

K 22.3
F. 19

G. I. FALEJEV ja A. V. PERYSHKIN

FYSIIKAN

OPPIKIRJA KESKIKOULUJA VARTEN

I OSA

1 9 3 3

VALTION KUSTANNUSLIIKE KIRJA
LENINGRAD

K 22.3

F 19

G. I. FALEJEV ja A. V. PERYSHKIN

F Y S I I K A N

OPPIKIRJA KESKIKOULUJA VARTEN

ENSIMÄINEN OSA

5:s OPPIVUOSI

*Suomennos RSFSR:n Kansanvalistuskomissariaatin kollegion vahvistamasta
toisesta uusitusta venäjänkielisestä painoksesta*

1933

VALTION KUSTANNUSLIIKE KIRJA

LENINGRAD



14463 Ks.

1998

Г. И. ФАЛЕЕВ и А. В. ПЕРЫШКИН

Ф И З И К А

УЧЕБНИК ДЛЯ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

5-й ГОД ОБУЧЕНИЯ



Чббббб км

Отв. редактор В. Унха
Техн. редактор Ф. Перхо
„Кирья“ № 155
Ленгорлит № 15403
Тир. 4000 экз.
Форм. бум. 82,5 x 109/32.
6 п. л. 46,000 п. з. бум. л.
Гос. тип. „Кирьяпая“, Ленинград, Харьковская 9.
Зак. № 1343.

Сдано в набор 17/V. Подписано к печати 5/VII.

YKSINKERTAISIMMAT MITTAUKSET.

1. Vallataksemme tieteen ja tekniikan on meidän opittava mittaamaan. Rakennettaessa taloja, työpenkkejä, koneita, valmistettaessa talousesineitä on välttämättömästi osattava mitata tarvittavien raaka-aineiden suuruus. Teidänkin tulee käytännöllisessä työskentelyssä suorittaa mitä erilaisimpia mittauksia. Ennenkun aletaan valmistaa jotakin esinettä, — kirjahyllyä, kaappia, luistinrautaa j.n.e., on tarkkaan määrättävä, kuinka paljon raaka-aineita kulloinkin tarvitaan ja tätä varten on tehtävä koko joukko mittauksia.

2. Tietoja mittojen kehityshistoriasta. Mitat ovat syntyneet sen johdosta, että on käynyt tarpeelliseksi mitata ympärillämme olevien kappaleiden suuruutta.

On mahdotonta osapuilleenkaan määrätä aikaa, jolloin ensimmäinen mittayksikkö on syntynyt. Tämä on tapahtunut sangen kauan aikaa sitten. Siitä ajasta on ennättänyt kulua useita vuosituhsia.

Mitä ovat ihmiset ensinnä käyttäneet mittayksikköinään?

On selvää, että alkuajan ihmiset saattoivat mittauksissaan ensitilassa käyttää oman ruumiinsa eri osia.

Vielä meidän päivillme asti ovat säilyneet sellaiset mittojen nimitykset kuin kyynärä, arssina (suomeksi — askel), tuuma (suomeksi — peukalo), jalka (englannin kielellä „foot“ — jalkapohja) y.m.

Vaikkakin myöhäisimpinä aikoina tällaiset mitat eivät enää vastaa ihmisruumiin jäsenten mittasuhteita, mitat kun vähitellen saivat määrätyn, täsmällisen pituutensa, osoittavat mittojen nimitykset kuitenkin niiden alkuperän. Eri kansoilla on ollut mitä erilaisimpia pituusmittoja.

Ennen vallankumousta oli Venäjällä käytännössä arssina, syli, jalka sekä varhaisimpina aikoina — kyynärä.

Englannissa oli pituusmittana — jalka, Ranskassa — toise, linja j.n.e. Kansainvälisissä kauppasuhteissa oli tällainen mittojen erilaisuus sangen haitallinen asia.

Oli pakko alituisesti muuttaa yksi mitta toiseksi.

Jos esimerkiksi tahdottiin tietää, kuinka monta arssinaa tekee 25 englannin jalkaa, oli 25 jaettava luvulla 2,333, koska 1 arssina on suunnilleen 2,333 jalkaa. Joissakin toisissa tapauksissa oli mitan muuttaminen toiseksi vieläkin monimutkaisempi tehtävä.



Kuva 1.

Teollisuuden kehittyessä ja kansainvälisten kauppasuhteiden laajentuessa kävi tarpeelliseksi yksinkertaistuttaa mitat. Tällöin heräsi ajatus luoda yhtenäinen kansainvälinen mittajärjestelmä.

3. Metrinen mittajärjestelmä.

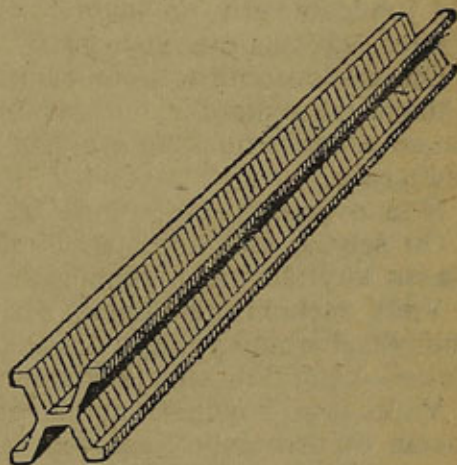
XVIII:n vuosisadan lopussa, Ranskan Suuren vallankumouksen vuosina, suoritettiin oppineista kokoonpantu komitea Pariisin läpi kulkevan maapallon meridiaanin pituuden mittaamisen. Komitea ehdotti, että yksi neljäskymme-

nesmiljoonas osa tämän meridiaanin pituudesta otettaisiin pituusyksiköksi ja nimitettäisiin metriksi ¹⁾.

V. 1799 valmistettiin ensimmäinen metrin normaali-mitta (etalon). Sen muodosti platinatanko, johon metrin pituus oli merkitty kahdella hienolla viivalla (kuva 2). Tämän mallin mukaisia tarkkoja kopioita löytyy jokaisessa maapallon maassa. Meillä SSSR:ssä on kaksi tällaista jäljennöstä, № 11 ja № 28. Edellistä näistä säilytetään Tiedeakatemiassa toista Leningradissa valtion päämittakonttorissa.

Ranskassa otettiin metrin mittajärjestelmä lopullisesti käytäntöön v. 1840.

Huolimatta kaikista tämän mittajärjestelmän eduista ei se heti tullut yleiseen käytäntöön. Kokonaisen maan siirtyminen uuteen mittajärjestelmään on suuri tapaus maan elämässä. Tällainen toimenpide voidaan suorittaa vain vallankumousaikana, jolloin elä-



Kuva 2. Metrin perusmitta.

¹⁾ Metri johtuu kreikkalaisesta sanasta „metron“, merkitsee „mitta“.

män vanhat tuet murtuvat ja sen ohella häviävät ihmisten monellaiset tottumukset. Sellaisissa suurissa porvarillisissa maissa kuin Englanti ja Amerikka ei metrijärjestelmä ole vielä lainsäädännön avulla otettu käytäntöön, vaikkakin sitä sovellutetaan laajassa mittakaavassa julkisessa elämässä.

Meillä SSSR:ssä on metrijärjestelmä otettu käytäntöön Kansankomissaarien Neuvoston päätöksellä 14: piltä syyskuuta 1918, vallankumouksen ensimmäisenä vuotena. 1 p:stä tammikuuta 1924 on se ainoana laillisenä mittajärjestelmänä koko Neuvostoliiton alueella.

Normaalimetrien valmistamisen jälkeen on tarkempien mittauksien avulla saatu selville, ettei 1 metri vastaakaan täsmälleen yhtä neljäskymmenesmiljoonas osaa meridiaanista vaan on sitä suunnilleen 0,0856 mm lyhempi.

Kuinka tällainen erehdys saattoi tapahtua? Koetammepa kuinka tarkkaan hyvänsä mitata jonkun suureen, täydellisen tarkasti emme voi sitä mitata.

Mittauksen tarkkuus riippuu monista seikoista. Mikäli tiede ja tekniikka kehittyvät ja mittavälineemme parantuvat, sikäli mittauksen tuloksetkin muuttuvat täsmällisemmiksi. Aikanaan mittasivat oppineet maapallon meridiaanin pituuden niin suurella tarkkuudella kuin se siihen aikaan oli mahdollista. Mutta sadan vuoden kuluttua kävi mahdolliseksi suorittaa mittaus entistä tarkemmin. Tästä johtuukin silloisen sekä nykyisen meridiaanin mittauksen välinen eroavaisuus.

Metri ei siis olekaan enää yksi neljäskymmenesmiljoonas osa Pariisin läpi kulkevan meridiaanin pituudesta, vaan Sevressä Pariisin lähellä säilytettävän kansainvälisen normaalimitan pituus.

SSSR:ssä löytyvät normaalipituusmitan jäljennökset ovat 0° lämpimässä melkein yhtä pitkiä: malli № 11 on 999,995 mm pituinen № 28 taaskin 1000,005 mm pituinen.

4. Metriset pituusmitat. Metrijärjestelmän suurimpana etuna on se, että sen mitat ovat kymmenlukujärjestelmän mukaiset.

1 desimetri (<i>dm</i>) = 0,1 metriä;
1 senttimetri (<i>cm</i>) = 0,01 metriä;
1 millimetri (<i>mm</i>) = 0,001 metriä;
1 mikron (μ) ¹⁾ = 0,000001 metriä;
1 kilometri (<i>km</i>) = 1000 metriä;
1 hehtometri (<i>hm</i>) = 100 metriä;
1 dekametri (<i>dkm</i>) = 10 metriä.

¹⁾ Kreikankielinen kirjain μ — myy.

Kaikkein useimmin käytetään metriä, desimetriä, senttimetriä, millimetriä ja kilometriä.

Lisäys. Neuvostoliitossa merkitään nämä mitat lyhemmin seuraavasti: 1 metri = 1 *m* (*m* — ilman pistettä) 1 senttimetri = 1 *cm* jne.

Huomatkaa, kuinka näiden pituusmittojen nimitykset on muodostettu: „metri“ sanaan on kulloinkin liitetty jokin toinen sana. Kun tätä nimittämistapaa käytetään metrijärjelmässä yleensä, on muistettava, että

sana **desi** tarkoittaa kymmenettä osaa perusmitasta,

sana **senti** tarkoittaa sadatta osaa perusmitasta,

sana **kilo** tarkoittaa mitta, joka on tuhat kertaa perusmittaa suurempi,

sana **hehto** tarkoittaa mitta, joka on sata kertaa perusmittaa suurempi,

sana **deka** tarkoittaa mitta, joka on kymmenen kertaa perusmittaa suurempi.

Harjoitustehtäviä.

1. Montako millimetriä on metrissä?
2. Kuinka mones osa millimetriä on yksi mikron?
3. Montako metriä on viisi miljoonaa millimetriä?
4. Muuta senttimetreiksi: 2,5 *dm*; 1,2 *m*; 25 *mm*; 0,7 *km*.
5. Kuun etäisyys maasta on 300000 *km*. Piirrä viiva, joka on kymmenen miljardia kertaa pienempi kuin tämä välimatka.
6. Ääni kulkee joka sekunti 340 *m*. Piirrä viiva, joka on kymmenen-tuhatta kertaa lyhempi.

Kysymyksiä.

1. Missä suhteessa olivat entisaikoina käytetyt pituusmitat epämu-kavia?
2. Mikä on metrimittajärjestelmän suurin etu?
3. Koska otettiin Venäjällä käytäntöön metrimittajärjestelmä?
4. Mitä lyhennyksiä käytetään metrijärjestelmässä?
5. Mitä tarkoittavat sanat: desi, senti, kilo, hehto, deka?

5. Pituuden mittaaminen. Mitatessamme jonkin esineen pituuden, vertaamme me sen pituutta toiseen, yksiköksi ottamaamme pituuteen.

Jokaisessa yksityistapauksessa on ennen kaikkea välttämätöntä valita sopiva pituusyksikkö.

Jos on esimerkiksi mitattavanamme Moskovan etäisyys Lenin-gradista, ovat senttimetri ja metri liian pieniä mittoja. Tässä tapauksessa on pituusyksikkönä käytettävä kilometriä.

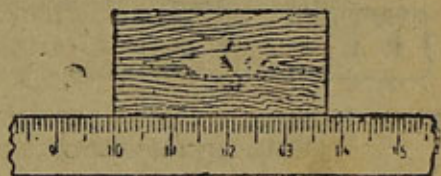
Mitattaessa rautalevyn paksuutta voi millimetrikin osoittautua liian suureksi mittayksiköksi. Täytyy käyttää kymmenettä, vieläpä sadatta osaa millimetriä.

Pituutta mitattaessa ei mittayksiköksi saa valita liian suurta eikä liian pientä mittaa.

6. Mittaviivotin. Yksinkertaisimpia mittausvälineitä ovat eripituiset mittaviivotimet.

Metallitöissä käytetään teräksisiä mittaviivotimia, erikoisen täsmällisiä töitä varten valmistetaan mittaviivotimet karaistusta teräksestä. Mittaviivotimet ovat 100—1000 mm pituisia. Viilaajan töissä käytetyt mittaviivotimet ovat 200—300 mm pituiset.

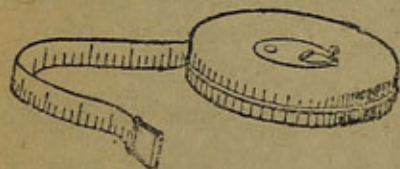
Pituutta mitattaessa asetetaan mittaviivotin esineen päälle (kuva 3) siten, että nollakohta tulee esineen toisen pään kohdalle.¹⁾ Kappaleen toisen pään kohdalla oleva mittaluku ilmaisee kappaleen pituuden. Toisinaan on mittaviivotimien asteikko jaettu 0,5 mm välimatkoihin, useimmiten sentään 1 mm väleihin. Kymmenesosamillimetri katsotaan silmämitalla.



Kuva 3. Mittaaminen mittaviivotimella.

Tulokset kirjoitetaan kymmenmurtolukuina. Mitattaessa tehdään merkinnät yksinomaan kymmenmurtolukuina.

7. Mittanauha. Mitattaessa huoneen suuruutta, pienempiä maaaloja y.m. käytetään usein mittanauhaa. Mittanauhaan kuuluu erityinen laatikko, johon lujasta kankaasta tai teräksestä valmistettu nauha kiertyy. Nauha on jaettu metreihin ja senttimetreihin (kuva 4). Mittanauhoja löytyy yhden, kahden, viiden, kymmenen ja kahdenkymmenen metrin pituisia.

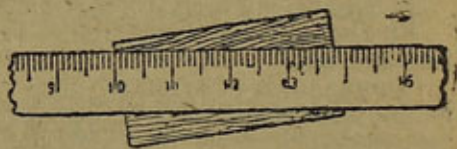


Kuva 4. Mittanauha.

8. Mittaamisessa tapahtuvat virheet. Mittaamisessa tapahtuvat virheet johtuvat kahdesta syystä:

1. Mittaviivotin on asetettu väärin mitattavan esineen päälle. Tarkasta kuvaa 5 ja näytä, kuinka mittaviivotin on oikein asetettava.

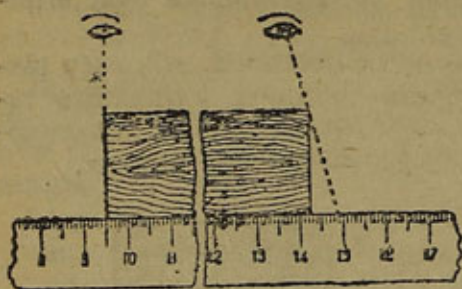
2. Mittauksen tulosta katsotaan väärältä suunnalta. Tarkasta kuvaa 6 ja näytä, milloin silmä on oikeassa asennossa.



Kuva 5. Väärinasetettu mittaviivotin.

¹⁾ Kun puuviivotimen pää helposti kuluu, on parasta asettaa mittaviivotin esineen päälle siten, että jokin nollalla päättyvä mittaluku tulee esineen alkupään kohdalle.

Missä suunnassa on katsottava mitattaessa? Onko esine asetettu oikein kuvassa 6?



Kuva. 6. Oikea ja väärä silmänasento tulosta tarkasteltaessa.

Harjoitustehtävä.

Piirrä vihkoosi joitakin suoria viivoja ja mittaa ne mittaviivottimella arvioidenkymmenesosa millimetrit silmämitalla. Merkitse tulokset muistiin. Pyydä tämän jälkeen vierustoveriasi mittaamaan samat viivat. Vertaa kummankin mittauksen tuloksia.

9. Laboratoriotyö № 1. Tehtävä: verrataan toisiinsa tuumaa ja senttimetriä.

Työvälineet: mittaviivotin, jossa on sekä tuumamitta

että senttimetrimita tai senttimetri- ja tuumaviivotin erikseen.

1. Mittaa, kuinka pitkiä ovat jotkin esineet (kirja, pöytä, lyijykynä y.m.) ensin tuumaviivottimella, senjälkeen senttimetriviivottimella. Mitatessasi koeta välttää edellämainittuja virheitä.

2. Merkitse mittauksen tulokset taulukkoon.

Esineen nimi	Pituus	
	Senttimetriä	Tuumaa
Lyijykynä		
Vihko		

3. Laske, montako senttimetriä on tuumassa (lasku on suoritettava joka mittauksesta).

4. Laske mittaustesi keskitulos.

5. Kuinka saadaan keskitulos?

6. Vertaa saamaasi keskitulosta toisten oppilaiden keskitulokseen

7. Etsi koko ryhmän keskitulos.

1 tuuma on likimäärin 2,54 cm.

Kuinka suuri on virhe ryhmän tuloksessa?

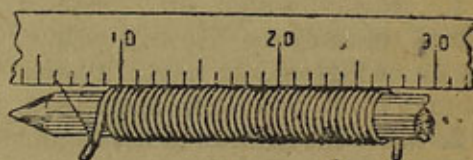
Tuotannossa käytetään toisinaan vielä nykyäänkin tuumamittaa, senvuoksi on tämäkin asia tarkkaan muistettava.

10. Laboratoriotyö № 2. Tehtävä: opittava määräämään ohuen langan läpimitta.

Työvälineet: joitakin kappaleita ohutta metallilankaa, pyöreä lyijykynä, mittaviivotin.

1. Kiinnitä metallilangan toinen pää lyijykynään.

2. Kääri metallilankaa noin 20 kierrosta lyijykynän ympäri siten, että kierrokset ovat tiukasti toisissaan kiinni (kuva 7).



Kuva 7. Selittävä kuva laboratoriotyöhön № 2.

3. Mittaa langan peittämä osa lyijykynää.
4. Suorita tämä työ useampia kertoja siten, että kierrosten lukumäärä on joka kerta erisuuri.
5. Saadut tulokset merkitse taulukkoon.

Järjestysnumero	Käärityn lyijykynäosan pituus	Kierrosten lukumäärä	Langan läpimitta	Keskitulos.
1				
2				
3				

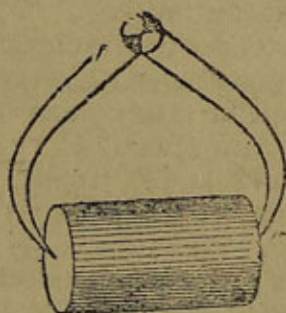
6. Laske langan keskiläpimitta.

11. Länki- ja jalkaharppi. Työpajoissa ja tuotannossa käytetään pienten kappaleiden ulkopuolisten läpimittojen mittaamiseen länkiharpia, aukkojen suuruutta taaskin mitataan jalkaharvilla.

Nämä harpit ovat rakenteeltaan mitä erilaisimpia. Useimmiten tavataan sellaisia, joita kuvat 8 ja 9 esittävät.

Länki- ja jalkaharvilla mittaaminen selviää kuvista 8 ja 9.

Mittaamisen jälkeen siirretään harppi varovasti mittaviivottimen päälle varoen, että harpin kärjet pysyvät liikahtamatta asennossaan (kuvat 10 ja 11).



Kuva 8. Länkiharppi.



Kuva 9. Jalkaharppi.

12. Laboratoriotyö № 3. Tehtävä: opittava merkitsemään kappaleen piirrokseen sen mittasuhteet ja tarkistamaan kappaleen mittasuhteet piirrokselta.

Työvälineet: mutteri, pultti, mutterin piirros ilman mittasuhteita, pultin piirros mittasuhteineen, mittaviivotin, länkiharppi.

1. Vertaa pultin mittasuhteita sen piirrokseen.

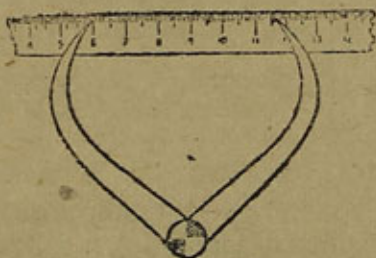
2. Mitattuasi mutterin mittasuhteet merkitse ne piirrokseen.

Harjoltustehtävä.

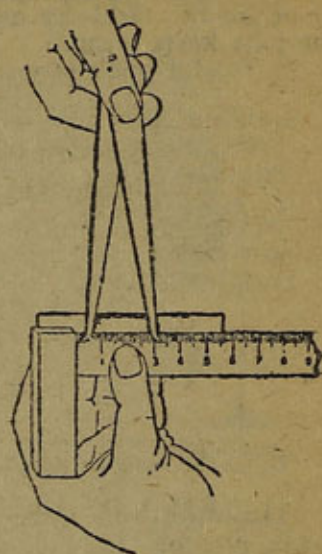
Aseta länki- ja jalkaharppi mittaviivottimelle siten, että niiden kärkien väli on: 40 mm; 66 mm; 77,5 mm; 10,8 mm.

Kysymyksiä.

1. Minkälaisia pituusmittavälineitä tunnet?
2. Mitä virheitä tehdään mitattaessa?
3. Montako senttimetriä on yksi tuuma?
4. Millä tavoin voidaan mitata ohuen langan läpimitta?
5. Missä ja mihin tarkoituksiin käytetään länki- ja jalkaharppia?



Kuva 10. Länkiharpin siirto mittaviivottimelle.



Kuva 11. Jalkaharpin siirto mittaviivottimelle.

13. Rajatulkit. Viivottimella mittaamiseen kuluu paljon aikaa, eikä tulos ole aina riittävän tarkka.

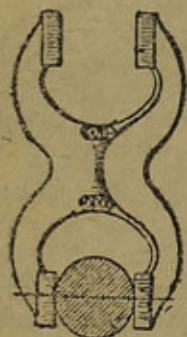
Useiden teollisuustuotteiden mittasuhteiden tarkistaminen suoritetaan tätänykyä niin kutsuttujen rajatulkkien avulla.

Akseleita tarkistetaan kaksipäisten rajatulkkien avulla (kuvat 12 ja 13), reikiä taaskin mitataan kaksipäisillä tappitulkeilla (kuva 14).

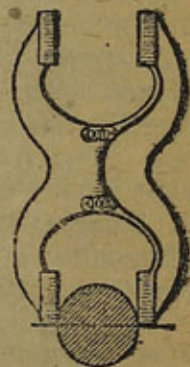
Kaksipäiseen rajatulkkiin kuuluu kaksi haarukkaa, joiden mittasuhteet eroavat toisistaan sangen vähän.

Akselia tarkistettaessa asetetaan tulkin haarukka akseliin kuvien 12 ja 13 osoittamalla tavalla. Jos akseli mahtuu väljän haarukan sisään, mutta ahtaan haarukan sisään ei mahdu, on akselin läpimitta ehdottomasti tarkka.

Kuva 12. Tarkistaminen rajatulkin avulla. Väljä haarukka.



Kuva 13. Tarkistaminen rajatulkin avulla. Ahdas haarukka.



Jos akselin läpimitta on liian suuri, ei se mahdu kummankaan haarukan sisään, jos läpimitta on liian pieni, mahtuu

se vapaasti kummankin haarukan sisään ja akseli on kelpaamaton.

Rajatulkin ahdas haarukka on tavallisesti maalattu punaiseksi, jottei mitattaessa tapahtuisi erehdystä.

Reikien mittaamiseen käytetyt tulkit ovat erimuotoisia. Pieniä reikiä (ei suurempia kuin 100 mm) mitataan kaksipäisillä tappi- ja rengastulkeilla, joiden kumpaankin päähän, aivan samoin kuin rajatulkkien haarukoihin, on merkitty tulkin tarkat mittasuhteet.

Tulkit valmistetaan erikoisesta työkaluteräksestä sangen tarkkojen mittasuhteiden mukaisiksi. Niiden valmistaminen kysyy työläisiltä suurta taitoa, lisäksi tarvitaan siihen sangen tarkkoja työkaluja ja kulvu valmistamiseen paljon aikaa. Tällaiset tulkit ovat senvuoksi sangen kalliita ja niitä on hoidettava erittäin huolellisesti.

Tulkkien käyttö tuotannossa nopeuttaa suuresti valmiiden tuotteiden tarkistusta. Haitallisena puolena on, että tarvitaan välttämättömästi suuri valikoima erilaisia tulkkeja. Niiden tuottama hyöty korvaa kuitenkin monin kerroin haitat. Tulkit ovat senvuoksi tulleet yleiseen käytäntöön joukkotuotannossa.



Kuva 14.
Kaksipäinen
tappi-jaren-
gastulkki.

Harjoitustehtävä.

Valmista puuseppäverstaassa faneerista erilaisten rajatulkkien malleja

Kysymyksiä.

1. Miksi nimitetään mittaustyökaluja, joita käytetään joukkotuotannossa akselien ja reikien mittaamiseen?
2. Mitä tulkkeja käytetään akselien läpimitan mittaamiseen?
3. Missä suhteessa on tulkkien käyttö edullinen?

14. Tilavuuksien mittaaminen. Tilavuusmitoiksi otetaan kuutioiden tilavuus, joiden särmä on 1 cm, 1 dm, 1 m j.n.e. Näitä tilavuusmittoja nimitetään kuutiosentimetriksi (lyhennettynä cm^3), kuutiodesimetriksi (dm^3), kuutiometriksi (m^3).

Matematiikan kurssista tiedämme, kuinka lasketaan suorakulmaisen särmiön tilavuus. Tämän perusteella saamme helposti selville, kuinka monta pienempää tilavuusyksikköä sisältyy seuraavaan suurempaan tilavuusmittaan.

Esimerkki. Kuinka monta kuutiosentimetriä on 1 dm^3 ?

1 dm^3 on kuutio, jonka särmä on 1 dm, tahi 10 cm pituinen. Tällaisen kuution tilavuus saadaan suorittamalla lasku:

$$10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} = 1000 \text{ cm}^3.$$

Harjoitustehtäviä.

1. Montako kuutiosentimetriä on $1 m^3$?
2. Montako kuutiomillimetriä on $1 cm^3$?

15. Metriset tilavuusmitat.



Kuva 15. Litra.

$$\begin{aligned} 1 m^3 &= 1000 dm^3; \\ 1 dm^3 &= 1000 cm^3; \\ 1 cm^3 &= 1000 mm^3; \end{aligned}$$

Nestemäisten kappaleiden samoin kuin astioiden tilavuusmittana käytetään litraa (l), minkä tilavuus on $1 dm^3$.

Harjoitustehtävä.

1. Muuta kuutiosentimetreiksi: $2,5 dm^3$, $3 m^3$, $4,8 m^3$, $400 mm^3$.
2. Laske asuinhuoneesi tilavuus kuutiometreissä, sekä kuinka monta kuutiometriä ilmaa tulee kunkin siinä asuvan henkilön osalle.

Kysymyksiä.

1. Mitkä ovat tilavuusmitat metrijärjestelmässä?
2. Mitä tilavuusmittoja käytetään nesteiden tilavuuden mittaamiseen?

16. Tilavuuksien määrittäminen. Säännöllisten mittaosopillisten kappaleiden, esimerkiksi suorakulmaisen särmiön, huoneen ja laatikon tilavuus on helppo laskea. Tarvitaan tietää vain kappaleen pituus, leveys ja korkeus sekä kertoa nämä suureet keskenään. Paljon vaikeampaa on epäsäännöllisen muotoisten kappaleiden ja varsinkin säännöttömän muotoisiin astioihin suljettujen nesteiden ja kaasujen tilavuuden määrittäminen. Pienten tällaisten kappaleiden tilavuus voidaan helposti määrätä asteikolla varustettujen mittalasiavulla.

Mittalasiat ovat joko sylinterin — tahi kartionmuotoisia (kuvat 16, 17 ja 18). Niiden kylkeen piirretty asteikko ilmaisee kuutiosentimetrejä.

Ennenkun ryhdymme suorittamaan mittauksia mittalasiavulla, on meidän otettava selvälle, mitä tilavuusmääriä mittalasin asteikko ilmaisee.

Viihavälit mittalasiavasteikossa ilmaisevat tavallisesti $1 cm^3$, $2 cm^3$ ja $5 cm^3$ tilavuuksia.

Harjoitustehtäviä.

1. Määrittää, mitä tilavuuksia ilmaisevat astevälit kuvissa 16, 17 ja 18 kuvatuissa mittalaseissa.

2. Missä suhteessa eroaa kartionmuotoisen mittalasin asteikko sylinterimäisten mittalasin asteikoista?



Kuva 16. Pieni sylinterinmuotoinen mittalasi.



Kuva 17. Suuri sylinterinmuotoinen mittalasi.

3. Mikä on syynä tähän eroavaisuuteen?

4. Minkälaisessa mittalasisa voidaan tarkemmin mitata pienen kappaleen tilavuutta, — leveässäkö tahi kapeassa? Minkävuoksi?

17. Laboratoriotyö № 4.
Tehtävä: Opittava mitta-



Kuva 18. Kartionmuotoinen mittalasi.

lasin avulla mittaamaan pienikokoisten nestemäisten, kiinteiden ja kaasumaisten kappaleiden tilavuus.

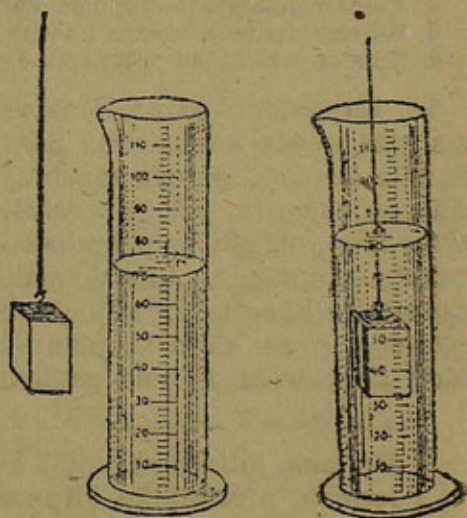
Välineet ja työainekset: mittalasi, joukko erilaisia kappaleita.

1. On määrättävä nestemäisten ja jähmeiden kappaleiden tilavuus. 1. Kaadetaan mittalasiin vettä ja määrätään veden tilavuus (kuva 19).

Muista, missä suunnassa on vedenpintaa mittalasisa katsottava, jottei tulos olisi virheellinen.

Jos vedenpinta on kovero, tulee veden korkeuden määrittämisessä ottaa huomioon vedenpinnan alin kohta. Virhe on tässä tapauksessa kaikkein pienin.

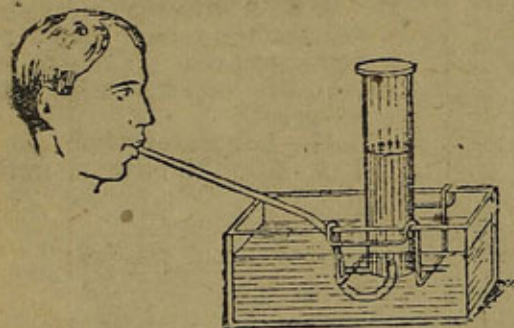
2. Ripusta esine, minkä tilavuus on määrättävä, ohueen lankaan ja laske esine mittalasiin.¹⁾ (Kuva 20). Vedenpinnan eroavaisuus ilmaisee kappaleen tilavuuden.



Kuva 19. Kuva 20. Kiinteän kappaleen tilavuuden määrittäminen.

¹⁾ Jos esine pysyy veden pinnalla, kiinnitä se puikkoon ja työnnä veden sisään.

Jos on saatavissa jokin pieni, säännöllinen, mittaosopillinen kappale, esimerkiksi särmiö, laske sen tilavuus mittaamalla kappaleen pituus, leveys ja korkeus. Vertaa täten saatua kappaleen tilavuutta siihen tulokseen, minkä saat määräämällä kappaleen tilavuuden mittalasin avulla. Ovatko tulokset yhtäsuuret?



Kuva 21. Kaasun tilavuuden määrääminen mittalasin avulla.

