edasi ruttab, siis tuleb tema kinnipidajaks veel üks kolmas juure, see on: õerumine (ehk taſistamine, vastufeisimine). Seisab üks pa'll wee peal, siis on tema kerge edasi tõmmata, sellepärast et weſi libe webel on ja kergeſte palgiga ühes edasi jookſeb, ehk ennaſt kergeſti palgi eest igale poole lahutab; seisab aga pa'll maapinna peal, siis on ta väga raske edasi liikata, ſest et maapind oma karedusega palki vastu õerub.

§ 20. **Mitmesugune liikumine.** Kui üks jõud ühe liikuja keha pihta seda keha uuesti sinna poole liſtkab, kus poole see keha edasi liigub, siis kasvab selle keha liikumise kärmus nõnda, et kui see jõud, mis seda keha esmalt liikuma sundis, 9 künart igas ſekundis teda edasi ajas, ja tuleb nüüd uus jõud ſellwiilſil juurde, et keha selle liſtkamise läbi igas ſekundis veel 4 künart edasi jõuaks, siis peaks see keha nende kase jõuu liſtkamise waral  $9 + 4 = 13$  künart ſekundis edasi jookſma. Tuleb aga uus jõud selle liikuja keha tee peal otſe vastu, nõnda, et ta jõuaks seda keha igas ſekundis 4 künart tagaſi liikata, kui see keha mitte ei liiguks, siis jõuaks ſeſama keha sellepärast, — et tema esimine liikumise-jõud teda sundis 9 künart igas ſekundis edasi liikuma, veel  $9 - 4 = 5$  künart ſekundis edasi jõuda; ſest ſelgub nüüd ſee loomuse ſeadus: **Kaks jõudu, mis üht keha ühele poole liſtkawad, sunniwad teda nõnda kärmeste liikuma, kui nende jõud kokku juur on; ja kaks waſtaſtiku jõudu, mis ühe keha peale liſtkawad, sunniwad seda keha nii kärmeste liikuma, kui nende kase jõuu suuruse-wahe on.**

Kui üks keha ühe ja ſelleſama aja pikkuses 2 ehk 3 korda pikema tee peab edasi jookſma, siis peab ta ſee jõud, mis teda edasi sunnib, 2 ehk 3 korda suurem olema.

§ 21. **Ühesugune kasvaja edasiliikumine. Kulkumine.**

**Seleetus.** Kaswab ühe liikuja keha kärmus ühe aja-pikkuses ikka ühtewiilſi suuremaks, siis nimetakſe tema liikumist **ühtwiilſi kasvajakſ.** Sa ſee jagu, mis igas ſekundis juure kasvab, nimetakſe **fermuse kasvamisefks.** Riisugune liikumine tuleb siis ette, kui üks keha ülewelt alla-poole maa-raskuse ſu'nduse all kulkub. See raskuse jõud on kasvaja ja ta sunnib iga kulkujat keha ühtepuhku kulkudes fermemine edasi ruttama.

**Seadus 1.** Kõik kehad kukuvad õhuta ruumi sees ühesuuruse kärmuse kasvamisega, sellepärast, et maa-keha raskuse jõud neid ühel viisil oma ligemale tõmbab.

Iga keha kukub õhuta ruumi sees  $1_{\text{mees}}$  sekundis 4,49045 meetert, ehk ilma murd-numbrita arvatud 5 m. = 16,6 Viivimaa jalga. (Meetrit on 3,32 Viivimaa jalga.

Vaseme meie ühe keha kõrgest kohast kukuda, siis näeme, et see keha esite pikemine kukub, ja mida kauem ta kukub, seda rutemine ta edasi jõuab. Kui meie nüüd selle kukumise kärmuse üle sekundide pikkuse järele otsust tahame teha, siis leiame, et see kukumise kärmus iga sekundi lõpetusel kõige kärmem on; sellepärast võtame selle kukumise rehknudi selgemaks arusaamiseks esimese sekundi keskmise karmuse, nõnda kudgas siin näidatud saab.

Mitmes Saksa keele viisita õpetuse raamatus on lugeda, et iga keha 1 mees sekundis 15,1 jalga kukub; mõnes ka jälle, et iga keha 1 mees sekundis 15,6 jalga kukub; siin aga leiab lugeja 16,6 jalga. See on sellepärast, et 15,1 jalga wanaaajase Prantsuse jala mõdedu-pikkust tähendab, mis meie Viivi maal pruugitava jalast rohkem kui  $\frac{2}{3}$  tolli pikem on. Ja jälle 15,6 tähendab Preisimaa jala pikkust, mis ka meie 12 tollilise jalast natukene pikem on.

Esimese sekundi hakatusel on iga kukuja keha kärmus = 0, esimese sekundi lõpetusel on kukuja keha kärmus 2.5 meetert, selle järele on keskmine kukumise kärmus esimeses sekundis =  $\frac{0+2.5}{2} = 1.25$  meetert; teise sekundi hakatusel on kukumise kärmus 2.5 = 10 m. ja teise sekundi lõpetusel 2.2.5 = 20 m.; selle järele on teise sekundi keskmine kukumise kärmus  $\frac{10+20}{2} = 15$  meetert; kolmanda sekundi hakatusel on kukumise kärmus 2.2.5 = 20, ja lõpetusel 3.2.5 = 30 meetert, kolmanda sekundi keskmine kukumise kärmus on  $\frac{20+30}{2} = 25$  meetert. Seft seletusest selgub, et iga keha kukkudes nõnda edasi ruttab:

1 <u>mees</u>	sekundil	1.5	meetert	wõi	=	16,6	jalga
2	"	3.5	"	"	=	49,8	"
3	"	5.5	"	"	=	83.	"
4	"	7.5	"	"	=	116,2	"
5	"	9.5	"	"	=	149,4	"

Viies sekundis 25.5 meetert ehk = 415 jalga.

**Seadus 2.** Kukumise tee pikkus kasvab ükiskües sekundites nõnda, kudgas ilmpaarita numrid 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 . . . . kasvavad.



Kui meie ühikute sekundite kulkumise tee pikkuse kogu arvame, siis leiame järelejärgi kokkuseadmisel selle rehknuudi nõnda:

		aja-ruudid	
1	meil sekundil kukub iga keha edasi	1.1 . . =	1.5 meetert
2	" " " " 1 + 3 =	2.2 . . =	4.5 " "
3	" " " " 1 + 3 + 5 =	3.3 . . =	9.5 " "
4	" " " " 1 + 3 + 5 + 7 =	4.4 . . =	16.5 " "
5	" " " " 1 + 3 + 5 + 7 + 9 =	5.5 . . =	25.5 " "

See on jälle  $25.5 = 125.3,32 = 415$  jalga.

**Seadus 3.** Kulkumise kärmus kasvab nõndasama, kudas tema aja ruudid kasvavad.

Katsu nüüd rehkendada!

1) Mitu meetert ehk jalga on üks keha kahetjama sekundi sees kulkunud? Vastus:  $15.5 = 75$  meetert ehk  $75.3,32 = 249$  jalga.

2) Mitu meetert ehk jalga kukub üks keha esimesest seni kui kahetjama sekundi lõpetusele edasi? Vastus:  $8^2.5 = 64.5 = 320$  meetert ehk  $320.332 = 1062,4$  jalga.

Neist ülemal antud kulkumise seletustest ja seadustest seame siin mõne rehkendamise juhi kogu, kelle toel meie kergel viisil järelejärgi ülesandeid välja rehkendada võime.

Täheandame nõnda, kudas meie seda § 18 juures tegime, t tähe läbi aega, v läbi kärmust, millega üks keha iga sekundi lõpetusel kukub, g (gravitas) läbi seda kärmust, mis esimese sekundi lõpetusel raskuse jõud iga keha sunnib kulkuma.

I. Suht  $v = g \cdot t$

**Seletus:** on meil esimese sekundi lõpetuse kärmus teada, siin  $g = 10$  meetert, ja aeg  $t = 3$  sekundi, siis on v kulkumise kärmus kolmandamal sekundi lõpetusel  $v = 10 \cdot 3 = 30$  meetert.

II. Suht  $S = \frac{1}{2} g t^2$

**Seletus:** on meil esimese sekundi lõpetuse kulkumise kärmus teada, siin  $g = 10$  meetert ja aeg  $t = 3$  sekundi, siis on S kolme sekundi kulkumise tee pikkus  $s = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 3^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 9 = 45$  meetert.

Neist mõlemist juhust võime meie rehkendamise abiga jälle uusi juhtisid kogu võita:

$$v = g \cdot t$$

a)  $t = \frac{v}{g}$  ehk  
 $t = \frac{30}{10} = 3$  sekundi  
 $S = \frac{1}{2} g t^2$   
 $t^2 = \frac{v^2}{g^2}$   
 $s = \frac{1}{2} \cdot \frac{v^2}{g}$   
 $2gs = v^2$

b)  $v = \sqrt{2gs}$   
 $v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = \sqrt{900}$   
 $= 30$  meetert.

$$S = \frac{1}{2} g \cdot t^2.$$

c)  $\frac{2S}{g} = t^2$   
 $t = \sqrt{\frac{2s}{g}}$   
 $t = \sqrt{\frac{2 \cdot 45}{10}} = \sqrt{\frac{90}{10}} =$   
 $\sqrt{9} = 3$  sekundi  
 $(v)^2 = (2gs)$   
 $v^2 = 2gs$

d)  $s = \frac{v^2}{2g}$   
 $s = \frac{30^2}{2 \cdot 10} = \frac{900}{20} = 45$  meetert.

Pea meeles! Ekvaatori ehk poolitaja joone peal kukuvad kõik kehad natukene pikemine, kui põhja ehk lõuna pooli juures; ja mida kõrgemale meie maa-pinnast ülesse tõuseme, ka seda vähem kukub esimeses sekundis iga keha alla poole. Need rehknuudid, mis siin ülestähendud, et esimeses sekundis iga keha 4,9045 meetert peab kukuma, on 45<sup>0</sup> maa laiuse kraadi ja mere weepinna kõrguse kohta üleswõetud.

3) Kui kärmeste kukub üks keha 12<sup>ma</sup> sekundi lõpetusel? Wastus:  $v = g \cdot t = 10 \cdot 12 = 120$  meetert ehk  $120 \cdot 3,32 = 398,4$  jalga.

4) Mitu sekundi lähewad mööda, kui üks keha 900 meetert ülewelt allapoole on kukunud.

Wastus:  $t = \sqrt{\frac{2S}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 900}{10}} = \sqrt{\frac{1800}{10}} = \sqrt{\frac{180}{1}} =$   
 $13,4 \dots$  sekundi.

5) Kui suur on selle keha kukumise kärmus wiimases sekundis olnud, mis 2000 meetert kõrgest õhu-laewast maha kukub? Ja mitu sekundi läksid mööda, enne kui tema maapinnale jõudis?

$v = \sqrt{2gs} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2000} = \sqrt{40000} =$  meetert ehk  $200 \cdot 3,32 = 664$  jalga.

$t = \sqrt{\frac{2S}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2000}{10}} = \sqrt{\frac{4000}{10}} = \sqrt{400} = 20$  sekundi.

6) Kuulus õhu-laewa kipper Joseph Montgolfier (esimene õhu-laewa tegija, 1783) wiskas oma õhu-laewast, kui tema jo õige kõr-



gesse tõusnud oli, ühe kiwi välja ja waatas oma uuri järele, mitu sekundi see kiwi kukkus, enne kui tema maa pinnale jõudis. Sekundi- (zeiger) näitaja näitas just 14,5 sekundi; kui kõrges oli tema õhu-laewaga maapinna üle?

$$S = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{1}{2} \cdot 10 (14,5)^2 = 5 \cdot 14,5 \cdot 14,5 = 1051,25 \text{ meetert.}$$

7) Mitu sekundi on üks keha jo kukkunud, kui tema kärmus 130 meetert wiimase sekundi lõpetusel arwatakse?

$$v = g \cdot t, \quad 130 = 10 \cdot t; \quad 10t = 130, \quad t = \frac{130}{10} = 13 \text{ sekundi.}$$

8) Mitu sekundi on aga üks keha kukkunud, kui võidakse, et ta kukkumise kärmus wiimase sekundi lõpetusel 188 Viivi maa jalga olla?

$$v = gt; \quad 188 = 33,2 \cdot t, \quad t = \frac{188}{33,2} = 5,66 \text{ sekundi.}$$

9) Kui kõrgest peab üks keha maha kukkuma, kui wiimase sekundi lõpetusel tema kukkumise kärmus 240 Viivi maa jalga oli?

$$S = \frac{v^2}{2g}, \quad S = \frac{240^2}{2 \cdot 16,6} = \frac{57600}{33,2} = 1734,9 \text{ jalga.}$$

10) Mitu jalga kukub üks keha 30 sekundi sees ülemelt allapoole?

$$S = \frac{1}{2} g \cdot t^2 = \frac{1}{2} 33,2 (30)^2 = 16,6 \times 900 = 14940 \text{ jalga} = 4\frac{1}{4} \text{ wersta.}$$

Kui meil võimalik oleks maapinna üle mitu tuhat penikoormat tõusta, siis peaks ka ülemiste seletuste ja seaduste järele maakuuli raskuse jõud meid ikka jeda wäiksema kärmusega oma peale tagasi tõmbama, mida kõrgemale meie ülesse poole tõuseks.

Arwame siin maakuuli poolmõetja 860 penikoormat, siis peab ülemiste kukkumiste seaduste järele maapinna üle iga keha esimeses sekundis  $\frac{5}{1}$  meetert ehk  $\frac{16,6}{1}$  jalga kukkuma. Oleks aga üks keha 2.860 penikoormat maa keskpunktist eemal, siis kukuks tema esimesel sekundil  $\frac{5}{4}$  meetert ehk  $\frac{16,6}{4}$  jalga; oleks 3.860, siis  $\frac{5}{9} = \frac{16,6}{9}$  jalga; ja ikka nõnda edasi, jääks see raskuse jõud sellisamal wiisil weidemale, millel ta maa ligimale tulles kermemaks ehk suuremaks kasvab.

§ 22. **Wiskamine.** Wiskame meie ühe kiwi ehk laseme ühe nooli otse üles taewa poole, siis tõmbab neid maakeha raskuse jõud ühtepuhku alla poole; sellepärast jääb ka nende kõrgemale tõusmise kärmus ühtepuhku wäiksemaks, seni kui ta koguni otja lõpeb, ja siis peawad nemad hakkama maapinna peale kukkuma.

Niisugune liikumine, kelle kärmus ühel viisil igas sekundis ikka väiksemaks jääb, nimetatakse: **ühewiisil-wäheneja liikumine.**

Kui meie ühe nooli otse taewa poole nõnda laseme, et tema esimeses sekundis  $10.5 = 50$  meetert ehk 166 jalga oma kärmuse poolest ülespoole jooksema peaks, siis jookseks tema ka teisel ja kolmandal sekundil ikka jälle  $10.5$  meetert kõrgemale, kui mitte maa raskuse jõud tema kärmust ühtepuhku ei vähendaks, temale wiimate otsta teeks ja siis teda sunniks allapoole wajuma. See nool tõuseks ja wajuks siis nõnda, kuidas meie rehknuut siin seda näitab:

1 <sup>meses</sup> sekundis peab tõusma:	maa raskuse jõud vähendab:	tõuseb veel:
10.5 m.;	1.5 m.,	9.5 m. = 149,4 jalga.
2, " 10.5 "	3.5 "	7.5 " = 116,2 "
3, " 10.5 "	5.5 "	5.5 " = 83 "
4, " 10.5 "	7.5 "	3.5 " = 49,8 "
5, " 10.5 "	9.5 "	1.5 " = 16,6 "

Viienda sekundi lõpetusel, on ka nooli tõusmine lõpnu; ta tõusis 115 m. = 415 jalga.

6 <sup>da</sup> sekundi lõpetusel wajub nool	1.5 meetert ehk	16,6 jalga allapoole
7, " " " "	3.5 " "	49,8 " "
8, " " " "	5.5 " "	83 " "
9, " " " "	7.5 " "	116,2 " "
10, " " " "	9.5 " "	149,4 " "

125 meetert = 415 jalga.

Selle järele tõusis nool 5<sup>ie</sup> sekundi sees 125 meetert kõrgesse ja kukkus jälle sealt 5<sup>ie</sup> sekundi sees 125 meetert maapiinna peale tagasi; sest selgub nüüd see loomuse seadus: Dga keha, mis wiskamise läbi on sunnitud otse ülespoole tõusma, see keha kukub jälle ülewelt maapiinna peale nõndasama lüua ajaga ja nõndasama suure kärmusega tagasi, kui tema alt ülesse wiskatud sai.

**Seletus.** Otsekohe ülesse wiskatud keha, püsijst ehk suuretükist lastud kuul tõuseb esmalt kõrgemale **ühewiisil-wäheneja liikumisega**, ja kukuvad jälle tagasi **ühtwiisil kaswaja liikumisega**. Meie wõime nüüd jälle niisuguse, otse ülesse wiskatud ehk lastud kehade ülespoole tõusmise ja allapoole kukumise **tee-pikkust** ja **aega** kergeste, nende siin järeletulejate rehkenduse juhtide toel wälja arwata.

**Tähendab** c seda kärmust, mis ühe otse ülesse wiskatud kehale wiskamise läbi anti, siis vähendaks ennaft see kärmus iga sekundi lõpetusel ülema seletuse järele: 1<sup>mesel</sup> sekundil = c — gt, 2<sup>isel</sup> sekundil c — 2g, 3<sup>dal</sup> sek. = c — 3g, . . . üleüldine v = c — gt.



**Näitus.** Tähendab siin  $c = 50$  meetert,  $t = 5$  sekundi, siis oleks  
 $v = c - g \cdot t$

$v = 50 - 10 \cdot 5 = 0$ , seft selgub: et üks keha, kellele  
 wiskamise läbi 50 meetert alguskärmust anti, paljalt  
 5 sekundi tõuseb, ja siis on tema tõusmise kärmus  $= 0$ ,  
 ja ta peab kohe allapoole wajuma hakkama.

Nõnda sündis siis meie esimene rehkenduse juht.

Ülemine märk + tähendab, et see keha  
 ülewelt allapoole on wifatud ja sellepärast  
 kasvab tema kärmus; — tähendab, et see  
 keha alt ülessepoole on wifatud, ja selle-  
 pärast väheneb tema kärmus.

I.  $v = c \pm g \cdot t$

II.  $S = c \cdot t \pm \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$  Siin on märgil + see tähendus: Oleks  
 üks keha ülewelt allapoole nõnda wifatud, et temale algus-kär-  
 museks 60 meetert wiskamise läbi antud, siis oleks ta esimese sekundi  
 lõpetusel 65 meetert kuffunud. Tõuab nüüd see keha 6<sup>nda</sup> sekundi  
 lõpetusel maapinna peale, kui kõrgest kuffus tema siis maha?

Wastus:  $S = 60 \cdot 6 + 5 \cdot 36 = 540$  meetert kõrgest.

Saab aga seefama keha alt ülesse poole nõnda wifatud, et temale  
 algus-kärmuseks 60 meetert wiskamise läbi anti, siis leiaks meie seda  
 kõrgust, kui kaugele ta tõusta wõib, alumise juhi märgi — järele.

$S = 60 \cdot 6 - 5 \cdot 36 = 180$  meetert.

Tahame meie seda aega teada, kui kaua üks keha tõusta  
 wõib, kui tema algus-kärmus meil teada on, siis rehkendame seda nõnda:

$c - g \cdot T = 0$ ,  $T$  tähendab siin aega sekundide järele.

$T = \frac{c}{g}$

Olgu algus-kärmus  $c = 80$  meetert, siin on  
 see kõrguse tõusmise aeg  $= T$ .

$T = \frac{80}{10} = 8$  sekundi.

Kui kõrgeks üks keha tõusta wõib, kelle algus-kärmus  $c$  meil  
 teada, seda wõime meie ka weel mitme teisenäulise rehkenduse juhi  
 toel wälja arwata.

$S = \frac{c^2}{2g}$ . Olgu siin  $c = 80$  meetert,

siis wõib see keha tõusta:

$S = \frac{80^2}{2 \cdot 10} = \frac{6400}{20} = 320$  meetert.

Katsume nüüd, armas lugeja, mõnda ülesannet nende lühikeselt  
 fletud rehkenduse juhide toel wälja arwata.

1) Kui kõrgesse tõuseb wibupüüsi nool, keda otse ülespoole lastakse ja kelle algus-kärmus 30 meetert on?

$$\text{Wastus: } S = \frac{c^2}{2g} = \frac{30^2}{2 \cdot 10} = \frac{900}{20} = 45 \text{ meetert} = 149,4 \text{ jalga.}$$

2) Üks kiwi, mis otse ülesse wifatud sai, kukkus 4 sekundi pärast maapinna peale tagasi, kui kõrgesse oli see kiwi tõusnud?

$$T = \frac{c}{g}, 4 = \frac{c}{10} = \frac{c}{5}, 4 \cdot 5 = c; c = 20 \text{ meetert.}$$

3) Püüsi kuul lastakse otse ülesse, tema algus-kärmus on 250 meetert; 1. kui kõrgesse tõuseb see kuul, 2. ja mitme sekundi pärast kukub ta jälle maapinna peale tagasi?

$$1. S = \frac{c^2}{2g} = \frac{250^2}{2 \cdot 10} = \frac{62500}{20} = 3125 \text{ meetert kõrgeks.}$$

$$2. T = \frac{c}{g} = \frac{250}{10} = 25, 25 \cdot 2 = 50 \text{ sekundi pärast.}$$

4) Suurtüki kuul, mis otse ülespoole lastud saab, ja kellest teada, et tema 9000 meetert kõrgesse tõuseb, enne kui ta alla poole wajuma hakkab — mitu meetert on selle kuuli algus-kärmus olnud?

$$S = \frac{1}{2} g t^2, 9000 = 5 t^2; t^2 = \frac{9000}{5}, t = \sqrt{18,00} = 42,427.$$

$$T = \frac{c}{g}; 42,427 = \frac{c}{10}, c = 424,27 \text{ meetert.}$$

5) Üks kuul, mis 5400 meetert kõrgesse on tõusnud, hakkab sealt jälle maha kukkuma; kui palju aega läheb mööda, kui ta sealt ülewelt maapinna peale tagasi jõuab?

$$S = \frac{1}{2} g t^2, 4500 = 5 t^2, t^2 = \frac{4500}{5}, t = \sqrt{900} = 30 \text{ sekundi.}$$

6) Üks nool, mis otse ülespoole lastud sai, kukkus 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> sekundi pärast jälle maapinna peale tagasi; 1. kui suur oli tema algus-kärmus, ja 2., kui kõrgesse tõusis see nool?

$$1. T = \frac{c}{g}, 4 = \frac{c}{10}, c = 40 \text{ meetert. algus-kärmus.}$$

$$2. S = \frac{c^2}{2g} = \frac{40^2}{2 \cdot 10} = \frac{1600}{20} = 80 \text{ meetert. tõusis kõrgesse.}$$

7) Kui õhulaew 5000 meetert kõrges on ja tema seest üks raud kuul niisuguse jõuga otse alla poole wifatakse, et see kuul esimese sekundi lõpetusel 55 meetert edasi jookseb; mitu sekundi lähewad mööda, enne kui see kuul maapinna peale jõuab?

$$S = c \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

$$5000 = 50 t + 5 t^2$$

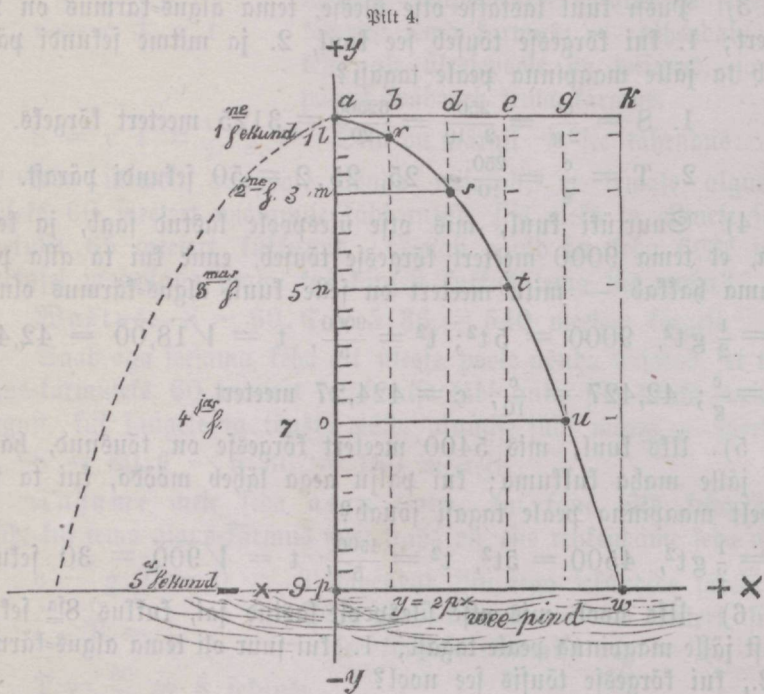


$$t^2 + 10t + (5)^2 = (5)^2 + 1000 = 1025$$

$$t + 5 = \pm \sqrt{10,25} = 32,01$$

$$t = 32,01 - 5 = 27,01 \text{ sekundi.}$$

§ 23. **Kaalus ja wiltu wiskamine.** Kui meie järwe ääres, kõrges mäe otsas, siin a juures, ühe kiwiga otse k peale nõnda wifata tahaks, et selle kiwi wiskamise tee  $ab = bd = de = eg = gk$  joon a k just kaalus peaks olema. Ehk laseks meie püüfiga a juurest



k peale nõnda sihtides, et püüf kuul otse kaalus joont a k peaks edasi jooksuma. Uga maakuuli raskuse jõud tõmbab niisama kiwi kui ka seda kuuli esimese sekundi lõpetusel 5 meetert seft kaalus joneest a k allapoole, ja nemad ei wõiks siis mitte esimese sekundi lõpetusel selle kaalus joone peal b juure saada, waid wajuwad allapoole tähe r juure. Teise sekundi lõpetusel wajuks nemad s juure, kolmandal t juure, neljandal u juure ja wiierendal sekundi lõpetusel kukuks nemad wee siise. Kui meie nüüd iga sekundi lõpetusel need 4 punkti dige joon- tega, — 1) kus koha pealt see kiwi wifatud sai a, 2) kus koha ta kaalus joone peal kiwi esimeses sekundis pidi jõudma b, 3) kus koha





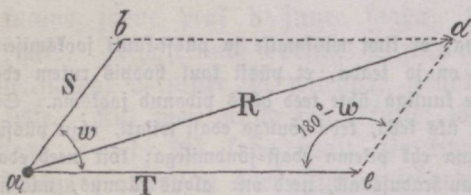
liikujale kehale jõuu läbi anti, ja maakeha raskuse jõud, mis iga tema pinna üle liikujat keha allapoole tõmbab. Need kaks nimetatud jõudu sunnivad siis iga wiisatud ehk püsisga lastud keha ikka ühtmoodi teed jooksuma, kelle kuju ikka parabel on.

§ 24. **Ühendud liikumine.** Särale katsumine. Võta nõör, kelle otsa ja ühe kaunis raske raud- ehk tinakuuli oled sidunud, ja pane teda kõrge lae alla nõnda rippuma, et see nõör kauniste pikk on, kelle otsas kuul ripub. Lükka siis seda kuuli hommikupoolt õhtu- poole ja lasse teda sedawiisi edasi ja tagasi liikuda. Kui nüüd see liikuja kuul oma liikumise-tee kõige madalama koha peal (ehk just loodis) on, siis lükka teda uuesti lõuna poolt põhja poole, ja pane tähele, kas tema seda uut teed nõnda otse edasi liigub, kui ja teda lükkasid, või kääneb ta selle pealt natukene kõrwa. Sa näed pea, et kuul mitte lõunast põhjapoole nõnda ei liigu, kui ja teda lükkasid, waid ta on sest lükatud teest oma liikumisega natuke kõrwale käädnud. Just sedawiisi on lugu, kui billjardi peal kaks kuuli teine teisest küljest korraga ühe kolmanda kuuli (balli) pihta kärmeste lükkatud saawad, siis ei jookse see kolmas kuul mitte seda teed edasi, kuida nende kahe tema wastu jooksjate kuuli teed olid, waid tema jookseb selle winkli wahel edasi, keda need kaks kuuli jookstes tema külge nõnda sünnitaksid, et selle winkli wahendus (ühenduse punkt) see kolmas kuul ise oli.

**Selektus.** See jõud, mis esite kuuli hommiku poolt õhtu poole sundis liikuma, ja jälle see teine jõud, mis kuuli lõuna poolt põhja poole sundis liikuma, nimetakse kokku **külgede jõund** (Seitenkräfte = componenten), ja see kolmas ehk **ühendud jõund**, mis nende mõle- mate esimese jõuu läbi uue tee liikumiseks sünnitud sai, nimetakse **keskjõund** (Mittelkraft = résultante). Billjardi peal nimetame meie seda jõudu, mis need kaks kuuli mõlemilt poolt selle kolmanda pihta toowad, ka külgede jõuuks, ja seda teed, keda see kolmas kuul nende kahe läbi edasi jooksuma hakkab: **ühendud-** ehk **kesk-jõund**.

Kui keha a peale kaks külge- jõudu S ja T ühe sekundi aega nõnda lükkasjwad, et jõud S teda selle sekundi sees jõuaks b juurde

Bill. 6.



saata, kui tema üksi oma jõuuga lükkaks; aga jõud T lükkaks teda sellesama aja sees e juure. Kui nüüd mõlemad jõund S ja T kokku, nõnda kudas kuju siin kõrwas seda näitab, keha a peale lükkasjwad,

fiis jooksaks see keha, seda ühenduse-joont a juurest otse d juure, mis selle wiltu pikkrõudu a b d e kaks nurka a d ühendab ja winkli  $b a e = w$  wahel seisab, — ka ühe sekundi sees ära; sest selgub see seadus: **Kaks jõudu (T. S), mis ühe winkli külgede näul (ab, ae) ühte keha (a) likkawad, need sunniwad seda keha selle pikkrõudu ühenduse-joont (a d) edasi liikuma, kelle külge nemad ise tähendawad.**

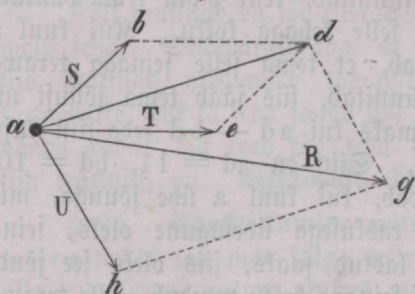
Esseisja jõuu seadus on mehaniku tööde juures tähtjas, teda nimetakse: **Parallelogrammi jõuu paar (Parallelogramm der Kräfte).**

Niijugune ühendub jõud awaldob ennast meie, kui meie paadiga käredate jooksast jõest üle sõuda tahaks. Siinene jõud on, mis meie sõudmise läbi paadi edasilükkamiseks anname, teine jõud on wee kärebus, mis paati sunnib ühtepuhku wee wooga allapoole liikuma; see wiltu tee, millega paat üle jõuab, on siis selle pikkrõudu ühenduse-joon, kelle külgebe jõud sõudmine ja wee kärebus olid. Kui meie wantri sees tee peal ruttu edasi sõidame ja ühe kiwi otse ülespoole wiskame, siis ei tõuseks see kiwi mitte otse ülesse, waid wiltu, sellepärast et wiskaja ise wantri peal edasi liigub. Siin on jälle need kaks ühendub jõudu: wantri edasi liikumine ja kiwi wiskamine, mis läbi siis tuleb, et kiwi ülespoole tõusmise tee parallelogrammi jõuu-paari seaduse järele wiltu peab olema.

Kui kolm jõudu (S. T. U.) ühe keha a pihta likkawad, ka siis võib näidata, et see keha jälle üht parallelogrammi ühenduse-joont a g peab liikuma, kelle külgebe jõudu need kolm tähte S T U tähendawad.

Dgu siin jõud S, mis keha a ühe sekundi sees jõuaks a juurest b juure liikata, jõud T jõuaks teda sellesama sekundi sees a juurest e juure liikata, ja jõud U likkaks teda ühe sekundi sees a juurest h juurde. Meie leiame siis seda teed, keda keha a nende kolme jõuu läbi sunnitud saab edasi liikuma nõnda: seame neist kahest esimesest jõuust  $ST = ab$  ja a e wiltu pikkrõut a b d e kofku; selle pikkrõudu ühenduse-joon a d oleks siis see tee, keda need kaks jõudu keha a sunniks liikuma;

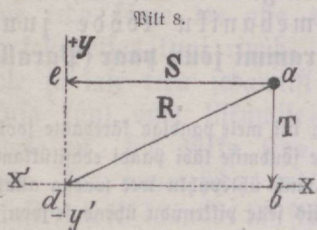
Bilt 7.



nüüd tuleb kolmas jõud  $U = ah$  juurde: teeme sest kolmanda jõuu teest a h ja ühenduse joonest a d jälle üks wiltu pikkrõut a d g h, siis on wiimase wiltu pikkrõudu ühenduse-joon a g = R, see liikumise tee, keda need kolm ühendub jõudu S T U, keha a on sunnitud ühe sekundi sees edasi jooksma.

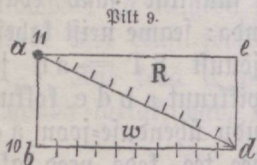


§ 25. Nõndasama, kudas eespool, kaks jõudu ühendud said, kui nemad ühe winkli külgede näul mistahtesugust keha oma jõuga sundisid selle piffrundu ühenduse joont jooksuma, kelle külgede jõudu nemad ise tähendasid, nõndasama võib ka jälle üht jõudu, mis üht ainust keha sunnib edasi liikuma, kase külge jõuks jagada. Oleks siin üks ainus jõud, mis keha a sunniks a juurest d juure liikuma, siis võiks meie seda jõudu nõnda kaheks jõuks jagada: Deeme d punkti üle kaks ristloodi  $xx'$  ja  $yy'$ ; laseme a pealt ristlood a e joone  $yy'$  peale ja jälle a pealt ristlood ab joone  $xx'$  peale, siis tähendavad a e ja ab siin neid kahte jõudu S ja T, kelleks see üksik jõud  $ad = R$  jagatud sai.



**Tähendus.** Kaks ühesuurst jõudu, mis üht keha terawa winkli näul edasi liukawad, sunniwad seda keha pikemat teed liikuma, kui siis, kui nemad sellesama jõuga nürida winkli näul teda liukamise läbi edasi sunniks liikuma; ja kui see winkel, kellega nemad selle keha pihta puuduwad,  $180^\circ$  on, siis jääb see keha oma koha peale seisma.

**Seletus.** Iga jõud, mis ühe keha läbi teise keha pihta puutub, on siis ikka kõige wägewam, kui tema loodjoone näul teise keha pihta ruttab. Nõnda tungib kuul, mis otse seinale sisse lastud saab, kõige sügawamasse, sellepärast, et tema jooksmise-tee täiswinkli selle seinaga sünnitab, kelle sisse teda lasti. Mida terawama winkliga üks lastud kuul ehk wisatud kiwi selle kehaga sünnitab, kelle pihta tema puutub, seda wäiksema jõuga puudub ta selle kehaga kokku. Kui kuul a seinale wastu b d nõnda lastud saab, et tema selle seinaga terawa winkli w sünnitab, siis jääb tema jõuust nii palju wähemaks kui  $ad - bd$  seda siin kuju läbi näitab. Siin on  $ad = 11$ ,  $bd = 10$ . See tähendab, kui kuul a ühe jõuga, mis 11 punna raskestiga ühesugune oleks, seinale b d wastu lastud saaks, siis oleks see jõud, kellega kuul seinaga kokku puudub, selle terawa winkli pärast paljalt  $11 - 10 = 1$  punna raskestiga ühesugune.



Sellepärast on ka päikese soojus talwe ajal wäike, et tema soojuse kiired siis wäga terawa winkliga meie maapinnale paistawad.

Sellepärast ei wõi ka suurtüki kuul, mis terawa winkliga müüri wastu lastakse, mitte müüri sisse tungida.

Tahame meie jõuu suurust teada, mis wiskamise ehk lastmise läbi on sünnitud, siis leiame seda nõnda:

**Tähendagu täht**  $F =$  jõudu (force),  
 " "  $M =$  keha tuuma = Masse (kaalu järele),  
 " "  $v =$  kärmust, tee pikkuse järele,  
 " "  $t =$  aega,  
 siis on jõuu suurus  $F = \frac{M \cdot v}{t}$ .

Olgu siin:  $M =$  keha tuum, üks suurtüki kuul, mis 15 naela kaalub;  $v =$  kärmus = 1750 sülda, mis see kuul kolme sekundi sees on edasi jooksnud;  $t =$  aeg, siin 3 sekundi — siis on selle kuuli jõud, kellega ta edasi jooksis,  $F = \frac{15 \cdot 1750}{3} = 8750$  naela; sest selgub: et jõuu suurus muud ei ole, kui see kasvatus, mis sünnib, kui liikuja keha-kaal tema tee pikkusega kasvatus saab.

**Ratju wastata!** Mis tähendawad sõnad Mehanik? Statif? Dynamik? Mis tähendab wiisika õpetuse järele sõna kärmus? Mis jäädawuse wägi? Misjuguse liikumiste üle on wiisika õpetus sulle seledusi annud ja seadusi õpetanud? Misjuguseks liikumiseks arwatakse kulkumine? Galilée, Stalia maa mees (1602), leidis kulkumise seadused; mis õpetawad need seadused? Mis tähendab sõna parallelogrammi-jõupaar, ja midawiisi awaldata tema oma seadust?

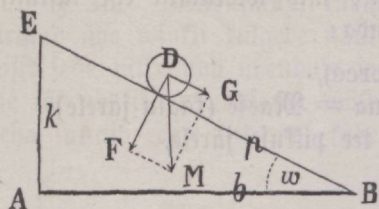
§ 27. **Üleüldised kaalu, liikumise ja raskuse punkti seadused, mis iga liht masina töö juures mitmesuguse isewiisiga ette tulewad.**

Kõik masinad on töö-riistad, kelle abiga mitmesugust tööd kärmeste wõib teha. Sellepärast aga, et iga töö jõuu läbi tehtud saab, on siis masinad niisugused töö-abiriistad, mis töö jõudu suuremaks, kärmemaks, ehk ka seda jõudu ühe keha pealt teise keha peale kannawad, nõnda kudas iga kord töö seda nõuab. Liht masinad, kellega meil siin tegemist, on: **wiltu-wälj, kruu, kiil, rull, wõlli-ratas ja kang.**

§ 25. **Gdashiliumine wiltu wälja peal.** Suurel mōedul on wiltu wälj iga mae külj, kelle peal üks keha niisuguse liikumise allapoole (orgu) ruttab, kudas mae külj wāhem ehk rohkem järsk on. Wiisika õpetuse järele on wiltu wälj iga ast, kelle ühetasane külj wiltu oma kaalu põhjus-wälja kohta seisab. Paneme meie üks laud nõnda seina wastu, et tema alumine ots, mis maapinna peale toetab, natukene seina äärest eemal seisab, siis sünnitab ülemine laua külj maapinna kohta wiltu wälja.



Bilt 10.



Siin kõrvas tähendab täis-  
 winkli kolmnurga lautuse kül-  
 EB = p niisugust wiltu wälja.  
 Winkel w, mis wiltuwäli ehk täis-  
 winkli lautuse kül EB oma alu-  
 mise kaalus seisja ristloodi kül-  
 jega BA = b fännitawad, nime-  
 takse kaalu winkel. Teine rist-

winkli kül, AE = k, on siin wiltuwälja kõrgus.

Paneme nüüd üks raud- ehk tina-kuul selle wiltuwälja EB = p peale; tema weereb esite pikkamine, pärast rutemine, ja ifka mida kauemine seda rutemine allapoole.

**Seletus.** Sellepärast, et maa-kehha raskuse jõud kuuli oma pinna peale allapoole tõmbab, hakkab kuul wiltuwälja peal ka allapoole weerema, ja awal dab oma weeremise kärmuse kaswamise läbi jälle neidsamu kuffumise seadusid, mis meie § 21—23 juures jo tundma õppisime.

Olgu siin maa-kehha raskuse jõud, mis kuuli D sunnib allapoole weerema (kuffuma), DM = g (ühendud jõud), siis wõime meie teda, nõnda kud as § 25 õpetab, kaheks külgede jõuiks DG ja DF jagada. DG, mis DB<sup>ga</sup> ühtlasi jooķes ja DF, mis EB peal ristloodis seisab. Jõud DF kaub selle läbi ära, et wiltuwäli kuuli EB mitte otse maa- pinna peale kuffuda ei las e, waid teda sunnib pikemat teed weeremise läbi edasi liikuma, seni kui ta maapinna peale jõuab.

