

Merekooli eelklassi kursus.

Koostanud Dr. E.Kägi.

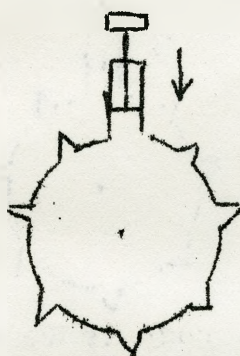
7. Pascali seadused.

Kuulus füüsik Pascal käsitles eriti vedeliku rõhumist ja koostas selle uurimise tulemusena kaks tähtsat seadust.

Esimene nendest käsitleb küsimust, kuidas reageerib vedelik, kui suruda vedeliku pinna peale. Kui me kõva keha peale surume, siis võime peaaegu iga keha teatud määral kokku suruda. Mõnda hõredat ainet, nagu kork, võime palju kokku suruda; selle vastu aga tihedate ainete, nagu metallide, kokkusurutavus on väike. Teiseks, kui me avaldame survet kõvale kehale, siis see surve kandub edasi selles suunas, milles mõjub tung.

Vedelik ei lase ennast kokku suruda. Väga suurte survete puhul (1000 atm. ja rohkem) on siiski võimalik märgata ka vedeliku ruumala vähenemist, aga ühel atmaosfäärilisel rõhumisel vedeliku ruumala väheneb aga ainult $1/20000$ võrra, sellepärast praktikas loetakse, et vedelik ei lase end kokku suruda.

Pascal võttis kerakujulise ... anum (19 joon.), mille kogu pinnal oli hulk väikseid torukujulisi avausi. Kui täita see anum veega ja suruda kolviga vett, siis vesi purskab igast avausest ühesuguse tugevusega, mida



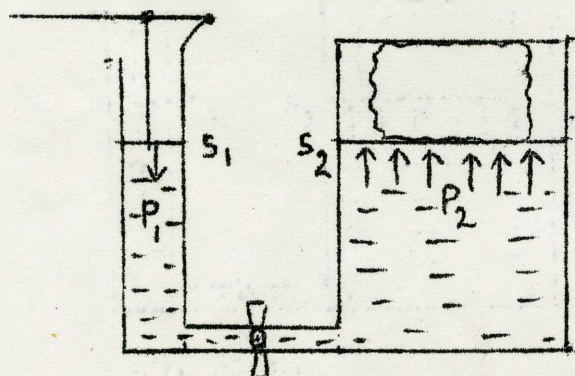
19. joon.

võime näha veejoast, Joonisel näiame, et kolv surub ülevalt alla poole, kuid veejoad on igas suunas.

Pascali seadus kõlab järgmiselt: Vedeliku rõhumine kandub edasi igas sihis ühteviisi. Seda väga tähtsat vedeliku omadust kasutatakse ka praktikas, kui tahetakse survet (tungi) edasi anda torus asuva vedeliku abil.

Tungi võib edasi anda n.n. mehhaanilisel viisil, kas kangil, keti või hammasratta abil; kuid vedeliku abil on see mitmes olukorras palju hõlpsam: näiteks, laeva roolimasina ülekanne roolile torus asuva glütseriini abil.

Viimane osa Pascali esimesest seadusest ütleb, et rõhumine kandub edasi ühteviisi, s.o. kui avaldame 1 kg/cm^2 peale, siis kandub see ka edasi 1 kg/cm^2 , avaldame survet 2 kg/cm^2 , siis kandub see ka nõnda edasi jne. Seda omadust võib kasutada suure surve saamiseks väikese tungi abil.



20. joon.

Selleks võtame kaks silindrit, mis on ühendatud toruga (20. joon). Üks silindritest on tunduvalt suurema läbimõõduga.

Olgu väikese kolvi pind s_1 ja surve selle peale p_1 ; suure kolvi pind s_2 ja surve temale p_2 . Surve suuremale kolville tekib nii mitu korda suuremat, mitu kord selle pind on suurem

$$p_1 : p_2 = s_1 : s_2$$

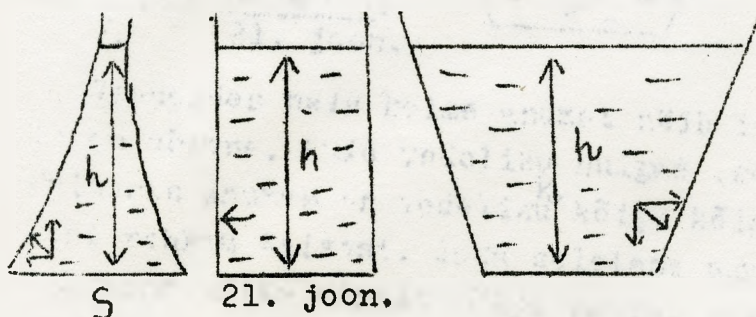
$$p_2 = \frac{p_1 \cdot s_2}{s_1}$$

Pind $s_1 = \pi r_1^2$, ja pind $s_2 = \pi r_2^2$, asetades need väärtused eelmisse valemisse saame

$$p_2 = p_1 \frac{\pi r_2^2}{\pi r_1^2} = p_1 \cdot \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

Kolvide surved on võrdelised kolvi läbimõõtude (rõadiuste) ruutudega.
Niisugust riista nim. vedelikupressiks (hüdraulika press).

Pascali teine seadus käsitleb vedeliku enese survet ja on sõnastatud järgmiselt: Vedeliku rõhumine anuma põhjale ei olene anuma kujust, vaid põhipinna suurusest ja vedeliku samba kõrgusest.



Selle seaduse seletuseks võtame kolm isekujulist anumad, kuid võrdsete põhipindadega (21. joon). Kui vedeliku samba kõrgused igas anumad on võrdsed, siis rõhumine anumate põhipindadele on järgmine:

$$P = s \cdot h \cdot e$$

Vaadeldes neid kolme anumad näib imelik olevat, et rõhumine põhja peale on võrdne, kuid vedeliku hulgad, seega ka raskused, ei ole võrdsed. Esimeses anumad on vedeliku kõige kõige vähem, teises rohkem ja kolmandas veel rohkem teisest. Seda seletame aga nõnda, et vedeliku kaalu annab rõhumine mitte ainult põhja peale, vaid ka anuma seintele. Rõhumine esimese anuma seinale vähendab anuma raskust, nagu näeme tungide lahutamisest; rõhumine kolmanda anuma seintele suurendab anuma raskust. Rõhumine teise anuma seinale ei vähenda ega ka suurenda anuma rõhumist. Sellest järgneb, et kolmas anum on raskem teisest ja teine esimesest, olgugi et rõhumine põhipinnale on kõigil võrdne.

Pascali teine seadus käsitleb küll rõhumist anuma põhjale, aga seda võib kasutada ka igal teisel juhul, kus arvutame vedeliku enda rõhumist, sest põhipinna asemel võime võtta pinna vedeliku sees. Näiteks, kui tahame arvutada veesurvet 3000 meetri sügavusel oleva kaabli peale, siis kasutame sama valemit

$$P = s \cdot h \cdot e$$

Pinnaks võime võtta 1 cm^2 või 1 dm^2 , nii nagu see antud juhtumil vaja on; peab aga tähele panema, et kõik ühikud ühesugused oleksid, kui pind on cm^2 , siis peab ka kõrgus olema cm-tes, või kui pind on dm^2 , siis ka kõrgus dm jne. Rõhumise saame grammides cm-te puhul ja kg-des dm-te puhul, nagu sellele tähelepanu on juba mitmel korral juhitud...