II. On mitattava kaasun tilavuus.

1. Täytä mittalasi vedellä ja pane se vettä sisältävään astiaan siten, että mittalasin avoin pää tulee veden sisään.

2. Puhalla mittalasiin ilmaa käyrän putken avulla. Kaasun tilavuutta mittalassissa ilmaisee se kuinka alas vedenpinta lasissa painuu. (Kuva 21).

Harjoitustehtäviä.

1. Valmista juomalasista tai koeputkesta mittalasi.
2. Määrää, kuinka suuri on keittopullon tilavuus.

Kysymyksiä.

1. Miksi nimitetään laitteita joilla mitataan säännöttömänmuotoisten kappaleiden tilavuutta?
2. Kuinka määrätään kiinteän kappaleen tilavuus mittalasin avulla?
3. Kuinka voidaan mitata kaasun tilavuutta?
4. Kuinka määrätään mittalasin avulla nestemäisen kappaleen tilavuus?

18. Kappaleen paino. Maa vetää puoleensa kaikkia sillä olevia kappaleita. Senvuoksi kappale, jota ei mikään tue, putoaa maahan. Jos kappale estetään putoamasta, painaa se alustaansa. Täten syntynyt paine voidaan helposti havaita pitämällä kädessä jotakin kappaletta. Jota voimakkaammin maa vetää kappaletta puoleensa, sitä suuremman paineen synnyttää kappale kättä vastaan. Kaikkein pienimmilläänkin kappaleilla on oma painonsa.

Voimaa, jolla maa vetää kappaletta puoleensa, nimitetään kappaleen painoksi.

Kysymyksiä.

1. Minkävuoksi kappaleet putoavat maahan?
2. Mitä nimitetään kappaleen painoksi?



Kuva 22.

19. Pystysuora suunta. Kiinnitä lanka, jonka toiseen päähän on sidottu paino, jalustatelineeseen ja huomioi suunta, mihin lanka asettuu (kuva 22). Paino jännittää lankaa samaan suuntaan, mihin maa vetää painoa. Pane merkille langan asento ja työnnä paino syrjään. Joidenkin heilahdusten jälkeen asettuu se jälleen entiseen asentoonsa.

Suuntaa, mihin lanka asettuu siinä riippuvan painon vaikutuksesta, nimitetään luotiviivaksi eli pystysuoraksi suunnaksi. Itse lankaa siinä olevine painoineen nimitetään luotilangaksi (Kuva 23).



Tällainen luotilanka on sängen tärkeä koje. Rakennuksilla tarkistetaan sen avulla seinien, akkuna- ja ovipuitteiden pystysuora suunta. Jos sidottu kirja asetetaan pystysuoraan asentoon pöydälle, pysyy se siinä pystyssä. Mutta jos kirjaa hiukan kallistetaan, kaatuu se. Aivan samoin, jos rakennuksen seinästä tulee kalteva, voi rakennus sortua.

Kuva 23. Luotilanka.

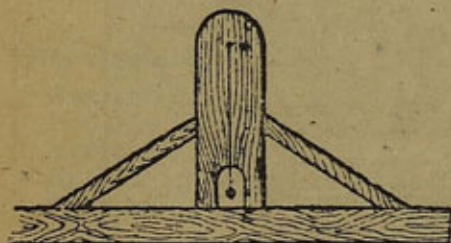
Harjoitustehtävä.

Valmista luotilanka ja tarkista sen avulla, ovatko huoneen seinät pöydänjalat ja muut esineet pystysuorat.

Kysymyksiä.

1. Mitä suuntaa nimitetään pystysuoraksi suunnaksi?
2. Mikä on luotilanka ja mihin tarkoitukseen sitä käytetään?

20. Vaakasuora suunta. Suuntaa, mikä on kohtisuora pystysuoraa suuntaa vastaan, nimitetään vaakasuoraksi suunnaksi. Vaakasuoraan suuntaan asetetaan lattiat ja laet. Koneiden perustusten tulee myös olla vaakasuorassa, jotta määrättyt koneenosat voidaan asettaa tarkasti vaakasuoraan asentoon.



Kuva 24. Luotilauta.

Rakennustyöläiset käyttävät vaakasuoran suunnan tarkistamiseen niin kutsuttua luotilautaa (kuva 24). Luotilautaan kuuluu sileäksi höylätty, suorakulmainen aluspuu, johon on suorakulmaisesti kiinnitetty lauta. Lautaan on vedetty suora viiva kohtisuoraan aluspuun ala-

särmän kanssa. Viivan yläpäähän on kiinnitetty luotilanka. Jos aluspuu on vaakasuorassa asennossa, asettuu luotilanka lautaan piirretyn viivan kohdalle.

Koneiden asettelussa käytetään vaaka (kuva 25). Puu- tai



Kuva 25. Vesivaaka.

toisenlaista laitetta — vesi- metallialustaan on kiinnitetty hiukan käyrä lasiputki, mikä on täytetty nesteellä siten, että siihen on jäänyt pieni ilmakupla. Ilmakupla pyrkii aina asettumaan putken korkeimmalle kohdalle. Jos alusta on vaakasuorassa asennossa, asettuu kupla putken keskikohdalle sitävarten merkittyyn paikkaan. Vesivaaka on ehdottoman luotettava laite vaakasuoran suunnan määrittämisessä. Vesivaaka onkin senvuoksi yhdistetty kaikkiin sellaisiin kojeisiin, jotka on asetettava tarkasti vaakasuoraan asentoon.

Harjoitustehtävä.

Tarkista luotilaudan tai vesivaakan avulla ovatko pöytä- ja akkunalaute vaakasuorassa asennossa. Jos koulussa on sorvipenkki, tarkista, onko sen kehyksen yläosa vaakasuora.

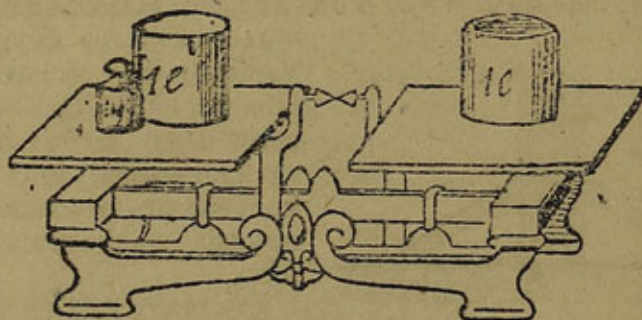
21. Laboratoriotyö № 5. Tehtävä: opittava asettamaan taso vaakasuoraan asentoon.

Välineet: luotilauta, laudan kappale, johon on kiinnitetty kolme tasoitusruuvia, ellei ruuveja löydy, tarvitaan ohuita kiiloja.

Tasoitusruuvien tai kiilojen avulla aseta laute sellaiseen asentoon, että luotilaudan avulla voidaan sen todeta olevan vaakasuorassa.

Kysymyksiä.

1. Mitä suuntaa nimitetään vaakasuoraksi?
2. Mihin tarkoitukseen käytetään vesivaakaa?



Kuva 26. Litra vettä painaa 1 kg.

22. Metriset painomitat. Metrijärjestelmässä on painoyksikkönä kilogramma (lyhennettynä — kilo — kg). Normaalkilogramma on tehty platinan ja iridiumin seoksesta ja sitä säily-

tetään Sevressä Pariisin lähellä. Kaikissa sivistysmaissa löytyy tarkkoja jäljennöksiä tästä peruspainomitasta.

1 l. puhdasta 4° C lämpöistä vettä painaa 1 kg.

Tuhannesosaa kiloa nimitetään **grammaksi** (lyhennettynä — *g*). Koska yhden vesilitran tilavuus on 1000 cm^3 , niin

1 kuutiosentimetri puhdasta 4° C lämpöistä vettä painaa 1 gramman.

Tuhat kiloa on yksi tonni (lyhennettynä — *t*). Koska 1000 dm^3 on 1 m^3 , niin

1 kuutiometri puhdasta 4° C lämpöistä vettä painaa 1 t.

1 tonni (*t*) = 1000 kiloa (*kg*);
1 kilo = 1000 grammaa (*g*);
1 gramma = 1000 milligrammaa (*mg*).

Käytännöllisessä elämässä käytetään usein seuraavia painomittoja:

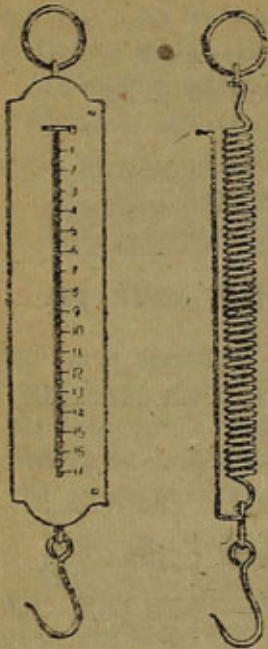
1 sentneri (*sent*) = 100 kiloa (*kg*);
1 tonni = 100 sentneriä

Harjoitustehtäviä.

1. Montako grammaa on $2,5\text{ kg}$?
2. Montako grammaa painaa 125 cm^3 vettä?
3. Montako kiloa on 3784 g ?
4. Montako grammaa on tonnissa?
5. Paljonko painaa 1 m^3 puhdasta vettä?

23. Vaa'at. Kappaleiden painon mittaamiseen käytetään vaakaa. Yksinkertaisin vaakaa on jousivaaka (kuvat 27 ja 28), minkä tärkeimpänä osana on kierrejousi (kuva 28).

Jousen venymisen määrää kappaleen paino, se näkyy vaakaan kiinnitetyistä asteikosta. Senvuoksi, että kierrejousi käyttämisen



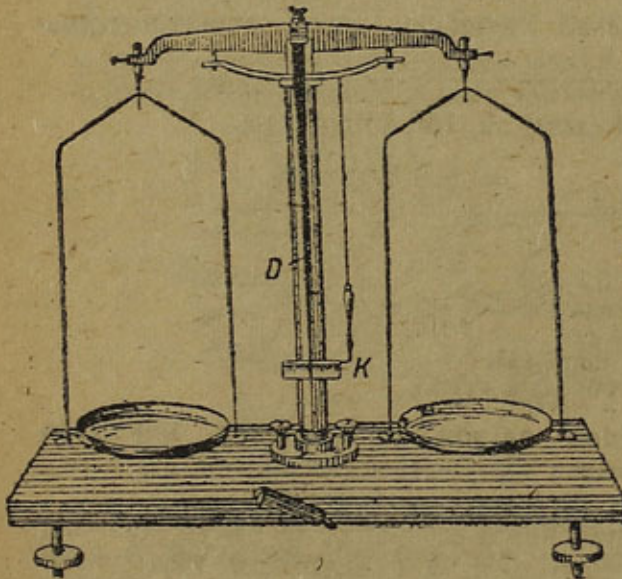
Kuvat 27 ja 28. Jousivaaka.

johdosta heikkenee, viruu, ovat jousivaa'at sängen epätarkkoja. Meillä SSSR:ssä ei tätenykyä valmisteta jousivaakoja.

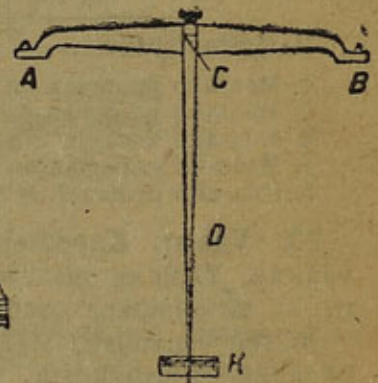
Eniten ovat käytännössä niin kutsutut vipuva'a'at (kuva 29). Pääosana niissä on vaa'anselkä (kuva 30). Vaa'anselän keskikohdalla sekä kummassakin päässä on kolmisärmäinen teräsprisma (kuvassa 30 merkittyinä kirjaimilla *A, B, C*). Keskimäisessä prismassa *C*, tukiterässä, on terävä särmä alaspäin, prismojen *A* ja *B* terävät särmät ovat sensijaan ylöspäin.

Prismojen *A* ja *B* teräville särmille ripustetaan vaakakupit. Jos vaa'an rakenne on oikea, on vaa'anselän oikeanpuolinen varsi *CA* yhtäpitkä kuin vasen varsi *CB*; ja oikea vaakakuppi painaa yhtäpaljon kuin vasen. Kuormittamattomana tulee vaa'anselän asettua vaakasuoraan, niin että kieli osoittaa asteikon keskikohtaa. Jos kummassakin vaakakupissa on yhtä raskas kuormitus, asettuu kieli niinikään asteikon keskikohdalle.

Punnittaessa verrataan kappaleen painoa punnusten painoon.



Kuva 29. Vipuvaaka.



Kuva 30. Vaa'anselkä.

24. **Pikkupunnukset.** Suuremmat punnukset valmistetaan valuraudasta tai messingistä, pikkupunnukset sensijaan messingistä tai alumiinista (kuva 31).

Pikkupunnuksia löytyy tavallisesti seuraavat lajitelmät:

- 1) 1, 2, 2, 5, 10, 20, 20, 50, 100, 200, 200, 500 g.
- 2) 500, 200, 200, 100, 50, 20, 20, 10 mg.

Neuvostoliiton pronssirahat painavat keskimäärin seuraavasti: 1 kóp. — 1 g, 2 kóp. — 2 g, 3 kóp. — 3 g, 5 kóp. — 5 g. Ellei vaadita kovin suurta tarkkuutta, voidaan punnitessa käyttää pikkupunnuksina pronssirahoja.

Tavaroita myytäessä käytetään 1 kg, 2 kg ja suurempia punnuksia, pieniä milligramman ja gramman punnuksia ei niissä punnituksissa käytetä.

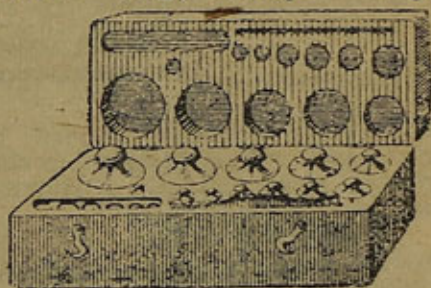
25. **Erilaiset vaa'at.** Eri tarkoituksiin käytetään rakenteeltaan erilaisia vaakoja. Kuva 26 esittää Berangerin vaakaa. Sen herkkyyks on verrattain vähäinen ja voidaan sitä käyttää vain karkeimmissa punnituksissa. Tieteellisissä punnituksissa käytetään vaakoja, jotka voivat tarkkaan erottaa kymmenesosa milligramman painot.

Mutta löytyy tieteellisiä töitä, joissa tämäkin tarkkuus on liian vähäinen. Näissä tapauksissa käytetään rakenteeltaan erikoisen laatusia vaakoja, joilla voidaan punnita 0,000001 mg (yksi miljoonasosa milligramman) tarkkuudella.

Kuva 32 esittää vaakaa, jonka pääosana on ohut kvartsilanka C. Langassa riippuu vaakakuppi B. Kun kuppiin pannaan pieni paino, taipuu lanka; langan taipumisen suuruutta tarkastellaan mikroskoopin A kautta.

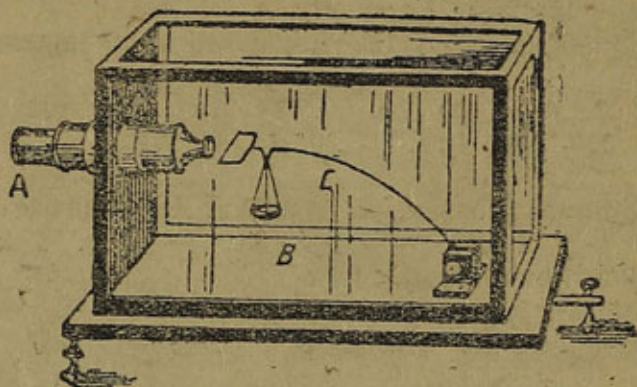
Sangen raskaitten esineiden punnitsemista varten voidaan tietysti valmistaa jättäjäisvaakoja vaakakuppeineen. Tällaisia vaakoja vaimistettiin entisinä aikoina. Punnittaessa esimerkiksi heinäkuormaa kärryineen, ajettiin kärryt toiseen vaakakuppiin ja toiseen ladottiin punnukset. Mutta kuorma painoi paljon ja punnuksia oli ladottava kosolta. Tällainen punnitseminen ei ollut mikään helppo tehtävä.

Nykyään punnitaan raskaita esineitä vaakalaitteilla, joissa punnuksia tarvitsee käyttää vain kymmenes-, vieläpä tuhannesosa punnittavan kappaleen painosta. Siten punnitaan vaunuja niin



Kuva 31. Pikkupunnuksia.

kutsutuilla tuhannesvaa'oilla. Kutakin tuhatta kg kohti tarvitaan siinä vain 1 kg punnus.



Kuva 32. Pienten ainehiukkasten punnitsemiseen käytetty erikoisvaaka.

Harjoitustehtävä.

Valmista koulun työpajassa yksinkertainen vaaka.

Kysymyksiä.

1. Miksi nimitetään laitteita, joilla mitataan kappaleiden painoa?
2. Selitä vipuva'an rakenne.
3. Miksi ei meillä sallita käyttää jousivaakoja?
4. Minkävuoksi nimitetään vaunujen punnitsemiseen käytettäviä vaakoja tuhannesvaa'oiksi?

26. Punnitsemissäännöt. Ennenkuin ryhdytään punnitsemaan vaa'alla erilaisia kappaleita, on meidän tutustuttava punnitsemissäntöihin. Näitä sääntöjä on punnitsemisessä aina noudatettava.

1. Vaakakuppeihin ei saa panna mitään kosteata tai likaista.
2. Punnittava kappale pannaan aina vasempaan vaakakuppiin, punnukset oikeaan.
3. Punnukset tulee pitää joko vaakakupissa tai laatikossa niille varatuissa koloissa, muualla ei niitä saa pitää.
4. Kaikkein pienimpiä punnuksia ei saa nostella käsin, vaan atulalla.
5. Ennen punnitsemistä on tarkistettava, mihin kohtaan vaa'an-kieli asettuu vaa'an ollessa tyhjänä.
6. Vaakaa on huolellisesti käsiteltävä: sitä ei saa huojutella, ei kolhia muihin esineisiin jne.

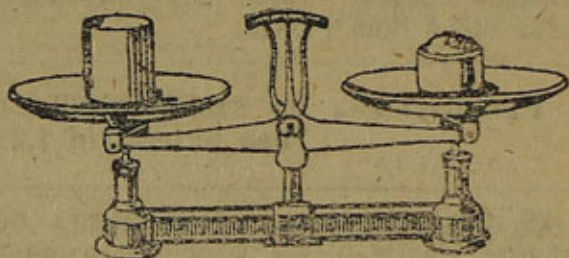
27. Laboratoriotyö № 6. Tehtävä: on opittava määräämään erilaisten kappaleiden paino.

Välineet ja työaineet: vaaka, pikkupunnuksia, atula, erilaisia pikku esineitä, spritä, suolaliuosta, juomalasi, hauleja tai hietaa.

1. Määrää erilaisten kappaleiden paino seuraamalla tarkoin punnitsemisääntöjä. Laadi tuloksista taulukko.

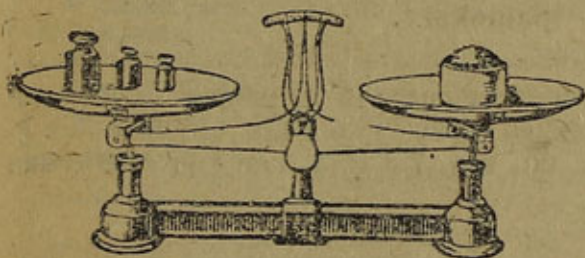
2. Opi määrittämään kappaleen todellinen paino epätarkalla vaa'alla.

Löytyy punnitsemistapa, jolla voidaan riittävän tarkasti määrätä kappaleen paino epätarkalla vaa'alla. Tätä punnitsemistapaa nimitetään taarapunnitsemiseksi. Taarapunnitsemisessä (kuva 33) asetetaan punnittava kappale vasempaan vaakakuppiin, oikeaan vaakakuppiin pannaan juomalasi tai muu astia, johon kaadetaan kuivaa hiekkaa tai pieniä hauleja, kunnes vaaka asettuu tasapainoasentoon.



Kuva 33. Taarapunnitseminen. Kappale ja taara painavat yhtä paljon.

Tämän jälkeen otetaan punnittava kappale vasemmasta vaakakupista ja sen sijaan pannaan punnuksia, kunnes tasapainoasema on saavutettu (kuva 34).



Kuva 34. Punnuksia ja taara painavat yhtä paljon.

paleen painoa. Käytä taarapunnitsemista kappaleen painon selville saamiseksi.

Ota tämän jälkeen pikku esine pois vaakakupista ja punnitse kappale uudelleen. Vertaa kappaleen painoa taarapunnitsemisen avulla saatuun painoon,

Kysymyksiä.

1. Mitä sääntöjä on täsmällisesti noudatettava punnitsemisessä?
2. Kuinka punnitaan vaa'alla nestemäisiä kappaleita?
3. Millä tavalla tapahtuu taarapunnitseminen?

28. Ilman paino. Ilma on läpinäkyvää ja sängin kevyttä, senvuoksi eivät ihmiset heti huomanneet, että silläkin on painonsa. Ilman paino voidaan helposti saada selville seuraavalla tavalla.

Otetaan hanalla tai puristimella varustettu lasipallo (kuva 35), suljemme hanan, pumppaamme ilmapumpulla ilman pallosta ja punnitsemme sen jälkeen pallon vaa'alla. Kun nyt avaamme pal-



Kuva 35. Pallo, jonka avulla punnitaan ilmaa.

Ion hanan, syöksyy ulkoilma suhisten palloon ja pallo tulee painavammaksi.

Tasapainon saavuttamiseksi pannaan toiseen vaakakuppiin pikkupunnuksia. Täten saadaan tietää, kuinka paljon lasipallossa oleva ilma painaa.

Punnitsemalla on saatu selville, että 1 litra ilmaa painaa likimäärin 1,29 g.

29. Ominaispaino. Kokemuksesta tiedämme, että yhtäsuuret erilaista ainetta olevat kappaleet painavat eri paljon. Rautapala esimerkiksi on raskaampi yhtäsuurta puupalaa, mutta kevyempi kuin yhtäsuuri lyijykappale.

Lukua, joka ilmaisee, kuinka monta grammaa 1 cm^3 jotakin ainetta painaa, sanotaan tämän aineen ominaispainoksi.

Jos esim. 20 cm^3 valurautaa painaa 146 g, painaa 1 cm^3 valurautaa kahdennenkymmenennen osan siitä, s.o. $146:20 = 7,3$ g. Valuraudan ominaispaino on siis 7,3 g 1 cm^3 ja merkitään

$$7,3 \frac{g}{cm^3}.$$

Ominaispaino ja sen merkitseminen ovat eri asia kuin kappaleen paino, mikä ilmaistaan pelkillä grammoilla, kilogrammoilla jne.

Jonkin aineen ominaispaino määrätään siten, että aineen paino grammoissa jaetaan sen tilavuudella kuutiocentimetreissä.

Lyhennyksessä muodossa voidaan tämä määritelmä kirjoittaa seuraavasti:

$$\text{ominaispaino} = \frac{\text{paino}}{\text{tilavuudella}}$$

Tämä sääntö voidaan merkitä vieläkin lyhemmin. Sitä varten sovimme, että viimeisen määritelmän sanojen asemesta käytetään kirjaimia; painamme mieleemme, että:

d — tarkoittaa ominaispainoa.

P — ” kappaleen painoa grammoissa,

V — ” kappaleen tilavuutta kuutiosentimetreissä.

Ominaispainon määritelmä merkitään siis kirjaimilla täten:

$$d = \frac{P}{V}.$$

Tätä kirjaimilla ilmaistua määritelmää nimitetään ominaispainon kaavaksi.

30. Laboratoriotyö № 7. Tehtävä: opittava käytännössä määräämään erilaisten aineiden ominaispainoa.

Välineet ja työainekset: vaaka, pikkupunnuksia, kumi-rengas, mittalasi, erilaisia pikku esineitä, spriitä ja vettä.

1. Määrää kyseessäolevan esineen paino.

2. Määrää esineen tilavuus.

3. Laske, kuinka paljon 1 cm^3 tätä ainetta painaa (tulos on aineen ominaispaino).

Erehdysten välttämiseksi noudata tarkasti punnitsemissäntöjä.

Laadi saamistasi tuloksista taulukko.

E s i n e	Paino grammoissa	Tilavuus cm^3 :ssä	Paljonko painaa 1 cm^3	Ominais- paino
Sprii				
Rautapala				
Lasipala				
Puupala				

Määrää koko ryhmän saamat keskitulokset.

Kysymyksiä.

1. Mitä nimitetään aineen ominaispainoksi?

2. Kuinka merkitään ominaispaino?

3. Kuinka voidaan käytännössä määrätä ominaispaino?

Harjoitustehtäviä.

1. Mikä on veden ominaispaino?

2. Rautakappaleen tilavuus on 1000 cm^3 ja painaa 7800 g. Mikä on raudan ominaispaino?

3. Määrää lasin ominaispaino, kun 2000 cm^3 lasia painaa 5,2 kg.

4. 500 cm^3 paloöljyä painaa 400 g. Laske paloöljyn ominaispaino.

5. Montako kertaa on elohopea raskaampi samankokoisen vesimäärän painoa? (Katso seuraavaa taulukkoa).

6. Kumpi on raskaampaa, tina tai sinkki?

7. Paljonko painaa 1 cm^3 ilmaa?

8. Montako kertaa on alumiini kevyempää kuin teräs?

31. Ominaispainotaulukko.

Aineen nimi	Ominaispaino	Aineen nimi	Ominaispaino
Kiinteät kappaleet		Kiinteät kappaleet	
Platina	21,4	Ruis	0,8
Kulta	19,3	Kuiva lehtipuu	0,66
Lyijy	11,3	Kuiva havupuu	0,45
Hopea	10,5	Korkki	0,24
Kupari	8,9	Möyheä lumi	0,1
Messinki (kuparin ja sinkin seos)	8,4	Nestemäiset aineet	
Rauta, teräs, valurauta	7,8	Elohopea	13,6
Tina	7,3	Rikkihappo	1,8
Sinkki	7,1	Suolahappo	1,2
Timantti	3,5	Maito	1,03
Graniitti	2,7	Vesi	1,0
Aluminiumi	2,7	Rasva	0,92
Lasi	2,6	Paloöljy, nafta, bentsiini	0,8
Kivi	2,3	Sprii	0,8
Savi	2,2	Eetteri	0,74
Suola	2,1	Kaasumaiset kappaleet	
Tiilikivi	1,8	0° lämpötilassa	
Sokeri	1,6	Ilma	0,00129
Kuiva hiekka	1,5	Vety	0,00009
Kivihili	1,4	Happi	0,00143
Natrium	0,97	Hiilihappo	0,00198
Vaha	0,96		
Jää (0 asteinen)	0,9		
Parafiini	0,90		

32. Kappaleen painon määrittäminen tilavuudesta ja ominaispainosta. Yksinkertaisinta on määrätä veden paino. Veden ominaispaino on $1 \frac{g}{cm^3}$. Kuutiosentimetri vettä painaa 1 g; $15 cm^3$ vettä painaa 15 g; $256 cm^3$ painaa 256 g jne.

Luku, mikä ilmaisee veden tilavuuden kuutiosentimetreissä, ilmaisee myös sen painon grammoissa.

Ratkaisemme nyt seuraavat tehtävät:

1. Kuparipalan tilavuus on $50 cm^3$. Paljonko se painaa?

Ratkaisu. $1 cm^3$ kuparia (katso ominaispainotaulukkoa) painaa 8,9 g, $50 cm^3$ painaa 50 kertaa niin paljon, s. o. $8,9 \cdot 50 = 445 g$.

2. Paljonko painaa 200 g spriiä?

Ratkaisu. $1 cm^3$ spriiä painaa 0,8 g, $200 cm^3$ painaa 200 kertaa niin paljon: $0,8 \cdot 200 = 160 g$.

Saadaksemme tietää kappaleen painon kerroimme me näissä esimerkeissä kappaleen tilavuuden sen ominaispainolla.

Kappaleen paino saadaan siten, että sen tilavuus kerrotaan ominaispainolla.

Lyhyesti voidaan tämä sääntö kirjoittaa seuraavasti:

Kappaleen paino = ominaispaino · tilavuus.

Jos tilavuus on ilmaistu kuutiocentimetreissä, saadaan kappaleen paino grammoissa.

Harjoitustehtäviä.

1. Määrää Iyijyharkon paino, jonka tilavuus on 2000 cm^3 .
2. Määrää rautapalan paino, jonka tilavuus on 120 cm^3 .
3. Raudan valumallin tilavuus on piirustusten mukaan 2350 cm^3 . Paljonko painaa siinä valettu esine?
4. Paljonko painaa tiilikivi, jos sen tilavuus on 2 dm^3 ?
5. Paljonko painaa 5 litraa paloöljyä?
6. Jyvälaarin tilavuus on 1 m^3 . Paljonko painaa siihen mahtuva ruis määrä?
7. Huoneen tilavuus on 125 m^3 . Paljonko painaa siinä oleva ilma?
8. Muistuttele, millä kirjaimilla merkittiin painoa, tilavuutta ja ominaispainoa, ja kirjoita sääntö kappaleen painon määräämisestä kaavan muotoon?

Kysymys.

Kuinka saadaan tietää kappaleen paino, kun tunnetaan sen ominaispaino ja tilavuus?

33. Kappaleen tilavuuden määrääminen painosta ja ominaispainosta. Yksinkertaisinta on määrätä veden tilavuus sen painosta. 1 vesigramman tilavuus on 1 cm^3 , 5 g painoisen vesimäärän tilavuus on 5 cm^3 , 20 g painoisen vesimäärän— 20 cm^3 jne.

Esimerkki № 1. Määrää 390 g painoisen rautakappaleen tilavuus.

Ratkaisu. Koska raudan ominaispaino on $7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, on 7,8 g painoisen rautapalan tilavuus 1 cm^3 .

390 g painoisen rautakappaleen tilavuus on niin monta kuutiocentimetriä, kuinka monta kertaa 7,8 g sisältyy 390 grammaan. $390 : 7,8 = 50$. Rautakappaleen tilavuus on 50 cm^3 .

Esimerkki № 2. Paloöljy painaa 3200 g. Kuinka suuri on sen tilavuus?

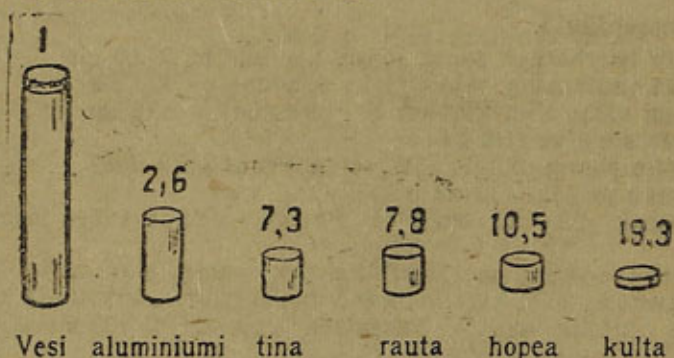
Ratkaisu. Paloöljyn ominaispaino on 0,8; harkitsemalla samalla tavoin kuin edellisessä esimerkissä saamme, että paloöljyn tilavuus on $3200 : 0,8 = 4000 \text{ cm}^3$, eli 4 litraa.

Kappaleen tilavuus saadaan siten, että sen paino jaetaan ominaispainolla.

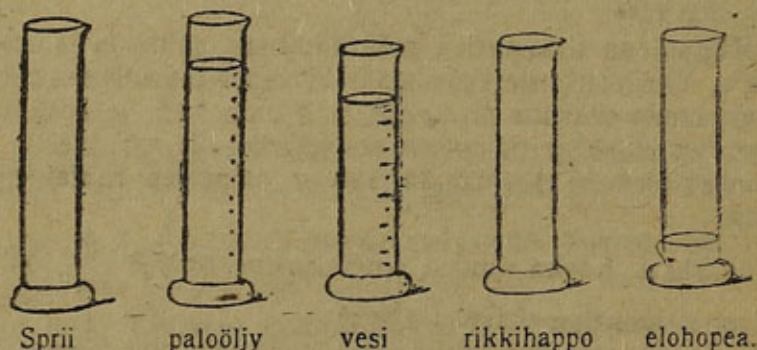
Lyhennyssä muodossa kirjoitamme tämän säännön seuraavalla:

$$\text{Tilavuus} = \frac{\text{paino}}{\text{ominaispainolla}}$$

Jos paino on ilmaistu grammoissa, saadaan kappaleen tilavuus kuutiosentimetreissä.



Kuva 36. Sylinterit ilmaisevat eri aineiden tilavuutta niiden painojen ollessa yhtä suuret.



