

226 B 563.
Gesti Kirjameeste Seltsi toimetused № 72.

F. R. M.
№ 342
59
Tõsika.

Koolide ja iseõppimise tarwis

firja pannud

A. Bilow.

— — — — —
Marwas,

Trükitud A. Grigorjew'i juures

1885.

B 563.

Füüsika.

Koolide ja iseõppimise tarwis

kirja pannud

A. Bilow.



Narwas,

Trükitud A. Grigorjew'i juures

1884.

1884. 1. 1. 1884.

1884.

1884.

1884.

Дозволено цензурою. Дерптъ, 1 Ноября 1884 года.

ENSV TA
Kirjandusmuuseumi
Arhiivraamatukogu

43300

1884.

1884.

1884.

Gesfõna.

Alasta kahe eesti paluti mind mitmelt poolt, ühte niisugust füüsika raamatut Eesti keeles kirja panna, mis igaühelle arusaadaw oleks, mille mõistmiseks kõige päält algebra tundmisi tarwis poleks. Viimist tingimisi põhjandati seeläbi, et Eesti rahwa seas praegu weel väga vähä algebra tundjaid olla; suuremale osale praegustest Eesti kooli-õpetajatestgi olla algebra täiesti tundmata asi. Et lugu tõesti nii on, ja et ommeti mitmes Eesti majas ja Eesti koolis hää meelega füüsikat õpitakse ja õpetatakse, siis wõtsin mina ka nõuaks, ülemal nimetatud soowi täide saata. See raamatukene siin tahab nüüd niisugune raamat olla, mille seest igaüks, kes aga lugeda ja natukene mõtelda mõistab, seletust wõib saada nendest füüsikalistest ilmutustest, millega meie oma igapäewases elus kõige sagedamini kokku juhtume.

Selle raamatu kirjutamise juures oli mulle eeskujuks Inglis füüsikuse prof. Balfour Stewart'i wäikene füüsika, mis praegu küll wististi kõikidesse haritud keeltesse on tõlgitud.

Iseäranis suurt hoolt olen mina püüdnud katsete eest kanda. Katsete tegemine on füüsika õppimise ja õpetamise juures üks väga tähtjas toimetus; „katsetid tehes“, ütleb kuuluis Inglis füüsikus Tyndall, „kõneleme meie looduse enesega, temale küsimusi ette panes ja tema käest nende pääle wastusi saades“. Katseted, mis selles raamatus ette tulewad, on peaaegu kõik niisugused, et neid üsna lihtsete abiriistadega wõib sünnitada. Mina soowiksin, et iga kihelkonna- ja walla-

koolmeister, kes oma õpilastele õpetust füüsikast tahab anda, endale niisugused abiriistad muretseks. Suurema oja nendest saab tema ise valmistada võima. Tarwilikku juhatust selle asja kohta antakse selle raamatu taga-otsas.

Sigestikirjutamise poolest olen mina püüdnud selle viisi järel käija, mis Gesti kirjanduses ja koolides praegu kõige pruugitamam on. Võõrad kunstõnad olen mina nii moodi kirjutanud, kuidas neid nendes keeltes välja räägitakse, millest nemad on võetud. Seepärast seisab selles raamatus: füüsika ja mitte wiisika, barometer ja mitte paromeeter, poolus ja mitte pool, elektrofoor ja mitte elektrowoor j. n. e.

Õppeks tänan kõiki, kes mulle raamatu toimetamisel kas nõuu või teoga on abiks olnud.

Pähklemäel, Ioulukuul 1884.

Wälja-andja.

Sisu.

Sissejuhatus.

	§.	lehek.
Kehad	1.	1.
Materia.	2.	1.
Ilmuwused	3.	1.
Füüsika ja keemia	4.	1.
Ilmuwuste uurimise wiisid	5.	2.
Kehade üleüldised omadused	6—8.	2—4.

Liikumisest ja wõimust.

Liikumine	9.	4.
Wõim	10.	5.

Lihtsed masinad.

Masin	11.	5.
Winn	12.	6.
Blokk	13.	8.
Wõlliga ratas	14.	9.
Hambuliline ratas	15.	10.
Kaldum pind	16.	10.

Raskuse wõimust ja tema jünnitustest.

Raskuse wõim	17.	11.
Kaal	18.	11.
Waag	19.	12.
Raskuse keskpaik	20.	12.

Rinniswõimust ja tema jünnitustest.

Rinniswõim.	21.	14.
Materia kolm olumoodi	22.	15.

Keemialisest sugulusest ja tema jünnitustest.

Glemendid	23.	15.
Keemialine sugulus.	24.	16.

Wedelikude omadustest.

Seiswa wedeliku pind	25.	16.
Läbitäidawad nõud	26.	17.

	§.	lehek.
Rõhu laiali-lagunemine wedelikkude sees	27.	17.
Wedeliku rõhumine nõuu põhja pääle	28.	19.
Wedeliku rõhumine nõuu seinte vastu	29.	20
All poolt üles poole mõjuv rõhk wedelikkudes	30.	21.
Arhimeedese seadus	31.	21.
Kehade ujumine ja põhja langemine	32.	22.
Hiukse võim	33.	23.

Õhukoeliste kehade omadustest.

Õhk	34.	23.
Atmosfäär	35.	24.
Rõhu laiali-lagunemine õhu sees	36.	24.
All poolt üles poole mõjuv rõhk õhu sees	37.	25.
Atmosfääri rõhk	38.	26.
Atmosfääri rõhu suurus	39.	28.
Barometer	40.	30.
Õhupump	41.	30.

Häälest.

Hääle sündimine	42.	31.
Hääle edasi-andmine	43.	32.
Hääle kiirus	44.	33.
Hääle edasi-jõudmine õhus	45.	34.
Pauk ja toon	46.	35.
Kaja	47.	36.
Resonans	48.	36.

Soojusest.

Soojuse loom	49.	37.
Kehade laienemine soojenemisest	50.	39.
Temperatuur ja termometer	51.	40.

	§.	lehek.
Wee kõige suurem tihidus ja		
jäätamine	52.	42.
Tuulede sündimine	53.	43.
Kehade omane soojus	54.	44.
Olumoede muutus	55.	45.
Jää sulamise soojus	56.	45.
Wee auramise soojus	57.	46.
Keemine ja ära-auramine	58.	47.
Keemise punkt	59.	48.
Wee aur õhus	60.	48.
Udu ja pilved	61.	49.
Wihm ja lumi	62.	50.
Kaste ja härm	63.	50.
Soojuse laiali-lagunemine	64.	61.
Soojuse juhatamine	65.	52.
Soojuse edasi-kandmine	66.	53.
Kiiretawa soojuse loom	67.	53.
Kiiretawa soojuse omadused	68.	54.

Walgusest.

Walguse loom	69.	55.
Walguse kiired	70.	56.
Walguse kiirus	71.	56.
Walguse tagasi-heitmine	72.	58.
Kujude sündimine peeglis	73.	59.
Laiali pillutatud walgus	74.	60.
Walguse murdmine	75.	60.
Päätsed ja nende omadused	76.	61.
Päikese spektrum	77.	63.
Wikerkaar	78.	66.
Kehade wärwid	79.	66.
Taewa wärw	80.	67.

Magnetismusest.

Magneetid ja magnetismus	81.	67.
Magneedi polused	82.	68.
Põhja-polus ja lõune-polus	83.	68.

	§.	lehek.
Magneet-nõel ja kompass	84.	68.
Poluste olemine üksteise vastu	85.	69.
Magnetiseerimine	86.	69.
Maa magnetismus	87.	70.

Elektrilijusest.

Elektrilisus	88.	70.
Elektrilise juhatajad ja iso- laatorid	89.	71.
Positiivine ja negatiivine elek- trilisus	90.	72.
Elektroskoop	91.	74.
Elektriseerimine mõjuduse läbi	92.	74.
Elektriseerimise masin	93.	75.
Veidini pudel	94.	76.
Elektrofoor	95.	77.
Elektriline säde	96.	78.
Wält	97.	78.
Pikse-wardad	98.	79.
Galwani woole	99.	80.
Elektriline batterii	100.	81.
Galwani woole omadused	101.	81.
Telegraf	102.	82.
Juhatused abiriistade valmistamisel	84.	

Tähtjas trükiwiga:

Lehek. 57 pääl, 9^{mas} reas alt, peab
28000 asemel seisma—280000.

Wähem tähtjad trükiwead jääwad lugija
enele parandata.

Sissejuhatus.

§ 1. Kehad.—Igat nähtavas maailmas ehk looduses olevat loodud asja nimetatakse kehaks; nii on näit. iga kivi, iga puutükk, metallid, vesi, õhk—kõik kehad.

§ 2. Materia.—Seda, millest kehad kokku on seatud, tähendatakse üleüldiselt sõnaga: materia. Nii on siis iga keha tükk materiat.

§ 3. Ilmuwused.—Kehade olu, omadused ja materia on muutuvad. Kehade muutusi nimetatakse ilmuwusteks. Kui meie nõõri, mille otsas kivi ripub, katki leitame, siis hakkab kivi, mis sija saadik rahulisti oma paiga pääl püüsis, kiiresti maa pinna poole liikuma. Soojas toas saab kõwa jää wedelaks weeks. Tulde wisatud muutub puutükk tuhaks ja suitsuks. Kivi kukumine, jää sulamine, ja puu põlemine on kõik ilmuwused.

§ 4. Füüsika ja keemia.—Ilmuwusi jagatakse kahte liiki: ühte liiki arwatakse neid ilmuwusi, mille juures ainult kehade olu ja omadused muutuvad, kehade materia aga muutmataks jääb, teise—neid ilmuwusi, mille juures ka kehade materia muutub. Esimesi uurib füüsika, wiimisi—keemia. Kukkumisest ei muutu kivi materia, nii sama ka sulamisest mitte jää materia; seepärast langewad need kaks ilmuwust füüsika piiridesse. Põlemine on aga keemialine ilmuwus, sest põledes muutuvad kehad materiateks, mis sugugi nende-sarnased pole.

§ 5. Ilmuwuste uurimise wiisid.—Kui tahetakse üht ilmuwust tundma õppida, siis waadatakse, kuidas moodi ja mill põhjal tema looduses sünnib. Niisugust ilmuwuste uurimise wiisi nimetatakse waatlemiseks. Mõni kord ei ole aga võimalik waadeldes ilmuwuse iseloomu ära tunda ja tema tõelist põhja üles leida, sest et tema kaahas teisi ilmuwusi käib ning nende omadused ja põhjad segamini on. Siis sünnitatakse ilmuwust kunstlisel wiisil, mis juures need ilmuwused ja põhjad eemal hoida püütakse, mis asja segada wõiwad. Niisugust ilmuwuste uurimise wiisi nimetatakse katseteks. Nii wõime meie näit. wee jäätamist kahte wiisi uurida: meie wõime seda ilmuwust talwel õues waadelda; wõime teda aga ka soojas toas kunstlisel wiisil sünnitada; siis teeme meie katsed.

Kehade üleüldised omadused.

§ 6. Kehadel on omadusi, mis asja annawad arvata, et nende materia jaokestest kokku on seatud, nagu näit. teliskivi-müürid. Selles raamatukeses pole aga võimalik nendest kehade omadustest kõnelda, sest et nende uurimine mitte füüsika piiridesse ei lange.

§ 7. Kehade jaokesed ei puntu mitte üksteise külge, waid seisawad üksteisest natukene eemal, nii et nende wahel tühjat ruumi on. Selle arwamise pääle juhatawad mitmed ilmuwused, nagu näit. kehade kokkuminemine külmenemisest. Seda ilmuwust on kerge seletada, kui kehade jaokeste wahel wahesid mõtelda. Kui keha külmeneb, siis nihkuwad

tema jaoksed koomale kokku. Kui aga kehade jaoksed juba muudigi tihedalt üksteise küljes seisawad, kuidas wõiwad kehad siis weel külmenedes kokku minna? Ka wõib katsete abil ära näitada, et kehade materia sees tühjaid ruumisid on olemas. Kui meie 50 toopi wett ja 50 toopi piiritust kokku kallame ja hästi segame, siis ei saa meie mitte 100 toopi wiina, waid paljalt 96½ toopi. Piirituse jaoksed on nii wäikesed, et nemad nende wahede sisse tungida wõiwad, mis wee jaoksed wahel on olemas, ja sinna kaduwadgi 3½ toopi piiritust ära. Seitsemeteistkümnne aastasaja lõpul oli Florentsia linnas akadeemia, milles agarasti loodust uuriti: kord täitsiwad mõned selle akadeemia liigetest kuldkuuli weega ja tagusiwad tema siis lotši. Seeläbi läks kuuli sisse ruum wäiksemaks, ja üks osa wett, mis enam kuuli sisse ei mahtunud, tungis wäikeste tilgakestena tema seintest läbi tema pinna pääle. See ilmumus oleks wõimatu, kui kulla jaoksed wahel wahesid poleks.

§ 8. Omast igapäewasest elust teate teie, et üksigi keha iseenesest liikuma ei hakka. Et keha liikuma panna, peab teda wiskama, tõukama, üleüldse wäljast poolt tema pääle mõjuma. Aga teie teate ka, et kõik liikuma pandud kehad wiimaks jälle seisma jääwad. Kas teewad nemad seda iseenesest, wõi ka ikka üksnes wäljast poolt sunnitud? Kui püsist lastud kuul maha langeb, ilma et tema millegi asja wastu löönud oleks, siis näib küll, nagu teeks tema seda iseenesest; aga asja terasemalt uurides leiame meie, et tema nii pole. Kuuli tõmbab ülewelt maha maakera, mis, kuidas teie ees pool näha saate, kõik tema ligidal olewad asjad külge tõmbab. Üleüldse on

leitud, et liikuvad kehad iialgi iseenesest feisma ei jää.

Mõlemid praegu arutatud kehade omadusi võib järgmisesse lausesse kokku võtta: kõik kehad püüavad sellesse olekusse jääda, milles nemad on. See materia omadus on järgmistele ilmuwustele põhjaks.

Kui meie wantris püüsti seisame ja wanter äkisti edasi tõmmatakse, siis kukume meie taha poole; nii sama kukume meie ette poole, kui wanter jooksu päält äkisti feisma jääb. Esimesel korral püüab meie keha paigale jääda, kuna jalad wantriga ühes edasi jõudma hakkawad; wiimsel korral liigub tema oma jõodu edasi, kuna jalad juba feisma on jäänud.

Liikumiseft ja wõimust.

§ 9. Liikumine. — Kui keha oma paika wahetab, siis üteldakse, tema liikuda.

Kui meie ühe keha liikumisest selget aru tahame saada, siis peab meile teada olema: 1. misjugune mood ja suurus sel teel on, mida mööda keha liigub ja 2. kui palju maad keha määratud waheaegades, näit. igas sekundis edasi jõuab. Seda maad, mis keha liikudes ühes sekundis ära teeb, tähendatakse füsikas sõnaga: kiirus. Tähetundjatel on teada, mis moodi ja kui suured rändawate tähtede teed on, ning kui suure kiirusega iga täht liigub; seepärast teawad nemad ka ette ära, mill ajal need ilmakehad nii moodi üksteise kohta olema tulewad, et meil siin maa pääl niisugusi ilmuwusi näha on,

nagu kuu loomised, päikese ja kuu tõus ning looe, päikese ja kuu warjutused j. p. t.

§. 10. **Wõim.**—Teie teate, et ühegi keha olek iseenesest ei muutu. Seda, mis kehad liikuma ja liikumast jälle seisama paneb, mis kehade oleku üleüldse kuidagi wiisi muudab, tähendatakse üleüldiselt sõnaga: **wõim**. Wõimused on mitmet sugu, nagu: wee võim, auru võim tuule võim, muskulite võim, hõõr j. p. t. Rõige tähtsamad looduse võimud on: raskuse võim, tinniswõim ja keemialine sugulus.

Sagedasti näeme meie aga võimu keha pääle mõjuwat ja ommeti ei muutu keha olek mitte. Igal niisugusel korral saab võimu mõjudus ühe teise võimu läbi ära häwitatud. Naamat, mis laua pääl seisab, ei liigu mitte, kui käega tema pääle rõhuda. Laua wastupanek, mis meie kätte muskulite võimule wastutse mõjub, häwitab selle võimu mõjuduse ära. Niisugust keha olekut, kus keha paigal seisab, ehk küll võimud tema pääle mõjuwad, nimetatakse tajakaaluks.

Dihlised masinad.

§ 11. **Masin.**—Sagedasti pole võimalik võimu selle keha külge seada, mida muuta tahetakse. Niisugustel kordadel lastakse võimu teiste kehade läbi muudetawa keha pääle mõjuda. Nii on koguni võimatu, et tuul ise wilja jahuks teeks. Kui meie tuule võimu jahwatamiseks tarwitada tahame, siis laseme meie teda westi tiibade pääle mõjuda. Selle tõttu hakkawad tiivad ümber jooksema ning panewad westi sees mitmed wõllid ja ratad, wiimaks ka kiwi, mis wilja terad

peeneks hõõrub, käima. Igat keha, mille abil ühe võimu mõjudust teisele kehale edasi antakse, nimetatakse masinaks. Masinaid on üliwäga mitmet sugu; aga nemad kõik on kokku seatud mõnest nõnda nimetatud lihtsest masinast. Kõige tähtsamad ja pruugitamamad lihtsed masinad on: winn, blokk, wõlliga ratas, hambuline ratas ja kalduw pind.

§ 12. Winn.—Ratse 1.—Wõtke puulatt, mis igast kohast täiesti ühepaksune on, tehke temale keskpaika auk ja riputage tema seda auku pidi üles. Tema jääb tasakaalu seisma. Lati sisse, mõlemile poole auku, pistke, üksteisest ühe kaugusele, pulgad. Riputage nüüd kummalegi poole auku, temast ühe kaugusele, pulkade külge üheraskused kaalud, Teie näete, et latt ikka weel tasakaalu jääb (pilt 1). Kui teie aga ühe kaalu augu ligemale riputate, siis on lati tasakaal rikutud: kaal, mis august kaugemal on, winnab teise üles. Sellest on näha, et kaalu mõjudus siin seda nõrgem on, mida ligedamal tema augule on. Nii sama ei jää latt mitte tasakaalu, kui äraraskused kaalud august ühe kaugusele riputada: raskem kaal winnab siis kergema kaalu üles. Aga kui seda raskemat kaalu wäähä haawal augule ligemale nihutada, siis läheb tema mõjudus lati pääle ikka wäiksemaks ja wäiksemaks, ning wiimaks hakkab wäikene kaal temale kaalu pidama. Ratjudes on kerge leida, et niisugusel korral raskem kaal ikka nii mitu korda augu ligemal peab olema kui kergem kaal, kui mitu korda wiimne temast kergem on. Kui näit. üks kaal 40 loodi raske on ja teine—10 loodi, see on: neli korda kergem, ja kui esimene kaal ühe tolli kaugusel august ripub, siis peab teist kaalu nelja tolli kaugusele riputama, et latt tasakaalu jääks.

Watti, mis ennast ühe kindla punkti ümber pöörata annab, nagu see, millest praegu kõneldud sai, nimetatakse winnaiks; kindlat punkti nimetatakse winna toetuspunktiks ning kaalude rippumise kohtade kaugust toetuspunktist—winna õladeks. Selminewa katse abil õppisite teie järgmist winna omadust tundma; et winn tasakaalu jääks, kui kaks ärasuurust kaalu tema pääle mõjuwad, peab raskem kaal lühema õla otsas rippuma, ja see õla peab teisest nii mitu korda lühem olema kui mitu korda tema otsas rippuw kaal raskem on kui kaal, mis teise õla otsas ripub. Sellest järgneb, et winna abil wäikese kaaluga suur kaalu wõib üles tõsta. Selle tarwis peab aga wäikest kaalu winna pikema ja suurt—winna lühema õla pääle mõjuda lastema.

Ülemal kirjeldatud winna omadus ei muutu, kui kaalude asemel üht teist wõimu winna pääle mõjuda lasta, näit. kättega winna pääle rõhuda.

Winna tarwitame meie omas igapäewases elus sagedasti. Kui meie näit. rasket kiwi paigast tõsta tahame, siis pistame meie tema serwa alla raudkangi, lükkame kangi alla paku ja hakkame kangi waba otša pääle rõhuma. Kang on niisugusel korral winn, mille toetuspunkt paku pääl on; pika õla pääle mõjub meie käte rõhk, lühikese õla pääle—kiwi raskus. K ä ä r i d on kokku seatud kahest winnast, millel ühine toetuspunkt on.

Winna, mida meie ülemal kirjeldasime, nimetatakse esimest sugu winnaiks. On weel teist moodi winn olemas, nõnda nimetatud teist sugu winn. Bildi 2 pääl on niisugune winn näha. Tema on

esimesest selle poolest ärasugune, et tema toetuspunkt ühes tema otstest on ja mitte nende punktide wahel, mille pääle wõimud mõjuwad. Pääle selle mõjuwad siin wõimud üksteisele wastukse. Sladeks nimetatakse ka siin wõimude mõjuduspunktide kaugust toetuspunktist.

§ 13. Blokk.—Blokiks nimetatakse ratast, mis ennast telje ümber pöörata annab ja mille ümbruse pääl, wäikese renni sees, kõis jookseb. Kui blokk paljalt oma telje ümber pöördida wõib, siis nimetatakse teda kindlaks blokiks (pilt 3); kui tema ennast pääle selle weel paigast liigutada annab, siis on tema liikuw blokk (pilt 4 a).

Kindel blokk ei tee wõimu mõjudust sugugi suuremaks; tema on meile waid selle poolest kasulik, et tema abil wõimu seda pidi mõjuma wõib panna, kuidas pidi see wõimule kõige hõlpsam on.

Liikuw blokk teeb aga wõimu mõjuduse kaks korda suuremaks. Nii peab tema abil 50-ne-naelane kaal 100-me-naelasele kaalule kaalu. Liikawa bloki kõie üks ots on enamasti ikka üle teise—kindla bloki wiisatud.