Antud näite puhul on

$$P = 300000 \cdot 1 \cdot e = 300 \text{ kg/cm}^2 (\text{mageda vee puhul}).$$

Võtame ookeani vee erikaaluks 1,03, siis on

$$P = 300000 \cdot 1 \cdot 1,03 = 309 \text{ atmosfääri (soolase vee puhul)}$$

Märkus: Hea on meeles pidada, et mageda vee puhul suureneb rõhumine iga 10 m sügavuse peale 1 atmosfäär, sest

$$P = 1000 \text{ g/l cm}^3 = 1 \text{ kg/l cm}^3 = \text{atm.}$$

1. näide?: Lambiklaasi otsa vastas hoiame plaadi, mis kaalub 45 g ja asetame nõnda vette, et plaadi alumine äär on 8 cm allpool veepinda. Kui tugevasti surub vesi plaati vastu klaasi, kui klaasi välimise ääre läbimõõt on 4 cm?

$$P = s \cdot h \cdot l = 45$$

$$P = \pi \cdot 2^2 \cdot 8 = 45 = 100,5 - 45 = 55,5 \text{ g}$$

2. näide: 3 m kõrgune püstseintega tank on täidetud õliga (õli erik. 0,9). Tanki seinas on võrdhaarse kolmnurga kujuline sisse poole avatav luuk. Kolmnurkse luugi üks külg on 6 dm ja haarad kumbki 5 dm. Luuk on paigutatud terava otsaga alla poole ja suurem külg horisontaalselt. Kui suurt tungi läheb luugi avamiseks vaja, kui luugi alumine tipp on põhjast 6 dm kõrgusel?

Kolmnurga kõrguse arvutame Pütagorase lause abil ja saame 4 dm

$$s = \frac{6 \cdot 4}{2} = 12 \text{ dm}^2$$

Et pind asub mitmesugusel sügavusel, siis võtame kogu surge pinna keskpunkti peale. Pinna keskpunkt asub küljepoolitajate lõikepunktis, lõikepunkt aga asub küljepoolitajal nõnda, et $\frac{1}{3}$ alusest ja $\frac{2}{3}$ tipust; seega saame luugi keskpunkti kõrguse põhjast

$$6 + 4 \cdot \frac{2}{3} = 8 \frac{2}{3} \text{ dm}$$

Olisamba sõrgus pinnast kuni luugi keskpunktini on

$$30 - 8 \frac{2}{3} = 21 \frac{1}{3} \text{ dm ja õli rõhumine luugile}$$

$$P = 12 \cdot 21 \frac{1}{3} \cdot 0,9 = 230,4 \text{ kg}$$

Ulesanded:

Nr. 11 Vee surge kraanis maja alumisel korral on 6 tehn. atm., kõrgemal korral 5,1 tehn. atm. Leida nende majakorade kõrguste vahe! (9 m)

Nr. 12. Klaassilindri otsa vastu on asetatud klaasplaat, mille raadius on 4 cm ja paksus 5 mm, klaasi erikaal on 2,5. Silinder ~~xx~~ mille sisemine raadius on 3 cm ja välimine 4 cm on asetatud vette, alumise äärega 1 dm kaugusel veepinnast. Kui palju võib vett silindrisse valada, et klaasplaat ära ei langeks? ($16 \frac{4}{9}$ cm kõrguselt)

Nr. 13. Püstseintega anum on täidetud veega, leida rõhumine ruudukujulise seina pinnale, kui ruudu külg on 1 dm ja ruudu ülemine äär 6 dm veepinna all! (6,5 kg)

Nr. 14. Telegraafikaabel on 5000 m sügavusel mere põhjas. Kui suur rõhumine atmosfäärides on kaabli peale, kui vee erikaal on 1,03? (515 atm.)

Nr. 15. Pascal täitis ühe tunni, mille põhja läbimõõt oli 4 dm ja kõrgus 8 dm, veega. Peale selle asetati veel tunni ülemise põhja sisse 5 m pikkuse toru. Kui ta toru müüdi ka veega täitis, lõhkes tünn. Arvuta vee rõhumine tunni põhja peale:

a) ilma toruta

b) ühes toruga.

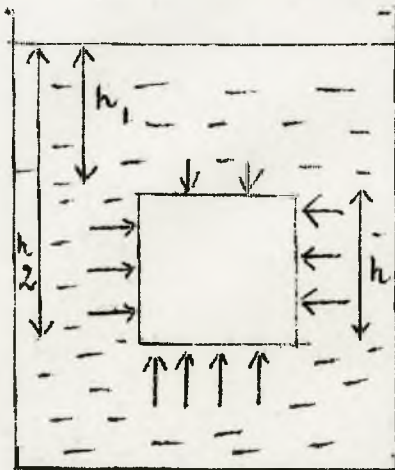
(100,5 kg ja 728,5 kg)

Nr. 16. Hydraulise pressi kolvide läbimõõdud on 3 cm ja 45 cm. Kui suur surge tekib suurema kolvi peale, kui väiksema kolvi peale rõhuda 50 kg tugevusega? (11,25 tonni)

8. Archimedesese seadus. Tõstetung.

Eelpool käsitlesime vedeliku rõhumist anuma seintele, põhjale või ükskõik missugusele pinnale. Peale selledvaldab vedelik rõhumist ülespoole, vedelik tahab nagu tõsta vedelikku asetatud keha. Rõhumist ülespoole võime kergesti näidata, kui asetame tühja anuma põhjale ja ~~täna~~ teeme põhja väikse augu, siis vesi purskab läbi selle augu ülespoole.

Me näeme, et kerged kehad ujuvad vedelikus, rasked kehad tunduvad ka vedelikus kergemana. Seda nähtust on kõige kergem uurida vedelikku asetatud kuubikujulise kehaga. (22. joon.), sest kuubi kõik kuus pinda on võrdsed.



22. joon.

Kuubi ülemine pind on vedeliku pinnale kõige lähedamal, seega rõhumine selle pinnale kõige väiksem, tähistame seda rõhumist kahe ühesuguse noolega. Rõhumine külgpinnale on juba suurem, mida tähistame kolme noolega ja nooled muutuvad all pool pikemaks, sest rõhumine muutub suuremaks. Rõhumist alumise pinna peale tähistame nelja ühesuguse noolega. Rõhumine iga nelja külje peale on võrdne, sest pinnad on võrdsed ja pindade peale mõjuvad vedeliku samba kõrgused on ka

võrdsed, seega rõhumised vastasolevate külgpindade peale on tasakaalus. Rõhumine kuubi alumise pinna peale on suurem rõhumisest ülemise pinna peale, sest pinnad on küll võrdsed, aga vedeliku samba kõrgus alumisele pinnale on suurem.

Tähistades kuubi pinda s -ga ja samba kõrgusi h_1 -ga ja h_2 -ga, saame

Rõhumine alumise pinnale on	$= S \cdot h_2$
" ülemise "	$= S \cdot h_1$

$$\text{Rõhumiste vahe} = S(h_2 - h_1)$$

Samba kõrgusest vahe on aga keha kõrgus h , seega rõhumiste vahe on $S \cdot h$

s.o. põhipind korrutatud kõrgusega, mis on keha ruumale. Seega rõhumine alt ülespoole on keha ruumale võrra suurem; see tung, mis tõstab keha, sellepärast nimetatakse seda tõstetungiks.

Tähistades vedeliku erikaalu e -ga, saame

$$\text{Tõstetung} = \text{keha ruumale} \cdot \text{vedeliku erikaal}$$

See valem on Archimedesese seaduse väljendajaks, mida võime sõnastada järgmiselt: Vedelikku asetatud kehale mõjub tõstetung, mis võrdub keha ruumala ja vedeliku erikaalu korrutisega.

Vanemates füüsika õpikutes oli see seadus sõnastatud nõnda: Iga keha kaotab oma raskusest niipalju kui palju kaalub selle keha poolt väljatõrjutud vedeliku hulk. See väljendus ei ole siiski õige, sest keha ei kaota midagi oma raskusest (raskus on maakera külgetõmbejõud), vaid osa raskusest tasakaalustatakse^{akse} tõstetungiga.