Kuva 37. Erilaisten nesteiden tilavuus niiden painomäärien ollessa yhtäsuuret. Merkitse, kuinka korkealle tulee tyhjiin mittalaseihin kaataa spriitä ja rikkihappoa.

Harjoitustehtäviä.

1. Laske, kuinka suuren tilavuuden ottaa 129 g ilmaa.
2. Messinkikappale painaa 252 g. Kuinka suuri on sen tilavuus?
3. Lyijykuula painaa 20 g. Mikä on sen tilavuus?

4. Kuinka suuren tilavuuden ottaa 1 kg elohopeaa?
5. Ampäri maitoa painaa 12,36 kg. Mikä on sen tilavuus?
6. Rautakappale painaa 0,078 t. Mikä on sen tilavuus?
7. Kirjoita kaavan muotoon sääntö siitä, kuinka määrätään kappaleen tilavuus, kun sen paino ja ominaispaino tunnetaan.

Kysymyksiä.

1. Kuinka määrätään kappaleen tilavuus, kun tunnetaan sen paino ja ominaispaino?

2. Jos kappaleen paino on ilmaistu grammoissa, missä mitoissa saadaan kappaleen tilavuus?

34. Eri mittojen käyttäminen tehtäviä ratkaistaessa. Me tiedämme jo, että 1 cm³ vettä painaa 1 g;

1 dm³ " " 1 kg;

1 m³ " " 1 t.

Tällöin on meidän helppo määrätä minkä kappaleen paino hyvänsä, jos kappaleen tilavuus on ilmaistu kuutiodesimetreissä tai kuutiometreissä muuttamatta sitä ennen näitä mittoja kuutiosentimetreiksi. Kun kuparin ominaispaino on 8,9, merkitsee se, että tilavuusyksikkö kuparia on 8,9 kertaa raskaampi kuin sama tilavuusyksikkö vettä ja niinmuodoin:

1 cm³ kuparia painaa 8,9 g,

1 dm³ " " 8,9 kg,

1 m³ " " 8,9 t.

1) Esim. Paljonko painaa 10 dm³ kuparia?

Ratkaisu. 1 dm³ kuparia painaa 8,9 kg,

10 dm³ kuparia painaa 8,9 · 10 = kg = 89 kg.

2) Esim. Määrää 20 m³ suuruisen kiven paino.

Ratkaisu. 1 m³ suuruisen kivi painaa 2,3 t,

20 m³ suuruisen kivi painaa 2,3 · 20 = 46 t.

Jos kappaleen tilavuus on ilmaistu kuutiosentimetreissä, saadaan sen paino grammoissa, jos tilavuus on ilmaistu kuutiodesimetreissä, saadaan paino kilogrammoissa, jos tilavuus on ilmaistu kuutiometreissä, saadaan paino tonneissa.

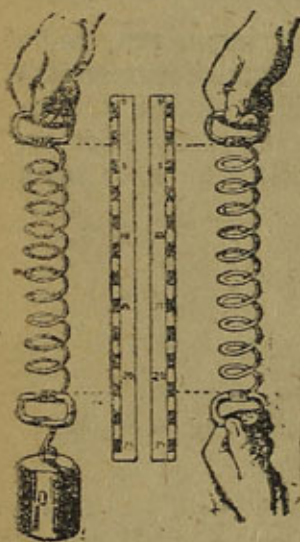
35. Voimien mittaaminen. Painon nostamisessa, tuolin siirtämisessä, peltilevyn leikkaamisessa tarvitaan jännittää lihaksia tahi, kuten sanotaan, käyttää voimaa. Alkeiskäsityksen voimasta saamme me lihastuntemuksista. Siten puhumme me hevosen vetovoimasta ymmärtäen tällä sitä jännitysastetta, missä hevosen lihakset ovat sen vetäessä rattaita.

Me puhumme veturin vetovoimasta, ikäänkuin vertaisimme sitä omien lihastemme jännityksen suuruuteen. Lopuksi, katsellessamme maan ja jonkin kappaleen välistä keskinäistä vetoa, minkä tuloksena kappale putoaa maahan tai painaa maanpintaa, sanomme me, että maan ja kappaleen välillä vallitsee vetovoima, jota nimitämme painovoimaksi.

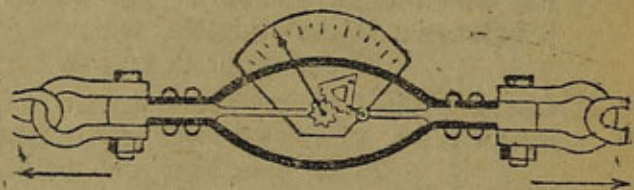
Tapauksissa, jolloin toinen kappale vaikuttaa toiseen — antaa sille sysäyksen, vetää puoleensa, työntää luotaan jne. — jätämme me usein osoittamatta, mikä kappale vaikuttaa toiseen sekä millä tavalla ja sanomme vain, että **mainittuun kappaleeseen vaikuttaa voima**. Ja jos jokin kappale toisen kappaleen vaikutuksesta joutuu liikkeeseen, pysähtyy tai sen liike jollain tavoin muuttuu, sanomme me, että toiseen kappaleeseen vaikuttaa voima, vaikka itse asiassa siihen on vaikuttanut jokin toinen kappale.

Kuinka voidaan mitata voiman suuruutta? Lihastuntemuksemme eivät ole niin tarkkoja, että niiden perusteella voitaisiin määrätä voiman suuruus. Se, mikä yhdestä ihmisestä tuntuu kevyeltä, tuntuu toisesta raskaalta.

Mitatessamme voimia tulee meidän verrata niitä johonkin sellaiseen voimaan,



Kuva 38.



Kuva 39. Dynamometri.

minkä me voimme mitata riittävän tarkasti. Tällainen voima on painovoima eli kappaleen paino.

Voimia mitatessamme tulee meidän käyttää erikoista laitetta. Tällaiseksi laitteeksi kelpaa meille entuudestaan tuttu jousivaaka. Jousivaakan pääosana on jousi. Olkoon mitattavamme oma käsi-voimamme. Sitä varten otamme kierrejousen, pidämme jousen toista päätä liikkumattomana ja vedämme jousen toisesta päästä. Panemme merkille, kuinka pitkäksi jousi venyy jännittäessämme kaikki voimamme. Senjälkeen päästämme jousen pään irti ja ripustamme siihen punnuksia, kunnes jousi on venynyt yhtä paljon (kuva 38). Jos punnusten paino on esim. 10 kg, on myös sen voiman suuruus, jolla me vedimme jouta, 10 kg.

Voimaa voidaan mitata painoyksiköillä: grammalla, kilogrammalla, tonnilla.

Voiman mittauslaitetta nimitetään **dynamometriksi** (kreikan-kielisestä sanasta „dynamos”—voima). Dynamometrit ovat rakenteeltaan erilaisia. Pääosana niissä on kierrejousi tai erikoisen muotoiset metallijouset (kuva 39).

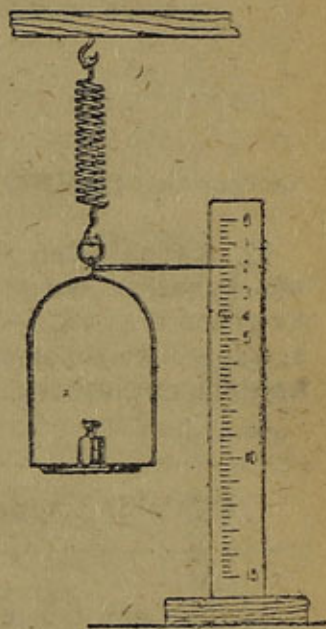
Kuva 40 osoittaa, kuinka dynamometrin avulla mitataan hevosen voimanponnistusten suuruutta hevosen vetäessä rattaita.

36. Laboratoriotyö № 8. Tehtävä: aseteikon laatiminen kierrejousidynamometriin.

Työvälineet: pienempi tukeen ripustettu kierrejousi, minkä alapäässä on viisari, kevyt vaakakuppi, pikkupunnuksia.



Kuva 40. Dynamometrin käyttö vetovoiman suuruutta määrittäessä.



Kuva 41.

Aseta laite, kuten kuva 41 osoittaa, pane vaakakuppiin ensin pieniä painoja ja lisää niitä vähitellen merkiten joka kerta viisarin asento alustalle kiinnitettyyn paperiin.

Pane merkille, missä suhteessa muuttuu jousen venyminen painoa lisättäessä. Minkä suhteellisuuden voit tässä havaita?

Kysymyksiä.

1. Millä mitoilla mitataan voimaa?
2. Miksi nimitetään laitetta, jota käytetään voiman mittaamiseen?
3. Minkävuoksi ei lihastuntemuksiemme mukaan voida tarkkaan määrätä voiman suuruutta?

LÄMMÖN VAIKUTUS KAPPALEESEEN.

37. Kappaleiden kolme olomuotoa. Kaikki kappaleet voivat olla kolmessa olomuodossa: kiinteinä, — rauta, puu, kivi, — nestemäisinä, — elohopea, paloöljy, sprii — kaasumaisina, — ilma, joka ympäröi meitä, hiilihappo, jota poistuu keuhkoistamme uloshengittäessämme.

Kiinteillä kappaleilla on määrätty tilavuus ja muoto.

Asetammepa mustepullon minne hyvänsä, aina pysyy se samana mustepullona, jona se oli pöydällämme. Kun siirrämme kivenmukulan toiseen paikkaan, ei sen muoto ja suuruus siitä lainkaan muutu.

Nesteillä on aivan toiset ominaisuudet.

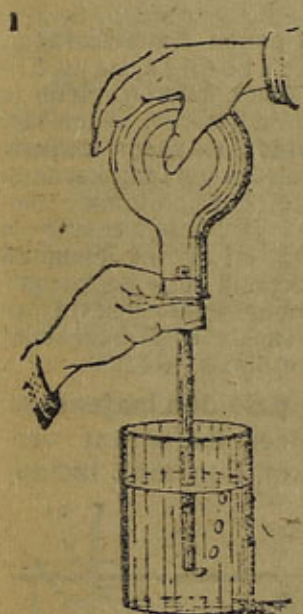
Niin kauan, kun muste oli suuressa pullossa, oli sillä suuren pullon muoto, kaadettaessa pikku pulloon, asettui se tämän sisäpinnan mukaisesti. Kun kaadamme veden lasista pulloon, muuttuu veden muoto, mutta sen tilavuus pysyy yhtä suurena.

Nesteillä ei ole määrättyä muotoa, vaan ne ottavat sen astian muodon, missä ne kulloinkin ovat.

Jos sulje me polkupyörän ilmapumpun aukon ja painamme pumpun mäntää, puristuu pumpussa oleva ilma kokoon. Jalkapalloon voidaan pumpata ilmaa sangen paljon, mutta heti kun avaamme pallon tai pistämme siihen reiän, vuotaa ilma sieltä ulos. Haljenneesta automobiilin kumirenkaasta, kumipallosta,

syöksähtää puristunut ilma samoin ulos. Jos lasten ilmapalloon pistämme pienen reiän, vuotaa kaasua siitä ulos.

Kaasut pyrkivät asettumaan mahdollisimman suureen tilaan.



Kuva 42. Ilman laajeneminen lämmetessä.

havainnollisesti selville, että ilman kylmetessä sen tilavuus pienenee, supistuu.

Lämmetessä ilma laajenee, kylmetessä supistuu.

Kysymyksiä:

1) Mikä ero on kappaleen kiinteän olomuodon ja nestemäisen olomuodon välillä?

2. Missä suhteessa eroaa kaasumainen olomuoto kiinteästä ja nestemäisestä olomuodosta?

3. Esitä esimerkkejä kiinteistä, nestemäisistä ja kaasumaisista kappaleista.

38. Ilman laajeneminen. Otamme keittopullon ja suljemme sen korkilla minkä läpi kulkee lasiputki; laskemme putken pään veteen.

Lämmitämme keittopulloa spriilampun liekissä tai kädellä (kuva 42). Ilma alkaa tulla ulos pullosta kuplina. Ilman määrä pullossa ei ole voinut lisääntyä, niin muodoin on pulloa lämmitettäessä ilman tilavuus suurentunut. Jos jäädytämme keittopullossa olevaa ilmaa, alkaa vesi kohota putkea myöten pulloon. Siten käy



Kuva 43.

39. Nesteiden laajeneminen. Täytämme vedellä keittopullon, suljemme sen korkilla, minkä läpi kulkee lasiputki (43). Panemme kumirenkaan siihen kohtaan lasiputkea, mihin vedenpinta on noussut. Kun sen jälkeen lämmitämme keittopulloa, huomaamme nesteen pinnan putkessa kohoavan. Jäähdyttäessämme pulloa laskeutuu putkessa nesteen pinta.

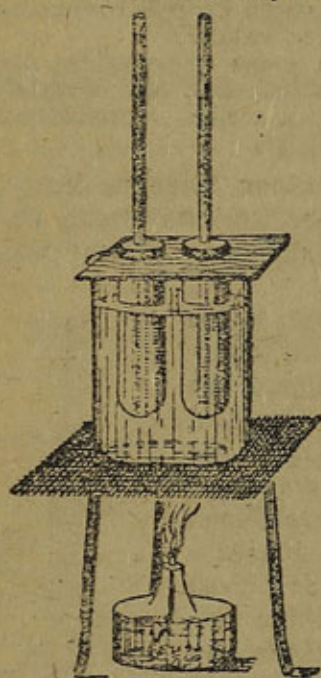
Tämä koe osoittaa, että:

Neste laajenee lämmitessä ja supistuu kylmetessä.

40. Laboratoriotyö № 9. Vertaamme erilaisten nesteiden laajenemista lämmitessä.

Yhtäsuuriin koeputkiin kaadamme yhtä paljon vettä, spriiitä tai paloöljyä (kuva 44) ja panemme putket lasiastiaan, missä on kiehuvaa vettä.

Tarkastamme laajenevatko nämä nesteet yhtä paljon lämmitessään.



Kuva 44. Nesteiden laajenemisen vertaaminen.

Vertaamme nesteen ja kaasun laajenemista. Otamme kaksi yhtäsuurta koeputkea ja suljemme ne korkilla, joiden läpi kulkee lasiputki. Täytämme yhden putken, spriiillä tai paloöljyllä, toiseen putkeen kaadamme pisanan jotakin nestettä. Kiinnitämme molemmat putket yhdessä jalustatelineeseen ja panemme ne lasiin, mikä on täynnä lämmintä vettä. Nestepisaran liikkeestä toisessa koeputkessa sekä nesteen pinnan kohoamisesta toisessa voidaan arvioida nesteen ja ilman suhteellinen laajentuminen.

41. Kiinteiden kappaleiden laajeneminen. Kiinteät kappaleet laajenevat verrattain vähän silloinkin, kun niitä lämmitetään.



Kuva 45. Minkävuoksi muuttuu oljen asento, kun spriiilamppu sytytetään?

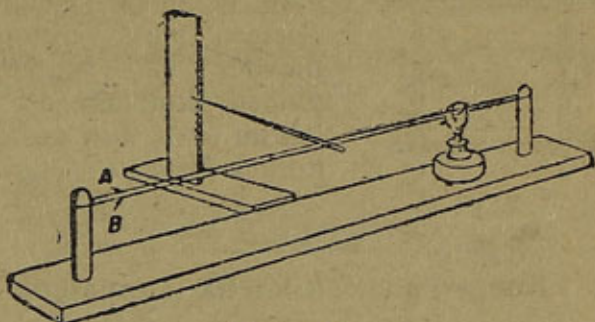
tetään kovasti. Meidän täytyy käyttää erikoista menetelmää, jotta tällainen laajeneminen kävisi huomattavaksi.

Kiinnitämme rautapaukon toisen pään liikkumattomaan alustaan (kuva 45), toisen pään panemme neulalle, joka on pistetty oljen läpi. Kun kuumennamme rautatankoa, pitenee se ja kääntää neulaa. Neulan liikkuminen huomataan oljen asennon muuttumisesta.

Jännitämme kaksi rautalankaa yhdensuuntaisiksi, kuten kuva 46 osoittaa ja panemme kevyen, pitkän paukon lankojen väliin. Kun kuumennamme toista rautalankaa, pitenee se ja paukon pää painuu alaspäin.

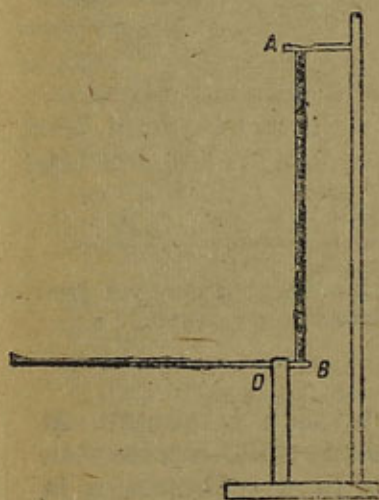
Lakattuamme kuumentamasta lankaa huomaamme, että puikon pää alkaa uudelleen kohota. Kiinnitämme jalustatelineeseen metallitangon AB pystysuoraan asentoon (kuva 47). Tangon alapää nojaa keveän puikon päähän, mikä voi kääntyä pisteen O ympäri. Kuumennettaessa metallitankoa kohoaa puikon pitkä pää ylöspäin.

Tekemiemme havaintojen tuloksena olemme saaneet selville seuraavan:



Kuva 46.

Kiinteät kappaleet laajenevat lämmitessään ja supistuvat jäähtyessään. Kiinteät kappaleet laajenevat ja supistuvat tällöin paljon vähemmän kuin nesteet ja kaasut.



Kuva 47. Metallitangon laajeneminen kuumennettaessa.

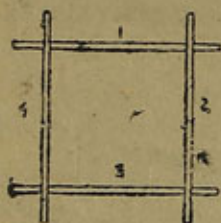
Tarkastakaamme, mitä tapahtuu kiinteässä kappaleessa olevalle reiälle kappaletta kuumennettaessa. Neljästä rautatangosta on muodostettu neliö (kuva 48). Kuumennettaessa pitenevät kaikki tangot. Kun ensimmäinen ja kolmas tanko pitenevät, pitenee samalla toisen ja neljännen tangon välimatka. Mutta nämäkin tangot pitenevät lämmitessään siirtäen vuorostaan ensimmäistä ja kolmatta. Kun tankoja siis kuumennetaan, käy niiden muodostama aukko suuremmaksi.

Kun kappaletta kuumennetaan suurenee siis siinä oleva reikä. Mutta kuinka käy itse kappaleen tilavuuden? Tuleeko pullon tilavuus lämmitettäessä suuremmaksi tai pienemmäksi? Tähän saamme vastauksen seuraavasta kokeesta.

Otamme laitteen, jota käytimme tutkiessamme veden laajenemista lämmitessä (kuva 43) ja lämmitämme laitetta sprilampun yläpuolella.



Ensialuksi vedenpinta keittopullossa alenee hiukan. Senjälkeen alkaa vedenpinta kohota. Tämä johtuu siitä, että ensin lämpeni ja laajeni keittopullo ja senjälkeen vasta alkoi lämmitä ja laajeta pullossa oleva neste. Nesteen pinta ensialuksi aleni, keittopullon tilavuus siis suureni lämmitessä. Nesteen pinnan kohoaminen laskeutumisen jälkeen johtuu siitä, että neste laajenee enemmän kuin kiinteä kappale — lasi.



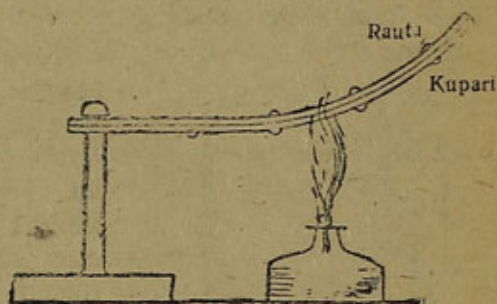
Kuva 48.

Kun erilaisia kiinteitä kappaleita kuumennetaan yhtä paljon, laajenevat ne eri suurissa määrin.

Kuumennamme metallitankoa, mikä on saatu niittaamalla yhteen kapea kupari- ja rautalevy.

Kuumennettaessa taipuu tanko sille puolelle, missä rauta on (kuva 49). Tämä johtuu siitä, että saman verran kuumennettaessa laajenee kupari enemmän kuin rauta. Jäähtyessään taaskin supistuu kupari enemmän kuin rauta, joten tanko taipuu tällöin päinvastaiseen suuntaan sille puolelle, missä on kupari.

Tarkasteltuamme lämmön vaikutusta kiinteisiin, nesteisiin ja kaasumaisiin kappaleisiin, olemme tulleet seuraavaan tulokseen:



Kuva 49. Eri metallit laajenevat lämmitessään eri paljon.

Kaikki kappaleet laajenevat lämmitessään ja supistuvat jäähtyessään. Huomattavimmin muuttuu tällöin kaasujen tilavuus, nesteiden tilavuudet muuttuvat vähemmän ja kiinteiden kappaleiden tilavuuden muutokset ovat aivan vähäpätöisiä.

Kysymyksiä:

1. Kun kappale lämpenee, kuinka käy kappaleen mittasuhteiden?
2. Laajenevatko erilaiset nesteet ja kiinteät kappaleet yhtä paljon?

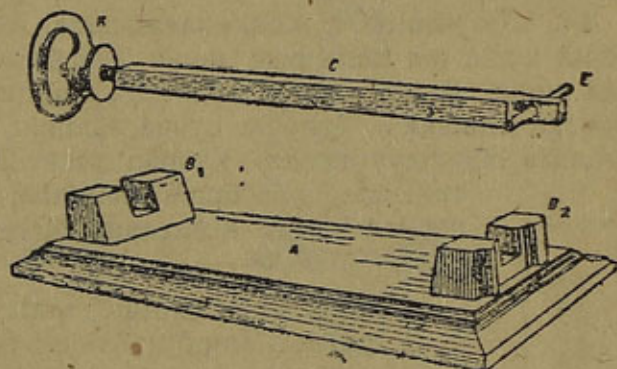
3. Millä kokeilla voidaan osoittaa, että erilaiset kappaleet laajenevat eri suuressa määrin lämmitessään yhtä paljon?

4. Suureneeko tai pieneneekö kappaleessa oleva reikä, kun kappaletta kuumennetaan?

5. Kuinka muuttuu astian tilavuus astiaa lämmitettäessä?

42. Kappaleiden termisen (lämmön aiheuttaman) laajenemisen huomioonottaminen tekniikassa. Kappaleiden laajenemisen ja supistumisen voi-

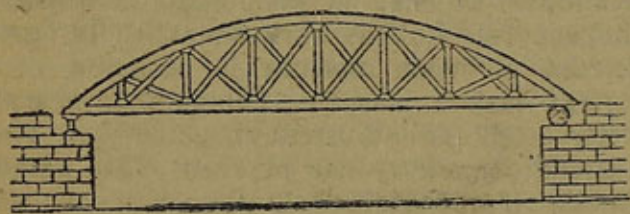
makkuus on sängen huomattava. Lujaan rauta-alustaan *A* kiinnitämme kuumennetun terästangon *C* (kuva 50). Tangon toisen pään kiinnitämme alustaan pak-sulla, pyöreällä valurautavaarnalla *E*, toisen pään mutterilla *K*. Kun tanko jäähtyy, lyhenee se ja valurautainen vaarna katkee.



Kuva 50.

Näin mahtava voima on välttämättä otettava huomioon tekniikassa.

Asetettaessa paikalleen ratakiskoja jätetään niiden päiden väliin pieni rako; suuret sillat kiinnitetään liikkumattomasti vain toisesta päästään, toinen pää lepää pyörivällä alustalla (kuva 51). Höyry-



Kuva 51. Rautatiesilta alustallaan.



Kuva 52. Kompensaattori.

johtoihin liitetään käyristettyjä putkia — kompensattoreita —, joihin putkien piteneminen vaikuttaa kuin jousiin ja höyryjohto säilyy täten eheänä (kuva 52). Joissakin tapauksissa käytetään tekniikassa suoranaisesti hyväksi kappaleiden termisen laajenemisen voimaa: pyörä raudoitetaan vanteen kuumana ollessa, jäähdyttyään puristaa vanne lujasti pyörää.

Koska rauta ja betoni laajenevat yhtä paljon, voidaan rakentaa rautabetonisia rakennuksia.

Kysymyksiä:

1. Minkävuoksi taittui valurautainen tappi edellä kuvatussa kokeessa (kuva 50)?

2. Mitä tapahtuu rataakiskojen väliselle raolle kesällä ja talvella?

3. Jos raudan ja betonin terminen laajeneminen olisi erisuuri, olisiko rautabetoninen rakennus kestävä?

43. Lämpömittari. Koskettaessamme kädellämme lämmittämätöntä uunia me tunnemme uunin kylmäksi. Kun alamme lämmitää uunia, lämpenee se: kylmästä muuttuu se lämpimäksi, sen jälkeen kuumaksi. Sanoilla kylmä, lämmin, kuuma me ilmaisemme erilaisia lämpimyyssasteita. Kylmän uunin lämpötila on alhaisempi kuin lämpimän uunin lämpötila, kuuman uunin lämpötila taaskin on korkeampi lämpimän uunin lämpötilaa.



Kuva 53.
Lämpömittari.

Kappaleen lämpimyyssastetta sanotaan kappaleen lämpötilaksi eli temperatuuriksi.

Kuuman uunin temperatuuri on korkeampi kylmän uunin temperatuuria. Talvella on ulkoilman temperatuuri alhaisempi kuin kesällä.

Kappaleen temperatuurin mittaamiseen käytetään lämpömittaria eli termometriä. Termometriin ¹⁾ kuuluu ohut yläpäästään kiinnijuotettu lasiputki, minkä alaosa muodostaa pyöreän tai soikean säiliön. Säiliön ja osan putkea täyttää elohopea (kuva 53). Temperatuurin kohotessa elohopea laajenee ja lämpömittarin putkessa oleva elohopeapylväs kohoaa korkeammalle. Temperatuurin aletessa elohopea supistuu ja putkessa oleva elohopeapylväs laskee alaspäin. Lämpömittarin putki on kiinnitetty asteikolla varustettuun puulevyyn, toisinaan on asteikko merkitty itse putkeen. Tätä asteikkoa nimitetään lämpöasteikoksi. Jotta voitaisiin verrata toisiinsa eri lämpömittarien ilmoittamia temperatuureja, on sovittu lämpöasteikkojen peruspisteistä.

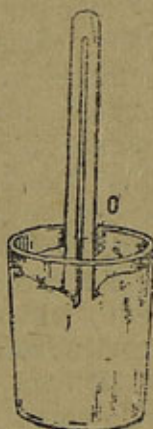
Piste, johon elohopean pinta laskee, kun lämpömittaria pidetään sulavassa jäässä, merkitään 0:lla (kuva 54). Piste, johon elohopean pinta kohoaa kiehuvan veden höyryssä, merkitään luvulla 100 (kuva 55).

¹⁾ Kreikankielisistä sanoista „termos“ — lämmin, „metron“ — mitta.

0:lla ja 100:lla merkittyjen pisteiden väli jaetaan sataan yhtäsuureen osaan, joita nimitetään asteiksi ¹⁾ ja tätä jakoa jatketaan sekä 100° yläpuolelle että 0° alapuolelle. 0° ja 100° nimitetään **lämpömittarin peruspisteiksi**.

0° alapuolella olevia asteita merkitään — merkillä (luetaan: minus). Esim. — 15° luetaan: minus 15 astetta.

Eri tarkoituksiin käytetyissä lämpömittareissa on erisuuri asteikko. Huonelämpömittari täyttää tehtävänsä, kun se ilmaisee 0° ja 50° väliset lämpötilat. Sellaisten lämpömittarien asteikko, joilla mitataan ulkoilman temperatuuria, ilmaisee myös 0 pisteen alapuolella olevia asteita.



Kuva 54. Sulavan jään sekaan pistetty lämpömittari.



Kuva 55. Lämpömittari kiehuvaasta vedestä lähtevässä höyryssä.

Elohopealämpömittarilla ei voida mitata kovin alhaisia lämpötiloja, senvuoksi, että elohopea jäätyy — 39° pakkasessa. Niiden sijasta käytetään spriiilämpömittaria, sprii jäätyy — 115° lämpötilassa.

Huoneen temperatuuria mitatessamme, emme saa ripustaa lämpömittaria uunin lähelle. Mitatessamme ulkoilman temperatuuria on meidän pantava lämpömittari varjoisaan paikkaan, jotteivät auringonsäteet pääsisi lämpömittaria lämmittämään.

Mitatessamme nesteiden temperatuuria, emme saa ottaa lämpömittaria nesteestä katsoaksemme kuinka monta astetta lämpömittari osoittaa, vaan lämpömittari on katsomisenkin ajan pidettävä nesteessä.

Kysymyksiä:

1. Mihin tarkoitukseen käytetään lämpömittaria?
2. Mitä asteita nimitetään lämpömittarin peruspisteiksi?
3. Minkävuoksi ei elohopealämpömittarilla voida mitata alhaisia temperatureja?

1) Latinankielinen sana „gradus“ merkitsee: askele.

44. Kuumemittari Kuumemittarin (kuva 56) asteikko osoittaa asteet 34° ja 43° välillä; näissä lämpötiloissa voi elävä ihmisruumis olla. Ihmisruumiin lämpötilan laskiessa 34° alapuolelle ja kohotessa yli 43° ihminen kuolee. Kun ihmisruumiin lämpötilan tarkka määrittäminen on sängen tärkeä asianhaara sairasta parannettaessa, on kuumemittarin asteikko jaettu kymmenesosa-asteisiin. Jotta astevälit olisivat suuria ja kymmenesosa-asteet voitaisi selvästi erottaa toisistaan, tehdään kuumemittarin elohopeasäiliö huomattavan suureksi, elohopeaputki sensijaan ahtaaksi. Kun elohopea vähäisessäkin määrin lämpenee, kohoaa elohopeapylväs sen johdosta huomattavasti.



Kuva 56.
Kuumemittari.

Kun ihmisruumiin temperatuuria mitataan, pannaan kuumemittari kainaloon kymmenen minuutin ajaksi. Tässä ajassa ennättää elohopeapylväs kohota ja kun kuumemittari otetaan pois kainalosta, ei elohopea painu alas säiliöön. Tämä johtuu siitä, että elohopeaputki pisteen A kohdalla on tehty ahtaammaksi. Laajetessaan kohoaa elohopea helposti ahtaan paikan lävitse, mutta jäähtyessään ei se itsestään voi painua takaisin säiliöön. Kun siis kuumemittari otetaan pois kainalosta osoittaa se edelleen korkeimman, kainalossa saavuttamansa lämpöasteen. Kun tartutaan kuumemittarin päähän ja heilautetaan kuumemittaria kovasti, painuu elohopea takaisin säiliöön. Tavallisissa kemiallisissa lämpömittareissa painuu elohopea itsestään säiliöön.

Kysymys.

Mitkä asteet on merkitty kuumemittarin asteikkoon?

45. Kappaleen olomuotojen muuttuminen lämmön vaikutuksesta. Pane jääpala kemialliseen lasiin ja ala lämmittää sitä. Jää muuttuu vedeksi. Kappale, mikä oli kiinteässä olomuodossa, muuttui lämmitettäessä nesteeksi. Saatu vesi voidaan uudelleen jäähdyttää ja muuttaa kiinteäksi kappaleeksi — jääksi.

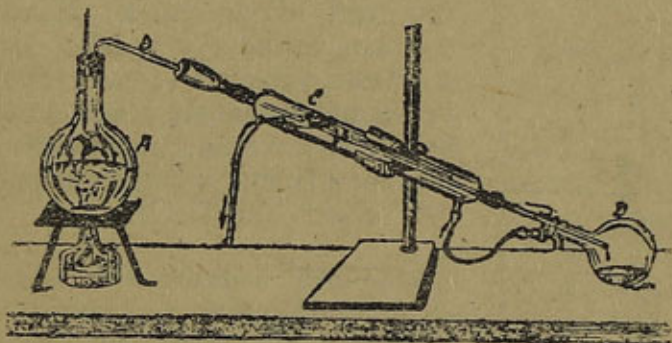
Mutta tätä olotilan muuttumista voidaan vieläkin jatkaa. Jään sulamisesta muodostunut vesi muuttuu kiehutettaessa höyryksi ja häviää kokonaan lasista. Vesi on tällöin muuttunut näkymättömäksi höyryksi (kaasumainen olomuoto).

Huomautamme tässä, etteivät ne valkoiset höyrypilvet, mitkä nousevat kiehuvasta vedestä, ole samaa kuin vesikaasu. Näkyvä vesihöyry on muodostunut pienen pienistä toisiinsa yhtyneistä vesikaasuhiukkasista, yhtyneinä ovat ne jo pieniä ilmassa leijaillevia vesipisaroita. Vesikaasu on läpinäkyvää. Me pääsemme tästä helposti vakuutetuksi tarkastamalla, kuinka kiehuvan teekannun

nokasta tulee höyryä. Aivan nokan vieressä on läpinäkyvä kohta, vesikaasua, senjälkeen alkaa vasta näkyä valkoista vesihöyryä.

