

Merekooli eelklassi kursus.
Koostanud Dr. E. Kägi.

I S I S S E J U H A T U S.

1. Mõõtmine.

Aritmeetika kursuses käsitlesime mõõtühikuid, siin toome mõned mõõtmisviisid.

Pikkust mõõdame joonlauaga, mis on jaotatud millimeetriteks, sellega saame mõõta umbes 0,3 mm täpsusega. Suuremaid pikkusi mõõdame mõõtlindiga, mis on jaotatud cm-teks, mis annab umbes 0,5 cm täpsuse, sest mõõtlint harilikult venib, kui seda pingutada. Teras-mõõdulint, mis on jaotatud millimeetritesse, annab umbes sama täpsuse kui joonlauaga mõõtes. Parema resultaadi saamiseks mõõdetakse mitu korda ja võetakse nende lugemite aritmeetiline keskmine, kuid otsesel mõõtmisel ei saa siiski suuremat täpsust kui 0,1 mm.

Praeguse aja tööstuses nagu masinaehituses jm. läheb alati tarvis täpsust 0,01 mm, vahest isegi 0,001 mm. Suurema täpsuse saamiseks kasutatakse mõõduskaala kõrval üht abiskaalat n.n. nooniust (l.joon).

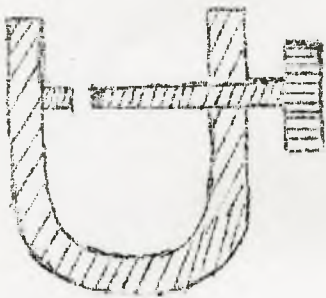


Mõõtskaala kõrval on asetatud liikuv skaala -noonius. Nooniusse jaotusühikud on väiksemad kui mõõtskaalal. Nooniusse ühikute saamiseks võtame mõõtskaala 9 ühikut ja jaotame selle pikkuse nooniusel kümneks, nõnda on nooniusse ühik ühe kümnendiku võrra lühem mõõtskaala ühikust.

Mõõtmiseks on astatud üks pulk kahe varba b ja c vahele, millest selle mõõduriista nimigi on tulnud varbsirkel. Varvas b on mõõtmiskaalale kinnitatud ja varvas c nooniussele, seega liigub ühes nooniusse liikumise-ga. Kui nooniusse null asub mõõtskaala mingi jaotusjoone vastas, nii üteldakse moodustab ühise joone, siis nooniusse kümnnes joon asub samuti mõõtmis-skaala mingi ühiku vastas. Kui nihutame nooniust, siis tema mõni jaotis ühtub alati mõõtskaala mingi jaotusega ja nõnda: kui nooniusse esimene jaotus ühtub, siis nooniusse null on nihkunud mõõtskaala jaotusest 0,1, kui teine jaotus ühtub, siis 0,2 jne. Antud juhtumil pulga pikkus on 5 ühikut mõõtskaalal ja nooniusse 7-mes joon ühtub, seega saame pikkuse 5,7.

See kirjeldatud noonius on n.n. kümnend noonius, kus 9 ühikut alg-mõõtskaalast on jagatud kümneks. Me võime võtta 49 ühikut mõõtskaalal ja jagada selle pikkuse nooniusel 50-neks, saame täpsuse 1/50. Võtame aga 99 ühikut ja jagame 100-ks, saame täpsuse 1/100. Varbsirkli kasutatakse toru, võlvi jne. mõõtmiseks.