Kui tõstetung on võrdne keha raskusega, siis keha ujub. Tõstetung oleneb keha ruumalast ja vedeliku erikaalust. Seega on keha ujumiseks kaks võimalust: kas suurendada keha ruumala või suurendada vedeliku erikaalu. Näiteks, raua tükk ei uju vedelikus, sest tõstetung ei suuda seda vee peal hoida. Võtame aga sama raskuse raudplekki ja teeme sellest karvi, siis võib see karp küll ujuda. Samuti võime meie rauatüki asetada elavhõbedasse, milles ta ujub, sest elavhõbeda erikaal on suurem raua erikaalust. Puutükk ja korgitükk aga ujuvad vees, sest nende erikaalud on väiksemad vee erikaalust. Keha ujuvuse puhul on alati tasakaal keha raskuse ja keha poolt väljatõrjutud vedeliku raskuse vahel.

Archimedese seadus annab meile lihtsa võimaluse määrata keha ruumala, mille erikaal on suurem vedeliku erikaalust, sest tõstetung on ruumala ja vedeliku erikaalu korrutis. Seega tuleb kaaluda keha õhus ja vedelikus ning kaalude vahe annab tõstetungi. Kui kaalumise leidis aset vees, siis kaalude vahe annab otsekohe keha ruumala vastavates ühikutes, s.o. grammidele vastab cm^3 , kg - dm^3 , tonnile - m^3 . Teiste vedelikkude puhul peab kaalude vahe jagama vedeliku erikaaluga, et saada keha ruumala. Kui keha kaal on teada ja ruumala, saame arvutada erikaalu.

Kehad, mis on vedelikust kergemad, võime nõnda kaaluda, et seome nad kokku mõne raske kehaga ja kaalume nad koos vees ning raske keha üksikult ka vees, samuti nende kaalud õhus.

1. Näide: Keha kaalub õhus 17,8 kg ja vees 15,8 kg. Leida keha erikaal!

$$V = 17,8 - 15,8 \text{ kg} = 2 \text{ kg, mis vastab } 2 \text{ dm}^3$$

$$\text{Erikaal} = \frac{\text{Raskus õhus}}{\text{Raskus õhus} - \text{Raskus vees}} = \frac{17,8}{2} = 8,9$$

2. Näide: Keha erikaal on 1,5 ja kaalub õhus 1,5 kg. Palju kaalub see keha vees?

$$V = \frac{1,5}{1,5} = 1 \text{ dm}^3$$

seega kaalub see keha vees 1 kg vähem, s.o.

$$\text{Raskus vees} = 1,5 \text{ kg} - 1 \text{ kg} = 500 \text{ g}$$

3. Näide? Õõnes vaskkeha kaalub õhus 657 g ja vees 560 g. Leida õõnesuse ruumala!

$$\text{Tõstetung} = 657 \text{ g} - 560 \text{ g} = 97 \text{ g mis vastab } 97 \text{ cm}^3$$

Kui see oleks täis keha, siis peaks ruumala olema

$$V = 657 : 8,9 = 73,82 \text{ cm}^3$$

$$\text{seega õõnsuse ruumala} = 97 \text{ cm}^3 - 73,82 \text{ cm}^3 = 23,18 \text{ cm}^3$$

4. Näide: Rauatükk, mille erikaal on 7,8 ja kivitükk, mille erikaal on 2,5, kaaluvad õlis (õli erikaal 0,8) kaaludes ühepalju. Rauatükk üksikult kaalub õhus 1 kg. Palju kaalub kivitükk õhus?

Kui rauatükk kaalub õhus 1 kg, siis tema ruumala

$$V = 1000 : 7,8 = 128,2 \text{ cm}^3$$

Olgu kivitüki ruumala v ja kui mõlemad kehad j kaaluvad õlis ühepalju, siis võime kirjutada järgmise võrrandi:

$$1000 - 128,2 \cdot 0,8 = v \cdot 2,5 - v \cdot 0,8$$

$$897,44 = 1,7 \cdot v$$

$$v = 527,8 \text{ cm}^3, \text{ mis on kivitüki ruumala.}$$

Kivitüki raskus = $527,8 \cdot 2,5 = 1,32 \text{ kg}$

5.Näide: Kui sügavale vajub raudplaat, mille erikaal on 7,5, elavhõbedas ujudes, kui plaadi paksus on 3 cm?

Nagu eelpool näidatud, peab keha ujuvuse puhul olema järgmine tasakaal:

Tõstetung = kehakaal

Olgu plaadi põhipind S ja vajugu ta h cm sügavuseni elavhõbedas ujudes, saame järgmise võrrandi:

$$\begin{aligned} S \cdot h \cdot 13,6 &= S \cdot 3 \cdot 7,5 \\ h &= 3 \cdot \frac{7,5}{13,6} = 3 \cdot 0,55 = 1,65 \text{ cm} \end{aligned}$$

Nagu see arvutus näitab, on ujudes (korrapärane püstkeha) keha kõrgusest niipalju vedelikku sees, nagu keha erikaal suhtub vedeliku erikaalu.

Kui keha erikaal võrdub vedeliku erikaaluga, siis keha on üleni vedelikus, on keha erikaal poole väiksem^{vedeliku} erikaalust, siis on pool keha kõrgusest vedeliku sees jne.

6.Näide: Palju kaalub üks plank, mis võib 75 kg raskuse inimese hoida vees tasakaalus, nõnda et plank kui ka inimene on üleni vees, kui plangu erikaal on 0,7 ja inimese erikaal 1,2 ning vee erikaal 1,022.

Inimese erikaal on vähe suurem vee erikaalust, sellepärast on raskusi inimesel hoida end vees tasakaalus, soolases vees on see miudugi kergem, sest soolases vee erikaal on suurem mageda vee omast. Kuid siiski võib iga inimene end vees tasakaalus hoida, selili olles ja hingates kopsud õhku täis, sest sellega suurendame keha ~~xxx~~ ruumala. Uppumise hädahoju puhul inimene sirutab käed veest välja ja sellega vähendab enda ruumala, seega vaob vee alla.

Tähistades plangu ruumala V-ga, inimese ruumala arvutame, mis on $75 : 1,2$

Tasakaalu puhul võime kirjutada järgmise võrrandi:

$$\begin{aligned} V \cdot 0,7 + 75 &= V \cdot 1,022 + \frac{75}{1,2} \cdot 1,022 \\ V \cdot (1,22 - 0,7) &= 75 \left(1 - \frac{1,022}{1,2} \right) \\ V - \frac{111,25}{0,322} &= 34,55 \text{ dm}^3 \end{aligned}$$

Plangu raskus = $34,55 \cdot 0,7 = 24,2 \text{ kg}$

Ulesanded:

Nr. 17. Keha kaalub õhus 60 g ja tema erikaal on 8,0. Mille võrra on selle keha kaal vees väiksem? (7,5 g)

Nr. 18. Põhja vajunud raudlaeva, mille raskus on 18 tonni (raua erikaal 7,8) ülestõstmiseks kinnitati tema külge tühjad vaadid. Palju vaate läheb vaja, et laev hakkaks kerkima, kui vaadi ruumala on 1 m^3 ja kaalub 100 kg, vee erikaal 1 ? (18. vaati)

Nr. 19. Korgi erikaalu määramiseks kinnitati 5 g raskune korgitükk 34,2 g raskuse tina tüki külge. Tina tükk üksi kaalub vees 31,2 g ja korgiga koos 16,1 g. Arvutada korgi erikaal (0,25)

Nr. 20. Keha ujub õlis (õli erikaal 0,8) nõnda, et tema ruumalast on 65 % õli pinna all. Leida keha erikaal! (0,52)

Nr. 21. Kuubikujuline keha kaalub õhus 7,8 kg ja vees 6,8 kg. Kui suur osa sellest kehast on elavhõbedas ujudes pinna all? (0,574)

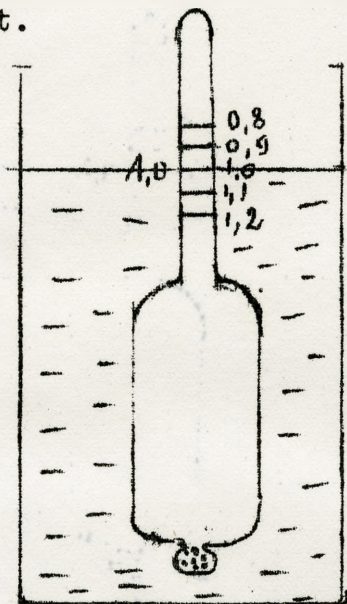
Nr. 22. Püstkülgedega jäämäe kõrgus vee peal on 12 m. Kui palju tema kõrgusest on vee all, kui jää erikaal on 0,92 ja merevee erikaal 1,03? (100 m)