Sellepärast, et kolmnurk DGM kolmnurga EAB<sup>ga</sup> ühe kujukline, on DG : DM = AE : EB. Kui kärmus DG = g' läbi tähendud saab, siis on:

$$g' : g = k : p, \text{ I, } g' = \frac{gk}{p}.$$

Olgu siin DG = g' = tundmata,

$$DM = g = 10 \text{ meetert,}$$

$$AE = k = 20 \text{ meetert,}$$

$$EB = p = 44,7 \text{ ehk täisnummer} = 45 \text{ meetert,}$$

siis on  $g' : 10 = 20 : 45$

$$g' \frac{200}{45} = 4\frac{4}{9} \text{ kuuli liikumise kärmus esimese sekundi lõpetusel.}$$

Küsimine siis esiteks, mitu sekundi weereks kuul, kui meie teda E juurest allapoole weereda las eks seni kui ta maapinna peale jõuaks (45 m.)? Teiseks, mitu sekundi läh eks mööda, kui kuul E juurest otse maapinna peale = 20 m.\*) alla poole kuffuks?

\*) m. = meeter.

$$1) S = \left(\frac{g'}{2}\right) t^2$$

$$45 = \left(\frac{4 \cdot 4/9}{2}\right) t^2$$

$$t = \sqrt{2025} = 4,5 = 4\frac{1}{2} \text{ sekundi}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \dots \\ 42 \\ \dots \\ 40 \\ \dots \\ 25 \\ \dots \\ 25 \end{array}$$

$$2) S = \left(\frac{g}{2}\right) t^2$$

$$20 = \left(\frac{10}{2}\right) t^2$$

$$t = \sqrt{4} = 2 \text{ sekundi.}$$

Selle järele on siis kuuli weeremise kärmus selle wiltu wälja EB peal:

1	meses	sekundis	$1 \cdot 2^2/9 = 2^2/9$	meetert,
2	"	"	$3 \cdot 2^2/9 = 6^6/9$	"
3	"	"	$5 \cdot 2^2/9 = 11^1/9$	"
4	"	"	$7 \cdot 2^2/9 = 15^5/9$	"
$4\frac{1}{2}$	"	"	$4\frac{1}{4} \cdot 2^2/9 = 9^4/9$	"

$$\text{Summa} = 45 \text{ meetert.}$$

Weeremise kärmus wiltu wälja peal on wiimase sekundi lõpetusel

$$\text{II. } v = g' \cdot t = \sqrt{2gh}$$

$$v = 4^4/9 \cdot 4^1/2$$

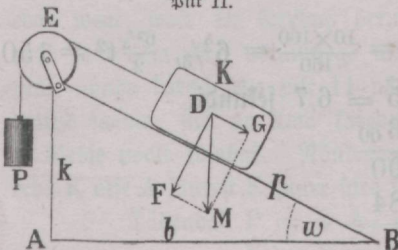
$$v = 20 \text{ meetert} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20}$$

$$v = 20 \text{ meetert} = \sqrt{400} = 20 \text{ meetert.}$$

Reiist seletustest selgub ka meile, et kuul ehk muu teine keha wiltu wälja peal wiimases sekundis, kui tema maapinna peale jõuab (siin B juurde), siis nõndasama kärmeste edasi liigub (20 m.), kui tema otse maha kukkub, siin E juurest A juurde jõuaks = 20 m.

§ 28. Iga keha kaalus seis wiltu wälja peal. Kui wiltu wälja EB peal üks keha, siin D punkti juures, kelle kaalu (=raskust)

Witt 11.



täht K tähendab, peab jõuu läbi nõnda finni peetud saama, et ta mitte allapoolse libiseda ehk weereda ei wõi, siis leitakse seda jõudu nõnda:

$$P : K = k : p$$

$$P = \frac{K \cdot k}{p}$$



**Seadus.** Tõud, mis ühe keha-kaalu wiltu wälja peal finni peab, seisab selle kaalu kohta nõnda, kudas wiltu wälja kõrgus oma pikkuse kohta seisab.

P tähendab siin seda jõudu punna-kaalu järele, K selle keha kaalu, ka punna järele, k wiltu wälja kõrgust, p wiltu wälja pikkust. Olgu  $K = 8$  punda,  $k = 20$  meetert ja  $p = 45$  meetert, siis on:

$$P : 8 = 20 : 45$$

$$P = \frac{8 \cdot 20}{45} = 3\frac{5}{9} \text{ punda.}$$

Selle järele võib  $3\frac{5}{9}$  punna-kaaluga üht keha, mis 8 punda kaalub, siin wiltu wälja EB peal, finni pidada.

Misjuguise kaaluga surub üks keha selle wiltu wälja peale, selle peal ta seisab ehk weereb?

Olgu siin selle keha kaal  $K = 8$  punda, wiltu wälja pikkus 45 meetert, ja wiltu wälja põhjuskülge  $AB = b = 40$  meetert, siis surub selle keha kaal:

$$45 : 40 = 8 : x$$

$x = \frac{40 \cdot 8}{45} = 7\frac{1}{9}$  punna raskusega wiltu wälja peale; sest selgub jälle, et iga keha kaal nõnda wiltu wälja wastu surub, kudas wiltu wälja põhjuskülje pikkus lautuse külje pikkuse kohta seisab.

**Ülesanded.** 1) Wiltu wälja kõrgus on 12 meetert, tema pikkus 20 meetert; mitu sekundi weereb kuul seda 20 meetert pikka teed?

$$g' : 10 = 12 : 20, g' = \frac{120}{20} = 6, \frac{6}{2} t^2 = 20, t^2 = \sqrt{\frac{20}{3}}$$

Wastus:  $t = \sqrt{6,66} = 2,5$  sekundi.

$$\frac{4}{26}$$

2) Mägi on orust otse loodis 100 meetert kõrgem, tema külge oru wastu on 150 meetert; kui sealt mäe otjast kiwi orgu weerema hakkab; mitu sekundi lähwad mööda, enne kui see kiwi jõuab 150 meetert alla weereda?

Wastus:  $g' : 10 = 100 : 150, g' = \frac{10 \times 100}{150} = 6\frac{2}{3}, \frac{6\frac{2}{3}}{2} t^2 = 150,$

$$t^2 = \frac{450}{10} t = \sqrt{45} = 6,7 \text{ sekundi.}$$

$$\frac{3600}{90}$$

$$90$$

$$84$$

$$\dots$$

3) Tamme pakk, mis 315 naela kaalub, tahetakse jõuu läbi wiltu wälja peal, kelle kõrgus 16 ja pikkus 20 jalga on, kinni pidada, et ta mitte allapoole weereda ei wõi; kui suur jõud (kaalu järele) peab teda siis kinni?

$$\text{Wastus: } 315 : x = 20 : 16, \quad x = \frac{315 \cdot 16}{20} = 252 \text{ naela.}$$

4) Wiina aam, kelle sees 1000 toopi marjawiina, mis aamiga kokku 3020 naela kaaluvad, lastakse wiltu wälja peal sügawasfe keldri. Wiltu wälja kõrgus on 6 meetert, pikkus 15 meetert; kui raske kaaluga surub see aam selle wiltu wälja wastu, kelle peal tema alla keldri weereb.

$$\text{Wastus: } \sqrt{15^2 - 6^2} = 13,7 \dots; \quad 3020 : x = 15 : 13,7;$$

$$x = \frac{3020 \times 13,7}{15} = 2758 \text{ naela.}$$

5) Wankert, mis oma koormaga kokku 70 punda = 1400 naela kaalub, tõmbab hobune ühe jõuga, mis 25 punna = 500 naela kaaluga ühesugune on, kergeste edasi; kui nüüd see koorem niisugust mäeteed peab allapoole minema, kelle loodkõrgus oma oru kohta 80 sülda ja tee pikkus mäe pealt seni kui orgu 250 sülda on; kui suure jõuga peab hobune koorma wastu toetama, et tema mäe ja oru wahel oma koormaga seisma wõib jääda?

$$\text{Wastus: } (1400 - 500) : x = 250 : 80, \quad x = \frac{900 \cdot 80}{250} =$$

$$288 \text{ naela} = 14\frac{2}{5} \text{ punda.}$$

\* § 29. Töö põhjustähendused; mehaniku töö; elaw jõud. Tõstame ühe keha, mis 2 naela kaalub, maapinna pealt 3 jalga kõrgesse, siis teeme meie tööd; niisugust töö suurust mõdetakse selle keha kaalu ja tema tee pikkuse kasmatuse läbi, mis tõstetud sai: siin  $2 \times 3 = 6$ . Niisama palju tööd teeks ka see kahe naelane kaal, kui tema 3 jalga kõrgest maha kukuks. Üleüldse tehakse seal tööd, kus jõuu läbi üht keha liigutakse: kus teda tõstetakse, lükatakse, surutakse ehk ka edasi ja tagasi kantakse. Kui kaalus, ehk tajase tee peal, wanter edasi weetud saab, siis ei ole mitte wankri raskus, keda jõud edasi weab, waid tee karedus õerub wankri rataste wastu, ja seda karedust peab jõud oma edasi astumisega wedama. Peab aga üks keha K wiltu wälja peal, nõnda kudas seda pilt 11 näitab, alt B juurest E juure ülespoole tõmmatud saama, siis on ilma kareduseta weel P. p jõudu waja, mis selle keha K ülesse poole tõmbab. Nõndasama palju on ka töö jõudu tarwis, kui meie keha K otse A juurest E juure üles tõstame K. k. Selle järele on P. p = K. k

$$\begin{array}{ll} \text{Tähendab } P = 3 \cdot \frac{2}{9} \text{ punda,} & p = 45 \text{ meetert,} \\ & K = 8 \text{ punda,} & k = 20 \text{ " } \end{array}$$



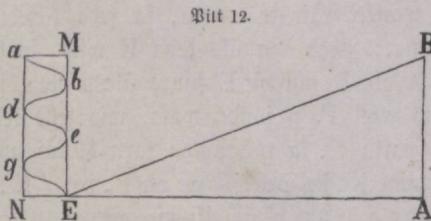
siis on  $3\frac{3}{10} \cdot 45 = 8 \cdot 20$ . Sest selgub, et keha ülesse tõstmine nõndasama palju jõudu pruugib, kui tema wiltuwälja peal ühe kõrgusele alt ülesse wedamine. Nii palju, kui otse ülesse tõstmise juures tööjõudu rohkem waja on, nii palju on wiltuwälja peal ülesse wedamise juures teed rohkem wäheama jõuuga edasi wedada.

Kui üks keha  $m$ , — kelle faal siin  $K = 8$  punda  $= mg = \frac{8 \cdot 10}{10}$  on, —  $h = 45$  kõrgeft kohaft otse maha kukuks, siis oleks tema wiimane kukkumise kärmus  $v \sqrt{2g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 45} = 30$  meetert, nõndasama suure kärmusega jookseks see keha wiimasel lõpetusel wiltuwälja peal, kui wiltu wälja kõrgus ka 45 meetert oleks. Arwame jeda kärmuse jõudu üheks tööks pruugitud ja tähendame tema suurusft  $K \cdot h = 8 \cdot 45 = 360$  läbi, siis näeme, kui palju jõudu waja oli,  $m$  kehale niifugust kärmust anda. Ja selle jõuuga, millega see keha ülewelt alla kukkus, ehk wiltu wälja peal edasi weeres, sellesama jõuuga on jälle wõimalik, jeda keha alt sinna kohta ülesse tagasi tõsta, kust kohalt tema maha kukkus, ehk wiltu wälja peal maha weeris. Sellepärast on

$$\begin{aligned} 2gh &= v^2 \\ 2 \cdot 10 \cdot 45 &= 30^2 \text{ ehk} \\ 900 &= 900, \text{ ja} \\ ph &= m \cdot gh = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \\ 8 \cdot 45 &= \frac{8 \cdot 10}{10} \cdot 45 = \frac{8 \cdot 30^2}{2} \\ 360 &= 360 = 360. \end{aligned}$$

Kui nüüd waja oleks, mis tahte keha  $m$ , mistahte suguse kärmusega  $v$  edasi lükata, wisata ehk tõmmata, siis oleks ifka selle tarwis niifugust tööjõudu waja, mis siin rehkenduse juht  $\frac{1}{2} m v^2$  tähendab, ja selle juhi läbi saab alati elaw jõuu töd, — kui keha raskus ja tema edasi ruttamise suurus tee pikkuse järele teada, — wälja rehkendud. Sellepärast nimetaffe selle rehkenduse juhti  $\frac{1}{2} m v^2$  tähendust: **elaw-jõuufs**.

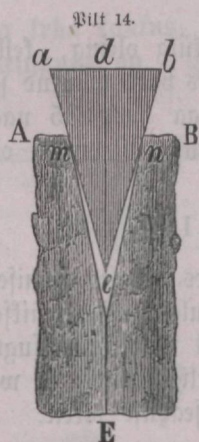
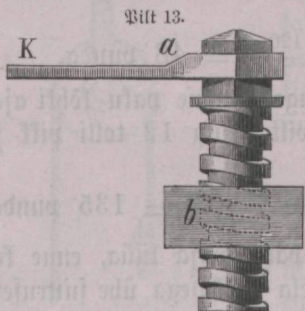
### § 30. Krui.



Kui meie täiswinkli kolmnurga AEB, nõnda kudas kuju siin näitab, ühe silindri (ümmarguse keha) MN ümber pöörame, siis sünnitab kolmnurga lautuse külge EB, silindri MN peal altpoolt ülesse poole ühe ühesuguse kõwera joone

E g e d b a. Seda kõwerat joont, kui tema silindri MN peal kõrge on, nimetatakse **krui-kwint**. Meie näeme jälle, et krui muud midagi ei ole: kui üks wiltu wäli, mis ennast ühe silindri ümber on pöörnud. Üks krui käänd on kwindi pikkus a juurest b juure; täis ümberkäänd ehk kwindi-käänu kõrgus on a juurest d juure. Kwindi täis-käänu kõrgus ad seisab tema pikkuse kohta nõndasama, kui kolmnurga kõrgus AB tema lautuse külje BE kohta; sest selgub siis, kui krui abiga üht keha tahetakse ülesse tõsta ehk kofku suruda: et siis jõud keha kaalu kohta nõndasama seisab, kui krui-käänu täiskõrgus tema kwindi pikkuse kohta.

Wida wäiksem krui-käänu kõrgus, seda suurem on see jõud, kellega tema tööle abiks tuleb. Enamiste on ifka krui käänamise juures kang abiks, nõnda kudas see siin kõrwas kuju a K läbi näidatud. Krui mutter on jälle niisugune õõnes toru (b), kelle sisse kõik krui kwindi käänuud täitsa nõnda sünniwad, et krui oma kääntega tema sees edasi ja tagasi wõib keeratud saada. Krui saab mitmesuguse tööde juures pruugitud, nõnda: tislari, sepa, puusepa, raamatu kõitja ja weel palju teiste tööde juures.



§ 31. **Kiil**, kelle kuju a e b siin kõrwas seisab, on kahest wiltu wäljast a e d ja b e d kofku seatud. Tema küljed on a e ja b e, tema pea a b. Kui meie üht pakku, kiwi ehk muud teist keha lõhkuda tahame, siis teeme seda sagedaste kiilu abiga. Olgu siin pakf AEB, kelle prau wahese meie kiilu a e b paneme ja kirwega selle kiilu a b pähä nii kaua lööme, kui pakf lõhki läheb. Need hoobid, mis meie kirwega kiilu pähä lööme, tähendawad töö jõudu, see kindlus, kellega pakf wastu seisab ja mitte nii kergeste lõhki ei taha minna, saab siin keha kaaluks nimetatud.

**Seadus.** Kiilu jõud seisab (pakf) kaalu kohta nõnda, kudas kiilu pea laius (a b) kiilu wiltu wälja (a e = b e) kohta seisab.



Lööme meie kiilu abiga paku nõnda lõhki, et meil waja oli, 8 hoopki kirwega kiilu pähä lüüa. Arwame iga hoopki 2 punna raskusega ühe suuruseks, siis on tööjõudu paku lõhkumise tarwis  $2 \cdot 8 = 16$  punda pruugitud. Aga kiil oli meil jo ka abiks; sellepärast peame meie ülema kiilu seaduse järele selle paku kindlust (kaalu) wälja arwama.

Digu siin kiilu pea laius  $ab = 5$  tolli, ja kiilu wiltu külje pikkus  $ae = be = 10$  tolli, siis on paku kindlus ehk kaal olnud

$$16 : x = 5 : 10$$

$$x = \frac{16 \cdot 10}{5} = 32 \text{ punda.}$$

Ülesanne. 1) Kiilu-pea laius on 4 tolli, tema wiltu külje pikkus 10 tolli, keha kindlus (kaal), keda selle kiiluga lõhkuda tahetakse, on 120 punda; kui palju tööjõudu on selle kiilu abiga lõhkumise tarwis waja?

Wastus:  $x : 120 = 4 : 10$ ,  $x = \frac{120 \cdot 4}{10} = 48$  punda.

2) Kui palju tööjõudu on waja kiiluga tamme paku lõhki ajamiseks, kui kiilu pea  $4\frac{1}{2}$  tolli lai, tema wiltu külj 12 tolli pikk ja paku kindlus (kaal) 360 punda arwatakse?

Wastus:  $x : 360 = 4\frac{1}{2} : 12$ ,  $x = \frac{360 \cdot 4\frac{1}{2}}{12} = 135$  punda.

Mitu hoopki on kirwega siis selle kiilu pähä waja lüüa, enne kui pakk lõhki läheb, kui meie iga hoopki 45 naela raskusega ühe suuruseks arwame?

Wastus:  $45 \mid 135 \cdot 20 = 60$  hoopki.

3) Mitu tolli pikk peab selle wiltu kiilu külj olema, kellest teada, et tema pea laius 5 tolli ja tema abiga üks pakk lõhutud sai, selle juures 42 hoopki kirwega kiilu pähä löödi, iga hoop 35 naela raskusega ühesuuruseks arwati, ja paku kindlus (kaal) 200 punda oli?

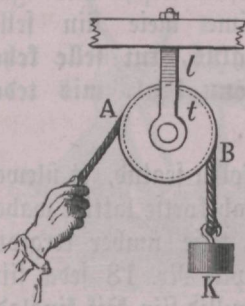
Wastus:  $42 \cdot 35 : 200 \cdot 20 = 5 : x$

$$x = \frac{200 \times 20 \times 5}{42 \times 35} = 13\frac{89}{147} \text{ ligi } 13\frac{3}{5} \text{ tolli.}$$

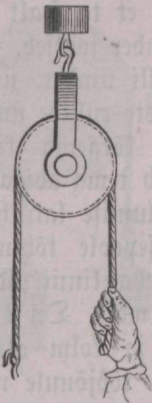
Keist kergetest ülesannetest saab iga mees, kes tähelepanemisega on lugenud, aru, et tööjõuule selle läbi suurem abi tuleb, mida wäiksem kiilu pea laius tema wiltu külje kohta on. Kiil saab mitmesuguse töö juures pruugitud, ja kirwe, nua, mõega, peitli, hõõwli ja weel mõne teise tööriista lõikamine sünnib ülema kiilu seaduse järele.

§ 32. Null on **ratas**, mis puust, rauast ehk wasest tehtud, tema peal, ühe wäikese renni sees, jookseb nõör ehk rihm AB. Keis

Bilt 15.



Bilt 16.



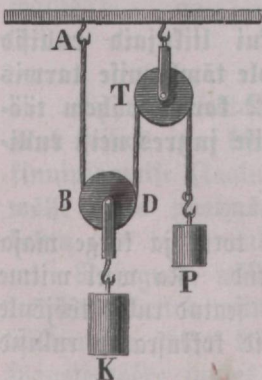
rulli sees seisab telg  $t$ , kelle ümber seda rulli nõõri abiga edasi ja tagasi poole weeretakse. See telg seisab jälle ise oma mõlema otsadega kahetaralise lati  $l$  sees. Weerab rull, nõnda kudas pilt Nr. 15 näitab, paljalt oma telje ümber, ühe ja sellesama koha peal, siis nimetakse teda kindel rull. Võib aga oma telje ümber weerajat rulli ka oma seisu-koha pealt edasi ja tagasi poole tõmmata, nõnda kudas pilt Nr. 16 seda näitab, siis nimetakse teda liikujaks rulliks.

Kui meie nõõri otsa, mis kindla rulli Nr. 15 ümber jookseb, 40 naela raske kaalu  $K$  paneme ja käega teisest nõõri otsast seda kaalu nõnda finni peame, et kaal mitte alla poole wajuda ei wõi, siis peab ka meie käe finni pidamise jõud 40<sup>ne</sup> naela kaaluga ühesuurune olema.

Meie ei saa siis niisugusest kindla rullist oma tööle mitte abi, waid aga niisugust kasu, et meie selle rulli abiga üht asja sinna kohta ülesse tõsta ehk sealt allapoole lasta wõime, kus ja kudas töö seda igakord nõuab, sest selgub see seadus: kindla rulli peal seisab

iga keha kaalus, kui selle keha raskuse kaal jõu suuruse kaaluga ühesugune on. Teistwiisi on liikuja rulliga lugu.

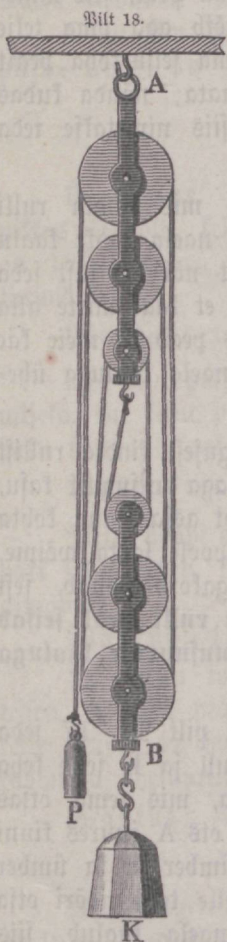
Bilt 17.



Digu siin nõnda, kui pilt Nr. 17 seda siin näitab,  $BD$  liikuja rull ja  $K$  selle keha kaalu-suurus = 100 naela, mis tema otsas ripub. Jookseb nõõr, kelle ots  $A$  juures finni koidetud liikuja rulli  $BD$  ümber ja ka ümber kindla rulli  $T$ ; paneme selle teise nõõri otsa raud kaalu  $P$ , mis 60 naela kaalub, siis tõmbab see 60 naelane kaal selle liikuja rulli  $BD$  oma 100 naelase kaalu raskusega ülesse poole ja 60 naelane kaal  $P$  wajub allapoole. Paneme aga 60 naelase kaalu asemele ühe teise kaalu, mis 50 naela kaalub, siis jääb liikuja rull ja 50<sup>ne</sup> naelane kaal mõlemad



oma koha peale seisma. Niisugustest järele katsumistest, mis iga-kord ühesugusid kindlaid otjusid annab, leidmise meie siin selle seaduse: liikuju rulli peal seisab iga keha kaalus, kui selle keha raskuse kaal 2 korda suurem on, kui selle jõnu kaal, mis teda kinni peab.

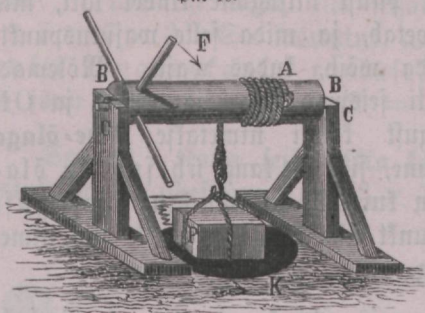


On mitu rulli nõnda kokku seatud, et üllel ja allpool ühepalju rullisid kahesortse lattide wahel seisawad ja iga rull oma telje ümber kergeste ümberweereda võib, kudas pilt Nr. 18 seda siin kõrwas näitab; on ülemised rullid siin kõik kindlad, alumised kõik liikujad; on nõõri ots ülemise lati haagi külge kinni pandud, nii et ta sealt esite kõige wäiksema alumise rulli ümber jookseb, sealt jälle kõige wäiksema ülemise rulli ümber, nõnda ka kõige teiste ülemiste ja alumiste rullide ümber, seni kui tema wiimaks kõige kõrgema kindla rulli üle on jooksnud: siis võib tema abiga iga (rasket) keha kaalu K., mis alumise lati haagi otsa on pandud, kergeste ülessepoole tõmmata, ehk ka ühe kaalu läbi P seda keha kinni pidada, et ta mitte allapoole wajuja ei wõi. On kuuest rullist kolm ülemist kindlad, ja kolm alumist liikujad, siis on see kasu, mis tööjõule nende läbi abisse tuleb, ka kuuefordne, nõnda et keha kaal K, mis alumise lati haagi otsa on pandud, võib kaalu Pga, mis teise nõõri otsas ripub ja 6 korda kergem, kinni peetud saada, et ta mitte allapoole ei waju.

**Seadus:** Niipalju kui liikujaid rullisid iga keha kaalu ülesse poole tõmbamise tarwis kokku seatud on, niipalju 2 korda wähem tööjõudu tuleb ülesse tõmbamise juures neist rullidest tööjõule abiks.

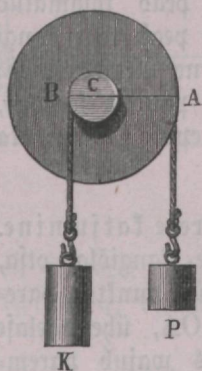
Niisuguste kokku seatud rullide abiga saab torni ja kõrge maja ehitamiste juures ehitus-material ülesse tõmmatud. Ka weel mitme suguste teiste tööde juures saawad üksikud ja kokku seatud rullid tööjõule abiks pruugitud. Sakslased nimetawad niisugusid kokkuseatud rullisid **pudeli wedu** = Flaschenzug.

Pilt 19.



§ 33. Wõlli ratas on üks niisugune ratas, mis ennast oma wõlliga ühes ümberpöörab. Siin näitab kuju Nr. 19 niisugust ratast, felle wõll BB oma telje Cga kahe puutala peal ümber jookseb. Ratta asemel on siin kaks poomi rullist läbi lastud, nõnda et nende nelja haru abiga jeda wõlli BB kergeste wõib ümberpöörda.

Pilt 20.



Pilt Nr. 20 juures tähendab c wõlli ja A wõlli ratas; wõlli poolmõetja pikkus on  $CB = 10$  tolli, ja rulli ratta poolmõet ja pikkus  $CA = 30$  tolli. Kui nüüd selle nõõri haagi otsa, mis wõlli ümber jookseb, üks 120<sup>ne</sup> naelane kaal K oma aasaga saab riputud, siis on teise nõõri otsa P, mis jeda esimest kaalu nõnda finni peab, et ta mitte allapoole wajuda ei wõi, 40<sup>ne</sup> naelane kaal waja panna; sellepärast, et kaal K (oma rasksuga) kaalu P kohta nõndasama seisab, kui rulli poolmõetja pikkus CB rulli ratta poolmõetja CA pikkuse kohta.

$$K : P = 30 : 10 \text{ ehk}$$

$$120 : 40 = 30 : 10.$$

Oleks esimese wõlli Nr. 19 juures see kaht, mis nõõri otsa on pandud, 200 naela, wõlli poolmõetja pikkus 8 tolli ja haru F poolmõetja pikkus 32 tolli; kui palju jõudu oleks waja, selle kahti kaalu teise nõõri otsas nõnda finni pidada, et ta mitte allapoole ei wõi wajuda?

$$\text{Wastus: } 200 : x = 32 : 8$$

$$x = \frac{200 \times 8}{32} = 50 \text{ naela.}$$

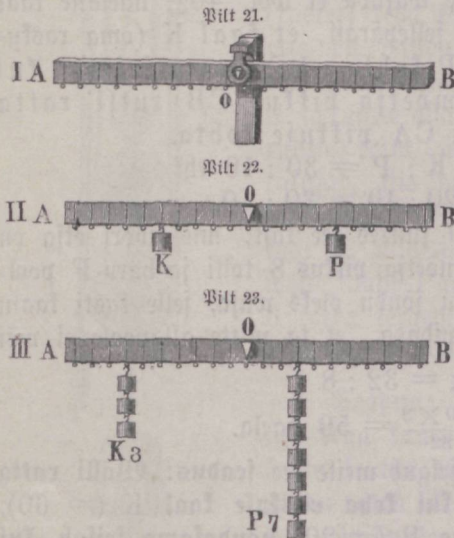
Neist lühikestest seletustest selgub meile see seadus: Wõlli ratta peal seisab iga teha kaalus, kui teha rasksuse kaal K (= 60), finnipidamise (kaalu) jõu kohta P (= 20) nõndasama seisab, kui wõlli ratta poolmõetja pikkus (= 30), wõlli poolmõetja pikkuse kohta (= 10), nõnda:  $(60 : 20 = 30 : 10)$ .

Niisuguste wõlli-rataste abiga jahwatawad wesi- ja tuule-wesked, teewad wabrikud mitmesugust tööd. Sägawa kaewude seest tõmmatakse wõlli-ratta abiga kergeste wee-pang ülesse, ja ka weel mitme teise suguste tööde juures saawad wõlli-rattad pruugitud.



§ 34. **Kang** on rauast ehk puust niisugune kindel latt, mis ennast ühe wajutuspunkti peale toetab, ja mida selle wajutuspunkti peal igakord kergeste nõnda pöörda võib, kudas waja. Mõlemad, teine teise pool seda wajutuspunkti seiswad kangi jaud OA ja OB nimetakse kangi **õlad** ja niisugust kangi nimetakse **kähe-õlaga kangiks**; on  $OA = OB$ ga ühepikkune, siis on kang ühesuguse õladega; on aga kangi õlg OA pikem kui OB, siis on kang ihesuguse õladega. Seisab aga wajutus-punkt ühe kangi otša all, siis nimetatakse seda kangi: **ühe õlaline kang**.

See **kaal** ehk kaalu wajutus, mis ühe kangi allapoolse tõmbab, nimetatakse: **kaalu raskus** ja see kangi õla, kelle peale see kaal wajutas, **kaalu-õla**. Kui kangi õla ülesse poole peab tõmmatud saama, mis kaalu raskus maha wajutanud on, siis peab teise kangi õla otša niipalju kaalu pommisid pandama, et esimene ülesse tõuseb; need kaalu pommid aga, mis teise kerge õla otša pandud saawad, tähendawad jõudu, ja see kangi-õla ise nimetatakse sellepärast **jõuu õla** (jõuu õlg).



a. **Särele katsumine.** Paneme II se kangiõla otša, 5 tolli wajutus punktist paremale poole, OA, ühe naelase kaalu K, siis wajub parempoolne kangiõla maha ja pahempoolne õla tõuseb ülesse; aga wajutus-punkt O jääb oma koha peale. Tahame meie, et see kang jälle peab kaalus seisma, siis peame ka pahema kangi otša-jõuu asemele — 5 tolli wajutus-punktist pahema poole OB teise naelase kaalu P panema.

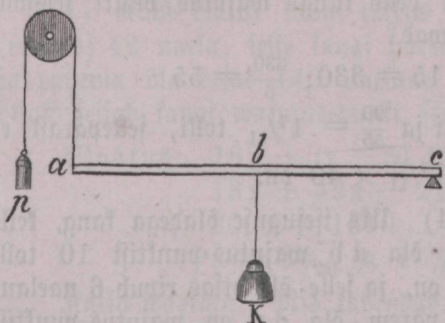
**Seadus.** Ühesuguse õladega kang seisab kaalus, kui kaalu õla jõuu õlaga üheraskune on.

b. **Särele katsumine.** Paneme III parema kangi õla (kaalu õla) OA otša, 7 tolli wajutus-punktist O eemale, 3 naelalist kaalu K, ja jälle pahema kangi-õla (jõuu õla) otša, 3 tolli wajutus-punktist

eemale, 7 naelalist kaalu, siis seisab kang AB kaalus, jellepäraft et  $3 \times 7 = 7 \times 3$ . See kaswatus, mis igaford sünnib, kui wajutus-punkti kaugus kaalu raskusega kaswatud saab, nimetakse siin jõuu seisus (jõuu silmapilt = Kraftmoment).

Seadus. Kang seisab ikka kaalus, kui jõuu seisus ( $7 \times 3$ ), kaalusseisusega ühesugune on ( $3 \times 7$ ).

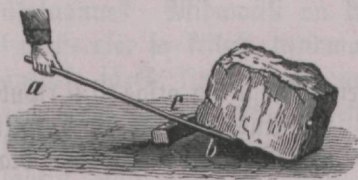
Pilt 24.



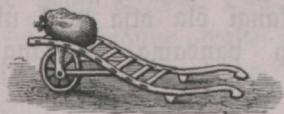
Ühe-õlalise kangi wajutus-punkt seisab siin kangi otša all (pilt Nr. 24) e juures, ja see jõud, mis kangi a e kaalus hoiab, p juures. Oles siin kaal  $K = 24$  naela, siis peab jõud p, mis kangi a e kaalus hoiab, 12 naela olema, jellepäraft et  $bc = \frac{1}{2} ac$  on.

med ja weel palju teisi. Ühe-õlalised kängid on: käru, lina-folgispuu, inimese käsi j. p. t.

Pilt 25.



Pilt 26.



Ülesanded. 1) Kähe-õlalise kangi ühe õla otša on pandud 9 tolli wajutus-punktiist eemale 80<sup>ne</sup> naelane kaal, teise õla otša tahetakse 30<sup>ne</sup> naelane kaal nõnda panna, et ta selle esimese õla, kelle otšas 80 naela ripub, ülesje tõstak, ja kangi kaalus peab; kui kaugele peab see 30<sup>ne</sup> naelane kaal wajutus-punktiist eemale pandud saama?

$$\text{Wastus: } 30 : 80 = 9 : x$$

$$x = \frac{80 \cdot 9}{30} = 24 \text{ tolli, jellepäraft et}$$

$$30 \times 24 = 80 \times 9 \text{ on.}$$

2) Üks kähe-õlaline kang on 20 tolli pikk, selle kangi parema õla otšas ripub 11<sup>ne</sup> naelane kaal, pahema õla otšas 4 naelane kaal; kui kaugele parema õla otšast peab kangi wajutus-punkt seisma, et need mõlemad kaalud kangi kaalus peawad?



Wastus:  $20 \times 11 + 20 \times 4 = 300, \frac{300}{20} = 15.$

$\frac{80}{15} = 5\frac{1}{3}$  tolli parema öla otšast, ja

$\frac{220}{15} = 14\frac{2}{3}$  pahema öla otšast, sellepärast et

$5\frac{1}{3} \times 11 = 14\frac{2}{3} \times 4$  on.

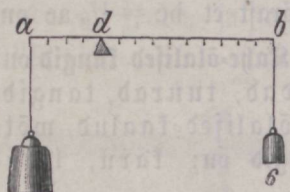
3) Kahe-ölega kang on 6 jalga pikk, selle kangi pahema öla otšas ripub 40<sup>ne</sup> naelane kaal, teise öla otšas 15<sup>ne</sup> naelane kaal; kui kangel mõlemist kangi otšast peab kangi wajutus-punkt seisma, et need kaalud kangi kaalus peawad?

Wastus:  $6 \times 40 + 6 \times 15 = 330; \frac{330}{6} = 55$

$\frac{240}{55} = 4\frac{4}{11}$  tolli ja  $\frac{90}{55} = 1\frac{7}{11}$  tolli, sellepärast et

$4\frac{4}{11} \times 15 = 1\frac{7}{11} \times 40$  on.

Pilt 27.



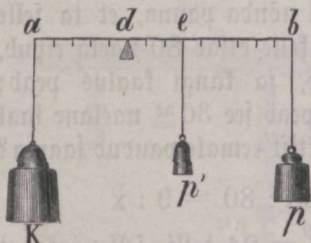
4) Üks ijesuguse öladega kang, selle pahem öla d b wajutus-punktist 10 tolli eemal on, ja selle öla otšas ripub 6 naelane kaal, parem öla d a on wajutus-punktist 4 tolli eemal; kui rasket kaalu on waja parema öla otša panna, et kang a b kaalus seisab?

Wastus:  $db : da = x : 6$

$10 : 4 = x : 6$

$x = \frac{6 \cdot 10}{4} = 15$  naela.

Pilt 28.



5) Parema kangi öla otšas da ripub kaal K, mis wajutus-punktist d 5 tolli kangel ja 30 naela kaalub; pahema öla db otšas ripub kaal p, mis 15 naela kaalub; mitu tolli wajutus-punktist eemale peab pahema kangi öla otša weel üks 5 naelane kaal p' pandama, et kang a b kaalus seisab?

Wastus:  $5 \times 30 = 15 \times 9 + 5 x$

$5 x = 150 - 135 = 15; x = \frac{15}{5} = 3$  tolli.

6) Kiviraijuja S. tahab rasket kiwi poomi (kangi) abiga natukene ülespoole fergitada; poomi pikkus on 15 jalga ja raskus 45 naela. 2 jalga poomi otšast eemal seisab wajutus-punkt poomi all wäitse terawa kiwi serwa peal, ja poomi raskuse punkt on

4 jalga wajutus-punktist pikema õla pool. Kui nüüd kiwiraijuja S. ise 10 punda = 200 naelu kaalub, ja tema kõige oma keha kaaluga (= raskusega) teise poomi otsa peale surub, siis tõuseb see kiwi (see on, ta kergib natukene ülesse poole); mitu naela peaks see kiwi umbes kaaluma?

$$\text{Wastus: } 2K = 13 \times 200 + 4 \times 45$$

$$K = \frac{2600 + 180}{2} = 1390 \text{ naela.}$$

7) Kahe õlalise kangi pikkus on 10 jalga, ja kangi oma kaal (raskus) 42 naela, selle kangi parema õla otsas on 18 naelane kaal ja pahema õla otsas 140 naelane kaal; kui kaugel mõlemist kangi otsast seisab kangi wajutus-punkt, see punkt kui ta kaalus peab seisma?

$$\text{Wastus: } 18x + (x - 5) 42 = (10 - x) 140$$

$$18x + 42x - 210 = 1400 - 140x$$

$$200x = 1610$$

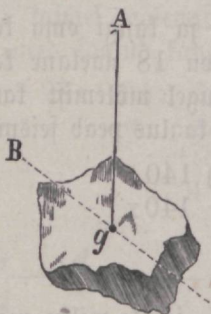
$$x = 8\frac{1}{20} \text{ ja } 1\frac{19}{20} \text{ jalga.}$$

Katju wastata! Mis tähendab wiisika õpetuse järele wiltu wäli? Mis tähendab keha kaalus seis wiltuwälja peal? Misjuguse raskusega wajutab iga wiltu wälja peal edasi weereja keha selle wälja peale, kelle peal tema weereb? Mis tähendab sõna: mehaniku töö? Mis elaw jõud? Mis tähendab krui kwint? Mis krui kwinti käänu kõrgus? Midawiisi on krui kwint kolmenurgaga ehk wiltu wäljaga ühesugune? Midawiisi on kiil wiltu wäljaga ühesugune? Misjuguse seaduse oled ja kiilust tundma õppinud? Misjugused rullid on wiisika õpetuse järele kindlad, ja misjugused lahtised? Kui suurt jõuu kasu töö abiks saame meie kahest kokku seatud rulli-paarist, kellest üks kindel ja teine lahtine on? Kui palju, kui kaks kindlat ja kaks lahtist rulli tõstmise abiks kokku seatud on? Misjugused seadused oled ja kindla ja liikuja rulli üle tundma õppinud? Mis tähendab sõna: wõlli ratas? Kus kohal ja misjuguse abiga tehakse temaga tööd? Misjugune wähe on wõlli ratta ja wantri ratta wahel? Misjugused tööriistad on kahe-õlalised (ehk kahe õlaga), misjugused ühe-õlalised kangid? Mis tähendab ühesuguse õladega, mis isejuguse õladega kang? Misjugune kangi õla nimetakse jõuu-õla? Misjugune kaalu õla? Mis tähendab kangi kaalus seis? Mis kangi wajutus-punkt? Misjugused seadused oled sina kangi kaalus seiju üle tundma õppinud? Kui suurt jõuu abi saame meie tõstmise töö juures kangi läbi, kui tõstetawa keha ja kangi wajutus-punkti wahel 1 jalg, ja kangi teise õla pikkus 10 jalga on?

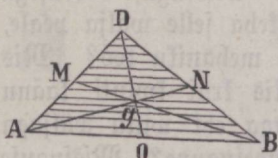


§ 35. **Raskuse punkt.** Igal kehal on ifka niisugune punkt, et kui selle punkti vastu üks toetus saab pandud, siis ei wõi see keha mitte enam ümberkukkuda, waid ta peab oma koha peal seisma jääma. Seda punkti nimetatakse siis raskuse-punktiks, et tema ümber igal pool ühepalju keha-tuuma jagusid seisawad ja tema siis otse kui selle keha-tuuma keskpunkt oleks, keda maa-keha raskuse jõud oma külge tõmbab.

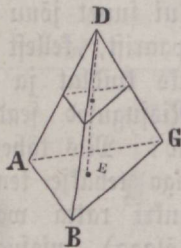
Pilt 29.



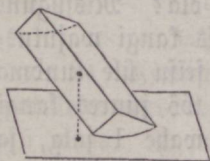
Pilt 30.



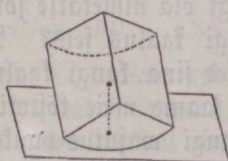
Pilt 31.



Pilt 32.



Pilt 33.