Jos kokoaisimme huoneilmassa löytyvän vesihöyryn ja jäähdyttäisimme sen, tiivistyisi se vedeksi.

Ryhdyimme kiehattamaan vettä, mutta emme anna höyryn hajaantua. Sitä varten käytämme laitetta, mikä on esitetty kuvassa 57. Vesi kiehuu keittopullossa *A*. Höyry kulkee pitkin putkea *B*, sitä ympäröi toinen suurempi putki *C*, jossa vuotaa kylmä vesi. Kuuma höyry muuttuu vedeksi kohdatessaan putken kylmät seinämät. Vesi valuu sitä varten asetettuun keittopulloon *D*. Saadun veden voimme me uudelleen jäähdyttää ja muuttaa jääksi.



Kuva 57. Vesihöyryn muuttaminen vedeksi.

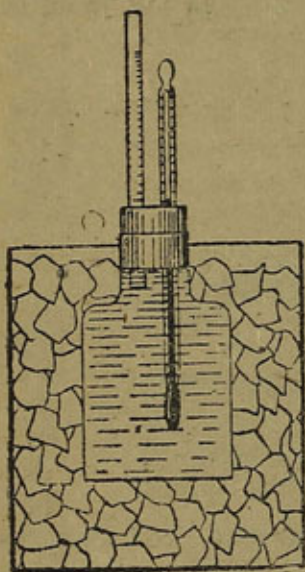
Täten olemme nähneet saman kappaleen olevan kolmessa aivan erilaisessa olotilassa.

Kaikki kappaleet eivät yhtä selvästi muutu toiseen olomuotoon, löytyy sellaisiakin kappaleita, joissa olomuodon muuttuminen tapahtuu vähitellen, huomaamatta. Siten pehmenee keitetty voi vähitellen lämpimässä ilmassa eikä voida huomata tarkkaa rajaa, jolloin kiinteä voi muuttuu nestemäiseksi.

Veden kanssa tekemämme kokeet osoittivat, että sama kappale muuttaa olomuotoaan jos sen lämpötila muuttuu tarvittavaan määrään asti. Kappaleet, mitkä me tavallisesti näemme kiinteässä muodossa, — rauta, rautamalmi, kupari, — muuttuvat nestemäiseen olomuotoon, jos niitä tarpeeksi paljon kuumennetaan. Aivan samoin muuttuvat tuntemamme nestemäiset kappaleet kiinteään olomuotoon, jos niiden lämpötila tarpeeksi paljon alenee. Siten voidaan elohopea ja sprii muuttaa kiinteiksi kappaleiksi. Ilmakin kyetään helposti muuttamaan nesteeksi, vieläpä kiinteäksi kappaleeksi.

46. Kappaleiden olomuotojen muutosten hyväksikäyttäminen tekniikassa. Tekniikassa tarvitaan alituisesti antaa kiinteille kappaleille kulloinkin tarvittava muoto. Kiinteä kappale pyrkii säilyttämään muotonsa, neste sensijaan muuttaa muotoaan helposti. Monissa tapauksissa on senvuoksi metalleja muokattaessa edullista kuumentamisen avulla muuttaa kappale nestemäiseen tilaan. Nestemäisessä tilassa ollessaan kaadetaan metalli sitävarten aikaisemmin valmistettuihin tyhjiin muotteihin. Jäähtyessään säilyttää metalli muotin sisäpinnan muodon.

Kappaleen muuttumista nestemäisestä muodosta kaasumaiseen käytetään tekniikassa veden puhdistamiseksi haitallisista lisäaineista esim. suoloista, joita on liuenneena merivedessä. Muuttuessaan höyryksi irtautuu vesi lisäaineksista. Muuttaessamme puhtaan vesihöyryn vedeksi, saamme me puhdasta, suoloista vapaata vettä. Tällaista veden puhdistamista nimitetään **tislaamiseksi**. Yksinkertaisimman vedentislauslaitteen me näimme muuttaessamme vesihöyryn vedeksi (kuva 57).



Kuva 58.

Kysymyksiä.

1. Minkävuoksi on metallien muokkauksessa toisinaan tarpeellista muuttaa metalli nestemäiseen olotilaan?

2. Mitä on tisläminen?

47. **Veden termisen laajenemisen erikoisuus.** Otamme keittopullon, suljemme sen korkilla, jonka läpi kulkee ohut lasiputki (kuva 58). Täytämme keittopullon värjätyllä vedellä ja panemme astian lumen tai jään sekaan. Vedenpinta putkessa alkaa

painua alas ilmaisten, että veden tilavuus pienenee lämpötilan aletessa. 4° lämpöisenä on vesi saavuttanut alimman kohtansa putkessa. Veden edelleen kylmetessä alkaa vedenpinta kohota ilmaisten, että jäähtyessään 4 asteesta 0 :aan vesi laajenee.

4° lämpimän veden tilavuus on kaikkein pienin.

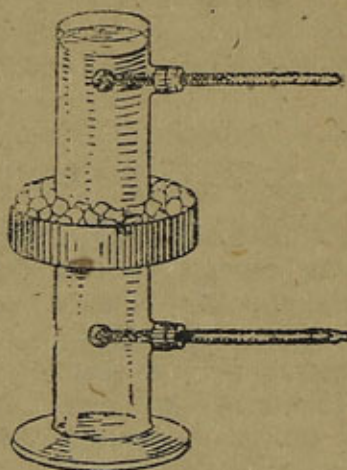
Teemme vielä kokeen. Sylinterinmuotoisen astian sivupinnalla on eri korkeudella kaksi aukkoa (kuva 59). Kumpaankin aukkoon on pantu lämpömittari. Astiaan on kaadettu vettä. Astian keskikohdalla on laite, johon pannaan jäätä. Jään vaikutuksesta

alkaa vesi astiassa jäähtyä ja lämpömittareista me seuraamme jäähtymisen kulkua. Alin lämpömittari näyttää ensialuksi alempia lämpöasteita ilmaisten, että jäähtynyt vesi laskeutuu pohjaan, mutta 4° alkaen näyttää ylempi lämpömittari alempia lämpöasteita. Tämä ilmaisee sitä, että veden edelleen jäähtyessä ei kylmempi vesi laskeudu pohjaan vaan pysyy pinnalla.

Veden laajenemisen erikoisuudella on sangen tärkeä merkitys kalojen säilymiselle talven aikana. Vesi jäätyy talvella pinnalta, mutta ei jäädy pohjaan asti. Siellä pysyy veden temperatuuri 4° jäätymäpisteen yläpuolella.

Kysymyksiä.

1. Mitä sisältyy veden termisen laajenemisen erikoisuuteen?
2. Kuinka asettuvat veden jäähtyessä vesikerrokset, joiden temperatuuri on erilainen?



Kuva 59.

48. Veden kiertokulku luonnossa. Vesi muuttuu höyryksi muulloinkin kun kiehuessaan. Jos kaadamme vettä lautaselle, huomaamme jonkun hetken kuluttua veden vähenneen. Osa vettä on haihtunut — muuttunut höyryksi. Haihtuminen tapahtuu nopeammin veden lämmitessä esim. auringonsäteiden vaikutuksesta. Kun merien ja suurten järvien pintakerrokset lämpenevät auringonpaisteen vaikutuksesta, kohoaa niistä suunnaton määrä vesihöyryä. Vesihöyryhiukkaset yhtyvät pieniksi pisaroiksi muodostaen pilviä, joita tuulet ajelevat. Korkealle kohonneet vesihöyryjoukkioit muuttuvat jäähtyessään vedeksi ja putoavat alas sateena. Kun sadevesi lankee korkeille paikoille, muodostuu siitä puroja ja jokia. Sateet pitävät vedenpinnan puroissa ja joissa korkeammalla tai matalammalla.

KIINTEÄT KAPPALEET.

4). Kiinteän kappaleen muodon muuttaminen. Työskennellessäsi verstaassa olet huomannut, kuinka voimia kysyvää on rautakappaleen viilaaminen, yksinpä puun höylääminen. Olet kaikei joskus nähnyt, kuinka raskasta työtä on raudan takominen, prässäminen, valssaaminen.

Tutkimalla kiinteiden kappaleiden ominaisuuksia olemme tulleet seuraaviin johtopäätöksiin:

Kiinteä kappale säilyttää muotonsa.
Osasien irrottamiseksi kiinteästä kappaleesta tarvitaan käyttää voimaa. — Voimaa käyttämällä voidaan muuttaa kiinteän kappaleen tilavuutta ja muotoa.

Sen perusteella, että kiinteillä kappaleilla on tällaiset ominaisuudet, on mahdollista valmistaa erilaisia esineitä, koneenosia ja kokonaisia koneita. Toiselta puolen vaikeuttavat nämä samat ominaisuudet kiinteiden kappaleiden muodon muuttamista. Kiinteän kappaleen osaset ovat lujasti kiinni toisissaan. Osasia irrottettaessa toisistaan, samoinkuin niiden keskinäistä asemaa muutettaessa, täytyy käyttää voimaa.

Kumipalaa voidaan rutistaa, venyttää, taivuttaa, kiertää, vieläpä repiä rikki, mutta tähän tarvitaan ehdottomasti käyttää voimaa. Aivan samoin kuin venyy kumilanka, johon on ripustettu raskas punnus, venyy myös köysikin, jonka avulla nostetaan raskasta kuormaa.

Köyden venymistä on kyllä vaikeampi huomata kuin kumilangan venymistä senvuoksi, että köysi venyy paljon vähemmän.

Ellei köysi, jolla nostetaan raskasta kuormaa, ole kyllin luja, voi kuorman paino katkaista sen.

Rakennuksen ylemmät kerrokset painavat alempia, mitkä tämän paineen johdosta puristuvat kokoon, voivatpa kuormi-

tuksen ollessa liian suuren, murtuakin. Palkit, joihin kuormitus vaikuttaa, taipuvat.

Vaunujen puskureissa olevat kierrejouset puristuvat kokoon ja pitämällä vaunuja toisistaan erossa estävät ne vaunut törmäämästä yhteen. Vaunujen kytkimet venyvät junan liikkeessa ja jos juna on liian pitkä, kuormitus liian suuri, voivat kytkimet taittua. Höyrylaivan pitkä potkuriakseli voi kiertyä laivan kulkiessa.

Voiman vaikutuksen alaisena voi kappale muuttaa muotoaan, vieläpä särkyäkin. Kappaleen muodonmuutosta nimitetään deformatioksi.

Kuormitusta, mikä kappaleella on särkymishetkenään, sanotaan **ylikuormitukseksi**.

Kysymyksiä.

1. Missä suhteessa eroaa kiinteä kappale nesteestä?
2. Minkävuoksi on vaikea irroittaa kiinteän kappaleen osasia toisistaan?
3. Mitä tarkoitetaan deformatiolla?
4. Esitä esimerkkejä tuntemistasi deformatioista.
5. Mitä nimitetään ylikuormitukseksi?

50. Kimmoisuus. Voimaa käytettäessä muuttaa kumipala muotoaan. Kun voiman vaikutus lakkaa, ottaa kumi jälleen entisen muotonsa.

Sitä kappaleen ominaisuutta, että se voiman vaikutuksesta muuttaa muotoaan ja palautuu takaisin alkuperäiseen muotoonsa kun voiman vaikutus on lakanut, nimitetään kimmoisuudeksi.

Muodonmuutosta, mikä häviää silloin kun sen aiheuttaneen kappaleen vaikutus lakkaa, nimitetään kimmoiseksi deformatioksi. Jos riippuvaa kierrejousta, jonka päähän on kiinnitetty vaakakuppi, kuormitetaan asettamalla vaakakuppiin punnuk-sia, huomataan, että jousi pitenee. Niin pian kun otamme pois kuormituksen, lyhenee jousi vetäytyen takaisin alkuperäiseen pi-tuuteensa. Panemalla merkille jousen pidentymisen kuormitet-taessa huomataan, että **jousen piteneminen riippuu kuormituk-sen suuruudesta**. Otaksutaan, että 100 g kuormituksen johdosta jousi pitenee 2 mm, pitenee se 200 g kuormituksesta 4 mm 300 g kuormituksesta 6 mm.

Jousi pitenee yhtä monikertaisesti kuinka monikertaiseksi lisääntyä jousen kuormitus.

Lisäämällä yhä jousen kuormitusta, voi tapahtua siten, ettei jousi kuormituksen poistettua vetäydykään takaisin alkuperäiseen asentoonsa, vaan jää jonkun verran pitemmäksi.

Sellaista muodonmuutosta, mikä säilyy senkin jälkeen, kun sen aiheuttaneen kappaleen vaikutus lakkaa, nimitetään pysyväksi deformatioksi.

Kappaleita, jotka verrattain pienen voimankäytön lakattua säilyttävät uuden saamansa muodon, nimitetään plastillisiksi (esimerkkejä: savi, vaha, lyijy).

Kappaleita, jotka huomattavien muodonmuutosten jälkeen palaavat takaisin alkuperäiseen muotoonsa nimitetään kimmoisiksi (esimerkkejä: kumi, teräs).

Kimmoisia kappaleita, jotka vähäpätöisten muodonmuutosten johdosta särkyvät, nimitetään hauraiksi (lasi).

Täydellisesti kimmoisia kappaleita ei löydy; määrättyjen ehtojen vallitessa jää kaikkien kappaleiden muodonmuutos pysyväiseksi.

Koneita konstruoitaessa lasketaan tarkkaan jokaisen pikkuosankin kestävyys, jottei siihen vaikuttava voima koneen käytössä saisi aikaan pysyvää muodonmuutosta. Vain sellaisessa tapauksessa täyttää jokainen koneenos tarkoituksensa, kun sen muoto koneen käymisestä huolimatta säilyy sellaisena, jollaiseksi se muovattiin konetta rakentaessa. Jos koneenos muuttuu, on se käyttökelvoton. Otaksutaan, että hammasrattaan hampaat paineen vaikutuksesta vääntyvät. Ensialuksi toimii hammasratas tällöin huonosti, lopulta hampaat kokonaan murtuvat ja ratas lakkaa työskentelemästä.

Kysymyksiä.

1. Mitä nimitetään kimmoisuudeksi?
2. Esitä esimerkkejä kimmoisista kappaleista.
3. Mitä tarkoitetaan pysyvällä deformatiolla?
4. Mikä on ero kimmoisen deformationin ja pysyvän deformationin välillä?
5. Minkälaisia kappaleita nimitetään plastillisiksi?
6. Minkävuoksi ei hammasrattaita valmisteta lyijystä?
7. Minkävuoksi lasia voidaan nimittää kimmoiseksi kappaleeksi?

8. Lasi ja kumi ovat molemmat kimmoisia kappaleita, mutta niiden välillä on niin suuri ero; että lasia nimitetään hauraaksi kappaleeksi. Selitä näiden kappaleiden välinen eroavaisuus.



9. Kun kierrejouseen asetettiin 300 g kuormitus, piteni se 9 mm. Paljonko pitenee jousi 400 g kuormituksen alaisena?

10. 600 g suuruisen kuormituksen alaisena oli jousen pituus 200 mm, 400 g kuormituksen alaisena oli sen pituus 190 mm. Kuinka pitkä on jousi 500 g kuormituksen alaisena?

51. Laboratoriotyö № 10. Tutkitaan eri aineiden kestävyyttä.

Kiinnitä jalustatelineeseen paperossipaperilevy, minkä alaosan on ripustettu vaakakuppi (kuva 60). Asettamalla vaakakuppiin pikkupunnuksia määrää:

1. Kuinka suuren kuormituksen alaisena paperilevy repeytyy?

2. Ota selville, riippuko ylikuormituksen suuruus paperilevyn leveydestä.

3. Määrää kuinka suuri on eri paperilajien ja tinapaperin ylikuormituksen suuruus käyttämällä koko ajan kokeissasi yhtä leveitä ja paksuja paperiliuskoja. Riippukoylikuormituksen suuruus tutkittavan paperin raaka-aineesta?

4. Ota selville, minkä kuormituksen alaisena katkee lanka, sangen ohut rautalanka.

Kuva 60. Eri aineiden ylikuormituksen tutkiminen.

Jotta voitaisiin verrata keskenään eri aineiden kestävyyttä, määrätään, kuinka suuri voima tarvitaan kustakin aineesta tehtyjen tankojen katkaisemiseen, joiden poikkileikkauspinta on 1 cm².

Tutkimusten tulokset esitetään seuraavassa taulukossa:

Rauta	3300 — 4500	Lyijy	135
Teräs	5000 — 20000	Mänty	790
Valurauta	1200 — 32000	Tammi	965
Kupari	2000 — 3800	Hamppuköysi	500 — 1350

Taulukko ilmaisee, kuinka monen kilon kuormituksen alaisena taittuu näistä aineista valmistettu tanko, jonka poikkileikkauspinta on 1 cm².

52. Paine. Suksilla voimme me hiihtää pitkin möyheätä lunta vajoamatta lumeen. Selvitämme tämän ilmiön. Seisommepa me lumella suksien päällä tai ilman suksia painamme me kummassakin tapauksessa lunta. Mutta suksia käyttäessämme levenee ruumiimme painon aiheuttama paine koko sille lumipinnalle, minkä sukset peittävät, seisossamme lumella ilman suksia jakaantuu ruumiimme paino jalkapohjiemme peittämälle lumenpinnalle. Sukkien pohjapinta on likimäärin 20 kertaa niin suuri kuin jalkapoh-

jamme. Käyttäessämme suksia tulee jokaisen neliösentimetrin suuruiselle osalle lumenpintaa vain kahdeskymmenes osa siitä paineesta, mikä vaikuttaa neliösentimetrin suuruiselle alalle seisoesamme lumella ilman suksia. Suksilla seisoesamme on siis jokainen pintayksikkö lunta pienemmän paineen alainen ja senvuoksi ei lumi upota.

Sanalla „paine“ tarkoitetaan voimaa, mikä kohtaa jokaista neliösentimetrin suuruista paineen alaista pinnan osaa.

Jos esim. 100 cm^2 suuruiseen pintaan vaikuttaa 300 kg voima, tulee jokaisen neliösentimetrin osalle 3 kg . Tällöin sanomme me, että paineen suuruus on 3 kg 1 cm^2 kohden, ja merkitään $3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$.

Sama tiilikivi aiheuttaa erisuuren paineen riippuen siitä, kuinka se on asetettu jollekin pinnalle.

Jos asetamme tiilen lappeelleen, jakaantuu tiilikiven 4 kg suuruinen paino 350 cm^2 suuruiselle pinnalle ja paine saadaan suorittamalla seuraava lasku:

$$\frac{4000 \text{ g}}{350 \text{ cm}} = 11,4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2}.$$

Jos asetamme saman tiilikiven kylelleen, jakaantuu sen paino 175 cm^2 suuruiselle pinnalle ja paine on tällöin $22,8 \text{ g}$ jokaista neliösentimetriä kohden. Asettaessamme tiilen päälleen, minkä pinta on 84 cm^2 , on paineen suuruus 47 g 1 cm^2 kohden. Jos joka kerta olemme asettaneet tiilen hiekalle, ei ensimmäisellä kerralla jää hiekkaan melkeinpä mitään jälkeä tiilen aiheuttamasta paineesta, toisella ja varsinkin kolmannella kerralla sensijaan painuu hiekka huomattavasti.

Jokainen tuki voi kestää tarkasti määrätyn paineen. Jos paine tulee tätä määrää suuremmaksi, murtuu, särkyä kappale.

Kuorman aiheuttaman paineen vähentämiseksi lisätään tukipinnan suuruutta.

Päinvastoin voidaksemme määrätyllä voimalla synnyttää mahdollisimman suuren paineen, on meidän jaettava tämä voima kohtaamaan mahdollisimman pientä pinta.

Kysymyksiä.

1. Mitä nimitetään paineeksi?

2. Voidaanko 5 kg voimalla synnyttää $10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ suuruinen paine? Kuin-

ka tämä voidaan saada aikaan? Voidaanko 5 kg voimalla synnyttää $50 \frac{kg}{cm^2}$ suuruinen paine?

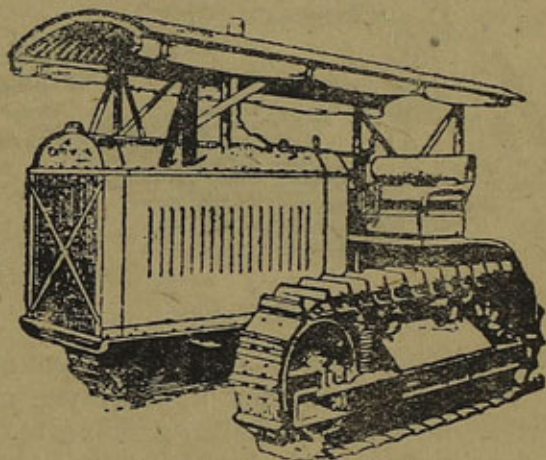
3. Kuinka lasketaan jonkin voiman aiheuttaman paineen suuruus?

4. Pöydällä on 10 kg punnus. Kuinka suuren paineen se synnyttää, jos punnuksen pohjapinta on $50 cm^2$?

5. Kävelevä ihminen nojaa joka hetki maahan toisella jalallaan, jalan pohjapinta on noin $150 cm^2$. Laske, kuinka suuren paineen synnyttää henkilö, joka painaa 64 kg.

6. Traktori painaa 2200 kg ja sen kummankin telavyön tukipinta (katso kuvaa 61) on yhteensä $6400 cm^2$. Laske, kuinka suuren paineen aiheuttaa traktori maanpintaan. Vertaa tämän paineen suuruutta kävelevän ihmisen synnyttämään paineeseen. Kumpi on suurempi?

53. Telavyötraktori. Olet kaikesti nähnyt telavyötraktorin, mikä ei lepää pyörillä kuten automobiili tai tavallinen pyörätraktori, vaan erityisillä etu- ja takapyörrien ympäri kiertävillä telavöillä, joiden liike muistuttaa hiukan toukan matelemista. Telavyön ulkopinnassa on vyön levyiset hampaat (kuva 61) ja traktorin liikkuessa täyttävät telavyöt tavallaan saman tehtävän kuin ratakiskot. Pyörät, joilla lepää koko traktorin paino, pyörivät telavöiden pinta alustanaan. Siten traktori itse laskee kulkiessaan omat kiskonsa ja korjaa ne taas pois.



Kuva 61. Telavyötraktori.

Telavyö kulkee, kuten sanottu etu- ja takapyörän ympäri. Traktorin takimmainen pyöräpari saa liikevoimansa moottorista ja kumpikin takapyörä panee liikkeelle oman telavyönsä. Kummankin telavyön liike on riippumaton toisesta ja traktori voi senjohdosta tehdä käännöksiä.

Traktorin liikkuessa kiinnittää telavyö sen tiukasti maahan hampaiden avulla, estää traktori luisumasta, joten traktori voi vetää raskaita kuormia. Toiselta puolen voivat traktorit, jotka painavat yli 2000 kg telavöittensä avulla kulkea minkälaisilla teillä hyvänsä, vieläpä tietömissäkin paikoissa. Kun vertaamme telavyötraktorin aiheuttamaa painetta maanpintaa vastaan kävelevän ihmisen synnyttämään paineeseen, on edellisen aiheuttama paine pienempi kuin jälkimmäisen.

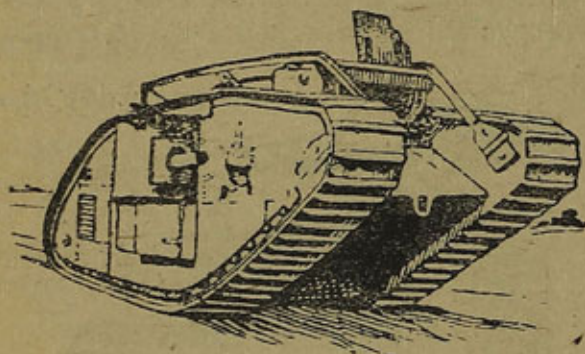
Tällainen traktori kulkee yhtä hyvin puusilta ja kovaksi kivettyä viertotietä pitkin kuin viljelyspellolla.

Kysymys.

Kumpi jättää tiehen syvemmän jäljen, automobiiliko tai telavyötraktori?

54. Tankki. Telavyötraktorin ominaisuudet — suuri vetovoimakkuus ja vähäinen riippuvaisuus teitten laadusta — ovat tehneet sen sangen arvokkaaksi sotalaitokselle: sen avulla kuljetetaan tykkeitä, ihmisiä, koneita, kaivetaan ampumahautoja jne.

Telavyötraktorin kyky liikkua tiettömillä paikoilla melkein minkälaisella maaperällä hyvänsä herätti eräässä englantilaisessa insinöörissä ajatuksen muuttaa traktori taistelukoneeksi. Se ympäröitiin kuulia läpäisemättömällä teräspanssarilla ja sisään asetettiin konekivääri



Kuva 62. Tankki.

Tällaista sotakonetta alettiin nimittää tankiksi.

Tankkeja valmistetaan kolmenlaisia. Pienet, „kevyet“ tankit ovat asetetut yhdellä konekiväärillä tai yhdellä pienellä tykillä;

kevyt tankki painaa 5—7 t. „Keskikokoiset“ tankit ovat paksun panssarin suojaamat kuin kevyet, niiden asestuksena on yksi tykki ja 5—6 konekivääriä ja painavat 10—13 t. „Raskaat“ tankit ovat peitetyt 55 mm paksuisella panssarilla, niiden asestuksena on yksi tykki ja joitakin konekiväärejä. Tällainen tankki painaa 50—70 t.

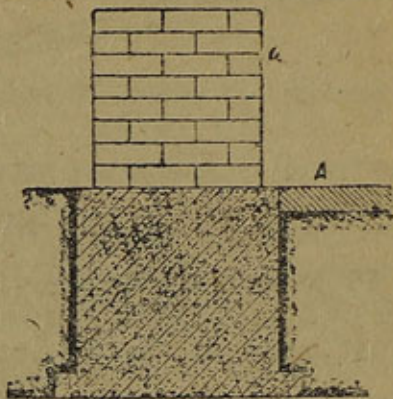
Vaikkakin tankki painaa paljon, ei sen synnyttämä paine maan pintaa vastaan ole suurempi kuin kävelevän ihmisen aiheuttama paine. Tämä riippuu siitä, että tankin telavöiden maatakoskettava pinta on laaja. Uusimpien telavyötankkien aiheuttama paine on siinä määrin vähäinen, että ne voivat helposti kulkea lumella, sekä suoperäisellä seudulla, jossa ihminen ei voi liikkua.

Voimakkaan moottorinsa, suuren kokonsa ja erinomaisen kiinnityksensä vuoksi maaperään voi tankki kaataa tiellään kohtaimia esteitä: piikkilankaesteitä, kiviaitoja, pienempiä rakennuksia vieläpä joltisenkin paksuja puita.

Kysymys.

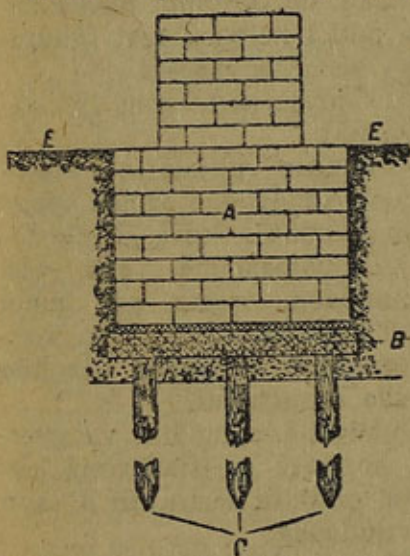
1. Minkävuoksi tankki voi liikkua lumella?

55. Perustus. Jokainen maaperä kestää määrätyn suuruisen paineen. Jos paine tulee suuremmaksi, painuu maaperä, siirtyä aiheuttaen halkeamia ja murtoja samalla kohdalla rakennuksen seinissä. Tämä asianhaara täytyy rakennuksia suunniteltaessa ottaa tarkkaan huomioon. Ensinnä on huolellisesti tutkittava sen paikan maaperä, johon rakennus aiotaan pystyttää. Tämä on tärkeätä varsinkin monikerroksisia rakennuksia rakennettaessa. Jokainen ylempi tiilikivi painaa alempia. Rakennuksen korkeus on suunniteltava siten, etteivät alemmat tiilet ylempien painosta murtuisi ja että maaperä kestäisi sitä kohtaavan paineen.



Kuva 63. Rakennuksen perustus.

Näiden syiden vuoksi kaivetaan maahan aiotun rakennuksen



Kuva 64. Betonilaatalle laskettu perustus. Maaperä on lujitettu paalujen avulla. Kuvassa näkyvät vain pitkien paalujen päät. Jos paalut olisi esitetty kokonaisina, olisi kuva tullut liian suureksi.

seinien kohdalle syvä uoma kovaan maaperään asti tahi ainakin niin syväälle, että sille rakennettu alusta kykenee kannattamaan koko rakennuksen. Tällaiset alustat tehdään kivistä, jotka liitetään toisiinsa sementtilaastilla, puurakennuksia varten voidaan alustat tehdä tiilistä. Näitä alustoja nimitetään rakennuksen perustuksiksi. Kuvassa 63 me näemme, että perustuksen alin osa on leveämpi, rakennuksen tukipinta on sen johdosta suurempi. Pehmeillä maaperillä, joihin ei voida laskea raskasta perustusta, pystytetään rakennukset leveille rautabetonisille laatoille tahi upotetaan maahan rautabetonisia paaluja (kuva 64).

NESTEISTÄ.

56. Nesteiden kokoonpuristuvaisuus. Kiinteän kappaleen osat ovat lujasti kiinni toisissaan, minkävuoksi kiinteä kappale säilyttää muotonsa. Usein täytyy käyttää suurtakin voimaa, ennenkun kiinteä kappale muuttaa muotoaan. Nesteillä on aivan toiset ominaisuudet.



Kuva 65.

Pistämme lyijykynän lasiin, jossa on vettä ja nostamme sen taas pois.

Lyijykynään on tarttunut pieniä vesipisaroita, mitkä helposti ovat irtautuneet lasissa olevasta vedestä.

Valamme kapeaan mittalasiin 100 cm^3 vettä (kuva 65).

Vesi otti kapean mittalasin sisäpinnan muodon. Kaadamme saman veden leveämpään mittalasiin (kuva 65, oikeanpuoleinen). Huomaamme, että vesi muutti muotoaan, mutta sen pinta asettui luvulla 100 merkityn viivan kohdalle; **niinmuodoin ei veden tilavuus kaadettaessa muuttunut.**

Vaikkapa panemme veden hyvin toimivalla männäliä varustettuun sylinteriin ja painamme mäntää, koettaen puristaa vettä pienempään kokoon, emme sittenkään onnistu saamaan aikaan huomattavaa muutosta nesteen tilavuudessa.

Erikoisen voimakkaan paineen vaikutuksesta neste tosin jonkun verran puristuu kokoon, mutta tämä tilavuuden pienennys on siksi vähäpätöinen, että käytännöllisessä elämässä voimme pitää nesteiden olevan kokoonpuristumattomia.

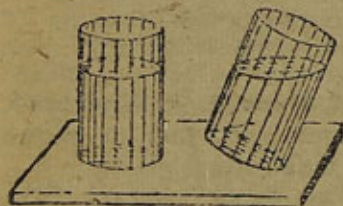
Kysymyksiä.

1. Mitä erikoisominaisuuksia on nesteillä?
2. Millä tavalla voit osoittaa nesteillä olevan toisia ominaisuuksia kuin kiinteillä kappaleilla?

57. Nesteen vapaa pinta. Asetamme pöydälle lasisen valokuvauslevyn ja sille pienen pyöreän metallipallon. On sangen vaikea saada pallo pysymään paikallaan; asetamme sen mihin kohtaan hyvänsä, aina se pyrkii vierimään pois lasilta milloin mihinkin päin. Tämä johtuu siitä, että asettaessamme lasilevyn pöydälle umpimähkään tulemme me asettaneeksi sen hiukan kaltevaan asemaan. Pallo vierii pitkin kaltevaa pintaa.



Kuva 66. Vesipisara kaltevalla lasilevyllä.



Kuva 67.

Asettamalla pieniä tulitikuista tekemiämme kiilasia lasilevyn alle voimme saada lasilevyn sellaiseen asentoon, että pallo pysyy paikallaan. Lasilevy on luonnollisesti tällöin vaakasuorassa.