Et wõimu mõjudust mitu korda suuremaks teha, ühendatakse mitu liikuwat ja kindlat blokki üksteisega; niisugust blokkide ühendust nimetatakse polüspastiks. Polüspastid on mitmet sugu. Polüspast, mis pildi 5 pääl näha on, on kokku seatud kolmest kindlast ja kolmest liikuwast blokist. Esimesed on kinnitatud kahe lati wahel, mis kougu otsas ripuwad. Liikuwad blokid, mis ka kahe lati wahel seisawad, ripuwad kindlate blokkide all. Ülemiste lattide alumiste otste küljes näete teie kougu. Selle kougu külge on polüspasti kõie üks ots kinnitatud. Säält on see kõis esiti kõige wäiksema

liikuva bloki ümber tõmmatud, siis kõige väiksema kindla bloki ümber; siit ulatab tema keskmise liikuva bloki ümbruse pääle j. n. e., kuni tema wiimaks kõige ülemise kindla bloki päält maha ulatama tuleb. Sinna kõie otša kinnitage üks kaal P ning liikuwate blokkide alla ka üks kaal O . Kui kaalud üksteisele kaalu jääwad pidama, siis on kaal O 6 korda raskem kui kaal P ; kui kaal O 12 puuda kaalub, siis kaalub kaal P paljalt 2 puuda. Nii võib selle polüspasti abil 2^{ge} pudane kaal 12^{ne} puudasele kaalule kaalu pidada, see on: see polüspast teeb võimu mõjuduse 6 korda suuremaks, mis sellest tuleb, et temal kolm liikuvat blokki on.

§ 14. Wõlliga rataš.—Wõlliga rataš on kokku seatud rataš ja wõllist, mis rata keskpaigast läbi on pistetud ja ennast oma telje ümber pöörata annab (pilt 6). Wõlli ümber on kõis mäsšitud. Selle kõie otša kinnitatakse asi, mida wõlliga rata abil üles poole winnata soowitakse. Meie pildi pääl on selleks asjaks ämber weega. Kinnitage rata ümbruse külge ka kõis ja šiduge selle kõie otša kaal; kui raske peab wiinne olema, et tema ämbrile kaalu wõiks pidada? Wõlliga rataš wõime meie esimest sugu winnaks arvata (pilt 7), mille lühem öla nii pikk on kui wõlli radius *) OA ja pikem öla ni pikk—kui rata radius OB . Et kaal ja ämber üksteisele kaalu jääksiwad pidama, peab siis kaal ämbrist nii mitu korda kergem olema, kui mitu korda wõlli radius rata raidiusest lühem on. Kui ämber weega 80 naela kaalub ja wõlli radius rata radiusest 8 korda lühem on, siis peab 10^{ne} naelane kaal, mis rata külge on riputatud, ämbrile kaalu. Kui kaal üle 10^{ne} naela kaalub, siis winnab tema ämbri üles.

*) Waata: T ü lk, Esimesed geometria õpetused lehek. 20.

§ 15. **Hambulise ratas.**—Hambuliseks nimetatakse ratast, mille ümbruse pääl hambad seisawad. Hambulise rata telje pääle kinnitatakse jägedasti teine väikene hambuline ratas, mida fedrwarreks nimetatakse. Bildi 8 pääl näete teie kahte hambulist ratast ning kummagi küljes ühe fedrwarre. Hakaku fedrwarre *a* hambad rata *B* hammastesse, fedrwarre *b* hambad jälle ühe teise hambulise rata hammastesse j. n. e. Kui nüüd üht ratast pöördima panna, siis hakkawad ka kõik teised ümber jooksema, kuid aga ärasuuruste kiirustega: nii teeb fedrwarre *a* ja temaga ühes ratas *A* selle aja sees, kus ratas *B*, mille hammastesse fedrwarre *a* hambad hakkawad, ühe pööri teeb, nii mitu pööri, kui mitu korda temal vähem hambaid on kui ratas *B*.

Hambulisi rataid pruugitakse iseäranis sääl, kus rutulisi pöördiwat liikumist tahetakse sünnitada, nagu näit. kellades. Kende abil võib aga ka wõimu mõjudust muuta. Siis tuleb igat ratast tema fedrwarrega wõlliga rataks arwata, kus fedrwarre wõlli asemel on.

§ 16. **Kalduwa pind.**—Kalduwaks pinnaks nimetatakse pinda, mille üks ots kõrgemal seisab kui teine. Kalduwa pinna otste kõrguste wahet nimetatakse kalduwa pinna kõrguseks. Bildi 9 pääl on kalduwaks pinnaks laud, mille üks ots ennast wastu maa pinda toetab ja teine pakku pääl lasub. Kui selle kalduwa pinna pääle ümmargust pakku panna, siis hakkab see pakki sääl oma raskuse tõttu alla poole weerema. Et pakki seda ei teeks, waid oma paiga pääl tasakaalus püsiks, siduge tema ümber köis, wiskage köie ots üle blokki, mis pakku pääl seisab, ja riputage tema külge kaal. Et see kaal pakku kalduwa pinna

pääl tasakaalus peaks, peab tema pakust nii mitu korda kergem olema, kui mitu korda kalduva pinna pikkus pinna kõrgusest suurem on. Kui näit. kalduva pinna pikkus 10 jalga on ja kõrgus 1 jalg, siis wõib 1^{he} naelane kaal 10^{ne} naelast pakku pinna pääl tasakaalus pidada. Kui kaal enam kui 1 nael kaalub, siis tõmbab tema pakku pinda mööda üles.

Kalduwat pinda tarwitatakse väga sagedasti. Kui näit. wiina=aami wantrile saada tahetakse, siis seatakse wantri najale paar latti wõi lauda ja weeretatakse waat neid mööda üles.

Raskuse wõimust ja tema jünnitustest.

§ 17. Raskuse wõim. Kui kivi wõi üks muu raske asi meie käest lahti pääseb, siis hakkab tema sedamaid otse maa pinna poole liikuma. Riisugust liikumist nimetame meie kukkumiseks. Teie teate, et kõik kehad kukuvad, kui nendel tugi all pole. Et nüüd üksigi asi iseenesest liikuma ei hakka, siis peab maakera sees üks wõim asuma, mis kõiki kehaid maa pinna poole tõmbab. Seda wõimu nimetatakse raskuse wõimust.

§ 18. Kaal—Et üht keha kukkumast ära hoida, peab teda kas üles riputama wõi temale kindla aluse alla panema. Püüdmine maa pinnale saada jääb kehale aga ka siisgi weel, mis jellest on näha, et keha oma aluse pääle rõhub wõi, on tema rippumas, nõõri pingule tõmbab. Pange kivi pihu pääle, ja teil on tõendus käes. Wõimu, millega keha oma aluse pääle rõhub, nimetatakse tema raskuseks ehk kaaluks.

§ 19. Waag.—Mitmesugustel kehadel on ka mitmesugune kaal. Kehade kaalu suurust näitab meile waag: Waagisid on mitmet moodi. Kõige enam prungi- takse praegu niisugusi waagisid, nagu see on, mida teie pildi 10 pääl näete. Tema 'pole õieti muud ühtegi kui esimest sugu winn—siin palgiks nimetatud—mille mõlemad õlad täiesti ühepikused ja üheraskused on, ja millest kumbgi oma otšas kausi kannab. Kausid peawad ka täiesti üheraskused olema. Kui ühe keha kaalu teada saada tahetakse, siis pannakse see keha wae ühe kausi pääle ja teise pääle nii palju kaalusid, see on: asju, mille kaaluga keha kaalu wõrreldakse, et kausid üksteisele kaalu pidama hakkawad. Kaalude arv näitab siis keha kaalu. Et paremini näha, millal kausid kaalus seisawad, on wae palgi keskpaiga külge näitaja kinnitatud, mis siis otse püsti seisab, kui kaalutaw keha ja kalud täiesti üheraskused on.

§ 20. Raskuse keskpaik.—Katsed 2.—Pildi 11 pääl näete teie lauakest, mille kaks nurga sisse ja üht serwa mööda augud on puuritud. Riputage lauakene ühte nurka pidi niidi otšas üles ja tõmmake tema pääle niidile jatkaks õige joone. Siis riputage lauakene teist nurka pidi üles. Nii sama nagu ennegi jatkage tema pääl niidi õige joone läbi. Nüüd riputage lauakene ühte tema serwa ääres olewat auku pidi üles ja tõmmake tema pääle ülemal kirjeldatud wiisil weel kolmanda joone. Teie näete, et need kolm joont kõik ühes punktis G üksteist leikawad. Mis auku pidi teie lauakest ka üles ei riputaks, ikka läheb niidi jatk punktist G läbi, nii et see punkt alati otse selle koha alla olema tuleb, millest lauakene üles on riputatud, ja kui teie ka lauakese kõrwale peaksite lükkama, tema saaks ikka jälle oma endisesse paika tagasi pöörama.

Mis iseärviline punkt on siis see punkt *G*? Et seda teada saada, puurige sinna kohta lauakese sisse auk ja riputage lauakene seda auku pidi pulga otsa. Kuida teie nüüd lauakese seate, nõnda jääb tema ka seisma. Kui teie aga lauakese ühte teist auku pidi pulga otsa riputate, siis ei jää tema mitte igasse olekusse, mida temale antakse, püsima, vaid üksnes siis, kui punkt *G*, otse tema riputuspunkti üle (pilt 12) või otse tema riputuspunkti alla (pilt 13) olema tuleb, see on: kui punkt *G*, tema ja riputuspunkti wahel olewa laua abil, ennast pulga pääle toetab või pulga otsas ripub. Punkti *G* nimetatakse lauakese raskuse keskpaigaks.

Igal kehal on niisugune, raskuse keskpaigaks nimetatud, punkt *G* olemas, ja keha võib üksnes niisugusesse olekusse rahulisti seisma jääda, kus tema raskuse keskpaik kas toetatud on või ühe kindla asja küljes ripub. Punkt *A* pildi 14 pääl seisab rahulisti püsti, sest et tema raskuse keskpaik *G* ennast tema aluse pääle toetab; nii sama ka punkt *B* pildi 15 pääl. Punkt *D* pildi 16 pääl peab aga ümber langema, sest tema raskuse keskpaik ei seisja mitte otse üle tema alust, pole seepärast ka mitte toetatud.

Inimene võib ennast üksnes siis jalgade pääl hoida, kui tema keha raskuse keskpaik otse tema kandade üle seisab, mis ka siis ikka nii on, kui inimene, ilma et tema midagi kannaks, otse püsti seisab. Kui tema aga wiljakotti või ühe muu raske asja selga võtab, siis nihkub tema raskuse keskpaik taha poole. Et niisugusel korral inimese raskuse keskpaik jälle otse üle tema kandasid olema tuleks ja jalad toeks alla saaks peab inimene ette poole kummardama. Kui tüdruk parema käega ämbri wett kannab, siis kallutab tema

oma keha pahemale poole. Kui ämber väga raske on, siis sirutab tüdruk veel pahema käe wälja, et raskuse kespait, mida ämbri raskuse läbi paremale poole tõmmatakse, jälle tema kandade kohta saaks asutatud. Käimine kõit mööda on kunst. Kõis on kitsas, seepärast on suurt osawust tarwis, et oma keha raskuse kespaita alati otse kõie üle hoida, millal üksi tema toetatud on.

Kinniswõimust ja tema sünnitustest.

§ 21. Kinniswõim. — Teie teate, et kõik kehad wäikestest jaoketest kokku on pandud. Et nüüd need jaokesed kehastid sünnitada wõiwad, millel määratud mood ja määratud suurus on, siis peab, nende sees üks wõim asuma, mis neid määratud kaugusel üksteisest hoiab. Seda wõimu nimetatakse kinniswõimuks.

Selle wõimu mõjudus ei ulata jaokesest kuigi kaugemale. Kui meie puutükki lõhki ajame ja tema mõlemad pooled jälle kokku seame, siis ei hakka nemad mitte uuesti ühte, sest meie ei saa neid enam nii üksteise lähedale, et ühe päälmised jaokesed teise päälmistele jaokesete kinniswõimu mõjuduse piiridesse satuksiwad. Kui meie aga kats siledat ja puhast lapergust tinapinda wõimakalt üksteise wastu wajutame, siis jääwad nemad kaunis kindlasti kokku. Nii sama jääwad ka peegliklaasi tükkid ühte, kui neid üksteise pääle panna. Aknaklaasi tükkid ei tee seda aga mitte; nemad pole selle tarwis küllalt tasased. Kui meie aga natukene wett aknaklaasi tükkide wahele paneme, siis jääwad nemad kokku, sest siis täidab wesi need wahed, mis klaasi tükkide wahel on. Seda sama teeb ka puusepp liimi abil, kui tema kats lauda kokku liimib.

§ 22. *Materia kolm olumoodi.*—*Materia* leidub kolmes olumes: kõwas, wedelas ja õhumoe-
lises.

Kõwadeks nimetatakse kehaid, mille jaotused enam wõi vähem kindlasti koos seisawad. Igal niisugusel kehal on määratud mood ja määratud suurus. Kõwad kehad on näit.: kivi, raud, puu j. p. t.

Wedelateks kehadeks ehk wedelikudeks nimetatakse kehaid mille jaotused küll kinniswõimu abil koos hoietakse, aga nii lödwalt, et nemad hõlpsasti üksteise najal sinna ja tänna libiseda wõivad. Kõige wäiksem wäline wõim suudab nende asupaika üksteise kohta muuta. Seepärast pole wedelikudel määratud moodi, waid nende mood on ikka see koht wõi nõuu, kuhu nemad woolanud wõi kallatud on; aga määratud suurus on nendel: millgi wiisil ei wõi teie toopi wett wäiksema nõuu sisse mahutada. Wedelikud on näit.: wesi, piiritus, elawhõbe j. p. t.

Õhumoelisteks kehadeks ehk gaasideks nimetatakse kehaid, mille jaotused üksteise kinniswõimu piiridest väljas on. Seepärast ei hoia nende jaotused endid ka mitte kokku, waid püüawad ikka nii kaugele kui wõimalik laiali laguneda. Sest siis tuleb, et õhumoelistel kehael ei määratud moodi ega määratud suurust pole. Niisugused kehad on näit.: õhk ise, walgustus-gaas, süsihapu gaas j. p. t.

Keemialisest sugulusest ja tema sünnitusest.

§ 23. *Elemendid.*—Kui seda punast pulbri, mida elawhõbeda oksüüdiks (*hydrargium oxydatum*) nimetatakse, klaasnõuu sees piirituse-tule pääl hoida, siis hakkab tema päält õhusarnast gaasi üles tõusma

ja nõuu põhja väikesi läikivaid kuulikesi korjuma. Gaas on hapataja, mis ühe jao õhust kokku seab, ning läikivad kuulikesed — elawhõbe. Nendeks kaheks materiaks muutub wiimaks kõik nõuu sees olew pulber. Kui weest elektrilisust läbi woolata lasta, siis laguneb wesi hapatajaks ja weel üheks teiseks õhujarnaseks materiaks — weelitajaks. Hapatajat, weelitajat ja elawhõbedat ei wõi meie aga mitte nõnda lahutada, et nendest mitu ärasugust materiat saaks. Niiugusi kehasid nimetatakse elementideks, see on: põhjusemateriateks. Praegu tuntakse ligi 70 elementi. Nende kehave seas, mis meile meie igapäewasest elust tuttawad on, on elemendid: süsi, weewel, fosfor, piikiwi, raud, wask, tsink, inglisis-tina, seatina, elawhõbe, hõbe ja kuld. Ohk on sega kahest elemendist: hapatajast ja lämmatajast.

§ 24. Keemialine sugulus. — Suurem osa kehasid, mis looduses leiduwad, on kahest wõi mitmest elemendist kokku seatud. Wõimu, mis elementised nii moodi ühte heitma paneb, et seeläbi uued kehad iseguste omadustega sünniwad, nimetatakse keemialiseks suguluseks. Keemialise suguluse sünnitust uurib keemia.

Wedelikude omadustest.

§ 25. Seiswa wedeliku pind. — Seiswa wedeliku pind on ikka wedeliku asupaiga horizonti pinnale paralleelne *) ehk, kuidas seda ühe sõnnaga tähendatakse, horizontalne.

Katse 3. — Kallake ühe nõuu sisse wett. Hoidke nõuu kuidas tahes, kas otse püsti wõi kallukil, wesi tema sees seab ennast ikka nii moodi, et tema pind horizontalne on. — Seda ilmuwust tuleb järgmisel wiisil seletada. Wee jaotused ei seisja mitte kindlasti koos,

*) Waata: T ü l k, Esimesed geometria õpetused leh. 8.

waid wõiwad hõljasti paigast liikkatud saada. Kui nüüd üks jagu wee pinda nõuu kallutamise juures kõrgemale tõuseb kui teine on, siis hakkawad säält jaokesed oma raskuse sunnil sedamaid alla poole, madalamatesse kohtadesse, libisema, kuni kõik wee pind jälle ühetasaseks saanud pole.

§ 26. Läbikäidawad nõuud. — Katse 4. — Wõtke kaks nõuu ja ühendage nemad nii moodi üksteisega, et wesi ühest teise pääseda wõib. Nüüd on teil nõnda nimetatud läbikäidawad nõuud (pilt 17). Kalake nõuudesse wett. Teie näete, wee pind seisab mõlemates nõuudes ühel kõrgusel, ehk küll nõuud ärasuurused ja äramoelised on. Üleüldse seisab läbikäidawates nõuudes wedeliku pind kõikides ühel kõrgusel, olgu nende mood ja suurus misjugune tahes.

Et kõik mered üksteisega ühendatud on, siis wõib neid suurteks läbikäidawateks nõuudeks arwata, ja nende pinnad peawad siis kõik ühel kõrgusel seisma. Seda on ka merede pindade loodimised näidanud Seepärast loetakse maade ja mägede kõrgused ikka mere pinnast. Kateltel ja kannudel seisawad torude otsad kõige vähemalt nii sama kõrgel, nagu nende nõuude ääred; muidu poleks wõimalik neid nõuusiääd täita.

§ 27. Rõhu laiali lagunemiue wedelikude sees. Wõtlege, teil oleks üks nõuu ja selle nõuu sees nii suur kõwa keha, et nõuu temast parajasti täidetud on. Kui selle keha pääle ülewelt rõhutakse, siis wõite teie seda rõhku nõuu põhjas tunda; nõuu külgedesse tema aga ei ulata. Rõhk wastu keha üht külge mõjub nõuu wastuseiswasse küljesse; aga ka paljalt sinna, nõuu põhjas ja keha pinnal pole teda tunda. Kõwa keha

jaokesed seisawad kindlasti koos. Ruhu poole mõnda nendest tõugatakse, sinna poole liiguwad teised kaasa. Hoopis teine on lugu ses tükis wedelikitudega. Brantfusi õpetatud mees *Pascal*, kes 17^{ne} aastajaja lõpul elas, leidis wedelikudelt järgmise omaduse: kui wedeliku kogu pääle ühest kohast rõhuda, siis laguneb see rõhk sääl igasse külge ühte wiisi laiali, see on: nii moodi, et wideliku kogu ühesuurustel pinna ja külgede osadel ikka ühesuurust rõhku kannatada tuleb. Asja paremaks mõistmiseks mõtelge, teil oleks nõuu, mille seintest mitu toru on läbi pistetud (pilt 18). Olgu kolm toru (*a, b, c.*) ühesuurused ning kõikides torudes weefindlad punnid, mis aga hõlpsasti liikuda annawad. Nõuu olgu ühe wedelikuga, näit. weega täidetud. Kui nüüd punni *a* pääle naelase kaalu rõhuma panna, siis hakkawad kõik teised punnid wäljas poole liikuma, ja teie peate, et neid paigal hoida, nende wastu wõimusid mõjuma panema. punnide *b* ja *c* pääle wõimusid, mis nii suured on kui naelase kaalu rõhk, teiste pääle nii mitu korda suuremaid wõi wäiksemaid kui mitu korda nende pinnad punni *a* pinnast suuremad wõi wäiksemad on. — Seda wedelikude omadust wõib järgmisel wiisil mõista. Et wedelikude jaokesed lõdwalt koos seisawad, siis libisewad punni *a* pääle mõjuwa rõhu sunnil need jaokesed, mis selle punni all on, igasse külge laiali, pörkawad wastu naabrulisi jaokesi ja panewad need ka liikuma; wiimised teewad oma naabrudega seda sama, ning nii moodi on üürikesse aja pärast kõik wedeliku jaokesed liikumas. Selle tõttu pörkawad jaokesed, mis punnide *b, c, d, e* külge puutuwad, wastu neid punnisid ja tõukawad nemad torusid mööda wäljas poole. Mida suurem on

ühe punni pind, seda enam on tema all wedelikku jaks-
fest, mis tema vastu pötkavad, ning seda wõimakam
on siis ka nende ühine rõhk.

Katse 5.—Ühendage nüüd kaks tsilindrimoelist
nõuu, millest üks jämedam olgu kui teine, toru abil
üksteisega, täitke nemad weega ja pistke nende sisse
weefindlad, aga siisgi hõlpsasti liigutawad punnid. Kui
teie wäiksema punni pääle naelase kaalu asutate, siis
peate, et nõuudes olew wegi tasakaalu jääks, suurema
punni pääle nii mitu korda raskema kaalu panema,
kui mitu korda selle punni pind suurem on kui esimese
pind. — Nii wõib siis wee abil, nii sama nagu masinate
abilgi, wõimu mõjudust suuremaks teha.

§ 28 Wedeliku rõhuline nõuu põhja pääle.—
Jagage wedelikku, mis ühe nõuu sisse on kallatud, mõttes
õhukestesse horizontalsetesse kihtidesse. Rõige ülem kiht
rõhub oma raskuse tõttu oma all olewa kihi pääle,
see esimesega kokku—kolmanda kihi pääle, kolm esimest
kihti—neljanda pääle j. n. e., nõuu põhja pääle rõhub
kõik wedeliku kogu. Pascal leidis, et wedeliku rõhk
nõuu põhja pääle nii suur on, kui palju
sellest wedelikust sammast, millel nõuu põhi
alusets ja wedeliku pinna kaugus nõuu
põhjast kõrgusets on, kaaluma tuleks.—
Pildi 19 pääl näete teie kaks äramoelist nõuu, mille
põhjad täiesti ühesuurused on. Kui teie nendesse nõuu-
desse mõlematesse nii palju wett kallate, et wee pinna
kaugus põhjast mõlemates üks on, siis on ka rõhk põhja
vastu mõlemates nõuudes ühesuurune, ehk küll nõuus A
enam wedelikku on kui nõuus B, sest nende nõuude põh-
jade pääle mõteldud wee sambad on täiesti ühesuurused.

Praegu kirjeldatud wedelikude omadusest järgneb,
et wäikene wedeliku kogu suurt rõhku wõib sünnitada,

kui nõuu, kuhu tema kallatud on, kõrge ja põhjast lai on. Pascal pistis peenikese, aga üle 20^{ne} jala kõrge toru waadi sisse püsti, täitis waadi weega ja hakkas siis ka torusse wett kallama; toru polnud weel mitte täis, jääb läks waat lõhki, ehk temal küll raudwitsjad pääl oliwad.