Mitme keha raskuse punkt on nende geometria keskpunkt, nõnda on kuuli keskpunkt ka kuuli raskuse punkt. (Waata kerged ja lühikesed geometria õpetused § 100). Kolmnurga ABD (pilt Nr. 30) raskuse punkt on see koht, kus need kolm joont AN, BM, DO, mis iga kolmnurga winnlist keht tema vastu seisja külje peale tõmmatud saawad, üks teisest läbi jookswad. Iga parallelogrammi raskuse punkt (waata geom. õpt. § 49 pt. 4 ja § 52) on see koht, kus kaks ühenduse joont teine teisest läbi jookswad. Kolmnurgalise terasamba ABGD raskuse punkt on siin E (pilt Nr. 31), ja joon DE on tema raskuse joon.

Kui meie mistahete suguse keha raskuse punkti tahame leida, siis paneme teda ühe oma pinna punktiga nõõri otša ripputama; see sirgeks tõmmatud nõõr, kui tema sest kehast läbi pikendud saaks, näitab selle keha raskuse joont; paneme seda keha weel uueste ühe teise oma pinna punkti otša rippuma, siis näitab ka see teine sirge nõõri joon selle keha teist raskuse joont, ja see punkt g, kus need kaks raskuse joont üks teisest läbi jooksewad, see on selle keha raskuse punkt, nõnda kudas pilt Nr. 29 seda näitab.

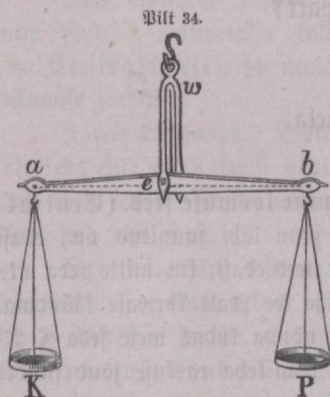
Iga keha seisab kõige kindlamine oma põhjuse peal, kui tema raskuse punkt ise selle põhjuse peal seisab, sest et siis selle keha tuuma jaud kõige rohkem oma põhjus-külje ümber seisawad. Nõnda sei-

sawad subkru pea (kegel) terawkandiline sammas, lühifene jäme pakk, kaalus wälja peal, kõige kindlamine.

Kui meie mägi tee peal ülesse poole astume, siis sunnime oma keha raskuse punkti selle läbi edasi poole seisma, et meie kõige oma kehaga ennast natukene edaspoole kummardame; astume meie jälle mäe otsast allapoole, siis sirutame ennast sirgeks ja sunnime selle läbi oma keha raskuse punkti tagasi poole seisma, et meie mäest maha tulles mitte edasi poole ei kukuks. Nõnda on lugu, kui meie pengi pealt ülesse tõusta tahame, siis peame ennast esite edasi poole kummardama ja selleläbi ka oma raskuse punkti edasi poole tõstma, et meie kergeste ülestõusta wõiks.

Kui meie üht sirget keppi oma sõrme peal püsti seissta laseme, siis peame teda ikka nõnda hoidma, et tema raskuse joon meie sõrme peal loodis seisab, muidu kukuks ta meie sõrme pealt maha. Kõik need kunsti mehed, kes kõiede peal kõnniwad ja tantsiwad, teewad seda jelleläbi wäga kergeste, et nemad oma keha raskuse punkti ja ka raskuse joont selle kõie kohta nõnda mõistawad hoida, et nad ikka otse kõie peale wajutawad ja sellepärast siis nende keha kõie peal seissta wõib.

§ 36. **Kaal.** Meil on mitmesugused kaalud, aga kõige täielikum ja kõige rohkem pruugitud saab kahe ühesuguse õlaga kaal, nõnda



kudas pilt Nr. 34 siin kõrwas seda näitab. ab nimetakse kaalu palgiks ehk kangiks, ja tema peab ikka nõnda tehtud olema, et õlg ae õla hega ühepikkused ja ka täitsa ühe raskused on. Mõlemad kaalu kausid K ja P peawad ka ühe raskused olema, nõnda et kaalu-palk ab üksinda ehk ka siis, kui mõlemad kausid nõõri ehk ahelatega tema õlgade otsa on pandud, täitsa kaalus seisab. Et meie iga kord kergeste aru saaks, millal kaalu-palk täitsa kaalus seisab, sellepärast on kaalu palgi külge — just selle koha peale, kus

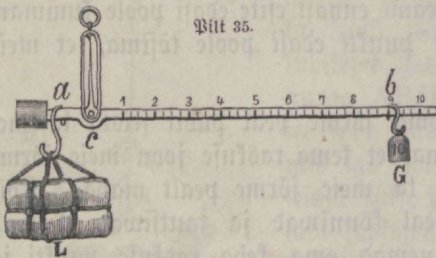
tema wajutus-punkt (kantiline terasest wahelõik) raud- ehk teras-aasa sees seisab, — üks raud-warras pandud, mis siis, kui kaalu-palk kaalus seisab, otse loodis püsti on. Kaalu palgi raskuse punkt peab ikka natukene alamal seisma, kui tema wajutus-punkt. Kui kaalu-



palgi wajutus-punkt ja raskuse punkt ühe koha peal oleks, siis oleks kaal väga hõrn, ja tema ei jääks mitte kergeste kaalus seisma.

Niisuguse kaalu abiga võime meie siis kergeste iga koha kaalu (raskust) tunda saada, ja sellepärast on siis kaal mitmesuguse kauba, teaduse ja tööde juures väga tarwilik abiriist.

§ 37. Üks teine kaal, mis wanal ajal rohkem kui nüüd pruugitud sai, nimetatakse **Rooma kaal** (ehk kermkaal); tema on kahe isesuguse õlaga. Wajutus-punkt on siin c, nõnda kudas pilt Nr. 35 seda näitab; ca on kaalu-õla ja cb jõuu-õla.



Pilt 35.

Tahetakse niisuguse kaaluga üht koha raskust kaaluda, siis pannakse teda kaalu õla haagi otja ja jõuu-õla peal on üks ainus kaalu pomm, mis seda

õlga mööda edasi ja tagasi poole võib niikaua liukata, kui ta paraja koha peale on saanud ja siis kaalu kangi a b kaalus hoiab.

Oleks siin selle kaalu õla otja üks pakk pandud, kelle raskust meie teada tahaks, ja see kaalu pomm, mis jõuu-õla peal edasi ja tagasi võib liukata, kaalus just 10 naela; kui nüüd see kaalu pomm 9 korda seft wajutus-punktist c kaugemal on kui a, ja kaalu-kang a b kaalus seisab, mitu naela kaalub siis see pakk?

$$L : g = cb : ca$$

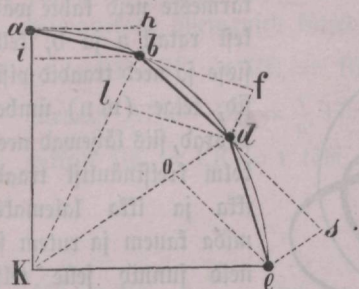
$$L : 10 = 9 : 1$$

$$L = \frac{10 \cdot 9}{1} = 90 \text{ naela.}$$

\* § 38. Üleüldine keskjõuu sunduse liikumine loomuse sees. (Centralbewegung, Centrakraft). Iga koha, mis jõuu läbi sunnitud on, edasi jooksuma, jookseks ikka ühesuguse kärmusega diget teed edasi, kui mitte teda üks teine jõud ei sunniks seisma jääma, ehk oma õige tee pealt kõrwale käändma. Kui aga liikuja koha kõwerat teed edasi jookseb, nõnda kudas meie seda § 23 wiskamise seletuste juures tundma õppisime, kus maa-koha raskuse jõud sundis wisatud kivi ehk laskud kuuli, kõwera parable teejoonega maapinna peale kukkuma, siis peab ka teda üks jõud ühtepuhku sundima, seda kõwerat teed jooksuma, keda tema jookseb.

Järele katsumine. Kõrda nõör, kelle otjas tina- ehk raud-kuul ripub, k juurde naela otja, nõnda kudas pilt Nr. 36 näitab, ja wiska seda kuuli

Bilt 36.



a juurest otse h peale; tema ei või sellepärast, et nõbr k juures finni kõidetud, mitte h juurde saada, vaid ta peab k ümber jooksuma, ja tema jooksmise tee on täis kreis.

**Seletus.** Kuul a saab nõbri läbi ühtepuhku oma keskpunkti k ligemale tõmmatud, nõnda et tema ühe sekundi (aja) sees a juurest i juurde jõuaks. Wiskamise läbi sai aga temale niisugune jõud antud, et ta ühe sekundi sees pidi a juurest h

juurde jõudma. Niisuguse kahe jõu sunduse läbi ei või kuul selle esimese sekundi sees i ega h juurde saada, vaid ta peab, nõnda kuidas see meil § 24 parallelogrammi jõu seadustest teada, b juurde rändama. Teises sekundis peab kuul jäädawuse-wäe seaduse järele otse teed seni kui tähe f juurde edasi jooksuma, aga teda tõmbab jälle nõbr oma keskpunkti ligemale ja sellepärast jõuab tema teise sekundi lõpetusel d juurde, ja nõnda edasi, seni kui tema sedawiisi keskpunkti k ümberringi on jooksnud. Arwame meie need nelinurgad parallelogrammid a h b i, b f d l j. n. e. õige wäitjeks, kelle wastastiku nakkadest kuul a läbi on jooksnud, siis oleks tema jooksmise tee a b d e j. n. e. täitja kreisi näuline. Jõud, mis kuuli a ehk ka muud teist keha sunnib oma keskpunkti ümber jooksuma, nimetatakse keskpaiga jõud (Centripetalkraft), see jõud aga, millega iga keha püüab oma keskpunktist eemamale rännata, nimetatakse keskpaigast eemamale lendamise jõud (Centrifugalkraft).

Need mõlemad jõud — keskpaiga jõud ja keskpaigast eemamale lendamise jõud — nimetaja kokku ühe ainfa tähenduse: üleüldine jõud (= Centraalkraft), ja nemad sünnitawad kokku (kehade) keskpunkti ümberliikumise seadused.

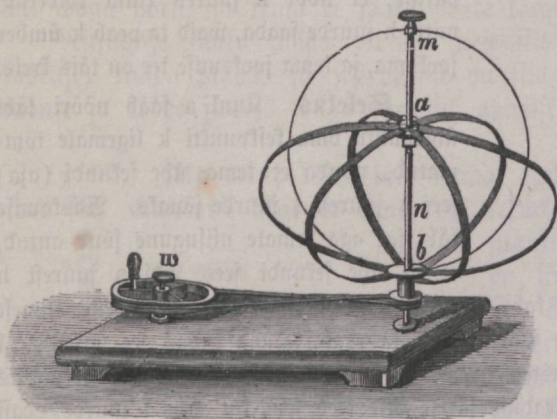
Järele katsumine. Wõta uueste oma kätte nõbr, kelle otjas kuul ripub, laje teda esite ruttu kreisi näul ümberringi jooksta ja päästa siis teda korraga oma käest lahti. Ja see nõbr kuuliga ei jookse siis mitte enam kõwerat, vaid õiget teed otse edasi.

**Seletus.** Kui keskpaiga jõud korraga otja lõpeks, siis jookseks keha, keda tema esite finni pidas, jälle ifka otse edasi jäädawuse wäe seaduse järele, siin d juurest s juurde, ja niisugust jõudu, mis iga keha otse edasi ajab nimetatakse puutuja-jõud (Tangentialkraft).

Bilt Nr. 37 tähendab siin niisugust masinat, kelle abiga näidatakse, et iga keha oma rutulise keskpaiga ümberjooksmise läbi seft keskpaigast püüab eemale rutata. Niisugust liht masinat wõid sa ise teha, kui sa kolm peenikest traadi kreisi näul kahe wäikese ratta sisse a ja b juurde pistad; need rattad jooksewad jälle ühe telje m n ümber. Kui sa nüüd kolmanda ratta w abiga

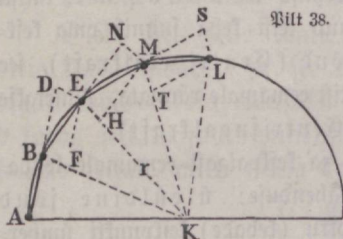


Bilt 37.



kärmeste neid kahte wäi-  
kest ratast a ja b, kelle  
sisse ja need traadid pist-  
fid, telge (m n) ümber  
pöörad, siis lähewad need  
kolm kreisnäulist traadi  
ikka ja ikka laiemaks,  
mida kauem ja rutem ja  
neid sunnid selle telje  
ümber jooksuma, ja see  
annab siis meile ka weidi  
selle üle otjust, miksparaft  
meie maatuul oma telje  
(ehk poolide) juures natu-  
kene kokku surutud on.

\* Et meil ka wõimalik oleks aru saada, kui suur siis iga kord see keskpaiga  
jõud peaks olema, mis iga tema ümber jooksjat keha nõnda kiini peab, et  
ta ikka ja ikka tema ümber peab jooksuma, katsume seda nõnda teha. Olgu



üks weikene keha, mis keskpaiga jõuu K ümber  
jookseb; ja tema keskpaigast eemale lendamise  
jõud olgu niisugune, mis teda ühtepuhku  
edasi poole lükkab. Jookseb nüüd see wäikene  
keha (pilt Nr. 38) A juurest B juurde  
 $\frac{1}{n} = \frac{1}{10}$  sekundi aja sees: tema kärmus olgu v;

siis on  $AB = \frac{v}{n} = \frac{v}{10}$ ; teiselt  $\frac{1}{n} = \frac{1}{10}$  sekundil

jookseks tema BD juurde;  $BD = AB$ . Teeme  $BE = BD$ ga ühepikuseks, ja  
tõmbame DE, siis on kolmnurk BDE ühepikuse külgedega  $BD = BE$ , ja  
 $\angle ABE = \angle 2 BDE$  ja  $\angle ABK = \angle BDE$ , sellepärast  $\triangle DEB \sim \triangle ABK$   
(ühe kujulisel). Mõlematel kolmnurkadel on kaks ühepikust külge  $BD = BE$ ,  
ja  $AK = BK$ , ja nende winklid  $A = B = D = E$  on ühesuurused; sellepärast  
jälle, et  $\angle B = \angle D$  on ka  $DE \parallel BK$ . Tõmbame veel  $EF \parallel DB$ ga, siis  
on BDEF wilstu pikruut (parallelogramm). Kui nüüd see wäikene keha, mis  
B juurde on jõudnud, sealt aga teda üks teine jõud sunniks keskpunkti poole,  
seda teed  $BF = \frac{1}{n} = \frac{1}{10}$  sekundi sees jooksuma; siis jookseks tema, nende mõlema  
jõuu sunduse all BD ja BF, B juurest E juurde, kudas see meil parallelo-  
grammi jõuu-paari seadusest jo selgesie teada on, ja tema jooksu tee lähets  
niisuguse kahe jõuu sunduse all nende punktitest M ja L läbi üht wiisi edasi,  
ikka nõnda, kudas meie pildi 36 juures seda tundma õppisime. Sellepärast

jälle, et  $\triangle BEF$  ja  $\triangle BKE$  ühefujulised on, seisavad nende ühefujuliste kolmnurkade ühejuguised küljed järgmises proportsionals:

$BF : BE = BE = BK$ . Ülemise ridade sees tähendame meie keha kärmust  $AB = BE = \frac{v}{n}$  läbi; tähendame siis siin veel freisi pool-mõetja pikkust  $BK = EK = r$  läbi ja kirjutame ülemise proportsionali liigete asemele:

$$BF : BE = BE : BK$$

$$BF : \frac{v}{n} = \frac{v}{n} : r,$$

siis on  $BF = \frac{v^2}{n^2 r}$ . Kui see keha ühe ainsa jõuu lükkamise läbi nii pikka teed, kui  $BF$  näitab, pidi  $B$  pealt keskpunkti  $k$  poole jooksuma, siis peame meie tema iga üksiku lükkamise tee kärmust nõnda tähendama:  $n \cdot BF = \frac{v^2}{n \cdot r}$ . Ja sellepärast, et teda ühe sekundi sees  $n = 10$  korda lükkatakse, siis oleks ka ühe sekundi sees tema edasi jooksmise kärmus keskpunkti  $k$  poole  $\frac{v^2}{r}$ . Arvame nüüd jälle nõnda, kuidas meie seda pildi Nr. 36 juures tegime, need parallelogrammid  $BDEF$ ,  $ENMH$ . . . . . õige väikseks, siis jookseb keha nende parallelogrammi nakkadest  $BEML$  just freisi tee näul läbi, ja meie tähendame seda jõudu, mis teda selle keskpunkti  $k$  ümber freisi näulist teed jooksuma sunnib, ja temale ühe sekundi aja sees seda kärmust annab, niisuguse rehkenduse juhi läbi

$$I. j = \frac{v^2}{r}.$$

Seda jõudu aga — millega keha tuum ( $m$ ) seda nõõri, kelle otja tema finni kõidetud ja  $v$  kärmusega oma keskpaiga jõuu ümber jookseb — tähendame järgmise juhi läbi:

$$mj = \frac{m \cdot v^2}{r}.$$

Tähendame jälle  $T$  läbi seda aega, millega keha oma keskpaiga jõuu ümber üksford on ümber jooksnud, ja kelle pikkus  $2\pi r$  oleks, siis on  $v = \frac{2\pi r}{T}$ . Paneme seda  $v$  asemele Ime juhi sisse  $j = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2 r}$ , siis saame meie selle kuulsa rehkenduse juhi, kelle läbi näidatakse, et kõik suuremad maailma kehad maailma ruumi sees sunnivad väiksemad kehajid oma ümber liikuma.

$$II. j = \frac{4\pi^2 r}{T^2}.$$

Kui meie  $p = mg$  läbi seda keha raskust tähendame, mis nõõri otjas oma keskpaiga jõuu ümber jookseb, siis võime meie igaford seda jõuutugewust, kellega jooksjä keha  $p$  nõõri sirgeks tõmbab, nõnda wälja rehkendada:

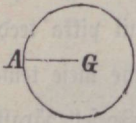
$$j = \frac{p}{g} \cdot \frac{v^2}{r}.$$



**Näitus.** Olgu keha  $A = 3$  naela (pilt 39); nõör, kelle otsas  $A$  ümber oma keskpaiga jõuu jookseb, 2 meetert pikk;  $g$  tähendab siin 9,8...; arvame teda täisnumbriks  $g = 10$ , siis on selle kolmenaelalise keha jõünd, kellega tema nõõri sirgeks tõmbab

$$j = \frac{3}{10} \cdot \frac{(2\pi r)^2}{r} = \frac{3}{10} \times \frac{4\pi^2 r^2}{r} = \frac{3}{10} \cdot 4(3,14)^2 \cdot 2 = \frac{236,64}{10} = 23\frac{13}{20} \text{ naela.}$$

Pilt 39.



Ülesanne. Kui keha  $A$   $1\frac{1}{2}$  naela kaalub, nõõripiffus, kelle otsa tema finni kõidetud 1 meetr mõedab, ja see kärmus, kellega tema oma keskpaiga jõuu ümber jookseb, olgu  $\frac{(6,28)^2}{1}$ ; kui suur on jõünd kaalu (naela) järele, kellega see  $1\frac{1}{2}$  naelane keha nõõri sirgeks tõmbab.

**Vastus:**  $j = \frac{3}{2 \cdot 10} \cdot \frac{(6,28)^2}{1} = \frac{118,3}{20} = 5\frac{9}{10}$  naela.

Seft ülesandest saame meie ka otjust, mis läbi see tuleb, et linguga üht fiwi wõib palju kaugemale wijata kui käega. — Mõtke selle üle järele!

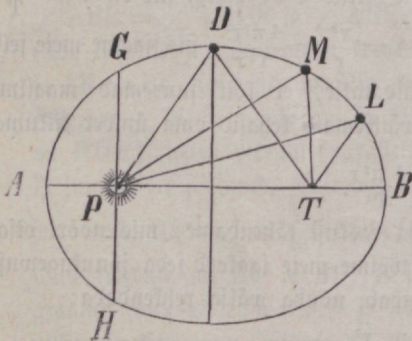
Siin näed sa, armas lugeja, et wiijika õpetus, kui meie tema läbi weibi sügawamat teadust tahame teada saada, siis on meil waja esite geometria teadustega natukene tuttawad olla, muidu ei oleks mitte wõimalik, mitmest wiijika seletustest aru saada. Siin on küll kõik wäga kergel wiisil näidatud, ja ei ole geometria teadustest muud waja, kui neid kõige kergemaid õpetusi.

Geosõisja seletuste juures on ühekujuliste kolmnurkade õpetusi tarwitud. Kerged ja lühikejed geometria õpetused §§ 76—87 annawad sulle nende üle täielikumad teadust.

\* § 39. Keppleri seadused rändaja tähtede liikumiste üle.

I. Seadus. Kõik rändajate tähtede ehk planeetide teed päikese ümber on ellipsed, ja päikene seisab ühe ellipse tulepunkti sees.

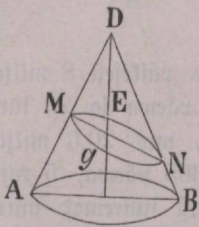
Pilt 40.



Ellipse on oma kaju järele üks niisugune wigur, kui kõwer joon AGDMLBH siin kõrwas seda näitab, ja oma geometria seaduse järele niisugune, et kõik õiged jooned, mis tema kahe tulepunkti  $P$  ja  $T$  pealt, ühe mis tahte suguse piiri punkti  $D$ ,  $M$  ehk  $L$  peale tõmmatakse, ühte kofku ifka nii pikad on, kui ellipse suurem läbimõetja (ehk telg)  $AB$ , nõnda on:  $PD + DT = AB$  ja  $PM + MT = AB$ . Päikene seisab ifka oma perekonnas, ühe.

ellipse tulepunkti sees, ja kõik need jooned, mis meie ial oma mõtetega iga filmapilk päikese juurest ühe rändaja tähe peale tõmmata võime, on sellepärast, et nemad mõlemad paigal ei seisja, ka iga filmapilk isesugused, kas kasvajad ehk vähenejad, ja neid nimetakse iga ühte pööri-poolmõetjaks (= radius rector). Nõnda on siin päikese ja planeeti pööri-poolmõetjad PD, PM ja PL.

Pilt 41.

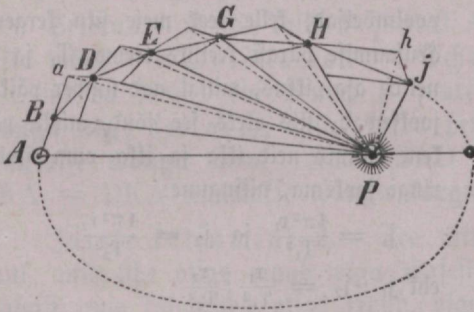


Ellipse kaju sünnib igakord siis, kui meie ümmarguse teravkamba ABD, nõnda kudas siin kõrvas pilt Nr. 41 näitab, wiltu MN läbi loikame, siis on loik MENG ellipse.

Ellipse tulepunktid (Nr. 40) P ja T on kaks tähtsat punkti; kui üks täis ellipse näuline kumerwõll ehk tuba oleks, ja nende seinad täitsa libedad, siis on igakord võimalik, kui ühe ellipse tulepunkti peal (siin P juures, küünal ehk muu teine tuli põlema pannakse, teise tulepunkti T juures paperit ehk mõnda teist kergeste põlejat asja põlema süüdata; sellepärast, et kõik tule kiired, mis punkti P juures põlewad ja seal igale poole wälja woolawad, ennast jälle teise tulepunkti T juures kokku koguvad, ja seal siis suure palawuse sünnitawad.

II. Seadus. Kõik rändajad tähed ehk planeetid käiwad päikese ümber, ja nende tee poolmõetjad sünnitawad ühe aja pikkusel ühesuurused wäljad. See tähendab: kui üks rändaja täht A juures oleks ja päike P

Pilt 42.



juures, siis jooksaks see täht A ühe aja pikkusel, olgu see siin üks tund, A juurest B juurde, ja teisel tunnil B juurest D juurde, ja kolmandal D juurest E juurde, ja nõnda edasi. Selle tee pikkus kasvab iga tunni sees natukene juurde; aga see kolmnurjaline wäli, mis igakord poolmõetja PA, Pa läbi jookseb, jääb ifka ühesuuruseks, nõnda on kolmnurk ABP kolmnurga BDPga ühesuurune.

$$\begin{aligned} \triangle BDP &= \triangle DEP \text{ ga ja} \\ \triangle DEP &= \triangle EGP \text{ ga, ja} \\ \triangle EGP &= \triangle GHP \text{ ga kõik ühesuurused.} \end{aligned}$$

Mida ligemalt siis see planeet päikesele jõuab, seda rutem peab tema oma teed edasi jooksuma. Arwame seda ühepikkust aega õige lühikeseks, siis on ka see tee wäga lühikene, ja need ühesuurused wäljad wäga kitsad, ja see tee kaju, keda planeet A läbi jookseb, on siis just ellipse, nõnda kudas see siin näha.



III. Seadus. Rändaja tähtede tee-aja-ruutud seisawad üksteise vastu nõnda, kui see suurus, mis selle läbi sünnib, kui meie seda kaugust, mis rändaja tähe ja päikese wahel, iseenesega kolm korda kaswatame.

Tähendagu siin  $p$  ja  $p$  kahte rändajat tähte;  $T^2$  ja  $T_1^2$  nende aja-ruutusid,  $r^3$  ja  $r^3$  seda kauguse kolmekordest kaswatust, mis päikese ja rändaja tähe wahel seisab.

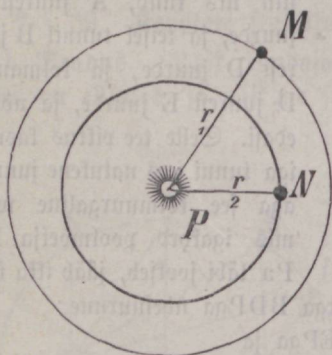
$$p = \frac{T^2}{r^3} \quad \text{ja} \quad p_1 = \frac{T_1^2}{r_1^3}.$$

Näitus. Tähendagu siin  $p$  planeet Merkuri, mis päikesest 8 miljoni penikoormat kaugel ja mis oma teed päikese ümber 87 päewa ja 23 tunni sees ümber rändab; jälle  $p_1$  tähendagu meie maakuuli, mis 20,6 miljoni penikoormat päikesest eemal ja oma teed päikese ümber 365 päewa, 5 tunni ja 48 minutis kõnnib. Jätame kergema rehkenduse pärast suuremad murru jaud maha, siis oleks ülemine seadus numritega rehkenduses ligiford niisugune:

$$\begin{array}{l} \text{Merkur:} \qquad \qquad \text{Maakuul:} \\ \frac{(87,95 \dots)^2}{(8000000)^3} = \frac{(365,25)^2}{(20,600000)^3} \end{array}$$

Misparast aga kõik rändajad tähed päikese ümber oma teed kõndima peawad, selle üle annab otjust järgmine Isaac Newtonist leitud seadus: Kõik kehalikud ruumi jaud tõmbawad üksteist niisuguse jõuga oma külge, kui nende mõlemate suurus on, ja oma kauguse järele nõnda, kudas nende kauguse ruut-suurus on.

Pilt 43.



Oleks siin  $r_1$  ja  $r_2$  kahe rändaja tähe poolmõetjad, kelle teed meie siin kergema arusaamise pärast freitiks teeme,  $T_1$  ja  $T_2$  nende aja-pikkus, millal nad ümber päikese jooksewad, siis oleks see jõud, miska päikene sunnib neid ikka ja ikka oma ümber ringi jooksuma, niisugune:

$$j_1 = \frac{4\pi^2 r_1}{T_1^2} \quad \text{ja} \quad j_2 = \frac{4\pi^2 r_2}{T_2^2}$$

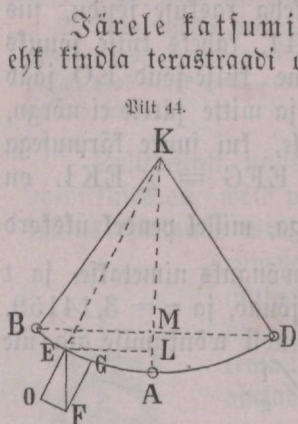
$$\text{ehf } j_1 : j_2 = \frac{r_1}{T_1^2} : \frac{r_2}{T_2^2}$$

ja jälle kolmanda Keppleri seaduse järele  $T_1^2 : T_2^2 = r_1^3 : r_2^3$ , selleparast

$$\text{siis } j_1 : j_2 = \frac{1}{r_1^2} : \frac{1}{r_2^2}.$$

M ja N tähendawad siin need kahte rändajat tähte, P päikest,  $j_1$  ja  $j_2$  seda jõudu, mis neid sunnib päikese ümber jooksuma. Kuda wiisi need siin eesseisjad rehkenduse juhid leiti, selle üle annab meie seletust § 38 ja pildid 36 ja 38. Nohkemalt weel saab matematika geografia raamat selle üle õpetust andma ja teijesuguse piltide läbi näitama, kui sügawat tundmist loomuse riigist meie needsamad wäikesed rehken-  
duse juhid awalikuks teewad.

§ 40. Pendli liikumine.



Wilt 44.

Järele katsumine 1. Pane peeniseje niidi otsa aawli tera, ehk kindla terastraadi otsa wäikene kuul ja lasse neid nõnda rippuda, kui seda pilt Nr. 44 näitab; siis tähendab esimene matemaatika pendelt, teine wiisika pendelt. See aawli tera, mis niidi otsas, ehk see kuul, mis traadi otsas ripub, on ifka siis rahul, kui nemad oma raskuse punkti kohas, siin A juures, seisawad. Raskuse punkt A seisab ifka loodis ülesrippumise punkti K all. Wõta nüüd kuul A juurest oma kätte ja tõsta teda B juurde, lasse teda seal lahti, siis liigub tema kaswaja kärmusega seni kui A juurde tagasi

ja sealt jälle teinepoole ülesse D juurde wähenaja liikumise kärmusega, nõnda et kaar  $BA = AD$  on; D juurest jälle A juurde tagasi kaswaja liikumisega, ja sedawiisi edasi ja tagasi. Ülesse poole tõusmise juures wäheneb pendli liikumise kärmus sellepärast, et maa-keha raskusejõud teda oma pinna peale allapoole tõmbab ja ka õhk tema liikumise tee peal vastu on, kellest ta ennast peab läbi suruma, ja selleläbi oma liikumise jõudu wähendama.

**Seletus.** Pendli käik, B juurest A üle seni kui D juurde, nimetasse **wõnk** (= Oscillation = Schwingung), see lühikene aeg, mis mööda läheb, kui pendel B juurest D juurde jõuab, nimetasse **wõngu aeg**; see arw, mitu korda pendel ühe sekundi sees wõngub, nimetasse **wõngu arw**. Kaar  $BAD$  on **wõngu kaar** ja winkel  $BKA = DKA$  nimetasse **wõngu kõrguse winkel**.

Järele katsumine 2. Tee mitu ühepikust pendelt, aga see kuul, mis ühe otsas ripub olgu wäsest, mis teise otsas ripub olgu wahast, mis kolmanda otsas ripub, olgu puust. Lasse siis need kolm pendelt ühe kõrguse wõnguwinkliga edasi ja tagasi wõnkuda, ja leiad, et need kõik ühe aja pikkusel, ka ühepalju kordasid on edasi ja tagasi wõnkunud.

**Seletus.** Maa-keha raskuse jõud tõmbab (§ 8 järele) kõikjagu sid keha tuuma-jagu sid ühtewiisi oma külge, nõnda siin waske, waha, rauda; ja pendli liikumise kärmus kaswab nõndasama, kui kukkumise kärmus B juurest A juurde jõudes. Pendli kärmus A juures on juust nõndasama juur, kui tema M juurest oleks otse A juurde kukkunud.



Olgu siin täielikumaks arusaamiseks E üks punkt pendli wõngu poole-  
kaare BA peal, ja  $EF = g$  tähendagu maa-keha raskuse jõudu, siis  
wõime meie seda raskuse-jõu teed EF, pilt 44, kaheks külje jõuaks  
(waata § 25) EG ja EO jagada. Aga teine külje-jõud EO jääb  
sellepärast, et pendli traat ülewel finni seisab ja mitte järele ei nõrgu,  
tühjaks. Esimene külje-jõud EG näitab meile, kui suure kärmusega  
pendel A juurde ruttab. Sellepärast et  $\angle EFG = \angle EKL$  on  
 $EG = g \cdot \frac{EL}{EK} = \frac{g}{1} \cdot EL$ . Tähendab T seda aega, millel pendel üksford  
edasi ja tagasi BADAB wõngub, keda ka täiswõnguaks nimetakse, ja t  
seda aega, millel ta üksford B juurest D juurde jõuab, ja  $\pi = 3,14159$ ,  
 $l =$  pendli traadi pikkust, siis sünnib meile pendli wõnkumise aja üle  
niisugune rehkenduse juht:  $t = \frac{1}{2} T = \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$ .

**Näitus.** Olgu siin pendli traadi pikkus  $KB = l = 2$  meetert,  
siis on  $t = \pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}} = 3,14159 \sqrt{\frac{2}{9,8}} = 3,14159 \cdot \sqrt{0,20408163}$   
 $= 0,4516 \times 3,14159 = 1,42$  sekundi.

Meist seletustest selgub siis see seadus: Iga pendli  
wõngu-aeg jääb ühesuguseks, rippugu tema otsas mistahete sugune  
raske keha.

Järele katsumine 3. Võta pendli kuul kätte ja lasse teda  
esite  $10^\circ$ , siis  $8^\circ$  ja wiimaste  $5^\circ$  wõngu-kõrguse-winkluga wõnkuda,  
ja leiad, et wõnkumise aja pikkus ühesuguseks jääb.

**Seletus.** Kõrgema pendli wõnguwinklil on ka suurem liikumise  
kärmus, sellepärast jõuab siis seesama pendel iga wäiksest isesugusest  
kaarest ühe aja pikkusel läbi liikuda.

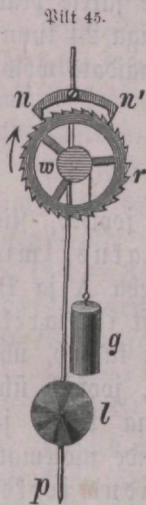
Järele katsumine 4. Pane jälle kolm pendelt, igauks ise-  
suguse pikkusega, liikuma. Olgu esimene 1 meeter pikk, teine 4 meetert  
ja kolmas 9 meetert. Aga nende wõnguwinklite kõrgus kraadide  
järele ühesuurune (siin  $10^\circ$ ), ja leiad, et teine pendel, mis 4 meetert  
pikk, siis ühe wõngu käinud, kui esimene, mis 1 m. pikk, jo 2 wõnku  
oli lõõnud; ja kolmas, mis 9 m. pikk, käib selle aja sees, kui esimene  
3 wõnku on lõõnud, paljalt ühe ainuse wõngu edasi.

**Seadus:** Mitme isesuguse pikkusega pendli wõngu ajad seisawad  
üksteise kohta nõnda, kudas need põhjus-numbrid nende pendli pikkuse  
ruutudest üksteise kohta seisawad.

$$\sqrt{1} : \sqrt{4} : \sqrt{9} = 1 : 2 : 3.$$

Need seletused ja seadused, mis siin pendli üle anti, kestavad täitsa matemaatika pendli kohta, keda meie ühe ruumi sees arvame olevat, kus õhu vastujõusmiste jügu ei ole. Aga viisika pendel, mis õhu sees wõngub, see peab, nii palju kui wõimalik, nõnda tehtud olema, et tema matemaatika pendli seadusi ka peaaegu jõuaks täita; sellepärast peab tema walmistamise juures kõige peenem traad ja kõige rassem metal (platin) wõetud saama.

Sellepärast nüüd, et ühe ja sellesama pendli wõnkumised kõik ühepikkused on, võib pendel aja mõetmiseks pruugitud saada. Üks kuulus Hollandi mees **Heuyghens** (ütles Heuchens) tegi 1658 aastal esimese pendli-uuri (seina=kella). Niisugune uur on mitmest rattast kokku jünnitud, mis oma hammastega üheteise sisse lõikawad. Siin kõrwas (pilt 45) seisab temast üks ratas r, kelle wõlli w ümber nõör ehk ahelad pandud, ja niisuguse nõöri ehk ahela otsas ripub ikka üks ehk kaks pommi, siin g. See pomm sunnib oma kaaluga uuri-rattaid ümber liikuma, ja pendel p on ikka nõnda tehtud, et tema otjas ülewel üks ankur (siin n n') seisab, mis oma kabe haruga selle ratta hammasste wahelale lõikab, ja teda mitte pommi raskele järele oma tahtmiste mööda ei lasse ümberjooksta, waid nõnda kui üks ankrü haru n' ennast ülesse tõstab, siis astub teine ankrü haru n ühe hamba edasi ja pendel on selle aja sees 2 wõnku lõõnud. Niisugusel rattal on siis ikka enamiste 30 hammas, ja kui pendel 30 korda on edasi ja jälle 30 korda tagasi, kõigeks 60 korda wõnkunud, siis on üks minut aega mööda läinud.



Ülesanne 1. Kui pikk peab pendli traat olema, et tema ülemiste seaduste järele just 60 wõnku ühes minutis lõõb?

Wastus:  $\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}} = 1, \pi^2 \cdot \frac{L}{g} = 12, L = \frac{g}{\pi^2} = \frac{9,8}{9,85} = 0,994$  meetert, see on 994 millimeetert, ligiford 1 meeter ehk 39 tolli.

Ülesanne 2. Kui pikk peab pendli traat olema, et tema ühe minuti sees 120 wõnku lõõb.

Wastus:  $120^2 : 60^2 = 994 : x, x = \frac{3600 \times 994}{14400} = 248$  millimeetert.

Ülesanne 3. Mitu wõnku lõõb see pendel ühe tunni sees, kelle pikkus  $\frac{1}{2}$  meetert ehk ligi 20 Viivi maa tolli on?



Wastus:  $(3600)^2 : x^2 = 500 : 994$ ,  $x = \sqrt{\frac{(3600)^2 \times 994}{500}} = 5085, \dots$  wõnfu.

Sellepärast, et ka pendli liikumine maakeha raskuse-jõu seaduse all seisab; jellepärast liigub siis ühepikkune pendel poolitaja ehk ekwaatori peal pikemine, kui poolide (telje otsjade) peal, ja peab igaford siis, kui põhja-maa pendli uuriga ekwaatori poole (lõuna maale) reisitakse, seda uuri pendelt natukene lühemaks tehtama, et ta ka seal õigeste aega näitaks. Nõndasama peab ka lõuna maa uuri-pendelt natukene pikemaks tehtama, kui tema põhja maal õiget aega tunni pikkuse järele peab käima. Pendli abiga võib ka näidata, et meie maa-kuul iga 24 tunni sees üks ford oma telje ümber pöörab. Kuda wiisi seda näidata võib, see jääb suurema wiisika õpetuse raamatu seletuseks.

### § 41. Kehade liikkamisest.

Kui edasi jooksjä keha teise rahuliseisja keha wastu jookseb, siis liuktab ta seda keha nii tugewaste kui suur see ka swatus, mis tema kaalust ja kärmusest junnib. On kaks keha A ja B, mõlemad liikujad (jooksjad), aga oma keha tuuma poolest ilmjärele nõrkumata (unelastisch), ja jookseb A, mis 4 naela kaalub, ühe sekundi sees 3 künart edasi, ja B, mis 6 naela kaalub, jookseb ühe sekundi sees 5 künart edasi; kui nüüd keha B, oma kaalu ja jooksmise kärmusega keha A pihta nõnda liuktab, et nende mõlemate tee otse ühele poole edasi jookseb, siis oleks nende ühendud jooksmise kärmus niisugune:

$$\begin{array}{l} A = 4 \cdot 3 = 12 \\ B = 6 \cdot 5 = 30 \end{array} \quad A + B = \frac{4 \cdot 3 + 6 \cdot 5}{4 + 6} = 4\frac{1}{5} \text{ künart sekundis.}$$

Jookseks jälle kaks niisugust keha otse teineteise wastu. A kaaluks 10 naela ja tema kärmus oleks 8 jalga ühe sekundi sees, B kaaluks 6 naela ja tema kärmus oleks ühe sekundi sees 7 jalga, siis oleks nende wastastiku ühendud jooksu kärmus:

$$\frac{8 \cdot 10 - 6 \cdot 7}{8 + 6} = 2\frac{5}{7} \text{ jalga sekundis.}$$

On mõlema keha kaal ja kärmus, mis otse üksteise wastu jooksewad, ühesugused, siis jääwad nemad seisma.

On kahel kehal A ja B ühesuurune kaal, siin 5 naela; A seisab paigal, aga B jookseb otse A poole niisuguse kärmusega, et tema sekundis 14 jalga edasi jõuab. Kui nüüd B oma kärme jooksjuga otse A pihta lööb ja nemad mõlemad siis edasi liiguwad; kui suur on nende kärmus?

Wastus:  $\frac{5 \times 14}{5 + 5} = \frac{70}{10} = 7$  jalga sekundis.