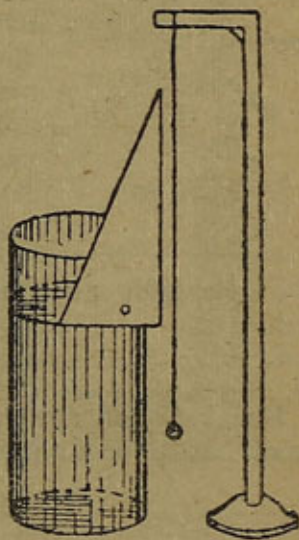
Poistamme pallon lasilevyiltä, panemme levyn kämmenellemme ja kaadamme sen keskikohdalle mahdollisimman paljon vettä¹⁾.

Kallistamalla lasilevyä huomaamme veden virtaavan alaspäin siten, että alempana on paksumpi kerros kuin ylempänä (kuva 66). Jos asetamme levyn vaakasuoraan asentoon, ei vesi vuoda mihinkään, vaan asettuu lasilevyille yhtä paksuna, tasaisena kerroksena.

Kaadamme vettä useampaan lasiin ja tarkastamme veden pintaa niissä. Josakin lasissa voi vedenpinta olla korkeammalla kuin toisessa, mutta joka lasissa on nesteen pinta asettunut saman suuntaiseksi.

Kallistaessamme yhtä lasia (kuva 67) huomaamme, että kallistettaessa muuttuu vesi muotoaan, mutta sen pinta pysyy kuitenkin samansuuntaisena toisissa lasseissa olevan vedenpinnan kanssa. Koskapa neste ei liiku mihinkään päin, merkitsee, se, että nesteen pinta on vaakasuora.

Ripusta lasin viereen luotilanka (kuva 68) ja pane nesteen pinnan kohdalle kulmaviivotin. Jos kulmaviivotin toinen sivu on samansuuntainen nesteen pin-



Kuva 68.

¹⁾ Lasilevyn reunojen tulee olla kuivat.

nan kanssa, on toinen sivu yhdensuuntainen luotilangan kanssa.

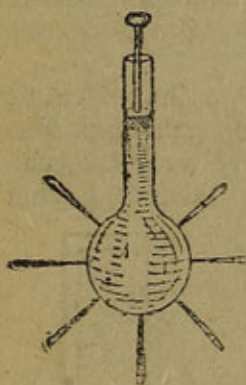
Nesteen pinta on siis kohtisuora luotiviivan kanssa.

Liikkumattoman nesteen vapaa pinta on vaakasuora.

Kysymyksiä.

1. Minkälainen on liikkumattoman nesteen pinta?
2. Minkälainen on vedenpinta joessa?
3. Minkävuoksi katukäytävät ja ajotie tehdään kalteviksi?
4. Muuttuuko nesteen pinta lasissa kun lasia kallistetaan?

58. Paineen leviäminen kiinteässä kappaleessa ja nesteessä. Jos asetamme lasiin puupalan ja painamme sitä, jatkuu paine siihen osaan lasin pohjaa, jota puupala koskettaa.



Kuva 69.

Lasin sivupintoihin ei paine vaikuta. Jos painamme puupalaa kyllin voimakkaasti, voi lasin pohja murtua, mutta sivupinnat jäävät eheiksi.

Kuva 69 esittää lasiastian, jonka pallonmuotoiseen osaan on tehty pieniä aukkoja. Kun kaadamme astiaan vettä ja painamme mällä vedenpintaa, valuu vesi suihkuina ei ainoastaan astian alimmasta, vaan myös sivuilla olevista, vieläpä ylimmistä aukoista.

Kun täytämme kumipussin vedellä ja painamme pussin kylkeen, huomaamme, että kaikki pussin seinämät venyvät yhtä paljon.

Nesteen pintaan vaikuttava paine leviää nesteessä kaikkiin suuntiin.

Ranskalainen oppinut Pascal, joka tutki paineen leviämistä nesteissä, esitti tutkimuksensa tulokset seuraavan lain muodossa:

Suljetussa astiassa olevan nesteen pintaan vaikuttava paine leviää nesteessä kaikkiin suuntiin yhtäsuurena voimana, niin että jokainen pintayksikkö (cm^2) on yhtäsuuren paineen alaisena

Tämä laki tunnetaan Pascalin lain nimisenä.

Kysymyksiä.

1. Mikä on ero paineen leviämisen välillä kiinteissä kappaleissa ja nesteissä?

2. Mitä sisältää Pascalin laki?

3. Millä kokeilla voidaan Pascalin laki todistaa oikeaksi?

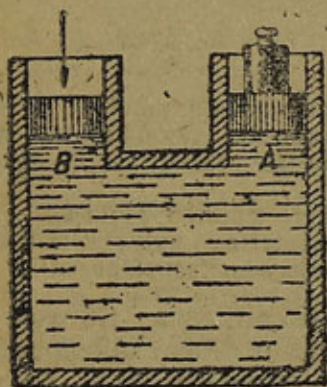
4. Vedellä täytetyssä astiassa (kuva 70) on kaksi yhtäsuurta sylinteriä mäntineen. Mäntään *A* vaikuttaa 10 kg voima. Kuinka suurella voimalla on painettava mäntää *B*, jotta se pysyisi paikallaan?

5. Mäntien *A* ja *B* pinnat ovat kumpikin 25 cm^2 suuruiset. Kuinka suuri paine vaikuttaa mäntään *A* ja *B*, kun männälle *A* on asetettu 10 kg punnus?

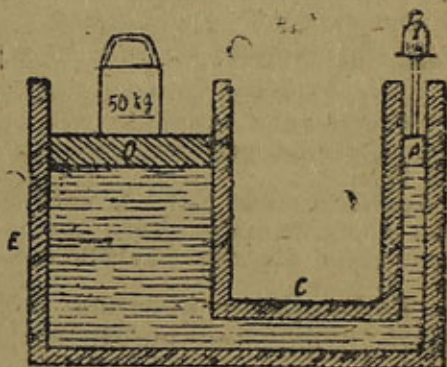


Pascal.
(1623 — 1662)

59. Hydraulinen puristin. Koska yhteen nesteen pinnan osaan vaikuttava paine leviää kaikkiin nesteen osiin, voidaan valmistaa kone, jossa pienen voiman avulla synnytetään suuria paineita. Tällaisen koneen kaava esitetään kuvassa 71. Kahta sylinteriä *B* ja *E*, joiden halkaisijat ovat erisuuret, yhdistää putki *C*.



Kuva 70.



Kuva 71.

Mäntä *A* on tarkasti sylinterin *B* mukainen ja painaa *B*:ssä olevan nesteen pintaa. Tämä paine siirtyy nestettä myöten suurempaan sylinteriin *E* ja painaa siinä liikkuvan männän *D* pintaa. Olkoon männän *A* pinta 1 cm^2 ja männän *D* pinta-ala 50 cm^2 . Jos mäntä *A* painaa vedenpintaa 1 kg voimalla, vaikuttaa Pas-

calin lain mukaan 1 kg suuruinen paine suuren männän jokaista neliösentimetriä vastaan. Koska mäntä D on 50 cm^2 suuruinen, vaikuttaa koko mäntään D 50 kg paine ja jottei tämä mäntä nousisi, on sille asetettava 50 kg kuorma.

Laskemme, kuinka suuri kuorma on asetettava suurelle männälle, kun pienempään mäntään vaikuttaa 5 kg paine. Suuremman männän pinta-ala on 50 kertaa niin suuri kuin pienemmän männän pinta-ala, niinmuodoin tulee kuormankin olla 50 kertaa suuremman, siis — 250 kg.

Esimerkki. Suuren männän pinta-ala on 150 cm^2 . Pienen männän pinta-ala on — 4 cm^2 ja sitä painaa 12 kg paino. Kuinka suuri kuormitus on asetettava suurelle männälle, jottei se nousisi ylöspäin?

Pieneen mäntään vaikuttavan paineen suuruus on $12 \text{ kg} : 4 \text{ cm}^2$ kohden. Jokaista neliösentimetriä kohden vaikuttaa siis $12 \text{ kg} : 4 \text{ cm}^2$

suuruinen paine = $3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$.

Pascalin lain mukaan vaikuttaa yhtäsuuri paine suurenkin männän jokaista neliösentimetriä vastaan. Suuren männän jokaista neliösentimetriä kohtaa siis 3 kg suuruinen paine. Koska suuren männän pinta-ala 150 cm^2 , saadaan koko mäntään vaikuttavan paineen suuruus suorittamalla seuraava lasku:

$$3 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 150 \text{ cm}^2 = 450 \text{ kg}.$$

Harjoitustehtäviä.

1. Suuren männän pinta-ala on 1000 cm^2 , pienen männän pinta-ala 5 cm^2 . Kuinka suuri kuormitus on pantava suurelle männälle, jotta männät pysyisivät tasapainossa, kun pieneen mäntään vaikuttaa 200 kg suuruinen voima?

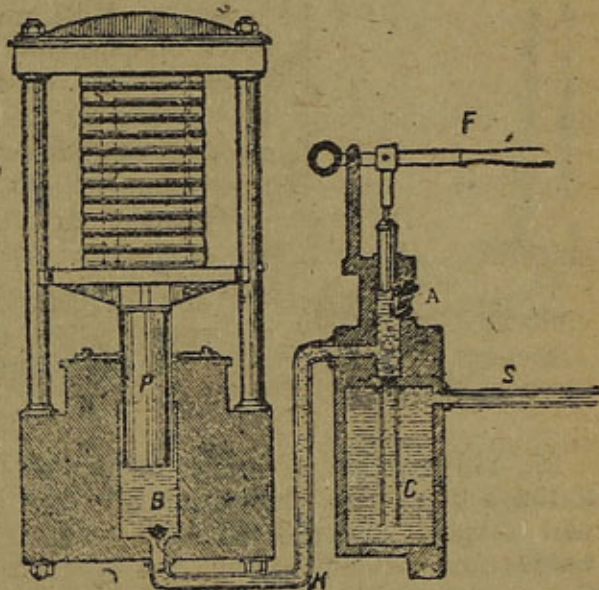
2. Suuren männän pinta-ala on 1 m^2 , pienen männän pinta-ala 1 cm^2 . Kuinka monta kertaa suurempi kuorma on asetettava suurelle männälle, jotta se pitäisi pienelle männälle asetetun kuorman tasapainossa?

60. Hydraulisten koneiden käyttö tekniikassa. Kuvassa 72 esitetään hydraulisen puristimen läpileikkaus. Pieni oikeanpuoleinen silinteri on yhteydessä vesisäiliön C kanssa, mikä on aina täynnä vettä. Silinteri A mäntineen muodostaa pumpun, jonka avulla voidaan pumpata vettä säiliöstä C ja painaa se suureen silinteriin. Kun vesi täyttää suuren silinterin, kohottaa se vähitellen mäntää P . Suurella männällä P ei ole punnuksia, vaan sen ja koneen ylälaitteen väliin pannaan tavaroita, joita tahdotaan puristaa pienempään kokoon.

Hydraulisia puristimia käytetään niissä tapauksissa, jolloin on tarpeellista synnyttää voimakasta puristusta tai painetta. Niitä

käytetään heinän, paperin, puuvillan ym. puristamiseksi pienemmän kokoon; hydraulista puristinta käytetään grammofonilevyjä valmistettaessa; suuret hydrauliset puristimet taivuttavat paksuja metallilaattoja, stampaavat metallista kaikenlaisia esineitä, painavat reikiä; niiden avulla tutkitaan myös sellaisten koneenosien lujuutta, joiden tulee kestää suurta painetta. Siten käytetään hydraulista puristinta höyrykattiloiden kestävyys-tutkimiseen.

Höyrykattilan tutkiminen tapahtuu seuraavalla tavalla: kattila täytetään vedellä ja yhdistetään hydrauliseen puristimeen. Kattilaan pumpataan vähitellen lisää vettä. Vedenpintaan vaikuttava paine kohtaa tällöin kattilan seinämiä. Jos kattilan seinämissä on heikkoja kohtia, pursuu vesi niistä hienoina suihkuina ja paine vähenee heti. Jos kattila hydraulisella puristimella kokeiltaessa on kestänyt sille tuotetun paineen, voimme olla vakuutettuja siitä, että kattilan seinämät kestävätkin myös höyryn paineen. Varmuuden vuoksi käytetään hydraulisella puristimella kokeiltaessa huomattavasti suurempaa painetta kuin mille höyrykattila on tarkoitettu.



Kuva 72. Hydraulisen puristimen läpileikkaus.

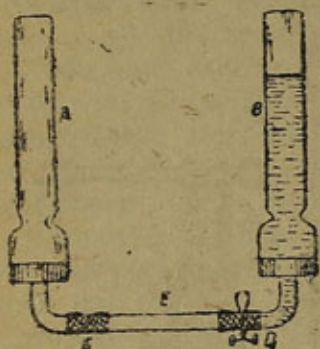
Kysymyksiä ja harjoitustehtäviä.

1. Piirrä hydraulisen puristimen läpileikkaus ja tarkasta, kuinka puristin toimii.
2. Mihin tarkoituksiin käytetään hydraulista puristinta?
3. Esitä esimerkkejä hydraulisen puristimen käytöstä.

61. Veden liike putkissa. Joessa vesi virtaa korkeammalta paikalta alempana olevaan paikkaan. Vesi virtaa joessa senvuoksi, että joen pohja on kalteva. Putkissa virtaa vesi ei ainoastaan ylhäältä alaspäin, vaan on pakoitettu vuotamaan vaakasuoria torvia pitkin, vieläpä kohoamaan ylöspäinkin putkissa.

Mikä pakottaa veden kulkemaan putkea myöten?

Kahta lampunlasia *A* ja *B* yhdistää lasiputki *E* (kuva 73). Puristamme kumiputken *D* kiinni ja kaadamme vettä lampunlasiin *B*. Kun avaamme puristuskohdan, virtaa vesi lasista *B* lasiin *A* jäädessä kummassakin lopulta yhtä korkealle. Mikä pakottaa veden liikkumaan pitkin putkea *E* ja kohoamaan lasiin *A*? Nähtävästi lasissa *B* vaikuttava paine. Jos panemme männän lampunlasiin *B* ja painamme sillä vedenpintaa, liikkuu vesi pitkin putkea *E* ja kohoaa lampunlasiin *A*.



Kuva 73.

Jos jollakin kohtaa putkessa on suurempi paine, liikkuu vesi sinne päin, missä vallitsee pienempi paine.

62. Yhtyvät astiat. Meillä on kaksi lasiputkea, joita yhdistää toisiinsa kumiletku. Kun kaadamme vettä toiseen putkeen, valuu vesi toiseen putkeen kohoten siinä, kunnes vedenpinta kummassakin on yhtäkorkealla (kuva 74). Kiinnitämme toisen putken jalustatelineeseen ja nostamme sekä laskemme toista putkea. Vedenpinta kummassakin putkessa pysyy kaiken aikaa yhtä korkealla.

Vaihdamme toisen putken lampunlasiin ja taaskin huomaamme, että vesi pysyy lampunlasissakin kaiken aikaa yhtä korkealla kuin lasiputkessa.

Astioita, jotka alaosastaan ovat yhteydessä keskenään, nimitetään yhtyviksi astioiksi.



Kuva 74. Nesteen tasapaino yhtyvissä astioissa.

Jos yhtyvissä astioissa on samaa nestettä, asettuu nesteen pinta joka astiassa samalle vaakasuoralle tasolle.

Pane lasiputken sijaan lyhyt lasiputki, jonka kärki on hoikka, ja nosta lampunlasi lyhyttä lasiputkea korkeammalle. Lasiputken kärjestä suihkuaa vesi tällöin suihkulähteen tavoin pyrkien kohoamaan samaan korkeuteen kuin vesi on lampunlasissa (kuva 75)

Kysymyksiä.

1. Mitä nimitetään yhtyviksi astioiksi?
2. Kuinka asettuu sama neste yhtyvissä astioissa?
3. Selitä, minkävuoksi sama neste yhtyvissä astioissa asettuu yhtä korkealle.
4. Yhtyvissä astioissa on toisessa vettä, toisessa paloöljyä. Asettuvatko näiden nesteiden pinnat yhtä korkealle?

63. Vesilasit. Koska nesteen pinta yhtyvissä astioissa asettuu yhtä korkealle, voidaan nesteen korkeus suljetussa astiassa määrätä asettamalla tämän astian kanssa yhteydessä olevan lasiputken pystysuoraan asentoon. Tällaista putkea nimitetään vesilasiksi (kuva 76). Kuva 75. Suihkulähde.

Vesilaseja käytetään höyrykattiloissa. Vesilasin alaosa kiinnitetään siihen osaan höyrykattilaa, jossa on vettä, yläosa taaskin siihen osaan, jossa on höyryä (kuva 77). Samanlaisia mittalaseja käytetään myös nafta- ja paloöljysäiliöissä ja niitä nimitetään nafta- ja paloöljymittareiksi. Nesteen pinnan korkeus lasissa ilmaisee, kuinka paljon säiliössä on nestettä.

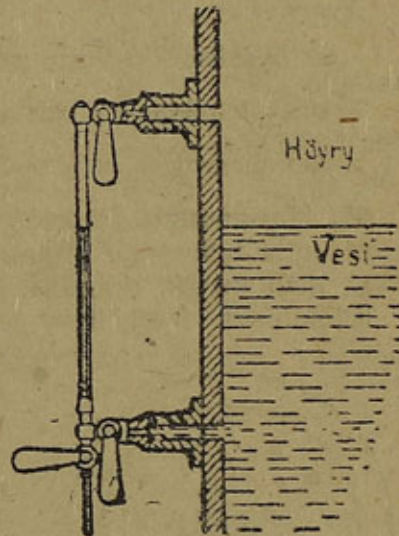
64. Artesiset kaivot. Joillakin seuduilla kaivetaan erikoisen laatuista kaivoja, joissa vesi kohoaa korkeammalle kuin muissa samalla paikalla olevissa kaivoissa, valuu usein maanpinnalle, vieläpä kohoaa ylös suihkulähteenä. Tällaiset kaivot perustuvat seuraavaan:



Kuva 76. Vesilasi.



Kuva 75. Suihkulähde.

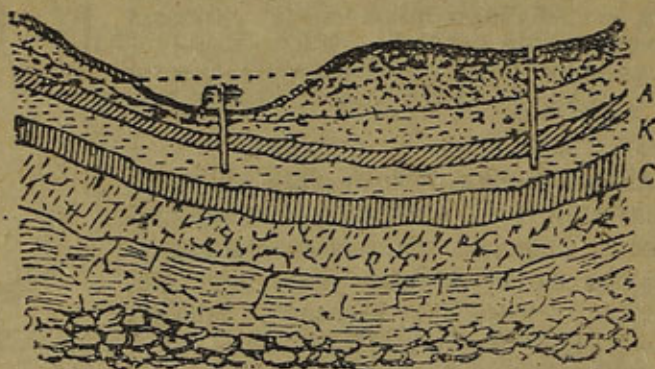


Kuva 77. Vesilasi höyrykattilassa.

Vettä tuova maakerros K on kahden läpäisemättömän kerroksen A ja C välillä ollen kyseessä olevalla paikalla kaltevassa suunnassa. Porataan aukko kerrokseen. A . Lain mukaan yhtyvistä astioista pyrkii vedenpinta kohoamaan yhtä korkealle kuin se on vettä tuovan kerroksen K korkeimmalla kohdalla. Vesi purkautuu tällöin esiin suihkulähteenä.

Aukkoon asetetaan maanpinnalle ulottuva putki ja tämä varustetaan hanalla. Avaamalla ja sulkemalla hanaa voidaan säännös-

tellä veden purkautuminen kaivosta. Tällaista kaivoa nimitetään Arteesiseksi kaivoksi.



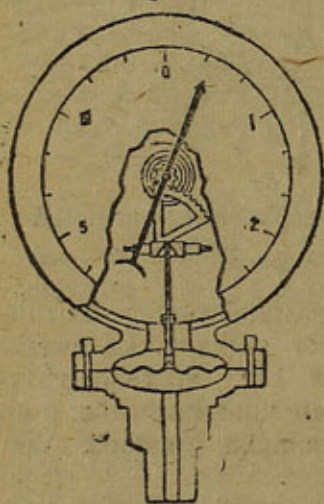
Kuva 78. Arteesinen kaivo.

Kysymyksiä

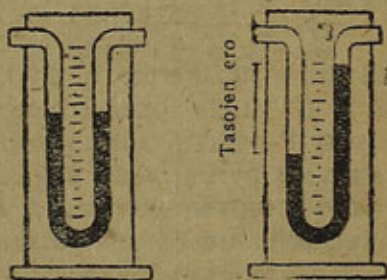
1. Esitä esimerkki tapauksesta, jolloin tekniikassa käytetään yhtyviä astioita.
2. Mikä tehtävä on vesilasilla ja minkälaisissa tapauksissa niitä käytetään?
3. Minkälainen on arteesinen kaivo ja kuinka siitä saadaan vettä?

65. Manometrit. Paineen mittaamiseen käytetään erikoisia laitteita, joita nimitetään manometreiksi. Kuvassa 79 esitetään teknillisen manometrin rakenne.

Kimmainen metallilevy taipuu siihen vaikuttavan paineen johdosta. Jota suurempi on paine, sitä enemmän taipuu levy. Levyn taipuminen panee liikkeelle tangon, mikä kiertää viisariin yhdistettyä pientä hammasratasta. Viisarin siirtyminen ilmaisee paineen suuruuden. Pienten paineiden mittaamiseen käytetään taivutettua



Kuva 79. Manometri.



Kuvat 80 ja 81. Nestemanometri.

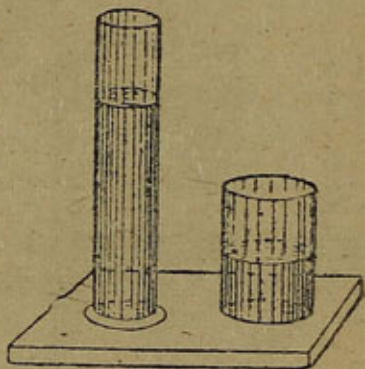
lasiputkea, jossa on jotakin nestettä (kuvat 80 ja 81). Jos paine on kummaltakin puolelta yhtä suuri, on nestepylväs kummassakin manometrin polvekkeessa yhtä korkealla. Jos paine on jollakin puolella suurempi, painuu neste sen puoleisessa polvekkeessa nousten samalla toisessa. Nestepylväiden korkeusero ilmaisee paineen suuruuden.

66. Nesteen paine astian pohjapintaan. Koska jokaisella nesteellä on oma painonsa, painaa neste astian pohjapintaa sellaisestakin tapauksessa, ettei nesteen pintaan vaikuta mikään ulkoinen paine.

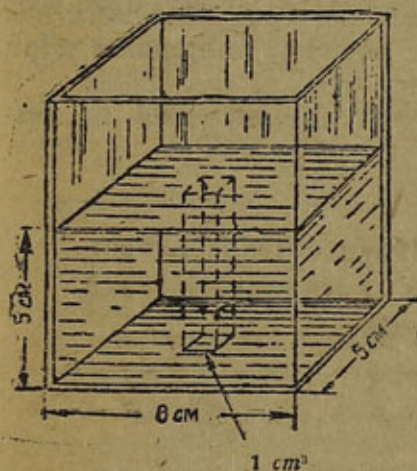
Astian pohjapintaan vaikuttavan paineen suuruus riippuu astiassa olevan nestemäärän korkeudesta.

Jos kaadamme mittalasisissa olevan veden leveämpään astiaan, tulee pohjaa painava vesikerros matalammaksi kuin mittalasisissa. Paine vähenee myös samalla sen johdosta, että veden paino jakaantuu suuremmalle pinnalle kuin mittalasisissa (kuva 82).

Laskemme pohjapaineen suuruuden, minkä synnyttää astiaan valettu vesi. Suorakulmaisen astian pohjapinta on 40 cm^2 , astiaan on kaadettu vettä 200 cm^3 , veden pinnan korkeus astian pohjasta on 5 cm (kuva 83). Vesi painaa 200 g , jokaista neliösentimetrin suuruista alaa kohtaava paine saadaan suorittamalla seuraava laskutehtävä:



Kuva 82. Nesteen aiheuttama pohjapaine.



Kuva 83. Nesteen paine astian pohjaan.

$$\frac{200 \text{ g}}{40 \text{ cm}^2} = 5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^2}.$$

Saman tuloksen olisimme voineet saada toisellakin tavalla (kuva 83). Jokaista neliösentimetrin suuruista pohjapinnan osaa painaa nestepylväs, minkä kanta on 1 cm^2 ja korkeus 5 cm . Tällainen vesipylväs painaa 5 g .

Nesteen paine astian pohjaan on yhtä suuri kuin sen nestepylvään paino, minkä kanta on 1 cm^2 ja korkeus nesteen vapaan pinnan etäisyys astian pohjasta.

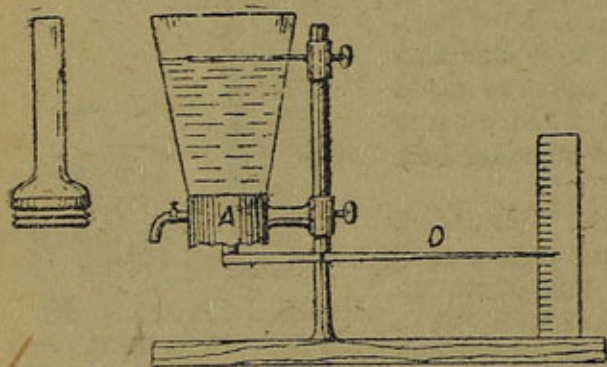
Harjoitustehtäviä.

1. Sylinterinmuotoiseen astiaan, minkä pohjapinta on 200 cm^2 , on kaadettu 1 l vettä. Määrää veden paine koko astian pohjaan, paineen suuruus jokaista neliösentimetriä kohden sekä veden korkeus astiassa.

2. 12 cm korkuinen lasi on täynnä vettä. Kuinka suuri on lasin pohjaan vaikuttava paine?

3. Kahteen astiaan — toinen leveä, toinen kapea — on kaadettu yhtä paljon samaa nestettä. Kummassako astiassa on nesteen pinta korkeammalla? Kummassako astiassa on suurempi pohjapaine?

67. Riippuuko nesteen pohjapaine astian muodosta? On helppo laskea nesteen pohjapaine sellaisessa astiassa, minkä seinämät ovat luotiviivan suuntaiset. Selvitämme kokeen avulla, mikä merkitys on astian muodolla pohjapaineen suuruuteen nähden.



Kuva 84. Nesteen aiheuttama pohjapaine ei riipu astian muodosta.

Laitteeseen kuuluu lasi A, minkä pohja on kimmoisesta metallilevystä, kuten teknillisessä manometrissä (kuva 84). Astiaan kaadettun nesteen painosta pohjalevy taipuu liikuttaen pohjaan koskettavaa viisaria O. Lasiin voidaan kiinnittää erimuotoisia pohjattomia astioita.

Kokeiden avulla saadaan selville, että minikä muotoinen onkaan lasiin A kiinnitetty astia, osoittaa viisari samaa painemäärää, jos astioihin kaadetaan vettä yhtä korkealle.

Nämä kokeet todistavat siis, **ettei nesteen pohjapaine riipu astian muodosta.**

Jota suurempi on nesteen ominaispaino, sitä suurempi on nesteen paine astian pohjapintaan.

Nesteen pohjapaine ei riipu astian muodosta, vaan astiassa olevan nestepylvään korkeudesta sekä nesteen ominaispainosta.

Kysymyksiä.

1. Riippuuko nesteen pohjapaine astian muodosta?
2. Mistä asianhaaroista riippuu nesteen pohjapaineen suuruus?

Harjoitustehtäviä.

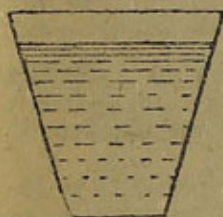
1. Kolme yhtä suurta 20 cm pitkää koeputkea täytetään nesteellä, yhteen kaadetaan vettä, toiseen — elohopeaa, kolmanteen — paloöljyä. Laske nesteen pohjapaine kussakin koeputkessa.

2. Naftasäiliössä on naftaa 8 m korkeudella. Mikä on naftan paine säiliön pohjaan?

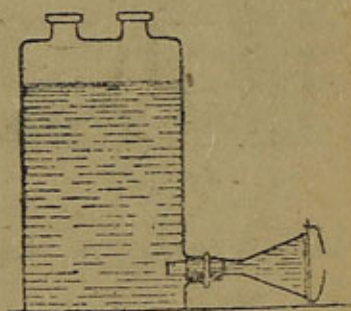
3. Kolmeen astiaan on kaadettu vettä yhtä korkealle (kuva 85). Mikä astia sisältää eniten vettä? Missä astiassa on pohjapaine suurin?

4. Kuinka suuri on 20 cm korkean elohopeapylvään synnyttämä paine?

68. Nesteen paine sivullepäin. Astiassa neste painaa ei ainoastaan astian pohjaa, vaan myös sen seiniä. Sidomme ohuen kumikalvon suppilon suulle ja panemme suppilon kemiallisen pulлон alimpaan aukkoon (kuva 86). Kun kaadamme vettä pulloon huomaamme, että kumikalvo pullistuu ulospäin ilmaisten siten veden painavan astian seiniä.



Kuva 85.

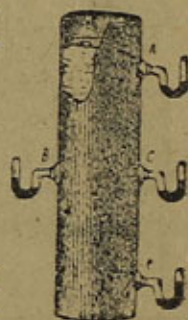


Kuva 86.

Läkkiastian seiniin on eri korkeudelle tehty aukkoja ja aukkoihin on pantu pienet manometrit (kuva 87).

Kaataessamme astiaan vettä, kohoaa elohopea manometreissä eri korkealle osoittaen, että eri syvyydellä nesteessä vallitsee erilainen paine.

Nesteen paine sivullepäin riippuu astiassa olevan nestepylvään korkeudesta.

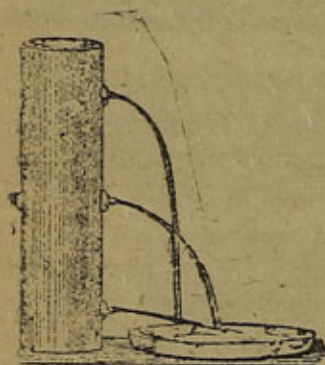


Kuva 87.

Samalla korkeudella olevissa manometreissä (B ja C) nousee elohopea yhtä korkealle. Samalla korkeudella olevissa pisteissä on siis nesteen paine sivullepäin yhtä suuri.

Otamme aukoista manometrit ja asetamme niihin korkit, joiden läpi kulkee lyhyet lasiputket (kuva 88). Täytettyämme astian vedellä me näemme, että aukoista purkautuu vesisuihku. Jota alempana aukko on, sitä suuremmalla voimalla vesisuihku syöksyy siitä ulos. Nesteen paine riippuu siis nestepylvään korkeudesta.

69. Nesteen paine ylöspäin. Upottamalla nesteeseen pienen suppilon, minkä suu on tiukkaan suljettu kumikalvolla ja on yhteydessä pienen manometrin kanssa (kuva 89), me huomaamme, että jota syvemmälle nesteeseen suppilo upotetaan, sitä suurempaa painetta osoittaa manometri.



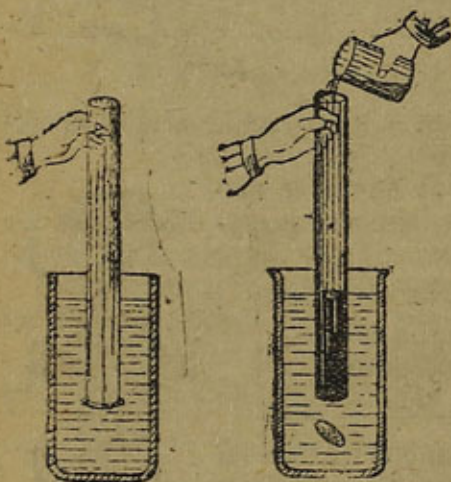
Kuva 88.

Nesteen paine ylöspäin lisääntyy syvyyden suuretessa. Samalla syvyydellä on paine ylöspäin yhtäsuuri.

Tutkimme, kuinka suuri on nesteen paine ylöspäin määrättyllä syvyydellä.

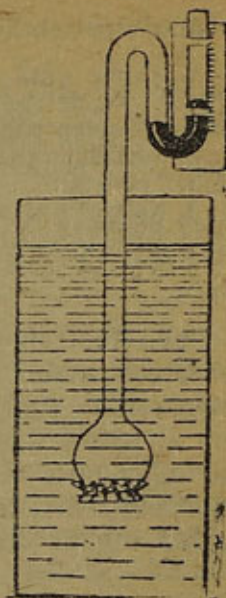
Vettä sisältävään lasiastiaan laskemme lampunlasin, minkä alapään sulkee pihvi-

levy ¹⁾ (kuva 90). Laskiessamme lampunlasia



Kuva 90. Veden paine ylöspäin puristaa pihvilevyn kiinni lampunlasin reunoihin.