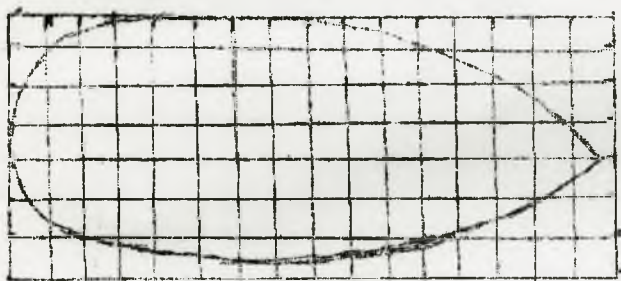
Teine moodus täpsemaks mõõtmiseks on kruvi kasutamine. Hobuserauakuju-
lise eseme ühe külje sisse on asetatud kruvi (2.joon), mille vindi on
nõnda lõigatud, et kui kruvi keerata ühe pöör-
de võrra, siis kruvi liigub telje sihis ühe mm
võrra. Kruvi pea ümber asetatud ring on jagatud
sajaks osaks, seega ühe jaotuse pöörates kruvi
liigub telje sihis $1/100$ mm võrra. Nõnda saa-
megi mõõta sajendiku mm. Niisugust mõõtkruvi
nimetatakse mikromeeterkruviks. Seda kasutatak-
se peenikese treadi läbimõõdu, õhukese plaadi
jne. mõõtmiseks.



2. joon.

Suuremate torude, nagu msinate silindrite jne. mõõtmiseks asetatakse
paberilint ümber silindri nõnda, et otsad ulatuva üksteise peale. Torka-
me peene nõelaga läbi vaheliste oleva lindi osa, saame kaks punkti, mille-
de vahe annab silindri ümbermõõdu. Mõõtmiseks asetame lindi tasapinnale
ja mõõdame nii hästi kui võimalik. Teades silindri ümbermõõdu võime samu-
ti mõõta ka läbimõõdu ja arvutada sel viisil π otsesest mõõtmisest.

Pindala arvutamist käsitlesime geomeetrias, kuid need olid siiski
ainult n.n. geomeetrilised pinnad. Praktikas esineb aga tihti mitte-
geomeetrilisi pindu. Näiteks, laevateki pind või laeva piki ja põiki
lähilõike-pinnad, neid tuleb ka arvutada. Selle arvutamiseks on mitmeid
võtteid, kõige lihtsam nendest on järgmine: Asetame mõõdetava pinna (lae-
vateki joonise) peale millimeetri paberi (3. joon.) ja loeme need ruudud,

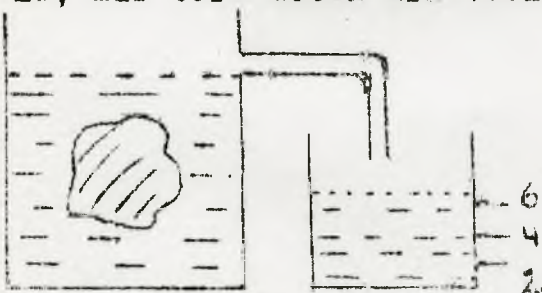


3. joon.

mis mõõdetavat pinda katavad, saame
otsitud pinna ruudu millimeetrites.
Mida väiksemad ruudud, seda täpse-
malt saame pinna.

Mitte-geomeetriliste kehade ruumalade
arvutamiseks kasutatakse ka mitmesugu-
seid meetodeid. Näiteks, kui tahame

leida põllukivi ruumala, siis asetame selle kivi kuhugi anumasse (4.joon)
mis on toruni veega täidetud. Kivi surub enese ruumala võrra vett kõrgema-
le, mis toru mõõda ära voolab mõõtklaasi, mille jaotustest saame otse-
kohe lugeda keha ruumala.



4. joon.

2. Keha kaal ja erikaal.

Kui kaks keha kangkaalul on tasakaalus, siis need kehad on ühesuguse
raskusega, olgugi et nende ruumalad pole sugugi võrdsed. Kõik kehad (kõik
ained) omavad raskuse, isegi gaasid. Kui me võtame kõik ained ühe ja
sama ruumala suuruses, siis ei ole nende raskused võrdsed. Raskuse ühi-
kuks võib olla 1 kuup cm vett 4°C juures, mis on 1 gramm. Kui nüüd võta-
me ühe kuup cm-i rauda, vaske, alumiiniumi, klaasi, põllukivi, korki,
puidu, petrooleumit, bensiini jne. siis ei ole nende kaalu 1 gr vaid

Ühed raskemad, teised kergemad, need arvud on n.n.l aine keha erikaalud.