Nr. 23. Neljakandiline pealt lahtine raudkast, mille plaadi paksus on 1 mm (raua erikaal 7,8), ujub vees suurema pinnaga ~~allpool~~ allpool. Kui palju raskust võib kasti lastida, et kasti pealvee äär oleks 0,51 dm kõrgune ja kasti sisemised mõõdud on 8 dm, 3 dm ja 2 dm? (30,46 kg)

Nr. 24. Püstkeha vajub magedas vees 9 tolli rohkem kui soolases vees. Mitu jalga istub see keha soolases vees? (25 jalga)

9. Areomeeter.

Vedeliku erikaalu määramiseks kasutame mõõduriista, mida nimetame areomeetriks. See mõõduriist on konstrueeritud ujuvuse põhimõtetel, mida kergem vedelik, seda sügavamale vajub mõõduriist vedelikus ja ümberpöörduvalt.



23. joon.

Areomeeter on peenikese kaelaga pealt kinnine klaastoru, lõppedes all otsas ümariku kuuliga. Kuulisse asetatakse raskus (haavlid), et mõõduriist vedelikus püsti seisaks (23. joon.). Toru kael on jaotustega; magedas vees 4° C juures vastab jaotus 1,0, sellest alla poole 1,1; 1,2 jne ja ülespoole 0,9; 0,8 jne.

Areomeetrit kasutatakse erikaalu määramiseks õlis, akumulatori vedelikus jne. Samuti kasutatakse areomeetrit ka merevee soolsuse määramiseks, selkorral nimetatakse seda mõõduriista küll salinomeetriks. Salinomeetri abil määratakse katla vee soolsust ja laeva süvist lastimisel.

1. näide: Areomeetri klaastoru raskus on 20 g, ruumala 60 cm³, selle pikkus 30 cm. Areomeetri kuuli ruumala 4 cm³ ja kaalub 40 g. Kui kaugemale toru - ülemisest otsast tuleb asetada jaotus 1,0?

Oletame, et toru on kogu ulatuses ühesuguse läbimõõduga, siis selle toru läbilõikepind on

$$60 : 30 = 2 \text{ cm}^2$$

Tasakaalu puhul saame järgmise võrrandi, kui tähistame kauguse toru ülemisest otsast x-ga

$$20 + 40 = 2(30 - x) + 4$$

$$60 = 60 - 2x + 4$$

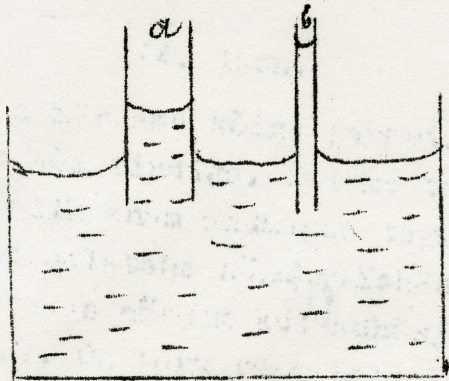
$$2x = 4$$

$$x = 2$$

Seega jaotus 1,0 tuleb asetada 2 cm allapoole toru ülemisest otsast.

10. K a p i l a a r s u s j a p i n d p i n e v u s.

Vedeliku omadusi käsitades märkisine, et vedelik omab ühtlase sileda pinna. Uurides aga täpsemalt anuma seinte ääres olevat vedeliku pinda, märkame, et see asub vähe kõrgemal üldisest pinnast. Iseäranis tuleb see nähtus teravalt esile kitsas anumal, kuid veel paremini peenikeses torus.



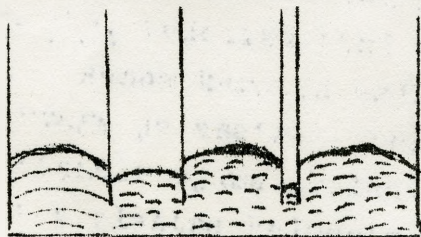
24. joon.

24. joonisel näeme, kuidas vedelik anumaseinte ääres on kerkinud, kuid see kerkimine on juba kõrgem torus a ja veel kõrgem torus b. Peenikest toru võimalikult väikese sisemise läbimõõduga nim. kapilaartoruks. Asetame niisuguse kapilaartoru otsaga vedelikku, siis tõuseb vedelik mööda toru üles, küllalt kõrgele anumal oleva vedeliku pinnaga võrreldes.

Seda märkame kõige paremini, kui on tegemist värvilise vedelikuga, näit. kas või tindiga. Kui me toru otsa vedelikust ära võtame, siis ei lange vedelik enam anumasse tagasi, vaid jääb sinna pidevalt püsima. Seda nähtust seletame nõnda: Kohäsjoontung vedelikus, s.o. vedeliku kooshoitung, on nõrgem kui adhäsjoontung, s.o. kooshoid vedeliku osade ja klaasi vahel. On toru väga peenikene, seega vedelikku vähe ja klaasiainet tunduvalt rohkem, siis ületab adhäsjoontung kohäsjoontungi ja vedelik kistakse mööda seina üles.

Sellel vedeliku omadusel on suur tähtsus looduses, sest kapilaarsuse tõttu saavad taimed ja puud andale niiskust maapinnalt ja isegi sügavalt maapinna alt. Samal põhjusel imab kuivatuspaber endasse tinti, kuivatusrätik endasse vett. Kapilaarsust kasutatakse ka masinalaagrite määrimisel jne.

Elavhõbedapind näitab hoopis vastupidi näitab hoopis vastupidist pilti, s.o. seinte ääres on pind madalam. See nähtus põhjeneb asjaoludel, et elavhõbeda kohäsjoontung on suurem adhäsjoontungist elavhõbeda ja klaasi vahel (25. joon.).



25. joon.

Elavhõbeda pind baromeetris on sel põhjusel kumer ülespoole, mida tuleb arvestada baromeetri lugemisel, kus samba kõrgust mõõdetakse kumera pinnal kõrgemast osast.

Tulles veelkord tagasi vedeliku pinna käsitlemise juurde, märgime, et vede-

liku pind on nagu pingule tõmmatud õhukese kummikelme pind, mida nim. pindpinevuseks. Vedeliku pind hoiab end siiski niivõrd ühte, et ta võib enda peale kanda kergeid asju. Näiteks võtame õmblusnõela, määrimise selle kergelt rasvaga ja asetame veepinnal, siis ei vaju nõel mitte põhja, vaid jääb pinnale ujuma. Nõela all on pind vajunud vähe alla poole, nagu raskus vaotab elastse kelmepinda. Mõned väiksed putukad võivad veepinnal hüpata ilma et nad sisse vajuks.

Õlidel (iseäranis taimeõlidel) on omadus kiiresti levida veepinnal õhukese kilena. See kile on aga siiski nii tugev, et on tarvis teatud ennergiat

selle murdmiseks. Seda õli omadust kasutatakse mere pinna vaigistamiseks, sest pinguli tõmmatud õli pind surub vee pinna üleskerkinud osad alla poole, muutes sellega veepinna siledamaks.

G A A S I D.

11. Ohurõhumine.

Vedelikkude puhul märkisime, et side vedeliku moleküülide vahel on nõrk ja vedelikku ei saa sellepärast asetada ühto hunnikusse, vaid ta lastab end ühtlase sileda pinnana. Tahame koguda vedelikku, siis peame selle asetama kuhugi anumasse, mille seinad takistavad a laiali valgumist. Gaaside moleküülide vahel ei ole õieti mingit sidet ja gaasi kogumiseks peab veel palju tihedama anum olema, sest seinad, mis hoiavad vedelikku, võivad gaasi kergesti läbi lasta. Gaasid on väga hõredad ja seega kerged ning sellepärast ka väga liikuvad.