Kuva 91. Nesteen paine ylöspäin pihvilevyä vastaan on yhtä suuri kuin lasissa olevan nesteen paine alaspäin. Sen vuoksi pihvilevy irtaantuu lasista.



Kuva 89. Ylöspäin vaikuttavan paineen mittaaminen.

veteen painautuu pihvilevy lujasti lasiin kiinni. Tämän ilmiön saa aikaan veden paine ylöspäin. Mitataksemme tämän paineen suuruuden voisimme pudottaa lasin sisään pikkupunnuksia siihen asti, kunnes pihvilevy irtautuisi lampunlasista.

Menettelemme toisella tavalla: kaadamme lampunlasiin vettä niin kauan, kunnes pihvilevy irtaantuu. Koe osoittaa, että pihvilevy irtaantuu sillä hetkellä, jolloin lampunlasiin kaadettu vesi kohoaa astiassa olevan vedenpinnan tasalle (Kuva 91). Tällöin painaa pihvilevyä ylhäältä alaspäin lampunlasissa oleva nestepyl-

¹⁾ Pihvilevyyn on liimattava tinapaperia, jotta levy painuisi hitaasti pohjaan.

väs, alhaalta ylöspäin taaskin astiassa löytyvä nestepaljous. Koska pähvilevy tässä tapauksessa irtaantuu lasista, tulee meidän vetää se johtopäätös, että molemmat paineet ovat yhtä suuret. Kokeen tulos osoittaa, että **nesteen paine ylöspäin on yhtä suuri kuin paine alaspäin samalla syvyydellä.**

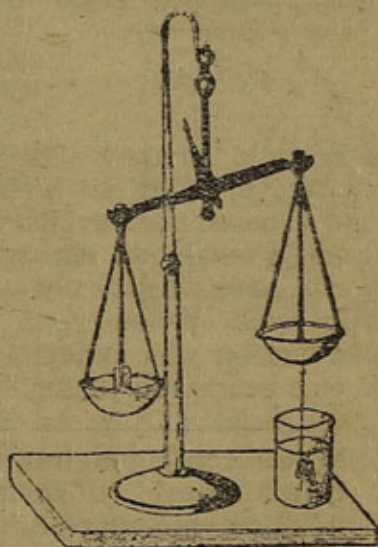
Kysymyksiä.

1. Mistä riippuu nestepaineen suuruus ylöspäin?
2. Kuinka muuttuu nestepaineen suuruus ylöspäin paineenalaisen pinnan joutuessa syvemmälle nesteeseen?
3. Millä tavoin todistetaan, että nesteen sisällä vallitsee paine kaikkiin suuntiin?
4. Kuinka suuri on nesteen paine ylöspäin?

70. Nesteen paine nesteeseen upotettuun kappaleeseen. Nostaessamme ämpärillä vettä kaivosta, huomaamme me, että ämpäriä on helppo nostaa niin kauan, kun se on veden sisässä. Mutta niinpian kun ämpäri nousee vedestä, tuntuu nostaminen sangen raskaalta. Ollessamme uimassa huomaamme me, että toisella kädellämme voimme helposti kannattaa ihmistä vedessä.

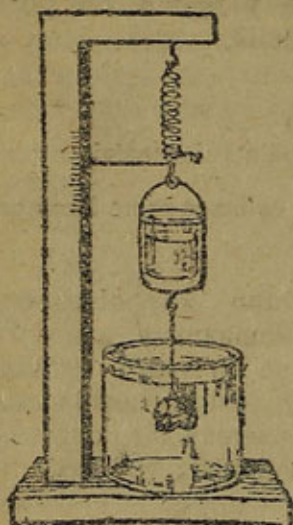
Koe 1. Teemme puutangosta kellukkeen käärimällä sen toisen pään ympäri tinapaperia tahi rautalankaa, kunnes kelluke pysyy vedessä pystysuorassa asennossa. Pistämme kellukkeen vettä täynnä olevaan mittalasiin. Painaessamme kellukkeen päätä vajoo kelluke syvemmälle veteen, mutta lakatessamme painamasta nousee se jälleen yhtä korkealle. Painaessamme kelluketta veden sisään tunnemme me veden painavan kelluketta ylöspäin, sama paine kohottaakin kellukkeen entiselle korkeudelleen heti kun lakkaamme painamasta sitä.

Koe 2. Sidomme vaakakuppiin langan, jonka päähän on kiinnitetty lasitulppa tahi jokin muu raskas esine ja saatamme vaa'an tasapainoasentoon panemalla toiseen vaakakuppiin pikkupunnuksia tahi hauleja (kuva 92). Panemme lasitulpan alle vettä sisältävän lasin siten että lasitulppa painuu veden sisään. Vaakakuppi johon lasitulppa on kiinnitetty, kohoaa heti ylöspäin, aivankuin lasitulppa olisi veden sisässä tullut kevyemmäksi. Otamme lasitulpan vedestä, pyyhimme sen kuivaksi ja ripustamme uudelleen vaakakuppiin. Tällöin huomaamme, että lasitulppa painaa yhtä



Kuva 92.

paljon kuin aikaisemminkin. Vaakakuppi kokeessamme nousi siis ylöspäin senvuoksi, että lasissa oleva vesi työnsi ylöspäin siihen upotettua kappaletta.



Kuva 93.

lasin vettä täyteen. Sikäli kun lasi täyttyy, venyy jousi yhä pitemmäksi. Kun lasi on täynnä, on jousi venynyt yhtä pitkäksi kuin aikaisemmin merkitsimme. Saattaaksemme tasapainoon sen voiman, jolla vesi työnsi kiveä ylöspäin täytyi meidän kaataa lasiin yhtä paljon vettä kuin kivi oli aikaisemmin siitä syrjäyttänyt. Tästä vedämme seuraavan johtopäätöksen:

Nesteeseen upotettua kappaletta työntää neste ylöspäin voimalla, mikä on yhtä suuri kuin kappaleen syrjäyttämän nestemäärän paino.

Tämän johtopäätöksen, jolla on suuri käytännöllinen merkitys, veti jo vanhana aikana kreikkalainen oppinut **Arkimedes**, jonka vuoksi sitä nimitetään **Arkimedeen laiksi**.¹⁾



Arkimedes.

¹⁾ Arkimedes eli yli kaksituhatta vuotta sitten.

Kysymyksiä.

1. Mitä sisältyy Arkimedeen lakiin?
2. Millä tavalla voidaan todistaa, ettei vesi työnnä ylöspäin ainoastaan vedessä olevaa puuta, vaan myöskin kiveä, vaikka se uppoaa veteen?
3. Kuinka suurella voimalla työntää vesi ylöspäin marmorikappaletta, jonka tilavuus on 20 cm^3 ?
4. Lasitulppa, minkä tilavuus on 10 cm^3 upotetaan paloöljyyn. Laske, kuinka suurella voimalla paloöljy työntää sitä ylöspäin.
5. Vesi työntää palloa ylöspäin 50 g voimalla. Mikä on pallon tilavuus?
6. Arkimedeen laki lausutaan toisinaan myös täten: **nesteeseen upotettu kappale menettää painostaan niin paljon, kuinka paljon painaa sen syrjäyttämä nestemäärä.** Sano, missä suhteessa tämä määritelmä on epätarkka.

72. Kappalten pysyminen vedenpinnalla. Nesteessä oleva kappale on kahden voiman vaikutuksen alainen: 1) luotisuoraan alaspäin vaikuttaa siihen painovoima A , 2) pystysuoraan ylöspäin työntää sitä nesteen paine voimalla B , mikä on yhtä suuri kuin kappaleen syrjäyttämän nestemäärän paino (kuva 94).

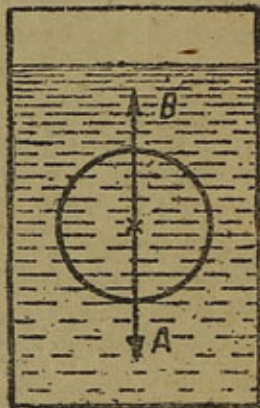
Näiden molempien voimien vaikutuksen alaisena liikkuu kappale suuremman voiman suuntaan.

Jos nesteessä olevan kappaleen paino tulee suuremmaksi kappaleen syrjäyttämän nestemäärän painoa, vajoaa kappale syvemmälle, kunnes kappaleen paino tulee yhtä suureksi syrjäyttämänsä nestemäärän painon kanssa tahi uppoaa.

Jos kappale painaa vähemmän kuin sen syrjäyttämä nestemäärä, pysyy se nesteen pinnalla. Jos kappale pysyy nesteen pinnalla, on kappaleen syrjäyttämän nestemäärän paino yhtäsuuri kuin kappaleen paino.

Jotta laiva pysyisi vedenpinnalla, on laivan mittasuhteet tehtävä sellaisiksi, että laivankokoisen vesimäärän paino on suurempi kuin laivan oma paino.

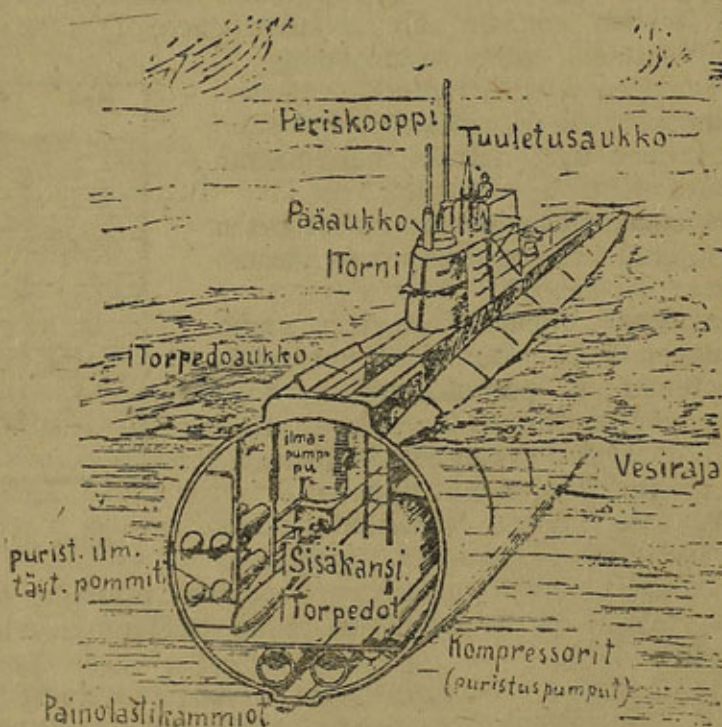
Laivaa konstruoidessa kiinnitetään päähuomio laivan mittasuhteisiin ja painoon. Laivan rakenne on suunniteltava siten, että laivan paino koneineen, lasteineen, on yhtäsuuri kuin sen vesimäärän paino, minkä laivan vedenalainen osa syrjäyttää. Laivan vedessä olevaa osaa nimitetään vedenalaiseksi osaksi ja eroitetaan maaliviivalla siitä laivan osasta, mikä on vedenpinnan yläpuolella ja jota nimitetään vedenpäälliseksi osaksi. Tuo viiva on tavallisesti punainen, sitä nimitetään lastirajaksi



Kuva 94.

ja ilmaisee sen rajan, mihin asti laiva täydessä lastissa ollessaan saa vajota veden sisään. Veden sisään vajonneen laivanosan tilavuutta nimitetään deplasementiksi ja on laivan päätunnusmerkki. Jos jostakin laivasta sanotaan, että sen deplasementti on 10 tuhatta tonnia, merkitsee se, että laiva painaa täydessä lastissaan 10 tuhatta t ja että sen vedenalaisen osan tilavuus on noin — 10 tuhatta m^3 .

73. Sukellusvene. Sukellusveneeksi nimitetään sotalaivaa, mikä voi mennä veden alle ja liikkua siellä mihin suuntaan hyvänsä määrätyn ajan kuluessa. Vene-nimitys ei kyllä ole paikallaan senvuoksi, että suuret sukellusveneet ovat 100 m ja pienimmätkin vähintään 30 m pituisia (kuva 95).



Kuva 95. Sukellusvene.

Mutta laivan suuruutta ei luonnehdi yksinomaan laivan pituus, vaan myös sen deplasementti. Sukellusvenettä luonnehtii kaksi deplasementtia: veden päällinen, jolloin veden sisässä on vain määrätty osa venettä ja vedenalainen, jolloin koko alus on hautautunut veden sisään. Sukellusveneiden deplasementit ovat 600—4000 t , s.o. mittasuhteiltaan ovat sukellusveneet suurten jokilaivojen kokoisia. Uusimmat sukellusveneet eivät pelkää

veden aaltoilua ja voivat kuukauden ajan olla merellä minkäläisellä säällä hyvänsä. Tätänykyä käytetään sukellusveneitä vain sotatarkoituksiin. Ottaen huomioon sen asianhaaran, että sukellusvene voi nopeasti hautautua veteen (se tarvitsee siihen vain 1—1½ minuuttia), on se vaarallinen vastustaja suurimmillekin vedenpäällisille sotalaivoille.

Veneen aliosaan ovat sijoitetut ne kammiot, mitkä täytetään vedellä (kuva 95). Nämä kammiot on varattu erilaisiin tarkoituksiin; toisia käytetään veneen yleisen painon muuttamiseen (tasoituskammiot), toisia veneen vajottamiseksi veteen (painolastikkammiot), lisäksi löytyy kammioita pitkittäisen tasapainoasennon muuttamista varten (differenttikammiot).

Sukellusveneiden paino ja liikuntakyky muuttuvat polttoaineiden, koneöljyjen ja ampumatarpeiden kulutuksen johdosta. Ellei tähän kiinnitetä huomiota, tulee sukellusvene vedenpinnalla ollessaan olemaan liian vähän veteen vajonneena. Vesiraja näkyy korkealla vedenpinnan yläpuolella ja vene keinuu kovasti.

Tämän välttämiseksi lasketaan tasoituskammioihin vettä korvaamaan kulutettujen ainesten painon. Painolastikkammioiden tilavuus on yhtäsuuri kuin veneen veden yläpuolisen osan tilavuus. Niin pian kun nämä kammiot täytetään vedellä, vaipuu vene kokonaisuudessaan veden sisään. Säännöstellen hyvissä ajoin veneen asennon toisten kammioiden avulla antaa sukellusveneiden päällikkö vihollisen huomattuaan määräyksen avata painolastikkammiot. Vesi syöksyvä näihin kammioihin, täyttää ne ja nopeasti hautautuu sukellusvene veden sisään.

Sukellusveneiden kulkua säännöstellään veden alla oltaessa vaakasuorien peräsimien avulla. Niiden avulla voidaan vene suunnata vinosti ylöspäin, jolloin vene nousee vedenpinnan lähelle tai vinosti alaspäin, jolloin vene painuu syvemmälle veden sisään. Vesi ajetaan kammioista puristetun ilman avulla, jota on varastossa aluksella.

Kysymyksiä.

1. Missä tapauksessa kappaleet pysyvät nesteiden pinnalla ja missä tapauksessa ne uppoavat nesteeseen?
2. Mitä tarkoitetaan laivan deplasementilla?
3. Laivan vedenalaisen osan tilavuus on 10 tuhatta m^3 . Laiva painaa koneineen 3 tuhatta t . Paljonko on laivassa lastia?
4. Millä tavalla haudataan sukellusvene veden sisään ja kuinka saadaan se nousemaan jälleen pinnalle?
5. Kun sotajoukon tarvitsee nopeasti siirtyä joen yli eikä siltaa ole läheisyydessä, käytetään erityisiä Poljanskin kellukkeita (kuva 96). Kelluke on kumilla vuoratusta purjekankaasta tehty säkki, minkä mittasuhteet ilmaa täynnä ollessa ovat 70 cm. 30 cm 30 cm. Kasaanpantun

painaa kelluke 2 kg ja muodostaa pienen mytyn. Laske, kuinka suuren kuormituksen voi tällainen kelluke kannattaa vedessä.

6. Kuinka suuren vesimäärän syrjäyttää kalastuslaiva (trallaaja), jonka deplasementti on 900 t?

74. Ominaispainon määrittäminen Arkimédeen lain avulla. Ensimmäisinä töinämme määräsimme me eri kappaleiden ominais-



Kuva 96. Poljanskin kelluke.

suurella voimalla kuin kappaleen kokoinen nestemäärä painaa. Jos, upotettuamme kappaleen veteen, huomaamme, että vesi työntää sitä ylöspäin 5,3 g voimalla, merkitsee se, että kappaleen syrjäyttämän veden ja samalla kappaleen itsensä tilavuus on 5,3 cm³.

Kappaleen ominaispainon määrittäminen tapahtuu seuraavalla tavalla (kuva 92). Kappale sidotaan ohuella langalla vaakakuppiin ja punnitaan ilmassa. Senjälkeen upotetaan kappale veteen ja katsotaan, että se on kokonaan veden peitossa eikä kosketa astian pohjaa eikä seiniä. Jotta vaaka jälkimäisessä tapauksessa voitaisiin tarkasti saada tasapainoasentoon tulee punnitsemisessa käyttää pikkupunnuksia. Ne punnikset, mitkä täytyy ottaa pois vaakakupista punnittaessa kappaletta veteen upotettuna, ilmaisevat kappaleen tilavuuden kuutiosentimetreissä. Jakamalla luvun, mikä ilmaisee kappaleen painon grammoissa luvulla, mikä ilmaisee kappaleen tilavuuden kuutiosentimetreissä, saamme tietää kappaleen ominaispainon.

Harjoitustehtäviä.

1. Kun lasitulppa upotettiin veteen, tuli se 5 g keveämmäksi. Mikä on tulpan tilavuus?

2. Metallikappale painaa ilmassa 13,5 kg ja vedessä 4,5 kg. Mikä on metallin ominaispaino?

painon, kappaleiden tilavuus määrättiin tällöin mittalasin avulla. Mittalasi on sangen epätarkka laite, eikä sen avulla voida tarkkaan määrätä kappaleen tilavuutta. Paljon tarkemmin voidaan kappaleen tilavuus määrätä vaa'an avulla ottamalla huomioon, että nesteseen upotettua kappaletta työntää neste ylöspäin yhtä-

75. Laboratoriotyö № 11.

Tehtävä: määrättävä kiinteän kappaleen ominaispaino Arkimedeen lain avulla.

Välineet ja työainekset: vaaka, pikkupunnuksia, erilaisia kappaleita, joiden ominaispaino on määrättävä, lasi, lankaa, jolla sidotaan kappale vaakakuppiin, alusta lasia varten.

Määrää kappaleiden ominaispaino punnitsemalla kukin kappale kaksi kertaa. Ripusta kyseessä oleva kappale hienosta langasta vaakakuppiin ja punnitse kappale ilmassa mahdollisimman tarkkaan. Upota kappale sen jälkeen vesilasiin pitämällä huolta siitä, ettei kappale kosketa lasin pohjaa eikä sivuja ollessaan kokonaan veden sisässä ja punnitse esine tarkkaan.

Saadut tulokset kirjoita seuraavanlaiseen taulukkoon:

Kappale	Paino ilmassa	Paino vedessä	Tilavuus kuutiometri-	Ominaispaino
Rautamutteri . . .				
Lasitulppa				

76. Areometri. Kelluke painuu nesteeseen siihen asti, kunnes sen paino tulee yhtä suureksi syrjäyttämänsä nestemäärän painon kanssa. Merkitsemällä, mihin asti kelluke painuu vedessä, panemme kellukkeen spriihin. Spriissä painuu kelluke syvemmälle kuin vedessä, koska spriin ominaispaino on pienempi veden ominaispainoa. Jos tämän jälkeen panemme kellukkeen suolaliuokseen, huomaamme, että kelluke painuu matalammalle kuin vedessä, koska suolaliuoksen ominaispaino on suurempi kuin veden ominaispaino. Merkitsemällä täten kellukkeeseen, kuinka syvälle se kussakin nesteessä painuu, saamme me laitteen, minkä avulla voimme helposti määrätä nesteiden ominaispainon. Tällaista laitetta nimitetään areometriksi (kuva 97). Areometri on lasiputkesta muodostettu kelluke, minkä alaosassa on hauleja tai elohopeaa, jotta se asettuisi nesteessä pystysuoraan asentoon. Areometrin yläosaan on kiinnitetty asteikko numeroineen, mikä ilmaisee eri nesteiden ominaispainon. Mihin viivaan asti areometri jossakin nesteessä painuu, sen viivan kohdalla oleva numero ilmaisee nesteen ominaispainon. Sellaisia areometreja, joilla määrätään maidon ominaispaino, nimitetään lakto-metreiksi. Areometriä käytetään erilaisten nesteiden ominaispainon sekä liuosten väkemyyden määrittämiseen.



Kuva 97.
Areometri.

Kysymyksiä.

1. Mihin tarkoituksiin käytetään areometriä?
2. Kuinka saadaan areometrin avulla tietää nesteen ominaispaino?

77. Vesivoimakoneet. Jo ammoisina aikoina käyttivät ihmiset virtaavaa vettä hyödykseen. Jokia pitkin uitettiin lauttoja. Veden voimalla saatettiin pyörimään jauho- ja ryynimyllyt. Veden voima käytti palkeita pajoissa, sorvipenkkejä työhuoneissa, nosti kaivoksista hiiltä ja malmeja. Nykyajan tekniikka laajentaa joka vuosi virtaavan veden voimakkuuden käyttöä.

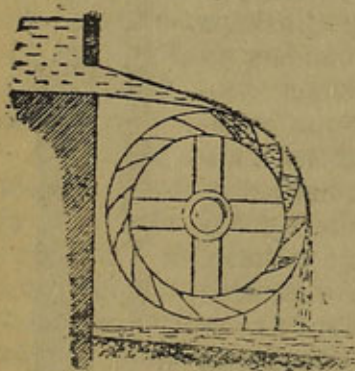
Nykyaikaiset vesisähköasemat ovat suuremmissa laitoksissa, joissa virtaavan veden voima pyörittää sähkövirtaa synnyttäviä koneita.

V. 1932 laskettiin käyntiin jättiläismäinen Dnjeprin vesisähköasema, mikä on voimakkain vesisähköasema koko maailmassa. Eri paikoissa Neuvostoliittoa on rakennettu suuri joukko vesisähköasemia ja paljon on suunniteltu lähiaikoina rakennettavaksi.

78. Valkea hiili. Höyryvoimalla käyvissä tehtaissa täytyy höyrykattiloiden tulipesissä polttaa suunnattomat määrät hiiltä koneiden käymiseksi.

Jokien ja vesistöjen virtaavaa vettä nimitetään valkeaksi hiileksi, koska sitä voidaan käyttää hiilen tavoin työntekoon.

„Valkean hiilen“ laaja käyttö säästää erilaisia arvokkaita polttoainevaroja.



Kuva 98. Ylävesiratas.

79. Vesirattaat. Ylävesirattaassa on pyörän kehässä suuri joukko vesilapoja (kuva 98). Vesikourusta putoaa vesi lapoihin ja toinen puoli pyörää tulee senkautta raskaammaksi kuin pyörän toinen puolikas. Raskaampi puoli painuu alas ja veden virratessa edelleen pyörän lapoihin käy pyörä pyörimään. Pyörän pyöriessä vuotaa vesi pois alemmista lavoista ja ylimmät täyttyvät uudelleen vedellä. Pyörän akseliin on kiinnitetty koneisto ja tämä koneisto pyörii pyörän mukana. Tavallisesti sijoitetaan vesipyöriä pieniin jokiin korottamalla keinotekoisesti vedenpintaa tarvittavan vesimäärän saavuttamiseksi.

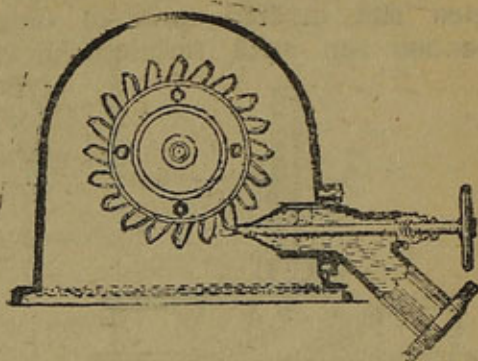
Joen poikki rakennetaan korkea pato, jonka avulla vedenpinta saadaan kohoamaan. Padon yli nouseva vesi johdetaan puista kourua myöten vesirattaaseen. Kourussa on sulkulaite, sen avulla voidaan veden pääsy vesirattaaseen ehkäistä ja tarpeen tullen

70

pysähdyttää vesiratas. Padossa löytyy nostettavia luokkuja, jotka avaamalla voidaan liika vesi laskea pois padon yläpuolelta.

80. Vesiturbiinit. Voimakoneina käytetään vesisähköasemilla vesiturbiineja ¹⁾.

Kuva 99 esittää Peltonin turbiinin. Sen pääosana on metallipyörä, minkä kehällä on sileitä kauhanmuotoisia vesilapoja. Vesi purkautuu putkesta lapoihin suurella voimalla ja panee pyörän nopeasti pyörimään (kuva 100).



Kuva 99. Peltonin turbiini.

Kuvassa 101 esitetään toisen laatuinen turbiini. Sen pääosana on kaksi pyörää ja vesilavat ovat erikoisella tavalla käyrästetyt. Ylempi pyörä A on liikkumaton, sitä nimitetään ohjauspyöräksi ja sen tarkoituksena on suurnata vesi määrättyssä kulmassa työpyörän B lapoihin. Työpyörä on yhdistetty akseliin C ja pyöriessään pyörittää se sekä akselia että akseliin kiinnitettyjä koneita. Vesi, mikä pyörän A kourujen kautta purkautuu pyörän B lapoja vastaan painaa lapoja pannen pyörän pyörimään. Francis'in turbiinissa on työpyörä ohjauspyörän sisällä (kuva 102).



Kuva 100.

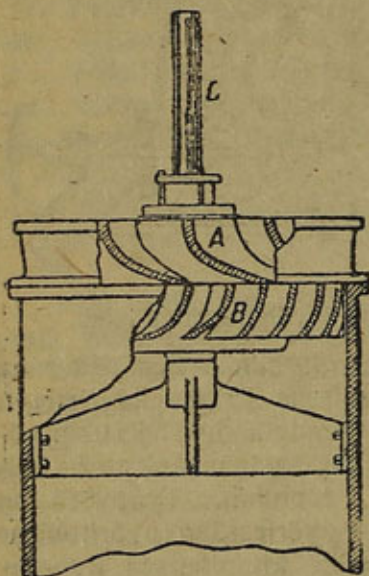
Kysymyksiä.

1. Mitä nimitetään „valkeaksi hiileksi“?
2. Minkälaisia vesivoimakoneita tunnet?
3. Kuinka toimii vesiratas?
4. Kuinka toimii Peltonin turbiini?
5. Mikä on Francis'in turbiinin rakenne?
6. Mitä ovat vesisähköasemat ja mikä on niiden tehtävänä?
7. Mitä vesisähköasemia tiedät löytyvän SSSR:ssä?

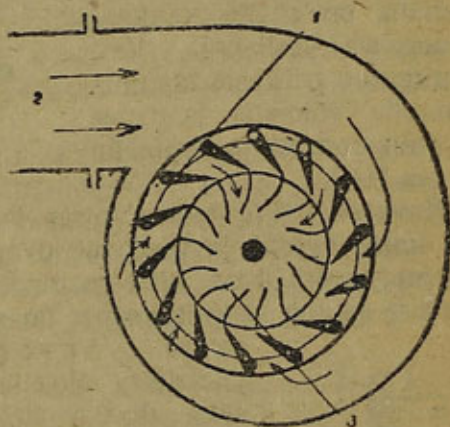
Kuvassa 103 näet jokeen rakennetun vesisähköaseman

1) Latinankielisestä sanasta „turbo“ — pyörre.

kaavakuvan. Padolle *A* on pystytetty laskuluukun *K* nostokoneisto *B*. Kun luukku on nostettu, syöksyy vesi ohjauskanavaan *P* joutuen sitä myöten turbiinin ohjauspyörän *R* kautta työpyörään pannen sen sekä turbiinin akselin pyörimään. Vesi, mikä on työnsä suorittanut, vuotaa jokeen. Jottei turbiiniin joutuisi joesta puita tai muita esineitä, on johtokanavan aukon suulle asetettu ristikko.



Kuva 101.



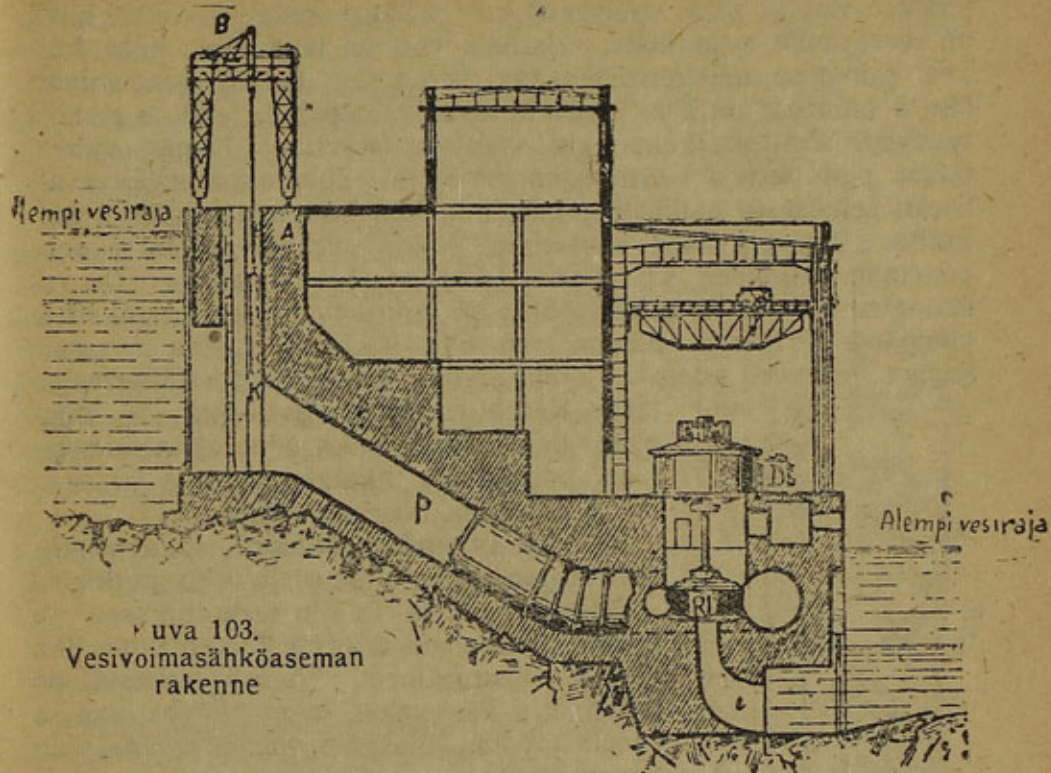
Kuva 102. Francis'in turbiini

- 1 — ohjauspyörä.
- 2 — veden johtoputki
- 3 — työpyörä.

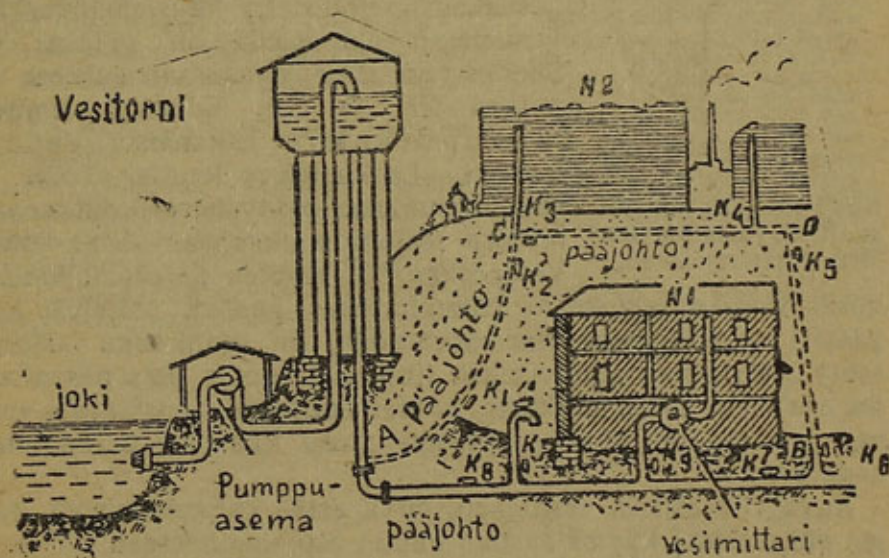
81. Vesijohtoverkon rakenne. Kaupungin korkeimmalle kohdalle rakennetaan korkea vesitorni, jonka yläosassa on suuri vesisäiliö (kuva 104). Säiliön tulee olla kaupungin kaikkia taloja korkeammalla. Voimakkaiden pumppujen avulla pumputaan säiliöön vettä joko suoraan joesta tai erityisistä säiliöistä, joihin kerätään huolellisesti suodatettu jokivesi.