Katse 6.—Kui teie sügawa wee pääl juhtute olema, siis tehke järgmine katse. Wõtke pudel ja kallake tema sisse nii palju wett, et tema alla hakkab wajuma. Suruge temale siis kindel kork pääle ja laske tema nõõri otsas wee põhja. Kui wesi küllalt sügaw on, siis on tema rõhk pudeli korgi pääle nii suur, et tema korgi pudeli sisse ajab, ja kui teie pudeli weest wälja tõmmate, siis on tema wett täis, ja kork tema sees.

§ 29. Wedelikku rõhumine nõuu seinte wastu. Et wedelikku fogu pääle mõjuw rõhk jääb igas se külge laiawi laguneb, siis peab ühe wedelikku fogu ülemiste kihtide rõhumiist alumiste pääle ka wedelikku fogu külgedes tunda olema, see on: wedelikud peawad ka nõuude seinte wastu rõhuma. Nii on asi ka tõesti.

Katse 7.—Wõtke kaunis kõrge nõuu ja tehke tema ühe külje sisse kaks ühesuurust auku: ühe ääre, teise põhja ligidale. Aukude sisse pistke korgid. Täitke nõuu ääreni weega ja tõmmake siis kork ülemisest august wälja. Teie näete, et wett nõuust wälja jookseb; aga mitte kuigi suure wõimuga. Kui teie nüüd alumise korgi augu eest ära wõtate, siis purskab jäält wesi suure wõimuga wälja. Et alumise augu üle enam wett on kui ülemise üle, siis on ka rõhk, mis, nõuu külgedele poole mõjudes, wee nõuust wälja tõukab, siin suurem kui ülewel.

§ 30. Alt poolt üles poole mõjuv rõhk wedelikkudes. — Võib näidata, et wedelikkudes ka veel alt poolt üles poole mõjuvat rõhku on.

Ratse 8. — Tehke lambi-klaasi ühe otša serwad tafaseks, määrige nemad eliga ära ja wajutage selle otša alla plekist wõi klaasist põhi. Pistke nüüd lambiklaas seda otša pidi wette. Teie näete, põhi jääb tema alla. Nüüd kallake lambiklaasi sisse wärwitud wett. Ehk küll see wesi ülewelt lambiklaasi põhja pääle rõhub, jääb wiinne siisgi oma paiga pääle. Teda peab sääl wee sees olew üles poole mõjuv rõhk. Põhi kukub wast siis lambi-klaasi alt ära, kui wärwitud wee pind nii sama kõrgel seisab kui teisegi wee pind. Siis peab wärwitud wee rõhk, mis alla poole mõjub, nõuu sees olewa wee üles poole mõjuwale rõhule kaalu, ja lambi-klaasi põhi langeb oma raskuse tõttu nõuu põhja.

§ 31. Arhimeedese seadus. — Ratse 9. — Wõtke waag ja seadke tema kaalumise tarwis korda. Siis wõtke üks tsilindrimoeline keha, näit. liiwaga täidetud purk, ja kaaluge tema ära. Selle pääle riputage tema wae pahempoolse kausi alla ja kaaluge teda teist korda; aga nüüd nii, et tema sääl juures wee sees on. Mis teie leiате? Keha on ühe jao omast kaalust kaotanud, sest teie peate wae parempoolse kausi päält kaalusid ära wõtma, et kausid tafakaalu jääks.

Ratse 10. — Ratsuge nüüd teada saada, kui palju keha wee sees omast kaalust kaotab. Tehke oma purgile paksum paberist nii suur toos, et purk parajasti tema sisse mahub. Toos olgu seest ära elitud, et tema wett peaks. Riputage purk jälle wae pahempoolse kausi alla; toos pange kausi pääle. Teise kausi pääle pange nii palju kaalusid wõi mingisugust muud raskust, et mõlemad

kausiid üksteisele kaalu jääwad pidama. Selle pääle seadke wae pahempoolse kausi alla nõuu weega nii moodi, et kõik purk wette olema tuleb. Nüüd on wae pahempoolne kaus kergem kui tema esiti oli, sest purk kaotas wee sees ühe jao omast kaalust. Kui teie nüüd toosi weega täidate, siis wõidate teie wae pahempoolsele kausile selle jao kaalu tagasi, mis säält kaduma läks, ja waag tuleb tasakaalu. Toos on aga just nii suur kui purk. Nii annate teie wae pahempoolsele kausile säält kaduma läinud kaalu tagasi, kui teie sinna purgi wõrra wett lisate. Sellest näete teie, et purk wee sees just nii palju omast kaalust kaotab, kui palju temasuurune kogu wett kaalub. See seadus, mida Greeka õpetatud mees Archimeedes aastal 220 e. K. s. leidis, käib kõikide kehade kohta; nii wõib siis ütelda, et üleüldse iga keha wee sees nii palju omast kaalust kaotab, kui palju temasuurune kogu wett kaalub.

Seda ilmutust sünnitab § 30 kirjeldatud alt poolt üles poole mõjuw rõhk, mis wee sees leidub. Tema upitab keha alt ja teeb tema seeläbi kergemaks.

§ 32. Kehade ujumine ja põhja langemine.— Kui wette lastud keha raskem on kui temasuurune kogu wett, siis jääb temale wee sees ikka weel kaalu järele ja tema langeb põhja.

Kui keha just nii sama palju kaalub kui temasuurune kogu wett, siis kaotab tema wee sees kõige oma kaalu ja ei lange mitte põhja, waid jääb sinna kohta wee sisse seisma, kuhu tema pannakse. Nii on näit. lugu kanaanaga soolase wee sees.

Aga mis sünnib siis, kui keha kergem on kui temasuurune kogu wett, nagu näit. puu?

Siis on wee rõhk alt poolt üles poole suurem kui keha rõhk ülewelt poolt alla poole ja wesi tõstab keha oma pinna pääle, kuhu keha ujuma jääb.

§ 33. Hiukse-wõim.—Katsje 11.—Hoidke sukru tükk nii üle wee pinna, et üksnes üks nurk wee külge puutub. Mõne aja pärast on kõik tükk märg. Wesi tõuseb sukurt mööda üles poole sukru sisse ja jääb ka sinna. Nii sama tõuseb wesi ja eli ka lambitahhi mööda üles poole. Et sellele ilmuwusele seletust leida, tehke järgmine katse.

Katsje 12.—Pistke õige peenikene klaastoru wette. Teie näete, kuidas wesi toru mööda üles poole tõuseb. Et wett torus paremini näha oleks, wärwige tema tiudiga wõi wärwiga ära.—Wõim, mis wedelikusid peenikesi torusid mööda üles poole tõmbab, on iseäranis wõimakas torudes, mis nii peenikesed on, nagu hiukse karwad, seepärast nimetatakse seda wõimu hiukse-wõimuks.

Sukru ja lambitahi sees on hulk õige peenikesi kanaalid; neid mööda jõuabgi sääl wesi edasi.

Hiuksse wõimul on suur tähtsus taimete elus. Tema abil saawad taimed oma toidu maa seest *).

Dhumoeliste kehade omadustest.

§ 34. Sht.—Katsje 13.—Lööge käega ruttu oma silmuäo poole; teie tunnete, et midagi teie palgede ja silmade külge puutub.

Katsje 14.—Wajutage tühi nõuu, näit. õlleklaas kummuli wette; teie leiате, et wesi tema sisse ei lähe.

*) Waata: K u n d e r. Taimete riik lehek. 18.

Nendest katsetest on näha, et ruum milles meie elame ja nõnda nimetatud tühjad nõuud sugugi tühjad ei ole. Seda nägemata materiat, mis neid täidab, nimetatakse õhuks.

Ülemal tähendatud viisil võib näidata, et maa pääl igas paigas õhku on ja et õhk kõik tühjad nõuud täidab.— Aga mispärast ei näe meie õhku? Seepärast, et tema läbipaistaw ja wärwita on. Hääd puhast ja wärwita klaasi, mida toredate poodide akente sisse pannakse, ei näe meie ka mitte; õhk on aga weel palju puhtem ja läbipaistawam kui see klaas.

§ 35. Atmosfäär.— Seda määratu suurt õhukogu, mis maakera pinna üle seisab ja mida meie oma igapäewases elus taewaks nimetame, nimetatakse teaduses atmosfääriks. Kui kõrgele üles atmosfäär ulatab, pole mitte julgesti teada, arwatakse— kuni 200^{me} werstani.

§ 36. Rõhu laiali lagunemine õhu sees.— Katse 15. Tehke endale lambi-klaasist wäikene pump. Pumba punn olgu wõimalikult õhukindel. Enne, kui teie punni toru sisse wajutate, tehke tema eliseks.— Kinnitage oma pumba otja põis. Kandke selle eest hoolt, et põis kindlasti klaasi küljes kinni oleks. Suruge nüüd punn pumba sisse. Põis läheb põnni, ja nimelt igast külgest, kuna teie ommeti punni paljalt ühele poole, edasi, tõukate.

Katse 16. Tehke weel üks katse. Lambiklaasi mõlematesse otstesse pistke õige kindlad korgid. Ülemisest korgist pistke läbi trehter, mille toru nii pikk olgu, et tema alumise korgini ulatab (wõtke pudeli kael, wajutage tema sisse kork ja pistke korgist klaastoru

läbi, ning teil on niisugune trehter) ja niisugune klaas-
toru, nagu pilt 20 seda teile tähtede *a* ja *b* juures
näitab. Alumise forgi sisse pistke kaheharuga klaastoru,
mille mõlemad harud hääb pikad olgu. Torudesse
a ja *d* kallake natukene wett. Teie teate, et wesi torude
mõlemates harudes ühele kõrgusele seisma jääb [§ 26].
Puhkuge ettevaatlikult ülemise toru otsa sisse: wesi
haru *a* sees langeb ja tõuseb ühtlasi haru *b* sees.
Misparasti?—Seepärast, et õhu rõhk haru *a* sees
suuremaks läks, kui teie sinna puhkufite. Kallake nüüd
wähä haawal trehtrisse wett. Wesi jookseb trehtri toru
mööda lambi-klaasi sisse; seepärast tõuseb jääl wee
pind ja rõhub alt poolt üles poole selle õhu
wastu, mis lambi-klaasi sees on, ja wee pind toru *b*
sees langeb. Aga ka toru *e* sees langeb wee pind; nii
peab siis lambi-klaasi sees ka ülewelt polt alla
poole mõjuwat rõhku olema.

Nii on siis õhul see sama omadus olemas, mida
meie § 27 wee juures tundma õppisime: kui õhu
kogu wastu ühest kohast rõhuda, siis la-
guneb see rõhk jääl igasse külge laiali.

§ 37. Alt poolt üles poole mõjuw rõhk õhu
sees.—K atse 17.—Täitke õlleklaas serwani weega
ja katage tema kaardi-lehega kinni. Hoidke kaardi-leht
käega kindlasti klaasi küljes ja käänate siis klaas õhu
sees äkisti kummuli. Nüüd wõtke ettevaatlikult käsi
kaardilehe alt ära. Kaardi-leht jääb klaasi külge. Kui-
das on see wõimalik? Seda wõib üksnes järgmisel
wiisil seletada. Õhu sees, kus teie klaasi hoiate, on
alt poolt üles poole mõjuwat rõhku, ning
see wajutabgi kaardi-lehe klaasi külge. Wesi, mis klaasi
täidab, pühkab küll oma kaalu abil kaardi-lehte klaasi

alt ära tõugata; aga õhu rõhu võim on suurem ja kaardi-leht jääb nii kindlasti klaasi külge, ei wesi klaasist wälja ei pääse.

§ 38. Atmosfääri rõhk.—Katsume nüüd teada saada, kas õhul ka kaalu on. Meie ei hakka teda selle tarwis aga mitte kaaluma. Et wae abil õhu kaalu kohta kindlat teadust saada, peaks meil abiriistu olema, mis palju raha maksawad. Spetatud mehed, kes esimesed oliwad, õhku tema kaalu poolest uurima, ei teinud seda ka mitte wae abil, waid ühel teisel wiisil. Sell samal wiisil saame ka meie seda tööd toimetama.—Kui õhul kaalu on, siis peab tema nende asjade pääle rõhuma, mille pääl tema lasub.

Katse 18.—Täitke pudel weega, wajutage temale fork pääle ja pistke tema kaela pidi wette. Tõmmake nüüd fork pudeli kaelast wälja; teie näete, wesi jääb pudelisse. Misparast?—Kui wesi pudelist kausi jooffeks, siis peaks sääl wee pind tõusma ja selle õhu, mis kausi üle on, üles poole tõstma. Kui sel õhul kaalu on ja tema kaal suurem on kui pudelis olewa wee kaal, siis on iseenesest mõista, et wesi pudelist wälja ei saa pääsema, mis katse meile ka tõesti näitab.

Nii tõmbab siis maakera ka õhu jaoksed oma poole, ning seepärast rõhub atmosfäär kõikide maa pääl olewate kehade pääle.

Atmosfääri rõhu võimu on inimene ennast teinima pannud. Weepump on teie wististi juba näinud. Teda seatakse sinna, kus on tarwis wett kõrgele üles poole tõsta. Pilt 21 näitab teile weepumpa. Tema pääjaod on: 1. kaks toru, millest alumine peenem on ja 2. punn. Punni keskpaigast on auk läbi tehtud ja selle augu pääl seisab kaas s. Alumise toru

ülemise otsa pääl seisab ka kaas *t*. Kui nüüd pumba käsipuu *A* abil punn üles poole tõstetakse, siis wajutab atmosfääri rõhk kaane *s* kindlasti punni augu pääle. Wesi, mis nüüd punni jälgil peenemat toru mööda üles poole tõuseb, tõstab kaane *t* toru otsa päält üles ja woolab ülemise toru sisse. Kui nüüd punn alla poole wajutatakse, siis wajub alumise toru *t* kaas finni; punni kaas *s* aga tõuseb augu päält üles, ja wesi tungib august läbi ülemisesse torusse. Kui teie pumba punni mõni kord alla poole wajutate ja üles poole tõstate, siis korjub ülemise toru sisse wiimaks nii palju wett, et wee pind toruni *B* ulatab. Kui teie nüüd weel edasi pumpate, siis hakkab wesi feda toru mööda pumbast wälja woolama.—Särgmisesest katsest wõite teie ära näha, kuidas õhk wett pumba toru mööda üles poole tõstab.

Katse 19.—Wõtke oma lambi-klaasist walmistatud pump. Wajutage punn kuni toru alumise otsani pumba sisse; pistke see pumba ots wette ja tõmmake nüüd punn wäha hawal tagasi. Teie näete, kuidas wesi punni jälgil pumba toru mööda üles poole tõuseb. Mis pärast? Kui teie punni pumba torus üles poole tõmmate, siis ilmub wee ja punni wahela tühi ruum. Sääal pole midagi, mis wee pääle ülewelt poolt alla poole rõhuks; kausis olewa wee pinna pääle rõhub aga atmosfäär, ning seeläbi saab wesi pumba toru sisse liksutud. Mitte pumba punn ei tõmba wee pumba toru mööda üles, waid atmosfääri rõhk tõukab tema sinna.

Uga kui kõrgele wõib wett pumba abil üles hoowata; kas nii kõrgele kui tahes? Kuidas teie nüüd teate, tõuseb wesi pumpa mööda seepärast üles poole,

et atmosfäär kaewus wõi tiigis, kust wett pumbatakse, wee pinna pääle rõhub ja tema alla poole litjub. Aga weel, mis pumpa mööda üles poole tõuseb, on ka kaalu; seepärast püüab tema ikka jälle oma endisele kõrgusele tagasi langeda ning seeläbi wee pinna ja sellega ühes ka õhku, mis wee pinna pääl lajub, üles poole tõsta. Sellest järgneb, et weel pumpa mööda üksnes nii kaua wõib tõusta, kui atmosfääri rõhul enam wõimu on kui pumba toru mööda üles poole tõuswa wee kaalul. Seda on temal nii kaua, kuni weel 34^{ie} jala kõrguseni tõusnud pole; 34^{ie} jala-kõrguse weesamba kaal peab atmosfääri rõhule kaalu. Niisugune pump, nagu see, mida meie praegu kirjeldasime, ei wõi wett kõrgemale tõsta kui 34 jalg.

§ 39. Atmosfääri rõhu juurus. — K a t s e 20. — Wõtke klaastoru, mis 32 tolli pikk, 1 kwadraattoll jäme ning ühest otsast kinni sulatatud on, ja täitke tema elawhõbedaga. Siis pistke toru tema lahtist otsa pidi püsti nõuu sisse, kus elawhõbedat on. Üks osa elawhõbedat jookseb torust wälja; aga suurem osa teda jääb hiilgawa sambana sinna. Selle samba kõrgus on küll mõni kord natukene suurem, mõni kord jälle natukene wäiksem, aga ikka on tema 30^{ue} tolli ümber.

Nõuu sees olewa elawhõbede pinna pääle rõhub niisugusel korral elawhõbede sammas, mis 30 tolli pikk ja 1 kwadraattoll jäme on. See rõhk laguneb nõuu sees igasse külge nii moodi laiali, et ühesuurustel elawhõbedega kogu pinna, põhja ja külgede osadel ühesuurust rõhku kannatada tuleb [§ 27]; nii peab siis nõuu sees rõhku olema, mis wastu elawhõbede pinda alt poolt üles poole mõjub, ja nimelt iga kwadraattolli wastu wõimuga, mis nii suur on

kui suur 30 tolli pikk ja 1 kwadraattoll jämeda elawhõbeda samba kaal on. Et nüüd elawhõbeda pind nõuu sees ei tõuse, waid tafakaalus püsib, siis peab atmosfäär ülewelt iga kwatraattolli pääle ka just nii suure wõimuga rõhuma kui suur 30 tolli pikk ja 1 kwadraattoll jämeda elawhõbeda samba kaal on. Sellest järgneb, et õhu sammas, mis 1 kwadraattoll jäme on ja maa pinnast kuni atmosfääri pinnani ulatab, nii sama raske on nagu 30 tolli pikk ja 1 kwadraattoll jäme elawhõbeda sammas, see on: $16\frac{1}{3}$ naela.

Igal kehal, mis maa pinnal on, on siis rõhku kannatada, mis iga kwadraattolli pääle $16\frac{1}{3}$ naela ehk iga kwadraatjala pääle $16\frac{1}{3} \times 144 = 58\frac{3}{4}$ puuda raskusega wajutab. Kui wafest wõi ühest teisest metallist kaks niisugust õont poolkuuli teha, et nende ääred õhukindlalt üksteise pääle hakkawad, need poolkuulid üksteise külge seada ja õhu nende alt wälja tõmmata, siis jääwad nemad nii kindlasti kokku, et suurt jõudu nende lahutamiseks tarwis läheb. Poolkuulid hoiab siis ühes atmosfääri rõhk. Selle katse tegi esimene kord Magdeburgi linna bürgermeister Otto von Guericke aastal 1654. Tema poolkuulide läbimõõtja oli 24 tolli pikk. Wast 12^{ne} hobuse wõimuga saadi nemad lahutada. Aga kui poolkuulide alla, mis nii moodi koos seisawad, jälle õhku lasta, siis langewad nemad sedamaid ühest. Saeimale paigutada püües wajutab õhk, mis kuulide all on, seest poolt wäljas poole wastu kuulide seinast ja häwitab seeläbi wälimise õhu mõjuduse ära. — Keskmise inimese keha pind on arwata 16 kwadraatjalga suur; seepärast on atmosfääri rõhk niisuguse inimese pääle = 940 puuda. Et aga meie keha sees ka õhku on, siis ei tunne meie seda rõhku. Kui

õhk kuidagi wiisi meie keha sees kaoks, siis saaks atmosfäär meid lotsi suruma, nagu gummiballi, mille sees õhk on wälja lastud.

§ 40. Barometer.—Kui meie niisuguse elawhõbedaga täidetud ja elawhõbeda sisse püsti seatud toru, millest meie 20^{mas} katses kõnelesime, lauakese külge kinnitame ja lauakese pääle, nõuus olewa elawhõbedada pinnalt pääle hakates, tollikriipsud tõmbame, siis saame meie riista, mis meile elawhõbedada samba kõrguse läbi atmosfääri rõhu suurust näitab. Niisugust riista (pilt 22) nimetatakse baromeetris.

Atmosfääri rõhk pole mitte alati ühesuurune, see on: õhk pole mitte alati üheraskune. Niiske õhk on kergem kui kuiv õhk. Seepärast on atmosfääri rõhk niiske ilmaga wäiksem kui kuiva ilmaga, ning elawhõbedada samba ots barometri sees seisab esimesel korral madalamal kui wiimisel. Nii võib siis ilmade muutumist baromeetrist ära näha. Kuid kindlat otsust tulewa ilma kohta ei anna barometer üksi mitte.

Kõrgemates kohtades on atmosfääri rõhk ka wäiksem kui madalamates, sest et nende pääl wähem õhku lasub kui wiimsjete pääl. Barometri sees, mis 870 jalga kõrge mäe tipul seisab, on elawhõbedada sammas just 1 toll lühem kui mere pinnal olewa barometri sees. Seepärast võib barometri abil ka maade ja mägede kõrgused teada saada.

§ 41. Šhupump.—Šhupumbaks nimetatakse riista, mille abil õhku ühe ruumi sees wälja võib pumbata. Šhupumpasid on mitmet moodi. Šhupump, mida pilt 23 teile ette seab, on täiesti weepumba sarnane; ka tema pääjaod on: 1. kaks toru, millest üks peenem on kui teine, 2. punn jämeda toru sees

ning 3. kaaned peenema toru otsas ja augu pääl, mis punni sees on. Mõtelge, teie tahaks klaaskella alt, mis wass-taltriku pääl seisab (õhupumbaga käib alati niisugune klaaskell ja taldrik ühes), õhu wälja pumbata. Selle tarwis wajutate teie punni jämedama toru põhja ja pistate siis peenema toru otsa taldrikust läbi kella alla. Nüüd hakkate teie punni üles poole tõstma. Seeläbi sünnib punni alla tühi ruum, mille sisse klaaskella alt üks osa õhku, kaant *b* peenema toru päält üles tõstades, tungib. Wäline õhk püüab ka sinna saada; aga et seeläbi kaas *a* kõwasti punni augu pääle wajutatud saab, siis ei lähe see temale korda. Mõtelge nüüd, teie olete punni juba jämeda toru ülemise otsani tõstnud ja hakaksite teda jälle alla poole wajutama. Punni all olew õhk, mille pääle nüüd ülewelt rõhutakse, rõhub kaane *b* alumise toru otsa pääle. Et selle õhu sees ka alt poolt üles poole mõjuwat rõhku on [§ 37], siis saab kaas *a* punni augu päält üles tõstetud. Kui teie nüüd punni jälle ülemise toru põhja wajutate, siis liisute teie kõige õhu tema auku kaudu tema alt wälja. Aga see õhk on osa sellest õhust, mis klaaskella all oli; nii wõisite teie, punni kord üles poole tõstades ja alla poole wajutates, ühe osa õhku klaaskella alt wälja tõmmata. Seda mitu korda tehes wõite teie wiimaks klaaskella aluse õhust tühjendada.