Kahe kindla keha edasiruttamise summa on enne ja pärast teineteisega kokkulükkamist ikka ühesuurune.

Olgu ühe keha tuum 12 naela ja tema kärmus 10 jalga sekundis, teise keha tuum 8 naela ja tema kärmus 6 jalga sekundis, siis on nende mõlemate kärmus pärast kokku lükkamist  $\frac{12 \cdot 10 + 8 \cdot 6}{12 + 8} = 8\frac{2}{5}$

enne kokku lükkamist:

$$12 \times 10 + 8 \times 6 = 168$$

pärast kokku lükkamist:

$$(12 + 8) 8\frac{2}{5} = 168.$$

Esimene keha kautas oma kärmusest  $10 - 8\frac{2}{5} = 1\frac{3}{5}$  jalga, teise keha kärmus kaswis  $2\frac{2}{5}$  jalga, nõnda et nüüd kärmuse wähenemine ja kaswamine üksteise kohta seisawad kui mõlema keha tuuma kaal (raskus) üksteise kohta  $1\frac{3}{5} : 2\frac{2}{5} = 8 : 12$ .

On faks keha täitsa järele nõrkujad (tagasi kargajad) elastisch (nõnda faks kummi pallid) ja nemad jookseks ees seisja raskuse ja kärmusega otse üksteise pihta, siis kautaks esimene oma kärmusest  $2 \times 1\frac{3}{5} = 3\frac{1}{5}$  jalga, ja teisele tuleks kärmust juurde  $2 \times 2\frac{2}{5} = 4\frac{4}{5}$  jalga; ja nende mõlemate pallide jooksmise summa jälle nõndasama juur kui ta jo enne kokku lükkamist oli:

enne kokku lükkamist:

$$12 \times 10 + 8 \times 6 = 168$$

pärast kokku lükkamist:

$$12 \times 6\frac{4}{5} + 8 \times 10\frac{4}{5} = 168.$$

Jookseb üks keha väga suure jõuga teise wastu; nagu näituseks püssi kuul ühe lahtise ukse wastu, mis kergeste oma hingede peal edasi ja tagasi wõib liikuda; see kuul jookseb uksest läbi, ilma et üks wähegi ennast liigutaks. Nõndasama jookseb ka püssi kuul akna ruudust läbi, ja ei tee mitte suuremat auku, kui ta ise suur on. Klaas jääb igalt poolt ümber kuuli augu terweks; see tuleb selle läbi, et kuuli kärmuse-jõud nii suur on, et üks ja akna ruut sugugi aega ei sa wariseda ega nõrkuda ja sellepärast täitsa paigale jääwad.

## § 42. Liikumise wastalised.

Iga liikuja keha peab ennast oma liikumise tee peal õhust läbi suruma, ja tee kareduse wastu õeruma, selle läbi saab siis tema jõud ühtepuhku wähendud, jeni kui ta seisma peab jääma. Õerumine tuleb liikumise tee peal kahel wiisil ette, esite, kui keha oma tee peal edasi weetud saab, ja teiseks, kui keha oma tee peal ise edasi weereb. Et nüüd küll karedus igajuguse liikumise wastaline on, ja teda wantri ja masinate juures selleläbi kergitakse, et neid telgesid, kus ümber



rattad jooksewad, õli ja raswaga libedaks tehakse, siiski on karedus loomuse sees wäga kasulik. Ilma kareduseta ei wõiks meie mitte oma jalge peal julgeste kõndida, ei seisaks ükski asi, mis mitte just maa külge ei oleks kasunud, finni, waid teda puhuks tuul sinna, kus ta tahaks; ei peaks ka nael ega kruu midagi finni, ei oleks meil wõimalik kangast ega sukka kudada, ja nõnda edasi. Sellepärast on karedus loomuse sees üks määratud omadus.

Katju wastata! Mis tähendab sõna keha raskuse punkt, ja kudas leiad sa teda? Kuul seisab paigal, kui sa teda laua peale paned, aga muna ei seisa mitte paigal, kui sa teda oma otja peale tahad püüsti panna; miks-pärast?

Seleta! kudas peab kahe ühesuguse õladega kaal tehtud saama? Mis tähendab wiisika õpetuse järele keht-jõu sunduse liikumine? Mis: üleüldine-jõud? Mis: puutuja-jõud? Mis õpetawad Kepleri seadused? Midawiisi sünnib pendli liikumine? Mis tähendab mate-matika, mis wiisika pendel? Kes tegi esimese pendli uuri (— seina kella)? Mis sünnib siis, kui kaks keha ühesuuruse kaalu ja ühesuguse kärmusega teineteise vastu lükkawad? Mis sünnib siis, kui nad ühesuguse kaalu ja kärmusega teineteise vastu jooksewad?

## B. Wedela kehade kaalus seis.

§ 43. Veel ja kõigil teistel wedelatel kehadel on see omadus, et nemad oma jagudega wäga kergeste üksteisest eemale langewad ehk laiati jooksewad, kui neid nõu seest laua ehk muu teise ühetasase wälja peale kallatakse. Iga suurema nõu sees, nõndasama ka järwehes ja jõgedes, kus wee ümber kõik täitsa rahul seisab, on wee-pind ikka kaalus; see sünnib maakeha raskuse-jõu seaduse järele: **et iga punkt wee pinna peal maakeha keskpunktist ühekaugusel seisab.**

Wäikesel järwe ehk jõe wee-pinda wõime meie ikka kaalus arvata. Teistwiisi on suure mere wee-pinnaga; et tema küll lühema laiuse ja pikkuse tee peal kaalus näitab olewat, aga suurema laiuse teel on tema ometegi kumer, sellepärast et tema pind ka maa-kuuli pind on.

Wedela kehade põhjus ja külgede surumine. Iga wedel keha ehk wesi surub niisuguse mõdedu järele selle nõu põhja peale, kelle sees tema seisab: **kui suur nõu, ja kui kõrges wesi nõu sees seisab.** Olgu siin kaks nõud A ja B, mõlemil on ühesuurune põhi, aga ühesuurune wee-kõrgus a b. Kui ab 15 tolli tähendab, ja A nõu põhi 20 ruut-tolli ja B nõu põhi 8 ruut-tolli suur oleks, siis

Pilt 46.



Pilt 47.

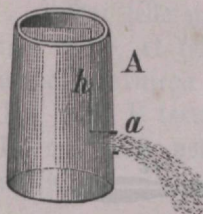


surub wesi A nõu põhja peale  $15 \times 20 = 300$  ja B nõu põhja peale  $15 \times 8 = 120$ .  
 Urwame kubik-tolli wett  $\frac{4}{3}$  loodi raskeks,  
 siis surub A nõu põhja peale  $15 \cdot 20 \cdot \frac{4}{3} = 400$  loodi ehk  $12\frac{1}{2}$  naela, B nõu põhja  
 peale  $15 \times 8 \times \frac{4}{3} = 160$  loodi ehk 5 n.

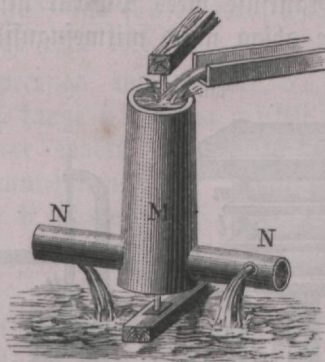
**Seadus.** Wedelad kehad suruwad iga nõu põhja peale niisuguse kaaluga, kudas nende kõrgus ja nõu-põhja ruut-suurus on, ilma et nõu worm oma mitme ifesuguse kuju pärast seda surumist wõiks kaswatada ehk wähenada.

Iga nõu külje peale, kelle sees wesi ehk muu teine wedel keha seisab, surub tema kaal (raskus) nõnda, kudas selle nõu

Pilt 48.



Pilt 49.



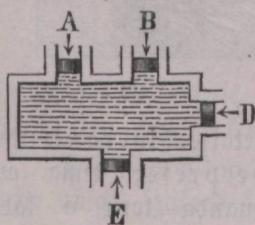
külje augu suurus a, ja wedeluse kõrgus üle augu h seisab. (Waata pilt Nr. 48.)

Jookseb wesi ühe otje seisja nõu sisse, nõnda kudas seda pilt Nr. 49 näitab, ja nõu all on kaks toru NN, kellest wesi wälja jookseb, siis surub wee raskuse-jõud selle nõu-

külje poole, kus need augud seisawad ja sunnib sellepärast seda nõud oma telje ümber pöörma. Kõrge mägiste kohtade peal, kus wesi mäe otsast alla orgu jookseb, saawad wesi ja wabriku masina ümberajamiseks niisugused püst-weerattad tehtud.

Wee surumisel on ka see omadus, kui ühes kohas tema pinna peale surutud saab, siis lautab seesama surumise jõud ennast üle kõige selle weepinna. Olgu kergemaks arusaamiseks meil üks kindel nõu, rauast ehk wasest, mis nõnda tehtud on, et tema külgedele sees mitu ühesuurust auku A, B, D, E (waata pilt Nr. 50) on, ja need augud kõik ühtewiisi tugewaste kinni pandud. Lööme meie ühe punni A pihta 2<sup>be</sup> naela

Pilt 50.



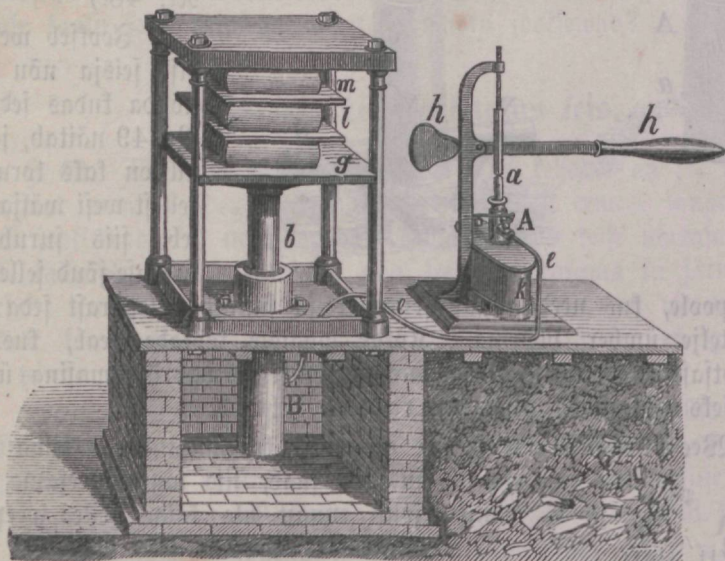


raskune hoop, siis surub see hoop wee wedeluse omaduse pärast iga teise punni pihta ka 2<sup>he</sup> naela raskusega; iga üleüldine surumine oleks siis nõu sees nõnda suur kui mitu forda punni A ruut-suurus, mis wee-pinna wastu seisab, ennast wee-pinna suuruse sisse, mis nõu sees on, jagada lafeb. Oleks wee-pinna ruut-suurus, mis siin nõu sees seisab 600 □ tolli, ja punni A suurus, mis wee-pinna wastu seisab, 4 □ tolli, siis suruks see 2<sup>he</sup> naelane hoop seespooltse nõu-külgede wastu  $4 | 600 = 150 \times 2 = 300$  naelase raskusega.

**Seadus.** Kui wee-pinna wastu, mis nõu sees seisab, ühes kohas wäljaspoolt surutakse, siis kaswab surumise suurus igal pool nõu külgede wastu nõnda, kudas nende ruut-suurus selle ruut-suuruse kohta seisab, mis esmalt wäljaspoolt surutud sai.

§ 44. Selle paraaegu ööldud wee-surumise põhjus=seaduse peale toetades, leidis kuulus Prantsuse mees **Paskal** niisuguse masina, kui pilt 51 seda näitab, kelle abiga nüüd mitmesugusid tööd tehakse, kus

Pilt 51.



Weepress.

suurt jõudu töö juures waja on. Masinat nimetakse Hydraulische Presse ehk wee-surumise masin = weepress; tema on nõnda tehtud: kaks toru A ja B on kolmanda toru e läbi

üfsteifega kofku featud. Suurema toru B sees seisab rauaft polt b; wäifsem toru A seisab wee nõu k sees. Seda polti a, mis wäifsema toru A sees seisab, wõib kangi h h läbi ülesse poole tõsta ja alla poole wajutada. Saab polt a kangi h h läbi ülespoole tõstetud, siis tungib wefi nõu seeft toru A sisse; kui aga seejama polt a jälle kangi h h läbi alla poole surutakse, siis kargab toru A otja alla punn, mis wett tema seeft wälja jooksta ei lase, ja surub seda wett toru e sisse jooksmas. Toru e seeft jookseb siis wefi juure kiirusega suurema toru B sisse ja surub seal wägewaste poldi b peale, mis siis ülesse poole tõuseb, ja jälle tugewaste nende asjade wastu wajutab, keda kofkusurumise pärast, nõnda kudas pilt näitab, masina wahete g, l, m on pandud.

Niifugused masinad saawad pruugitud õli pressimise juures, suhkru, paberi ja kalewi wabrikutes. Inglis maal saawad soomuslaewa külgede tarwis rauaft ehk wafest mitu tolli pakjud plangid weepressi läbi kumeraks wajutud, kus juures tema wahest rohkem kui 2000000 naela wajutuse-jõuga tööd teeb.

Kui selle weepressiga, mis pilt Nr. 51 meile näitab, mees nõnda tööd teeks, et tema kangi h h abiga wäifse toru A sisse poldi a 250 naela raskusega wee wastu suruks; ja olgu A toru ruut-suurus 1 □ toll, B toru ruut-suurus 100 □ tolli, siis oleks jõu-suurus, mis B toru sees poldi b ülesse tõstab  $250 \times 100 = 25000$  naelaga ühesugune.

§ 45. Olgu kaks nõud A ja B ühe toru e läbi ühendud. Kallame meie wett ehk muud teist wedelat asja A nõu sisse, siis jookseb toru e läbi wedel keha B nõu sisse, ja kui kallamine on otja lõppenud, seisab mõlema nõu sees wefi m n ühe kõrgusel.

Pilt 52.

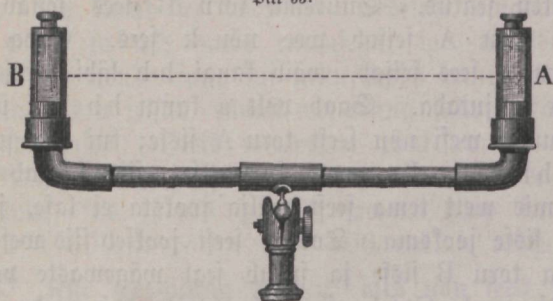


Kui nüüd igal wedelal kehal raskuse seaduse järele niifugune omadus on, et tema ifka, — nõude ehk torude sees, mis üfsteifega nõnda ühendud, et ühest nõust wefi teise sisse fergeste wõib jooksta, — ühefõrgusele ja kaalu seisma jääb, siis on selle omaduse pärast weeloodimise ja mõne muu teise töö tarwituseks niifugused abiriistad tehtud, kui pildid Nr. 53 ja 54 seda näitawad.

Pilt Nr. 53 näitab meile suuremal mõedul niifugust wee-kaalu, kelle abiga igaford seda joont leitakse, mis nõnda kaalus seisab, kui



Pilt 53.



Pilt 54.



wee-pind. Selle kaalus-joone AB peale toetades võib igaford leida, kui palju üks koht kõrgem on, kui teine.

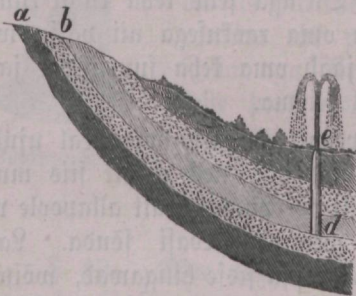
On meil vaja teada, mitu jalga maa-pind A juures kõrgem kui B juures on, siis lööme meie ühe lati A kohta otse loodis maapinna sisse (waata pilt Nr. 54). Selle lati küljes on raud klamri ja kruuga üks neljakandiline laud, mis walge ja musta wärwiga nõnda wärwitud on, et tema keskpaiga joont selgeste eemale võib näha. B juurde lööme meie teise lati nõndasama otse maa sisse, kelle küljes ka wärwitud neljakandiline laud on; ja mõlemate lattide peale on jälle jala- ja tolli-mõdedud märgitud. Keskel A ja B wahel kruime meie weekaalu a b kolmjala külge; seame teda kaalu; sihime siis esite A juurde laua keskjoone pihta; siis pöörame enmast ümber ja sihime sedasama kaalus joont otse lati B peale, kus siis see laud, mis klamri ja kruu abiga ülesse ja allapoole lükata võib, nii kõrgesse tõstetakse, et kaalus-joone siht ka tema keskpunkti pihta näitab. On kõik nõnda tehtud, siis waatame järele, kui kõrges laud A juures maapinna üle seisab. Olgu siin  $1\frac{1}{2}$  jalga; ja B juures seisfu laud 6 jalga üle maapinna, siis on maapind A juures  $(6 - 1\frac{1}{2}) = 4\frac{1}{2}$  jalga kõrgem kui B juures.

Niisuguse wee-kaalu abiga saavad raudteed, kus wõimalik, enamiste ifka kaalus joone järele tehtud. Nõndasama saavad ka kaalus joone abiga suuremad ja wäiksemad kraavid kaewatud, kellega wett järwe, jõgede, soode ehk muu teiste madala maa kohtade peale tahetakse ära jooksta lasta.

Allikad, kelle sees kord rohkem, kord jälle vähem wett jookseb, ei ole muud, kui wee-sooned, mis kõrge järwe, jõgede ehk ka wihma läbi maa sisse kokku korjanud wee tiikide seest oma wett saavad ja seda jälle maapinnale wälja kallawad. Kaewud ja pumpad annawad meile enamiste ifka niisugust wett, mis nemad wee soontest ise on kogunud.

Üks jagu kaewusid nimetakse **artoa kaewud** (Artesische Brunnen), sellepärast et neid Prantsuse maal ühes maapaigas, keda Artois (ütte Artoa) kutjutakse, wäga rohkesti leida on. Nõnda

Pilt 55.

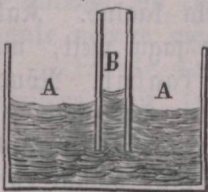


kudas pilt Nr. 55 siin näitab, on niisugune wee-kaew ühe wee soone peal, mis kõrgeft kohast sügawamale maa sisse jooksjat wett toru läbi jälle ülesse maapinna peale ajab. Niisugused wee sooned jooksewad ifka enamiste kindla maa põhja peal, sellepärast on ka wõimalik, et see wesi, kui tema soone peale üks toru pannakse, siis seda toru mööda selle raskuse-jõuu läbi jälle

ülesse poole tõuseb, mis sealt kohast wee soone peale surub, kus kohalt tema esmalt jooksema hakkab. Siin tähendawad a b niisugust kerget maa-põhja, kelle sisse wesi maapinna pealt kergeste tungib ja siis sügawamale maa sisse nõrgub; d e jälle kindlat maa põhja, kelle sees wesi mitte edasi poole nõrguda ei wõi.

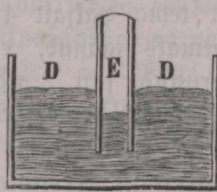
§ 46. Peenikese klaastoruga wõib

Pilt 56.



Wesi.

Pilt 57.



Clawhõbe.

näidata, et wesi niisuguse peenikese toru sees kõrgemale tõuseb, kui weepind A selle nõu sees on, kus sisse see klaastoru B pandud sai. Pilt Nr. 56 näitab sülle niisugust järele katsumist. Teistwiisi on elawa hõbedaga lugu. (Waata pilt Nr. 57); tema



ei tungi klaasi toru E sees mitte nii kõrgesse ülesse, kui elawa hõbeda pind D selle nõu sees seisab, kelle sisse see klaasist toru sai pandud.

**Seletus.** Sellepärast, et klaasil suurem omadus on, wee-jagusid oma külge tõmmata kui veel enesel, sellepärast tõuseb siis ka wefi peenikese klaastoru sees hoopis kõrgemale, kui see weepind on, kelle sisse klaasist toru igakord pandud saab. Elawal hõbedal on jälle suurem omadus, enese jagusid üksteisega kokku hoida kui klaasil, sellepärast ei tõuse tema mitte just nii kõrgesse, kui elawa hõbeda pind selle nõu sees on, kelle sisse teda pannakse; ja tema pind selle klaastoru sees jääb ka sellejama omaduse pärast kumeraks, nõnda kudas seda pilt Nr. 59 näitab.

§ 47. Sga keha, mis oma kubik-ruumi suuruse järele rohkem kaalub kui wefi, kellel nõndasama juur kubik-ruum on, see wajub, kui teda wee peale pannakse, põhja. On aga selle keha kubik-ruumi kaal kergem kui veel, siis surub tema oma raskusega nii palju wett oma alt ära, kui tema ise kaalub ja jääb oma keha suurusega jault wee sisse, jault wee üle, — wee peal seisma.

Inimesed ja elajad wõiwad sellepärast kergeste wee peal ujuda, et nende kehad peaaegu weega üheraskused on; neil ei ole siis muud waja, kui oma käe ehk jaladega ülewelt weepinna pealt allapoole wee wastu suruda ja sedawiisi oma keha wee peal edasi sõuda. Lainya riinadega inimesed, kes palju õhku oma kopsu sisse hingawad, wõiwad wee peal selili seista, ilma et neil waja oleks, oma jalgu ehk käsi liigutada.

Sälle sellepärast, et wefi hoopis raskem kui õhk, wõib iga keha, mis wee põhjas seisab, wäheha jõuuga ülesse tõsta, kui siis, kui seesama keha maapinna peal seisaks ja sealt teda peaks ülespoole õhu sisse tõstetama. Kiwi on umbes 3 korda raskem kui wefi; kui nüüd kiwi, mis maapinna peal 6 naela kaalub, ülesse peab tõstetud saama, siis on tõstmise tarwis nii suurt jõudu waja, mis 6<sup>e</sup> naelalise kaaluga ühesugune on. Raseme meie selle kiwi wee sisse, ja kaalume teda wee sees, siis leiame, et tema paljalt 4 naela kaalub. Raks naela on kiwi sellepärast kergemaks jäänud, et see jagu wett, mis kiwi oma kohast eemale on surunud, just 2 naela kaalub. Nõnda awaldatakse meile see loomuse seadus: **Sga keha on wee sees nii palju kergem, kui palju tema kubik-ruumi suurus wett kaalub.** Seda seadust leidis kuulus Kreeklane Archimedes 250 aastat enne Kristust.

§ 48. Mitmesuguse wedela keha kanguse ehk beaduse mõetmise tarwis, nõnda: piirituse, õlle, piima ja mitme muu teise tarwis pruugitakse üht mõetu, nimega **Skaalen-aräo-meeter**, mis näitab, kui kange piiritus, ehk kui rammus õlu ehk piim on. Siin

Pilt 58.



Skaalenaräomeeter.

förwas Nr. 58 on niisuguse mõedu pilt; klaasist toru AB, mis ülemal pool peenem, allpool jälle jämedam, ja kelle allotsas üks väikene kuul elawa hõbedaga sellepärast täidetud on, et klaastoru BA otse iga wedela keha sees püsti seisda võib. Siis on paberi peal peenikese joonte ja numrite läbi näidatud, mis iga niisuguse mõedu toru sisse on pandud, kui mitu kraadi piiritus kange on, kelle kraadide arwu selle mõeduga mõedetakse. Mida kergem piiritus on, seda sügavamale wajub mõet piirituse sisse, ja seda kangem on siis piiritus kraadide järele. Teiste wedela kehade rammu ehk protsentide suuruft mõedetakse ka nõnda sama; aga selle aräo-meetri skaala, ehk see paber, kelle peale jooned ja numrid protsentide suuruse üle märgitud, on jälle paberi peale nõnda jagatud, kudas mõedetawa keha raskus protsentide aru järele seisab.

§ 49. **Wee lained.** Järele katsumine a. Lase suure weenõu sisse, mis weega täidetud, väikene kiwi. Kus kiwi wee sisse kukub, seal saab wesi natukene sügavamale wajunud; ümbertringi aga tõuseb wesi jälle natukene kõrgemaks, ja sedawiisi wahetawad weepinna peal kõrgused ja sügawused ifka edasi rutates, seni kui nemad nõu ääre jõuawad.

**Seletus.** Niisugused wee kõrgused ja sügawused nimetakse **lained**. Wee kõrgused nimetakse ka **laine mäed** ja wee sügawused **laine orud**.

**Seadus.** Kõik **lained**, mis kukumise läbi weepinna peal sünniwad, on kreisi näulised ja jääwad ifka õhemaks, mida kange male nemad oma keskpaigast eemamale jõuawad.

Järele katsumine b. Pane täitsa rahulise weepinna peale õhukene laast, lase siis jälle kiwi selle weepinna peale kukuda, kelle peal see laast ujub, ja näed siis, et laast kõrgemale ja alamale wõngub, aga oma koha pealt mitte edasi ei lähe.

**Seadus.** **Lainetega** ühes ei jookse mitte wee jaud ruttu edasi, waid wõnguwad paljalt ülesse ja alla poole.

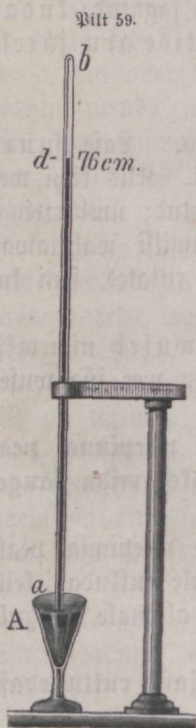


Järele katsumine d. Lase kaks kiwi ühe ja sellesama weenõu sisse, teine teise koha peale kulluda, ja pane tähele, mis siis sünnib. 1) kui kaks laine-orgu üheteisega kokku langewad, 2) kui kaks laine-mäge üksteisega kokku langewad, 3) kui laine-mägi ja laine-org üksteisega kokku langewad.

**Seadus.** Kui kaks lainete orgu üksteisega kokku langewad, siis on see selle kofkulangemise läbi sünnitud uus org just nõnda sügaw, kui mõlema endiste orgude ühendud sügawus; langewad kaks lainete mägi üksteisega kokku, siis on see uus sündinud lainete mägi nõnda suur, kui mõlemad lainete mäed kokku; langewad aga laine-mägi ja laine-org kokku, siis jääb seal kohal weepind oma endisele kõrgusele seisma.

### D. Õhk.

§ 50. Õhk on õljuja selge wedel kehha, keda meie oma silmaga mitte ei wõi näha. Aga igas kohas, kus meie käega ruttu oma näu poole lööme, tunneme, et midagi meie pale ja filmade wastu puudub. See õhk woolab wahest wäga ruttu edasi, mis enamiste



iffa jesseläbi sünnib, et ühes kohas siin maa peal palawa päikese paistuse läbi õhk liig soojaks, ja selle läbi kergemaks on saanud, teises kohas jälle, külmema maade rajades, on õhk külma ehk niiskuse läbi raskest jäänud: siis surub rassem õhk kergema õhu wastu ja jedawiisi sünnitawad nemad õhu woolamist, keda meie tuuleks nimetame. Ka õhu raskus surub iga nõu sees just nõndasama nõu põhja ja nõu külgede wastu, nagu meie seda wee juures § 43 tundma õppisime; aga tema surumine on hoopis wäiksem, sellepärast, et tema ligi 774 korda kergem kui wesi on. Aga just sellepärast, et see kerge õhk, keda ligi 10<sup>ne</sup> penikoorma kõrguseni meie maapinna üle arwatakse õljuwat, peab temal selle kõrguse (ehk pakkuse) kohta ka kauniste suur raskus olema, kellega tema otse maapinna ja kõige kehade wastu surub, mis maapinna peal seisawad ehk liiguwad. Et sa kergemine sest õhu surumisest aru saaks, siis katsu seda nõnda järele: wõta üks klaasist toru a b, mis rohkesti 31 tolli ehk 80 sangtimeetert pikk ja selle teine ots b juures kinni sulatud on, nõnda kudas pilt Nr. 59 seda näitab; täida ta elawa hõbe-

daga just täis; suru siis sõrm lahtise toru otsa vastu, et elaw hõbe mitte wälja ei wõi jooksta; kääna teda ümber ja pane see lahtine toru ots ühe nõu (klaasi A) sisse, mis jo enne pooleni elawa hõbedaga täidetud oli. Lase siis sõrm toru otsa alt lahti, kui toru ots selle nõu (siin A) sees seisja elawa hõbeda pinna alla kaunis sügawasse on pandud. Siis jookseb klaasi toru a b seest natukene elawat hõbedat nõu sisse, ja jääb d kohta seisma, mis ligikord 76 sangtimeetert, ehk natukene rohkem kui 29 tolli üle selle nõu elawa hõbeda pinna kõrgel seisab.

**Seletus.** Õhu raskus on, mis elawat hõbedat klaasi toru seest mitte alamale ei lase, kui  $d = (76 \text{ cm.})^* = 760 \text{ mm.}^{**}$  wajuda; sellepärast, et tema selle elawa hõbeda pinna peale surub, mis seal nõu (A) sees seisab, kus sisse toru a b on pandud.

Just niisuguse järele katsumisega leidis Stalio maa mees Toricelli (üttele Toritschelli) 1643 aastal õhu surumise, miska see 10 penikoormat kõrge õhu raskus igal pool meie maapinna peale surub. Niisugune klaasist toru, kellega õhu raskust, sedawiisi, kui siin näidati, järele katsutakse, wõib peenike, ehk ka jäme olla, elaw hõbe tõuseb tema sees ikka rohkesti 29 tolli, ehk wähest weel kõrgemale.

Olgu siin klaas-toru jämedus  $A = 1$  □ sangtimeeter, mis just nõnda suur on kui pilt Nr. 60 seda näitab, siis on selle toru sees 76 kubik-sangtimeetert elawat hõbedat. Üks kubik-sangtimeeter elawat hõbedat kaalub 13,59 grammi =  $\frac{15}{14}$  loodi. Siis kaalub elaw hõbe, mis nii jämeda klaasist toru sees, kui pilt Nr. 60 siin näitab, — 76 sangtimeetert õhu raskuse läbi kõrgesse on surutud,  $76 \times 13,59 = 1032,84$  grammi ehk meie kaalu järele 2,54 naela = 2 naela ja  $17\frac{1}{4}$  loodi.

Selle seletuse järele surub siis see 10 penikoormat kõrge õhu raskus iga niisuguse ruudu ehk kreisi suuruse maapinna koha peale, kui pilt Nr. 60 seda tähendab, 2,54 naela raskusega.

Ülesanne. Kui suure raskusega surub ülemise seletuse ja rehkuundi järele õhk ühe neljanurgalise laua peale, mis  $39\frac{4}{5}$  tolli lai ja pikk, ehk □ meeter suur on?

Wastus: 2540 naela raskusega. Sa ütled, selle raskuse all peaks jo laud puruks wajunud saama, — see on tõsi; aga mõtle selle peale, et alumised õhu jaud nende ülemiste vastu seisawad ja selle läbi seda raskust otse kui tundmataks teewad.

\*) cm. = sangtimeeter.

\*\*) mm. = millimeeter.



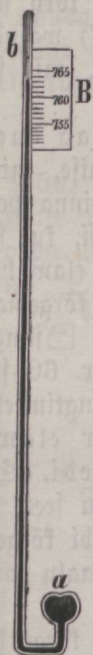
Ülesanne. Täismehes ihu, mis õhu surumise all seisab, on umbes 1,27 □ meetert; kui suur on see õhu raskus, mis tema peale surub?

Ülemise õhu raskuse põhjus = seletuse ja rehknuudi peale tuetades saavad mitu teaduse-uurimise abiriista, nõndasama ka mitu töö abiriista tehtud.

§ 51. **Barometer.** Shumõetja ehk ilmaklaas tehakse just nõndasama wiisi, kui meie selle üle pildi Nr. 59 juures kõnlesime. Klaas-toru, mis 80 ehk ka 90 sangtimeetert pikk, kelle ülemine ots b kinni sulatud, aga alumine ots a lahti, natukene ülesse poole käänetud, ja peaaegu õuna kaju wiisi ümmargune, saab niijuguse elawa hõbedaga täidetud, mis keedetud ja jelleläbi tema seest kõik õhk wälja aetud on. Siis pööretakse see klaasist toru ümber ja pannakse teda naela otsa nõnda rippuma, et ta otse loodis seisab. Ülemal pool B juures on wäikene laud selle toru kõrwa pandud. Laua peale on millimeetri jau-jooned tõmmatud, ja nende abiga wõime meie näha, kui rohkestes õhk iga filmapikk meie maapinna peale surub. Sellepärast nüüd, — et siis, kui selged ja head ilmad on, paromeetri sees olew elaw hõbe kõrgemale tõuseb, ja kui wihmased ehk tuulesed ilmad on, jälle madalamale wajub, nimetatakse paromeetert ilmaklaasiks. Selget otsust ei anna tema küll ilma üle mitte, aga nõnda palju on tema abiga teada, kui elaw hõbe allapoole wajuma hakkab, et siis teistjagune ilm oodada on. — Paromeetri abiga wõib ka mäe kõrgust mõeta. Mida kõrgemale meie mägede otsa astume, seda kergemaks jääb õhk ja surub siis ka wäheha raskusega elawa hõbeda peale; sellepärast wajub elaw hõbe toru sees allapoole, nõnda, et kui meie ligi 35 jalga kõrgemale õhu siisse mäe harja poole oleme astunud, siis on paromeetri toru sees elaw hõbe 1 mm. alla poole wajunud.

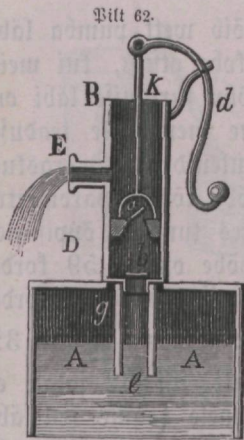
Oleks mäe all paromeetri toru sees elaw hõbe 760 mm. ja meie lähets selle paromeetriga mäe otsa, mis 350 jalga kõrge on, siis wajuks elaw hõbe 10 mm. allapoole ja jääks 750 mm. kohta seisma. Astume meie aga ühe mäe harja ehk külje peale, mis ligi 3500 jalga kõrge on, siis seisaks seal meie paromeetri toru sees elaw hõbe 660 mm. kõrge, ja ikka sedawiisi edasi. Europa maa kõige kõrgema mäe Montblanki otsas seisab paromeetri toru sees elaw hõbe 420 mm. kõrges.

Witt 61.



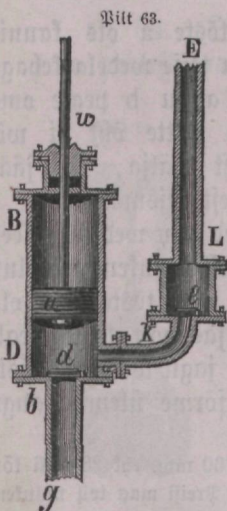
§ 52. Pumbad.

Wee pumbad on kahe sugused: 1) imejad, mis wett otse ülesse poole imewad (tõmbawad) nimetakse **imejad pumbad** (= Saugpumpen), 2) surjad, mis wee peale suruwad ja selleläbi sunniwad wett ülespoole tõusma. **surjad pumbad** (= Druckpumpen).



Imeja pump.

jõua mööda saada. Purni kestpaigast on auk läbi tehtud, ja selle augu peal seisab kaas a. Kui nüüd pumba kangi d läbi raud-warras k oma purniga ülespoole tõstetud saab, siis kargab imeja toru kaas b ülesse poole ja wesi tungib alt toru sisse itka kõrgemale, sellepärast, et mõlema toru sees wäga weidi õhku on, ja wäline õhk sunnib oma raskest surumisega wett ülesse poole tõusma. Kui nüüd kangi d läbi raud-warras oma purniga jälle allapoole wajunud saab, siis wajub ka alumise toru kaas b finni ja purni kaas a tõuseb ülesse, ja wesi tungib sest purni august läbi, seni kui tema pumba külje-toru b kõrgusele on jõudnud, kust ta siis wälja jookseb.



Suruja pump.

Suruja pump on niisugune, kui pilt Nr. 63 seda näitab. Tema alumise toru g b ülemas otsas seisab kaas d, mis igakord siis ülesse poole tõuseb, kui raud-warras w oma purniga a ülespoole tõstetakse; siis tungib ka wesi alumisest torust ülemise toru sisse.



Saab aga warras w oma punniga allapoole wajutud, siis kargab alumise toru kaas d finni, ei lasse enam wett alla torusse tagasi jooksta, waid wesi jookseb surumise läbi kõrwa toru k sisse ja jeda mööda ülesse poole, tõstab seal kaane ülesse ja jookseb ifka edasi, seni kui ta E juurde torust wälja kallab.

Meil on weel waja teda, kui kõrgesse wõib wett pumba läbi alt ülesse poole tõsta. Selle üle saame meie koha otsust, kui meie elawa hõbeda kõrgust, mis paromeetri toru sees õhu surumise läbi on ülessepoole tõusnud, täielikult teame; siis wõime meie selle teaduse abiga ka kõrgeste ära rehkendada, kui kõrgesse üleüldine õhu-raskus wett pumba toru sees ülespidi surub. Glaw hõbe tõusis paromeetri toru sees, nõnda kui meie jeda § 50—51 juures tundma õppisime, 760 mm. ehk ligiford 29 \*) tolli. Aga elaw hõbe on 13,59 korda raskem kui wesi, sellepärast peab siis ka wesi õhu surumise läbi 13,59 korda kõrgemale tõusma, kui elaw hõbe, ja ta tõuseb  $13,59 \times 29 = \frac{394,11}{12} = 32$  jalga 10 tolli ülespoole. Sägawama koha pealt kui 32 jalga ei tõsta pump mitte enam wett ülesse poole, ja meie saame sellel läbi nüüd selgeste aru, et mitte pumba warda ja punni ülespoole tõstmise pärast wesi ülesse ei tõuse, waid üksnes õhu raskuse pärast.

Pilt 64.



Tõste-piip.

§ 53. **Tõste** (= Stechheber) -piip on niisugune õõnes toru a b, kui pilt Nr. 64 jeda näitab. Teda wõib teha puust, karrast ehk klaasist.

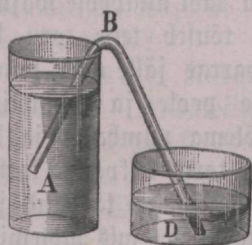
Tärale katsumine. Piista tõste a ots kaunis sügawasse nõu sisse, mis wee ehk muu teise wedela kehaga täidetud. Suru siis tema ülemise augu b peale oma sõrm nõnda, et ülewelt sinna sisse mitte õhk ei wõi tungida ja tõsta teda sealt nõu seest wälja, siis jääb tõste a b sisse üks jagu sest wedelusest seisma.

**Selectus.** Kui sa tõste a b oled nõu-wedeluse seest wälja tõstnud, siis jookseb esite tema seest natukene wedelust nõu sisse tagasi; sellel läbi jääb õhk, mis tõste sees oli, õhemaks, kui see õhk (on), mis wäljaspoolt tema peale surub; sellepärast jääb siis ka suurem jagu wedelust tõste a b sisse seisma. Wõtad fina oma sõrme ülemise augu

\*) Saksja keele raamatutes seisab, et õhk elawa hõbeda 760 mm. ehk 28 tolli kõrgesse surub, fin jälle 760 mm. ehk 29 tolli, see tuleb sellel läbi, et Preisi maa toll natukene pikem on, kui meie Liivi maa toll.

b pealt ära, siis jookseb kõik see wedelus tema seeft wälja; sellepärast et õhk seft ülemiseft august tõste sisse tungib ja sedawiisi seespoolne ja wäljaspoolne õhk ühe raskusefs saamad.

Pilt 65.



Rahe aruga tõste.

**Rahe haruga tõste** ehk imeja tõste (= Saugheber). Tema üks haru BD on ifka pikem kui teine AB. Waata pilt Nr. 65.

Järele katsumine. Kui meie ühe nõu seeft, mis wee, wiina ehk muu teise wedelusega täidetud on, seda wedelust teise nõu sisse tahame jooksta lasta, mis mada-lamal seisab, kui esimene, siis pistame tõste lühema haru AB kõrgema nõu sisse, imeme teise haru D otjast tõste täis wedelust ja paneme selle haru alumise nõu D sisse, kuhu see wedelus siis wälja jookseb.

**Seletus.** Sellepärast, et tõste seeft õhk wälja imetud sai, tõusis tema täis wedelust; nüüd surub õhk wäljaspoolt ühtepuhku A juures tõste=august wedelust ülespoole seni kui B juurde tõusma. Seal on pikema toru BD sees ka rohkem wedelust ja sellepärast ka suurem raskus allapoole wajuda. Nõnda jookseb siis pikemat haru mööda wedelus seni kaua allapoole nõu sisse, kui lühem haru ülemise nõu wedeluse seeft on wälja astunud, ehk kui alumise nõu sees wedelus ka nõndasama kõrgesse on tõusnud, kui ta ülemise nõu sees on.

§ 54. Järele katsumine. Wõta kaunis suur pudel, täida teda poolest jaadik weega, suru tema kaela sisse kindel kõrgist punn.