Säiliöstä lähtee kaupunkiin pääjohto, siitä haarautuu vesijohto kaupungin eri taloihin.

Vesijohdot on kaivettu enemmän kuin 2 m syvyyteen maan sisään, täten estetään johdot jäätyästä talvella. Vesisäiliö, pääjohto sekä talojen johdot muodostavat yhtyvien astioiden järjestelmän, jossa vesi pyrkii kaikkialla yhtä korkealle. Kaupungin vesijohtoverkko rakennetaan useimmiten ympyräjärjestelmän mukaiseksi. Pääjohto muodostaa suuren renkaan, mikä ympäröi melkein koko kaupungin ja tästä renkaasta haaraantuvat eri suuntiin sivujohdot. Jos jossain talossa vesijohto särkyy, voidaan vesijohto siltä kohden sulkea, ilman että muut rakennukset joutuvat kärsimään veden puutetta.

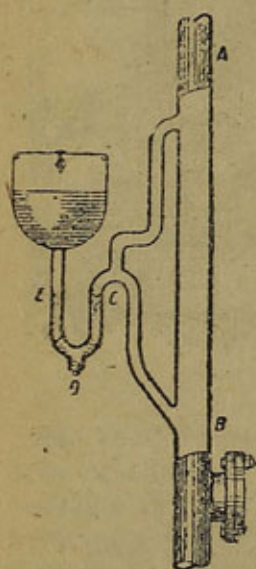


Kuva 103.
Vesivoimasähköaseman
rakenne



Kuva 104. Kaupungin vesijohtoverkon kaavakuva.

Kun suuren kaupungin väestö varustetaan vedellä, pidetään tarkkaa huolta siitä, ettei vesijohtoon pääse sellaista vettä, mikä on terveydelle vaarallista. Parhain vesi on lähdevesi, mikä kulkee paksujen maakerrosten läpi ja on sen kautta puhdistunut. Mutta tällaista vettä ei löydy missään niin paljon, että se riittäisi tyydyttämään suurkaupungin väestön tarvetta. Tämän vuoksi oidaan pakoitettuja käyttämään jokivettä. Jokivesi otetaan tavallisesti sellaisesta paikasta jokea, mikä on kaukana asutuilta paikoilta. Vesi on täällä verrattain paljon puhtaampaa ja se puhdistetaan erikoisen suodatinjärjestelmän avulla. On rakennettu kivialtaita, joiden pohja on kokoonpantu eri kerroksista: ylimpänä on hienoa hietaa, sen alla karkeata hietaa ja soraa. Samaa jokivesi altaisiin jouduttuaan kulkee suodatinkerrosten läpi. Kaikki vedessä oleva lika jää ylimpään kerrokseen, mikä aika ajoin uudistetaan poistamalla likainen hiekka ja paneamalla puhdasta hiekkaa sijaan.



Kuva 105. Keittiön pesualtaan yhdistäminen likaviemäriverkköön.

Kuva 105 esittää, millä tavalla keittiön pesuallas on yhdistetty likaviemäriverkköön. Pesualtaan alapuolella on sifoni *CDE*. Sifonin yhdistää pystysuoraan putkeen kaksi putkea *CB* ja *CA*. Edellistä nimitetään laskuputkeksi, jälkimäistä vetoputkeksi. Laskuputken kautta vuotaa likavesi paksumpaan pystysuoraan putkeen, jota myöten se johtuu ulompaan viemärijohtoon. Vetoputkea *CA* myöten poistuu sifonista ja koko viemäriverkostosta pahanhajuiset kaasut. Jotteivät kaasut pääsisi tunkeutumaan ihmisasuntoihin, on sifoni sekä laskuputki tehty *S*-kirjaimen muotoiseksi. Kun vesi vuotaa pois pesualtaasta, jää osa siitä putken mutkaan, sulkien putken muodostamalla vesitulpan ja estää sen kautta pahanhajuisten kaasujen tunkeutumisen asuntoon.

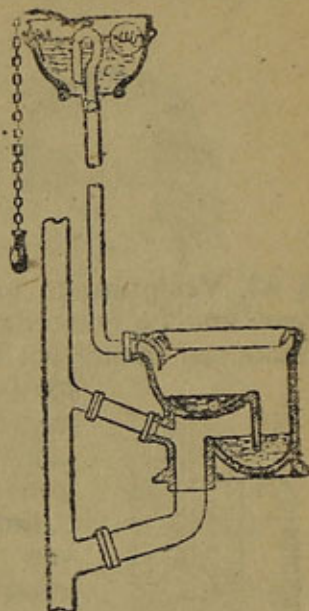
Kuva 106 esittää vesitulpan, mikä estää pahanhajuisten kaasujen pääsemästä käymäläästian kautta asuinhuoneeseen. Ylimpänä sijaitsevasta säiliöstä virtaava vesi puhdistaa astian ja vie ulos-

tukset viemärijohtoon. Loppuosa säiliöstä vuotavasta puhtaasta vedestä jää astian alimpiin taiteisiin sulkien siten kaasuilta pääsyn astiaan.

Talon viemäriputkista joutuu likavesi ulompaan viemäriverkostoon, mikä kulkee talon pihan läpi. Tästä joutuu likavesi katujohdoin virraten niitä myöten kauas kaupungin ulkopuolelle, niinkutsutuille kastelupelloille. Seisova vesi joutuu täällä mikrobien vaikutuksen alaiseksi joten vesi painuessaan maaperän lävitse ei ainoastaan suodatu, vaan puhdistuu myös kaikista tartunta-aineista. Tällainen tartunta-aineista vapaa vesi vuotaa jokeen ja mikrobien muokkaamat kivennäisaineet ovat erinomaista lannoitusainetta. Likaviemärien vesi voidaan myös puhdistaa erityisten suodattimien avulla ilman että siihen tarvitaan kastelupeltoja.

Kysymyksiä.

1. Piirrä vesijohtoverkon kaavakuva ja kerro, mikä tarkoitus on sen eri osilla.
2. Minkävuoksi rakennetaan vesitorni kaupungin korkeimmalle kohdalle.
3. Millä tavalla puhdistetaan kaupungin vesijohtoihin tuleva vesi?
4. Talossa № 2 on vesijohto rikki. Tarvitaanko sitä korjattaessa sulkea taloon № 1 vievä johto?
5. Millä tavalla nostetaan vesi joesta vesitornin säiliöön?
6. Kuinka poistetaan kaupungin taloista ja kaupungista likavesi sekä ulostukset?
7. Minkä avulla estetään kaasujen tunkeutuminen viemäriverkostosta asuinhuoneisiin?
8. Mitkä läpikäymämme fyysiikan lait tulevat käytäntöön vesijohto- ja likaviemäriverkostoa rakennettaessa?

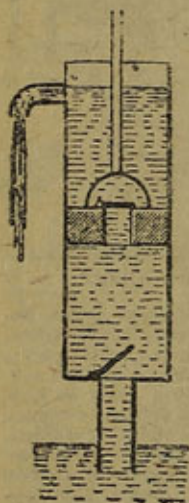


Kuva 106. Käymälän huuhtelulaite.

Vedettäessä alaspäin vipua, kohoaa käyrä osa putkea C—sifoni. Säiliöstä vuotaa vesi putkea myöten astiaan puhdistaa sen. Säiliössä kelluva pallo on kiinnitetty hanan sulkevaan vipuun ja kun vesi on vuotanut säiliöstä, putoo pallo alas avaten hanan. Hanan kautta virtaa vesi säiliöön täyttäen sen. Mikäli säiliö täyttyy, siinä kohoaa säiliössä kelluva pallo yhä korkeammalle sulkien lopulta hanan kokonaan. Kuvassa näkyy vesitulppa, mikä sulkee sekä viemäriputken, että tuuletusputken.

KAASUISTA.

83. Vesipumpun toiminta. Kuva 107. esittää vesipumpun. Siihen kuuluu sylinterinmuotoinen putki, jonka sisällä sylinterinmukainen mäntä voi liikkua. Sylinterin yhdistää veteen imuputki,

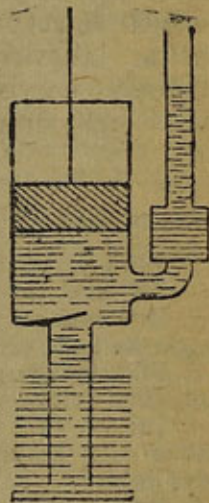


Kuva 107. Imu- ja nostopumppu.

jonka yläpäässä on ylöspäin aukeava läppä. Samanlainen läppä on myös männän keskikohdalla.

Kun mäntä kohoaa, avaa vesi alemman, niinkutsutun imuläpän ja kohoaa pumppusylinteriin männän jälessä.

Kun mäntä painuu alas, painaa sen alapuolella oleva vesi imuläpän kiinnj. Vesi ei voi tällöin poistua imputkeen, se avaa männän sisässä olevan läpän ja tunkeutuu männän yläpuolelle. Kun mäntää taas-kin kohotetaan, nousee samalla männän yläpuolella oleva vesi ja vuotaa pumpusta poistoputken kautta. Samalla kohoaa



Kuva 108. Imu- ja painopumppu.

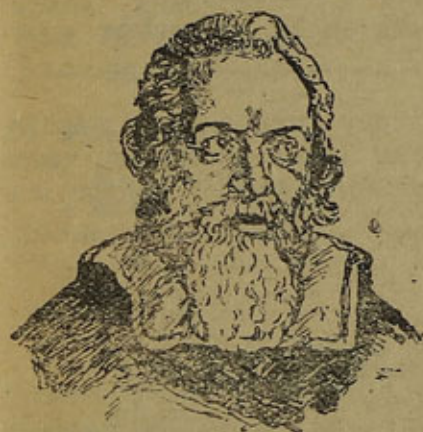
männän mukana uutta vettä pumppusylinteriin ja painettaessa mäntää alaspäin joutuu se taaskin männän yläpuoliseen osaan.

Tällaista pumppua nimitetään imu- ja nostopumpuksi.

Kuva 108 esittää, imu- ja painopumpun. Sen mäntä on yhtenäinen; imuläppä sijaitsee samassa paikassa kuin imu- ja nostopumpussakin, mutta toinen, niinkutsuttu paineläppä on sijoitettu poistoputkeen ja estää se mäntää nostettaessa poistoputkessa olevan veden painumasta takaisin pumppusylinteriin.

84. Ilmanpaineen keksiminen. V. 1640 rakennettiin Florenssissa, rikkaassa italialaisessa kauppakaupungissa, suurta pumppua, jolla aiottiin pumpata vesi pois kaivoksesta. Kun pumppu oli

valmis ja alettiin pumpata vettä, ei vesi noussutkaan männän mukana korkeammalle kuin noin 10 m. Paransivatpa insinöörit kuinka paljon hyvänsä pumpun rakennetta, vettä ei sillä voitu kaivoksesta pumpata.



Galilei (1564—1642)

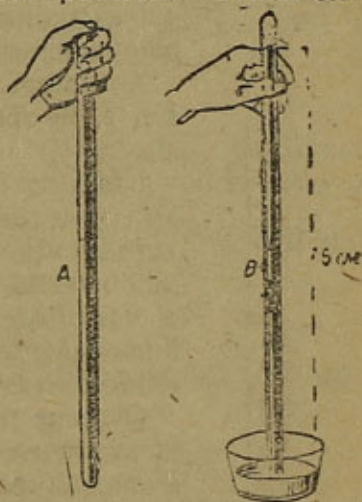


Torricelli (1608—1647).

Oli välttämätöntä saada selville tämän ilmiön syy ja insinöörit kääntyivät kuuluisan oppineen Galilein puoleen. Galilei oli silloin jo vanha ja kivulloinen¹⁾. Hän ei enää voinut ryhtyä etsimään ratkaisua kysymykseen, mutta lausui sen ajatuksen, että jos kerran vesi kohosi pumpputorvessa 10 metriä, kohoa öljy, mikä on vettä keveämpää, korkeammalle ja elohopea, joka on 13,6 kertaa vettä raskaampaa, ei kohoa 10 metriä, vaan 13,6 kertaa vähemmän.

Galilein kuoleman jälkeen tarkisti hänen oppilaansa Torricelli Galilein otaksuman kokeiden avulla v. 1642.

85. Torricellin koe. Torricelli otti 1 m pitkän lasiputken, minkä toinen pää oli juotettu umpeen. Putken täytti hän elohopealla ja painaen peukalonsa putken avoimeen päähän käänsi putken ylösalai-



Kuva 109. Torricellin koe

¹⁾ Galilein sairaus iohditi pitkäaikaisesta oleskelusta kosteassa ja pimeässä vankilakopissa. Kirkko oli tuominnut Galilein vankilaan senvuoksi, että hän selitti maan pyörivän auringon ympäri, mikä oli kirkonopin vastainen.

sin laskien putken avoimen pään elohopeaa sisältävään astiaan (kuva 109). Kun hän irroitti sormensa putken päästä, laskeutui elohopea putkessa, mutta ei vuotanut siitä pois kokonaan.

Putkessa oleva elohopeapyiväs oli 76 cm korkea.

Kun oppinut Guericke myöhemmin laati pitkän, yläpäätänsä kiinnijuotetun lasiputken ja suoritti Torricellin kokeen veden avulla, kohosi vesi putkessa 10,34 m korkeuteen. Galilein lausuma otaksuma osoittautui todeksi.

Kysymyksiä.

1. Minkä kokeen Torricelli teki?
2. Minkä seikan halusi Torricelli todeta kokeellaan?
3. Laske, toteutuiko Galilein otaksuma Torricellin kokeessa?

86. Minkävuoksi vesi nousee männän mukana? Torricelli lausui ajatuksen, että syynä veden kohoamiseen pumpussa tahti elohopean pysymiseen putkessa on ilman paine.

Me elämme ilmameren pohjalla. Yläpuolellamme on korkea ilmakerros. Ilmalla on oma painonsa. Aivan samoin kuin vesi painaa kaikkia siinä olevia kappaleita, samoin ilmakehä painaa kaikkia esineitä maanpinnalla.

Kaadamme vettä pitkään lasiputkeen ja suljemme sen pään sormella. Käännämme putken varovasti ylösalasin ja otamme sormen putken suulta. Vesi ei vuoda pois putkesta, sitä kannattaa siellä alhaaltapäin kohtaava ilmanpaine. Jos avaamme putken yläpäätänsä, vuotaa vesi heti putkesta senvuoksi, että ilma painaa tällöin vettä myös ylhäältäpäin. Ilmanpaine alhaaltapäin ei voi pitää tasapainossa sekä ylhäältäpäin tapahtuvaa ilmanpainetta että lisäksi veden omaa painoa, jonka johdosta vesi vuotaa putkesta.

Otamme putken, jonka toinen pää on juotettu umpeen ja avoimeen päähän on kiinnitetty hana. Pumppaamme ilman putkesta, panemme hanan vesiastiaan. Kun sen jälkeen avaamme hanan, suihkuua vesi hanan kautta putkeen (kuva 110). Putken sisällä ei vesi kohtaa ilmanpainetta ja syöksyy putkeen ulkoilman paineen johdosta.

Kun pumpun mäntää kohotetaan, ohenee ilma männän ja vedenpinnan välillä suuresti. Ulkoilman paine panee veden kohoamaan pumppuun männän mukana.



Kuva 110.

Aivan samoin kannattaa ulkoilman paine elohopeapylvästä Torricellin putkessa senvuoksi, ettei putkessa elohopean yläpuolella ole ilmaa.

Maapalloa ympäröivää ilmakehää nimitetään myös atmosfääriksi. (Sana „atmosfääri“ on kokoonpantu kahdesta sanasta: atmos — ilma, höyry ja sfera — pallo). Ilmakehän aiheuttamaa painetta sanotaan lyhyesti ilmanpaineeksi.

Kysymyksiä.

1. Minkävuoksi vesi nousee männän mukana?
2. Kaada lasi täyteen vettä, sulje lasi paperilevyllä ja käännä lasi ylösalasin kannattamalla paperilevyä kädelläsi. Minkävuoksi ei vesi vuoda pois lasista, kun otat käden pois paperilevyiltä?
3. Pysykö elohopea Torricellin putkessa, jos toisesta päästään kiinni juotetun putken sijasta otetaan hanalla varustettu putki ja elohopean ollessa putkessa avataan putken yläpäässä oleva hana?
4. 1 m pitkstä lasiputkesta, jonka toinen pää on juotettu umpeen ja toisessa päässä on hana, pumpataan pois ilma. Kun asetamme putken hanan elohopeaan ja avaamme hanan, täyttääkö elohopea koko putken?

87. Ilmanpaineen suuruus.

Ilmanpaine pitää putkessa 76 cm korkean elohopeapylvään. Ilmanpaine on siis niin suuri, kuinka paljon painaa 76 cm korkea elohopeapylväs.

Laskemme, kuinka paljon painaa 76 cm korkea elohopeapylväs, jonka kanta on 1 cm^2 . Koska elohopean ominaispaino on $13,6 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, saadaan tietää elohopeapylvään paino suorittamalla seuraava laskutehtävä.

$$13,6 \cdot 76 = 1033,6 \text{ g.}$$

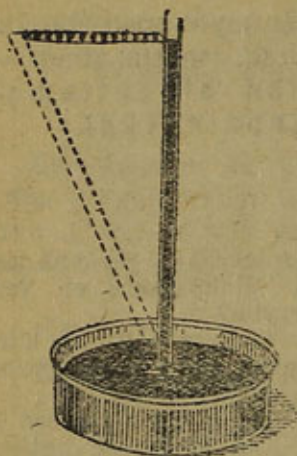
Ilmanpaine on 1 cm^3 suuruista pintaa kohden 1033,6 grammaa.

Kysymyksiä.

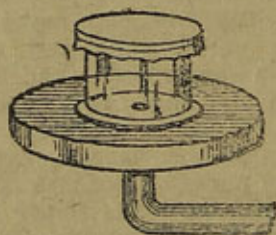
1. Kuinka suuri on ilmanpaine 1 dm^2 suuruista pintaa kohden?
2. Mitä tapahtuu kumikalvolle, joka on sidottu lasiastian suulle, jos lasiastiasta pumpataan ilma?
3. Laske, kuinka suuri ilmanpaine kohtaa lasiastian suulla olevaa kumikalvoa, kun aukon pinta-ala on 100 cm^2 ?
4. Mitä tapahtuu Torricellin putkessa olevalle elohopeapylväälle, kun putkea kallistetaan (kuva 111).
5. V. 1654 saksalainen oppinut Otto Guericke pumppassi ilman pois kahdesta toisiinsa sopivasta kuparisesta puolipallosta. Ilmanpaine puristi

puolipallot niin lujasti kiinni toisiinsa, ettei kahdeksan parivaljakkoa kyennyt niitä toisistaan irrottamaan. Laske ilmanpaineen suuruus kyseessä olevassa tapauksessa, kun puolipallojen pinta oli 1400 cm^2 .

6. Minkävuoksi lasiastian suuta peittävä kumikalvo painuu rikki vasta sen jälkeen, kun ilma pumpataan pois astiasta (kuva 112)?



Kuva 111. Selittävä kuva 4:nteen kysymykseen.



Kuva 112.

88. Ilmanpaine eri korkeudella. Ilmanpaineen aiheuttaa se seikka, että ylempät ilmakerrokset painavat alempana olevia.

Kun nouseaan korkealle vuorelle, käy ylempänä olevien ilmakerrosten paino pienemmäksi. Vuoren huipulla on niinmuodoin ilmanpaine pienempi kuin vuoren juurella.

Käytännössä totesi tämän ensi keran ranskalainen op-

pinut **Pascal** v. 1648. Pascal antoi ystävilleen tehtäväksi suorittaa Torricellin koe samanaikaisesti vuoren juurella ja sen huipulla. Koe osoitti Pascalin otaksuman todeksi. Ilmanpaine oli vuoren huipulla pienempi kuin vuoren juurella.

Samassa määrin kun nouseaan maanpinnan yläpuolelle, vähenee ilmanpaine.

Kysymyksiä.

1. Mikä vaikutus on paikkakunnan korkeudella ilmanpaineeseen?
2. Minkävuoksi ilmanpaine on vuoren huipulla pienempi kuin vuoren juurella?

89. Ilmapuntari. Kun Torricellin putkeen tehdään pystysuora asteikko, mikä tarkkaan ilmaisee elohopeapylvään korkeuden, saadaan laite, jonka avulla voidaan mitata ilmanpaineen suuruus. Laitetta jolla mitataan ilmanpaineen suuruutta, nimitetään ilmapuntariksi eli barometriksi (kreikankielisestä sanasta *baros* — raskas).

Kuva 113 esittää tällaisen laitteen.

Torricellin putken avoin pää on asetettu elohopeaa sisältävään astiaan ja astian putkineen on kiinnitetty asteikolla varus-

tettuun lautaan. Tällaista ilmapuntaria nimitetään astia-ilmapuntariksi. Tarkastaessamme ilmapuntaria jonkun päivän ajan, huomaamme, ettei ilmanpaine pysy samana. Elohopeapylväs on milloin korkeammalla (ilmanpaine suurenee), milloin matalammalla (ilmanpaine vähenee). Tällainen elohopeapylvään laskeminen ja nouseminen tapahtuu joidenkin senttimetrien sisäpuolella. Keskimääräinen ilmanpaine merenpinnalla on 76 cm.

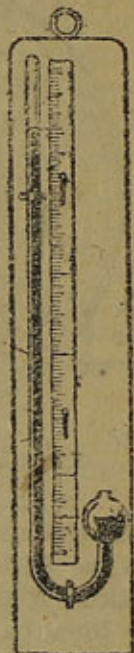
Toisinaan laaditaan elohopeabarometri samasta lasiputkesta ilman erillistä astiaa. Tällaista elohopeailmapuntaria nimitetään sifoni-barometriksi. (Kuva 114).

Sifonibarometri tehdään taivutetusta lasiputkesta, minkä yläpää on juotettu umpeen. Lyhyt alapää on avonainen, yläosastaan laajennetun pallon muotoinen. Elohopeapylvään aletessa putkessa valuu elohopea palloon. Ulkoilman paine kohtaa avoimen putken kautta elohopean pinnan. Elohopeapylvään korkeus lasketaan avoimesta elohopean pinnasta.

Kysymyksiä.

1. Minkälainen on astia-ilmapuntarin rakenne?
2. Minkälainen on sifoni-barometrin rakenne?

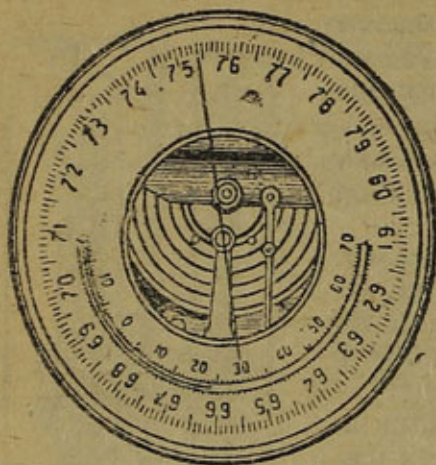
90. Aneroidi-barometri. Elohopea-ilmapuntarit ovat rakenteeltaan sängen yksinkertaisia ja ilmaisevat tarkkaan ilmanpaineen, mutta ne voivat vähänkin varomattomasta käsittelystä särkyä ja lisäksi voi ilma tunkeutua elohopeaa sisältävään putkeen. Paljon mukavampia varsinkin siirreltäessä paikasta toiseen ovat metalliset aneroidi-barometrit (kuva 115). (Sana „aneroidi„ merkitsee — ilmaton). Aneroidi-barometrin pääosana on litteä metallinen laatikko, minkä kansi on aaltomainen (kuva 116). Tästä laatikosta pumpataan pois ilma ja jottei ilmanpaine ruhjosi laatikon kantta, kiinnitetään aaltomaisen kannen keskikohtaan metallinasta, jota yläpäästään kannattaa metallijousi P. Ilmanpaineen suurentuessa painuu laatikon kansi, ilmanpaineen vähetessä taaskin jännittää jousi kantta ylemmäksi. Siirtokoneiston avulla on nastaan kiinnitetty viisari, mikä siirtyy vasemmalle ja oikealle ilmanpaineen muutosten mukaan. Viisari liikkuu pitkin



Kuva 113. Astia-ilmapuntari.

Kuva 114. Sifoni-barometri.

asteikkoa, mikä ilmaisee samat ilmanpainemäärät kuin elohopea-ilmapuntarikin. Jos esimerkiksi viisari asettuu luvun 754 kohdalle osoittaa se, että elohopea-ilmapuntarissa on elohopeapylvään korkeus 754 mm.



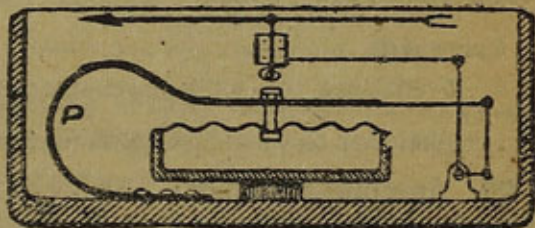
Kuva 115. Aneroidi-barometri.

Aneroidi-barometri on sängen herkkä laite ja mukava käsitellä siirryttäessä paikasta toiseen, mutta sitä vaivaa se haitallinen puoli, ettei jousen kimmoisuus pysy aina samana. Tästä syystä aneroidi-barometri alkaa verrattain pian ilmaista ilmanpaineen epätarkasti.

- Virheiden välttämiseksi on aneroidi-barometria silloin tällöin verrattava elohopea-barometriin ja jos huomataan niiden

osoittavan erilaista ilmanpainetta, on aneroidi-barometri tarkistettava. Tarkistaminen tapahtuu erityisen tätä varten laaditun taulukon mukaisesti.

Ilmanpaineella on sängen tärkeä merkitys lähipäivien sään ennustamisessa. Ilmanpaineen muuttuessa muuttuu nimittäin sääkin. Tämän vuoksi on barometri ehdottomasti välttämätön väline meteorologisia havaintoja tehtäessä ¹⁾.



Kuva 116.

Kysymyksiä.

1. Minkä vuoksi metallista valmistettua barometriä nimitetään aneroidi-barometriksi?
2. Minkä vuoksi ei ilmanpaine ruhjo metallilaatikon kantta, josta ilma on pumpattu pois?
3. Mitä ilmaisevat aneroidi-barometrin asteikossa olevat numerot?
4. Kuinka suurta ilmanpainetta osoittaa aneroidi-barometri kuvassa 115?

91. Altimetri. Pascal todisti kokeen avulla, että ilmanpaine on pienempi vuoren huipulla kuin sen juurella, siitä syystä, että vuoren huipun alapuolella olevat ilmakerrokset eivät lisää vuo-

¹⁾ Meteorologia — tiede maapallon ilmakehässä tapahtuvista ilmiöistä.

renhuipun yläpuolella olevien ilmakerrosten painoa. Tietäessämme, kuinka paljon ilmanpaine alenee paikan korkeudesta riippuen, voidaan ilmapuntarin osoittamasta ilmanpaineesta määrätä, kuinka korkealla merenpinnan yläpuolella jokin paikka on. Vähäisillä matkoilla vastaa jokaista 12 m nousua 1 mm ilmanpaineen aleneminen. Sängen herkkiä metallisia barometrejä joihin kiinnitetystä asteikosta voidaan välittömästi nähdä paikan korkeus, nimitetään altimetreiksi (korkeusmittareiksi). Altimetrejä käytetään ilmailun, ilmapurjehduksen alalla sekä noustaessa korkeille vuorille.

Kysymyksiä.

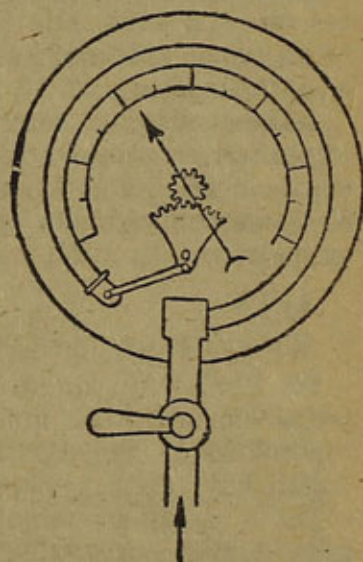
1. Mikä on altimetri ja mihin tarkoitukseen sitä käytetään?
2. Kuinka muuttuu ilmanpaine noustaessa maanpinnan yläpuolelle?
3. Mittaa aneroidi-barometrillä ilmanpaineen suuruus rakennuksen alimmassa ja ylimmässä kerroksessa. Missä on ilmanpaine suurempi? Kuinka paljon suurempi?

92. Manometri. Tekniikassa ollaan tekemisissä paljon suurempien paineiden kanssa kuin mitä ilmanpaine on. Tällaisten paineiden mittaamista varten otetaan **tekniikassa paineyksiköksi 1 kg paine 1 cm² pinta kohden.** Tätä painetta nimitetään teknilliseksi **atmosfääriksi.**

Laitteita joilla mitataan painetta, nimitetään **manometreiksi.**

Eräisiin manometreihin olemme jo aikaisemmin tutustuneet.

Kuva 117 esittää erään tekniikassa käytetyn manometrilajin. Sen pääosana on soikion muotoinen, käyristetty putki, minkä umpeenjuotettu pää on yhdistetty viisariin. Viisari liikkuu pitkän asteikkoja. Putken toinen avoin pää on yhteydessä sen tilan kanssa, jossa vallitseva paine tahdotaan määrätä. Kun paine putken sisällä suurenee, suoristuu putki hiukan pannen samalla viisarin liikkumaan. Viisari osoittaa paineen suuruuden.



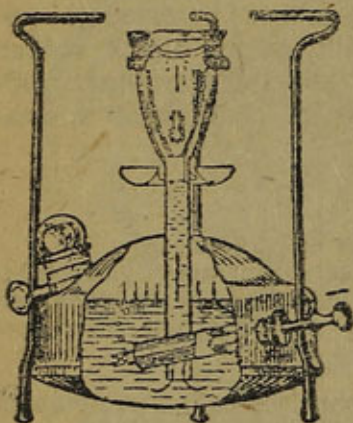
Kuva 117. Manometri.

Kysymyksiä.

1. Mitä nimitetään teknilliseksi atmosfääriksi?
2. Millä laitteilla mitataan paineen suuruutta?
3. Kuinka suuri on höyryn paine höyrykattilan koko pintaan, jos kattilan sisällä vallitsee 5 atmosfäärin paine ja kattilan pinta-ala on 2 m²?

4. Kuinka suurella voimalla ilmakehä painaa täysikasvuista ihmistä, jonka ruumiin pinta-ala on 1,5 m²?

93. Tiivistyspumppu. Ilman pumppaamiseksi, tiivistämiseksi, käytetään erikoista tiivistyspumppua. Tällaisilla pumpuilla pum-pataan ilmaa priimuskeittiöihin ja polkupyörien kumirenkasiin.



Kuva 118. Priimuskeittiö.

Priimuskeittiön tiivistyspum-pu (118) on metalliputki, jonka ala-pää on priimuskeittiön öljysäiliön si-sällä. Pumpun sisäpäässä on säiliöön-päin aukeava läppä. Pumpun mäntänä on nahasta tehty kupu. Kun mäntä liikkuu sisäänpäin tiivistää, se pum-pussa olevaa ilmaa ajaen sen läpän kautta öljysäiliöön. Männen liikkeessa sisäänpäin puristaa pumpussa oleva ilmanpaine kuvun tiukasti pumpputor-veen kiinni. Kun mäntää vedetään ulos-päin, puristaa ulkoilman paine kuvun kokoon ja ilma tunkeutuu pumpputor-veen.

Polkupyöräpumppu on rakenteeltaan melkein samanlainen, eroi-tus on vain siinä, että läppä, mikä estää kumirenkaaseen puris-tetun ilman poistumasta ei ole itse pumpussa, vaan sisimmässä kumirenkaassa.

Rakenteeltaan monimutkaisempia, voimakkaita pumppuja, joita käytetään erilaisissa tapauksissa puristetun ilman aikaansaami-seksi nimitet än kompressoreiksi, ilmanpuristuskoneiksi. Kompressorin männen panee liikkeelle höyrykone tahi jokin muu voimakone.

Kysymys.

Minkälainen on priimuskeittiön tiivistyspumppun rakenne?