Antud aine erikaaluks nimetatakse eine raskuse suhet sama suure ruumalaga vee raskusse.

Erikaalude tabel.

Alumiinium	2,7	puut(olenedes puusordist)	0,5 - 0,9
hõbe	10,6	kork	0,24
kuld	19,3	jää	0,92
plaatine	21,5	elavhõbe	13,6
raud (olenedes sordist)	7,1 - 7,9	alkohol	0,79
tina (inglise)	11,4	petroleum	0,76 - 0,80
tina (sea)	7,3	puhas mage vesi 4°C	1,00
tsink	7,2	ookeani vesi	1,03
vask	8,9	piim	1,03
klaas (olenedes sordist)	2,5 - 3,9	väävelhape	1,85
graniit	2,5 - 3,0	õhk(0° ja normaal rõhk)	0,001293

See tabel näitab, palju kaalub 1 kuup cm ainet grammides, või 1 kuup dm kilogrammides, või 1 kuup meeter tonnides, Näiteks, 1 cm³ alumiiniumi kaaalub 2,7 grammi, või 1 dm³ kaalub 2,7 kg jne.

Tähistades keha raskust sümboliga P, erikaalu e ja ruumala v, siis saame järgmise valemi:

$$P = V \cdot e$$

See on n.n. põhivalem, mille võime lahendada kas e või V suhtes, saame

$$e = \frac{P}{V} ; \quad V = \frac{P}{e}$$

Näiteks, kui võtame kütteõli laeva, siis mõõdame õli ruumala, sest tanki ruumala on meil teada, kuid õli hind arvatakse kaalu järgi. Seda arvestust teeme esimese valemi järgi, sest õli erikaalu mõõdame areomeetriga.

Teist valemit kasutame erikaalu määramiseks, kui keha raskus ja ruumala on teada. Kolmandat valemit kasutame ruumala määramiseks, kui raskus ja erikaal on teada; näiteks tahame arvutada traadi pikkuse, mille kaal teada ja mille läbimõõdu mõõdame mikromeetriga.

Vedeliku erikaalu määramisel kasutame mõõtklaasi, mis annab vedeliku ruumala. Esiteks kaalume tühja anumi ja siis anuma koos vedelikuga. Gaasi erikaalu määramine on juba raskem. Näiteks, kui tahame määrata õhu erikaalu, siis kasutame klaasanumat, millest õhk on välja pumbatud (selleks võib olla ka elektripirn), tasakaalustame selle kaalul ja peale seda laseme õhu uuesti sisse. See kaalukauss, millel anum asub vajub alla poole ja me peame teise kaalu kausile raskust juurde lisama, et tasakaalu saavutada. See lisaraskus annab õhuraskuse. Ruumala leidmiseks peame anumad mõõtma, võime ka veega täita ja selle veehulga mõõtklaasiga mõõta.

Üldse jagatakse füüsikas kehad nelja liiki: kõva keha (tahke keha), vedelik, aur ja gaas. Öieti ei ole nelja liiki kehi, vaid ühe ja sama aine neli olekut. Näiteks: vesi esineb looduses juba neis olekuis. Kuid me võime teisi aineid samuti muuta neisse olekuisse; näiteks raud esineb harilikult kõvas olekus, kuid me võime muuta selle vedelaks või isegi auruks. Samuti võime õhku mis normaalselt on gaasilises olekus,

muuta ke vedelaks.