Gaasidest puutume kõige rohkem kokku õhuga, mis koosneb kahest gaasist, lämmastikust ja hapnikust. Sageli kuuleme ka teistest gaasidest nagu süsinikust, lämmastikust jne. Nende erikaalud on vee suhtes järgmised:

Süsihape	 0,001965	hapnik	 0,001429
Lämmastik	 0,001255	vesinik	, 0,000090
Õhk	 0,001293		

Võrreldes õhuga on süsihape umbes poolteist kord raskem, vesinik aga umbes 14 kord kergem. Üldiselt on vesinik kõige kergem gaasidest, sellepärast kasutatakse seda õhupallide täitmiseks, ainult ta on väga kardetav tule läheduses, sest ta põleb kohe plahvatades. Sellepärast on õhupallides kindlam kasutada heeliumi, mis on küll raskem vesinikust.

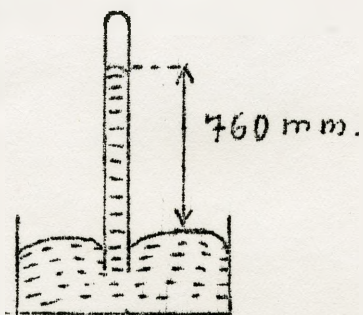
Vedelikkude puhul käsitlesime kahesugust rõhumist: vedeliku enda rõhumist h ja rõhumine vedeliku pinna peale. Seda sama teeme ka gaaside rõhumise puhul. Esiteks võtame käsitlusele gaaside enda rõhumisel.

Olgugi et gaasid on vedelikkudega võrreldes kerged, tekitavad nad siiski suure rõhumise, kui gaasisammas on kõrge. ~~XXXX~~ See avastati kõige esiteks õhurõhumise puhul. Veepumba chitajad ~~XXXX~~ Itaalias ja Prantsusemaal märkasid, et imejapumbaga ei saa vett pumbata üle ~~10~~ 10 m kõrgusele. Sellest kuulis Toricelli, kes tegi oma kuulsa katse klaastorus asuva elavhõbedaga 1643. aastal. Et õhurõhumine maapinnal on suur, seda näitas kõige paremini Guiricke katse Magdeburgi riigipäeval ees 1654. aastal, kus hulk hobuseid ei jõudnud lahti tõmmata õhust tühjaks pumbatud kokkupandud kaht poolkera.

Toricelli tegi oma katse järgmiselt: Ta võttis ühe kinnise otsaga klaas toru (toru pikkus peab olema vähemalt 80 cm, läbimõõt võib olla misisugune tahes, kuid siiski mitte kapilaarne) ja täitis selle elavhõbedaga (26. joon.). Siis asetab sõrme tugevasti toru lahtise otsa vastu ja pööras selle alla poole, asetades elavhõbede anumasse. Võttes sõrme ära vajus elavhõbe alla poole, jäädes ühe kindla kõrgusele püsima, jättes toru üles otsa tühjuse, mida nim. Toricelli tühjuseks (absoluutne tühjus-

vaakum). Seda nähtust selotame järgmiselt:

Anumas oleva elavhõbede pinna peale mõjub ühelt



26. joon.

poolt õhu samba rõhumine ja teiselt poolt torus oleva elavhõbeda samba rõhumine. Need sambad peavad alati tasakaalus olma: vähe-
~~max~~ neb õhurõhumine, väheneb ka torus olev elavhõbeda samm. Selle samba keskmine kõrgus on 760 mm, mis vastab n.n. normaal-õhurõhumisele.

Kui me nüüd arvutame selle 76 cm. kõrguse elavhõbeda samba rõhumise 1 cm^2 pinnale, saame

$$76 \cdot 13,6 \cdot 1 = 1033,6 \text{ g/cm}^2 = 1,0336 \text{ kg/cm}^2$$

mis on vähe suurem tehnilisest atmosfäärist (1 kg/cm^2). 735 mm elavhõbeda samba kõrgus vastab ühe tehnilise atmosfäärile.

Tahame arvutada nüüd õhusamba kõrguse, mis tasakaalustab 760 mm elavhõbeda samba, siis ~~x~~ teeme seda nõnda, nagu kahe isesuguse vedeliku puhul h ühendatud anumal, s.o. samba kõrgused on pöördvõrdelised erikaaludega.

Tähistades õhusamba kõrguse h-ga, saame

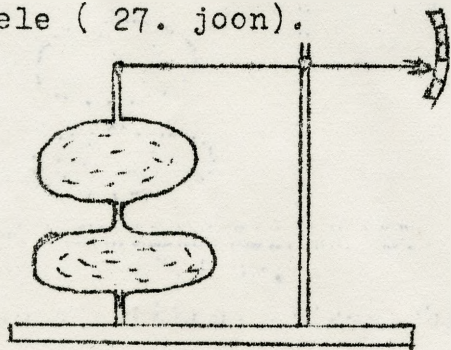
$$h : 76 = 13,6 : 0,00129$$

$$h = \frac{76 \cdot 13,6}{0,00129} \approx 8000 \text{ m}$$

Seega oleks õhusamm umbes 8 kilomeetri kõrgune, mis tasakaalustab 760 mm kõrguse elavhõbeda samba. See arvestus oleks siis õige, kui õhu erikaal oleks kogu kõrguses 0,00129, nagu maapinnal. Tegelikult väheneb aga õhu tihedus ühes sellega ka erikaal kõrgusega ja sellepärast ei ole 8 km kõrgusel veel õhu tühjus, vaid elavhõbeda samba kõrgus Toricelli torus on seal veel 270 mm ja 40 km kõrgusel 1 mm.

Niisugust õhurõhumise mõõtmisviisi kasutatakse veel ka/sutatakse veel k ka tänapäeval, mida Toricelli oma katsega näitas. Seda mõõduriista nim. elavhõbeda baromeetriks. (rõhumise mõõtja, baros-rõhum.) Rõhumise mõõtühikuks ei kasutata enam mm, vaid millibar, mida kuulus Norra meteoroloog Ejerknes kasutusele võttis. Tema nimetas 1000000 dünnilist rõhumist 1 cm^2 peale üheks bariks ja tuhandik osa sellest on millibar, mis vastab umbes ühe grammile. Ligikaudu võib millimeetreid muuta millibarideks, korrutades $\frac{4}{3}$ - ga, või millibare muuta millimeetriteks korrutades $\frac{3}{4}$ -ga.

Peale elavhõbeda baromeetri on konstrueeritud metall-baromeeter, mis koosneb metallkerbist (kas 1 karp või mitu üksteise peal). Metallkerbist on õhk osaliselt välja pumbatud, et karp oleks tundlikum õhurõhu ~~xxxx~~ muutustele (27. joon).



27. joon.

Ulesandeid:

Nr. 25. Baromeeter näitab ühel päeval maja alumisel korral 765 mm. Palju näitab baromeeter samal ajal maja neljandal korral, mis asub 12 m kõrgemal? Erikaaluks võtta 0,00125. (764,9)

Nr. 26. Baromeeter näitab mäetipul 5000 vähem, kui mäejalal. Arvutada mäe kõrgus, võttes elavhõbeda erikaaluks 13,6 ja õhu erik. 0,00129! (527 m).

12. Boyle-Mariotte seadus.

Nagu eelpool ö öeldud, on gaas väga hõre, seega on teda võimalik palju kokku suruda. Selle küsimusega tegelesid kaks füüsikut, Boyle - Inglismaal ja Mariotte - Prantsusmaal. Mõlemad said gaaside kokkusurumisel ühe ja sama resultaadi, s.o. kui suurendada rõhumist gaasile kaks kord, siis ruumala väheneb kaks korda, suurendada rõhumist kolm korda, siis ruumala väheneb kolm korda jne. Nõnda võime selle seaduse sõnastada järgmiselt: Gaaside ruumalad on pöördvõrdelised rõhumistega.