Pilt 66.

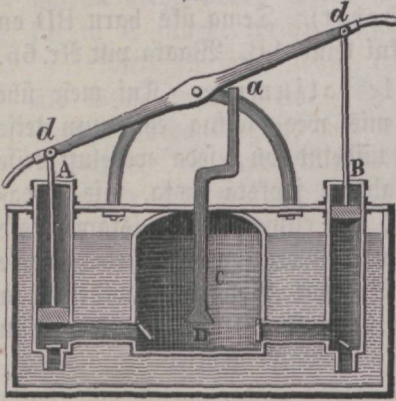


See selle kõrgi=punni sisse auk ja suru august peeni-kene klaasist toru läbi, seni kui ligi pudeli põhja, nõnda kudas pilt Nr. 66 seda näitab. Puhu selle klaas=toru läbi õhku rohkete pudeli sisse, ja kui sa puhumise oled järele jätnud, siis jookseb weft seda klaas=toru mööda ülesse poole ja suure kiirusega pudeli seeft wälja. Mikspärast? Sellepärast, et õhk, mis sa sinna pudeli sisse puhkusid, weeft läbi tõusis, ennast selle õhuga ühendas, mis pudeli sees wee peal oli, ja nõndawiisi sai siis see õhk, mis pudeli sees wee peal seisis, tihedamaks tehtud, kui see õhk, mis wäljaspool pudelit seisis, ja ajas oma suurema tiheduse pärast wett pudeli seeft wälja.



§ 55. Tulekahju prits on kahest surujast pumbast nõnda kokku seatud, kuidas seda pilt Nr. 67 siin näitab. Need mõlemad pumba torud on A ja B, kelle wardad ja nende punnid nõnda ülesse ja

Pilt 67.



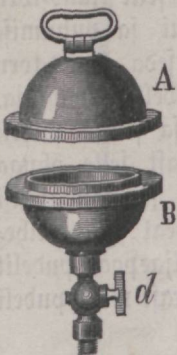
allapoole tõstetakse ja surutakse: kui warras A toru sees oma punniga dd läbi allapoole waju- takse, siis tõuseb teise toru B sees olew warras jälle oma pun- niga ülesse prole ja sedawiisi edasi. Mõlema pumba A ja B seest jookseb toru keskpaiga katla O sisse, mis õhuga täidetud ja surub seal see wesi, mis mõlemist torust sinna katla sisse woolab, õhu wastu; õhk jälle saab selle- läbi katla sees tihedamaks tehtud, kui wäline õhk on, ja surub siis

wee peale ja sunnib seda toru D läbi suure jõuga ülesse poole jooksuma. Niisuguse toru otsa pannakse a juures nahast ehk kummist tehtud pikk toru, kellega siis seda wett tulekahju juures sinna wõib jooksta lasta, kuhu teda waja on.

Weel mitmed teistsugused riistad ja masinad saawad õhu suru- mise läbi tööle pandud, nõnda: õhuwantrid, õhupüügid, õhupumbad, tuuleweskid ja palju teisi, kelle üle siin wäikese raamatu sees mitte enam kujusid anda ja seletusi teha ei wõi, sest selleläbi weniks raamat wäga paksums.

§ 56. Kui waseft ehk muust metallist kaks õoneft poolkuuli nõnda tehakse, et nemad oma äärtega teineteise

Pilt 68.



peale täieste sünniwad ja õhk wäljaspoolt nende õõnuse sisse siis mitte tungida ei wõi, kui nemad teineteise peal oma äärtega täielikult seisawad, — pilt Nr. 68 tähendab A ja B läbi kahte niisugust pool- kuuli — ja saab nüüd ka see õhk, mis pärast mõlema poolkuuli A ja B kokku sünnitamist weel nende õõnuse sisse oli jäänud, õhupumbaga d juures wälja pum- batud ja aul kruu d läbi kinni keeratud, siis seisawad mõlemad poolkuuli A ja B wälimise õhu surumise pärast nii kindlaste teineteise peal, et ühe mehe jõud mitte ei jaks, neid teineteise küljest lahti päästa.

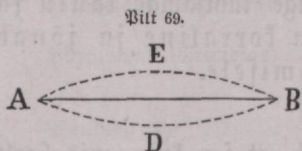
Katju wastata! Mikspärast seisab weepind kaalus? Misjuguse seaduse järele surub wesi iga nõu sees selle nõu põhja ja külgede peale? Kui ühe täie wiina- ehk õlle-waadi punni pihta, kelle wäli 6 □ tolli suur, haamriga üks hoop lüüakse, mis 10<sup>ne</sup> naela raskusega üheraskune ja wedela feha-pind waadi sees 24 □ jalga on, kui suure jurumisega wajutub selle hooi pärast see wedel fehapind waadi külgede peale?

Seleta! Kudawiisi on weepress tehtud? Kes on teda wälja arwanud? Kudawiisi leitakse kaalus joont? Kudawiisi mõdetakse piirituse kangust? Kudawiisi piima ja õlle rammu? Kudas nimetakse seda mõetu? Mis sünnib siis, kui faks wee-lainet teineteisega kokku lööwad? Mis siis, kui laine-mägi ja laine-org teineteisega kokku langewad? Kudawiisi mõdetakse seda õhu raskust, mis meie maa-pinna peale surub? Seleta! Kudawiisi saab paromeeter tehtud? Kes tegi teda kõige esite? Misjugune wähe on imeja ja suruja pumba wahel? Mitu korda on õhk kergem kui wesi? Mis tarwituseks pruungitakse kaheharuga tõstet, ja kudawiisi tõuseb tema sees wedel feha ülesse ja wajub alla poole? Kudawiisi on tulekahju prits kokku seatud?

## Teine jagu.

### Sealest.

§ 57. Järele katsumine. Wõta nõör, traad ehk wiuli keel, siu teda mõlema otsaga nõnda kinni, kui pilt Nr. 69 seda näitab. Tõsta seda keelt sõrmedega AEB juurde ja lasa teda lahti, siis kargab tema oma esimese koha AB üle seni kui ADB juurde, sealt jälle tagasi, ja seda wiisi edasi ja tagasi, seni kui ta oma esimese koha AB peale seisma jääb. Kui nüüd seesama keel AB kaunis tugewaste sirgeks saab tõnmatud ja sina teda jälle oma sõrmedega natukene kõrgemale tõstad ja lahti lased, siis wõngub tema nii karmeste edasi tagasi, et sa oma filmadega tema wõnkumist mitte selgeste ei wõi näha; aga sa kuuled, et selle wõnkumise läbi heal on sündinud.





**Seletus.** Täieks wõnguks nimetame meie seda, kui keel AEB juurest seni kui ADB juurde ja sealt jälle tagasi AEB juurde jõuab. Kui nüüd keele AB peal wiili poognaga edasi ja tagasi tõmmatakse, siis wõngub see keel oma sirge seisu kohta, risti edasi ja tagasi, ja niisugused wõngud nimetakse **ristwõngud** (Transversalschwingungen). Tõmbame meie aga hoognaga keele AB peal, A poolt otse B poole edasi, siis wõngub keel AB pikuti, ja niisugused wõngusid nimetakse **pikuti-wõngud** (= Longitudinalschwingungen.) Kui meie nõõri-otja, mis kangeste keerutud on, ühe kõrge koha peale kinni siime, tema alumise otja kaalu-pommi ehk muu teise raske asja rippuma paneme, siis hakkab see nõõr rutuste ümber keerutama ja niisugused wõngud, mis selle keerutamise läbi sünniwad, nimetakse **keeru-wõngud** (= Torsionschwingungen).

Need kolm nimetud wõnkumise wiisi sünnitawad kõik siis heale, kui nende wõnkumine wäga ratuline on.

Seni ajani on Eesti keeles niisugused heale awaldused wärisemise, wirtwendamise ja weel mõne teise sõnaga tähendud, mis ka üleüldise tähendamise kohta küllalt selged on. Tahame meie aga üksikult niisugusid wärisemise wiisita keele, tema tähenduste ja seletustega, — mis enamiste kõik matematika põhjuse peal seisawad, selgete teha, siis peame meie iga isesugust wärisemist ka iga isesuguse täieliku sõnaga tähendama.

**Seadus.** Heal sünnib ikka siis, kui kindel-wedel ehk õhusarnane keha teise keha ehk teiste kehade läbi kärkeste liikatud, löödud wõi ka õerutud saab.

§ 58. **Heale edasi jõudmisest.** Kui ühes kohas löömise, lastmise, kuktumise ehk õerumise läbi õhk on edasi ja tagasi jurutud, siis sünniwad seal õhu lained, mis kärkeste igale poole edasi ruttawad, ja kui need lained meie juurde on jõudnud, siis kuuleme oma kõrwadega seda healt, mis seal kohas sündis, kus õhk ühe mistahet suguse kärkekeha liikumise läbi lainetama sunniti. Meist mitmesugustest healtest, mis meie kõrwa kuulmisele jõuawad, on kõige tähtsamad laulu ja muusiku mängi healed. Nende heal on korraline ja jõuab ka korraliste õhulainetega meie kuulmisele.

Meist peame meie tähele panema:

1) **Heale tugewust**, mis selleläbi sünnib, et see keha, mis healt annab, pika wõnkudega liigub.

2) **Heale kõrgust**, mis selleläbi sünnib, et see keha, mis healt annab, ühe sekundi aja sees wäga rohke wõnkudega liigub (= wäriseb).

3) **Seale heli**, mis iga kord jelleläbi tuleb, kudawiisi õhulained mängi-riistadega sünnitud saavad, kas löömise, õerumise ehk puhumise läbi.

Seal, mis veel ükskord rohkem wõnkusid ühe sekundi aja sees teeb, kui teine heal, see on seft teiseft healeft just weel üks kord kõrgem nimetakse teda selle teise heale Octaw (= kahelks aste). Nende mõlema heale wahel saawad weel 6 heale astet sünnitud. Kõige sügawamat healt oma heale-andja kohta nimetakse põhjus=heal (Grundton) ehk Priim (esimene heale seis), teist Sekunde, kolmandat Terze, neljandat Quarte, wiendat Quinte, kuendat Sexte, seitsmendat Septime ja kahelksandat Octave. Kõige sügawam heal, mis inimese kõrw kuulda wõib (Subcontra C), on see, mis ühe sekundi sees 16 wõnku, — ja kõige kõrgem jälle see, mis ühe sekundi aja sees 48000 wõnku teeb.

**Seale andja A** (das A der Stimmgabel), ehk A keel wiuli peal, peawad 440, wõi ka 437,5 wõnku ühe sekundi aja sees tegema. Kõik need healed, mis muusikule sündsad on, seisawad oma wõnkumise karmuse poolest 40<sup>ne</sup> ja 4000 wahel, nõnda et ühe sekundi sees nende heal kõige wähem 40 wõnku, kui tema sügaw peab olema, ehk jälle ühe sekundi sees 4000 wõnku tegema, kui tema kõige kõrgem pruugitaw heal tahab olla, ja sünnitawad 7 Octawi. — Teised healed, mis wähem ehk rohkem wõnkusid ühe sekundi aja sees teewad, need ei ole inimese kuulmisele mitte enam kenad.

Siin allpool on healte kõrguse mõet kofku sünnitud, kus numrite läbi näidatakse, mitu wõnku iga üksik heale=aste teise kõrgema ehk sügawama heale=aste kohta ühe ja sellesama Octawi sees peab tegema.

	C	D	E	F	G	A	H	C
Prantslaste heale nimed .	Ut	Ré	Mi	Fa	Sol	La	Si	Ut
Põhjuss=heal (Grundton) .	Prim	Sekunde	Terze	Quarte	Quinte	Sexte	Septime	Octave
Wõntude arw . . . . .	24 :	27 :	30 :	32 :	36 :	40 :	45 :	48 :
	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$	2

Ülesanne. Kui põhjus=heal (Prim) ühe sekundi sees 440 wõnku teeb, mitu wõnku peawad siis need seitse teist healt sellesama Octawi sees tegema?



Wastus: Sekunde  $440 \times \frac{9}{8} = 495$ ,  
 Terze  $440 \times \frac{5}{4} = 550$ ,  
 Quarte  $440 \times \frac{4}{3} = 586\frac{2}{3}$ ,  
 Quinte  $440 \times \frac{3}{2} = 660$ , ja nõnda edasi ülemise  
 heale mõedu numrite järele.

Sedawiisi võime meie kõik muusiku heale kõrgused numrite läbi tähendada.

Kõik healed, mis niisugused mängi-riistad annavad, kelle kõma-lae peal (Resonanzboden) keeled traadist, siidist ehk ka keeratud foolikatest on sirgeks tõmmatud, saavad alamaal näidatud wiisika seletuste järele wälja rehkendud:

**Seadus 1.** Kui kaks keelt ühepikkused ja ühejämedused on, siis on nende heale kõrgus (ehk wõnkude hulk) teineteise kohta niisugune, kui põhjus-numbrid sest jõuist, kellega mõlemad keeled on sirgeks tõmmatud. Tähendagu W ja w mõlema keele wõnkumise arwu ühe sekundi sees, ja J ja j seda jõudu kaalu a järele, kellega need keeled sirgeks tõmmati, siis oleks hääle rehendamise juht niisugune:

$$W : w = \sqrt{J} : \sqrt{j}.$$

Ülesanne. Kui meil kaks ühepikkuse ja ühejämeduse wiili ehk muu teise mängi-riista keeltest teada, et esimene 9 naelase kaaluga ja teine 4 naelase kaaluga sirgeks on tõmmatud, ja ka teada, et esimene keel 600 wõnku ühe sekundi sees teeb, mitu wõnku teeb siis see teine keel ühe sekundi aja sees?

$$\text{Wastus: } 600 : x = \sqrt{9} : \sqrt{4}$$

$$600 : x = 3 : 2$$

$$x = \frac{600 \times 2}{3} = 400 \text{ wõnku.}$$

**Seadus 2.** Kui kahel ühepikkusel keelel isesugused jämedused (D ja d) on, aga mõlemad ühesuguse jõuga sirgeks tõmmatakse, siis seisab nende healte kõrgus teineteise kohta nõnda, kudas nende ümber wahetud jämedused teineteise kohta seisawad

$$W : w = d : D.$$

Ülesanne. Kui teada, et jämedam keel  $\frac{5}{4}$  mm. ja peenem  $\frac{2}{3}$  mm. jäme on, ja jämedam keel 360 wõnku ühe sekundi sees teeb, mitu wõnku teeb siis see peenem keel sekundi sees?

$$\text{Wastus: } 360 : x = \frac{2}{3} : \frac{5}{4}$$

$$x = 360 \times \frac{5}{4} \times \frac{3}{2} = 675 \text{ wõnku.}$$

**Seadus 3.** Kui kahel keelel ühesugune jämedus, ja mõlemad ka ühesuguse jõuga on sirgeks tõmmatud, aga nende pikkus (L ja l) isesugune on, siis seisab mõlema heale kõrgus teineteise kohta nõnda, kudas nende ümber wahetud pikkused teineteise kohta seisawad

$$W : w = l : L.$$

Ülesanne. Kui üks keel 22 tolli ja teine 18 tolli pikk on; 22 tolli pikune keel teeb ühe sekundi sees 420 wõnku, mitu wõnku teeb siis see lühem keel?

$$\text{Wastus: } 420 : x = 18 : 22$$

$$x = \frac{420 \times 22}{18} = 513\frac{1}{3} \text{ wõnku.}$$

Tahame meie aga teada, kudas kahe keele heal teineteise kohta seisab, kui neil mõlemil isesugune jämedus, isesugune pikkus ja mõlemad ka isesuguse jõuga on sirgeks tõmmatud, siis rehkendame seda nõnda:

$$W : w = \sqrt{J \cdot l \cdot d} : \sqrt{j \cdot L \cdot D}.$$

Ülesanne. Kui jämedam keel W ühe sekundi sees 360 wõnku teeb, tema pikkus on 25 tolli, jämedus  $\frac{5}{3}$  mm. ja see jõud, kellega ta sirgeks tõmmatud, on 16<sup>ne</sup> naelase kaaluga ühesugune, peenem keel on aga 19 tolli pikk, 1 mm. jäme ja 9 naelase kaaluga sirgeks tõmmatud; mitu wõnku teeb see peenem keel ühe sekundi sees?

$$\text{Wastus: } 360 : x = \sqrt{16 \cdot 19 \cdot 1} : \sqrt{9 \cdot 25 \cdot \frac{5}{3}}$$

$$360 : x = 4 \cdot 19 \cdot 1 : 3 \cdot 25 \cdot \frac{5}{3}$$

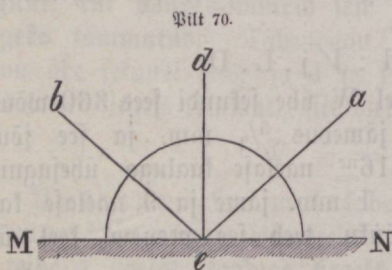
$$x = \frac{360 \cdot 125}{76} = 592\frac{2}{19} \text{ wõnku.}$$

§ 59. **Seale edasi ruttamisest ja tagasi kostimisest.** Kuulus Prantšuse mees **Urago** leidis oma järele katsumistest 1822<sup>jel</sup> aastal, et heal igas sekundis väljas (0° sooja) õhu sees 330,8 meetert ehk rohkesti 1090 Liuwimaa jalga edasi jõuab. Aga mitte iga õhu sees ei jõua heal ühtlase ruttusega edasi, waid iga isesuguse õhu selfis, ja isesuguse ilma soojuse sees ka jälle ifka isesuguse karmusega. Nõnda jõuab heal süüniku sees ühes sekundis 277 meetert, wefiniku sees 1276 m. ja wee sees 1435 meetert edasi. Pärna puu sees jõuab heal 16 korda, raua sees 15 korda ja männa puu sees 18 korda rutem edasi kui õhu sees. Sellepärast kuuleme meie siis tasku-uuri tiksumist 4<sup>a</sup> süllase palgi läbi, kui uur palgi otša wastu pannakse ja meie jälle oma kõrwa teise palgi otša wastu hoiame. Õhu sees ei kuule meie mitte tasku-uuri tiksumist selgeste, kui meie 4 sülda temast eemal oleme.



Niisuguse ruumi sees, kus sugugi õhku ei ole, seal ei ole ka healt kuulda. Mida tihedam õhk on, seda tihedamad õhulained sünnivad seal kohas, kus õhk kärke liigutamise läbi lainetama sunniti, ja meie kuuleme siis niisuguse tiheda õhu lainete waral igasugust healt hoopis wäljem, kui meie sedasama healt õhukesel õhulainete läbi kuulda wõiks. Sellepärast on siis kõige mägede otsas, kus õhk palju õhem, üks ja seesama heal ka palju nõrgem, kui madala maa peal, kus õhk hoopis tihedam on. Õhu lained on oma mitmesuguse omaduse poolest wee lainetega just ühesugused; ja mida kaugemale nemad oma hakatuse koha pealt edasi lainetawad, seda õhemaks nad jääwad, seni kui nad eemal koguniste ära lõpewad.

**Seale tagasi kostmisest.** Sagedaste kuuleme oma healt siis tagasi



kostma, kui meie ühel niisugusel päewal, kus ilm wäikne on, waljuste metsa ehk mäe ligidal räägime ehk hõiskame. Näitus: Hõiskame meie d juures, mis mäest ehk metsast MN (waata pilt Nr. 70), kõige wähem 18 meetert ehk 60 jalga eemal peab seisma, siis kuuleme oma heale tagasi kostma.

**Seletus.** See tuleb sellel läbi, et needsamad õhu-lained, mis meie oma juust ühes healega ruttu wälja surume, edasi lainetawad, seni kui nemad e juurde wastu mäge ehk metsa jõuawad, ja sealt jälle otse sedasama teed meie juurde tagasi lainetawad, mida meie siis teistkorda kuuleme.

Hüüame meie aga waljuste, wiltu wastu mäge seistes a juures, siis ei kosta heal mitte enam tagasi, waid need õhu-lained, mis a juurest wastu mäge e juurde jõudsiwad, need saawad sealt sellesama winkli suurusega a e d, millega nemad sinna tulid, teinepoole winkli d e b ga tagasi saadetud, ja siis wõib seda healt, mis a juures hüüti, b juures kuulda.

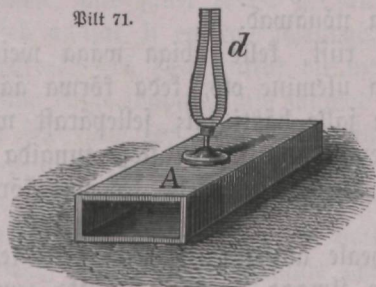
Zga inimesel, kes selgeste kuuleb, sell on ka wõimalik, 9 ükshiku heale jaut (silbist) ühe sekundi aja sees täieste aru saada; sellepärast tuleb siis, et meie oma healt, kui meie ligemal kui 18 meetert ehk 60 jalga metsast, mäest ehk müürist seisame, mitte enam kuulda ei wõi, — meie kõrw ei saa neist tagasi kostjast ükshiku heale jagudest

(silbideft) mitte enam aru; sest et heal iga sekundi sees 330 meetert edasi jõuab, ja iga  $\frac{1}{9}$  sekundil  $\frac{330}{9} = 36$  meetert ehk 120 jalga eemale lainetab. Müüd aga jõuab see heal, mis meie omast suust välja hüüame, esite 60 jalga mae, metsa ehk müüri vastu ja saab seal jälle tagasi lükatud, see on siis  $2 \times 60 = 120$  jalga ühe  $\frac{1}{9}$  titus sekundis. Mitmes kohas mägede wahel kostab üks heal rohkem kui 10 korda tagasi.

**Tärale katsumine.** Kui wiuli peal kaks keelt ühtewiisi tugewaste on sirgeks tõmmatud, pane siis teise keele peale wäikene paberi tüükene ja tõmba esimest keelt poognaga healt hüüdma, — sa näed, et see paberi tüükene teise keele peal ka wõnkuma (wärisema) hakkab, ja selleläbi saad sa aru, et ka teine keel ilma liigutamata ühes wõngub ehk wäriseb.

Wõta jälle kaks ühesuurust kasti, nõnda kudas pilt Nr. 71 siin üht ainust niisugust näitab, kelle ots A juures lahti on. Ka teisel kastiil peab üks ots lahti olema.

Pilt 71.



Sääle-andja d ja kõma-lagi A.

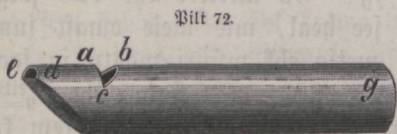
Pane sa mõlema kasti peale healeandja (Stimmgabel) püsti, ja säe mõlemad kastiid nõnda, et nende lahtised otsad teineteise vastu seisawad. Tõmba wiuli poognaga ühe healeandja külge mõõda, nõnda et ta kaunis waljuste helisema hakkab, — siis hakkab ka teine healeandja teise kasti peal, ilma külge puutumata helisema.

**Selektus.** Kindlad kehad ei saada healt mitte üksi tagasi, waid nad hakkawad ka ise wõnkuma (wärisema) ja annawad healt. Niisugune üheswõnkumine (ehk wärisemine) nimetakse üheskõmamine (Resonanz), ja tema läbi sünnib siis, et heal waljumine ja selgemine heliseb. Sellepärast on siis wiulitel ja ka kõigil teistel keeltega mängi-riistadel õhukesed kõma-laed, kelle peal keeled sirgeks tõmmatakse.

§ 60. **Wilespillid.** Puhu otse ühe peenikese toru sisse, kelle mõlemad otsad lahti on. Niisuguse puhumise läbi ei sünni mingisugust healt; puhud sa aga wiltu sellesama toru sisse, nõnda et üks jagu õhku toru sisse ja teine jagu toru ääre üle välja poole jookseb,



fiis kuuled sa healt (wilet) sündima. Pilt Nr. 72 näitab sulle üht niisugust wäikest wile-pilli. Tema on ab juures wäikene auk külje sisse lõigatud ja ülemine ots nõnda tehtud, et sealt wile-toru sisse wäikene auk edca läheb. Kui sa nüüd ed juures oma suust õhku



wile sisse puhud, siis jookseb see õhk b juurde, ja saab seal oma tee peal sellepärast murtud, et ka seal auk on, ja üks jagu puhutud õhku läheb siis bg toru sees edasi, sünnitab edasi rutates kord tihedamad, kord jälle õhemad õhu-lained, ja niisugused õhu edasi wõnkumised sünnitawad heale, keda meie wileks nimetame. Kõik teised wile-pillid, mis puhumise läbi healt annawad, on ifka nõnda tehtud, et puhumise läbi nende sees kord tihedamad, kord jälle õhemad õhu-lained ja laine-wahed sünniwad; ja sellepärast fiis, et nende külgede peal mitmesugused augud on, wõib sõrme ja nende aukude abiga wile-pillide healt kord kõrgemaks ehk ka sügawamaks teha, ifka nõnda, kudas korralikud muusika healed seda nõuawad.

**Kuulmise toru** on niisugune riist, kelle abiga wäga weikest healt selgemine wõib kuulda. Tema ülemine ots, keda kõrwa äärde pannakse, on peenikene, aga alumine jälle hästi lai; sellepärast wõiwad siis õhu-lained rohkestest sest laiemast otsast toru sisse tungida ja jõuawad seal sees edasi lainetes selle kõrwa kuulmisele, kes oma kõrwa ülemise toru otsa ääre on pannud.

**Süüdmise toru** on niisugune heale abi-riist, et kõiki neid tema sisse waljuste räägitud sõnu waguse ilmaga 2 ehk 3 wersta eemale wõib kuulda.

§ 61. Kõrwa läbi on meil wõimalik, mitmesugused healesid kuulda; sellepärast on siis waja, ka tema üle paar sõna lähedalt räägida. Kõrw on siin pilt Nr. 73 läbi tähendud; tema on kolmest jaust kokku sünnitud. Kõrwa-leht a wõtab ehk kogub õhu-lained, mis healt toowad, ja saadab neid kõrwa-kuulme b sisse, mis toru näul toll maad sügawasse pea sisse läheb, ja seal on siis tema ots õhukese nahaga e, keda meie kuulme-nahaks nimetame, kinni katetud. Siis tuleb kõrwa keskmise jagu, üks koobas, kelle sees 4 kuulmise luukest, millest siin pildi läbi kolm tähtsamat def näidatud on; neid luukesti nimetatakse: haamer, alas ja jalus. Haamre wars on kuulme-naha külge kinni kaswanud ja seisab ise alase peal, mis jälle jalusega ühendud on.

Pilt 73.



- a Kõrva-leht
- b Kuulme-toru
- c Kuulme-nahk
- d
- e } Kuulme-luud
- f }
- g Koobas (= Vorhof)
- h Loogalised aasad
- i Tiu-karp.

Kuulme-koopas on kaks auku, üks pikergune ja teine ümmargune; mõlemad on õhukese nahaga kinni katetud. Jaluse alumine jagu puutub pikerguse augu naha külge; auk ise jälle wiib kõrwa sisemise jausse, mis jault koopa g, jault tiu-karbi sarnane (i) ja ka loogalised aasad h enesega ühendab. Wiimase koopa ja tema kõrwaliste luukeste sees (Labyrinth) on wesi. Kui nüüd õhu-lained on kuulme-naha külge jõudnud, siis saawad temaga ka teised kuulme-luud wõngutud, ja selle läbi see wesi, mis wiimase kõrwa koopa sees on, lainetama sunnitud; need lained puutuwad jälle kuulme-närwidega kokku, ja närwid annawad siis pea sisse teadust, mis kõrw neile on toonud; ja mõistus annab wiimaks mälestuse abiga otjust, mis heal see on olnud, mis kõrw on temale saatanud.

Katju wastata! Kudawiisi sünnib heal? Kudawiisi sünnib heale tugewus, kõrgus ja heli? Kui ruttu jõuab heal ühe sekundi sees edasi, ja kes leidis seda? Mis läbi sünnib heale tagasi kostmine? Mitmesugusid õhu-laineid oled ja tundma õppinud?

## Kolmas jagu.

### Walgusest.

§ 62. Kõik kehad ja wärwid, mis meie oma filmadega selgeste näeme, see sünnib walguse abiga, ilma walguseeta ei wõi film näha, nagu ilma õhuta kõrw mitte kuulda. Iga keha, keda meie selgeste näeme,



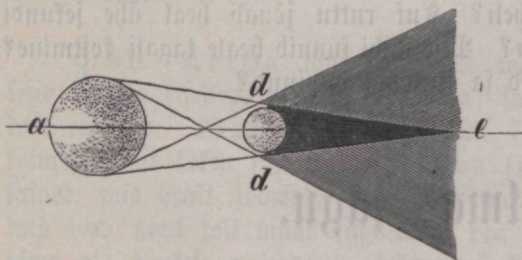
saadab enese pealt valgust meie filmi ja sellega ka ühes enese kuju. Kehade suuremal jaul, mis meie oma filmadega näeme, ei ole see mitte nende eneste valgus, kes neid meie filmis avaldab, vaid nemad saavad seda valgust päikese käest, tule paistuse ehk ka veel mõne muu teise valguse ande läbi. Selle järele jautame meie kõik nähtavad kehad kahte jalku: 1) mis iseeneise valgusega paistavad, ja 2) mis mitte iseeneise valgusega ei paista.

Päikene on kõige suurem valguse hallikas, mis meie maa-kuulile ja ka teiste rändaja tähtedele oma valgust saadab. Kõik teised valgused, mis meie siin maa peal tule läbi ehk muul viisil võime sünnitada, on päikese valguse kohta väga väikesed. Ka woswor ja mõned teised tema farnased kehad annavad natukene valgust, kui nemad õerutud ehk liigutud saavad.

§ 63. Valgus, mis ühest niisugusest kehast, kell enesel valgus on, wälja woolab, see woolab oma paistusega igale poole õige joonte ehk kiirete näul edasi. Kõik kehad jälle, kelle peale valgus paistab, wõiwad selged olla, nõnda, et neist valgus täitsa läbi paistab, nagu klaas ja mõned teised, ehk ka nii kindlad, et nad sugugi valguse kiireid läbi tungida ei lase, nõnda: puu, kivi, raud ja palju teisi.

§ 64. Wari sünnib ikka seal, kus üks kindel keha mitte valguse kiiri enesest läbi tungida ei lase, ja see wari on siis seda suurem, midu suurem keha, kelle teise poolse külje peale valgus paistab. Pilt Nr. 74 näitab siin niisugust warju.

Pilt 74.



tähendab a üht keha, kellest ilmlopmata hulk valguse kiireid wälja woolab; neist kiirete hulgast on siin paljalt 4 tükki täitsa ülestähendud. Teine keha paremat kätt dd ei lase neid valguse kiireid enesest mitte läbi tungida; selleparast sünnib tema paremal pool küljes dd

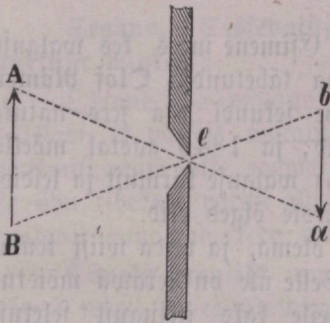
sügaw pime-wari, keda meie täis-warjuks (Kernschatten) nimetada wõime. Ümmarguste kehade täis-wari on ikka ühe ümmarguse teraw-samba\*)

\*) Waata kerged ja lühikesed geometria õpetuses § 100.

(Regel) näuline. Ülemal ja allpool seda täiswarju ded tungiwad walguse kiired ifka rohkem oma paistusega warju ära kautama. Seda fehewemat warju, mis mõlemil pool täiswarju seisab, nimetakse poolwarjaks (Halbschatten). Nimelt päikese ja kuuwarjutamise juures tulewad niisugused warjud ette, kui pilt siin seda näitab.

Kui meie päewa ajal afna-luugid kinni paneme ja nende luukide sees oleks üks wäikene auk e, nõnda kudäs pilt Nr. 75 seda tähendab.

Pilt 75.



Pane selle augu kohta wälja üks nool AB, kelle wahendus A ülemal pool seisab. Paistab nüüd päikene just selle noole AB peale, ja sealt otse afna-luugi wäikesest august tупpa, siis näed sina tuas seina peal ka sedasama noolt, aga ümber pöörtud nooli wahendus a allpool. Nõnda kui seda noolt, nõndasama käänowad walguse kiired ka teiste kehade warju siis ümber, kui nemad ühest kitsast kohast niisuguse warjuga läbi paistawad. Paistab aga walgus otse ühe kindla keha peale, nõnda et

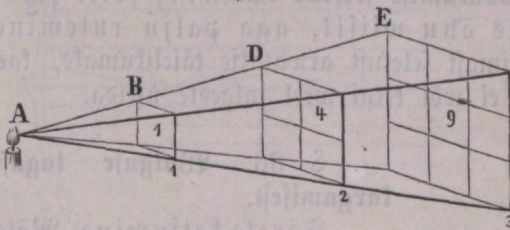
teema kiired kitsuse läbi mitte — siis jääb iga keha wari ife seisab, kelle wari ta on.

teist teed otse edasi minema ei sunnita, ifka nõnda seisma, kudawiisi see keha

Tärele katsumine.

Pane A juurde küünal põlema ja jalg maad temast eemale üks ruut pakjust paberist B, siis pane A juurest 2 jalga eemale jälle üks ruut D, mis 4 korda suurem on kui esimene ruut B oli, ja wiimati pane 3 jalga A juurest eemale ruut E, mis 9 korda suurem on, kui esimene ruut B, siis näed sina, et seesama walgus, mis küündla A juurest ruudu B peale paistis, 2 jalga eemal D juures 4 kord suurema ruumi peale, ja 3 jalga eemal E juures 9 kord suurema ruumi peale peab ennast laiaki lautama.

Pilt 76.



Pane A juurde küünal põlema ja jalg maad temast eemale üks ruut pakjust paberist B, siis pane A juurest 2 jalga eemale jälle üks ruut D, mis 4 korda suurem on kui esimene ruut B oli, ja wiimati pane 3 jalga A juurest eemale ruut E, mis 9 korda suurem on, kui esimene ruut B, siis näed sina, et seesama walgus, mis küündla A juurest

**Selektus.**

Sellepärast, et seesama walguse fuurus 2 jalga eemal 4 kord suurema ruumi, ja 3 jalga eemal 9 kord suurema ruumi



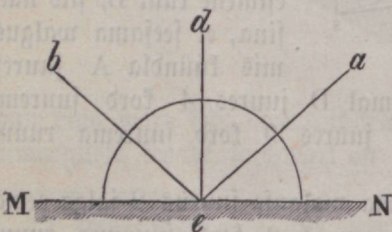
peale peab ennast laiali lautama, sellepärast jääb seesama valgus ka 4 ja 9 korda tumedamaks, kui tema B juures oli, ja sedawiisi avaldab meile jälle valguse üle järgmine loomuse seadus: valguse selgus jääb edasi jõudes ikka niipalju vähemaks, kui need teepikkuse ruundud suuremaks kasvavad, mida eemamale tema paistus on jõudnud.

Ülesanne. Kui palju vähemaks on valguse selgus jäänud, kui tema oma algus-koha pealt 10, 20, 100 ehk 500 jalga on edasi jõudnud. Vastus:  $10 \times 10 = 100$ ;  $20 \times 20 = 400 \dots$  j. n. e.

§ 65. **Valguse edasi ruttamine.** Esimene mees, kes valguse kärmust täieste ära mõetis, oli Taani maa tähetundja **Olof Römer** 1675 aastal; tema leidis, et valgus ühe sekundi aja sees natuke rohkem kui 40000 penikformat edasi jõuab; ja 1849 aastal mõetis kuuluis Prantsuse mees **Fizeau** (üttele **Wisó**) valguse kärmust ja leidis, et **Olof Römeri** mõetmine ja rehknuit täieste õiged olid.

Mis nüüd see valgus küll ise peaks olema, ja mida wiisi temal võimalik on, nii kärmeste edasi rutata? Selle üle on terawa mõistusega mehed palju järele mõtelnud ja meile kaks isejugust seletust annud. Esimese seletuse tegi **Jsaak Newton** (üttele **Njutn**), mis **Emanationstheorie**, see on: **wäljajoolamise seletus** nimetaks. Ta õpetas, et valgus, mis päikene, ehk ka teised valguse andjad kehad meie silmadele saadavad, neist suure kiirusega välja woolavad, ja kõik kehad, mis seda valguse paistust saavad, annavad siis ka jälle enesest valgust välja. . . . . Teise seletuse andis **Huyghens** (üttele **Henchens**) mis **Vibrationstheorie** = **wõnkumise seletus** nimetaks; selle seletuse järele peaks valgus õhu wiisil, aga palju rutemine edasi wõnkuma. . . . Wiimast seletust arwatakse täielikumaks, kas ta aga just nõnda on, seda ei wõi keegi veel julgeste ütelda.

Bilt 77.



§ 66. **Valguse tagasi fargamiseist.**

Järele katsumine. Võta peegel ehk haljas plekk MN ja lasse tema peale päikene nõnda paista, kui pilt Nr. 77 joone a e läbi seda näitab, siis saab see päikese valgus, mis oma kiirefid joone a e näul peegli peale saadab, sealt

jälle b juurde tagasi saadetud, nõnda et winkel aed, keda siäse-paištjaks winkliks nimetada wõib, ifka winkli dehgä, keda jälle wäljakukkuja winkliks nimetakse, ühesuurune on. Kui aga päikese kiired otse peegli peale paistawad, nõnda kudas seda joon d e tähendab, siis saawad peegli pealt e juurest päikese walguise kiired jälle otse d juurde tagasi saadetud.

**Seletus.** Täieste säledad ehk poleeritud kehääd saadawad walguise kiired, mis nende peale paistawad, jälle tagasi, karedad ehk konarifud kehääd ei tee seda mitte.

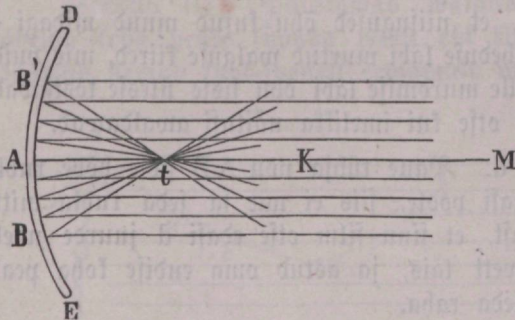
**Seadus.** Sissepaištja winkel on ifka nõnda juur, kui wäljakukkuja winkel.

Shtane eha-walgus ja hommitune koidu-paistus sünniwad ka jelleläbi, et päikese walguise kiired pärast loojaminemist ja enne üles-tõusmist, mis otse taewa poole ülesse paistawad, sealt aga pilwede ja õhu tiheduse pärast allapoole saadetakse ja sedawiisi siis meile oma walguist annawad, keda meie eha ja koidu walguiseks nimetame.

**Dõneks peegliks** nimetakse üht niijugust peegelt, mis just kuulipinna wiisil dõnes ümmargune on, nõnda kudas seda kaar DB'ABE pildi Nr. 78 juures näitab. Sige joon AKM, mis selle kesk-dõne peegli peale jookseb, nimetakse peegli telg.

Järele katsumine a. Wõta see dõnes peegel DE ja pane teda nõnda päikese wastu, et tema telg AKM just kesk päikese peale

Pilt 78.



tähendab, siis jooksewad ka päikese walguise ja soojuse kiired, nõnda kudas pilt Nr. 78 seda näitab, ühtlasi telje joonega selle peegli peale, saawad aga sest peeglist jälle tagasi saadetud, ja jooksewad kõik ühest punktist t, mis just AK keskpaigas seisab (kui K selle kuuli keskpunkti tä-

hendab, kelle järele dõnes peegel DE tehtud on) läbi. Selle punkti t juures, kus nüüd kõik need peeglist tagasi saadetud walguise ja soojuse kiired üksteisest läbi jooksewad, sünnib nii suur palawus, et seal iga tule-wõtja asi põlema peab hakkama, sellepärast nimetakse seda punkti **tule-punktiks**.



**Tärele katsumine b.** Pane põleja küünal nõnda, et tema tuli just tule-punkti t kohal seisab, siis saavad jälle sestammast õõnest peeglist selle küündla walguse ja soojuste kiired kõik ühtlasi peegli teljega AKM jookstes tagasi saadetud.

**Seadus.** Walguse kiired, mis eemalt ühe õõne peegli peale paistawad, saawad seal murtud ja siis nõnda tagasi saadetud, et nemad kõik ühest punktist läbi jooksewad, keda tule-punktiks nimetakse, ja see tule-punkt seisab ikka peegli ja kuuli keskpunkti keskpaigas.

**Seadus.** Walguse kiired, mis tule-punktist õõne-peegli peale paistawad, saawad peeglist ühtlasi peegli telje joonega tagasi saadetud. Niisugused õõned peeglid saawad mitmesuguse kunstliku walgustamise juures pruugitud.