Tunge, mis ühe ja sama aine molekulile koos hoiab, nim. kohäsjoontungiks. Kõval kehal on kohäsjoontung nii suu^{rt}, et ei lase molekulile kaugemale üksteisest minna, Vedelikkudel on aga see side nõrgem ja gaasidel pole peaaegu mingit sidet. Tunge, mis koos hoiab isesuguse aine molekulile, nim. adhäsjooniks. Kehade kooshoiuks kasutame ka mitmesuguseid aineid, nagu liimi, kitti, värvi jne.

Näide 1. Palju kaalub raudplaat, mille pikkus 2 m, laius 1 m ja paksus 17 cm, kui erikaal on 7,9?

Esiteks arvutame erikaalu V

$$V = 2 \cdot 1 \cdot 0,17 = 0,34 \text{ m}^3$$

$$P = V \cdot \rho = 0,34 \cdot 7,9 = 2,686 \text{ tonni}$$

Näide 2. Kui pikk on vasktraat, mis kaalub 1,027 kg ja traadi läbimõõt on 0,8 mm? Erikaal on tabeli järgi 8,9

$$V = \frac{P}{\rho}; \quad V = \frac{1,027}{8,9} \text{ dm}^3, \text{ sest kg vastab dm}^3$$

Traat on silindri-kujuline, silindri ruumala võrdub aga põhipind korrutades kõrgusega - h. Kõrgus ongi otsitud traadi pikkus.

$$V = S \cdot h; \quad h = \frac{V}{S}$$

Silindri põhipinnaks on traadi läbilõike pind S

$$S = \pi r^2 = 3,14 (0,004)^2$$

$$h = \frac{1,027}{3,14 \cdot 0,000016} = 230 \text{ m}$$

Ulesanded:

Nr. 1 Hõbekuubi serv on 3 cm ja kaalub 180 g. Kas see kuup on täis või õõnes ja kui õõnes, siis leida õõnsuse ruumala? (Vastus: 10 cm³)

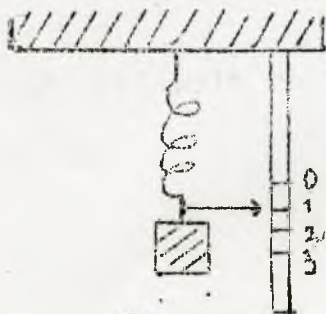
Nr. 2. 3 dm pikkune varras, mille läbilõike pind on 1 cm, kaalub 27 g. Pool varda pikkusest on puu, mille erikaal on 0,5. Leida varda teise poole erikaal! (Vastus: 1,3)

Nr. 3. Uheliitiline pudel kaalub tühjalt 70 gr. Täidetud elavhõbeda ja veega kaalub pudel 4 kg. Mitu cm³ elavhõbedat on pudelis? (Vastus: 232,5 cm³)

3. Tung.

Eelpool käsitlesime keha raskust. Raskus on keha tung maakera keskpunkti poole, maakera külgetõmbe-tung. Laseme keha vabalt kukkuda, siis tema liigub alla poole nii kaua, kuni ta satub pinnale, kuhu ta jääb püsima, avaldades survet selle pinna peale; seda survet nimetame tungiks. Raskustung on kindlasuunaline, s.o. n.n. loodjoone siht. Meie võime suruda ka mõnes teises suunas, näiteks surume käega vastu seina, see on ka tung, tema suund on risti seina pinnaga. Lükame me käru, avaldame survet käru peale horisontaal suunas, hobune veab vankrit, vedur rongi; need on tungid, mis mõjuvad keha liikumise suunas.

Kõige lihtsam on tungi mõõta vedru abil. Näiteks, kui me riputame 1 kg raskust vedru otsa, siis vedru venib, riputame 2 kg, siis vedru venib veel rohkem jne. (5. joon). Kui teema skaala, mis näitab vedru venimise pikkust iga tungi (raskuse) puhul, siis saame mõõduriista, mida nim. dünamomeetriks.