Sellele peab juurde lisama, et see seadus on kehtiv ainult siis, kui gaasi temperatuur selle katse ajal on muutmata (konstant).

Tähistades gaasi ruumalad v_1 ja v_2 ning rõhumised p_1 ja p_2 , siis võime Boyle-Mariotte seaduse väljendada järgmiselt:

$$v_1 : v_2 = p_2 : p_1$$

See on harilik proportsioon, millest võime ühe liikme arvutada, kui kolm liiget on antud.

Seda seadust kasutatakse muuseas ka meresügavuse mõõtmisel. Selleks võetakse kinnise otsaga klaastoru ja lastakse ^{vette} vett alla pool. Vesi tungib torusse ja surub torus oleva õhu kokku. Näiteks, kui vesi täidab poole toru, siis õhu ruumala on poole väiksem, seega rõhumine kaks korda suurem. Täidab vesi kolmveerend toru ruumalast, on õhu ruumala neli korda väiksem, seega rõhumine neli korda suurem jne. Vee rõhumiste abil võime kergesti arvutada meresügavuse millesse oli lastud toru. Ainult need klaastorud peavad olema eriliselt värvitud, nõnda et toru oma värvi muudab, kui vesi sisse tungib. Veest välja võttes võime siis mõõta, kui kõrgele vesi oli torusse tunginud.

Selle mere sügavuse mõõtmisviisi võttis kasutusele Tomson, sellepärast nim. seda mõõduriista Tomsoni loodiks. Veerõhumine kasvab iga 10 m peale 1 tehn. atmosfäär (magine vesi ja 0 0° C juures), seega kui torus olev õhu ruumala on kaks korda väiksem, siis sügavus on 10 m, kui kolm korda väiksem, siis 20 m, neli korda väiksem - 30 m jne. Täpsemal sügavuse arvutamisel arvestame ka õhurõhumisega ja vee erikaaluga.

Et gaasid lasevad end tugevasti kokku suruda, see võimaldab meil gaasi transporteerida ühest kohast teise ja kasutada mitmesuguseks tööstus otstarbeks. Gaasi kogumiseks kasutatakse umbes poolteist meetri pikkusi teraspudeleid, millesse gaas surutakse 150 atmosfäärilisel või isegi suuremal rõhumisel.

Näide. Tomsoni loodi klaastoru pikkus on 600 mm ja vesi oli tunginud torusse 480 mm kõrgusele. Leida looditud sügavus, kui baromeeter näitab sel ajal 735 mm ja mere vee erikaal 1,03 !

Kui vesi oli tunginud torusse 480 mm, siis õhuruum oli ainult

$$600 \text{ mm} - 480 \text{ mm} = 120 \text{ mm}$$

Võrreldes surutud õhu ruumala enisega vee pinnal (kui toru oli õhku täis), leiame, et see on vähenenud

$$600 : 120 = 5 \text{ kord}$$

seega rõhumine pidi sel sügavusel viis korda suurem olema, seega sügavus umbes 40 m, sest

10 meetri sügavusel on rõhumine 2 atm. (võrreldes tühjusega)	
20 " " " " 3 " "	
30 " " " " 4 " "	
40 " " " " 5 " "	jne

Võtame aga arvesse ka õhurõhumise ja vee erikaalu, siis arvutame järgmiselt: Veepinnal on rõhumine 73,5 . 13,6 (tühjusega võrreldes)

h-meetri sügavusel " h.e + 73,5 . 13,6

Boyle-Mariotte seaduse põhjal kirjutame järgmise võrrandi:

$$\frac{h \cdot e + 73,5 \cdot 13,6}{73,5 \cdot 13,6} = 5$$

$$h \cdot e + 73,5 \cdot 13,6 = 5 \cdot 73,5 \cdot 13,6$$

$$h \cdot e = 73,5 \cdot 13,6 (5 - 1)$$

$$h = \frac{3998,4}{1,03} = 38,8$$

Ulesandeid:

Nr. 27. Tomsoni loodi klaastoru pikkus on 570 mm ja vesi tungis torusse 466 mm. Leida vee sügavus, kui baromeeter näitas 750 mm ja vee erikaal on 1,025 ? (44,6 m)

Nr. 28. Tomsoni loodi klaastoru pikkus on 0,7 m. Kui kõrgele oli vesi tunginud torusse, kui lood oli 70 m sügavusel ja baromeeter näitas 755 mm ning vee erikaal on 1,03 ? (613 mm)

13. Archimedese seadus gaasides.

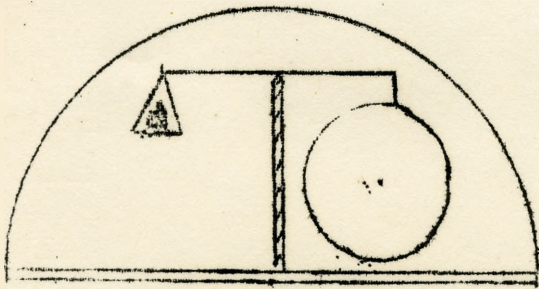
Archimedese seaduse puhul vedelikkudes närkisime, et kehad, millede erikaal on väiksem vedeliku erikaalust, ujuvad. Sedasama võime ka ütelda gaaside kohta; õhust kergemad gaasid, nagu vesinik, heelium ja valgustusgaas, tõusevad üles, ja õhust raskemad gaasid, nagu süsihape, vajuvad alla. Ainult gaasid segunevad kergesti üksteisega ja sellepärast on neid raske piiritleda. Gaaside eraldamiseks peame kasutama anumad või palle. Näiteks, kui täidame palli vesinikuga, siis omab see tõstatungi, mis võib ületada palli ja vesiniku raskuse, ning pall kerkib üles. Esimesed õhusõidud tehti niisuguste pallidega, millest kõige täielikumaks tuleb lugeda õhulaevu, "Zepelini" tüüpi. Nüüd kasutatakse vesinikuga täidetud õhupalle igapäev meteoroloogia mõõduriistade õhku saatmiseks, mis tõusevad küllalt suurtesse kõrgustesse (nende ridade kirjutaja on saavutanud niisuguse palliga suurima kõrguse 30750 m).

Nõnda võime Archimedese seaduse gaasides sõnastada järgmiselt: Gaasis asuvale kehale mõjub tõstatung, mis võrdub keha ruumala ja gaasi erikaalu korrutisega.

Sellega on tõstatung gaasides nii mitu korda väiksem, kui gaasi erikaal on väiksem vedeliku erikaalust, sellepärast me igapäevases praktises elus ei arvestagi seda, et kehad õhus kaaludes on kergemad kui tühjuses.

Seda võib aga siiski lihtsa katsega näidata.

Võtame ühe kerge ja küllalt suure klaaskuuli ja tasakaalustame õhus kangkaalul kaaluvihtidega. Edasi asetame kaalud klaaskupli alla ja pumpame õhu kupli alt ära (28. joon.). Varsti märkame, et kuulipoolne kaalukangi ots hakkab vajuma alla poole. Seda nähtust seletame nõnda:



28. joon.

Kuuli ruumala on palju suurem kui kaaluvihi oma ja sellepärast oli kuuli tõstetung õhus ka suurem kaaluvihi tõstetungist. Tühjuses kaotavad nii kuul kui ka kaaluviht oma tõstetungi ja sellepärast vajub kuulipoolne kaalukangi ots alla poole.

Tühjuses kaalutud keha raskust nim. keha ~~absoluut~~ absoluut-kaaluks. Näide. Kui suur on vesinikuga täidetud õhupalli tõstetung, mille ruumala on 1200 m^3 ? Palli raskus, kinnitusköite ja korvi raskus on kokku 600 kg.