Häälest.

§ 42. Hääle sünnimine.— Katse 21.— Kinnitage tükk nõõri kahe kindla punkti wahela (pilt 24). Tõstke tema keskpaigast natukene üles ja laske siis äkisti lahti. Tema hakkab üle oma endist asupaika üles ja alla liikuma. Niisugust liikumist, kus keha ühe paiga

üle sinna ja tänna kiigub, nimetatakse wõnkumiseks. Kui nõör pikk ja jäme on, ja tema mitte pingule tõmmatud pole, siis võib tema wõnkumist filmaga näha. Tõmmake tema õige pingule. Kui teie tema nüüd kahe sõrme wahel üles tõstate ja äkisti lahti lasete, siis hakkab tema nii kiiresti wõnkuma, et teie tema juures filmaga enam mingisugust liikumist ei suuda selgitada. Nõör on paljalt jämedam näha kui muidu. Nõõri wõnkumine avaldab ennast teile niisugusel korral teisel wiisil, teie kuulete teda; wõnkuma nõõri juurest kostab teie kõrwu häääl.

Rutulist wõnkumist nimetatakse ka wärisemiseks. Nii wäriseb siis nõör, kui tema hääält annab.

Katse 22.—Siputage klaasitükki pääle natukene peent liiva. Kui teie wiuli poognaga selle klaasitükki serwa mööda nii moodi tõmmate, et hääält kulda on, siis hakkawad liiva terad klaasi pääl kargama. Sellest on näha, et klaasitükk wäriseb.

Üleüldse on katsete läbi ära näidatud, et kõik lehad wärisewad, kui nemad hääält annawad. Kui inimene häälitseb, siis wärisewad tema kurgus häälepaelad.

§ 43. Hääle edasiandmine.—Et õhk hääält edasi annab, teate teie juba omaft käest, sest pea-aegu kõik hääled, mis teie igapäewases elus teie kõrwu puutuwad, jõuawad sinna õhku mööda. Waatame, kuidas on selle poolest lugu tühja ruumiga ja teiste loodud asjadega.

Katse 23.—Seadke kell, mille haamer murwärgi läbi liikuma pannakse, padja pääl õhupumba klaaskella alla. Kui teie nüüd õhu sääält wälja pumpate, siis kaob kella helin teie kõrwadest, ehk teie küll

näete, et haamer endisel wiisil kella wastu taob. Tühi ruum ei anna mitte häält edasi.

Nii sama ei anna häält edasi ka tühmad ja puruks tehtud kehad, nagu näit. willane riie, wilt, jahu, saepuru, tuhk, suled j. p. t. Kui sein pakku wildiga kaetud wõi seest tuhaga täidetud on, siis pole wõimalik häält temast läbi kuulda.

Ratse 24.—Kui taskufell õhus ripub, siis on peaaegu wõimatu tema tiksumist kolme sülla kauguselt kuulda. Wõtke nii pikk kuiw lattu; hoidke kell tema ühe ja kõrwa tema teise otsa wastu. Teie kuulete kella tiksumist üsna selgesti. Puu annab siis häält weel paremini edasi kui õhk.

Ratse 25.—Kui hõbelusika kahe niidi otsa riputada, niitude teised otsad kõrwadesse pistada ja kõrwad kõwasti sõrmedega kinni hoida, siis kuuleme meie, lusikat millegi asja wastu lüües, niisugust häält, nagu löödaks kusagil kirikufella. Siin annawad niidid häält edasi.

Kõrwa wastu maa pinda hoides wõib mõni kord wantrimürinat kuulda, kuna õhust midagi meie kõrwadesse ei kosta.

Kawesi annab häält edasi. Tunkrud kuulewad wee all seda, mis kaldal kõneldakse, kaunis hästi. Kalu õpetatakse kella kelina pääle kofku tulema.

§ 44. Hääle kiirus.—Kui meist eemal püüsi lastakse, siis näeme meie esiti tuld ja wast mõne aja pärast kuuleme meie pauku. Mida kaugemal meie püüsiist seisame, seda hiljem jõuab pauk meie kõrwadesse. Wälk ja müristamine sünniwad ühel ja sell samal ajal ning ühes ja ses samas paigas; ometi näeme meie esiti

wälku ja wast mõni aeg pärast seda kuuleme müris-
tamist. Nii ei jõua siis hääl mitte silmapilguga ühest
paigast teise, waid tarwitab selle pääle aega. Seiti, et
hääl ühes sekundis üks kolmandik wersta
wõi õigemalt 1100 jalga edasi jõuab.

Wee sees on hääle kiirus suurem kui õhu sees,
ligi neli korda nii suur; puu ja rauda sees on tema
weel suurem.

§ 45. Hääle edasijõudmine õhus. Katse 26.
Riputage mitu kuuli, mis kõwast puust treitud, nõo-
ride abil nii moodi ühte ritta üles, et nemad üksteise
külge puutuwad (pilt 25). Tõmmake esimene kuul na-
tukene rea küljest ära ja laske tema siis wastu teist
kuuli kukkuda. Waatke nüüd teraselt järele, mis kuu-
lide juures sünnib. Kui esimene kuul teisele löögi on
annud, pörkab tema natukene tagasi ja jääb siis seisma;
teine kuul annab ruttu löögi kolmandale edasi, kargab
kohe selle pääle ise natukene tagasi ja jääb ka paigale
seisma; kolmas, neljas j. n. e. kuulid tewad seda sama,
ning nii moodi saab löök, mis esimene kuul teisele
andis, kuni wiimse kuulini edasi antud. See kargab
saadud löögi tõttu rea küljest natukene ära. Kui teie
wiimse kuuli ees kella hoiate, siis lööb kuul tema
wastu ja paneb tema helisema.

Nii sama, nagu löök, mis teie katstes esimene
kuul teisele andis, kuulisid mööda kuni kellani edasi
jõudis ja selle helisema pani, nii sama jõuab hääl
õhku mööda edasi ja saab teie kõrwades kuuldawaks.
Mõtlege, teist eemal lastaks püssi. Kuuli jälgil len-
nawad püssi rauast wälja ka gaasid, mis rohu põle-
mine jääb sünnitas, ja pörkawad suure jõuga wastu
seda õhku, mis rauda otja ees on. See õhukiht pör-

fab vastu teist, naabrulist, õhukihti, kargab siis oma endisesse asupaika tagasi ja jääb sinna seisma; teine kiht pörkab selle aja sees vastu kolmandat, tõukab selle edasi, kargab siis nii sama kui esimene oma endise paiga pääle tagasi ja jääb jälle seisma j. n. e. Nii moodi jõuab lõõk, mida esimene õhukiht püüsi rauast välja lendanud gaaside käest sai, kuni selle õhuni, mis meie kõrwade ees on. Wiimne pörkab saadud löõgi tõttu vastu meie kõrwade kuulme-nahkaid ja sünnitab seeläbi meie kõrwades ijesugust tundet, mida meie hääleks ehk sel ijekorral pauguks nimetame.

Gelminewatest arutustest järgneb, et looduses häälesid pole olemas; jälle on paljalt õhu jaokeste wärisemist, mis meie kõrwades häälena tundub.

§ 46. **Pauk ja toon.**—Kui üks keha, näit. püü lahti minnes, õhule ühe ainsa löõgi annab, siis pörkab ka meie kõrwade ees olew õhk ainult üks kord vastu meie kuulme-nahkaid, ja meie kuuleme pauku. Aga kui keha wäriseb, siis saab õhk tema käest hulk löõkisiid järjestikku, meie kõrwade ees olew õhk pörkab üürise aja sees mitu korda vastu meie kuulme-nahkaid, ja meie kuuleme tooni ehk muusikalist häält.—Mõnda tooni nimetatakse kõrgeks, mõnda madalaks. Mida enam wõnkusiid keha ühes sekundis teeb, seda kõrgem on toon, mida tema sünnitab. Kõige madalam toon, mida inimese kõrw kuulda suudab, on see, mida 16 ja kõige kõrgem—see, mida 38000 korda ühes sekundis wõnkuw keha sünnitab. Kui keha wähem 16^{net} korda ühes sekundis wõngub, siis ei kuule meie enam tooni, waid üksikuid löõkisiid, kui keha enam kui 38000 korda ühes sekundis wõngub, siis ei kuule meie midagi. Mõne inimese kuulmine ei ulata niigi kaugemale.

§ 47. **Kaja.**—Kui meie tiheda metsa sisse hüütame, siis kostab meie hääl jäält meile tagasi. Seda sama tuleb sagedasti ette, kui meie, ühe kõrge sein ees seis-tes, häält sünnitame. Nii sügust tagasi kostvat häält nimetatakse kajak. Kaja sünnimist tuleb järgmisel wiisil seletada. Kui meie hääl, õhku mööda laiali lagu-neses, ühe kõwa sein vastu põrkab, siis saab tema jäält tagasi heidetud ja hakkab jälle meie poole jõudma. Kui see tagasi heidetud hääl meie kõrwadesse puutub, siis kuuleme meie oma häält teist korda. Kui sein, mis häält tagasi heidab, 1100 jalga meist kaugel on, siis kuuleme meie tema vastu hüütud sõna kaja kahe se-kundi pärast [§ 44]. Kui meie toas wõi hoonte wahel kõneleme, tuleb meie hääl alati kõwade seinte vastu põrkada, mis pärast pole siis igal nii sügusel korral kaja kuulda? Katsete abil leiti, et kaks häält, mis nii moodi üksteise jälgil meie kõrwadesse puu-duwad, et teine kõige hiljem $\frac{1}{10}$ sekundi pärast esi-mest sinna jõuab, jääb üheks hääleks kokku sulawad. Kui kõwa sein wähem 55 jalga meist eemal on, siis on igal meist sünnitatud häälel, enne kui tema sein juurest teist korda meie kõrwadesse jõuab, wähem kui 110 jalga ära jooksta, mille tarwis wähem kui $\frac{1}{10}$ sekundi aega ära läheb [§ 44]. Seepärast sulawad nii sügusel korral hääl ja tema kaja meie kõrwades ühte, ja meie ei kuule kaja mitte kui ise-häält. Et kaja kuulda oleks, peab siis sein, mis häält tagasi heidab, enam kui 55 jalga meist eemal olema.

§ 48. **Rejonans.**—Kui kaja ennast meie kõr-wades algupäralise häälega ühendab, siis teeb tema wiimse waljumaks. Seepärast kõlawad kõik hääled toas waljumalt kui õues. Hääle waljumaks tegemist

kaja läbi nimetatakse resonantsiks. Tüümad asjad ei heida häält tagasi ehk, teisiti üteldud, ei kosta vastu; seepärast on tühjas toas, iseäranis kui seinad siledad on, resonans parem kui toas, kus palju tüümaid asju wõi palju inimesi sees on.

Soojusest.

§ 49. Soojuse loom.—Teie teate, et kõik kehad tules soojaks lähewad, ja ütlete, see tulla sest, et tulest soojus nende sisse poeb. Mis on aga soojus? On tema isefugune materia, nagu muld, wesi, õhk j. p. t. wõi on tema midagi muud?

Ratse 27.—Tehke tükk rauda tules õige kuumaks, pange tema siis wae kausi ja teise kausi pääle nii palju kaalusid, et kausid üksteisele kaalu jääwad pidama. Selles olekus laske ranatükk ära jahtuda. Kui soojus üks materia on, mis raua sisse pugeda ja rauast wälja minna wõib, siis peab raud, iseenesest mõista, jahtudes wäähä haawal kergemaks jaama. Seda teie temast aga ei leia, kui teie kaalumist hooljasti toimetate.

Nüüd astuge ise wae kausi, ja, kui teise kausi pääle nii palju kaalusid on pandud, et kausid üksteisele kaalu pidama jääwad, laske natukene wett enesele kõrwa kallata. Teie teate juba ette ära, et teie seeläbi raske- maks lähete, ja kui waag küllalt hörn on, siis saab tema seda ka awaldama. Aga kui hääl teie kõrwadesse jõuab, kas lähete teie siis ka raske- maks? Ei sugugi. Hääl on, kuidas teie teate, nii kawa, kui tema weel teie kõrwadesse jõudnud pole, isefugune l i i k u m i n e, rutuline wõnkumine ehk wärisemine, ja kui teie teda kuulete, on tema isefugune t u n d e, mis siis teie kõrwadesse

tehib, kui õht, mis teie kõrwade ees on, ka wäriſeb ja teie kuulme-nahkade waſtu pörkab. Talgi 'pole hää materia. Weega tuli teie kõrwadesſe materia ja teie läſſite raskemaks, häälega tuli ſinna liikumine ja ſelleſt teie raskemaks ei läinud. Et nüüd kehad ſoojaks ſaadeks ialgi raskemaks ei lähe, ſiis on meil aſja arwata, et ſoojuſega nende ſiſſe ka mitte üks materia ei lähe, waid et nendes ſellega iſeſugufi liikumifit ſünnitataſſe. Arwataſſe, et kehad ja okefed ſiis kiireſti ſinna ja tänna liikuma hakkawad, kui kehad ſoojaks ſaawad. Arutuſi, mis ſeda arwamiſt tõeks tunniſtawad, 'pole wõimalik ſiin ette tulla, ſeſt et nende mõiſtmine tundmiſi nõnab, mis ſuuremal jaol ſelle raamatufeſe lugejateſt puuduma ſaawad.

Järgmiſeſt näitufeſt ſaate teie waheti kõige paremini ära mõiſtma, kuidas niifugufel tundel, nagu ſoojuſe tunde on, liikumine põhjuſeks wõib olla. Mõtelge, teie ees ſeiſaks wirn õunasuurufeid metallkuulifid, mis kõik oma telje ümber pöördiwad. Kui kuulid häſti poleeritud on, nii et nendel ſugugi plekfiſid 'pole, ſiis peate teie wirnale õige ligidale aſtuma, et kuulide liikumine ſilmaga näha oleks. Mõtelge nüüd, meie kuulid 'poleks ſuuremad kui herne-iwad. Siis ſaaks teil ka ligidalt raſke olema, nende liikumifit näha. Kui teie aga käega wirna külge puutute, ſiis tunnete teie kohe, et käe all midagi pöördimas on. Mõtelge wiimaks, teie kuulid olekfiwad weel ſada korda wäikſemad. Siis ei wõiks ſelleſt jutugi olla, et nende liikumifit ſilmaga näha. Kui teie nüüd käe wirna külge panekfiite, ſiis ei ſaaks teie ſääl enam pöördimifit, üleüldſe mingiſugufi liikumifit ära tundma, waid teie käſi tunnekſ paljalt iſeſugufi kõdinat, ja kui teie ette ära

ei teaks, et wirnas liikumist on olemas, siis saaksite teie selle tunde põhja waewalt liikumisest otsima; teie saaksite wististi arvama, et keha üleüldse ühes isefuguses olekus on, ja kui selle keha oleku tähendusüks jõna puuduks, siis saaksite teie tema looma. Kehade jaotused on aga weel mitu sada korda wäiksemad kui meie kuulid lõige wiimaks mõtleksime. Tundet, mis nende liikumine sinna ja tänna meie ihu sees sünnitab, on meie esivanemad kord „soojuseks“ nimetama hakanud, ja wast uuemal ajal on awalikuks saanud, et selle tunde sünnitaja liikumine on.

§ 50. Kehade laienemine soojenemisest. Kats 28.—Wõtke metallkuuli. näit. kulusti, ja niisuguse rõnga, et kuul temast parajasti läbi minna mahtub. Kui teie nüüd kuuli kuumaks teete, siis ei pääse tema enam rõngast läbi, kust selgesti on näha, et soojus kuuli suuremaks ajab.

Kats 29.—Täitke wäikene pudel mingisuguse wedelikuga—kui wõimalik, mitte weega—ja pange temale kindel kork pääle. Korgist pistke peenikene klaastoru nii moodi läbi, et tema alumine ots pudeli põhja ulatab. Pange pudel nüüd sooja kohta wõi pistke tema sooja wette. Wedelik hakkab klaastoru mööda üles poole tõusma; nii paisub siis tema soojuses.

Kats 30.—Wajutage tühjale pudelile õhukindel kork pääle, korgist pistke klaastoru läbi ja määrige kergi ning toru wahel hästi kiinni. Tehke nüüd pudel käte wahel natukene soojaks, pistke toru ots siis wette ja wõtke käed pudeli ümbert ära. Kui natukene wett toru sisse on läinud, siis wõtke toru ots weest wälja ja pange pudel püsti laua pääle. Pudel on õhku täis, weel klaastoru sees on liikuw punn. Kui

teie jälle kättega pudeli ümbert finni hakate, siis läheb õhk tema sees kätte soojusest soojemaks, ning wesi klaas-toru sees hakkab üles poole tõusma, millest on näha, et juba kätte soojus õhu märkja paisuma paneb.

Hulk ilmuwusi teeb meile üleüldse awalikuks, et kõik kehad, nii hästi kõwad kui wedelad ja õhmoelised, soojuses igat pidi suuremaks lähewad ehk, kuidas seda ilmuwust füüsikas tähendatakse, laienuwad. Kui kehad soojenedes laienuwad, siis peawad nemad külmenedes, iheenest mõista, kokku minema.

Seda kehade omadusi tuleb elus sagedasti tähele panna. Nii jätetakse näit. raudtee-roobaste ja plek-katuste üksteise jagude wahel ikka natukene wahet, et nendel ruumi oleks, ägeda päewa käes soojaks minnes, wälja wenida; muidu hakkaksiwad nemad niisugusel korral üksteise pääle tikkuma ja wõiks seeläbi üksteisele wiga teha. Sepp teeb rata witsa ikka nii suure, et tema soojalt parajasti rata, pääle läheb. Kui wits ära jahtub, läheb tema kokku, ning wajutab seeläbi põiad hästi rummu sisse ja jääb ise kindlasti rata pääle.

§ 51. Temperatuura ja termometer. — Soojuse astet, milleni üks keha on soojendatud, nimetatakse selle keha temperatuuraks. Kui keha soojendatakse, siis tõuseb tema temperatuura, teistiti üteldud: mida soojem on keha, seda kõrgem on tema temperatuura.

Ihutundmise abil wõime meie küll mitmesuguste temperatuurate wahel wahet teha; aga ihutundmist ei wõi meie jään juures ialgi täiesti uskuda, sest tema pole mitte alati ühesugune, waid on wahest ärksam, wahest tuimem. Pange näit. parem käsi mõneks ajaks

sooja ja pahem külma wee jisse; selle pääle pistke nemad mõlemad leige wee jisse. Teie leiata, et leige weji paremale käele jahe, pahemale aga soe on. Suwel peame meie keldriõhku külmaks, talwel soojaks, kuna tema õieti suwel natukene soojem on kui talwel. Et temperatuurate mõõtmise juures julgemat teed käija, on selleks isefugude riist wälja mõteldud. Seda riista nimetatakse **termometrik**s, see on: soojuse mõõtjaks.

Termometri pääjaod on: 1. toru, mille üks ots finni sulatud ja teine kuuliks wälja puhutud on, 2. wedelik kuuli ja jaolt toru sees ning 3. kriipsud ja numbrid lauakese pääl, mille külge toru on finnitatud (pilt 26). Wedelik termometri sees on kas elawhõbe wõi wärwitud piiritus. Kriipsude tõmbamist toimetatakse järgmisel wiisil. Termometri kuul pistetakse wette, mis jää tükidega segatud on. Sellel weel on igal ajal ja igas paigas ühesugune temperatuur. Sinna kohta lauakese pääle, kuhu nüüd termometri wedeliku samba ots seisma jääb, tõmmatakse kriips ja kirjutatakse tema juure 0. Siis hoietakse termometri kuul mõni aeg keewa wee auru sees. Wedelik tõuseb toru mööda üles poole; jääb aga wiimaks seisma. Sinna kohta, kus nüüd wedeliku samba ots on, tõmmatakse jälle kriips. Nende kahe kriipsu wahel jagatakse kas 80^{se} wõi 100^{se} ühesuurustesse jaku, mida kraadideks nimetatakse, ja kirjutatakse nendele, nullist pääle hakates, kohased numbrid juure. Lauakesel all pool nulli jagatakse niisama suurustesse jagudesse. Kraadid üle nulli nimetatakse soojuse—ning kraadid alla nulli—külmuse kraadideks. Termometriid, millel wahel ülemal nimetatud kahe kriipsu wahel 100^{se} jaku on jagatud, nimetatakse Celsiuse termometrideks, termometriid;

millel see wahje 80^{se} jalku on jagatud—Reaumuri (üttele: Reomüri) termometri deks, Meie maal pruugitakse enamisti Reaumuri termometrisid. Kuid õpetatud mehed tarwitawad oma tööde juures ikka Celsiuse termometrit.

Kui meie tahame teada saada, kui soe üks keha on, siis pistame meie termometri kuuli tema sisse. Kui wedeliku sammast näit. kuni 15^{ne} kraadini tõuseb, siis ütleme meie, see keha olla 15 kraadi soe ehk, teiste sõnadega, selle keha temperatuura olla 15 kraadi. Sulawa jää temperatuura on siis 0 kraadi (kirjuta: 0°) ja keewa wee auru temperatuura—100 Celsiuse kraadi (kirjuta: 100°C.) ehk 80 Reaumuri kraadi (kirjuta: 80°R.).

§ 52. Wee kõige suurem tihidus ja jäätamine.— Katsje 31.—Täitke hästi läbipaistaw pudel weega, pistke tema sisse termometer ja pange temale kindel fork pääle. Korgist pistke klaastoru läbi, ja pange siis pudel lume sisse wõi jää tükkide wahele. Siin hakkab weji, mis pudelis on, külmemaks minema ja tema pind toru sees wajub alamale; aga paljalt nii kaua, kuni weji weel üle 3° R. soe on. Kui teie wee alla seda temperatuurat ära jahutada lajete, siis hakkab tema jälle laienema, mis sellest on näha, et tema pind klaastoru sees jälle tõuseb. Kui keha kokku läheb, siis liginewad tema jaokesed üksteisele ning tema materia läheb tihidamaks. Nii on wee jaokesed siis kõige koomal koos, kui weji 3° R. soe on ehk, teistiti üteldud, wee tihidus on siis kõige suurem kui wee temperatuura 3° R. on.