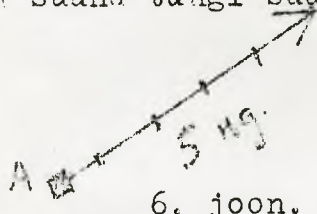


5. joon.

- 5 -

Asetame dünamomeetri vankri aisade ja vankri vahele, näitab see tungi, millega hobune veab vankrit; asetades selle veduri ja rongi vahele, saame veduri tõmbe tugevuse jne. Laevades proovitakse vintside ja poomide tõstejõudu dünamomeetri abil.

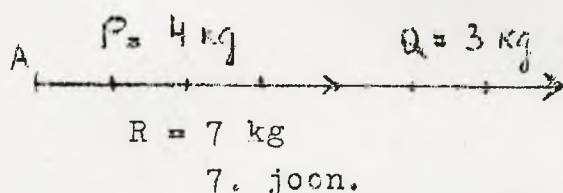
Graafiliselt kujutame noole abil, mille pikkus tungi annab suuruse ja suund tungi suuna (6. joon).



6. joon.

Peale suuna ja suuruse peame veel ka teadma tungi rakenduspunkti; nende kolme suurusega on tung täiesti määratud. Antud juhtumil on tungi suurus 5 kg, suund NE (kirde) ja rakendatud punkti A.

Mitmel puhul on tegemist kahe ja rohkem tungiga. Näiteks üks hobune ei jaksa vankrit tõmmata, siis rakendame kaks hobust, samuti raske rongi puhul rakendatakse ka kaks vedurit.

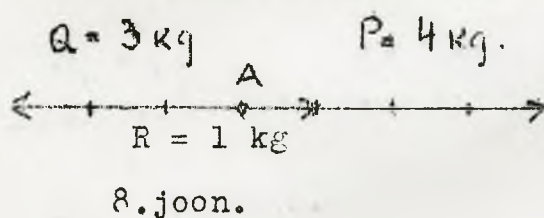


7. joon.

Näiteks, kui rakendame kaks ühesuunalist tungi $P = 4\text{ kg}$ ja $Q = 3\text{ kg}$ (7. joon), siis nende tungide ühine mõju-resultant (R) on $4\text{ kg} + 3\text{ kg} = 7\text{ kg}$

$$R = P + Q$$

Kahe ühesuunalise ja ühise rakenduspunktiga tungide resultant on nende tungide summa. Tungid, mida liidame, nim. komponentideks.



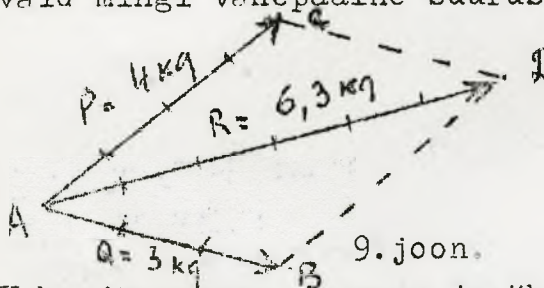
8. joon.

Olgu antud kaks vastassuunalist tungi 4 kg ja 3 kg, mis rakendatud punkti A (8. joon). Nende tungide ühine mõju on nende tungide vahe, so. $4\text{ kg} - 3\text{ kg} = 1\text{ kg}$ ehk valemi kujul

$$R = P - Q$$

Kahe vastassuunalise ja ühise rakenduspunktiga tungide resultant on nende tungide vahe.

On aga kaks tungi ühise rakenduspunktiga, kuid ükskõik missuguse suunaga (9. joon), siis nende resultant ei ole nende summa ega nende vahe, vaid mingi vahepealne suurus.