Võtame ruumala kuup dm-tes, siis raskus on kilogrammides

$$\text{Tõstetung õhus} = 1200000 \cdot 0,00129 = 1548 \text{ kg}$$

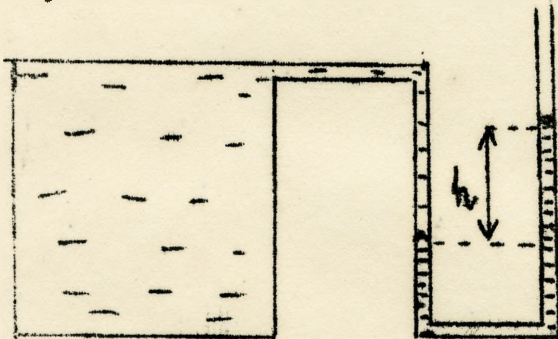
$$\text{Vesiniku raskus} = 1200000 \cdot 0,00009 = 108 \text{ kg}$$

$$\text{Palli, köite ja korvi raskus} = 600 \text{ kg, seega raskus kokku} = 708 \text{ kg}$$

Tõstetung ületab raskused $1548 \text{ kg} - 708 \text{ kg} = 840 \text{ kg}$ võrra ja pall tõuseb selle tunni mõjul.

14. Manomeetrid.

Õhurõhumise mõõtmiseks on eriti konstrueeritud mõõduriistad, mida me nimetame baromeetrik. Üldiselt nim. aga gaasi ja ka auru rõhumise mõõduriista manomeetrik. Manomeetreid on ka mitmeid liiki; esiteks jaotatakse need vedelik ja metall manomeetrik. Vedelikuks kasutatakse elavhõbedat ja ka teisi vedelikke, isegi vett. Vedeliku manomeetrid jaotatakse oma kord lahtise otsaga ja kinnise otsaga manomeeter.



29. joon.

29. joonisel on kujutatud lahtise otsaga elavhõbeda manomeeter. U-toru on täidetud osaliselt elavhõbedaga ja on ühendatud gaasianumaga. Kui elavhõbeda sambad on mõlemas torus võrdsed, siis gaasi rõhumine on võrdne õhurõhumisega. On paremal pool torus sammas h -i võrra kõrgem, siis gaasi rõhumine on suurem õhurõhumisest

ja võrdub

$$B + h \text{ mm}$$

kus B on baromeetri näitamine.

On sammas kõrgem vasakpoolses torus, siis on gaasi rõhumine väiksem õhurõhumisest ja võrdub

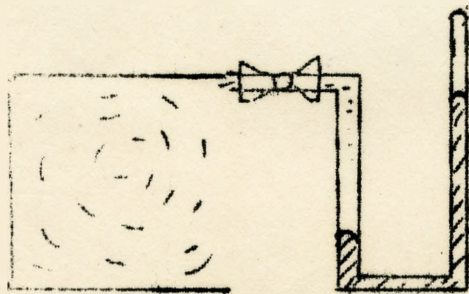
$$B - h$$

Rõhumiste puhul, mis on vähe üle atmosfääri, nagu valgustuse gaasi rõhumine, kasutatakse sama lahtise otsaga manomeetris elavhõbedasemal vett, siis rõhumine on

$$P + \frac{h}{13,6}$$

kus veesamba kõrgus h on jagatud elavhõbeda erikaaluga, sest õhurõhumist mõõdame elavhõbeda sambaga.

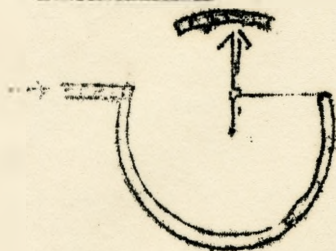
Suurte rõhumiste puhul kasutatakse kinnise otsaga elavhõbeda manomeetrit (30. joon). Gaas surub paremal pool torus elavhõbedasamba kõrgemale, kuid ühes sellega surub ka torus oleva õhu kokku. Õhu kokkusurumine sünnib Boyle-Mariotte seaduse põhjal gaasi : en gaasi rõhumine



30. joon.

kaks korda suurem, on ka õhu ruumala kaks korda väiksem jne.
Metall manomeetrid on samal põhimõttel ehitatud, nagu metall baromeetridki, s.o. kasutatakse õhukese seintega metallkarpe, mis on tundlikud rõhumise muutustele.

Bourdoni manomeetris on metall karbi asemel võetud kõver metalltoru



31. joon.

31. joon. Rõhumise suurenemisel toru muutub sirgemaks ja rõhumise vähenemisel kõveramaks. See toru oleku muutus on ühendatud osutiga, mis näitab vastavat rõhumist.

Näide. Kinnise otsaga elavhõbeda manomeetris on õhuruumi kõrgus 10. cm 760 mm õhurõhumisel ja elavhõbeda sambad on mõlemas torus ühekõrgusel. Kui suur on gaasi absoluut-rõhumine (võrreldes tühjusega), kui gaasikraani avamisel õhuruum suureneb 6 cm võrra?

Gaasikraani avamisel muutus õhuruum $10 + 6 = 16$ cm kõrguseks, seega on Boyle-Mariotte seaduse põhjal rõhumine nüüd mitu korda väiksem kui ruumala muutus suuremaks, s.o.

$$760 \cdot \frac{10}{16} = 475 \text{ mm}$$

Teiselpool torus kerkis elavhõbeda sammast endisest seisust 6 cm võrra kõrgemale, seega on siis sammaste kõrguste vahe 12 cm.

Nõnda on tasakaalus üheltpoolt gaasirõhumine + elavhõbeda samba raskus ja teiselt poolt hõrendatud õhurõhumine, mis on 475 mm, saame võrrandi:

$$\text{Gaasi rõhumine } p + 120 = 475$$

$$p = 475 - 120 = 355 \text{ mm}$$

Ulesanded:

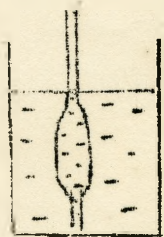
Nr. 29. Gaasiga täidetud anum ühendati glütseriin manomeetriga (kinnise otsaga) mis jaotatud cm pikkuste jaotustega suletud toru otsast allapoole lugedes. Kui gaasirõhumine on 760 mm, siis glütseriin on mõlemas torus ühel kõrgusel ja jaotusel loeme 10. Leida gaasi rõhumine, kui glütseriinisammast tõuseb jaotuseni 6? Glütseriini erikaaluks võtta 1,3. (1274 mm).

Nr. 30. Kinnise otsaga elavhõbeda manomeetri samba kõrgus on 60 cm, ülevalt otsast alla poole lugedes, kui mõlemad sambad on ühel kõrgusel ja õhurõhumine on 760 mm. Kui kõrgele tõuseb elavhõbeda sammast, kui manomeeter ühendada aurukatla, milles aur on 7 atmosfääri all, võrreldes tühjusega? (49,1 cm ülevalt alla poole lugedes)

Nr. 31. 30-liitrilises anumas on hapnik 19 atmosfäärilisel rõhumisel. Sinna pumbati veel juurde 0,4 kg hapnikku 1 atm. juures. Leida rõhumine silindris peale juuroepumpamist, kui hapniku erikaal 760 mm rõhumise juures on 0,00143! (28,33 atm.)

15. Ohurõhumisel põhjenevad riistad.

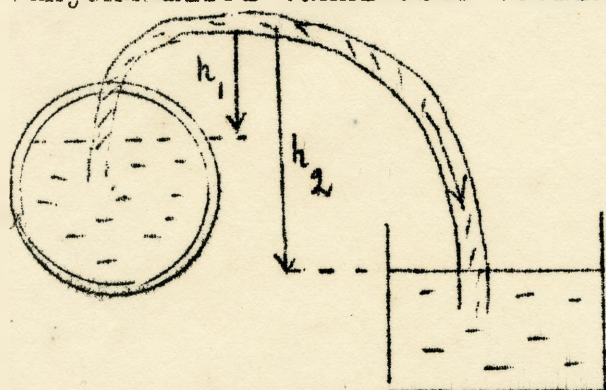
Vedelikkude tõstmisel ühest anumast teise kasutatakse n.n. pipetti. Pipett on keskelt laiem klaas toru (32. joon). Asetades pipetti vedelikku, tõuseb vedelik torus kõrgele, kui anumast olev vedeliku pind.



32. joon.