Sellel wee omadusel on looduse majapidamises üliwäga suur tähtsus. Kui sügisel õhk päew päewalt

jahedamaks läheb, siis jahutab tema ühtlasi ka wee kogude pinna ära. Wee püälmine furd läheb seepärast tihidamaks ja raskemaks kui tema all olew wefi, ja langeb põhja. Põhjust tõusewad soojemad ja kergemad weejaod tema asemele wee pinnale. Nii tekib wee sees wahetpidamata woolamine ülewelt poolt alla poole ja alt poolt üles poole, kuni kõik wefi 3° R. ära jah-
tunud on. Kui nüüd wee püälmine furd weel jaheda-
maks läheb, siis hakkab tema laienema, saab seeläbi kergemaks kui tema all olew wefi ja jääb seepärast püäle ujuma. Kui tema alla 0° ära jahitud on, siis muutub tema jääks, mis ligi kümme forda kergem on kui tema all olew 3° R. soe wefi ja mis seepärast ka püäle ujuma jääb. Nii tekib sügifel wee pinnale jääfurd, ilma et wee suurem kogu alla 3° R. ära jahutada pruugiks. Sääst ei püäse külmus hästi läbi; seepärast kaitseb jää talwel tema all olewa wee õhu külmuise, seega jäätamise ja kalad surma eest.

§ 53. Tuulede süündimine.—Kui päiteise soojus kusagil õhu paisuma paneb, siis teeb tema seeläbi õhu tihiduse wähemaks ning õhu kergemaks. Nii kuida nõuu sees, millesse eli ja wett ühte kallatakse, kergem eli raskema wee püäle tõuseb, nii tõuseb ka atmosfääris kergem soe õht ümberkaudse raskema külma õhu püäle, mis siis tema asemele woolab. Nii süugust õhuwoolamist nimetatakse tuuleks.

Tuulede süündimist wõib järgmise katse abil silm-
nähtawaks teha.

Katse 32.—Kui õues külm ja toas õige soe on, tehke toa üks prauksele. Kui teie nüüd põlewa küünla ülewel ukse ligidal hoiate, siis näete teie, et leek wäljas poole puhutud saab; kui teie aga küünla

ukse läwe pääle panete, siis puhutakse leef sisse poole. Ühtlasi awaldab teile ihutundmine, et õhk üleweel soe ja all külm on. Nii sünnib siis iga kord, kui meie külmal ajal toa ukse lahti teeme, üleweel ukse wahel toasti wälja woolawast toaõhust wäikene soe toa=tuul (tuulesid nimetatakse ikka selle koha järele, ku st nemad puhuwad) ja all, pöranda ligidal, õuest sisse woola= wast õhust wäikene külm õuetuul.

§ 54. Kehade omane soojus.—Ühed kehad nõua= wad selle tarwis, et nende temperatuura 1° tõuseks, enam soojust kui teised. Soojuse paljust, mis tarwis läheb, et 1 nael mingisugust ma= teriat 1° soojemaks saaks, nimetatakse selle materia omaiseks soojuseks. Weel on kõige suurem omane soojus, see on: wesi nõuab selle tarwis, et tema temperatuura 1° tõuseks nii palju soojust kui üksigi teine materia. See soojus, mis 1^{he} naela wett 1° soo= jemaks teeb, teeb 1^{he} naela rauda 9°, 1^{he} naela tsinki 11° ja 1^{he} naela elawhõbedat koguni 30° soojemaks.

Kui ühe ja selle sama tule pääle kaks nõuu panna, millest ühes üks nael 0° sooja wett ja teises üks nael nii sama sooja inglisis=tina on, siis hakkab inglisis=tina ennem sulama kui wesi keema, ehk küll inglisis=tina alles 188° R. juures sulab, kuna wesi juba 80° R. juures keeb. Et tina omane soojus wäik= sem on kui see weel on, siis jõuab tema selle sama tule pääl ennem 188° R. soojaks saada, kui wesi 80° R. Puu omane soojus on suurem kui raua omane soojus. Kui teie tükk puud ja tükk rauda kõrwi päewa paistele seate, siis läheb puu määratud aja sees wähem soojemaks kui raud, ehk küll päike mõlemite pääle ühte wiisi paistab.

§ 55. Olumoede muutus.—Teie teate, et kehade olumood kolmesugune on: kõwa, wedel ja õhumoeline. Peaaegu kõik kehad võivad ühest olumoest teise astuda, kui nende temperatuurat ülendata või alandata. Kui kõwat keha soojendada, siis muutub tema aega mööda esiti wedelikuks, siis õhumoeliseks gaasiks; wedelik muutub soojenedes auruks, mis õhumoeline keha on. Ümberpööratud muutub õhumoeline keha, kui teda külmetada, wedelikuks ja wedelik jälle kõwaks kehaks.

Aga mispärast muutuvad soojuses kehade olumoed? Teie teate, et soojus keha jaokeste liikumine on, teate ka, et neid jaokesi finniswõim koos hoiab. Selle wõimu mõjudus ei ulata aga jaokesest kuigi kaugemale. Mida soojemaks keha saab, seda kaugemale üks-teisest hakkawad ka tema jaokesed liikuma; mida kaugemal aga jaokesed teineteisest on, seda wäiksem on üksikute jaokeste finniswõimu mõjudus teiste jaokeste pääle, seda enam lödwal seisawad jaokesed koos. Wiimaks, kui keha õige soe on, hakkawad tema jaokesed üks-teisest nii kaugemale eemale liikuma, et nenge finniswõimu mõjudus enam ühest jaokesest teise jaokeseni ei ulata, ja keha langeb õhumoeliseks auruks. Auru sündimisele näituseks wõtame tulel seiswa wee. Mida enam wesi soojeneb, seda kõrgemale hakkawad tema ülemised jaokesed tema pinna päält üles hüppama. Aga naabrulised jaokesed tõmbawad nemad oma finniswõimu abil ikka jälle tagasi. Wiimati kui wesi juba õige soe on, hüppawad tema ülemised jaokesed alamal olewate jaokeste finniswõimu mõjuduse piiridest wälja ja jääwadgi auruna õhku.

§ 56. Jää sulamise soojus.— R a t s e 33. Wõtke jääd, murendage tema peeneks ja pistke termometri kuul tema sisse. Wõtelge, teie termometer näitaks 10° R.

alla nulli. Niijugust temperatuurat võite teie jeeläbi sünnitada, et teie jääle soola juure panete. Seadke nüüd nõuu jääga tulele. Jää temperatuurat hakkab sedamaid tõusema ja tõuseb aega mööda kuni 0° ni, kus jää sulama hakkab. Selle kraadi juure jääb elawhõbe termometri torus seisma ja seisab nii kaua ühe koha pääl, kui jääd nõuus sulab. Mis teeb nüüd soojus, mis tulest nõuusse poeb, et tema mitte nõuus olewa wee temperatuurat ei tõsta? Temal on nüüd teine töö ära toimetada, tema sulatab jääd. Kõik tema võim tarwitatakse selle töö pääle ja seepärast ei suuda tema wett soojemaks teha. Wast siis võtab tema wiimse töö jälle käüle, kui esimene juba walmis on, see on: kui nõuus enam jääd pole sulatada.

Soojust, mida jää sulatamise pääle ära tarwitatakse, nimetatakse jää sulamise soojuseks. Et 1 nael jääd, mille temperatuurat 0° on, weeks muutuks, on nii palju soojust tarwis, kui palju teda tarwis on, et 79 naela wett 1° soojemaks saaks, ja seda tahetaksegi ütelda, kui kõneldakse, jää sulamise soojus olla 79.

§ 57. Wee auramise soojus.—Katsed 34. Kui teie wett, mis teie sulamise läbi jääst saite, edasi soojendate, siis tõuseb tema temperatuurat; aga paljalt kuni 80° R. Kui teie weele weel soojust juure lisate, siis hakkab weesi auruks muutuma. Kõik soojus, mis nüüd tulest wette poeb, tarwitatakse auru sünnitamiseks, ja wee temperatuurat ei wõi enam tõsta. Seda soojust nimetatakse wee auramise soojuseks. Wee auramise soojus on 537, see on: et 1 nael 80° R. sooja wett auruks muuta, on nii palju soojust tarwis, kui palju teda tarwis lähaks, et 1 nael wett 537° soojemaks teha.

Nii on siis jää sulatamiseks palju soojust tarvis. Seepärast võttab ka jää sulamine palju aega. Ja on ka väga hää, et asi nii on; sest mis peaks küll sündima, kui jää, 0° soojaks saanud, äkisti weeks muutuks, nii pea kui aga õhu temperatuura veel natukene tõuseb?! Siis sulaks jää ja lumi kowadel ikka kõik ühe korraga weeks ja meil oleks iga kowade weepuutus.

Nii sama on ka väga hää, et wee muutumine auruks palju soojust tarvitab. Poleks asi nii, muutuks 80° R. soe wefi sedamaid kõik auruks, nii pea kui temale aga veel natukene soojust juure tuleb, siis saaks iga kord, kui wefi katlas keema hakkab, suure hulga äkisti sündinud auru läbi katel puustatud.

§ 58. Keemine ja ära-auramine.—Teie teate nüüd, et wefi siis iga kord auruks hakkab muutuma, kui tema 80° R. soojaks on saanud. Aga ka juba enne seda tõuseb tema päält auru üles. Tuttaw asi on ka, et niisked ja koguni märjad asjad tule lähedal kuiwawad, see on: et wefi nendest auruna ära kaob. Auru sündimist weefi, mis veel mitte 80° R. soe pole, nimetatakse ära-auramiseks; aga kui wefi 80° R. soe on, siis nimetatakse ära-auramisest keemiks. Wahe nende ilmuwuste põhjuste wahel on järgmine: kui wefi tulel soojeneb ja tema veel mitte 80° R. soe pole, siis on soojusel tema kallal kahte jugu tööd: esiteks peab tema wee temperatuurat tõstma, teiseks auru walmistama; seepärast ei lähe siis auru walmistamine hästi edasi. Aga kui wee temperatuura 80° Rⁿⁱ tõusnud on, siis ei wõi wefi enam soojemaks minna; kõik tule wõim saab nüüd auru walmistamiseks tarwitatud ning auru hakkab suurel mõõdul sündima, nii hästi wee pinnalt kui ka põhjast. Sääli juures kuuleme meie

pulifemist, mis sellest tuleb, et põhjast üles tõuswad auru-pullikesed wee pinnal lõhkewad.

§ 59. Keemise punkt.—Temperatuura, mille juures jää weeks muutuma hakkab, on, kuidagi üteldud, igas paigas ja igal ajal ühesugune, nimelt ikka 0°. Temperatuura, mille juures wesi keema hakkab ehk wee keemise punkt pole mitte nii kindel, waid on wahesti kõrgemal, wahesti madalamal. Tema muutub ühtlasi atmosfääri rõhuga: kui atmosfääri rõhk wähemaks läheb, siis alaneb wee keemise punkt, ning wesi hakkab wahel juba alla 80° R. keema. Teie teate, et kõrgete mägede pääl atmosfääri rõhk wäiksem on kui madalail mail [§ 40]. Mont-Blanc'i mägi Alpi mägestikus on 4½ wersta kõrge. Selle mäe tipul keeb wesi juba siis, kui tema ainult 68° R. soe on. Säääl pole wõimalik muna kōwaks keeta, kui keemist ka terwe päew kēsta lasta, sest 68° R. ei tee munawalget kōwaks. Sügawates kaewandustes, kus atmosfääri rõhk suur on, hakkab wesi jälle wasti siis keema, kui tema temperatuura mõni kraad üle 80^{ne} on.

Kuidagi atmosfääri rõhk wee keemise temperatuurat muuta wõib, on kerge seletada. Et wesi keema hakkaks, peawad tema jaokesed tema pinnalt nii kõrgele üles poole hüppata wõima, et teised neid enam tagasi tõmmata ei suuda. Siin on nendel atmosfääri rõhuga tegemist; see ei taha neid üles poole lasta. Mida suurem wiinne on, seda suurema wõimuga peawad jaokesed hüppama, et wee pinnalt üles tõusta, ning seda kõrgemal seisab wee keemise punkt, ja ümberpöördud.

§ 60. Wee aur õhus.—Ratje 35. Wee äranramist wõib iga temperatuura juures olla. Pange

madal taldrif weega sooja tuppä; mõne aja pärast on wefi kõik auruks muutunud. Nii sama tõuseb okeanide, merede ja muude weefogude pinnalt, ka niisketest koh- tatest, alalõymata wee auru üles ja laguneb õhku laiäli. Mida enam õhus wee auru on, seda niiskem on õhk.

Kui taldrifku weega klaaspurgi älla panna, siis aurab paljalt üks osa wett tema seesi ära, ning selle pääle jääb ära-auramine peatama. Nii mahtub siis määratud õhu fogu sisse ainult määratud hulk wee auru ja enam mitte. Kui õhus parajasti nii palju wee auru on kui seda tema sisse mahtub, siis üteltakse, õhk olla wee auruga täidetud. Mida kõrgem õhu temperatuura on, seda enam wee auru on tarwis et teda sellega täita. Kui wee auruga täidetud õhk ja- hedamaks läheb, siis jääb üks osa tema sees olevat wee auru temale üleliaks ning astub jälle wedelasse olumoesse; saab wäikesteks wee-rakufesteks.

§ 61. Udu ja pilwed.—Nii kaua kui wee aur õhku ei täida, pole teda sääl näha; wedelasse olu- moesse astudes saab tema silmnähtawaks, ja teda ni- metatakse siis kas uduks wõi pilweks. Udu ja pilwed on siis tillukestest wee-rakufestest kokku seatud. Need wee-rakufesed ou nii wäikesed, et neid paljalt suuren- dawa klaasi abil näha wõib.

Udu ja pilwed ou üks ja see sama asi. Kui udu määratud kõrgusesse üles poole on tõusnud, siis näeme meie teda kui pilwet; kui pilw maha heidab, siis on tema udu. Et udu ja pilwed tõesti üks ja see sama asi on, wõib mägestikkudes ära katsuda. Wähel kata- wad pilwed mägede keskmiisi jagusid. Kui niisugusel ajal mäge mööda üles minna, siis wõib kuni pilweni

jõuda ja tema sisse astuda, ning iga kord leiame meie siis ennast udu sees olewat.

§ 62. **Wihm ja lumi.**— Kui väikesed ka wee-
rakufesed, millest pilwed kokku on seatud, ei ole, on
nendel siisgi raskust ja seepärast langewad nemad,
kui ka pikamisi, alla poole. Kui alla poole langewad
wee-rakufesed oma tee pääl kuiwa sooja õhu sisse sat-
tuwad, siis muutuwad nemad auruks ja kaduwad meie
silmist ära. Nii võib jägedasti näha, kuidas pilw wähe
haawal ikka wäiksemaks läheb, kuni tema hoopis ära
kaob. Kui aga langewad wee-rakufesed niiste õhu sisse
jattuwad, siis hakkab jääalne wee-aur nende külge, ne-
mad kasvawad aega mööda ikka suuremaks ja suure-
maks, kuni nemad wiimaks kui weepisarad maha lan-
gewad. Nii moodi sünnib wihm.

Kui õhu temperatuur alla 0° on, siis jäätawad
weepisarad lume-räntsaateks ja maha sadab lund.

§ 63. **Kaste ja härm.**— Suwel ilmub kohe
pääle päewa loodet taimete lehtede ja teiste maa pinna
lähedal olewate asjade pääle weetilgakesi; neid weetil-
gakesi nimetatakse kasteks.

Pääle päewa loodet ei saa maa pind päikesest
enam soojust kiireksid [§ 67], waid kiiretab weel ise
soojust wälja, mis jaolt õhku jääb, jaolt ilmaruumi
sisse ära kaob. Seeläbi jahhtub maa pind ära. Kõige
enam kaotawad aga soojust kiiretamise teel koredad
taimete lehed [§ 68]. Sht, mis maa pinna ja leh-
tede külge puutub, läheb siis ka külmemaks; üks osa
tema sees olewast wee aurust jääb temale liiaks ja
muutub kaste tilkadeks [§ 60]. Kui palawa päewa
järel õõ wäikne ja külm on, siis on ikka palju kastet,
sest et palawal päewal palju wett õhku ära aurab.

Kui aga öösel tuul puhub wõi taewas pilwine on, siis pole kastet. Sõimesel korral waheldawad õhuforrad wäga sagedasti ning seepärast ei jõua nemad puutumiseft maa pinnal olewate asjade külge küllalt ära jahtuda. Pilwed katawad maa pinda külma ilmaruumi eest kinni ja tema ei jahtu suuremat ära. Pilwised ööd on, kuidas tutaw, soojad.

Kui öösel temperatuurra alla 0° langeb, siis jäätawad kaste tilgad härmaks.

§ 64. Sojuse laiiali-lagunemine.—Kord soojaks tehtud keha ei seisja mitte alati soe, waid tema annab aega mööda ühe osa omast soojuseft teistele tema ligidal olewatele külmematele kehadele. See wõib mitmel wiisil juündida.

Katse 36.—Pistke raudwarras ühte otsa pidi tulde. Üks osa tule soojuseft poeb tules olewa warda otsa sisse; aga tema ei jää sinna seisma, waid jõuab warrast mööda kuni selle otsani, mis teie käes on, ja teeb selle wiimati nii soojaks, et teie käed warda küljest ära peate wõtma. Niisuguse sojuse edasi-jõudmist nimetatakse sojuse juhutamiseks.

Katse 37.—Kallake pudeli sisse wett ja tehke pudeli põhi soojaks. Kui alumised weejaod soojenewad, laienewad nemad [§ 50] ja lähewad seeläbi kergemaks kui wesi, mis nende üle seisab. Seepärast tõusewad nemad ülesse wee pinnale ja nende asemele astuwad teised külmemad ja seepärast raskemad weejaod. Kui wiimised oma uue paiga pääl soojaks on saanud, tõusewad ka nemad üles poole ja nõuu põhja woolawad jälle uued weejaod. Nii moodi saab aega mööda kõik weefogu pudelis soojaks. Niisugust sojuse laiiali-lagunemist nimetatakse sojuse edasi-kandmiseks.

Soojust kannavad siin materia jaotused ühest kohast teise. Et see ilmuvus silmaga näha oleks, tehke weel nõuu sees natukene sogaüks.

Uga kumbgi ülemal arutatud soojuse laiiali-lagunemise viisidest ei anna meile seletust sellest, kuidas soojus päikese päält meie juure jõuab. Nii hästi soojuse juhutamises kui tema edasi-kandmises toimetavad soojust edasi kas kõwade wõi wedelate wõi ka õhumoe-liste kehade jaotused, mis sääl juures ise soojaks saawad. Uga päikesest jõuab soojus meie juure, ilma et päikese ja meie wahel olew õhk tema läbi märksalt soojendatud saaks. Seda leiame, kui meie külmal talwepäewal päikese paistel seisame: meile tuleb päikese päält õhust läbi õige hästi soojust ja ommeti on õhk külm. Niisugust soojuse laiiali-lagunemise viisi, nagu see on, millel soojus päikesest meie juure jõuab, nimetatakse soojuse kiiretamiseks.— Et soojuse kiiretamisest näitust saada, pole meil tarwis kaugemale minna kui oma abju ette. Abju paistel tunneb meie silmnägu suurt ägedust. Kui meie aga paberi lehe oma silmnäo ja abju wahel hoiame, siis kaob ägeduse tunde sedamaid ära, millest on näha, et õhk abju ees sugugi äge pole, nii sama kuidas tema talwel päewa paistel seda pole.

§ 65. Soojuse juhamine.— Teie nägite, et soojus rauda mööda edasi jõuab. Uga kui teie raudwarra asemel klaasist wõi sawest pulka ühte otsa pidi tules hoiate, siis ei lähe pulga teine ots ialgi nii tuliseks, et teie käed tema küljest lahti peaksite lastma, sest klaas ja sawi ei juhato soojust mitte hästi edasi. Kõige paremad soojuse juhatajad on metallid, üks kõige sandimatest on puu: kui tuletiku üks ots põleb, ei tunne meie tema teises otsas weel sugugi soojust.

Karwad ja fuled, millega elajate ja lindule keha kaetud on, on väga sandid soojuse juhatajad. Nende elukate keha soojus, mis enamasti suurem on kui õhu soojus, jõuab neid materjaid mööda väga pikamisi edasi ning seepärast on nende elukate keha temperatuura alati ühesugune. Nende elukate keha sees jõuab määratud aja sees ikka paljalt nii palju soojust õhku kui palju seda selle aja sees juure võib sündida.

Santisiid soojuse juhatajaid ei tarwitata mitte üksnes selle pääle, et soojust kehade seesi wälja, waid ka selle pääle, et teda kehade sisse minemast tagasi hoida. Willase riidega näit. katame meie oma keha, et meie keha soojus mitte ruttu meie kehast wälja ei pääseks; aga willast riidet pannakse ka jää ümber, kui wälisest soojust jää sisse tungimast ja jääd sulatamast tagasi hoida tahetakse.

§ 66. Soojuse edasi-kandmine.—Soojuse edasikandmist tuleb looduses suurel määdul ette; suurtes ilmameredes on woolusi, mis soojematest jagudest sooja wett külmematesse ja külmematest jagudest külma wett jälle soojematesse wiivad ning seeläbi mitmel wiisil mõnede maade kliimasse mõjuwad. Üks kõige tähtsamatest soojadest merewoolustest on Gulf-Stream (üttele: Golf-Stroom) Atlandi okeanis, mis oma soojuse läbi Vääne-Euroopa soojema hoiab kui tema muidu oleks. Tähtsad soojuse edasi-kandjad on looduses ka tuuled.

§ 67. Kiiretawa soojuse loom.—Wahed kehade jaoks wadel pole ialgi täiesti tühjad, waid neid ruumisiid täidab alati üks ühesugune materia, mida eeteriks nimetatakse. Ceter on oma loomu poolest õhu jarnane; aga tema jaoksed on palju wäiksemad kui õhu jaoksed, ja seepärast on tema palju hõr-

nem materia kui õhk. Liikumatel soojade kehade jaoks pole küll mitte nii palju võimu, et õhku wäriseks panna, nagu seda need kehad teevad, mis häält annavad; aga eeteriga suudavad nemad seda teha. Pöögid, mis eeter soojade kehade jaoks käest saab, antakse eeteris nii sama moodi edasi nagu häält õhus. Kuulme-nahka meie kõrwades ei suuda liikuvad eeteri jaoksed küll mitte wäriseks panna; aga kui nemad meie ihutundmise närwide *) külge puutuvad, siis äritawad nemad jälled seda tundet, mida meie sõnaga „foe“ tähendame.