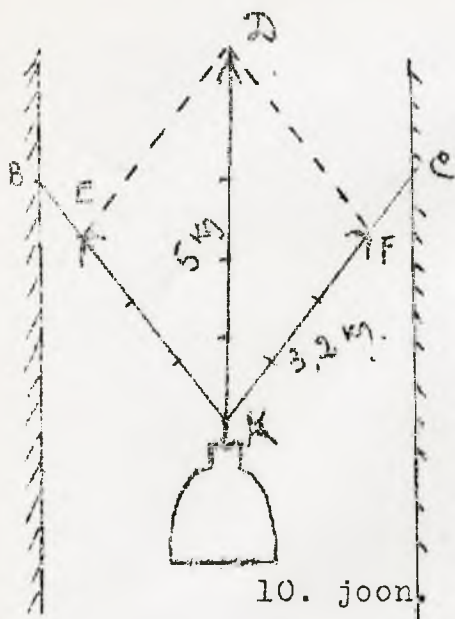


9. joon.

Joonise abil leiame resultandi nõnda et konstruime antud tungide peale paralleelogrammi AECD ja selle paralleelogrammi diagonaal AD on antud tungide resultant, s.o. n.n. geomeetriline summa.

Vahe isesuguse suunaga ja ühise rakenduspunkti tungi resultant on paralleelogrammi diagonaal, mis on antud tungidele konstruitud.

Praktikas esineb ka niisuguseid juhtumeid, kus ühe tungi asemel tuleb rakendada kaks või enam tungi, millede suunad erinevad antud tungist. Näiteks, kui tahetakse tänavavalgustuseks üles seada lamp, seda võiks ju nõnda teha, et püstitada keset tänavat post, millele kinnitatakse lamp, kuid see võiks takistada tänavaliiklust, iseäranis veel, kui tänav on kitsas. Sellepärast püütakse asetada postid kahele poole tänavat, ja



10. joon.

- 6 -

postidele kinnitatakse kahe traadi abil lamp; traadi otsad võib kinnitada ka maja seinte külge.

Olgu lambi raskus 5 kg (10. joon), kui me selle saaksime otse üles riputada, siis oleks traadi pinge ka 5 kg. Kui me selle riputame kahe traadi abil, nagu joonisel näidatud, kui suur oleks siis traadi pinge?

Traadi pinge leiame sel teel, kui konstruime paralleelogrammi, mille diagonaaliks

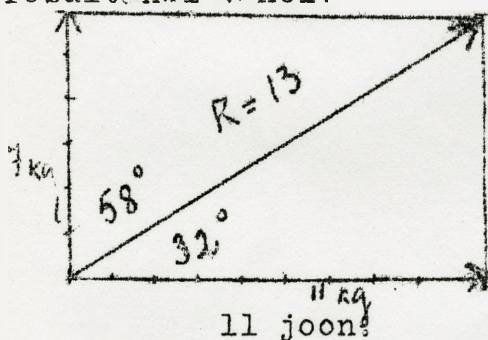
oleks lambi raskus (5 kg). Paralleelogrammi konstruime nõnda, et diagonaali otspunktist D joonestame paralleeljooned AB-le ja AC-le. Pikkused AE ja AF annavad traadi pinged.

Diagonaal moodustab mõlema traadiga võrdse nurga, seega ka mõlema traadi pinged on võrdsed. Mida suurem on nurk traatide vahel, seda suuremaks muutuvad traadi pinged (komponendid). Kui nurk on sirgenurga lähedal, siis väike tung võib anda väga suured komponendid. Kui nurk komponentide vahel on 120° ja mõlemad komponendid moodustavad diagonaaliga 60° nurga, siis komponendid on resultaadi (diagonaali) suurused.

Sellega näitasime antud tungi lahutamist kaheks komponendiks, kui komponentide suunad on antud: joonestame antud tungi otspunktist paralleeljooned komponentide suunadele.

Märkus: Tungide lahutamisel tuleb alati meeles pida, et antud tung jääb paralleelogrammi diagonaaliks.