94. Puristetun ilman käyttö. Ilmatorvia myöten voidaan puris-tettua ilmaa siirtää mihin paikkaan hyvänsä tehtaassa ja tuotan-tolaitoksessa. On itsestään selvää, että puristettu ilma on saanut laajan käytännön nykyaikaisessa tekniikassa.

Usein tavataan tehtaissa ja suurilla rakennuksilla työaseita, joita käyttää puristettu ilma. Tällaisia työaseita nimitetään pneu-maattisiksi työaseiksi.

Pneumaattinen työase yhdistetään pitkän kumiletkun avulla puristetun ilman johtoverkkoon. Työläinen, joka pitää työasetta kädensijasta kiinni, säännöstelee puristetun ilman tulon työaseeseen. Riippuen työaseen rakenteesta voi puristettu ilma panna sen joko nopeasti pyörivään liikkeeseen tahi suorittamaan nopeita suoravii-

vaisia liikkeitä edestakaisin. Yleisesti käytetään pneumaattisia porauskoneita, vasaroita, kairoja, talttoja. Voidaanpa rakennusten maalaaminenkin suorittaa puristetun ilman avulla. Puristettu ilma ruiskuttaa tällöin maalin suihkuina rakennuksen seinään.

Pneumaattiset työaseet ovat erittäin soveliaita kaivoksissa senvuoksi, että työaseista lähtevä puristunut ilma laajentuu ja edistää kaivoksen ilmanvaihtoa. Sellaisissa kaivoksissa, joissa kaasujen vuoksi ei voida käyttää sähköä, kuljettavat kaivosvaunuja pienet veturintapaiset koneet, jotka käyvät puristetun ilman avulla.

Löytyy pneumaattisia rautateitä; puristetun ilman kuljettamat, pienet vaunut vievät kirjepakkoja kaupungin toisesta osasta toiseen. Löytyy myös ilmanostokoneita, jotka voivat kohottaa raskaita kuormia.

Kysymyksiä.

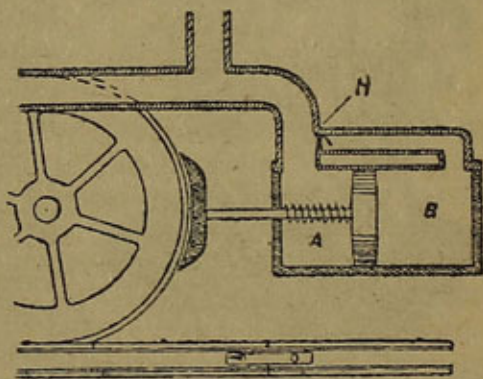
1. Mitä tarkoitetaan pneumaattisilla työaseilla?
2. Mihin tarkoituksiin tiedät käytettävän puristettua ilmaa?

95. Ilmajarru. On välttämätöntä kosketella puristetun ilman käyttöä juna- ja raitiotieliikenteessä.

Omasta kokemuksestamme me tiedämme, kuinka vaikea on yhtäkkiä pysähtyä nopeassa juoksussa. Rautatiejunat kulkevat 90 km, vieläpä suuremallakin tuntinopeudella. Jos junan ollessa näin nopeassa liikkeessä, kuljettaja äkkiä huomaisi jonkin vaaran uhkaavan junaa, ja jarruttaisi vain veturia, jatkaisivat vaunut eteenpäinkulkuaan, murskaisivat veturin ja murskautuisivat itse. Junan suuren nopeuden vuoksi tarvitsee jokaisessa vaunussa välttämättömästi olla jarru, jonka avulla voidaan samanaiskaisesti pysähdyttää kaikki vaunut.

Jarrut toimivat tavallisesti puristetun ilman avulla.

Veturissa löytyy erityinen ilmasäiliö, johon höyrykone ilmapumpun avulla pumppaa ilmaa. Tästä ilmasäiliöstä kulkee ilmajohto junan joka vaunuun. Tämä johto on yhteydessä kunkin vaunun ilmajarrun kanssa (kuva 119).



Kuva 119. Ilmajarru.

Ilmajarruun kuuluu metallinen sylinteri, jonka sisällä on mäntä. Mäntä jakaa sylinterin kahteen osaan — A ja B. Osassa A löytyy

kierrejousi, mikä painaa mäntää sekä siihen kiinnitettyä jarrutönkkää. Ilmajohdosta joutuu puristettu ilma sylinteriin ja painaa mäntää kummaltakin puolelta yhtä suurella voimalla joten mäntä, minkä kierrejousi pitää erossa pyörän kehästä, pysyy paikallaan. Jos jossain avataan ilmajohdon hana tahi ilmajohto muuten jonkun vaurion johdosta särkyy, syöksyy ilma ulos sekä ilmajohdosta, että sylinterin osasta *A*. Puristettu ilma, mikä löytyy sylinterin osassa *B* ei voi päästä ulos senvuoksi, että läppä aukenee vain sylinterin sisään päin. Puristettu ilma painaa tällöin *B*:stä päin voimakkaasti mäntää ja kiristää jarrutönkän pyörän kehään kiinni.

Tavallisesti panee koneenkäyttäjät ilmajarrun toimimaan avamalla veturissa olevan jarruventtiilin, mutta onnettomuuden uhaessa voi jokainen matkustajakin pysähdyttää junan avaamalla vaunussa löytyvän ilmajohtohanan. Kun junaonnettomuuden tapahtuessa ilmajohto särkyy, joutuu senkautta ilmajarru automaattisesti toimimaan pysäyttäen koko junan.

Löytyy toisiakin ilmajarrusysteemejä kuin se, mikä edellä on kuvattu.

Kysymyksiä.

1. Mihin tarkoituksiin käytetään ilmajarrua?
2. Piirrä kuva jarrun rakenteesta ja selitä, kuinka se toimii.

96. Harvennuspumppu. XVII-nnen vuosisadan keskipaikoilla laati fyysikko Otto Guericke, tutkiakseen „tyhjää tilaa“, pumpun, jonka avulla hän pumppasi ilman erilaisista astioista.



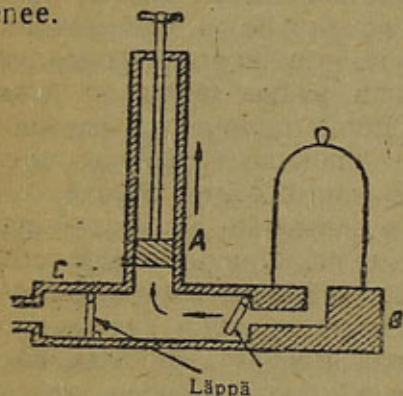
Otto Guericke (1602—1686).

Kuvissa 120 ja 121 esitetään yksinkertaisin kouluissa käytännössä oleva harvennuspumppu. Piirroksen alaosat, missä läpät sijaitsevat, on esitetty vain kaavakuvana, jotta helpommin päästäisi selville harvennuspumpun toiminnasta.

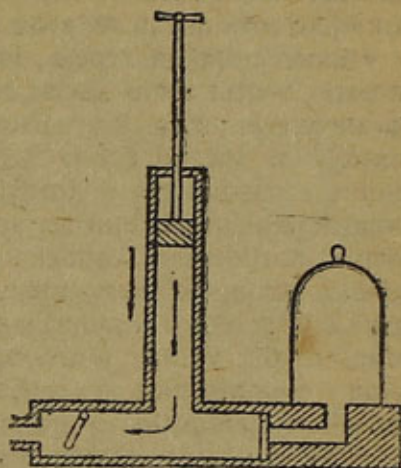
Metallisylinterissä, pumpputorvessa, on mäntä *A*, mikä on ilmatiiviisti pumpputorven mukainen (kuva 120). Sylinterin päässä on kaksi läpällä varustettua putkea, toisen, imuputken *B* läppä aukenee sylinteriin päin, toisen putken läppä *C* aukenee ulospäin. Putki *B* on yhteydessä ilmaku-
vun kanssa. Kun mäntää *A* nostetaan ylöspäin, harvenee ilma pumpputorvessa. Lasikuvussa olevan ilman paine on tällöin suurempi ja se aukaisee imutorvessa *B* ole-

taan ylöspäin, harvenee ilma pumpputorvessa. Lasikuvussa olevan ilman paine on tällöin suurempi ja se aukaisee imutorvessa *B* ole-

van läpän työntyen sylinteriin (kuva 120). Painettaessa määntää alaspäin puristuu pumpputorvessa oleva ilma sulkien imutorven läpän ja avaten läpän C poistuen sen kautta ulkoilmaan (kuva 121). Jokaisella männän liikkeellä toistuu sama. Ilma lasikuvussa vähitellen harvenee, ohenee.



Kuva 120.



Kuva 121.

Teollisuudessa käytetään harvennuspumppuja, joiden rakenne on täydellisempi ja jotka saavat aikaan sangen suuren ohennuksen.

Kysymys.

Minkälainen on rakenteeltaan yksinkertaisin harvennuspumppu?

97. Harvennuspumppujen käyttö tekniikassa. Harvennuspumppuja käytetään valmistettaessa sähkölamppuja, radiolamppuja ja lämpömittareita. Kaikissa näissä tapauksissa on lasikuvusta ja putkista pumpattava pois niissä oleva ilma ja lasikuvat sen jälkeen juotettava umpeen. Se terävä lasikärki, mikä näkyi vanhemmissa lamputissa, oli putken jäte, jonka avulla lamppu oli yhdistetty pumppuun.

Ansaitsee mainita harvennuspumppujen käytöstä ratapölkkyjä muokattaessa. Kuivatetaan puu kuinka kuivaksi hyvänsä, aina jää siihen hiukan kosteutta ja vaikkapa täydellisesti kuiva ratapölkkykin asetettaisi maahan, tulee se sangen pian kosteaksi. Ratapölkky alkaa pian lahota ja mädät ratapölkkyt ovat suurena vaarana rautatieliikenteessä. Ratapölkkyjen mätänemisen ehkäisemiseksi asetetaan ne erikoiseen astiaan vakuun ¹⁾ kammiioon, tyhjiökammioon, jossa on lahoamista ehkäisevää liuosta. Kun harvennuspumpun avulla pumpataan ilma pois kammiosta,

¹⁾ Latinankielisestä sanasta vacuum — tyhjä tila.

poistuu ilma samalla ratapölkkyjen kudoksista. Kun tämän jälkeen päästetään ilmaa tyhjiökammioon painaa ilmanpaine lahoamista ehkäisevän liuoksen ratapölkkyjen huokosiin. Samalla tavalla kylästetään erikoisella aineella sähkökoneiden käämit.

Voimakkaita pumppuja, jotka kykenevät tuossa tuokiossa poistamaan suuria ilmamääriä, mutta eivät voi saada aikaan huomattavaa harvennusta, käytetään to m u n i m i j ö i n ä sellaisilla tuotannonaloilla, joissa työn kestäessä tulee paljon pölyä ja roskaa. Hyvin varustetuissa mekaanisissa puuseppäverstaissa on jokaisen koneen lähellä ilmaputken aukko, jonne ilmapumpun imevän voiman vaikutuksesta kaikki lastut ja sahanjauhot joutuvat. Samanlaisilla pumpuilla pumpataan vilja elevaattoreihin. Samaa keinoa käyttämällä voidaan siirtää paikasta toiseen ei ainoastaan viljaa, vaan myös villaa, puuvillaa, hampua ja muita raaka-aineita, joiden ominaispaino on vähäinen. Kuvaamamme pumput pumppaavat siis ilman jostakin huoneesta kuljettaen mukanaan edellämainitunlaisia aineita. Samat pumput voivat myös ajaa ilmaa huoneisiin ja muihin tarvittaviin paikkoihin. Pumppua voidaan siis käyttää myös tiivistuspumppuna. Niiden avulla pumpataan ilmaa pajan ahjoihin, masuuneihin, kuivatushuoneisiin, joissa kuivatetaan puutavaraa, samoin erikoisesti puhdistettua ilmaa tehdasrakennuksiin y. m. Myöskin pumpataan niiden avulla hiili- ja malmikaivoksista pilaantunut ilma ja ajetaan sijaan puhdasta ilmaa j. n. e.

98. Ilmapurjehdus. Neste työntää luotaan siihen upotettua kappaletta voimalla, mikä on yhtä suuri, kuin kappaleen syrjäyttämän nestemäärän paino. Sama ilmiö tapahtuu myös kaasuisa.

Kaasu työntää siihen upotettua kappaletta voimalla, mikä on yhtä suuri kuin kappaleen syrjäyttämän kaasumäärän paino.

Tähän lakiin perustuu ilmapurjehdus, lyhyesti ilmailu.

Jos ilmapallo laitteineen ja kuormituksineen painaa vähemmän kuin sen syrjäyttämä ilmamäärä, kohoaa ilmapallo ylöspäin.

Ilmapallot täytetään sellaisella kaasulla, jonka ominaispaino on ilman ominaispainoa pienempi. Liitämme tähän taulukon, joidenkin kaasujen painosta 1 m³ kohden.

Ilma 0°	1,29 kg
Ilma 15°	1,22 "
Valokaasu	0,42 "
Heliumkaasu	0,18 "
Vetykaasu	0,09 "

Kun 1 m³ suuruisen ilmamäärän painosta vähennetään 1 m³ suuruisen kaasumäärän paino, ilmaisee saatu luku kaasun nos-

tovoiman 1 m³ kohden. Eri kaasujen nostovoima on siis 1 m³ kohden seuraava:

Valokaasu	1,29 — 0,42 = 0,87
Heliumkaasu	1,29 — 0,18 = 1,11
Vetykaasu	1,29 — 0,09 = 1,20.

Vetykaasun nostovoima on suurin, jonkavuoksi sitä onkin edullista käyttää ilmapallojen täyttämiseen. Mutta vetykaasu on tavattoman tulenarkaa ja senvuoksi vaarallista. Ilmalaivat täytetään heliumkaasulla joka on palamatonta tahi vetykaasun ja heliumkaasun sekoituksella.

Tavallinen ilmapallo valmistetaan kumilla kyllästetystä silkki-kankaasta ja täytetään vetykaasulla (kuva 122). Pallon ympärillä on verkko, jossa riippuu gondoli ilmapurjehtijoita sekä tarvittavia mittausvälineitä varten.

Ilmapallo on varustettu läpällä, jonka avaamalla ilmapurjehtija voi laskea ulos pallosta osan kaasua ja siten pallon kokoa pienentämällä, saada pallon laskeutumaan. Jos taaskin ilmapurjehtijat ovat saapuneet niin korkealle, että pallon oma paino on yhtä suuri kuin sen syrjäyttämän ilman paino eikä pallo enää kohoa ylemmäksi, voivat ilmapurjehtijat heittää pois gondolista osan mukaansa ottamaa painolastia (kuivaa hietaa sisältäviä säkkejä) ja kohota siten vieläkin korkeammalle.

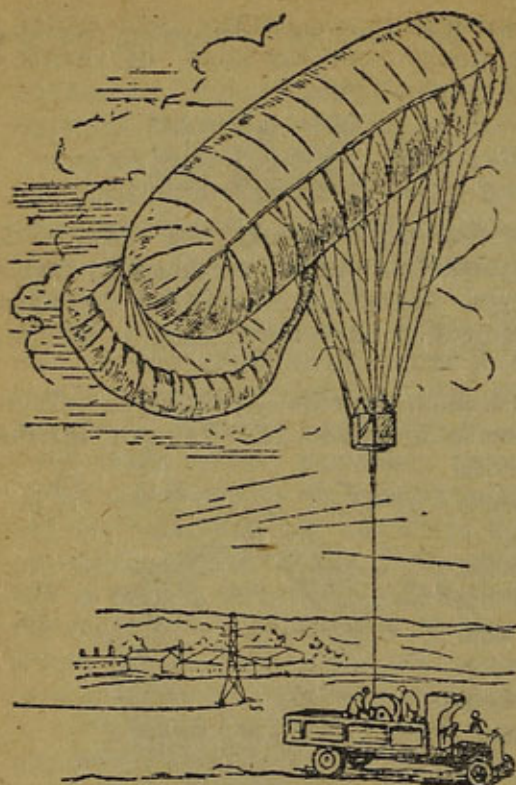


Kuva 122. Ilmapallo.

Jottei gondoli maahan laskeutuessaan töytäisi kovasti maata vasten, riippuu gondolin alapuolella paksu köysi, mikä maahan painuessaan keventää palloa ja siten hiljentää ilmapallon laskua.

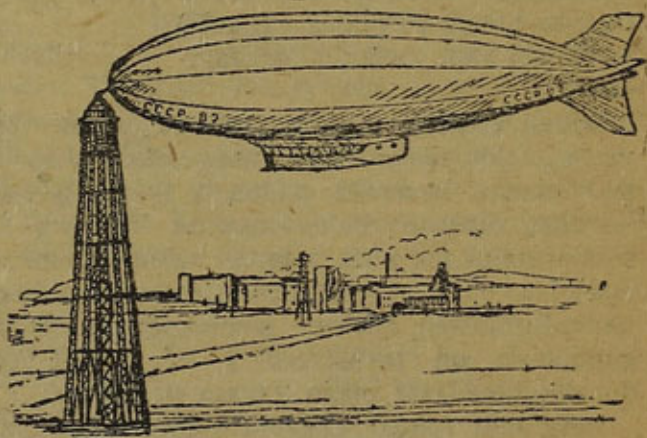
Paitsi vapaasti tuulen mukana kulkevia ilmapalloja käytetään sotatarkoituksiin vielä maahan sidottuja ilmapalloja, niinkutsuttuja makkaroita. Niistä tarkastetaan vihollisen liikkeitä, osuvatko kauaskantoisten tykkien ammukset maaliinsa j. n. e. Makkaran gondolissa on tavallisesti 1—2 lentäjä-tähystäjä, jotka ovat puhelinyhteydessä maan kanssa (kuva 123).

Ilmapallot (paitsi maahan sidotut makkarat) kulkevat vapaasti tuulen mukana. Niissä ei ole mitään ohjauslaitteita. Ohjattavia ilmalaivoja alettiin rakentaa vasta silloin, kun oltiin onnistuttu



Kuva 123. Maahan sidottu makkara.

vihollisen ampumista varten. Jäykissä ilmalaivoissa on metallinen runko; jonka päälle on pingoitettu kaasutiivis kangas. Runko on jaettu useampaan osastoon. Jos kaasu pääsee poistumaan jostakin osastosta tahi tuollainen osasto jollakin muulla tavalla tuhoutuu, ei ilmalaiwa silti putoa maahan, sen kantovoima vain jonkun verran pienenee. Ilmalaiwan täyttämisen kaasulla tulee sängen kalliiksi, jonka vuoksi siitä ei päästetä kaasua pois. Ilmalaiwa sijoitetaan suljettuun



Kuva 124. Ilmalaiwa.

luomaan kevyitä, voimakkaita koneita pyörittämään ilmalaiwan propellia. Ilmalaivat ovat pitkiä, sikaarinmuotoisia, niiden pää on tylppä ja takaosa terävä (kuva 124). Takaosaan on kiinnitetty liikkumattomia vakavuustasoja, jotka estävät ilmalaiwan pyörimästä pitkittäisen akselinsa ympäri ja antavat laivan kululle vakavuutta. Lisäksi on laivan peräosassa peräsimiä, joiden avulla ilmalaiwa voidaan kääntää oikealle ja vasemmalle, ylös ja alaspäin. Ilmalaiwan pitkän gondolin etuosassa sijaitsevat propellit joiden pyöriminen antaa ilmalaivalle voiman kulkea määrättyyn suuntaan. Toisissa gondoleissa ovat matkustajat ja sotatarkoituksiin käytettävissä ilmalaivoissa lisäksi konekivääreitä

rakennukseen — ellingsiin, jossa sitä säilytetään seuraavaan lentomatkaan asti. Ilmalaiva voidaan myös kiinnittää sitä varteris erikoisesti pystytettyyn mastoon (kuva 124).

Kysymyksiä.

1. Kuinka suurella voimalla työntää 0 asteinen ilma kappaletta, jonka tilavuus on 1 m^3 ?

2. Kumipallo, jonka tilavuus on 100 dm^3 , on täytetty vetykaasulla. Kuinka paljon keveämpi on tämä pallo samankokoista ilmalla täytettyä palloa?

3. Leikki-ilmapallot kohoavat ylöspäin. Kumpi on suurempi: tällaisen pallon paino kaasuineen tahi sitä työntävän ilman voima?

4. Mitä kaasuja käytetään ilmapalloissa?

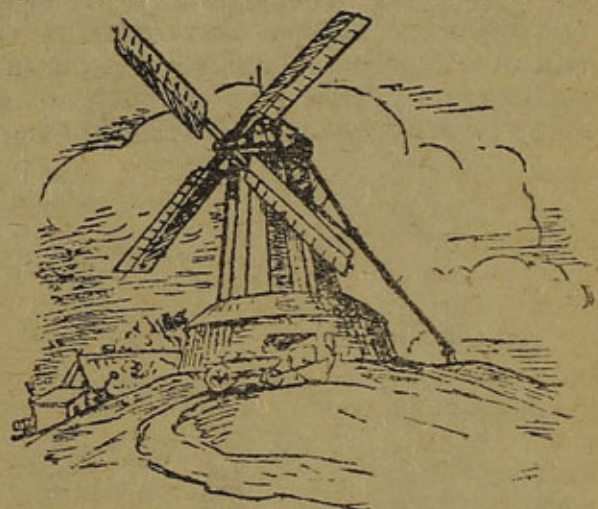
5. Mitä nimitetään ilmapallon nostovoimaksi?

6. Ilmapallon halkaisija on 20 m ja tilavuus noin 4000 m^3 . Kuinka suuri on ilmapallon nostovoima, jos ilmapallo on täytetty vetykaasulla?

7. Ilmapallon tilavuus on 1500 m^3 ja täytetty vetykaasulla. Pallon kehys ja gondoli painavat 250 kg . Voiko tämä pallo nostaa maasta kolme matkustajaa, jotka jokainen painavat 65 kg ?

99. Tuulimoottorit. Jo vanhoista ajoista asti ovat ihmiset käyttäneet tuulen voimaa kuljettamaan purjelaivojaan. Vasta paljon myöhemmin alettiin tuulen voimaa käyttää muiden mekaanisten töiden suorittamiseen. Ensinnä ilmaantuivat tuulimyllyt. Ne rakennettiin korkeille paikoille, olivat suuria laitoksia ja ottivat paljon tilaa (kuva 125).

Kuvassa näkyy tuulimyllyn neljä siipeä, mitkä on kiinnitetty myllyn pääakseliin. Tuulen puhaltaessa pyörivät siivet ja pyörittävät myllyn akselia. Hamasrattaiden välityksellä siirtyy akselin pyörivä liike mylynkiviin.



Kuva 125. Tuulimylly.

Kun siivet on asetettava tuulen mukaan, voidaan joko koko mylly kääntää liikkumattoman pystyakselinsa ympäri tahi kääntyy vain myllyn ylin kerros.

Jotta mylly voisi työskennellä kaikenlaisten tuulten puhaltaessa tehdään myllyn siivet kahdesta ristikkomaisesta osasta, joista toinen peitetään irroitettavilla puusuojustimilla. Voimakkaan tuu-

len puhaltaessa otetaan osa näistä suojustimista pois ja vähennetään siten tuulenpaineen kohtaamien siivenosien pintaa.

Tuulipyörä on rakennettu useista puu- tai metallilevyistä, jotka on sijoitettu akselin ympärille. Peräsimen avulla kääntyvät ne itsestään tuulen mukaan. Tuulipinnan suuruuden muuttuminen saadaan aikaan siten, että levyt asetetaan eri suurissa kulmissa tuulen puhaltamisuuntaa vastaan.

Tätänykyä suunnitellaan Aerodynamisessa keskusinstituutissa Moskovassa (ЦАГИ) voimakkaita tuulimoottoreita. Yhtenä syynä siihen, että tuulen voimaa käytetään nykyään verrattain vähän teollisiin tarkoituksiin, on tuulten epävakaisuus.

Kansantaloudessamme tulee tuulen voimakkuus käytäntöön pääasiallisesti pienten myllyjen käyttövoimana.

Tieteen ja tekniikan on saatava selville sen työn suuruus, min-kä tuulet voivat meidän luontaisissa olosuhteissamme suorittaa, lisäksi ne maantieteelliset paikat, joissa on sekä teknillisesti että taloudellisesti edullista voimakkaiden tuulimoottorien rakentaminen. Tärkeänä tehtävänä on luonnollisesti myös sellaisten tuulimoottorityyppien luominen, jotka parhaiten soveltuvat meidän kansantalouteemme. Jonkun ajan kuluttua tullaan epäilemättä siihen, että mitättömien tuulimyllyjen asemesta pyörivät meillä mahtava tuulimoottorit synnyttäen sähkövirtaa. Kivihiilen ja veden avuksi SSSR:n sähköistämisessä tulee sininen hiili—tuuli.

VASTAUKSET HARJOITUSTEHTÄVIIN

- | | | |
|---|--|--|
| <p>4. 1 — 1000 mm,
2 — 0,001 mm,
3 — 5000 m,
4 — 25 cm, 120 cm,
2,5 cm, 70000 cm.</p> | <p>3 — 18,33 kg,
4 — 3,6 kg,
5 — 4 kg,
6 — 800 kg,
7 — 161,25 kg,
8 — $P = dV$.</p> | <p>kapeassa as-
tiassa.</p> |
| <p>15. 1 — 2500 cm³,
3000000³, cm³,
4800000 cm³
0,4 cm³</p> | <p>33. 1 — 100 dm³,
2 — 30 cm³,
3 — noin 1,77 cm³,
4 — „ 73,5 cm³,
5 — 12 dm³,
6 — 10 dm³,
7 — $V = \frac{P}{d}$,</p> | <p>67. 1 — 20 $\frac{g}{cm^2}$,
272 $\frac{g}{cm^2}$,
16 $\frac{g}{cm^2}$,
2 — 640 $\frac{g}{cm^2}$,</p> |
| <p>22. 1 — 2500 g,
2 — 125 g,
3 — 3,784 kg,
4 — 1000000 g,
5 — 1 t.</p> | <p>58. 4 — 10 kg,
5 — 0,4 $\frac{kg}{cm^2}$;</p> | <p>3 — pohjapaine yh-
täsuuri,
4 — 272 g,</p> |
| <p>30. 1 — 1 $\frac{g}{cm^3}$,
2 — 7,8 $\frac{g}{cm^3}$,
3 — 2,6 $\frac{g}{cm^3}$,
4 — 0,8 $\frac{g}{cm^3}$,
5 — 13,6 kertaa,
6 — tina,
7 — 0,00129,
8 — 3 kertaa (liki-
määrin).</p> | <p>59. 1 — 40 t,
2 — 10000 kertaa,</p> | <p>71. 3 — 20 g,
4 — 8 g,
5 — 50 cm³,</p> |
| <p>32. 1 — 22,6 kg,
2 — 936 g,</p> | <p>66. 1 — koko paine —
1 kg, 1 cm² koh-
den — 5 $\frac{g}{cm^2}$,
korkeus 5 cm,
2 — 12 $\frac{g}{cm^2}$,
3 — paine 1 cm² koh-
den suurempi</p> | <p>73. 3 — 7000 t,
5 — 61 kg,
6 — 900 m³.
74. 1 — 5 cm³,
2 — 2,7 $\frac{g}{cm^3}$,
87. 3 — 103,36 kg,
5 — noin 1450 kg
98. 1 — 1,29 kg,
2 — 120 g keveämpi
6 — 4800 kg.</p> |

SISÄLLYSLUETTELO.

	Siv.	Siv.
<i>ENSIMÄINEN LUKU.</i>		
Yksinkertaisimmat mittaukset.		
1. Vallataksemme tieteen ja tekniikan on meidän opittava mittaamaan	3	
2. Tietoja mittojen kehityshistoriasta.	3	
3. Metrinen mittajärjestelmä.	4	
4. Metriset pituusmitat.	5	
5. Pituuden mittaaminen.	6	
6. Mittaviivotin.	7	
7. Mittanauha.	7	
8. Mittaamisessa tapahtuvat virheet.	7	
9. Laboratoriotyö № 1.	8	
10. Laboratoriotyö № 2.	8	
11. Länki- ja jalkaharppi.	9	
12. Laboratoriotyö № 3.	9	
13. Rajatulkit.	10	
14. Tilavuuksien mittaaminen.	11	
15. Metriset tilavuusmitat.	12	
16. Tilavuuksien määrittäminen.	12	
17. Laboratoriotyö № 4.	13	
18. Kappaleen paino.	14	
19. Pystysuora suunta.	15	
20. Vaakasuora suunta.	15	
21. Laboratoriotyö № 5.	16	
22. Metriset painomitat.	16	
23. Vaa'at.	17	
24. Pikkupunnukset.	19	
25. Erilaiset vaa'at.	19	
26. Punnitsemissäännöt.	20	
27. Laboratoriotyö № 6.	20	
28. Ilman paino.	21	
29. Ominaispaino.	22	
30. Laboratoriotyö № 7.	23	
31. Ominaispainotaulukko.	24	
32. Kappaleen painon määrittäminen tilavuudesta ja ominaispainosta.	24	
33. Kappaleen tilavuuden määrittäminen painosta ja ominaispainosta.	25	
34. Eri mittojen käyttäminen tehtäviä ratkaistaessa	27	
35. Voimien mittaaminen.	27	
36. Laboratoriotyö № 8.	29	
<i>TOINEN LUKU.</i>		
Lämmön vaikutus kappaleeseen		
37. Kappaleiden kolme olomuotoa	30	
38. Ilman laajeneminen	31	
39. Nesteiden laajeneminen.	31	
40. Laboratoriotyö № 9.	32	
41. Kiinteiden kappaleiden laajeneminen.	32	
42. Kappaleiden termisen laajenemisen huomioonottaminen tekniikassa.	35	
43. Lämpömittari.	36	
44. Kuumemittari.	38	
45. Kappaleen olomuotojen muuttuminen lämmön vaikutuksesta.	38	
46. Kappaleiden olomuotojen muutosten hyväksikäyttäminen tekniikassa.	40	
47. Veden termisen laajenemisen erikoisuus.	40	
48. Veden kiertokulku luonnossa.	41	
<i>KOLMAS LUKU.</i>		
Kiinteät kappaleet.		
49. Kiinteän kappaleen muodon muuttaminen.	42	
50. Kimmoisuus.	43	
51. Laboratoriotyö № 10.	45	
52. Paine.	45	
53. Telavyötraktori	47	
54. Tankki.	48	
55. Perustus	49	

NELJÄS LUKU

Nesteistä	Siv.
56. Nesteiden kokoonpuristuvaisuus.	50
57. Nesteen vapaa pinta. . .	51
58. Paineen leviäminen kiinteässä kappaleessa ja nesteessä	52
59. Hydraulinen purlstin . .	53
60. Hydraulisten koneiden käyttö teknikkassa. . . .	54
61. Veden liike putkissa. . .	55
62. Yhtyvät astiat.	56
63. Vesilasit.	57
64. Artesiset kaivot	57
65. Manometrit.	58
66. Nesteen paine astian pohjapintaan.	59
67. Riippuuko nesteen pohjapaine astian muodosta. . .	60
68. Nesteen paine sivullepäin.	61
69. Nesteen paine ylöspäin .	62
70. Nesteen paine nesteeseen upotettuun kappaleeseen.	63
71. Arkimedeen laki.	64
72. Kappalten pysyminen vedenpinnalla.	65
73. Sukellusvene.	66
74. Ominaispainon määrääminen Arkimedeen lain avulla.	68

Siv.

75. Laboratoriotyö № 11. . . .	69
76. Areometri.	69
77. Vesivoimakoneet.	70
78. Valkea hiili.	70
79. Vesirattaat.	70
80. Vesiturbiinit.	71
81. Vesijohtoverkon rakenne.	72
82. Likaviemäriverkosto. . .	74

VIIDES LUKU.

Kaasuista.

83. Vesipumpun toiminta. . .	76
84. Ilmanpaineen keksiminen.	76
85. Torricellin koe.	77
86. Minkävuoksi vesi nousee männän mukana?	78
87. Ilmanpaineen suuruus. . .	79
88. Ilmanpaine eri korkeudella.	80
89. Ilmapuntari.	80
90. Anéroidi-barometri. . . .	81
91. Altimetri.	82
92. Manometri.	83
93. Tiivistyspumppu.	84
94. Puristetun ilman käyttö. .	84
95. Ilmajarru.	85
96. Harvennuspumppu.	86
97. Harvennuspumppujen käyttö tekniikassa.	87
98. Ilmapurjehdus.	88
99. Tuulimoottorit.	91

278/1335

Hinta 1.60
~~Kannet 25 kop.~~
11 - VI

4/ №С 2036



1933
Государственное Издательство КИРЬЯ
Ленинград