§ 68. Kiiretawa soojuse omadused. — Ratse 38. Määrige plekstatise üks külge tahmaga mustaks. Kastise jisse kallake sooja wett. Wõtke siis kaks wäikest õhukeste seintega klaasikest; üks nendest seadke kastise tahmase, teine tema puhta külge wastu. Klaasid ühendage klaastoru läbi, mille sees till wett olgu. Teie saate nägema, et wesi selle klaasike poole liikuma hakkab, mis kastise puhta külge ees seisab. Tahmane külge kiiretab enam soojust wälja kui teine; seepärast laieneb õhk tema ees olewas klaasikeses ka enam ja tõukab wee, mis klaastorus on, teise klaasike poole. Veiti, et üleüldise mustad karedad kehad määratud aja sees enam soojust wälja kiiretawad kui walged siledad kehad. Seepärast on näit. karedad ahjud paremad kui siledad; nemad soojendawad tuba enam kui wiimsed.

Ratse 39. — Wõtke kaks ühesugust termometri. Tehke ühe termometri kuul tahmaga mustaks ja seadke siis nemad mõlemad kõrwi ahju paistele. Glawhõbe tõuseb selle termometri sees, mille kuul tahmane on,

*) Waata: K u n d e r, Elajate riik lehek. 11 ja 13.

rutemini kui teise sees. Mustad ja karedad kehad saavad selle soojuse läbi, mis nende pääle kiiretatakse, määratud aja sees enam soojendatud kui walged ja siledad kehad. Seepärast on siledad walged riided juwel lahkemad kanda kui karedad mustad riided.

Walgujeseft.

§ 69. Walgujese loom.—Teie teate et iga keha kui teda soojendatakse, eeteris liikumist sünnitab [§ 67]. Nii kaua, kui keha temperatuura alamal 600 kraadi on, mõjub see eeteri liikumine paljalt meie ihutundmise närwide pääle ning suudab üksnes sojuse tundet sünnitada. Kui meie aga keha üle 600^{me} kraadi soojendame, siis hakkab eeteri liikumine, mida tema jaokeste liikumine sünnitab, ka meie nägemise närwide *) pääle mõjuma, mispärast meie silmades siis tunde sünnib, mida meie sõnaga „walgus“ tähendame. Selle tarwis, et meie kõrwades „tooni“ tunde sünniks, peavad meie kõrwade kuulme-nahad õhu käest kõige vähemalt 16 lööki sekundis saama. Nii sama on arw olemas, üle mille meie nägemise närwid eeteri käest löökisid peavad saama, et meie silmades walgujese tunde sünniks. Seiti, et soojendatud kehal selle tarwis, et tema walgujese annaks, niisugune temperatuura peab olema, mille juures tema jaokejed nii kiiresti liiguvad, et nemad eeterile ja eeter jälle meie nägemise närwidele kõige vähemalt 400 millioni löökisid ühes sekundis annavad; see temperatuura algab, kuidas üteldud, 600^{me} kraadiga.

*) Waata: K u n d e r, Elajate riik lehek. 11.

Walgus on siis nii kaua, kui tema weel meie silmadesse jõudnud pole, eeteri liikumine ning meie silmis on tema isefugune tunde. See arwamine toetab ennasti kindlate looduse seaduste pääle ning mitmed ilmuwused tunnistawad teda tõeks; kuid selles raamatufeses pole wõimalik, neid looduse seadusi ja ilmuwusi ette tuua.

§ 70. Walguse kiired.— Laske ühest wäikesest august läbi walgust pimedada tuppada paista. Tolmu kibemed, mis toa õhu sees heljuwad, saawad seeläbi walgustatud ja teie näete kimpu walguse joonesid august läbi tuppada ulatawat. Niisugusi walguse joonesid nimetatakse walguse kiireteks.

Kui walgus ühes niisuguses kehas, mille materia ühtlane on, edasi jõuab, siis on tema kiired ikka õigejoonelised ehk, teisiti üteldud: ühtlastes materiales jõuab walgus ikka õigeid joonesid mööda edasi; nii sama ka tühjas ruumis.

§ 71. Walguse kiirus.—Ka walgus ei jõua mitte silmapilguga ühest kohast teise, waid tarwitab selle pääle aega. Seda leidis esimest korda Daani tähetundja Römer aastal 1676.

Ühte päikse ümber käiwatest planeetidest nimetatakse Jupiteriks. Maakera kaugus temast on wahel suurem wahel wäiksem; wahel kõige suurema ja kõige wäiksema kauguse wahel on 280 millioni wersta. Jupiteril on mitu trabanti ehk kuud, millest üks 42 tundi selle pääle tarwitab, et kord tema ümber ära käija. Iga ümberkäigu pääl tuleb sel trabandil Jupiteri tagast läbi minna, mispärast tema mõneks ajaks meie silmist kaob ja siis Jupiteri teises jermas nähtawale tuleb. Tema ilmunine siin peab

teadagi just 42^{he} tunni pärast forduma. Mõtelge nüüd, teie paneksite siis, kui maakera kaugus Jupiterist kõige väiksem on, tähele, mis kella ajal Jupiteri trabant selle planeedi servas ilmub. Nüüd võite teie välja rehkendada, mis kella ajal trabant 100^{me} täielise ümberkäigu, see on: arvata poole aasta pärast, kus maakera kaugus Jupiterist kõige juurem on, Jupiteri servas peab ilmuma. Seda tegi ka Rõmer; aga kui tema rehkendamise abil leitud ajal pikksilma Jupiteri pääle seadis, siis ep olnud sääl trabanti näha, waid tema tuli wast 996 sekundi pärast nähtawale. Et rehkendus õigesti tehtud oli, siis arwas Rõmer kohe, et see wiivitus muust asjast ei wõinud tulla, kui ainult sest, et trabandi walgusel sel korral, maa pääle jõudes, 280 miljoni wersta enam ära teha oli kui poole aasta eest. Rõmerist wäljarehkendatud ajal oli siis trabant küll juba Jupiteri servas olemas, kuid tema walgus, mis ju teda meile nähtawaks teeb, polnud weel Rõmeri silmi jõudnud, waid oli weel 280 miljoni wersta Rõmerist kaugel. Selle järele tarwitab siis walgus selle pääle, et ilmaruumi sees 280 miljoni wersta ära teha 996 sekundi aega, millest meie jagamise abil leiame, et walgus ühes sekundis arvata 28000 wersta ehk 40000 penikoorma edasi jõuab. Uuemal ajal saiwad Prantsuse õpetatud mehed Fizeau (ütle: Fifoo) ja Foucault (ütle: Fufoo) walguise kiiruse teisel teel kätte. Werstade ja peniformade arwud, mis nemad temale leidsiwad, käiwad ülemal seiswate arwudega ühte. Pääle selle leidsiwad nemad, et walgus wee sees pikamini edasi jõuab kui õhu sees ja ilmaruumis, klaasi sees jälle pikamini kui wee sees.

Nii ei näe meie siis walguist ka mitte just sel samal silmapilgul, mil teda sünnitatakse, waid ikka mõni aeg pärast seda; kuid maapäälsete kauguste kohta on tema kiirus nii suur, et tema jääb enamasti äraarwamata wäha aega selle pääle tarwitab, et ühest kohast teise jõuda. Ilmakehade kaugused maakerast on aga walguise kiirusele jägedasti wäga suured. Kui päikene korraga ära kustuks, siis ei saaks meie seda mitte sel samal silmapilgul teada, waid 8 minutit ja 18 sekundi pärast seda, sest nii palju aega läheb walguisel ära, et päikese päält maa pääle jõuda. Mõned tähed on meist nii kaugel, et walguis wast mõne tuhande aasta pärast jääb meie silmi jõuab. Mitmed nendest tähtedest, mis meie taewas näeme särawat, on wahest juba mõne sadame aasta eest ära kustunud; aga et nende wiimised walguise kiired weel siia pole jõudnud, siis näib, nagu oleks nemad ikka weel olemas.

§ 72. Walguise tagasiheitmine. — Katse 40. Laske walguise kiiret pimedas toas wiltu peegli pääle langeda (pilt 27). Teie näete, et tema, peegli pinnale jõudnud, oma sihi muudab ja peegli juurest ära läheb.

Seda ilmuwust nimetatakse waguise tagasiheitmiseks, ja walguise kiiret, mis peegli juurest ära läheb, tagasi heidetud kiireks.

Wõrdlege üksteisega need nurgad, mis peegli pääle langew ja peeglist tagasi heidetud kiire peegli pinnaga sünnitawad. Teie leiata, et nemad täiesti ühesuurused on. Kui teie nüüd peegli langu wastu langewat kiiret muudate, siis muudab ka tagasi heidetud kiire oma langu wastu peegli pinda; aga ikka nii, et nurk tema ja peegli pinna wahel just nii sama suureks

jaab kui see nurk on, mida langew kiire peegli pinnaga sünnitab.

Katsete abil on leitud, et iga täiesti sile pind tema pääle langenud walguſe kiired tagaſi heidab, ja nimelt ikka nii moodi, et langew kiire ja tagaſi heidetud kiire pinnaga ühesuurused nurgad sünnitawad.

§ 73. Kujude ſündimine peeglis. Kui üks walguſega paistaw keha peegli ees ſeiſab, ſiis wõime meie peeglis tema täielist kaju, ſee on: keha, mis täiesti temaſuurune ja temaſarnane on, näha. Kehade kujude ſündimine peeglis põhjendab ennaſt walguſe tagaſiheitmiſe ja ühe meie ſilmade iſeäraliku omaduse pääle. Kui nimelt kimp lahkujookſwaid, ſee on: niisugugi walguſe kiireſid, mis tagaſi poole jatkatud, üksteiſt ühes punktis leiawad, meie ſilmi puutub, ſiis näeme meie nende ühies leiſuspunktis walguſega paistwat punkti, olgu jään niisugune punkt tõesti olemas wõi mitte. See ilmumus tuleb ſeſt, et meie ſilmad harinenud on walguſt niisuguste kiirete näol ſaama, mis walguſega paistwad punktid igasſe külge wälja ſaadawad; igat walguſega paistwat keha wõib nimelt niisugusteſt punktideſt kokku pandud arwata. Mõtolge nüüd, peegli ees ſeiſaks põlew küünel. Walguſega paistwad punktid, milleſt meie teda kokku pandud wõime arwata, ſaadawad, kuidas üteldud, igaüks igasſe külge hulk walguſe kiireſid wälja; ſeda teeb ſiis ka tema kõige ülem punkt. Langegu jään kolm kiiret peegli *M N* (pilt 28) pääle. Et nemad üheſt punktist igaüks iſe-poole wälja jookſewad, ſiis peawad nemad ka lahkujookſwad olema. Peegli pinnalt ſaawad need walguſe kiired ülemal [§ 72] tähendatud ſeaduſe järele tagaſi heidetud, miſpärast nemad ſiis ka niisamaſugusteſt lahkujookſ-

wateks kiireteks jääwad, misjuguštena nemad sinna jõudsiwad. Kui meie nüüd oma silmad nende kiirete tee pääl hoiaime, siis näeme meie peeglis sääl kohas, kus need kiired üksteist leikawad, walgušega paistwat punkti, mis kuju on küünla leegi kõige ülemisest punktist. Sel samal wiisil ilmuvad peeglišse kujud kõigist teistest küünla punktidest, seega küünla täieline kuju. Geometria abil wõib näidata, et see kuju ikka niisama kaugel peegli pinna taga on kui kaugel küünal ise peeglist eemal seisab.

Kui meie ise peegli ette astume, siis näeme meie sääl oma täielist kuju; aga paljalt siis, kui meie otse peegli ees seisame, nii et meist wälja saadetud walguše kiired pärast tagasiheitmist peegli pinnalt meie filmi jõuawad. Kui meie aga peegli kõrwas seisame, siis ei näe meie oma kuju peeglis mitte, waid jeda wõib teine näha, kes teisel pool peegli kõrwas seisab. Meist wälja saadetud walguše kiired, mis nüüd wiltu peegli pinna pääle langewad, heidetakse sinna poole tagasi, kus teine seisab.

§ 74. Laiali pillutatud walguš. Kareda pinna pääle langenud, muudawad walguše kiired ka oma tee; aga säält ära minnes pole nemad enam nii moodi ühes, nagu nemad sinna jõudes oliwad. Karedad pinnad pillutawad nende pääle langenud walguše kiired igasse külge laiali. Kui kare pind, näit. walge sein walgustatud saab, siis jookseb praegu tähendatud põhja pärast igast tema punktist hulk walguše kiirešid igasse külge wälja ning sel wiisil saawadgi need lehad, mis iseeneše walgušega ei paista, meile nähtawaks.

§ 75. Walguše murdmine.—K a t s e 41. Wõtke kastikene, mille üks külge klaasist on. Kallake selle kas-

tikese sisse wett ja tehke wesi natukene jogašeks. Kui teie pimedas toas walguse kiiret ülewelt wiltu kasti-kehe sisse paista lasete, siis näete teie, et tema wee pinna kohas murtud on.

Walguse kiire saab iga furd murtud, kui tema ühest läbipaistawast materiaast teise astub; kuid aga mitte iga furd ühte wiisi: mõned materiad murravad walguse kiirešid enam kui teisjed; diamant enam kui klaas, klaas enam kui wesi.

Walguse kiirete murdmise pääle põhjendawad en- did mitmed ilmuwused. Pange kausi põhja (pilt 29) höheraha *M* ja kallake kausi sisse weit. Teie näete raha üles poole tõstetud olewat. Walguse kiired, mis raha pinnalt igasše külge wälja saadetakse, jõuawad wee pinnale ja saawad siin, wee sees õhku astudes, murtud. Kui teie need kiirete jaod, mis õhu sees on, kus teie ka omad silmad hoiate, alla poole jatkate, siis näete, et nemad kõrgemal raha pinda üksteišt leika- wad; seepärast näete teie ka neid punktišid, millest need kiired wälja on jooksnud, kõrgemal kui nemad tõesti on [§ 73].

Kui kepi ühte otsa wette pistada, siis näib see ots kõrgemal olewat kui tema tõesti on, ning seepärast on kepp wee pinna kohal murtud näha.

§ 76. Läätsed ja nende omadused. Riisugust ümmargust klaasi tükti, mis keskpaigast paksem on kui serwadest, ning seepärast läätsje iwa šarnane on, nime- tatakse füšikas läätsjeks. Kui teie läätsje serwiti oma silmade ees hoiate, siis on tema nii modi näha, nagu pilt 30 teda teile näitab.

Mõtolge nüüd, kusagilt langeks kimp walguse kiirešid läätsje pääle. Mis saaks nendega šündima?

Nemad saatsivad läätse sisse astudes murtud, ja nimelt nii moodi, et nemad teisel pool läätset ühte punkti kokku jooksewad, nagu jeda pildi 31 pääl näha on.

Katse 42.—Hoidke läätse nii moodi päikese paistel, et kõige tema pinna pääle päikese kiired lan-
geb. Väätsse taga katsuge paberi lehele niisuguse asu-
paiga anda, et tema pääle väikene hele kreis ilmub. Selle kreisi koht ongi see koht, kuhu päikese kiired endid pärast murdmist läätse sees nii mitmesse punk-
tisse kokku koguvad kui mitmest punktist nemad wälja
saadeti, ning seepärast on kreis ise väikene päikese kuju.

Katse 43.—Väätsse annab kuju igast
muust kehast nii sama nagu päikesestgi. Hoidke läätse
enele ja küünla tule wabel; läätse ja enese wabel—
jälle elitud paberi leht. Katsumise abil wõite teie läät-
sele ja paberi lehele niisugused asupaigad anda, et
paberi lehe pääle ümberpööratud küünla kuju ilmub.—
Kui teie läätse ees enese näo hoiate, siis saate teie
läätse tahta oma näost väikese kuju.

Väätsse omadust, tema ees seiswatest asjadest ku-
jusid anda, tarwitatakse päewapiltide walmista-
miseks. Selle tarwis pruugitaw apparaat (abiriisi) on
järgmisel wiisil kokku seadetud. Kõrgete jalgade pääl
seisab must, seest pime, kasti; kasti ühe otja sees on
lühikene toru ja toru sees—läätse (pilt 32). Kui nüüd
päewapilti kedagi üles tahab wõtta, siis seab tema läätse
selle inimese wastu. Väätsse annab temast pimedast kasti
sees kuju, mida päewapilti esiteks tumeda klaasi *a*
pääle langeda lasseb, et näha, kas apparaat õieti seisab,
see on: kas kasti sisse ilmuv kuju küllalt selge on.
Selle pääle wõtab tema tumeda klaasi kasti wälja
ja pistab sinna selle asemele klaasi, mille pind ühe

walkja materiaga kaetud on, mis walguise paistel mustaks muutub. Nüüd langeb inimese kuu selle materia pääle. Kuu heledad kohad muudawad materia wärwi mustaks, ja seda mustemaks, mida heledamad nemad on; kus kohal aga kuu tume on, jääb jääb materia klaasi pääl muutmata. Nii moodi jännitawad walguise kiired klaasi pääle inimesest kuu. Selle kuu pääl on aga inimese näo tumedad kohad heledad ja heledad kohad tumedad. Seepärast nimetatakse seda kuu negatiiviks. Nüüd wõtab päewapiltnik negatiivi kastiist wälja, pistab tema alla paberi lehe, mis ülemal tähendatud materiaga kaetud on, ja lasseb päikese walguist negatiivist läbi tema pääle paista. Walgus muudab paberi lehe pääl need kohad, mis negatiivi heledate kohtade all on, mustaks; negatiivi mustad kohad ei lasse aga päikese walguist enesest läbi ja seepärast jääb paberi pääl olem materia nende all muutmata. Nii tekib paberi pääle inimese pilt.

Kui läätset ühe asja lähedal hoida ja läätsest läbi asja pääle waadata, siis on asi palju suurem näha kui muidu. Kui läätsest niisugust tarwitust tehakse, siis nimetatakse teda suurendawaks klaasiks. Et läätse asja suuremalt näitaks kui asi tõesti on, peab teda ilka asja lähedal hoidma. Kaugel olewaid asju, nagu näit. kuld, pole seepärast võimalik ühe läätse abil suurendata. Selle tarwis peab kaks läätset wõtma: teise suure ja teise väikse. Suur läätse annab kaugel olewast asjast waataja lähedale kuu; väiksema abil võib seda kuu suurendata. Niista, mis kahest niisugusest, toru sisse seatud, läätsest kokku on pandud, nimetatakse pikkiilmaks.

§ 77. Päikese spektrum.—Aastal 1666 leidis kuuluis Inglis looduse uurija Isaac Newton (ütle:

Rjutu), et walge päikese walguß mitte lihtne pole, waid et tema on kokku pandud seitšmet seltsi kiiretest, millest igal seltsil oma isefugune wärw on. Seda wõib järgmisest katsest ära näha.

Katse 44.—Easte pimedasse tuppa ühe wäikese augu läbi kimp päikese kiiresid paista; teie näete wastu seiswa seinä pääl walget kreisi. See kreis on päikese kiirete läbi sünnitatud päikese kuju. Pange nüüd augu ette kolmekandiline klaaspulk, nõnda nimetatud *prisma*, siis kaob walge kreis seinä päält ära ja natukene alamal tema kohta näete teie jäl nelinurka, mille otjad ümmargused on ja mis järgmistest wärwidest kokku on seatud: punasest, punakas-kollasest, kollasest, rohilisest, hele-sinisest, tuhmsinisest ja wiolettist. Niisugust wärwilist nelinurka nimetatakse päikese spektrumiks. Päikese spektrumi sündimisele andis Newton järgmise seletuse.

Prisma siisse astudes jaawad walguse kiired murtud. Mitmet wärwi kiired murrab prisma ka mitmet moodi: punased kiired murrab tema kõige wähem, siis tulewad punakad-kollased, siis—kollased, siis—rohilised, siis—hele-sinised, siis—tuhmsinised, ja kõige enam jaawad murtud wiolettid walguse kiired. Kui meie nüüd kimbu mitnewärwilisi walguse kiiresid prismast läbi minna laseme, siis lahutab prisma selle kimbu nii mitmeks kimbuks kui mitmet sugu wärwi tema kiiretel on. Seda teeb prisma ka päikese walguse kiiretega. Kimbu päikese walguse kiiresid lahutab prisma seitšmeks kimbuks, millest igüks prisma wastu seiswa seinä pääle isewärwilise päikese kuju sünnitab. Kui prisma ühe kandi pääl seisab, siis on nendest kujudest punane ikka kõige kõrgemal ja wiolett kõige alamal (pilt 33). Teised wiis kuju on nende kahe wahel. Need seitse päikese kuju on nii üksteise lähedal, et igüks oma serwadega

ühe jao naabrulistest kujudest katab, misläbi siis spektrum sünnibgi.

Walge walgus on siis seitsemewärwilistest kiiretest kokku seatud. Kui need seitsemewärwilised päikese kiired kõik ühes kimbuses koos on, ja nii moodi kõik ühel ajal meie filmi jõuavad, siis sünnitavad nemad jäänal walge walguse tundet. Et asi tõesti nii on, võib järgmisest katsest ära näha.

Katse 45.—Tehke walgest paberist kreis. Jagage tema seitsemesse jalku ja wärwige iga jagu nii moodi ära, nagu pilt 34 seda teha juhatab. Laske see kreis siis õige ruttu ümber jooksta; teie näete, et temal nüüd tuhmal-walge wärw on. Seda ilmutust seletatakse järgmisel wiisil. Geiti, et film walgust, mis tema kord näha on saanud, $\frac{1}{5}$ sekundi taga järele, see on: weel pärast seda, kui walgus tema eest kadunud on, näeb. Kui teie oma rata nii ruttu ümber jookstama panete, et tema wähem kui $\frac{1}{5}$ sekundi sees ühe täie pööri teeb, siis ei jõua kõige esiti filmatud wärw weel filmist ära kaduda, kui juba kõik teised kuus sinna järele jõuavad. Nii näeb film kõik seitse wärwi ühe korraga ja seeläbi saab jäänal walge wärwi tunde sünnitatud.

Uga mispärast on mõned walguse kiired ühte ja teised teist wärwi?—Teie teate, kuidas kõrged ja madalad toonid sünniwad. Nii sama kui tooni kõrgusega, nii sama on lugu ka walguse kiirete wärwidega. Geiti, et meie siis punast walgust näeme, kui eeter ühes sekundis 474 millon millioni korda wastu meie nägemise närwisid pörfab, ja wioletti walgust siis, kui eeter seda 690 million millioni korda ühes sekundis teeb.