Kui nüüd sõrmega toru ülemise otsa sulgema ja pipeti vedelikust välja võtame, siis ei lange vedelik torus mitte allapoole, vaid õhurõhumise mõjul on sama kõrgusel edasi. Nõnda võime sellega vedelikku tõsta kuhu soovime, ning avades toru voolab vedelik välja. Pipetti kasutatakse eriti keemialaboratooriumides katsete tegemisel.

Teiseks kasutatakse vedelikkude ümbervalamisel, näiteks õli- ja vee ümbervalamisel tankidesse voolikut, mida nim. sifoniks (33. joon). Me



33. joon.

oleme harjunud nägema, et ~~nn~~ vedelik voolab kõrgemalt pinnalt (nivolt) madalamale pinnale, aga et vedelik omast nivoost kõrgemale tõuseb, see näib imelik olevat. 33. joon. näeme, kuidas õli tõuseb vaadist kõrgusele h_1 ja langeb tanki, milles vedeliku pind on h_2 võrra allpool vooliku kõrgemast ~~pt~~ punktist. Et vedelik nõnda

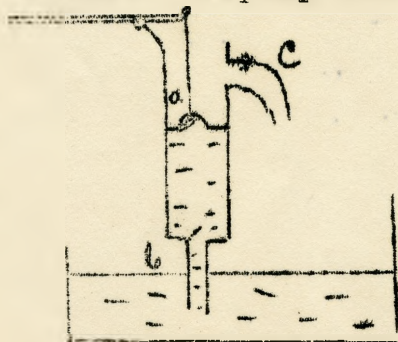
voolaks, peame vooliku enne täitma, kas imedes voolikust õhu välja või asetades vooliku vedeliku sisse. Hoides vooliku otse kinni asetame vooliku oma kohale ja siis avame otsad. Et vedelik soovitud suunas voolaks, peab tankis vedelikupind olema madalam vaadis olevast vedelikupinnast. Seda võime tõestada järgmiselt:

Vooliku vasakpoolse otsale mõjub õhurõhumine E - ved. samba rõh. $s \cdot h_1$
 " parempoolse " " " " " " " " $s \cdot h_2$

Seega rõhumiste vahe $= (E - s \cdot h_1) - (E - s \cdot h_2) = s \cdot (h_2 - h_1)$

Õhurõhumised mõlemast toru otsast t asakaalustavad üksteist, kuid vedeliku sammas on paremal pool $h_2 - h_1$ võrra suurem, seega vedelik peab voolama vaadist tanki. Kui tõstame aga tanki kõrgemale vaadist, siis vedelik voolab tankist tagasi.

Et veepumbad töötavad õhurõhumise mõjul, seda aimati juba enne Toricelli katset. Veepump koosneb torust, kolvist ja kahest klapist (34. joon.)



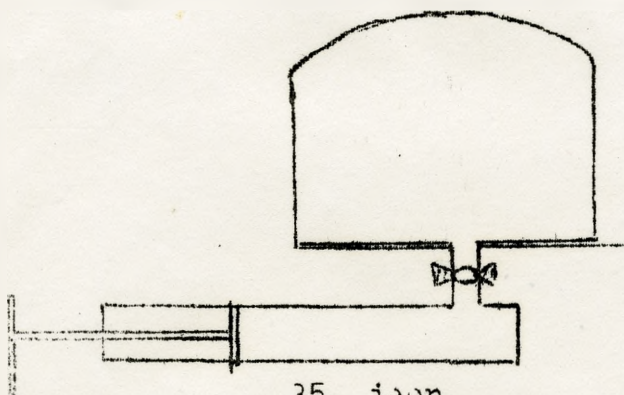
34. joon.

Tõstame kolvi ülespoole, hõremdame õhku ja õhurõhumine surub läbi klapi b vee torusse. Liigub kolv alla poole surub alumise klapi a kinni, kuid surve tõusmisel avaneb kolvis olev klapp a ja vesi tungib kolvi peale. Tõstes uuesti kolvi, tõuseb vesi nii kõrgele, et võib kraani c mööda välja voolata. Seda pumpa nim. imejaks pumbaks, sest kolv kerkimisel

imeb õhu ja tões sellega ka vee torusse.

Me võime aga ka niisuguse pumba konstruuda, kus kolvis klappe ei esine, vaid see on kolvi all toru seinas. Seda liiki pumpa nim. surujaks pumbaks.

Kui kolv liigub üles, siis õhk hõreneb ja vesi tungib torusse. Liigub kolv allapoole, siis avaneb seinaklaap ja kolv surub vee kraani. Ohupäpadest on kõige lihtsam niisugune, nagu näeme 35. joon. See koosneb torust, kolvint ja ühest käiguga kraanist. Kui kolv liigub vasakule, siis kraan on avatud nõnda, et pumba toru on ühenduses kuplialuse ruumiga, liigub kolv paremale, siis keerame kraani nõnda, et suletud on kuplialune ruum ja avatud välis õhuruumiga, kuhu voolab kokkusurutud õhk. Liigutades kolvi edasi-tagasi mitu korda, võime saada küllalt suure hõrenduse.



35. joon.

K o n t r o l l t ö ö n r . 2 .

- 1). Laeva põhjatank on 10 m pikk, 6 m lai ja 1,5 m kõrge. Selle tanki proovimiseks täideti see veega nõnda, et vesi tõusis õhutorus 2 m kõrgusele. Leida rõhumine tanki põhjale ja palju kaalub vesi tankis ja torus, kui toru sisemine läbimõõt on 70 mm!
- 2). Hüdraulise pressi suuremasilindri läbimõõt on 14 cm ja väikema läbimõõt 4 cm. Kangi õlgade pikkused on 8 cm ja 48 cm. Kui tugevasti tuleb kangile suruda, et saavutada 3-tonnist rõhumist!
- 3) Keha kaalub õhus 800 g ja vees 700 g ning mingis vedelikus 720 g. Määrata vedeliku erikaal ja keha erikaal!
- 4) Vette vajunud silla, mille raskus on 8,4 tonni, ülestõstmiseks kinnitati tema külge veega täidetud pantoon (vee kindel kast). Palju vett tuleb pantoonist välja pumbata, et sild tõuseks veepinnale, kui pantoon kaalub 1,2 tonni ja tema ruumala on 10 m^3 ? Rauda erikaal on 7,2 ja vee erikaal 1,03.
- 5) Jäätükil, mille põhi-pind on 20 m^2 ja 5 dm paks, asub 400 kg raskust. Leida jäätüki pealvee osa kõrgus, kui vee erikaal on 1,01 ja jää erikaal 0,92!
- 6). Paat mis kaalub 810 kg, ujub vees nõnda, et veerand tema ruumalast on vees. Klaadile kinnitati tinakiil ja paat oli siis vees $\frac{5}{12}$ oma ruumalast. Kui palju kaalub paadi kiil, kui tina erikaal on 11,4 ja vee erikaal 1,00?
- 7) Keha erikaalu määramiseks kaaluti seda õhus 31,5 g ja õlis 15,4 g. Leida keha erikaal, kui õli erikaal on 0,92?
- 8) Kuipalju väheneb rõhumine inimesekehale, mille suurus on $1,5 \text{ m}^2$, kui õhurõhumine vähenes 770 mm -ilt 720 mm-le?
- 9) Baromeetri toru on 90 cm. pikk. Kuidagi oli tunginud elavhõbeda peale natuke õhku, nõnda, et baromeeter näitas 70 cm, kui õhurõhumine oli 71 cm. Kui suur on õhurõhumine, kui baromeeter näitab 75 cm?
- 10). Ulevaalt kinnise otsaga klaastoru on asetatud lahtise otsaga elavhõbedasse nõnda et toru sees on elavhõbe pind 60 cm kõrgemal. Toru osa elavhõbede peal on 20 cm. kõrgune ja on täidetud kuiva õhuga. Kui kõrgel on siis torus elavhõbede sammu, kui toru asetada 30 cm sügavamale elavhõbedasse ja õhurõhumine on 760 mm.