Mitmes kohas siin maa peal, kõige enamiste aga Itaalia maal Reggio (ütles Reddscho) linna ligikal nähtakse wahelt külad ja mõisad kõrges õhu sees õljuma, keda Fata-Morgana (see tähendab: **nõija Morgana lossid** (= mõisad)), nimetakse. Wanal ajal, ja ka weel mõne saja aasta eest tagasi, kui loomuse teadused wäga wäikesed olid, ja inimestele mitte seletust niisuguse imeliku õhu-kujude üle ei wõidud anda, siis oli ebausku au sees ja tema tahtis oma rumalussega kõik imelikud loomuse awaldused ja saladused rahwale ära seletada. Sellepärast siis tuli, et tondid, pontharakad, nõijad ja kodukäijad luuletud said, kes mitmesugusi imelikku ilmutusi pidid loomuse sees awaldama ja weidrid tempa tegema. Meie päewil saawad loomuse uurijad wäga kergeste aru, et niisugused õhu-kujud muud midagi ei ole, kui mitmesuguse õhu tiheduse läbi murtud walguse kiired, mis puid, inimesi, mõisid ja külasid selle murdmise läbi õhu sisse ülesse tõstawad, ja sealt siis meie filmadele otse kui imelikka näitust awaldawad.

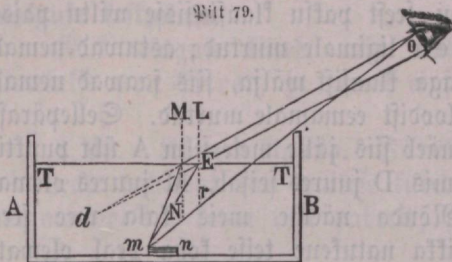
**Tärele katsumine d.** Pane tühja nõu AB sisse hõbe rubla mn, ja astu natukene tagasi poole, siis ei näe sa seda rubla mitte enam nõu-põhjas, sellepärast, et sinu film otse edasi d juurde näeb. Kallad sa aga selle nõu wett täis, ja astud oma endise koha peale tagasi, siis näed sa jälle seda raha.

**Selektus.** Sellepärast, et wegi tihedam keha on kui õhk, saawad walguse kiired, mis wiltu õhu seest wee sisse paistawad, wee tiheduse läbi murtud, nõnda siis ka siin. See kiir, mis sinu silmast otse d peale (o d) jookseb, saab, kui wegi nõu AB sisse on kallatud, weepinna E juures murtud, ja murtud teed Em edasi jooksema sunnitud. Kui sina nüüd kaks lood-jooni MN ja Lr nende kahe koha peale



siinuitad, kus sinu silmast kiired wee sisse astuvad, siis nimetakse neid winklid MEO ja LEO murdmise winkliks (Brechungs-

Pilt 79.



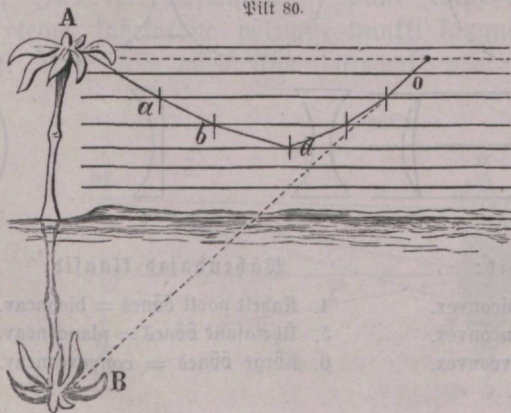
fokas nähtakse, kus meie silmast õiged jooned selle asja peale jooksewad, näitab siis ka sinule see raha, mis nõu põhjas mn kohas seisab, et tema d kohas üleweel peaks olema. Nõndasama näed sina, kui sa teiba selge wee sisse pistad, et tema just weepinna kohas nagu murtud oleks.

**Seadus I.** Kui õhust wee ehk ka muu teise kindla keha peale walguse kiired loodis-joone teed paistawad, siis ei saa need kiired mitte murtud, waid nemad lähewad oma loodis-joone teed ikka edasi; paistawad nemad aga wiltu, siis saawad nad murtud.

**Seadus II.** Paistawad walguse kiired wiltu õhemast kehast kindlama keha peale, siis saawad nemad loodjoone ligimale murtud, (nõnda kui pilt Nr. 79 jeda näitab).

**Seadus III.** Paistawad walguse kiired tihedamast kehast õhema keha peale (nõnda weest ehk klaasist läbi õhu sisse), siis saawad nemad lood-joonest eemamale murtud.

Pilt 80.



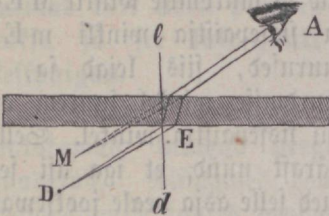
**Näitus.** Kui palawal maal Araablane kõrges kameli seljas liiva-kõrbe peal seisab, ja tema film olgu nõnda, kui pilt Nr. 80 siin näitab, o juures, kus õht natukene jahedam on, kui see õht, mis madalamal maapinna peal seisab, siis wõib sündida, et eemalt tema wastu õljud õhuwood tulewad, mis külmemad on ja enestega ühes üht puu-tuju A toiwad. Saawad aga neist soojema õhu jagubest,



kus kohal Arablane oma kameliga edasi astub, tagasi surutud ja jelleläbi murtud, nõnda kui need tähed a b d pildi Nr. 80 juures näitavad, siis näeb Arablane seda puud täihta ümber pööratud B juures seisma.

Kui valguse kiired DE õhu seest paksu klaasi sisse wiltu pais-tawad, siis saawad nemad loodi de le ligimale murtud; astuwad nemad aga klaasist wälja, siis saawad nemad loodist eemamale murtud. Sellepärast näeb siis jälle meie silm A üht punkti, mis D juures seisab, M juures olema. Nõnda näeme meie kala wee sees ikka natufene teise koha peal olevat, kui tema täieste on; ja weel on ka palju teisi niisugusi silma eksitusi, mis meid sagedaste petawad.

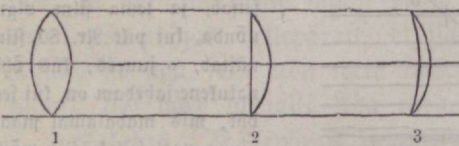
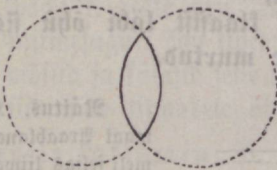
Pilt 81.



§ 67. **Kaswatajad ja wähendajad klaasid**, kelle abiga meie wäiksed kehad suured, ja jälle suured kehad wäiksed näeme olema. Nemad on oma keha kaju järele ikka niisugused kuuli jaud, mis kabe ühesuuruse, ehk ka kabe isesuuruse poolmõetjaga sünnitakse.

Mitmesugused pikksilmad (kiikred) ja palju teisi valguse abi-riistu saawad neist kokku seatud. Pildid Nr. 82 ja Nr. 83 näitawad meile niisugusid klaasid.

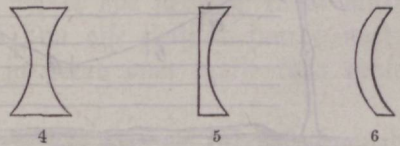
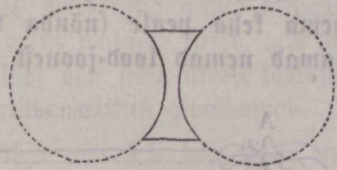
Pilt 82.



Kaswatajad klaasid:

1. Kahelt poolt kõrge = biconvex.
2. Ühetasane kõrge = planconvex.
3. Sõnes kõrge = concavconvex.

Pilt 83.



Wähendajad klaasid:

4. Kahelt poolt sõnes = biconcav.
5. Ühetasane sõnes = planconcav.
6. Kõrge sõnes = convexconcav.

Riisugune joon ehk walguse kiir  $gt$ , mis kõrge-klaasi keskpaigast (pilt Nr. 84) otse läbi jookseb, nimetakse **telg**, ja see punkt  $k$ , mis kesk-klaasi sees seisab, ja kellest telg ikka läbi peab jooksuma, nimetakse **walguse keskpunkt**.

Kõik walguse kiired, mis walguse keskpunktist läbi jookswad, nimetakse **pea=kiired**, ja nemad ei saa selle klaasi läbi mitte murtud.

§ 68. **Kõrge klaasid.** Järele katsumine. Lase kõrge klaasi  $a$   $b$  peale pahemat kätt päikese kiired paista (pilt Nr. 84), ja pane parema poole  $t$  kohta tükk paberit; paber hakkab koke põlema.

See punkt  $t$ , kus tuli põlema hakkab, nimetakse **tule=punkt**, ja tema kaugus walguse keskpunktist  $kt$  nimetakse **põlemise kaugus** (Brennweite.)

**Seadus I.** Walguse ja soojuse kiired, mis kõrge-klaasi  $ab$

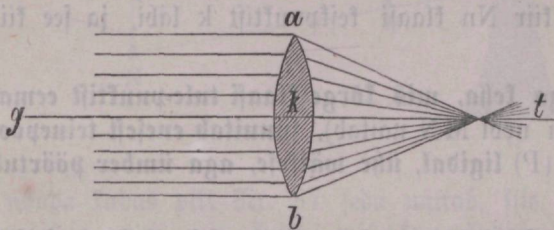
peale paistawad ja ühtlasi klaasi teljega  $gt$  jooksewad, saawad selle klaasi läbi nõnda murtud, et nemad tema teisepool küljes tulepunkti  $t$  juures jälle ennast kõik ühendawad.

**Seadus II.** Walguse ja soojuse kiired, mis tulepunktist  $t$  juurest wälja woolawad, saawad kõrge klaasi  $ab$  läbi nõnda murtud, et nemad kõik selle klaasi telje  $tg$ ga ühtlasi jooksewad.

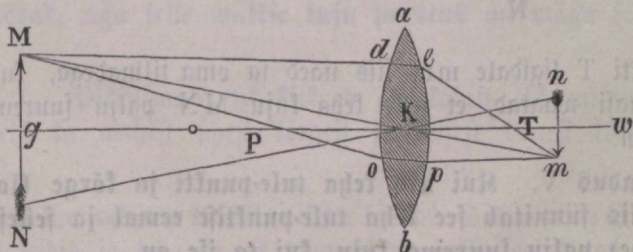
Dõne peegli (pilt Nr. 78) juures õppimise meie neidsama seadusi tundma.

Järele katsumine. Pane kõrge-klaasi  $ab$  juurest rohkem kui tema kahelordne põlemise=punkti kaugus  $TP$  on, pahemat kätt nool  $MN$ , siis näed sina paremal pool klaasi tulepunkti ligidal

Bilt 84.



Bilt 85.





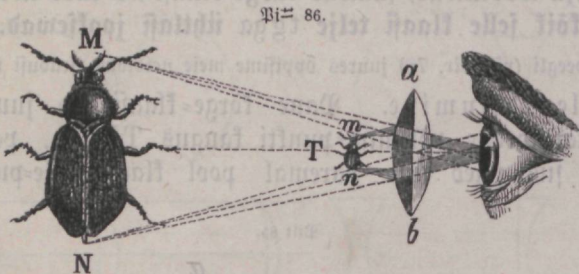
üht väikest ümber pöörtud nooli nm. Nõndasama näed sina jälle, kui sa paremat kätt tule-punkti ligidale väikese nooli nm paaned, pahemat kätt klaasi ühe suurema nooli MN ümber pöörtud seisima.

**Seletus.** Nooli wahenduse M juurest jookseb walguse=kiir Md ühtlasi telje gwga, saab klaasi sees de juures murtud ja jookseb siis otse tulepunkti T pealt läbi. Teine kiir, mis M juurest wälja jookseb, see jookseb jälle pahemat kätt tule-punkti P läbi, saab klaasi sees op murtud, ja läheb paremat poolt klaasi telje gwga ühtlasi edasi. Kolmas kiir Mm, mis kM juurest nooli wahendusest peale hakkab, jookseb klaasi keskpunktist (ehk walguse-punktist) läbi, otse m juurde, ja ei sa klaasi läbi mitte murtud. Nõndasama jookseb nooli jule N juurest walguse=kiir Nn klaasi keskpunktist k läbi, ja see kiir ei sa ka mitte murtud.

**Seadus III.** Iga keha, mis kõrge klaasi tule-punktist eemal seisab (nõnda kudas siin nool MN näitab), sünnitab enesest teinepool seda klaasi, tule-punkti (P) ligidal, ühe väikese, aga ümber pöörtud kuju (mn).

**Seadus IV.** Igaft kehast, mis tule-punkti ligidal seisab (nõnda kui siin väike nool mn näitab), sünnib teinepool kõrge klaasi tule-punkti (P), eemal üks suurem ja ümber pöörtud kaju (MN).

Järele katsumine. Pane mis tahte sugune keha, (ehk nõnda kui pilt Nr. 86 seda näitab — väike mardif) ühe kõrge klaasi ab

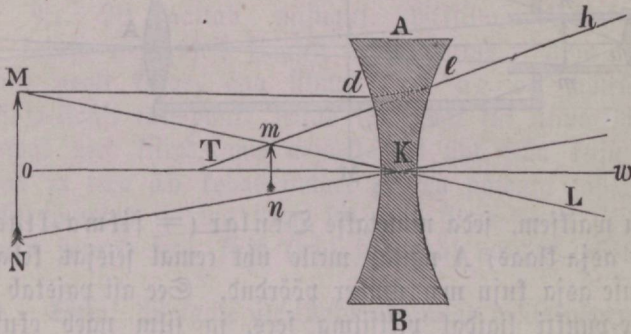


tule-punkti T ligidale mn, siis näed sa oma filmadega, kui sa teine poolt klaasi waatad, et selle keha kaju MN palju suurem paistab, kui ta on.

**Seadus V.** Kui üks keha tule-punkti ja kõrge klaasi wahel seisab, siis sünnitab see keha tule-punktist eemal ja sellesama külje peal (ühe) palju suurema kaju, kui ta ise on.

§ 69. **Dõned klaasid.** Särele katsumine. Pane üks õõnes klaas AB päikese paistuse vastu, ja näed siis teine pool klaasi (ühe) natufene heledama koha, kelle ümber selge walguse rõngas näitab olewat. Waatad ja niisuguse õõne klaasi AB läbi noole MN peale,

Pilt 87.



nõnda kudas pilt Nr. 87 seda näitab, siis näed sa oma silma ligidal wäikese nooli mn kujul, mis ka nõndasama otse püsti seisab, kui nool MN.

**Seletus.** Nooli wahenduse M juurest (pilt Nr. 87) jookseb walguse kiir Md telje OWga ühtlasi, seni kui õõne klaasi AB vastu, saab tema läbi murtud (de), ja jookseb siis teinepool klaasi nõnda edasi, kui tema otse punkti T juurest oleks tulnud. Punkt T nimeatakse **pillaja punkt** (ehk geometria tulepunkt). Teine kiir ML tuleb M juurest ja läheb otse klaasi keskpunktist k läbi. Kui nüüd teinepoolt klaasi need kaks kiire h ja l sinu filmale paistawad, siis näed sa wäikese nooli mn wahenduse just seal kohas, kus need kaks kiire ML ja Th teineteisest läbi jooksewad.

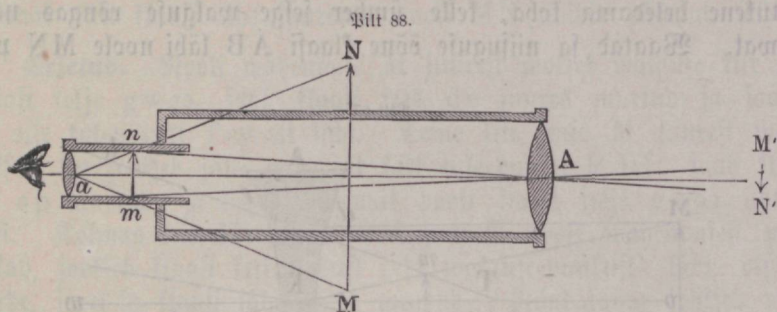
**Seadus.** Dõne klaasi läbi näitawad kõik kehad filmale ligidamale tulewat, on wäiksemad, kui see keha ise, kelle kujud meile filmi paistab, aga selle wäikse kujud paistus on wäga selge.

§ 70. **Pikkfilmad ehk kiikred** on kahest ehk mitmest kõrgest klaasist, ehk ka wahest ühest kõrgest ja teisest õõnest klaasist kokku sünnitud.

1) **Tähetundjate pikkfilm**, keda kuulus Saksa mees Johannes Keppler leidis ja teda ka ise oma kättega kokku seadis, on niisugune,

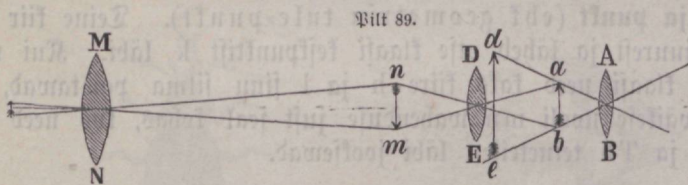


kui pilt Nr. 88 seda näitab. Temal on üks suurem kõrge klaas A, keda Objectiv nimetatakse (= asja-klaas), teine ka kõrge klaas a,



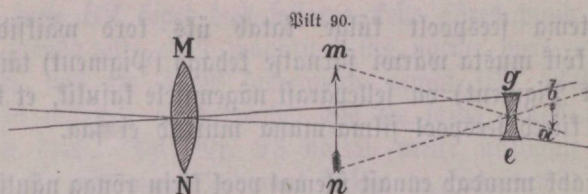
aga palju väiksem, seda nimetatakse Okular (= silma-klaas). Objectiv (= asja-klaas) A näitab meile üht eemal seisjat keha ehk mis tahte suguse asja kuju mn ümber pöördud. See asi paistab siis silma klaasi tule-punkti ligidal pikksilma sees, ja film näeb okular-klaasi läbi seda kuju mn suuremal määdul MN juures. Kõik kehad ehk asjad paistavad tähetundja pikksilma sees ümberpööratud, sellepärast ei pruugita nende pikksilmasid mitte maapealtse kaugel seisja asjade vaatamise tarvis.

2) Pikksilm, kellega kaugel seisjad maapealsid asju ja kehaid vaadatakse (Terrestrisches Fernrohr), näitab kõik kehad ja asjad nõnda, kuidas nad seisavad. Pilt Nr. 89 näitab siin üht niisugust pikksilma. Temal on suur asja-klaas NM, ja kaks silma-klaasi AB ja DE.



See kuju, mis asja-klaas MN ühest kehast ehk asjast näitab, on ifka ümber pöördud, nõnda siin nool mn; see ümber pöördud kuju mn saab silma-klaasi DE läbi jälle uueste ab juures ümber pöördud, ja seisab siis nõnda, kuidas tema loomuse sees on; teine silma-klaas AB näitab siis viimati selle filmale, kes kiirte fiske waatab, seda kuju suuremal määdul de juures.

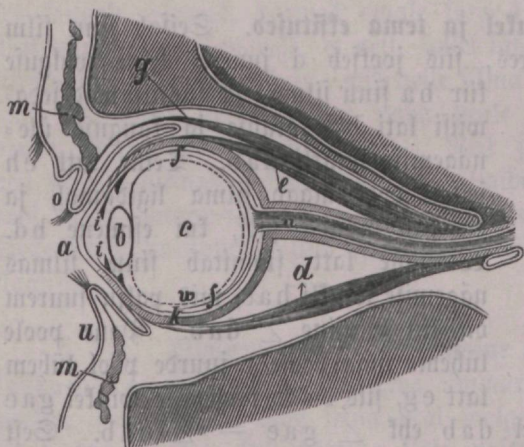
3) **Hollandi ehk Galilei pikksilm**, mis 1600 aastal Hollandi maal ja jälle 1610<sup>tal</sup> aastal kuulus Itaalia mees Galilei, Padua linnas ka oma mõtete läbi leidis.



Pilt Nr. 90 näitab niisuguse pikksilma kookfusünnitamist. Tema on kahest isesugusest klaasist kooku seatud. Asja-klaas MN on mõlemilt poolt kõrge, aga silma-klaas ge on mõlemilt poolt õõnes. Asja-klaasi tule-punkt seisab kaugemal kui silma-klaas; sellepärast saavad need kiired, mis asja-klaasist üht keha kuju pikksilma sisse toovad ja teda ab kohas ümber pöörda näidata tahavad, õõne silma-klaasist murtud, ja iga film, kes selle silma-klaasi sisse waatab, see näeb mn juures seda kaju (ab) suuremal mōedul püsti seiswat.

§ 71. Silm. Walguse üle tundmist annab meile nägemise närw, mis pea seest tuleb ja silma-muna wõrgu naha sees ja peal ennast igale poole laiale lautab. Silm on wälimisest ja sisemisest jaust kooku sünnitud. Wälimise jausse arwatakse silma ülemine ja alumine kulm (waata pilt Nr. 91 o ja u), ja kuus muskulit ehk kind-liha kimpu, mis silma-muna igale poole käänavad ja tõstawad, nõnda kudas igakord

Pilt 91.



a läbipaistja sarwe nahk, k kindel nahk, h soone nahk, w wõrgu nahk, ii silma kirju rõngas (= iris), b filmatera (= krystallinse), o ja u silma ülemine ja alumine kulm, d ja e õiged musklibid g tõste-muskel, mm kreismuskel.

nägemisele seda waja. (Pilt Nr. 91 juures on silma muskuliteist ülemine e ja alumine d (= õiged muskulid), g tõstemuskel ja m kreismuskel näidatud). Sisemine silma jagu on silma-muna. Tema on täieste kaitsetud luukoopa sees, ja teda ennast katab kindel nahk k, mis wäljas pool a juures natukene kumerikum on, seal selgeste läbi paistab ja sarwe-nahaks nime-takke. Selle walge naha all seisab teine nahk, feda jälle soone-nahaks h nime-takke. Tema on täis

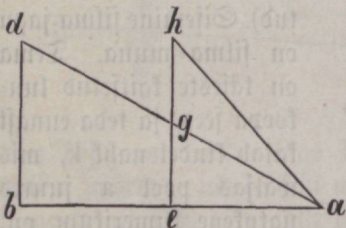


soonesid, ja tema seespoolt külge katab üks kord väiksid aukusid (Zellen), mis kõik musta värvi sarnatse kehaga (Pigment) täidetud on. See must (ehk Pigment) on sellepärast nägemisele kahulik, et tema läbi mitte valguse kiired seespool filmamuna murtud ei saa.

Soone nahk muudab ennast ülemal pool kirju rõnga näuliseks, keda filmakirjaks (ehk iris) nimetatakse, mis mitmesugustel inimestel ka jälle isesuguse värwiga on. Tema keskpaias seisab ümmargune auk, kelle läbi valguse kiired sügavamate filma jagude sisse tungivad. Selle filma kirju rõngal on üks jagu niisugusid liha kiudusid (Muskel-fasern), kelle abiga tema seda auku, kellest valguse kiired filma sisse paistavad, väiksemaks ja suuremaks võib teha, just nõnda, kui palju valgust filma nägemisele igakord waja on. Seespool soone nahka seisab peenikese närwidega rohkesti katetud wõrgu nahk w (ehk retina); tema on nägemise närwiga, mis peast tuleb, ühendub. Natukene sügavamal seisab filmatera (ehk krystallinse) b, mis kõrge-klaasi, ehk läätse tera näuline on; ja tema järel seisab filma klaas-keha c. Silma tera (ehk Krystallinse) b murrab kõik valguse kiired, mis tema peale jõuavad ja sünnitab siis wõrgu naha peal seft kehast, keda valguse kiired tema peale on paistnud, väikese ümberpöörtud kuju. Selle kuju üle annab nägemise närw pea sees teadust, ja mälestus mõistuse abiga ütlewad siis meile, mis film on näinud.

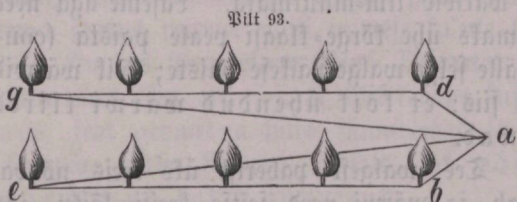
§ 72. **Nägemise wintel ja tema ekstitused.** Seisab sinu film a kohas, pilt Nr. 92 juures, siis jookseb d juurest teine valguse

Bilt 92.



kiir ba sinu filma, ja sünnitawad sedawiisi lati bd kõrguse ja kauguse üle nägemise winkli dab. Teine latt ehk seisab pool maad filma ligidamal, ja on just nõnda pikk, kui esimene bd. Wiimane latt sünnitab sinu filmas nägemise winkli hae, mis palju suurem on kui esimene  $\angle dab$ . Pane poole lühema maa peale e juurde pool lühem latt eg, siis on ka nägemise wintel gae nõndasama suur, kui wintel dab ehk  $\angle gae = \angle dab$ . Seft selgub: mida ligimal kehest ühesuurusest kehast üks on, seda suurem on ka meie filmis tema nägemise wintel, ja mida kaugemale üks keha meie filmist jõuab, seda väiksemaks jääb ka tema nägemise wintel.

Kui meie kess õiget teed seisame, kelle ääres puud istutatud, ja seda teed mööda otse edasi vaatame, siis näeme meie, et meie filmis need puud, mis tee ääres kasvavad, eemal ikka üksteise ligimale jõuavad, ja viimaste nende wahke, mis tee laius omelt peab tegema, koguni ära kaub. Pilt Nr. 93 näitab meie niisugust teed. Need puud d ja b, mis meie ligidamal seisawad, sünnitawad meie filmis



palju suurema nägemise winklile dab, kui g ja e, mis meist eemal seisawad ja waheda winklile gaega meie filmi paistawad. Selle waheda winklile pärast, mis ikka wahedamaks läheb, mida kauge-

mal puud meist eemal seisawad, seni kui nägemise wintel meie filmis nõnda wäike on, et tema meie puude üheteise eemal seisamisest mitte enam otjust ei wõi anda, siis näeme, et need puud paljalt ühe ainsa rea sünnitawad; ja kui meie seda usuks, mis meile meie film näitab, siis effiks meie täielikult!

**Prillid.** Kui meie wanemaks jääme, siis jääwad ka meie filmad, uhel wähem, teisel rohkem natukene tuhminaks, ja meie katsume neile prillidega abisise tulla. Kõik need, kes lühikese nägemisega on, tarwitawad siis oma filmadele õõneid prilli klaasid, ja jälle need, kes kaugele näewad, peawad omale kõrge-klaasidega prillid muretsema. Mikspärast? Sellepärast, et neil, kellel lühikene nägemine on, walguse kiirede läbi selle keha kuju, mis neile filma paistab, ju enne sünnitud saab, kui tema filma wõrgu naha peale on jõudnud, ja jääb siis nende filmis see kuju nägemata. Neil jälle, kes kaugele näewad, neil sünnib niisugune keha kuju, mis ligidalt filmi paistab, esite teine pool filma wõrgu-nahka, ja jääb siis nende filmas ka nägemata. Sellepärast pruugiwad siis esimesed õõneid ja teised kõrgeid prilli klaasid.

§ 73. **Walguse kofusünnitamine ja lahutamine.** Särale katsumine. Lase pimedasse tuppä ümmarguse augu läbi päikese kiired paista, siis näed sa tuas seinä peal walge ümmarguse kuju. Pane sinna augu kohta, kus päikene sisse paistab, kolme kandiline klaas (prisma) (waata geometria õpetused § 100), siis näed sa seinä peal järgi mööda niisugused wärwid: punase, punakas kollase (orange), kollase, rohilise, sinise, tuhmsinise ja wioletti.



**Seletus.** Niisugune wärwidega päikese kuju nimetakse **Spectrum**. Päikese selge walgus on seitseme isesuguse wärwiga paiste-kiiredest kokku sünnitud, keda ka wikerkaare wärwideks nimetakse, sellepärast, et wikerkaare wärwide paistus meie filmis neid sama wärwiid awaldad. Kui nüüd jälle need wärwilised walguse kiired esite ühe teise klaas prisma peale paistawad ja uueste murtud saawad, siis jääwad nende wärwid ilm-muutmata. Lafeme aga need wärwiga walguse kiired wiimaks ühe kõrge-klaasi peale paista (convex-Linse), siis näeme meie jälle selge walge päikese paiste; kõik wärwid on ära kadunud, sest selgub siis: et kõik ühendud wärwi kiired selge walguse sünnitawad.

Järele katsumine. See walgest paberist üks kreis nõnda, kui pilt Nr. 84 seda näitab, ja wärwi need seitse kreisi lõiku, iga üht isesuguse wärwiga, just sedawiisi, kui siin iga lõigu sisse kirjutud on; lase siis seda kreisi õige ruttu ümberjooksta, — ja näed paljalt tumeda walge wärwi.

**Seletus.** Sellepärast, et iga walguse kiir, keda meie film on näinud, mitte koge filmast ära ei kau, waid weel wäga weidi aega

Pilt 84.



meie filmis wiibib, kui nüüd niisuguse wärwiga ratas rutuste ümber jookseb, ja meie film kõik need wärwid ruttu ühe teise järele näeb, ilma et need esimesed wärwid ju filmast ära kustunud oleks, siis näeb meie film kõik wärwid ühe korraga walged.

Nõnda kudas päikese walgus, mis klaasi prisma peale paistis, kelle läbi tema kiired murti ja siis teinepool seda klaasi, walge seina ehk paberi peal, seitse joont, iga üks isesuguse wärwiga

paistisid, — nõndasama wiisi murravad ka wihma piisad, päikese walguse kiiresid, mis nende peale paistawad ja sünnitawad selleläbi jälle seitse wikerkaare wärwi, keda meie iga mees ise selgeste oleme näinud.

Just nõnda, kudas meie kõrw iga isesugust healt selleläbi kuulleb, et see keha, mis seda healt andis, isewiisi wõnkus, ja ka õhu, mis tema ümber seisis, nõndasama wõnkuma (lainetama) sundis, ja siis jõudsid need õhu lained meie kõrwa kuulmisele; nõnda wõnguwad ka walguse kiired edasi ja sünnitawad oma rohkem ehk vähem wõnku-

mise läbi iga kord isefugused wärwid. Punane walguse wärw wõngub 413 Billioni wõnku ühe sekundi sees, ja temal on kõige laiemad walguse lained. Wioletti walguse wärwil on kõige kitsamad lained ja sellepärast wõngub tema ühe sekundi sees peaaegu weel üks kord rohkem, kui punase walguse kiired.

**Walguse teadus** (Optik) on üks selge ja täielik teadus, mis ennast täitsa matematika põhjuse peale toetab, ja sellepärast saadab ka tema õpetus mitmet wiisi inimese su'ule suurt kasu.

Kuulus Prantslane René Descartes (üttele Defart), oli see esimene mees, kes aru sai, et kõik kehade kujud, mis meie silma paistawad, seal geometria pilta sünnitawad ja kuulus Inglis mees Izaak Newton (üttele Njutn), leidis, et päikese walgus seitsmest wärwist on kokku sünnitud.

Katju wastata! Kudas sünnib wari? Misfuguse seaduse järele jääwad edasijooksjad walguse kiired tuhkimaks? Mitu penikoormat jõuab walgus ühe sekundi sees edasi, ja kes andis kõige esite selle üle otjust? Mill wiisil ja kus koha peal saawad walguse kiired murtud? Misfugused klaasid teewad keha kujud suuremaks ja misfugused vähemaks? Mis tähendab tule-punkt, mis walguse keskpunkt, mis telg, ja kus kohal on nende seisupaik? Misfugune wähe on Keppleri ja Galilei pikksilma wahel? Misfuguse nägemisele on õoneid, ja misfugusele kõrgeid brillisid waja? Kudawiisi sünniwad kujud meie filmis, ja kes ütleb meile, mis kujud need on, keda meie filmad näewad?

## Neljas jagu.

### Soojuselt.

§ 74. Oma ihu närwide abiga tunneme meie igat keha, mis meie külge puutub, ehk jälle iga ruumi paika, nõnda: wäljas, tuas, wee peal, talwel ja suwel, et üks külm, teine wilu, kolmas soe ja neljas palaw on. Niisfugusest tundmisest saame meie siis aru, et soojus loomuse sees igal pool isefuguse mõeduga wälja jagatud on. Kui kats (niisfugust) keha teineteise külge pannakse, kellest esimene palaw ja teine külm on, siis jääb palaw keha pea natuke jahedamaks, ja külm keha jälle sedamööda soojemaks, seni kui nad oma soojuse aruga peaaegu ühesfuguseks on saanud, sest saame meie siis jälle aru, et soojusel see omadus on, jahedaid kehasid soojemaks teha ja ennast ise sellel läbi ära jahutada.



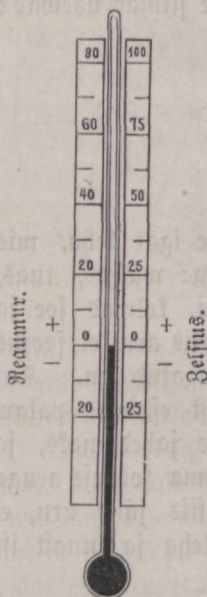
Mitte üksi ihu tundmisele ei awalda ennast see ehk palaw oma suurema ehk wähema mõedu järele, waid temal on ka see omadus, et enamiste kõik lehad, mis ta soojaks ehk palawaks on teinud, need weniwad ka ifka natuke pikemaks ja laiemaks, nõnda: raud, wass, hõbe, kiwi, klaas; ehk ka jälle lehad, mis külmalt kõwad ja aprad on, saawad sooja läbi pehmeiks ja sitkeks ja suure palawuse läbi saawad nad koguni wedelaks ja wiimati muudawad ennast auruks.

Mis nüüd see soojus ise on, ja kudawiisi temal wõimalik kõik teised tema ligidal seisjad külmemad lehad soojemaks teha, selle üle annawad loomuse uuriad uuemal ajal niisugust seletust: Soojus on (iga) leha kõige peenema jagude kiire liikumine, kellel see omadus, iga külmeima leha sisse tungida ja oma elawa soojuse jõuust neile jagusid jagada, et ka nemad soojemaks wõiwad saada; ja mill mõedul külmad lehad soojemaks saawad, sellamal mõedul jääb soojuse-andja ise jahedamaks.

Ehk meie nüüd küll oma ihuga ära tunneme, et üks asi soojem on kui teine, on siiski see tundmine koguni puudulik, sest tema on kord ärksam, kord jälle tuhmin, ja ei wõi meile sugugi selget otjast igakord ilma ehk lehade soojuse üle anda. Sellepärast on siis lehade wäljawenimine, mis soojuse läbi sünnib, mitmet wiisi püütud niisuguse soojuse mõeduts teha, kelle abiga meie igakord wõiks täielikult aru saada, kui palju kraadi (ehk astet) üks leha soojem on kui teine.

Neist mitmesugustest soojuse mõetudest saab üks nimega **Thermometer** (ehk kraadi-klaas) igal pool kõige rohkemalt pruugitud. Pilt Nr. 95 näitab meile niisugust kraadi-klaasi, ja tema saab nõnda walmistud: Ühesuguse jämedusega klaasist toru saab alt otjast natukene laiemaks kuuli näuliseks ümmarikuks tule-lambi peal puhutud; siis walatakse selle klaasi sisse nii palju elawat-hõbedat, kui waja, ja sulatakse ülemine toru ots nõnda kinni, et mitte õhku selle toru sisse ei pea jääma. Selle järele pandakse alumine toru ots, kus sees elaw hõbe seisab, jäctükidega ühendud külma wee sisse, mis just null kraad soe on; tehakse siis sinna kohta toru peale märk, kus elaw hõbe selle külma wee ja jõe sees seisma jääb. Pärast jälle pannakse see klaas-toru keewa wee auru sisse püsti, siis tõuseb ehk wenib elaw

Pilt 95.



hõbe selle palawa auru sees hooips kõrgemale ja jääb ka seal wiimati ühe koha peale toru sees seisma; sinna tehakse jälle märk. Siis jautakse nende mõlema märgi wahel 80 ehk ka 100 ühesuuruse jakk. Alumise märgi kohta tehakse null ja loetakse sealt ülemale poole, seni kui kõrgema märgi kohta 80 ehk 100 kraadi, ja need kraadid tähendawad sooja; allapoole nulli jagatakse ka jälle nõnda sama edasi 1, 2, 3 . . . 10 . . . 20 . . . 30 ja need tähendawad külma kraadisid. Kõik niisugused kraadi-klaasid, kus külmetamise ja keemise punktide wahel 100 ühesuurusesse jaku on jagatud, nimetatakse Zelsiuse, ja neid pruugitakse kõigesuguse loomuse uurimise juures, kus igakordse soojuse üle täielikku teadust waja on. Prantsuse maal on igas kohas ja igasuguse soojuse mõetmise juures Zelsiuse kraadi-klaasid leida. Teised kraadi-klaasid jälle, kus külmetamise ja keemise punkti wahel 80 ühesuuruse jaku on jagatud, nimetatakse Reaumuri (ütles Reomür), neid pruugitakse enamiste Saksamaal ja ka siin Läänemaa kubermangudes. Veel mitmed teistsugused soojuse mõedud on metallidest tehtud, mis ka oma suurema ehk wähema wäljawanemise läbi soojuse kraadisid näitawad.

§ 75. **Rehade wäljawanemisest.** Meil on ju teada, et enamiste kõik kindlad kehad ja nimelt metallid sooja läbi wälja wenitud saawad; sellepärast saawad ka raud-tee rauast sillad, rööpad ja raua- ja wase-plekkist katused nõnda tehtud, et nende üksiku jagude wahel ikka natukene niisugust ruumi jääb, mis iga jagu oma suuruse kohta ilm wastupanemata wäljawanemiseks laheb.

§ 76. **Järele katsumine.** Wõta tükk waha, teine seepi ja kolmas tina, pane neid raud kulbi sisse tule peale, siis hakkab esite seep, pärast waha ja wiimaks tina sulama ja saawad sedawiisi kõik wedelaks.

**Seletus.** Soojuse läbi saawad kindlad kehad sagedasti wedelaks ja ka aurujarnatjeks muudetud. Niisugune soojuse suurus, mis ühe keha wedelaks muuta jõuab, nimetatakse keha sulamise soojus.

Alumised numbrid näitawad siin Reomüri Thermomeetri järele, millal mitmesugused kehad soojuse ehk ka külma kraadide järele ennast wedelaks muudawad. Märgid — numrite ette on pandud, tähendawad külma kraadisid ja ristid + jälle sooja kraadisid.

Glau hõbe sulab	— 31° Reaumuri	=	— 38 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> ° Zelsiuse
Piim	— 8°	—	10°
Marja wiin	— 4°	—	5°
Seep	+ 25°	=	+ 31 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> °



Waha	fulab +	52—56°	Reaumur =	?	Zelsius.
Weewel	" +	83°	" =	?	"
Sea-tina	" +	182°	" =	+ 227½°	"
Zink	" +	280°	" =	+ ?	"
Walge wass	" +	740°	" =	+ ?	"
Höbe	" +	800°	" =	+ ?	"
Bunane wass	" +	880°	" =	+ ?	"
Walatud raud	" +	880°—960°	" =	+ ?	"
Kuld	" +	1000°	" =	+ ?	"
Teras	" +	1080°—1120°	" =	+ ?	"
Tautud raud	" +	1200°—1280°	" =	+ ?	"

Rehkenda nüüd ise ja kirjuta nende siin Reomüri kraadi-klaasi järele ülesse tähendud kehade sulamise soojuse kraadide taha, kui palju kraadi nad Zelsiuse Thermomeetri järele tähendawad.

§ 77. \* Järele katsumine. Täida suur walge klaasist pudel poolest saadik weega, pane tema sisse Zelsiuse kraadi-klaas ja forgi teda hästi kinni; siis pane see pudel niisuguse külme wee sisse, kus hull jäätükkisid sees on; selleläbi saab ka wesi pudeli sees külmemaks ja kui ta 4 kraadi weel soe on, siis näed sa, et ta pudeli sees natukene alamale on wajunud, see tähendab: ta on külma läbi tihedamaks saanud. Lasjed sa seda pudelit weel jäätükkide wahel natuke seista, siis näitab kraadi-klaas 3 ehk ka 2 kraadi sooja ja wesi hakkab pudeli sees jälle kõrgemale tõusma.

**Seadus.** Kui wesi 4 kraadi soe on, siis on tema wedelus kõige tihedam (raskem).

**Wee külmemisest.** Kui sügise õhk ikka päew päewalt wilumaks läheb, siis läheb ka temaga ühes weepind jahedamaks. Need jahedamad wee-jaud on natukene raskemad, kui see wesi, mis järwe ehk tiigi põhjas seisab, sellepärast wajuwad nemad weepinna pealt alamale, ja põhjast tõusewad jälle soojemad ja kergemad wee-jaud ülesse weepinnale. Sedawiisi wajuwad ja tõusewad wee-jaud; jääwad ikka kord korralt jahedamaks, seni kui nemad weel 4 kraadi soojad on; siis on nende jaud kõige tihedamad (ehk raskemad). Jääb weepinna peal wesi weel jahedamaks kui 4 kraadi, siis ei wõi tema mitte enam allapoole wajuda; sellepärast, et ta jälle kergemaks jääb, laiemale paisub, ja hakkab siis, kui ta ju 0 kraad on jahedaks saanud, kinni külmema.