§ 78. **Wikerkaar.** — Kui päikene mitte kõrgel üle horisonti pole ja tema vastu pilw seisab, millest wihma sadab, siis näete teie wihma pisarate sees wikerkaart, see on: wärwiliist kaart, milles kõik päikese spektrumi wärwid leiduwad, ja nimelt just sees samas järjes, nagu jälgi. Wihma pisarad lahutawad päikese walguise, mis nende sisse tungib, nagu prismagi seitsmewärwilistesse kiiretesse ja heidawad tema nii moodi lahutatud meie filmi tagasi. Nii pole siis wikerkaar õieti muud ühtegi kui wihma pisaratest sünnitatud päikese spektrum.

§ 79. **Kehade wärwid.** — Kehad ei pilluta mitte kõiki walguise kiiresid, mis nende pääle on langenud, laiali, waid kustutawad ühe osa nendest ära wõi, kuidas jeda süüfikas tähendatakse, neelawad enese sisse; mõned kehad teewad jeda koguni kõigi kiiretega. Niisuguste kehade wärw on must. Kui keha materia niisugune on, et tema igat wärwi walguise kiiresid oma pinnalt laiali pillutab, siis on tema päikese walgustusel walge. Mõnede kehade materia on aga niisugune, et nemad paljalt ühte ainult karwa walguise kiired laiali pillutawad, kõik teised aga enese sisse neelawad. Nii pillutab indigo (sini-kwi) paljalt sinised walguise kiired laiali; kõik teised neelab tema enese sisse; seepärast on tema päikese walgustusel sinine. Punasel walgustusel on indigo must näha, sest et tema punased walguise kiired enese sisse neelab. Punde lehed on rohilised, sest et nemad paljalt rohilised päikese kiired laiali pillutawad j. n. e.

Nii jama on lugu läbipaistawate kehade wärwidega. Kui kõik walge walguise kiired kehasi läbi pääsewad, siis on keha wärwita. Suurem osa läbipaistawaid kehasid lasewad aga ainult ühte karwa wal-

guse kiired enestest läbi; teised hoietakse tagasi ja kustutakse ära. Niijugused kehad on ikka seda värwi, mis värwi kiired nendest läbi pääsewad.

§ 80. **Taewa värw.**—Õhk pole mitte täiesti läbipaistaw keha; kui õhukogu paks on, siis hoiab tema nendest walguse kiiretest, mis temast läbi püüawad tungida, suure osa tagasi. Seepärast ei wõi kaugel olewatelt asjadelt mitte kõik walguse kiired, mis nemad meie poole wälja saadawad, meie silmi jõuda ja nemad näiwad ikka tumedad, nagu udu sees, olewat.

Ühe jao sellest walgusest, mis päikene atmosfääri sisse saadab, pillutawad õhu jaokesed jäl igasje külge laiali, mispärast siis päewa ajal atmosfäär ka niijugustes kohtades walgustatud on, kuhu päikese kiired otse ei jõua.

Kõige enam pillutawad õhu jaokesed aga helesiniiseid walguse kiiresid laiali; sest tulebgi taewa siuline värw.

Magnetismusest.

§ 81. **Magneetid ja magnetismus.**—Mitmes kohas leitakse mägede seest isejugust tuhmpruuni kiwi, millel imewääriline omadus on rauda külge tõmmata. Seda kiwi leiti kõige esiti Väikestes Naftas Magnesi linna ligimailt—arwata aastal 600 e. K. j.—ja seepärast nimetatakse teda magneedi kiwiks. Magneedi kiwi omadust võib kunstlifel wiisil ka terasele anda. Magneedi kiwi ja terast, mis rauda külge tõmbab, nimetatakse magneetideks, magneedi kiwi—loomuliseks, magneedilist terast—kunstliseks magneediks. Magneedi omadust rauda külge tõm-

mata nimetatakse magnetismuseks. Magnetismuse loomu ei tunta praegu veel mitte.

§ 82. **Magneedi polused.**—Kui magneeti peenikese rauapuru sisse pista, siis hakkab wiimne magneedi külge; aga mitte igasse kohta ühel mõõdul: otste külge hakkab teda kõige enam, keskpaiga külge—kõige vähem (pilt 35). Magneedi otsasid, kus magneedi külge-tõmbamise-wõim kõige juurem on, nimetatakse tema polusteks.

§ 83. **Põhja-polus ja lõune-polus.**—K a t s e 46. Pange tükk magneeti niidiga, mis keskelt tema ümber on seotud, rippuma. Tema hakkab esiti sinna ja tänna kõikumama; jääb aga wiimati rahulisti seisma, ja nimelt ikka nii, et tema üks ots põhja ja teine lõune poole näitab. Seadke tema nüüd kuidagi tahes, ikka pöörab tema tähendatud asupaika tagasi.

Sellest katsest näete teie, et magneedi polused mitte ühesugused pole, waid et üks nendest põhja poole, teine lõune poole püüab. Sõimest nimetatakse põhja-poluseks, teist—lõune-poluseks.

§ 84. **Magneet-nõel ja kompass.**—Praegu tähendatud omaduse pärast on magneet laewameestele üliwäga kasulik riist: temast wõiwad laewamehed igatahes sedamaid ära teada, kus on põhi, kus—lõune ja kus—teised ilmakaared, ning ära näha, kas laew õigel teel on wõi mitte. Selle tarwis seatakse kitsa, magneeditõeliseks tehtud, mõlemate otstest terawa, terasse tükki, nõnda nimetatud magneet-nõela (pilt 36) terawardada otja ümmarguse karbi sisse, millel paksum klaffist kaas pääl on. Niisugust karpi magneet-nõelaga nimetatakse kompassiks. Kes kompassi leidja olnud, pole teada; teatakse paljalt, et Kiinlased teda juba

2000^{de} aasta eest tunnud olla, ning neilt tulnud tema Araabia kaudu Staaliasse, kus teda 14^{ma} aastasaja algusel laewajuhiks tarwitama hakati.

§ 85. Poluste olemine üksteise vastu.—
Katsje 47.—Pange magneet jälle nii moodi rip-
puma, nagu teie seda 46^{mas} katses tegite. Kui teie
nüüd ühe teise magneedi põhja-polusega tema põhja-
polusele läheneate, siis taganeb tema selle teise mag-
needi eest. Kui teie aga rippuwa magneedi põhja-po-
lusele teise magneedi lõune-polusega läheneate, siis hakkab
rippuw magneet wiimsele vastu liikuma.

Sellest katsest näete teie, et magneetide ühe-
nimelised polused teine teist eemale lük-
kawad; äranimelised aga teine teist külge
tõmbawad.

§ 86. Magnetiseerimine.—Katsje 48. Pange
maagneedi ühe poluse külge wäikene raudnael ja selle
naela külge teine raudnael. Kui maagneet küllalt wõi-
makas on, siis jääb teine nael esimese naela külge
rippuma, nagu oleks esimene nael maagneet. Kui esimest
naela magneedi küljest ära tõmmata, siis kukub teine
nael iseenesest esimese küljest ära.

Nii saab raud magneedi küljes magneedi omadusi,
mida tema aga sedamaid kaotab, kui teda magneedi
küljest ära wõtta.

Kui magneedi poluse külge tükk terast panna,
siis läheb see, nii sama nagu raudnaelgi maagneedi-
liseks; kuid tema ei kaota seda magnetismust, mis
tema magneedi käest on saanud, mitte nii hõlpsasti,
nagu raud, waid jääb nüüd ise täieliseks magneediks
kõige polusega.

Et väikefi terasasju, nagu näit. nõelu, terasfulgi j. p. t. magnetiseerida, pole tarwis muud teha kui nendega magneedi ühe poluse külge puutuda. Kui magneet õige võimakas on, siis magnetiseerib tema need asjad juba mõne maa päält. Aga suured ja paksud terase-tükkid saavad sellel teel väga vähä magnetismust. Reid magnetiseeritakse ijaaralisel viisil, millest meie aga siin ei hakka kõnelema.

§ 87. Maa magnetismus. — Kui meie kahesit magneedist ühe laua pääle paneme ja teise otse tema üle riputame, siis seab ennast wiimne ikka nii moodi nagu esimene on; kuid tema põhja-polus on teadagi jäl pool, kus laua pääl olewa magneedi lõune-polus on, ja ümberpöördu.

Et nüüd kõik magneedid ikka ühe otjaga põhja ja teisega lõune poole näitawad, siis tekkis mõte, kas mitte maakera ka magneet pole, mille üks polus põhjanawa ja teine polus lõunenawa juures on? Uurimised on seda arwamiht tõeks teinud, ning nüüd on teada, et maakera üks magneediline polus Põhja-Jäämeres, teine Lõune-Jäämeres on olemas. Ka saavad raudlatid, kui nemad mõni aeg maa pinna pääl on olnud, magneeditiseks, nagu muundegi magneetide küljes.

Gletrilijusest.

§ 88. Gletrilijus. — K a t s e 49. — Veigake kirjutus-paberi lehe küljest arwata 4^{ia} tollilainuse süütu, murdke tema pikuti kahelordseks ja tehke tema kas ahju paistel wõi lambi pääl hästi soojaks siis pange tema paberi-lehe pääle ja hõõruge teda, tema ühte otja käes hoides, kõwasti kuiva willase lapiga. See läbi saab paberi-süü niisugusi omadusi, mis sugusi te-

mal enne seda ei olnud. Kui teda väikeste paberikillukese või muunde õige tergete asjade lähedale panna, siis kargavad need tema külge. Kui teie tema oma silmnäo lähedal hoiate, siis ilmub sääl niisugune tunde, nagu laseks ennast teie silmnäo pääle ämbliku-wõrk. Kui teie sõrmenukka tema lähedale panete, siis kuulete teie väikest priginat ja tunnete, et midagi sõrmenukka sisse pistab; pimedas toas näete teie paberi päält sõrme sisse väikest sinist sädet kargawat.

Neid praegu kirjeldatud ilmuwusi wõib saada, kui üleüldse kahte ärasugust keha üksteise wastu hõõruda; iseäranis aga siis, kui bernsteini, kirjalakki ja kowat gummi ehk kautshukki willase riidega wõi rebasesawaga ning klaasi siidi riidega hõõruda. Kui pimedas toas kautshuk-kammiga kuiwa pääd sugeda, siis kargab kammi piide otsest sädemeid wälja ja on priginat kuulda.

Kui üks asi niisuguses olekus on, et tema ülemal kirjeldatud ilmuwusi sünnitada wõib siis üteldakse temast, tema olla elektriline ehk elektriseeritud; nende ilmuwuste põhjust nimetatakse — elektrilisuseks.

Elektrilisust leidsiwad kõige esite wanad Greeklased bernsteini seest. Bernsteini nimetasiwad nemad „elektroniks“; sellest sõnast ongi sõna „elektrilisus“ saanud.

Elektrilise loom on teadmata; tema on wististi magnetismusega ühte loomu, nii sama nagu kiiretaw soojus ja walgus ühte loomu on.

§ 89. Elektrilise juhatajad ja isolaatorid. — Aastal 1727 leidis Inglis õpetatud mees Gray (üttele: Grei), klaastoru hõõrudes, et raudpulk, mille üks ots

hõõrutawa toru sisse oli pistetud, nii sama kõike jugu fergeid asju külge tõmbas, nagu toru ise. Gray kinnitas raudpulga külge pikka metalltraadi. Kui tema klaastoru hõõruma hakkas, siis hakkas ka traat elektrilisi omadusi avaldama. Et ei metallpulk ega traat hõõrutud ei saanud, siis pidi pulk omad elektrilised omadused klaastooru käest saama ja need ka traadi sisse edasi juhutama. Seda Gray arwamist on pärastised uurimised tõeks tunnistanud. Müüd on kindlasti teada, et mõned kehad elektrilisust endid mööda edasi juhatawad. Niisugusi kehasid nimetatakse elektrilise juhatajateks. Kehasid, mis elektrilisust edasi ei toimetata, nimetatakse isolaatoriteks. Metallid, meie ihu, süsi, wesi, niiske õhk j. p. t. on elektrilise juhatajad; kautshuk, kirjalakk, klaas, kuiv õhk, siid j. p. t. on jälle isolaatorid.

Katse 50.—Elektriseerige hõõrumise läbi üks asji, näit. kautshuk-pulk ja tõmmake tema selle pääle pihust läbi. Müüd leiate teie, et see asi omad elektrilised omadused on kaotanud, ja teie peate, et temale neid omadusi uuesti anda, teda teist korda elektriseerima. Nii sama kaotab elektriseeritud keha omad elektrilised omadused, kui teie ühe metallist asjaga, mis teie paljas käes hoiate, tema üle tõmmate. Teie käsi ja metall on, kuidas üteldud, elektrilise juhatajad; kui teie nendega elektriseeritud asja külge puutute, siis läheb asja elektrilisuus neid mööda, maa sisse. Kui teie aga lafi wõi klaaspulgaga elektriseeritud asja külge puutute, siis ei kaota asi oma elektrilisust mitte, sest et klaas ja kirjalakk elektrilisust edasi ei juhata.

§ 90. Positiwne ja negatiwne elektrilisuus.—

Katse 51.—Riputage wäikene kas paberist wõi korgist tehtud ferge kuul siidi-niidiga klaasjala külge

(pilt 37). Hõõruga klaaspulka siidiga ja puutuge temaga siis kuuli külge. Klaaspulk annab kuulile ühe osa omast elektrilisusest. See ei pääse siit kaduma, sest et siid, klaasjalg ja õhk (kui tema aga katse ajal kuiv on)—kõik isolaatorid on. Vigistage nüüd elektriseeritud klaaspulk kuulile. Teie näete, kuul hoiab ennast temast eemale. Selle pääle hõõruga tükk kirjalakki kuiva willase lapiga ja ligistage tema kuulile. Kuul, mis hõõrutud klaaspulga eest põgenes, läheneb hõõrutud lakipulgale.

Kui teie nüüd oma katse järje ümber pöörate, see on: hõõrutud lakipulgaga kuuli külge puutute, siis hoiab kuul ennast hõõrutud lakipulgast eemale ja saab hõõrutud klaaspulgast külge tõmmatud.

Sellest katsest näete teie, et kahte sugu elektrilisust on olemas, nimelt seesugust, mida saame, kui meie klaasi siidiga, ning seesugust, mida saame, kui meie kirja-lakki willase riidega hõõrume.

Pääle selle õpetasivad teile ülemal tehtud katsed, et ühesuguse elektrilisusega laetud kehad endid üksteisest eemal hoiavad, ja ärasuguste elektrilisustega laetud kehad üksteist külge tõmbavad.

Elektrilisust, mis klaaspulgas ilmub, kui seda siidiga hõõruda, nimetatakse **positiiviks**; seda elektrilisust, mida hõõrumine kirja-lakki sees sünnitab, nimetatakse **negatiiviks**.

Katse 52.—Andke metall-kuulile, mis klaasjala pääl seisab, mingisugust elektrilisust, näit. positiivist ja hakkake siis temale vähä haaval negatiivist elektrilisust andma. Teie leiate, et kuuli elektrilisus aega mööda vähemaks saab, ja wiimati hoopis ära kaob.

Selle järele peame meie arvama, et negatiivine ja positiivine elektrilisused, määratud paljuses ühendatud, teine teise mõjuduse väljas poole ära hävitavad.

Nii sama võime meie ka arvata, et igas loodud asjas, mis mitte elektriseeritud pole, mõlemat elektrilisust on, mis aga seepärast endid väljas poole ei avalda, et nemad üksteisega ühendatud on. Kui meie lakipulka villase riidega hõõrume, et teda elektriseerida, siis ei tee meie muud kui lahutame tema mõlemad elektrilisused ühest. Positiivine elektrilisus läheb hõõrutava riide pääle, kuna negatiivine lakipulga pääle jääb, kus tema nüüd üksi on ja seepärast ennast mittel wiisil avaldada võib.

§ 91. Elektroskoop.— Selle tarwis, et näha saada, kas üks asi elektriline on või mitte, on isefugune riist välja mõeldud, mida elektroskoopiks nimetatakse. Tema on kokku seatud pudelist või purgist (pilt 38), millesse korgist läbi traat on pistetud. Traadi ülemise otsa küljes on nupp, mis metallist või puust tehtud on. Wiimsel korral on nupp tinapaberiga kaetud. Traadi alumise otsa külge on kaks wahu-kulla lapikest finnitatud. Kui elektrilise kehaga nupu külge puutuda, siis läheb üks osa selle keha elektrilisusest traati mööda wahu-kulla lapikeste sisse, mis siis, et nemad ühesuguse elektrilisusega laetud on, ühest lähewad. Kui katsutaw asi mitte elektriline pole, siis ei lähe ka lapikesed mitte ühest, kui temaga elektroskoopi nupu külge puutuda.

§ 92. Elektriseerimine mõjuduse läbi.— Almal lahutatakse teie kehade elektrilisust teineteisest hõõrumise läbi. Seda võite ka seeläbi toime saata, et teie keha lähedal elektriseeritud keha hoiate. Kehade elektriliste

lahutamist ehk elektriseerimist sel viisil nimetatakse elektriseerimiseks mõjunduse läbi.

Katse 53.—Pange kuiva õlleklaasi pääle joonlaud; joonlaua otsa alla—arwata $\frac{1}{2}$ tolli alla pidi teda—wäikesi tergeid paberi-killukesi. Kui teie nüüd hästi hõõrutud kautshuk-pulka joonlaua teise otsa üle hoiate, siis kargawad paberikillukesed joonlaua külge. Kautshuk-pulga negatiwne elektrilisuus lahutab joonlaua elektrilisused ühest: positiwse tõmbab tema sinna otsa, mille lähedal tema ise on, ja tõukab negatiwse teise otsa [§ 90]. Wiimne tõmbabgi paberi-killukesed joonlaua külge.

§ 93. Elektriseerimise masin.—Elektrilisuse sünnitamise ja kehade elektriseerimise tarwis on isesugused masinad wälja mõeldud. Pilt 39 näitab teile niisugust masinat. Tema tähtsamad jaod on: 1. suur klaasratas *A*, mida wända abil ümber wõib ajada, 2. üks nahkpatja *b*, mis siidi-riidega kaetud on ning kõwasti klaasratta wastu rõhuwad, 3. klaasjala otsas seisaw õõnes tsilinder *B*, mille ühes otsas metallist kahwel, hambuliste harudega, ja teises otsas metallkuul on, ning 4. wast-ahelad, mis patjade päält maha ulatawad. Kui klaasrattast ümber ajatakse, siis hõõrub tema ennast patjade wastu; seeläbi saab tema pääle positiwist ja patjade pääle negatiwist elektrilisust sünnitatud. Wiimne läheb ahelaid mööda maa sisse ja kaob sinna ära. Nii jääb masinasse, klaasratta pääle, paljalt positiwist elektrilisust järele, mis tsilindri ehk, kuuda seda tsilindrit siin nimetatakse, konduktori pääle laiati laguneb. Konduktori päält elektrilisuus kufagile ei pääse, sest konduktor seisab klaasjala pääl, mis elektrilisust ei juhata. Kui teie klaasrattast mõni

kord ümber ajate, siis võite teie konduktori kuuli sisse hästi positiivist elektrilisust korjata.

§ 94. Leideni pudel.—Katse 54.—Wõtke purgi, katke tema sees poolt ja väljast poolt peaaegu ääreni tinapaberiga (pilt 40). Pange purgi pääle kindel kaas ja pistke kaanest läbi wasskraat, mille otsas metallist või puust (tinapaberiga kaetud) kuul on. Wasskraat ühendage peene traadi või ka aawlite abil pudeli sifemise tina-kattega. Wõtke nüüd purgi ümbert kinni ja hoidke tema kuuli pidi elektriseerimise masina konduktori kuuli küljes. Kui masina ratast ümber ajada, siis läheb positiivist elektrilisust purgi sifemise tina-katte sisse. Seeläbi saavad tinapaberi sees, millega purk väljast poolt on kaetud, mõjuduse teel, purgi klaasist läbi, negatiivine ja positiivine elektrilised üksteisest lahutatud. Sifemise katte positiivisest elektrilisusest külge tõmmatud korjub esimene klaasi poole tinapaberi sisse; wiimne woolab meie kehast läbi maa sisse. Välise katte negatiivine elektrilisus on sifemise katte positiivise elektrilise läbi nagu seotud. Mida enam positiivist elektrilisust masina päält purki läheb, seda enam negatiivist elektrilisust saab välise tinakatte sees seotud. Nii võite teie oma purgi külge kaunis hulk positiivist ja negatiivist elektrilisust korjata.

Purgi sifemise katte positiivisel ja välise katte negatiivisel elektrilisel on püüdmine ühte saada, aga nende wahel olew klaas, et tema isolaator on, keelab neid seda tegemast.

Kui teie aga ühe käega purgi ümbert kinni võtate ja teisega kuulist kinni hakkate, siis on tähendatud elektriliste wahel elektrilise juhataja—teie ihu—ja nemad ühendawad endid sedamaid. Ühtlasi tunnete

teie oma kätte sees isesugust raputust, mida elektriliseks löögiks nimetatakse.

Burki, millest meie praegu kõnelesime, nimetatakse Leideni pudeliks; tema on Leidini linnas wälja mõteldud.

Katse 55.—Hakaku mitu inimest üksteise käest finni. Kui nüüd esimene reas oma waba käega Leideni pudeli ümbert finni hakkab ning wimne reas oma waba käe ühe sõrme nukka pudeli nupu lähedale seab, siis saawad kõik elektrilise löögi; nende sees ühendawad endid siis Leideni pudeli mõlemad elektrilised.

§ 95. Elektrofoor.—Pääle elektriseerimise masinat on weel teine riist olemas, mille abil elektrilisust kaunis suurel määral Leideni pudeli sisse korjata võib. Seda riista nimetatakse elektrofooriks. Pilt 41 näitab teile elektrofoori. Kreis *m* on waigust ($\frac{1}{2}$ osa kolofoniumi ja $\frac{1}{2}$ osa pigi kokku sulatatud ning madala plekk-pannikese sisse kallatud) või kautshukist; kreis *n* on papist, alt ja päält tina-paberiga kaetud, või ka plekist ning *d*—klaasist pide kreisi *n* küljes. Kui kreisi *m* rebase-sawaga või kassi-nahaga liüa, siis saab tema negatiwilest elektriseeritud. Paneme nüüd tema pääle kreis *n*. Et ei alumine ega ülemine kreis ialgi täiesti siledad pole, siis puutub kreis *n* paljalt mõnes punktis kreisi *m* külge, millest tema ka elektrilise ära wõtab. Kõikides teistes kohtades alumise kreisi pääl jääb elektrilise alale. Et negatiwilest elektriseeritud alumise kreisi pind päälmisest kreisist õhukeste õhukihi läbi lahutatud on, siis elektriseerib tema mõjuduse läbi ülemise kreisi: sellele alumisele pinnale korjub positiwine ja ülemisele—negatiwine elektrilise [§ 92]. Kui meie

förme ülemise kreisi külge paneme, siis läheb selle kreisi negatiivine elektrilisuus, mis waba on, maa sisse, ning positiivine, mis alumise kreisi negatiivise elektrilisuuse läbi seotud on, jääb üksi sinna. Kui meie kreisi *n* elektrofoori päält üles tõstame, siis saab tema positiivine elektrilisuus wabaks. Meie võime teda, kreisiga *n* Leideni pudeli nupu külge puutudes, Leideni pudeli sisse woolata lasta. Seda katses võib mitu korda järjestestikku teha, ilma et tarwis oleks alumist kreisi ümesti elektriseerida.