Sga jae-kord, mis wee peale külmab, kaitseb selle eest, et wesi tema all mitte nii kergeste külma läbi kõik jääks ei saa muudetud, ja

on siis talwel ifka see wesi, mis meie sügawast järwe ehk jõe põhjast nõuga ülesse tõstame, ligikord 4 kraadi soe. Sää ise on rohkest 9 protsenti kergem kui wesi, see tähendab, ta on  $\frac{9}{100}$  rohkem wälja weninud kui wesi, sellepärast ojub tema wee peal.

Saab wast= ehk raud-nõu, mis weega täidetud, ja kelle peal nii kindel kaas seisab, et tema seda wett, mis külma läbi wälja paisub, mitte nõu sees ei lasse wälja jooksta, siis on weel, mis külma läbi nõu sees jääks saab ja sellepärast ennast wälja wenitab, nõnda suur jõud, et ta selle kindla raud= ehk wast-nõu lõhki ajab.

§ 78. **Tuule algusest ehk õhu woolamisest.** Järele katsumine. Võta üks leht õige peenikest paberit ja pane teda lapiti ärksa põleja tule (elu tule) peale, ehk ühe niisuguse ahju suu ette, kelle sees tuli elujaste põleb, — ja näed, et tuule õhk seda paberi=lehete järsku ülesse poole tõstab.

Ehk võta soojas tuas küünal kätte, tee üks lahti ja tõsta küünal lahtise ukse kohta ülesse poole, ja näed, et soe tua õhk küünla tuld wälja poole surub. Paned ja sellesama küünla lahtise ukse kohta paranda peale, siis näed ja jälle, et külm wäline õhk küünla tuld tua poole sisse surub. Kui ja aga küünla kesk ukse kõrguse kohal hoiad, siis põleb tema rahuliste.

**Seadus.** Soe õhk tõuseb ülesse poole, külm õhk wajub alla poole.

Nõnda kudas sooja tua ja wälise külma õhu wahel woolamised sünniwad, nõndasama sünniwad õhu=woolamised ehk tuuled loomuse sees. Külma põhja=maa raske õhk woolab lõune=maa poole, ja lõune=maa soe kerge õhk woolab jälle põhja maa poole. Võrawad ja käänavad jälle ennast kord õhta, kord hommiku maa poole, ja sedawiisi puhub meile siis tuul, kord ühelt, kord teiselt poolt.

§ 79. **Wälja auramine, keemine, puhastamine (= Destillation).** Järele katsumine. Kalla ühepalju wett kahe nõu sisse, üks olgu lai taldrif, teine kitsa kaelaga pudel; lasse mõlemad sooja koha peal 24 tundi lahti seista, waata siis järele, — ja leiad, et ühe nõu sees on rohkem wett wälja auranud kui teise sees.

Järele katsumine. Kalla jälle kahe ühesuguse nõu (klaasi) sisse ühepalju wett, pane üks keldri ehk sügawa koopa sisse ja teine sooja ahju peale, lasse need mõlemad 24 tundi rahul seista, waata siis järele, — ja näed, et ühe nõu sees on rohkem wett wälja auranud kui teise sees.

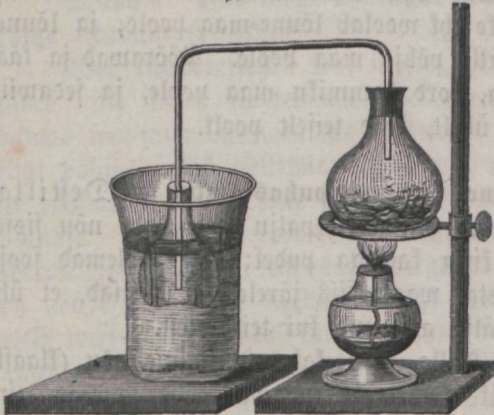


**Seletus.** Wesi ja kõik teised wedelad kehavad aurawad enamiste igal pool ja igasuguse soojuse kraadide suuruse järele isesuguse mõeduga wälja, see tähendab: nad muudawad ennast soojuse läbi õhusarnasteks kehadeks, ja niisugune muutmine sünnib ikka wedela kehade pinna peal.

**Keemine.** Järele katsumine. Pane pada ehk katal täis wett ärkja tule peale, ja näed pea, et õhu=põiekesed ehk pullikesed weepinna peale tõusewad ja seal ära kaowad; need olid niisugused õhu jaud, mis wee sees on, ja soojuse läbi laiemale paisusid, ülesse weepinna peale tõusid ja seal wälja õhu sisse astusid. Pea tõusewad weel suuremad põied ülesse poole, need ei jõua mitte täitsa weepinnale, waid lahkuwad ju enne wee sees ära, kui nad weepinnale on jõudnud; need on jälle wee=auru põied, mis sellepärast mitte weepinnale ei jaksu tõusta, et keft katla sees wesi natukene külmem on, kui katla põhjas, siis saawad selle külmema wee läbi niisugused põhjast tõusnud soojad wee=auru põied külmemaks tehtud ja sellepärast wajuwad nad lõhki, enne kui nad weepinnale oleks jõudnud; ja kuuled siis üht kiunujat healt, mis jälle selleläbi sünnib, et wesi järsku niisuguse õõne ruumi sisse lööb, kus need õõned wee=auru põied lõhki läksid. Wiimate hakkab wesi täitsa keema, ja tema palawus on siis 80 kraadi Keomüri ehk 100 kraadi Zellsiuse kraadi-klaasi järele.

**Seletus.** Keemise läbi tõusewad ühtepuhku wee=auru põiekesed kõrgemale õhu sisse, ja keeja wesi ei wõi, kui tema pind mitte kindla kaane läbi ei ole katetud, palawamaks, kui 80 kraadi R. (Keomüri) saada; sellepärast, et kõik wee=

Pilt 96.



jaud, mis tuli on palawamaks teinud, katla seeft kiireste wälja aurawad.

**Wee puhastamisest** (=Destillation). Järele katsumine. Täida keede-pudel\*) (=Kochflasche) poolest saadik weega ja pane tema põhja alla lamp põlema. Suru selle pudelile kindel kork peale, tee korgist wäikene auk läbi ja suru selle august kõwer klaas=toru ots pudeli

\*) Keede-pudel on niisugune pudel, mis tule peal siis mitte katki ei lähe, kui temal wesi sees on.

sisje, nõnda kudas pilt Nr. 96 siin seda näitab. Teine toru ots pane ühe teise tühja klaasi sisje, mis jälle ise niisuguse nõu ehk klaas-purgi sees seisab, kus rohkem kui pool nõud külma weega täidetud on. Kui wesi keede-pudeli sees keema hakkab, siis tõuseb wee-aur sellest pudelist kõwera klaasi toru sisje, läheb seda toru mööda edasi, seni kui teise tühja klaasi sisje, mis külma wee nõu sees seisab. Külma wee läbi saab see wee-aur klaas-toru sees jälle wee-pisarateks kokku surutud ja siis tilguwad need weepisarad klaasi sisje.

**Seletus.** Kui wesi soojuse läbi auruks saab muudetud, ja aurust jälle tagasi weeks tilgub, siis on ta ennast kõigist niisugustest kindla keha jagudest, mis tema sees enne ojusid, puhastanud ja meie nime-tame teda puhastud wesi (= destillirtes Wasser). Peaaegu nõnda-jama wiisi saab piiritus ja ka weel palju teisi wedelaid kehasid puhastud.

### Udu, pilwed, wihm, lumi, kaste, härm ja rahe.

**Udu ja pilwed.** Tärele katsumine. Kalla jälle keede-pudeli sisje wett ja pane tema põhja alla lamp niisuguse koha peale põlema, kus kauniste wilu on; kui wesi pudeli sees keema hakkab, siis tõuseb tema seest wee-aur ülesse ja sa näed, et see aur nõnda tihedaks läheb, et temast mitte enam selgeste ei wõi läbi näha.

**Seletus.** Nõnda kudas keeja wee seest wee-aur ülespoole tõuseb, nõnda tõuseb weepiina pealt soojuse läbi ühtepuhku wee-aur ülesse, aga kui ja sügise näeme meie õhta ajal, kui ilm on wiluks jäänud ja wesi soojem on kui õhk, kudas jõgedest, järwedest ja niiske heinamaade pealt aur ülesse poole tõuseb. Selle külmema õhu pärast saab siis wee-aur tihedamaks muudetud (kokku surutud). Niisugune wee-aur nimetasse udu. — Tõuseb nüüd niisugune udu kõrgesse õhu sisje, siis sünnitab tema seal pilwi, mis kord tihedamad, kord jälle harwemad on.

Reisijad, kes kõrges mägede otsas udu sees edasi astuwad, ei näe muud midagi, kui paljalt udu; sedasama udu näewad aga need, kes alt orust mäe peale waatawad, pilwe olemat.

**Wihm ja lumi.** Kui kõrge pilwede sees udu külma läbi weel rohkem tihedamaks läheb ja enese wäiksid jagusid ikka rohkem ühendab, siis sünniwad neist ühendud udu-jagudest pea wee-pisarad, mis ju nii raskeks lähewad, et neid õhk mitte enam kanda ei wõi, waid peawad allapoole wajuma. Nõnda allapoole wajudes ühendawad weel ikka uued udu-jagused ennast niisuguste wee-pisaratega, ja seda-wiisi hakkab siis wihm sadama.

Külm tuul, mis kõrges sagedaste niisuguse udu-pilwede wastu puhub, sunnib oma külma õhu läbi, et udu tihedamaks peab minema



ja muudab jedawiisi udu-pilwed wiimasadaja pilwedeks. Nänk wiimasadu ja müristamine sünnib siis, kui soe õhk wäga rohkeste weeauruga täidetud on, ja korraga raske külma tuul niisuguse sooja weeauru (ehk udu) külmaks puhub; siis saab rutuste kõik see weeaur wiima-pisarateks muudetud ja hakkab sellepärast järsku wiim kangeste sadama. Kui nüüd jälle udu-pilwed niisuguse külma õhu sisse jõuawad, mis wett külmetama sünnib, siis peab ka see weeaur külmetama, ja selle külmetamise läbi sünnib siis lumi.

**Raste ja härm.** Järele katsumine. Wõta wäike klaas-purk ehk õlle-klaas, kuiwata teda wäljaspoolt heaste kuiwaks, kalla tema sisse külma wett, ehk täida talwe ajal teda lume, wee ja jäega, pane siis see klaas soojas tuas laua pääle. Kõik need õhu-jaud, mis selle klaasi ligidel õljuwad, saawad tema läbi natukene jahedamaks tehtud; ja see weeaur, mis nendega ühes õljus, jääb tihedamaks ja heidab ennast selle külma klaasi peale, mis seal ennast wee-pisarateks muudawad.

**Seletus.** Sooja ilmaga on päewa ajal õhk rohkeste weeauruga täidetud. Kui nüüd õhtune ilm külmemaks läheb, siis jääwad kõige ennem maa rohi ja puu lehed külmemaks ja sellepärast heidab see weeaur, mis maapinna ligidal õhu sees õljub, ka nende peale ja sünnitab seal wee-pisarad, keda meie kasteks nimetame. Raste sünnib selle järele just nõndasama, kui külma wee-klaasi peale soojas tuas wee-pisarad tekiwad, ehk kui külma ilmaga soojas tuas aknad weepiiskadega katetud saawad.

Kui aga õhtase kaste järele õõsi ilm nõnda külmaks läheb, et tema wett ju jääks muutma tahab hakata, siis külmemad need wee-pisarad maa rohu ja puu lehtede peal lumiseks jääks, ja meie nimetame niisugust loomuse awaldust härmaks.

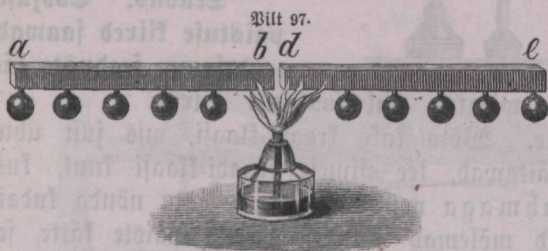
**Rahe,** mis juwe palawal ajal sagedaste müristamisega sajab, ei ole wististi muud, kui külma läbi ära külmetanud wiima piisad. Mill wiisil aga niisugune järsk külmetame kõrges õhu sees sünnib, see ei ole weel mitte täieste teada. Rahe sajab enamiste maakuuli kelmiste wööde kohal, palawa ja külma maa-wööde kohal harwaste.

§ 80. **Soojuse sünnimisest.** Järele katsumine. Kui meie kaks puutükki üksteise wastu õerume, siis lähewad nemad kord korralt soojemaks; see sünnib sellel läbi, et õerumine mõlema puutüki jaud kärmeste wõnkuma sünnib. Uherdid, kellega kärmeste aukusid puuritakse, ehk saed, kellega kärmeste saetakse, lähewad pea palawaks. Kui külma raud alasi peal kärmeste tautud saab, siis läheb ta ruttu palawaks ja wiimate koguni tuliseks. Kui pööra peal kuiwalt raud-ehk teras-asi tugewaste surutakse ja pööra ratas rutuste ümber pööratakse

fiis saavad väikesed raua ehk terase jaukesed tulijeks ja kargavad jädemete näul igale poole laiali.

**Seadus.** Soojus sünnib õerumise, surumise, lükkamise ja põlemise läbi.

**Soojuse edasi jõudmine ja paistmine.** Närele katsumine. Võta üks puust õhukese lati sarnane tükk ja



teine rauast, mõlemad ühepikkused ja laiused, nõnda kudas pilt Nr. 97 siin ab ja de läbi näitab. Pane mõlemate külge ühekaugusel üks teisest eemale 5 waha=kuuli, fiis süüta lamp nõnda põlema, et ta mõlema lati

otsale ühtwiisi palawust annab. Sa näed, et need waha=kuulid raudlati küljes ennemine ja rutemine sulawad kui puu-lati küljes.

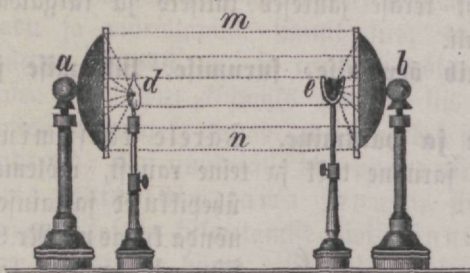
**Seletus.** Soojuse edasi jõudmine kindla keha sees sünnib wõnkumise (lainete) läbi. Raua ja kõige teiste metallide sees wõnguwad soojuse lained ruttu edasi, aga puu ja mitme teise kindla keha sees ei jõua soojuse wõngud mitte kärmeste edasi, sellepärast fiis ka sünnib, et puu-lati küljes waha=kuulikesed weel paigal seisawad, kui teised raud-lati küljes ju sulama on hakanud.

Kõik kehad saavad jautud: karme wõi hea soojuse edasi saatjaks, nõnda: raud, wask, hõbe ja kõik teised metallid; pikkamööda ehk halwa soojuse edasi saatjaks, nõnda: puu, süsi, tuhk, muld, willad, kasukad, õled ja wäga palju teisi. Sellepärast on fiis keetmise ja kütmise juures metallist nõud ifka need, kelle läbi soojus kõige rutemine edasi jõuab. Talwe kanname meie willasid riideid ja kasukaid sellepärast, et nemad seda sooja, mis meie keha annab, mitte ruttu ei lase eemale jõuda, ja sedawiisi meie keha wälise külma eest kaitsewad. Sedasama wiisi, kui willased riided, mis halwad sooja edasi saatjad, weil talwe sooja ihu ligidalt mitte kergeste ei lase eemale jõuda, sedawiisi ei lase õled, mis ka halwad soojuse edasi saatjad on, noori puud, kelle ümber neid seatakse, ehk jälle kaewude ja pumpade sees, mis nendega kinni katetud on, wett külmeta.

**Soojuse paistus.** Närele katsumine. Sae kaks õonest peegelt a ja b, mis metallist tehtud, ühe laua peale nõnda, et nende tulepunktid d ja e üheförgusel seisawad. Pane fiis põleja küünal peegli a tule-punkti d kohta, ja õone=peegli b tule-punkti e kohta pane niisugusid



Pilt 98.



asju, mis kergeste tuld wõtawad: süsi, tule=tikkusid ehk taela; ja näed, et tule=punkti e juures süed ehk mistaht=jugused teised asjad põlema hakkawad.

**Seadus.** Soojuse paistuse kiired saawad nendefama seaduste jä-

rele murtud ja tagasi wisatud kui walguse kiired.

**Särele katsumine.** Wõta kaks kraadi-klaasi, mis just ühtwiisi soojuse kraadisid näitawad, tee esimese kraadi-klaasi kuul, kus elaw hõbe sees seisab, tahmaga mustaks, teine jäta nõnda kudas ta on, ja pane siis nad mõlemad ühtwiisi päewa paiste kätte, ja näed, et selle kraadi-klaasi sees, kelle kuuli ja mustaks tegid, elaw hõbe kõrgemaks tõuseb, see on rohkem soojuse kraadisid näitab, kui teine kraadi-klaas.

**Seadus.** Mustad ja karedad kehad imewad soojust enam enese sisse, kui walged ehk libedad poleeritud kehad.

### § 81. Auru-masinaad.

**Särele katsumine.** Wõta niisugune rauast ehk wäsest nõu ap, kellel pikk toru näuline kael, nõnda kudas seda pilt Nr. 99

Pilt 99.

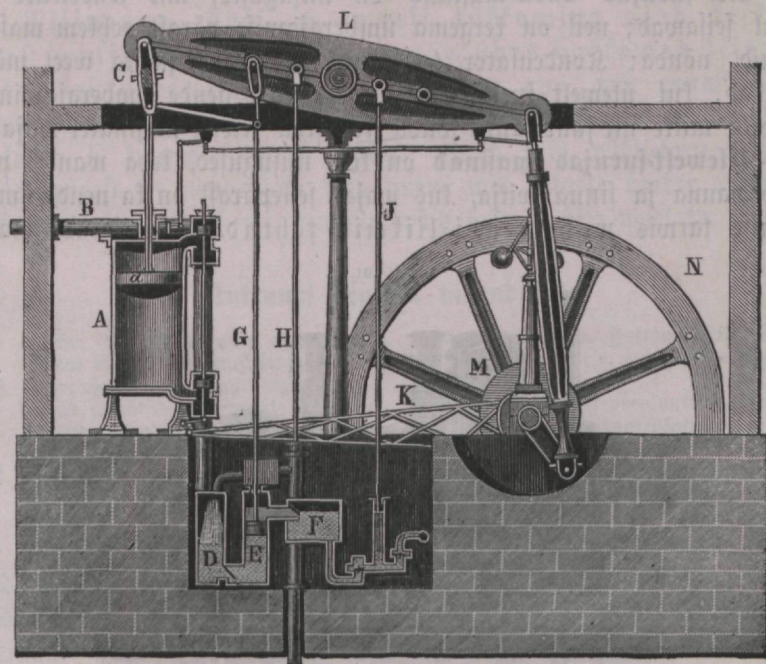


näitab. Täida teda poolest jaadik mn weega ja suru tema kaela sisse raud-warras, kelle otjas kindel punn d on, mis mitte õhku kõrwast mööda ei lasse minna. Pane selle nõu põhi p ärksa tule peale, ja kui wesi tema sees palawaks saab, ja auru sünnitama hakkab, siis jääb see ruum selle nõu sees auru wälja wenimise pärast wäga kitsaks. Sellepärast hakkab aur wägewaste nõu külgede wastu suruma, tõstab warda ab oma punniga ülesse ja tahab nõu seest wälja astuda. Wõtad sa selle nõu tule pealt ära ja lased teda jahedamaks jääda, siis langeb ka see wälja weninud wee-aur kokku, saab jälle weeks ja raud-warras wajub alla poole. Nõnda saab tule läbi wee-aur sünnitud,

mis välja venib ehk ülesse paisub ja sellega siis jõudu ja liikumist avaldab, keda inimese mõistus jälle masina rataste ümberajajaks on sundinud ja sedawiisi tema abiga suured wabrikud tööle pannud.

Esimene auru-masina tegi kuulus Inglis mees Watt (ütke U=ott) 1763<sup>mal</sup> aastal. Üleüldse on auru-masinaid kahefugused. Esimesed

Bilt 100.



A suur auru silinder; a punn, B auru toru, C Parallelogramm, D Kondensator-auru jahutaja, E õhu pump, F wee-nõu, G õhu pumba warras, H külma wee pumba warras, J sooja wee pumba warras, K eksendri-kang, L kaaluja-kang ehk palk, M ümberajaja kang, N pearatas.

on niisugused, keda **alt-surujad** nimetakse, teised jälle, keda **ülewelt-surujad** kutsutakse. Pilt Nr. 100 näitab meile niisugust alt-surujat auru-masinat. Kaaluja palk (ehk kang) L saab tugewa raud-lati läbi, mis suure auru-silindre A sees seisab, ja kelle otsas tugew punn auru jõuugu ülesse ja alla poole surutakse, — liikuma sunnitud. Teine pool kaalu palgi otsas seisab kang M, mis alumise otsaga ühe wända külge aasa ja polbiga kinni pandud on, ja oma ülesse ja allapoole liikumisega wänta ja ratast N ümber ajab. Keewa wee

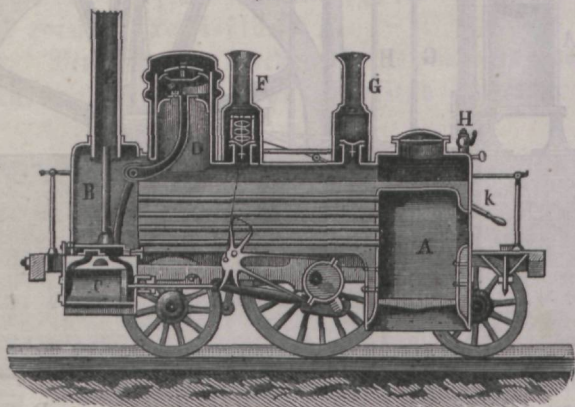


katlast jookseb palaw aur toru B sees esite punni a alla, silindri A sisse ja tõstab punni ülesse, siis kääneb enmast midagi selle alumise augu ette, kus esite keew aur silindri sisse astus, ja nüüd jookseb jälle keew aur ülewelt teisest august punni a peale ja surub teda alla poole. Niisugune punni ülesse tõstmine ja alla surumine sünnitab siis selle liikumise, kelle abiga kõik teised wabriku masina liikmed ka peawad liikuma hakkama.

**Alt-surujad auru-masina**d on niisugused, mis wabrikute sees rahul seisawad; neil on kergema ümberajamise pärast rohkem masinaliikmid, nõnda: Kondensator (= auru jahutaja) ja ka weel mõned pumbad, kui ülewelt-suruja masinatel; aga nende ümberajamine ei tarwita mitte nii suurt auru-jõudu kui seda teistel masinatel waja on.

**Ülewelt-surujad masina**d on kõik niisugused, keda wankri peale võib panna ja sinna wiija, kus waja, sellepärast on ka nende ümberajamise tarwis wähem abi-liikmid tehtud. Aga nende ümber-

Pilt 101.



ajamine nõuab suuremat auru-jõudu kui alt-surujad masina. Siin näitab pilt 101 raud-tee auru-masinat, mis rataste peal seisab just nõnda, kui oleks ta keelkpaigast pikuti lõhki lõigatud, et tema seest-wärki võiks näha. A ja B wahel on suur toru-katel, mis kõige suurema jau ruumi masina liikmetest omale nõuab. A on kütmise koht. Selle suure toru-katla sees on ligi 200 tugewat raud-pleki toru, kelle sisse tule palawus tungib ja kõik seda wett, mis katla sees seisab, rutusti palawaks teeb, ja sedawiisi palju auru sünnitab. See aur kogub siis katlast enmast suure püst-toru D sisse (= Dampdom), ja sealt jookseb ta jälle wäikest toru mööda alla poole suitsu ruumi B seest läbi, kus kohas tema enmast kahte harusse jautub ja sealt möle-

mile poole auru-wankert (= Lokomotive = wabaliikuja) silindri c sisse jõuab, kelle sees kindel punn tugewa raud-lati otsas seisab, ja surub siis selle punni oma raud-latiga edasi. Selle raud-lati teine ots on ühe wända külge seatud, mis keskmiist suurt ratast ümber ajab. Kui nüüd punn ju keewa auru läbi on edasi liukatud, siis läänab ennast ruttu üks raud liist esimese auru augu ette, ja sunnib seda keewa auru teisest august, mis sellesama silindre c sisse, aga ette poole punni, woolab ja sealt jälle punni tagasi lükkab.

Niisugune edasi ja tagasi lükkamine ajab keskmiist ratast waljuste ümber, ja temaga ühes hakkawad siis kõik rattad rutuste edasi weerema. See aur, mis ennast punni wastu on wälja woolanud, tõuseb silindri seest jälle toru mööda ülesse, ja läheb E juures korskast wälja. Need kaks püsti-toru F ja G on sellepärast, et nende läbi seda auru, mis rataste ümber ajamiseks mitte enam tarwis ei ole, rutuste wõib lasta wälja woolata.

### Kultuuri ajalu'u tähendused.

1705 p. Kr. tegi Newkomen (üttele Nju-kömen) esimese õhu-masina.	1807 tegi Robert Fulton (üttele Robä'r Föll'n) esimese auru-laewa Ameerika maal.
1709. Fahrenheit ja Reaumur tegid kraadi-klaasid, ja wõttsid külmetamise ja keemise punktid kraadi-klaasi põhjustähenduseks.	1815 tegi Robert Stephenjon (üttele Stibnsn) esimese auru-wankri-lokomotive Inglise maal.
1763. Watt (üttele Wott) tegi esimese täieliku auru-masina.	1839 tegid Grikson ja Smith esimese kruiga auru-laewa Ameerika maal.

Katju wastata! Kudawiisi lautab soojus ennast laiale? Midawiisi on Reaumuri ja midawiisi Zeltiuse kraadi-klaas tehtud? Mis tähendab soojuse edasi jõudmine, mis soojuse edasi paistmine, ja misjuguft seletusi ja seadusi oled sa nende üle tundma õppinud? Mitu kraadi on wesi siis soe, kui tema oma keha-ruumikohta kõige tihedam (= kõige raskem) on? Kudawiisi sünniwad pilwed? Misjuguft kehad on head ja karmed ja misjuguft jälle halwad soojuse edasi saatjad? Mis läbi sünnib tuul?

**Selektus.** Kui wesi 80 kraadi palaw on ja keema hakkab, siis on sell aurul, millega tema niisuguse katla külgedele peale surub, kellel kindel kaas peal on, just niisama suur surumise jõud, kui õhul, mis iga siin maa peal seisja keha peale surub, nõnda kudas meie seda § 50 juures ju tundma õppisime. Niisugust auru surumise jõudu, mis 80 kraadilise keewal weel on, nimetawad masina tegijad: üks-õhu-surumine. On wesi 97 kraadi Reaumuri kraadi-klaasi järele palaw, siis on tema aurul 2 kord suurem surumise



jõud, ja seda nimetavad nad jälle **kats-õhu-surumine**. On wesi 116° R., siis on temal neli õhu surumist, ja on ta 128° R., siis on tall kuus õhu surumist.

1) Kui nüüd punni wälja-suurus, mis auru masina silindrite sees edasi ja tagasi auru läbi liikatud saab, 1000 □ cm. on, selle keewa auru surumise jõud aga, mis punni peale wajutab, jälle kase õhu surumise jõuga ühesugune on, kui suur on siis see jõud, mis masina ratast ümber ajab?

Wastus.  $13,59 \times 76 \times 2 \times 1000 = 2065680$  grammi ehk 2065,68 killo ehk = 5081,57 R.

2) Ülesanne. Kui punni wälja ruut-suurus 2000 □ cm. ja keewal aurul 4½ õhu surumise jõud on, kui suure jõuga ajab keew aur siis masina ratast ümber?

Wastus.  $13,59 \times 76 \times 4\frac{1}{2} \times 2000 = 9295560$  grammi ehk = 9295,560 killo = 22867 R.

100 killo on = 246 R.

3) Ülesanne. Kui ümmarguse punni pool-mõetja, mis silindri sees auru läbi edasi ja tagasi liikatud saab 60 cm. pikk on, ja tema peale surub keew aur 3½ õhu surumise, kui suur on siis see auru jõud, mis masina ratast ümber ajab?

4) Ülesanne. Kui teada on, et 1000 killo surumise jõuga masina ratas ümber aetud saab, ja keewal aurul on 3 õhu surumist; mitu □ sentimetert peab siis silindri punni wälja-suurus olema?

5) Mitu õhu surumist on siis keewal aurul, kui teada, et punni wälja ruut-suurus 400 □ cm. ja masina ratas 1200 killo raskega ümber weeretud saab?

## Wies jagu.

### Elektri ja magnedi wäest.

#### I. Öerumise elektri wägi.

§ 82. **Elektri-wäe awalduis.** Tärele katsumine a. Wõta klaas-toru, mis soe ja hästi kuuw on, öeru teda ruttu willase riibega, siis näed ja, et öerutud klaas-toru wäikesed paberi tüfid, peenikesed

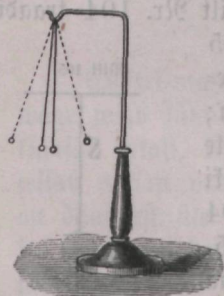
juled ja karwad, mis tema ligidal seisawad, oma külge tõmmab, neid aga jälle kōik lahti lasseb, kui ja oma sõrmega tema külge oled puutunud. Nõnda sama tõmbawad ka oma külge: kirja-lakk, weewel ja perNSTein, kui nad willase riidega õerutud saawad.

**Seletus.** Iga keha, mis willase riidega eht karwase nahaga õerutud saab ja pärast seda õerumist niisugust omadust awaldab, et ta teisi wäiksid kehasid enese külge tõmbab, neid aga siis jälle lahti lasseb, kui tema enese pihta midagi puutub, nimetatakse **elektri-kehaks**. Tõud, mis neid wäiksid ja kergeid kehasid enese külge tõmbab ja enese küljest ära lükkab, nimetatakse: **Sõrumise elektri wägi** (= Reibungs-Elektricität).

**Särele katsumine b.** Wõta jälle soe ja kuuw klaas-toru. õeru teda rutuste ja kõwaste willase riidega eht karwase kassi nahaga pimedas tuas, pane siis oma sõrme ots klaas-toru ligidale, siis kargab kermeste seft klaas-torust üks tuline säde sinu sõrme otsa wastu ja sa tunned, et säde sinu sõrme otsa kaunis waljuste torgib. Sa klaas-toru ise annab woõwori jarnast haisu.

**Seletus.** Niisugune säde, mis pärast klaas-toru õerumist sinu sõrme otsa wastu kargab, nimetatakse: **elektri-säde** (= elektrischer Funke).

**Särele katsumine d.** Pane mitu wäikest paberi tükkifest (wäikese kuuli näul) siidi niidi otsa, nõnda kudas seda pilt Nr. 102 näitab. Olgu klaas-toru ja kirja-laki tükk õerutud ja mõlemad elektri wäega täidetud.

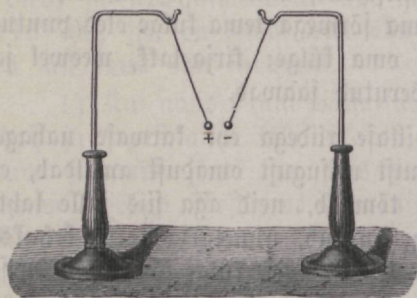


1) Wõta siis esite klaas-toru ja pundu temaga ühe paberi kuulise külge, siis kargab pärast puutumist see paberi kuulifene klaas-torust eemale. Wõtad sa niüid kirja-laki tüki ja paned teda selle paberi kuuli ligidale, siis kargab ta jälle laki külge. 2) Kui need kaks paberi-kuulifest, mis teineteise kõrwas seisawad (pilt Nr. 102), mõlemad klaas-toruga saawad liigutud, siis kargawad nad teineteifest eemale.

3) Särele katsumine. Puutu esite klaas-toruga, mis õerutud on, pahemat kätt paberi kuuli (pilt Nr. 103) ja jälle kirja-laki tükkiga, mis ka õerutud on, paremat kätt paberi kuulifest (pilt Nr. 103), siis tõmbawad mõlewad kuulifeseid, keda siidi-niidi otsa riputud, ennast üksteise külge. Nõndawiisi saawad siis ka need kehad elektri wäe jaulijeks, kelle jees muidu elektri wägi mitte emast ei awalda.



Pilt 103.



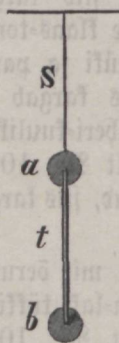
jälle negatiiv — ka ühesugused. Aga positiiv + ja negatiiv — on isefugused elektri wäed.

**Seadus.** Kaks isefuguse elektri wäega keha tõmbawad üksteist ligimale (järele katsumine 3); kaks ühesugust elektri wäega keha lükkawad üksteist eemale (järele katsumine 2).

**Seadus.** Kui kaks elektri wäega keha üksteise wastu õerutud saawad, siis awaldawad nad teine teise kohta isefugust elektri wäe omadust + ja —.

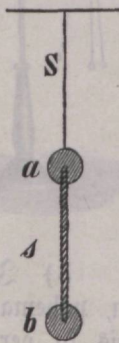
§ 83. Kehad, mis elektri wäge edasi saadawad, ja ka need, mis teda mitte edasi ei saada. Järele katsumine. Võta kaks wäikset paberi kreisi, nõnda kudas a ja b siin kõrwas pildide Nr. 104 ja Nr. 105 seda näitawad. Pane kaks esimest kreisi a ja b pilt Nr. 104 traadi

Pilt 104.



Metalli=traadi t otsa pandud 2 paberi kreisi a ja b.

Pilt 105.



Siidi=nööri otsa s pandud 2 paberi kreisi a ja b.

siidi=nööri s otsa. Siis pane mõlemad siidi=niidi otsa S ja S rippuma; õeru kirja=laki tükki õige tugewaste willase riidega ja puundu selle laki tükkiga esite paberi kreisi b pilt Nr. 104 ja pärast kreisi b pilt Nr. 105. Katju siis järele, kas nende mõlema ülentise paberi kreisidel a ja a elektri wäge on, wõi mitte; ja leiad, et esimesel kreisil a (pilt Nr. 104) elektri wäge on, ja teisel kreisil a (pilt Nr. 105) mitte elektri wäge ei ole. Metallil traat t on elektri wäge edasi saatnud, siidi=nöör s ei ole

**Seletus.** Elektri wägi, mis ennast klaasi sees awal dab, nimetakse **klaasi=elektri wägi**, tähendakse nõnda (E +) ja nimetakse positiiv; teine elektri wägi, mis ennast kirja=laki sees awal dab, tähendakse jälle nõnda (E —) ja nimetakse **negatiiv**. Selle järele on siis positiiv + ja jälle positiiv + **ühesugused elektri wäed**; ja negatiiv — ja

seda mitte teinud. Tärele katsumine sünnib nõnda: ja paned siidi=niidi otsja väikese korgi tüki, kellele ja positiive + ehk negatiive — elektri=wäge oled õerutud klaas=toru ehk kirja=laki puutu=mise läbi annud; tõstad siis seda kuulikest paberi=kreisi a ligidale ja pane tähele, kas neil on seda omadust, teineteist ligimale tõmmata, ehk eemale lükata.

**Seletus.** Kõik kehad, mis elektri=wäge oma pinda mööda ruttu edasi saadavad, nimetakse **head edasi saatjad** (= gute Leiter), ja jälle kõik teised, mis seda mitte ei tee, nimetakse **halwad edasi saatjad** (= schlechte Leiter). Metallid, süed, elaja ja inimese kehad, wesi ja aur on head edasi=saatjad. Klaas, wäik, siid ja kuu õhk on halwad elektri wäe edasi saatjad.

Tärele katsumine. Puutu elektri=wäega metalli=kuuli, mis klaas=jala peal seisab, ja nõndasama ka üht kirja=laki tükki, ja leiad, et metallist kuul igas kohas elektri=wäge awaldab, ja kui ja oma sõrmega teda oled puutunud, siis on korraga elektri=wägi, mis tema sees oli, kadunud. Kirja=laki tükk awaldab paljalt seal kohal elektri=wäge, kus kohal teda elektri=wäega puuduti.

**Seletus.** Head elektri=wäe edasisaatjad kehad wõtawad elektri=wäge igal pool oma pinna peal wäsu, ja kautawad ka teda igal pool oma pinna peal ära, kus neid puututakse. Halwad edasisaatjad, wõtawad teda wästu ja kautawad teda ära ühel ja sellesamal puutumise kohal.

## § 84. Elektri=masin.

Elektri=masin on nõnda kokku seatud, et temaga kergeste elektri=wäge wõib sünnitada. Waata pilt Nr. 106; a tähendab üht suurt klaasist ratast, keda wända wga kergeste wõib ümber ajada; b juures seisab nahast padi, mis tina=, zinki ja elawa hõbeda ühendud jagudest on õhufesest üle katetud; selle padja wästu õerub ennast klaas=ratas a, kui teda wändaga kärmeste ümber keerutakse. Sealt padja juurest läheb jälle ahel maapinna peale, kellest pengi all k juures tükk näha on. Mõlemil pool wänta ja klaas=ratta teljega ühefõrgusel seisawad klaas=jalgade ee peal kaks õõnest metalli toru dd (silindert), mis pahemat kätt jälle ühe ümmarguse metalli=poldi nga ühendud on; neid nimetakse konduktor ehk elektri=wäe wedajad. Nemad saawad positiive + elektri=wäge selle õerutud klaas=ratta a käest kahe kõwera metalli kongi mm läbi, mis klaas=ratta ligidal seisawad.

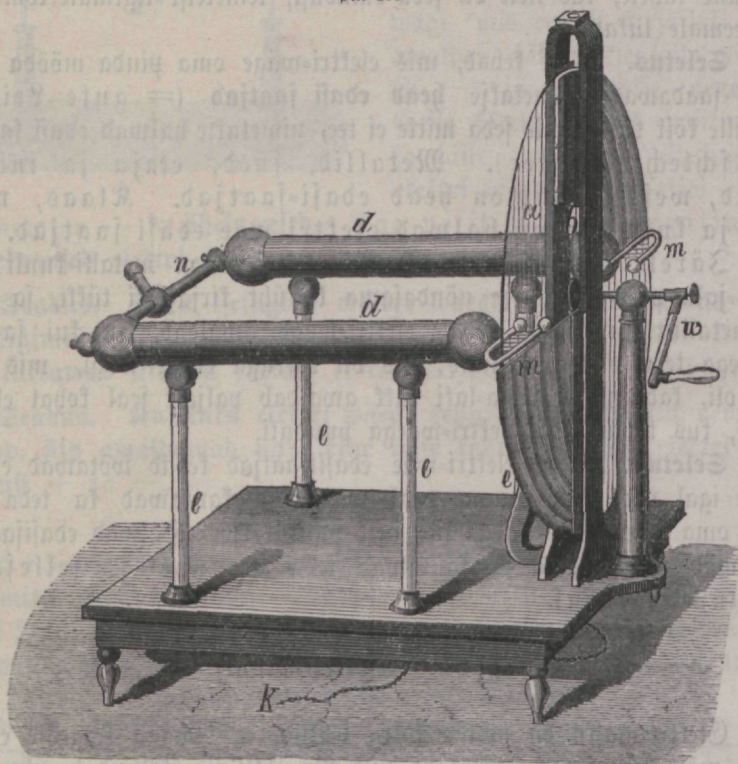
Weel mitmet teisi wiisi saawad elektri masinad kokku seatud.



### Zärele katsumised elektri masinaga.

1. Kääna elektri masina klaas-ratast kärmeste ümber — elektri-wägi ei awalda ennast mitte. Pane üks ahela ots naht padja külge,

Bilt 106.



kelle wastu klaas-ratas ennast tõrjub, ja teine ahela ots jälle maapinna peale; kääna siis wändaga klaas-ratast kärmeste ümber, — ja leiad kohe, et elektri-wägi konduktori sisse on kogunud.

2) Leiad ja, et konduktori (= ehk metalli silindri) sees + elektri wägi on; wõta siis ahelad padja pealt ära ja pane tema üks ots silindri (konduktori) ja teine ots maapinna peale, katju siis jälle elektri-wäge järele — ja leiad, et ta negatiiv — on.

3) Suuremad elektri sädemed, mis konduktor annab, ei karga mitte otse joont edasi, waid risti ja põigeti.

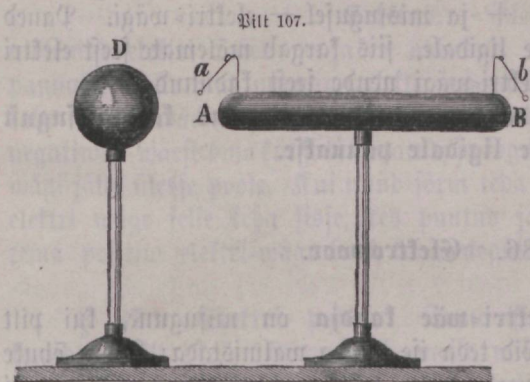
4) Kui ja pimedas tuas konduktori peale metallist (rauast ehk wäsest ehk muust teisest) ühe wäikese poldi paned ja teise käega ruttu

wändaga klaas-ratast ümber keerutab, siis näed sa suure hulga violetti karwa walguse kiiresid sest metalli poldist wälja jooksmata.

5) Kui wäike poisike niisuguse pengi peal istub, kellel klaas-jalad on, ja sa annad tema kätte ühe elektri wadaja keha, mis jälle oma teise otsaga konduktori peal seisab; pane siis oma sõrme ots selle poisikese nina ehk lõua otsa ligidale, koha kargab sealt elektri säde sinu sõrme otsa wastu ja tema juuksed tõusewad kõik püsti.

### § 85. Elektri-wäe jautamisest.

Järele katsumine. Poleeritud metalli-silindri AB mõlema otsa peal seisawad wäikesed traadid püsti, nende küljes jälle peenikesed



D konduktor ehk elektri wäega täidetud kuul,  
AB metallist silinder.

linase niidi otsas holundri puu südamest tehtud kuulikesed, ja silinder ise seisab klaas-jala peal, nõnda kudas seda pilt Nr. 107 näitab. Pane nüüd konduktor D, kellele sa elektri wäge öerutud klaasi läbi oled annud, selle silindri AB ligidale; mõlemad kuulikesed saawad silindrist eemale lükatud. Tõstad sa konduktori silindrist eemale, siis langewad need kuulikesed jälle oma endise koha peale tagasi. Pane weel üks kord konduktor D silindri ligidale ja waata siis järele, misugune elektri-wägi silindri mõlemal otjal (A ja B eel) on. Kui konduktoril (D + E) positive elektri-wägi oli, siis näitab silindri A ots — E negative ja B ots positive elektri wäge.

**Seletus.** Iga kehal loomuse sees on ikka wähem ehk rohkem jagu neist mõlemist elektri + — wäest, ehk nemad küll sugugi muidu elektri-wäge ei awalda, ja sellepärast neid ilma elektri-wäeta nimetakse. Kui nüüd aga ühe niisuguse ilma elektri-wäeta keha ligidale üks elektri-wäega keha pannakse, kellel positive + elektri-wäge on, siis kaub tema sees endine elektri-wäe ühesugune olek ära, ja ühesugused elektri-wäe awaldused lükkawad teineteist eemale, isesugused tõmbawad jälle üksteist ligidamale. Sellepärast öeldakse: kehadel olla ka jautamise läbi elektri omadus. Kui sa konduktori D



ära wõtad, siis on ka selle metalli silindri AB sees elektriwägi kadunud.

**Seadus.** Igasugusel elektriwäel on niisugune omadus, et tema oma ligidal seisjaid kehaid otse kui sunnib, isesuguse elektriwäega enmast awaldama, nõnda et: kui temal omal positiive elektriwäge on, siis awaldawad teised tema ligidal seisjad kehad negatiive elektriwäge.

**Järele katsumine.** Pane kaks metalli kuuli, mis klaas-jalgade peal seisawad, nõnda teineteise juurde, et nad üksteise külge puuduwad. Wõta siis üks keha, kellel positiive elektriwäge on ja pane teda mõlema kuuli ligidale. Need kuulid jautawad üksteisega positiive ja negatiive elektriwäge. Tõsta nüüd need kuulid üksteisest eemale ja katju järele, misjugusel kuulil on + ja misjugusel — elektriwägi. Paned ja jälle need kuulid üksteise ligidale, siis kargab mõlemate sees elektrijäde wälja ja sellega on elektriwägi nende sees kadunud.

**Seadus.** Elektrijäde sünnib ikka seal, kus kaks isesugust elektriwäega keha üksteise ligidale pannakse.

## § 86. Elektrowoor.

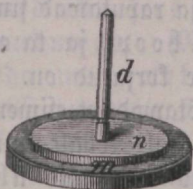
**Elektrowoor** ehk elektriwäe kandja on niisugune, kui pilt Nr. 108 seda näitab, ja wõid teda ise nõnda walmistada: Wõta õhuke kard-plekk ja kirjuta tema peale kreis, kelle pool-mõetja 8 ehk 9 tolli pikk on. Tõika tema ääred sedawiisi ära, et sulle plekist täis-kreis järele jääb, ja kääna siis selle kreisi äär, mis  $\frac{2}{3}$  tolli kõrge wõib olla, ülesse poole, nõnda, et tema wäikese praepanniga ühenäuline näitab olewat. Siis wõta jälle  $1\frac{1}{2}$  jagu waiku,  $\frac{1}{4}$  jagu pigi, natukene waha, weidi shellakki ja ka weidi terpentini õli; sulata neid tule peal wedelaks ja kalla seda wedelat waigu-pudru oma kard-panni sisse, kui tema seal sees külmaks läheb ja kõwaks jääb, siis nimetake teda waigu-koogiks.

Niisugust sulatamist pead ja wäljas, hoonetes eemal tegema, sellepärast, et waik ja terpentini õli väga kergeste põlema wõiwad minna ja siis wõiks kahju sündida.

Selle waigu-koogi peale tee kard-plekist kaas, n, mis natuke wäiksem kui alumine plekk m on. Et ja aga seda plekist kaant n wõid koogi pealt ülesse tõsta ja jälle tema peale panna, pead ja tema külge ühe klaasist pulga d, nõnda kudas pilt Nr. 108 sünnib näitab, panema, ehk ka kolm siidist nõõri tema külge köitma, kelle abiga kergeste kaant wõib ülesse tõsta ja maha panna.

Järele katjumine. Võta üks jee kassi nahk ehk rebase jaba ja õeru temaga waigu-koogi kammis kärmeste, siis saab koogi pind negatiwe elektri-wäe jauliseks. Pane tema peale kaas ja tõsta teda jälle ära, — kaas ei awalda mitte elektri-wäge. Pane meeste kaas koogi peale ja pundu siis jeda kaant oma sõrmega, — kaanest kargab kobe üks elektri säde sinu sõrme wastu. Tõsta kaas jälle koogi pealt ära ja pundu meeste teda oma sõrmega, — jälle kargab säde sinu sõrme wastu. Nõnda wõid ja mitu korda teha. Elektrowoor awaldab jedawiisi mitu nädalat edasi oma elektri-wäge.

Pilt 108.



Elektrowoor.

**Selektus.** Elektrowoori kaane sees on mõlemad elektri-wäed + ja — ühendud. Kui nüüd kaas koogi peale pannakse, kelle pind negatiwe elektri-wäega täidetud on, siis sünnib nende kabe elektri wäe wahel jautamine. Kaane positiw elektri-wägi saab negatiwest wäest oma külge tõmmatud, ja kogub ennast alla poole, ja negatiw wägi jälle ülesse poole. Kui nüüd sõrm teda puudub, siis woolab negatiw elektri wäge selle keha sisse, kes puutus ja sealt jälle maapinnale, ja tema positiw elektri-wägi saab koogi negatiwe elektri-wäest kinni peetud.

§ 87. **Elektri pudel.** Tema sisse wõib hulk elektri-wäge koguda; pilt Nr. 109 näitab meile niisugust pudelit. Jeda ja jälle ise nõnda wõid teha: Võta purgi näuline pudel, klišterda wäljas-poolt ja seespoolt  $\frac{2}{3}$  tema kõrgusest stanioli- ehk hõbe paberiga; pudeli ülemist jagu kata jälle sulatud kirjalatiga. Tee tema peale kuiwast puust kindel punn ja punnist läbi pane niisugune traat, mis mitmes harus pudeli põhja lähewad, ülewel pool aga ennast üheks traadiks ühendawad ja wäljas pool traadi otsas seisku wass-nupp. Tahad sa niisugust pudelit elektri-wäega täita, siis paned ja selle pudeli nupu elektrowoori kaane ligidale, kellel positiwe wägi on ja wõtad pudeli alt sealt kohast oma kätte, kus tema stanioliga üle katetud, ja jedawiisi on siis ka pudel sinu enese keha läbi maapinnaga ühendud, mis iga kord peab sündima, kui pudelit elektri-wäega tahetakse täita.

Pilt 109



Elektri pudel.

Sees poolt saab siis pudel + elektri-wäega täidetud ja tema jautab oma wäega nõnda, et wäljaspool pudeli külge negatiw elektri-



wägi ennaft kogub ja positiw ennaft lahutab. Saab rohkem positiw elektr-i-wäge pudeli sisse kogutud, siis kogub ka rohkem negatiwet wäge feha läbi maa seest wälja pudeli külge. Kui ja nüüd ühe käe niisuguse elektr-i-pudeli nupu külge paned ja teise käega pudeli sealt kohast finni wõtad, kus tema stanioli lehega üle katetud on, siis ühendawad mõlemad elektr-i wäed + — sinu feha sees, ja raputawad sind kaunis tugewaste; seda raputamist nimetasse elektr-i hoop, ja ta on seda tugewam, mida rohkem elektr-i-wäge pudeli sisse korjatud on.

Kui mitu inimest üksteise käest nõnda finni wõtawad, et esimene oma käe nupu külge ja wiimane oma käega pudeli sealt kohast finni wõtab, kus ta stanioliga katetud on, siis saawad nad kõik ühe suuruse hoobi.

Et niisuguse pudeli seest iga kord kergeste wõiks elektr-i-wägi lahti päästa, siis on selle tarwis ümmargune koweraks tehtud klaasist polt, kellel mõlemil pool otsas metallist nupud on, nõnda walmistud, et ja selle kowerat klaasi enese kätte wõid wõtta, mis mitte elektr-i wäge edasi ei kanna, ja paned ühe metalli-nupu elektr-i-pudeli nupu külge, ja teise pudeli stanioli kätte külge, siis kargab pudeli seest elektr-i-fäde pragisemisega wälja.

Suurema elektr-i-wäe kogumise tarwis wõetakse mitu pudelit, pannakse neid kasti sisse, kellel metallist põhi on, ja pudeli nupud saawad kõik jämeda metalli traadiga ühendud. Niisugust mitmest elektr-i pudelist kokku seatud elektr-i-wäe kogumist nimetasse elektr-i-baterii.

Kui elektr-i-baterii hulgast pudelitest on kokku sünnitud, siis on temal ka wägew hoop, kui tema seest elektr-i-wägi wälja kargab; niisugune hoop lööb puutüki kildudeks, peenikese raud-traadi teeb ta tuliseks ja wiskab temast sulanud wäikese kildusid sädemete näullaiale; klaas ja kuld sulawad tema palawuse käes, wäikesedloomad: linnud, kassid, jäneseid lööb tema hoop koha surnuks.

§ 88. **Müristamine ja wälf.** Et müristamine ja wälf muud midagi ei ole, kui suure mõeduga elektr-i-wäe awaldus loomuse sees, selle üle andis kõige esmast otsust Franklin 1747—1754. Tema saatis just siis, kui pakjud müristamise pilwed ligidamale jõudsid, paberist drahi kõrgesse pilwede alla kanepi-nööri otsas, kelle sees traat püsti seisis, ja kanepi-nööri otsas oli wõti, kelle seest — pärast seda, kui nõor oli wihma läbi märjaks saanud ja siis paremine elektr-i-wäge edasi kandis — elektr-i sädemid wälja kargasiwad.

Järele katsumise läbi on awalikuks saanud, et õhk enamiste positiw elektr-i-wäega täidetud on; ja nimelt selge



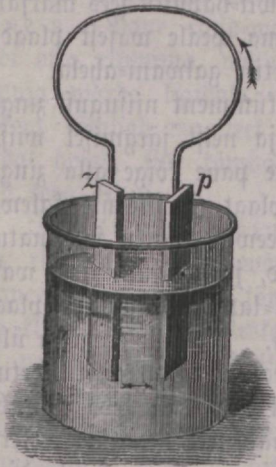
ilmaga rohkem kui uduse ilmaga. Tornise, vihmase ja lume sadaja ilmaga vahetavad ennast rohkesti positiive ja negatiive elektri-wäed teineteisega õhu woolamise sees.

Wälf on siis niisuguse loomuse awalduse järele elektri järe, mis ikka seal sünnib, kus positiive ja negatiive elektri-wäed õhu sees teineteisega järsku suuremal mõedul kokku puuduvad. Müristamine on jälle selle fragifemisega ühesarnane, keda meie elektri-pudeli wälja kargamise jädeme juures § 87 tundma õppisime. Meie kuuleme müristamise healt enamiste ikka mitu sekundi pärast wälgu löömist, sellepärast, et walgus hoopis rutem edasi jõuab kui heal. Seal jõuab nõnda, kudas § 59<sup>neft</sup> teada, iga sekundi sees 330 meetert edasi; kui meie nüüd 4<sup>li</sup> sekundi pärast wälgu löömist müristamise healt kuuleme, siis on wälf meist  $330 \times 4 = 1320$  meetert ehk 4380 jalga weel kaugel. Nõnda wõib iga kord, kui wälgu paistuse ja müristamise heale wahel täielikult sekundide järele teada, ikka wälja rehkendada, kui kaugel wälf meist eemal on.

## II. Puntuja elektri-wägi ehk Galwanismus, ja Galwani ahelad.

§ 89. Järele katsumine. Kalla klaas-purgi sisse weewli-hapnikku rohkesti weega segamine, pane siis sinna sisse kauniste pakis tüff wäse ja teine niisamaugune tüff zinki, üksteisest eemale, nõnda kudas seda pilt Nr. 110 juures p ja z näitawad. Wäse p awaldab ülemal otsas positiive elektri-wäge ja zink negatiive elektri-wäge. Kui nüüd need ülemised wäse ja zingi otsad, mis weewli-hapnikust wäljas on, wäse traadi läbi ühendud saawad, siis peab elektri-wäe seaduse järele positiive elektri-wägi ennast negatiive elektri-wäega püüdma ühendada, see on: wäsest woolab zingi juurde + E, ja zingist woolab wäse juurde - E. Et niisugune wastastiku elektri-wäe woolamine wäse ja zingi wahel ette tuleb, seda wõib magneedi läbi kergeste näidata.

Pilt 110.





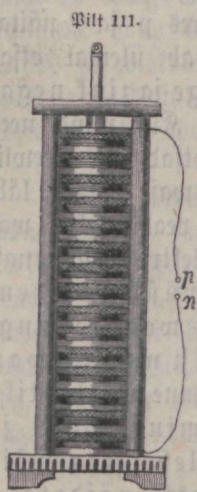
**Seletus.** Kaks metalli, mis ühe hapniku wedela sisse nõnda pandud saavad, et nad mitte üksteise külge ei puudu, nimetakse **lahtised galwani** ehk **Volta ahelad**; kui aga nende metallide otsad, mis hapniku wedelast väljas seisawad, üksteisega traadi läbi on ühendud, siis nimeatakse neid **kinnised ahelad**.

Seis zingi tükist, mis weewli-hapniku sees seisab, woolab jälle positīve elektri-wägi selle wase tüki juurde, mis ka sellesama hapniku sees seisab, ja seal negatiw on, sealt ülesse wasest läbi traadi mööda seni kui jälle zingi sisse tagasi; nõndasama woolab wase seest hapniku sees negatiw elektri-wägi zingi sisse ja sealt ülesse traadi läbi jälle wase sisse. Niisuguse wastastiku elektri-wäe awalduse pärast wase ja zingi wahel nimetakse ülemist wase otša **positiive elektri-pol** ja zingi ülemist otša **negatiive elektri-pol**. Ühema tähenduse pärast saawad ifka positīw ja negatiw elektri-wägi ehk polid nende kahe märgi + ja — läbi näidatud.

**Seadus.** Kahe ühesuguse metalli üheteise puutumise ja ühe hapniku läbi saab puuntuja elektri-wägi sünititud, keda ka galwanismus nimetakse; tema on õerumise elektri-wäega oma omaduse poolest just ühesugune, aga tema sünitamine on teistsugune.

Professor Galwani leidis Bologna linnas Itaalia maal 1789 aastal wiimast elektri-wäe awaldust, sellepärast nimetakse teda **galwanismus**.

§ 90. **Volta-sammas** on wäikese ühesuguse wase ja zingi plaatidest kokku sünititud. Paned sa zingi-plaadi peale kalewi ehk wildi lapi, mis sa wee ja weewli-hapniku sees märjaks oled teinud ja jälle tema peale wasest plaadi, siis sünitad sa ühe lahtise galwani-ahela.



Volta-sammas.

Kui sa nüüd paarkümment niisugust zingi- ja wase-plaati wõtad, ja neist järgmisel wiisil samba kokku säed: Esite pane kõige alla zingi-plaat, tema peale wase-plaat, ja siis üks kalewi-lapp, mis sa wee ja weewli-hapniku sees natukene oled märjaks teinud, ja siis jälle zink, wase ja nende wahese kalewi-lapp. Wiimane plaat ülewel peab wase olema. Alumise zingi ja ülemise wase-plaadi küljes peawad kaks traadi liidetud olema, nõnda kudas pilt Nr. 111 seda näitab; siis woolab alumise traadi sees negatiive elektri-wägi ja ülemise traadi sees, mis wase-plaadiga ühendud, positīve elektri-wägi. Kui sa mõlemad



traadiotsad üksteise külge puutuda lased, siis kargawad nende seesse kõhe elektri sädemed wälja. Kui sa mõlemad traadiotsad p ja n üks ühte ja teine teise kätte wõtad, siis tunned sa tugewat raputamist oma kätte ja keha sees, nimelt siis, kui sa mmas hulgast plaatidest kokku seatud on. Elektri-wägi awaldab Volta=samba sees ikka ühte wiisi, kas olgu tema traadid pikad ehk lühikesed, ja ei löpe tema wägi mitte nii kõhe ära, nagu öerumise elektri-wägi, mis ühe sädemega otsa saab; waid ta annab ühtepuhku sädemed, kui positive ja negative traadiotsad teineteise külge pannakse, ja on temal ka see wägi, et, kui sa mõlema traadiotsade wahel raud-traadi ehk õhukese pleki paned, siis teeb ta teda tuliseks ja wiimati sulaks; paned sa aga ühe süe mõlema traadiotsa wahel, siis näed sa wäga walge heleda tule; paned sa mõlemad traadid weesse, siis jautawad nemad wett nõnda, et hapnik wee sees zingi külje poole, ja wejiniik wäse külge poole ennast lahutawad.

Ka saawad tema abiga mitmesugused asjad kullatud ja hõbe=tud, ja seda kunstlikku tööd nimetakse **galwanoplastik**. Aga weel palju teistsugusid elektri batriidid ehk ahelad on leitud ja saawad mitmel wiisil ja mitmesuguse kasuliku tööde juures pruugitud, mis üle siin raamatus seletust anda mitte wõimalik ei ole.

### Magneedi wäest.

§ 91. **Magneedi ligimale tõmbamisest, tema eemale lükkamisest ja kunstlikul wiisil magneedi sünnitamisest.** Särelle katsumine a. Pane raud-warras, mis 4 ehk 5 tolli pikk on, peenikese niidi otsa rippuma, wõta siis magneedi tükk oma kätte ja pane teda rippuja warda ligidale. Wida ligidamale sa magneedi paned, seda rohkem tõmbab magneet rauda oma poole, ja kui sa teda kauniste ligidal hoiad, siis tõmbab ta selle raud-warda koguni oma külge ja peab teda finni.

Särelle katsumine b. Pane magneedi tükk peenikese niidi otsa rippuma; wõta wõti ehk muu teine tükk rauda, ja pane teda magneedi ligidale, siis tõmbab jälle raud magneedi oma külge ja peab teda finni. Katju uueste ja nõnda, et sa raua ja magneedi wahel tüki paberit, klaasi ehk õhukese laastu paned.

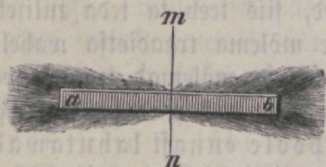
**Seadus.** Maaal ja magneedil on niisugune omadus, et nemad teineteist wastastiku üksteise külge tõmbawad, ja see omandus on ka niisugune, et tema siis weel oma wäge awaldab, kui nende mõlemate wahel teised kehad seisawad.



Su wanad Greeklased ja Roomlased tundsid magneedi wäge. Arwatakse, et Magneesia linnas Väikse-Asia maal kõige esmalt magneedi kiwi omadus olla tähele pandud, ja temale sellepärast ka magneedi nimi antud. Magneedi kiwi nimetatakse: **päris-magnet**; kõik teised magneedi omadust awaldajad kehad nimetatakse **kunstlikud magneetid**.

Tärele katsumine d. Pane üks magneedi tükk (= polt) a b, nõnda kudas pilt Nr. 112 seda näitab, raud-puru sisse, mis wiilimise läbi rauast on maha langenud, ja tõsta teda sealt jälle ülesse, ja näed siis, et raud-puru mõlema magneedi-poldi otsa külge a ja b on rohkeste kinni jäänud, aga tema keskpaiga m ja n juurde ei ole midagi jäänud.

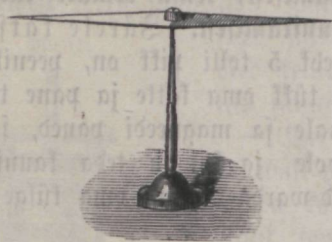
Pilt 112.



**Selektus.** Iga magneedil on kaks kohta (tema otsad), kus tema oma külge=tõmbamise wäge kõige rohkem awaldab, neid nimetatakse tema **poolid**, siin a ja b.

§ 92. **Magneedi-nõel** on terrasest tehtud kunstlik-magnet; tema mõlemad otsad on terased ja keskpaigast on ta natuke laiem.

Pilt 113.



Magneedi nõel.

Tema keskpaigas seisab, ahhat-kiwist ehk wäsest, üks väikene nupp ja selle nupu sees on peenikene auk, kelle sisse nõela moodi wäsest warras pannakse; ja see warras seisab ise jälle puu jala peal, nõnda kudas pilt Nr. 113 seda näitab. Magneedi-nõela ots, mis põhja poole (P) näitab, on enamiste ikka sinise wärwi näuline.

Tärele katsumine e. Kui magneedi-nõel priitahlikult wäwarda otsas edasi ja tagasi poole wõib käända, ehk ka jälle korgi küljes, mis weepinna peal ojub, seisab, siis näitab tema teine ots (P) ikka põhja poole ja teine jälle lõuna poole. Kui ja ka teda nõnda käänad, et üks ots hommiku ja teine õhtu poole näitab, ikka jälle pöörab ta neid nii pea, kui ja teda lahti lasted, põhja ja lõuna poole ja jääb siis rahule.

**Seletus.** Iga lahtine magneet kääneb ennast ifka nõnda, et tema üks ots põhja poole, ja teine ots jälle lõune poole näitab. See ots, mis põhja poole näitab, nimetakse **põhja-pol**, ja mis lõuna poole näitab, **lõuna-pol**.

Järele katsumine g. Pane magneedi warras nõnda peenifeje niidi otja rippuma, et niit just tema keskpaika kannab; wõta siis teine magneet oma kätte, ja pane teda selle rippuja ligidale sedawiisi, et mõlema magneedi põhja=polid üksteise ligidal peaksid seisma, — ja näed, et nad teineteist koguni eemale lükkawad; ka nõndasama sünnib, kui ja mõlemad lõuna=poolid üksteise ligidale tahad panna. Paned ja aga ühe magneedi põhja=poli, teise magneedi lõuna=poli ligidale, siis tõmbawad nemad ennast üksteise külge.

**Seletus.** Põhja=pol ja põhja=pol, lõuna=pol ja lõuna=pol, nimetakse **ühesugused**, — põhja=pool ja lõuna=pol nimetatakse — **isegugused magneedi-polid**.

**Seadus.** Isesugused magneedi-polid tõmbawad endid üksteise külge, ühesugused lükkawad teineteist eemale.

Magneedi-nõel on neile, kes üle juure mere ehk üle laia kõrbe peawad reisima, niisugustel päewadel, kus taewas pilwedega katetud ja siis mitte ei tea, kus pool põhja= ehk lõuna-maa seisab, wäga kasulik, sest tema näitab ifka põhja poole, ja reisirjad wõiwad tema juhutamise järele igal ajal oma teed leida. Niisuguse reisimise tarwis on magneedi-nõel ümmarguse karbi sisse pandud, kellel pakjust klaasist kaas peal on. Teda nimetakse niisuguse tarwituse juures **kompaseks**.

§ 93. **Kunstliku magneedi sünnitamiseft.** Kunstliku magneedi walmistamiseks on kõige sündsam teras, keda fergeste ühefordse ehk ka kahefordse ületõmbamise läbi magnediks ümber muuta wõib.

Pilt 114.



1) Ühefordne ületõmbamine sünnib niisugusel wiisil: Pane terase tükk mn, keda ja magnediks ümber muuta tahad, laua peale, nõnda kudas pilt Nr. 114 seda näitab, wõta siis magneet kätte ja pane tema põhja=pol P kesk terase-tüki peale ja tõmba temaga ühesuguse surumisega keskpaigast seni kui üle terase otja m, tõsta magneet üllesse ja pane teda uueste kesk terase-tüki peale, ja tõmba jälle nõndasamuti. Oled ja sedawiisi 15 ehk 20



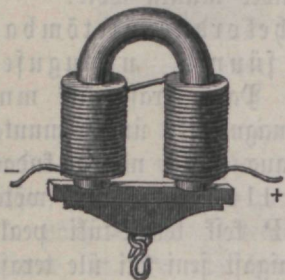
korda tõmmanud, siis võta magneedi lõuna-pool L ja pane teda kess teras-tüki ja tõmba jälle nõndajama kesspaigast üle terase n otsa 15 ehk 20 korda, — selle läbi on siis teras täiesti ennast magneediks ümber muutnud.

**Rahetordue ületõmbamine** sünnib jälle nõnda: Võta kõver hobuse raua näuline magneet ja pane teda kess terase-tüki peale, tõmba siis temaga kaunis tugewaste surudes esite m otsa juurde, aga jäta teda terase peale, ja sealt jälle tõmba a teda mööda terast tagasi seni kui n otsa juurde, — ka seal ei tohi sa teda mitte terase pealt ülesse tõsta. Kui sa sedawiisi 25 ehk 30 korda oled edasi ja tagasi tõmmanud, siis tõsta magneet kessterase tüki pealt ülesse ja terase tükk mn en ennast täielikult magneediks ümber muutnud.

§ 94. Elektro=magneet ja elektri=telegraphw. Tärele katsumine. Võta wass=traat, keeruta tema ümber õige tihedaste siidi=niiti, ja siis keeruta jälle see wass=traat ühe looga moodi kõwera raua otsjate ümber. Kui nüüd Galwani elektri=wäe woolamine selle siidiga ümber keerutatud wass=traadi peale lastakse, siis muudab tema selle raud=looga kohe magneediks, nii pea aga, kui Galwani=elektri woolamine lõpeb, siis on ka raud=looga magneedi wägi kadunud.

**Electus.** Galwani elektri=wäe woolamine muudab raua magneediks, ja raud, mis Galwani elektri=wäe woolamise läbi magneediks saab, nimetatakse **elektro=magneet**, ja see tema läbi äratud magneedi awaldus nimetatakse **elektro=magneedi awaldus**. Elektro=magneedi kujud on ifka enamiste hobuse raua ehk looga näuline, nõnda kudas siin pilt Nr. 115 seda näitab. Tema esimene jagu on kõweraks käänatud pehme raud=silinder, ja teine, selle raud=silindri mõlemile poole otja pandud puust pool, selle ümber niisugune wass=traat keerutatud, mis ise siidi=niidiga ümber mäsitud on. Tema all seisab ankur, mis siis, kui raud=loof (silinder) magneediks on muudetud, küljes seisab, ja kui tall mitte enam magneedi=wäge ei ole, temast lahti pääseb. Niisugune elektri=magneedi awaldus on siis telegraphwi läbi kärmeks teaduse toojaks ja andjaks inimese juu kasuks tööle pandud.

Pilt 115.

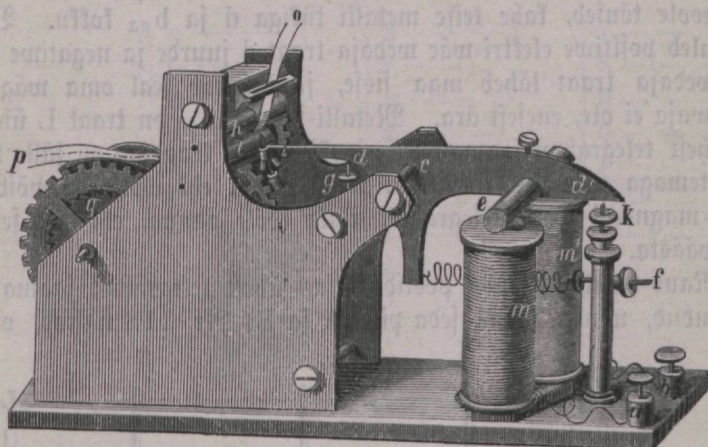


Elektro=magneet.

Nimi telegraphw tähendab üle=ülitse niisugust kunstlikku kokkuja-

dimist, kelle abiga kaugele k armest  hst teadust anda ehk  
 jaata wõib. Nende kokkuseadmised on mitmesugused. Siin saab  
 lähedalt niisuguse elektro-magneedi telegrahwi üle kõneldud, mis uue-  
 ajal kõige rohkem teaduse andmisi talitab. Tema on kahest jaust  
 kokku seatud: **Teaduse toojast ja teaduse andjast.** Teaduse tooja on  
 niisugune, kui pilt Nr. 116 seda n atab. mm' tähendawad elektro-  
 magneedi, keda meie  sewel pool ju tundma õppisime, tema peal seisab  
 kang dd', kellel  helspool küljes ankur e, ja teiselspool küljes üks  
 peenike ümmargune teras nael (Stift) i seisab. Kahe kruu a ja b  
 abiga on elektro-magneet (mm') elektri-w e wedaja-traadi ja ka selle

Pilt 116.

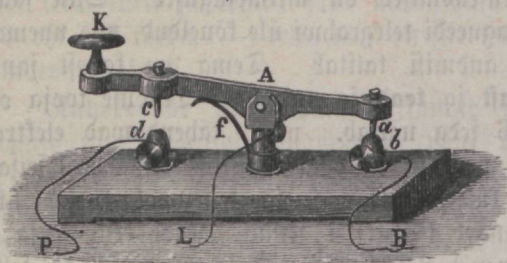


traadiga, mis maa sisse jookseb ja seda jagu elektri-wäge ära wiib,  
 keda mitte tarwis ei ole, ühendud. Teras nael i wajutab, siis iga  
 ford, kui elektro-magneet ankuri (e) oma külge tõmbab, paberi op  
 wastu ja teeb selle paberi peale punkti ehk lühikese joone, nõnda kudas  
 teda ruttu ehk pikemine ankru läbi j nnitakse. Paberid, kelle peale  
 teras-nael m rgid teeb, weab edasi üks ratastega uuri-w rk, selle-  
 pärast, et need m rgid mitte üksteise peale ei juhtuks ja selle-  
 läbi kergeste segaseks wõiks jaada. Kui ahelad lahti on, siis  
 saab kang dd' weedri f läbi nõnda seatud, et ankur e elektro-  
 magneedist mm', ja ka teras-nael i paberist ap natukeneemal  
 seisawad.

Et n iid neid elektro-magneedi ahelaid, mis elektri-wäge kanna-  
 wad, wõib kinni pauna (= rahule sundida), ehk jälle lahti p asta,



Bilt 117.

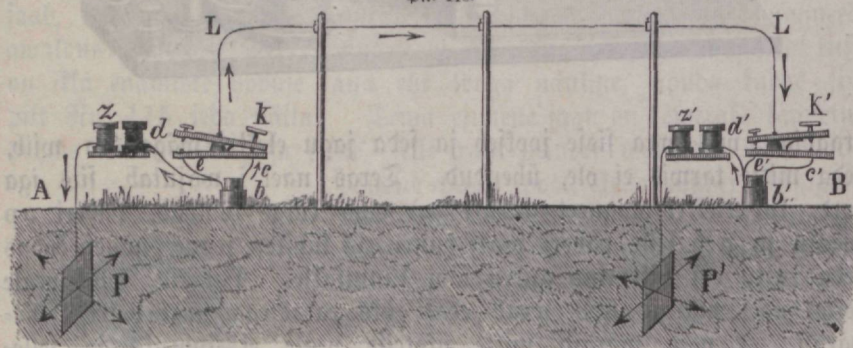


felle tarwis on teaduse andja tehtud. Tema pilti näitab siin Nr. 117. Metall-i-samba küljes seisab raud-kang A, keda puu nupu K läbi alla poole vajutada võib; muidu aga seisab tema weedri f toel ifka nõnda, kudas siin pilt tähendab. Need wäitefed metalli

naelad c ja a puutuwad siis, kui nupp K allapoole surutud, ehk ülessepoole tõuseb, kahe teise metalli tükiiga d ja b<sub>ga</sub> kokku. Batterii seest tuleb positiive elektri-wäe wedaja traat d juurde ja negative elektri-wäe wedaja traat läheb maa sisse, ja lahutab seal oma wäge, mis mitte waja ei ole, enesest ära. Metall-i-samba A<sub>ga</sub> on traat L ühendud, mis ühest telegraphwi jaamast teise jookseb ja B traadiga on jälle teaduse tooja temaga ühendud. Selle teaduse-andja ehk wõtmeaga võib nüüd elektri-magneedi wäge telegraphwi abiks tööle panna, ehk teda seft tööst lahti päästa.

Raud-traat L, mis postide otjäs ühest telegraphwi jaamast teise on pandud, nõnda kudas jeda pilt (A ja B) Nr. 118 näitab, on tele-

Bilt 118.



graphwi sõnade wedaja. P ja P' tähendawad wass-plaatifid, felle külge maa sisse telegraphwi traadi otjad jookswad. z ja z' tähendawad teaduse andjat; b ja b' mõlemaid batteriifid, kus kohal elektri-wägi sünnitud saab; k ja k' tähendawad batterii wõtmeid; d, d' e, e', c, c' ja L elektri-wäe wedajaid traadifid. Nooled → P P' tähendawad, kus pool elektri-wägi woolab. Kui nüüd telegraphwi A jaamas wõtme-nupp k

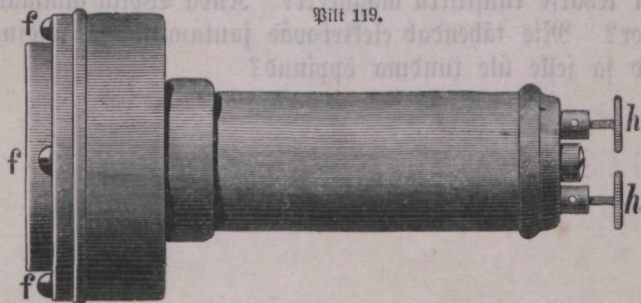
maha vajutud saab, siis saab selleläbi batterii b elektri-wägi finni pandud, positiive elektri-wägi (+) woolab d ja zti läbi P juurde ja negatiive elektri-wägi (-) woolab läbi e, k, L, e', d ja z; selleläbi hakkawad teaduse-andjad z ja z' tööle.

Kui nüüd telegrahwi A jaamast B jaama teadust tahetakse anda, siis wajutab A jaamas telegrahwi kirjutaja k nuppu mitu furd kärmeste maha, selleläbi hakkab B jaamas teaduse-tooja z' ankur ennast raputama; B jaamas teeb siis telegrahwi kirjutaja need wärgi-ratad lahti, kus peal see paber seisab, kelle peale teras-nael oma punktid ja jooned kirjutab, mis temal A jaamast teada saab antud.

Siin allpool seisawad telegrahwi kirjutuse tähed ja numrid, mis punktide ja lühikese joonte läbi tähendatse.

a . —	k — . . .	ü . . — . .	7 — . . . . .
ä . . . . .	l . . . . .	v . . . . .	8 — . . . . .
b . . . . .	m — . . .	w . . . . .	9 — . . . . .
c . . . . .	n — . . .	x . . . . .	0 — . . . . .
d . . . . .	o — . . .	y . . . . .	• . . . . .
e . . . . .	ö — . . .	z — . . . .	, . . . . .
f . . . . .	p . . . . .	1 . . . . .	' . . . . .
g . . . . .	q — . . . .	2 . . . . .	: . . . . .
h . . . . .	r . . . . .	3 . . . . .	? . . . . .
ch — . . . . .	s . . . . .	4 . . . . .	! . . . . .
i . . . . .	t — . . . .	5 . . . . .	
j . . . . .	u . . . . .	6 — . . . . .	

§ 95. Uuemal ajal on jälle niisugune riist leitud, kelle abiga kaugele võib kõneleda, ja ka kõneleja healtest, kui tema heal ju enne



tuttaw, aru saada, kes see kõneleja on. Seda nimetakse **telephon** = kaugele kõneleja, ehk kõneleja. Siin on pildi Nr. 119 läbi tema



wäline kuju nõnda, kudas Profesjor Bell Ameerika maal teda on teinud, näidatud.

Tema sisemine wärk on kokku seatud ühest magneedi kangist, induktiontraatidest (ehk healewedaja traatidest) ja ühest õhukestest tautud rauast plaadist. Siin wäljaspool näitawad kkk kruisid, kellega see jagu telephonist kinni seatud on, kelle sisse kõneledud saab; ja hh neid kruisid, kellega magneedi kang ise kinni seadakse. Teda pruugitakse kasulikult niisugustes kohades, kus palju laialiku tallituse tallitused saab, nõnda: ilmarälja-näituste, postkontorite, wabrikute ja suure wõeramajade (hotellide) peal, kus eemale palju käskusid anda, küsimisi küsida, ja ka mitmesuguste tellimiste peale wastata on.

### Kultuuri ajaloo tähendused.

- |  |  |
|--|--|
| 600 aastat enne Krst. oli ju wana Greeklastel bernsteini (waigu liwi) läbi, natukene elektri-wäest teada.  | 1744. Hansen ja Winkler tegiwad esimese elektri masina.  |
| 1752. Franklin (ütleFranklin) leidis, et wälk ja müristamine elektri-wäe awaldused on.                     | 1755. Volta (ütleVolta) leidis elektrowoori.   |
| 1600 aastat pärast Krst. leidis Inglis mees Gilbert, et ka mitmed teised tehad elektri-wäge awaldawad.     | 1789. Galvani leidis puutuja elektri-wäe.  |
| 1729. Gray (ütleGree) leidis ja tegi wahse elektri-wäe edasi-wedajate ja mitte-edasi-wedajate tehad wahel. | 1833. Gauss ja Weber tegid esimese lühikeste telegraafi.   |
| 1733. Du Fay (= ütleDüfa) leidis, et elektri-wägi kahel wiisil ennast awaldab: positiiv + ja negatiiv —.   | 1838. Jacobi ja Spencer leidsid, kudas elektri-wäe abiga mitmesugused teha-kujud üksteise järele wõiwad muudetud jaada; seda kunsti nimetakse Galwanoplastiik. |
|  | 1861 tegi Dr. Philipp Reiss esimese telephoni, teda pärast Profesjor Bell on täielikumaks ümber muutnud.   |

Katju wastata! Mis wahse on elektri ja magneedi wahel? Kudawiisi sünnib õerumise ja kudawiisi puutuja elektri wägi? Mis-sugused elektri ja magneedi wäed lükkawad üksteisi eemale ja tõmbawad üksteisi ligidamale? Kudawiisi ou elektri-masin kokku seatud? Kudawiisi tehakse kunstlikku magneeti? Kuda Volta jammast? Kuda elektrowoor? Mis tähendab elektri-wäe jautamine, ja mis-sugused seadused oled ja selle üle tundma õppinud?

**IT! MUTSU**  
 Laenu raamatukogu  
 Tallinnas



# Arwuwald.

Kirja pannud J. Kurrit.

I. jagu: Algebra — oma algusõpetusega.

Hind 60 kop.

Arwuwalla wõti I. Hind 50 kop.

II. jagu: Rejalikime ja ruumi arwamine ning wõrdlused ruut- ja järg-  
arwudega. Hind 65 kop.

Arwuwalla wõti II. Hind 25 kop.

## Kerged ja lühikeled Geometria õpetused.

Mahwa koolide kasuks

kirja pannud J. Zülk.

Hind 50 kop.

## Laste arwuwald.

Kirja pannud J. Kurrit

I ja II jagu, hind à 25 kop.

## Esimised geometria õpetused.

Gesti koolilastele

ja iga mõetmise õpetuse himustajale.

Kirja pannud J. Zülk.

Hind 30 kop.

## Maamõetmise juhatus.

Sga Gesti põllumehele

kirja pannud J. Zülk.

Seikenduste ja piltidega.

Hind 60 kop.

## Õsiehendamise heftid.

Uue, ferge õpetuse wiisi järele, 3 järgus.

1. järgus täpikaugus  $\frac{1}{3}$  tolli; 2. järgus täpikaugus  $\frac{2}{3}$  tolli; 3. järgus  
täpikaugus 1 tolli

Sga jäät maksab 14 kop.

2882