§ 96. Elektriline säde. — Kui teie pimedas toas elektriseeritud keha lähedale oma sõrmenukka panete, siis kargab keha päält sõrme pääle sinine jääde. Sääli juures kuulete teie priginat, ning säde, kui tema külalt suur on, annab heledat walgust. Elektrine säde on hele-tuliseks saanud õhk, millest elektrilisuus läbi läheb.

Elektriline säde pistab asjad, mis kergesti tuld wõtawad, põlema, kui tema nende pääle kargab. Suured sädemed, mida hääde elektriseerimise masinate päält saadakse, woiwad kaunis paksust lauast läbi karata, sinna ümmargust auku järele jättes.

§ 97. Wälk. — Sõhus on alati wabat elektrilisuust, wabel positiivist, wabel negatiivist; aga enamisti wäga wäha. Kõige enam on teda sääli äikesse ajal. Wihma pilwes, millest wälku lööb, on alati elektrilisuust. Seda näitis esimest korda kuulus Ameeriklane Franklin aastal 1752. Tema lasi äikesse ajal wäikesse paberist tuule-laewa nõõri otsas üles pilwe alla. Tuule-laewa külge oli raudwarras kiinitatud. Nõõri otsas oli klaasist pide, et elektrilisuus, kui teda pilwest nõõri sisse peaks tulema, säält kätt kaudu maa sisse ei pääseks.

Kui wihm nõõri niiskets ja seega hääks elitrilisuse juhatajaks tegi, sai Franklin nõõrist efektrilisi sädemeid.

Pilwed on wahel positiwiselt, wahel negatiwiselt elektriseeritud. Mõni kord seisawad üksteise üle kaks pilweforda, millest üks positiwuse, teine negatiwuse elektrilisusega on laetud.

Kust õhk ja pilwed elektrilisust saawad, pole julgesti teada. Kõige õigemaks peetakse arwamist, mille järele soolase merewe e ära-auramise juures elektrilisust wabaks saab, mis siis auru kaugas taewa alla tõuseb. Kõige wähemalt on leitud, et iga kord, kui soolwett ära aurub, siis aur positiwiselt ning järele jäänud wedelik negatiwiselt elektriseeritud saawad.

Wälk pole muud ühtegi kui suur elektriline säde, mis kas ühe pilwe päält teise pääle wõi pilwest maha kargab. Kui pilw, mis positiwiselt elektriseeritud on, ühe maa pinnal olewa asja üle seisab, siis lahutab tema selle elektrilisused mõjuduse läbi ühest: positiwuse elektrilisuse lükkab tema maa sisse, negatiwuse tõmbab asja ülemise otsa sisse. Pilwe ja asja ärasugused elektrilisused tõmbawad üksteisi külge, ja kui on mõlemid palju, siis ei suuda nende wahel olew õhk neid lahus hoida, ning pilwe elektrilisuus kargab asja pääle. M ü- r i s t a m i n e on äikes e juures see sama, mis prigin elektrilise sädeme juures. Ohust läbi minnes, lükkab wälk õhu jaod ühest, mis, pärast oma endise paiga pääle tagasi karates, suure jõnuga üksteise wastu põr- fawad.

§ 98. Pihke-warrad. — Hooneid kaitsetakse wälgu eest pihke-warraste läbi. Pihke-warras on terawa otsaga raudwarras, mida hoone katuse pääle püsti seatakse ja raud-latti läbi maa pinnaga ühendatakse. Wiimne lõpeb kas kaewu põhja wõi ühe muu niiske kohta.

Et warda ülemine ots kõrgemal seisab kui hoone katust ja raud hää elektrilijuse juhataja on, siis läheb wälk, kui tema hoone pääle peaks lööma, warrast mööda maa sisse ning jätab hoone puutumata.

§ 99. Galwani woole.—Kui tükki tsinki wette pista, millesse natukene weewli-hapniku on kallatud, siis hakkab tsingi päält wäikesi gaasi-rakukesi üles tõusma. Aga kui tsinki elawhõbedaga katta, siis tema weewli-hapnikus ülemist ilmuwust ei sünnita.

Katse 56.—Kallake klaas-nõuu sisse weewli-hapnikku, mis weega segatud, pistke sinna kaks metall-plaati: ühe wasest, teise tsingist. Kui wiimne elawhõbedaga on kaetud, siis ei sünni nõuus midagi iseäralikku asja. Kinnitage nüüd kummagi plaadi külge wasktraadi, ning ühendage traadi otsad üksteisega. Sedamaid hakkab wasktraadi juure gaasi-rakukesi korjuma, ning õrnate elektroskoopide abil wõib leida, et mõlemate plaatide pääl elektrilijust on: wase pääl—positiivist, tsingi pääl—negatiivist. Reid samu elektrilijusi leiata teie ka traadist, mis plaatide küljes on.

Kui traatide otsad ühendatud saawad, siis jooksewad wase positiwine ja tsingi negatiwine elektrilijused traati mööda üksteisele wastu, ühendawad endid ning häwitawad seeläbi üksteist ära [§ 90, katse 52]. Ära häwitatud elektrilijuste asemele ilmuwad plaatide pääle uued elektrilijused, mis oma kord traatide sees üksteist ära häwitawad j. n. e. Nii tekib traadi sisse äranimeliste elektrilijuste woolus üksteisele wastu. Niisugust woowat elektrilijust nimetatakse tema leidja Itaalia arsti Galwani järele Galwani wooleks. Riista, mis Galwani woole sünnitab, nimetatakse Galwani elementiks; traatid elementides—elektroodides.

§ 100. Elektriline batterii. — Kui mitu elementi nii moodi üksteisega ühendata, et ühe elemendi tšingi juurest teise elemendi wase juure traat ulatab (pilt 42), siis saame meie elektrilise batterii. Elektrilises batteriis nimetatakse elektrodideks nende otsmisi traatijid. Mida enam elementijid on batteris, seda wõimakam on Galwani woole, mis nemad sünnitawad.

§ 101. Galwani woole omadused. — Galwani woolel on palju tähelepanemise-wäärilisi omadusi. Saagu siin mõnest nendest lühidelt kõneldud.

1. Kui teie ühe käega ühest ja teisega teisest wõimaka elektrilise batterii elektrodist kinni hakkate, siis ilmub teie käte sisse sel filmapilgul, kui elektriline woole algab ja sel filmapilgul, kui tema lõpeb isesugune tunde: käte muskulid tõmmatakse kokku ja teie tunnete valu.

2. Wõimaka elektrilise batterii elektrodide wahel saawad metall-traadid hele-punaseks. Kui traat peenifene ja batteriis palju elementijid on, siis hakkab traat koguni sulama.

Kui kummagi elektroodi külge süüsi pulga kinnitada ja nende pulkade otsad üksteise lähedale seada, siis lähewad süside otsad heledaks ning annawad walguft. Seda walguft nimetatakse elektriliseks walgufteks.

3. Kui elektrilise batterii elektrodide otsad wee sees üksteise lähedal hoida, siis hakkab wee sees wäikesi gaasi-rakufesi üles tõusma. Need rakufesed on hapataja ja wejitaja rakufesed. Galwani woole lahutab wee elemendid ühest. Seda teeb Galwani woole weel mitmete teiste wedelikudega.

4. Pildi 43 pääl näete teie hobuserana sarnast raua-tükki, mille ümber jiiduga kaetud wastraat on keratud. Kui elektrilise batterii elektroodid selle traadi otstega ühendata, nii et Galwani woole sellest traadist läbi hakkab käima, siis saab raud magneediliseks. Elektriliste batteriide abil võib väga wõimakaid magneetisid saada. Niisuguseid magneetisid nimetatakse elektro-magneetideks. Nii pea, kui elektroodid raua ümber olewa traadi küljest lahti päästetud saawad, kaob magnetismus rauast sedamaid.

§ 102. Telegraf.— Elektrilise abil võib üürilise ajaga kauge maa pääle sõnumid anda. Aparaaati (abiriista), mis seda toimetab, nimetatakse telegrafiks.

Mõtelge, Tartu ja Tallinna wahel oleks kaks traati tõmmatud; Tartus oleks pääle selle elektriline batterii, Tallinnas—elektro-magneet. Olgu tähendatud traatide otsjad Tallinnas elektro-magneedi traadi otste külge finnitatud. Kui traatide otsjad, mis Tartus on, säälse batterii elektroodidega ühendata, siis saab Tallinna elektro-magneet magneediliseks; kui traatide otsjad jälle batterii küljest lahti päästetakse, siis kadub magnetismus sedamaid elektro-magneedi jeeft [§ 101, 4]. Nii võib siis Tartust Tallinnas olewale elektro-magneedile magnetismust anda ja temalt seda jälle wõtta. Seisku elektro-magneedi lähedal tüfikene rauda, mis wedru abil elektro-magneedist eemal hoietakse. Kui nüüd elektro-magneet magnediliseks saab, siis tõmbab tema raua-tükilise enese külge; kui tema selle magnetismuse kaotab, siis tõmbab wedru raua-tükilise tema endise paiga pääle tagasi. Selle ilmuwuse pääle põhjendab ennast telegraferimine.

Telegrafi aparaadi pääjagused näitab teile pilt 44. Tähega a on elektro-magneet tähendatud, mida

teisest jaamast tahtmist mööda elektriseerida võib. Elektromagneedi üle seisab lati d otjas rana-tükikene m , mida ankrus nimetatakse. Latt d annab ennast telje c pääl pöörata. Kui elektro-magneedi traadi sisse teisest jaamast Galvani woollet lastakse siis saab elektro-magneet magneediliseks ja tõmbab ankru oma külge. Nii pea, kui aga magnetismus elektro-magneedist jälle ära kaob, see on: kui teises jaamas telegrafi traatide otjad elektrodidest lahti päästetakse, winnab wedru n ankru elektro-magneedi päält üles. Lati d teises otjas on terasnael b , mille teraw ots paberi siilu alla ulatab, mis rulli r alt läbi jookseb. Rulli r külge puutub weel teine rull e ; mõlemad rullid pannakse uurwärgi abil käima ja pöördiwad siis igauks ise-poole. Seeläbi tõmbawad nemad paberi siilu, mis wärtna K päält nende waele ulatab, edasi. Kui elektro-magneet a magnetiseeritud on, siis wajutab nael b , et säält poolt lati ots üles tõstetud on, siilu wastu ja teeb sinna märgi. Kui elektro-magneet paljalt üirikese aja pääle maagneediliseks tehtakse, siis on see märk punkt; kui aga Galvani woollet kauemaks ajaks elektro-magneedi traadi sisse jäätakse, siis teeb nael b paberi-siilu pääle kriipsu. Nii võib telegrafi aparaadi abil ühest jaamast teises jaamas olewa paberi-siilu pääle punktisid ja kriipsusid sünnitada. Nii sugustest punktidest ja kriipsudest seatakse märgid kokku, millele kirjutähedede tähendused antakse. Nii tähendawad üks punkt ja tema taga seisaw kriips (· —) tähte a , kriips ja tema taga seiswad kolm punkti (— . . .) — tähte b j. n. e.

Ülemal mõtlešime meie ühe jaama batterii elektrodid ja teise jaama elektro-magneedi traadi otjad kabe traadi läbi ühendatud. Nii oli esimene aeg pä-

rafi telegrafi leidmist asi ka tõesti. Pärast poole leiti, et ühe traadi kohusid maa pind täita võib, mis tarwis muud pole waja teha kui aga ühes jaamas elektro-magneedi traadi ühe otsa ja teises jaamas ühe elektroodi maa pinnaga ühendata.

Juhatused

abiriistade walmistamiseks.

Peenikesed klaastorud lasewad endid piirituse-lambi tule pääl hõlpsasti paenutada.; Kraas-toru hoietakse, teda wahelpidamata sõrmede wabel weeretades, selle kohaga, kust teda tahetakse paenutada, nii kaua piirituse-tule sees, kuni tema tümaks pole saanud; siis tõstetakse tema tule-leegi ülemise otsa sisse ja wõetakse jälle paenutuse käpile. Paenu-kohta peab wähä haawal ära jahtuda lastema, mis tarwis teda mõni aeg üle piirituse-tule, arwata 2 tolli kõrgemal teda, tuleb hoida.

Suuri laiu korkisid, mis lambi-klaasi tarwis siindsad oleks, on raske saada; neid tuleb teil endal walmistada. Selle tarwis ostke tükk korgi-puud. Enne kui temast korkisid hakkate wälja leikama, laske teda mõni tund sooja wee sees liguneda. Üleüldse peab igat korki enne pruukimist sooja wee sees tümaks leotama. Mugud klaas-torude tarwis peawad natukene wäiksemad olema kui torud jämedad on, et kork hästi toru ümber hakkaks.

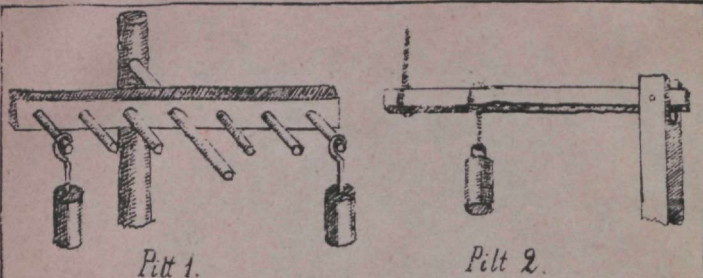
Et pudelilt kaela ära wõtta, siduge tema ümber nõör, mis petroleumi eli sisse oli kastetud, süütage nõör põlema ja pistke pudel siis, kui tema nõõri ko-

hast tuliseks on saanud, külma wee sisse. Sääal läheb pudel nõõri kohalt sedamaid kaheks.

Elektroskoopideks ja Leideni pudeliteks kõlbawad ainult niisugused klaas-nõuud, mille material hää isolaator on. See klaas on hää isolaator, mis ennast hõlpsasti elektriseerida annab. Tehke klaas hästi kuivaks, hõõruge teda natukene wastu kuiva willast riidet ja wiige tema siis wäikeste paberi-killukeste lähedale. Kui tema need oma külge tõmbab, siis on tema hää isolaator.

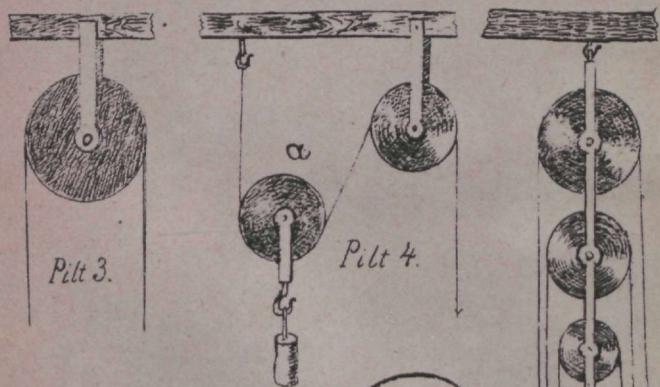
Piirituse-lampi, klaas-torusid ja forgi-puud wõib igast apteegist, magneetisid ja klaas-pulka mehanikuse juurest saada.





Pilt 1.

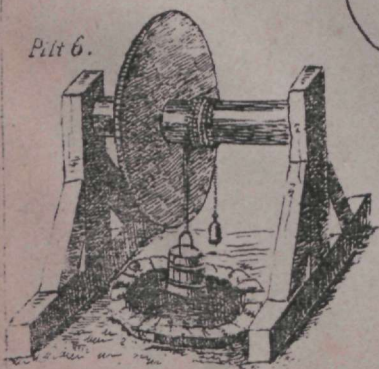
Pilt 2.



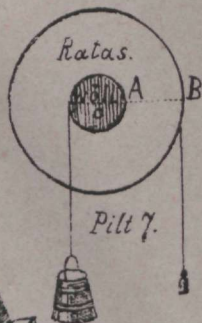
Pilt 3.

Pilt 4.

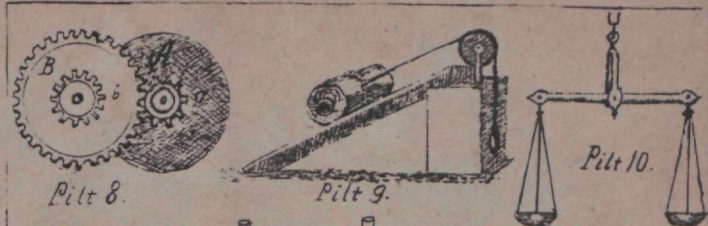
Pilt 5.



Pilt 6.



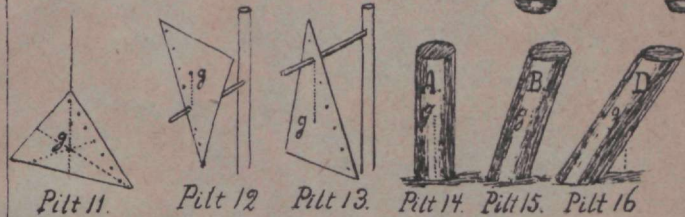
Pilt 7.



Pilt 8.

Pilt 9.

Pilt 10.



Pilt 11.

Pilt 12.

Pilt 13.

Pilt 14.

Pilt 15.

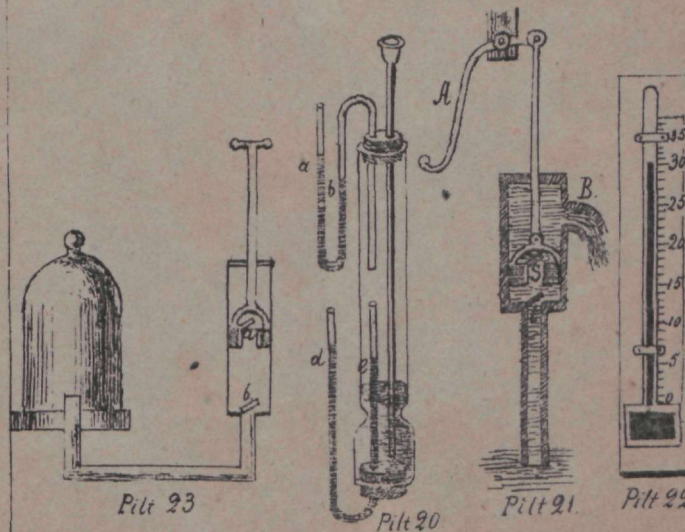
Pilt 16.



Pilt 17.

Pilt 18.

Pilt 19.



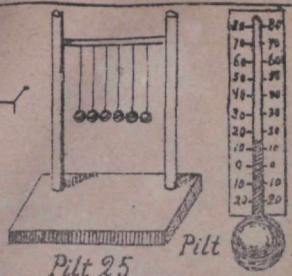
Pilt 23.

Pilt 20.

Pilt 21.

Pilt 22.

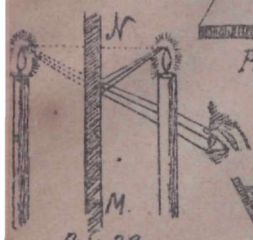
Pilt 24.



Pilt 25

Pilt 26

Pilt 27.



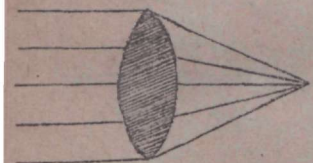
Pilt 28



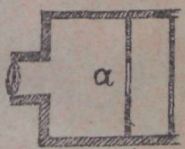
Pilt 29.



Pilt 30.



Pilt 31



Pilt 32.

punane
 punakas-kollane
 kollane
 roheline
 hele-sinine
 tume-sinine
 violett

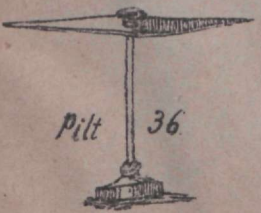
Pilt 33



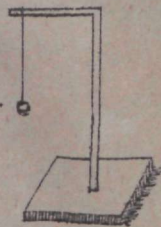
Pilt 35.



Pilt 34



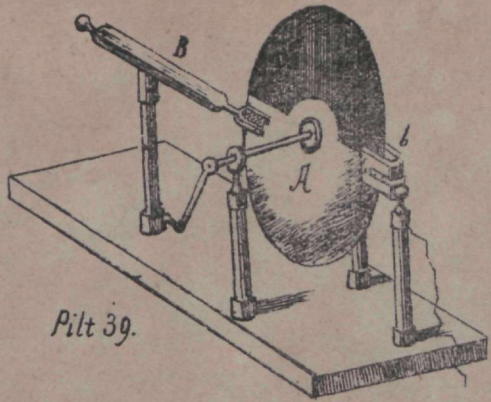
Pilt 36



Pilt 37.



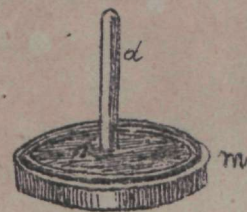
Pilt 38



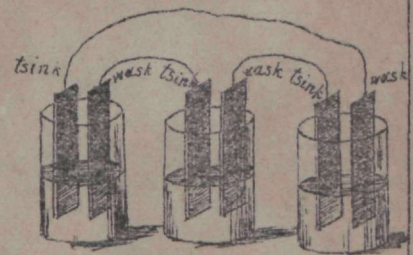
Pilt 39.



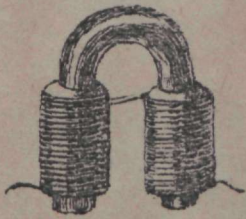
Pilt 40



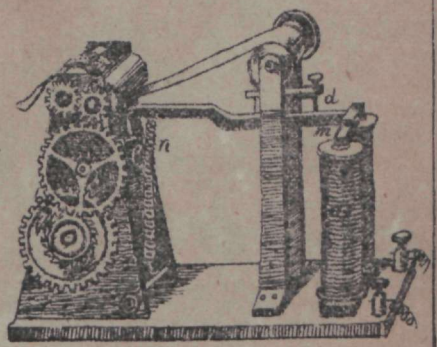
Pilt 41.



Pilt 42.



Pilt 43.



Pilt 44.