1. näide Kaks ühise rakenduspunktiga tungi 7 kg ja 11 kg ning nurk nende vahel on täisnurk. Leida komponent ja nurgad komponentide ning resultandi vahel!



11. joon.

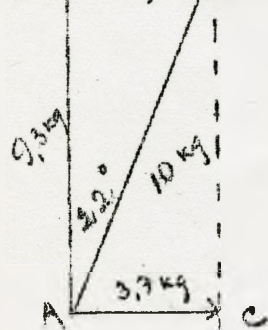
Joonestame täisnurga all tungid ja konstruime paralleelogrammi (11 joon), saame resultandi, mille mõõdame sama mõõtühikutega, mida kasutasime komponentide joonestamisel, sama resultandi 13 kg. Mõõdame malliga nurga $= 32^\circ$ ja $= 58^\circ$.

R võime ka arvutada Pütagorase lause abil, sest mõlemad kolmnurgad on täisnurksed, seame

$$R^2 = 11^2 + 7^2 = 121 + 49$$

$$R = \sqrt{170} \approx 13 \text{ kg}$$

2. näide. Lahutada antud tung, mille suurus on 10 kg ja suund 22° NE, s.o. 22° lügeda N, dist E-ti poole (North -N, East -E), kaheks komponendiks, millede suunad on N ja E!



12. joon

Joonestame punktist A (12 joon) kaks rist-sirget, ühe suunaga N ja teise suunaga E. Mõõdame N suunast nurga 22° , saame suuna, millele asetame tungi 10 kg. Edasi joonestame punktist D paralleeljooned komponentidele, saame punktid B ja C. Mõõtes need komponendid, leiame

N-suunas komponent on 9,3 kg ja E suunas 3,7 kg.

Ulesanded.

Nr. 4. Uhes punktis mõjuvad kaks võrdset tungi $P = Q$. Kui suure nurga nad moodustavad endi vahel, kui resultandi suurus on 0,75 komponendi suurusest? (Vastus: 136°).

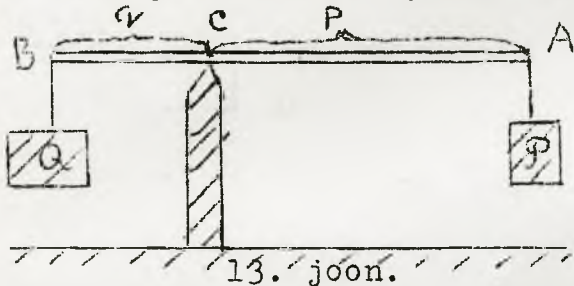
Nr. 5. Leida kahe tungi resultant ja resultandi suund, kui üks tung on 3 kg, suunatud N-di ja teine 4 kg, suunatud E-ti? (Vastus: 5 kg suunatud 53° NE)

Nr. 6. Tung 62 kg lahutada kaheks komponendiks nõnda, et üks komponent on 40 kg ja teine komponent moodustab resultandiga nurga 35° . Leida teine komponent ja nurk esimese komponendi ning resultandi vahel! (Vastus: 69 kg või 32 kg; 82° või 28°).

Nr. 7. Kahe tungi resultant on 10 kg. Üks komponentidest on 8 kg ja teine komponent koosneb resultandiga nurga 36° . Leida teine komponent ja nurk komponentide vahel! (Vastus: 14 kg või 3 kg; 132° või 47°).

4. Kang.

Kangiks võib olla iga keha, mis võib mingi kindla punkti ümber pöörelda. Näiteks võtame ühe kepi AB ja asetame tugipunkti¹ C, mille ümber ta võib pöörelda (13. joon). Kepi otsa riputame raskused: punkti A raskuse P ja punkti B raskuse Q. Kaugust tugipunktist kuni tungideni nimetame kangi õlgadeks, tungi P õla on p ja tungi Q õla q. Harilikul kangkaalul on õlad võrdsed ja tasakaalus korral peavad ka raskused võrdsed olema.

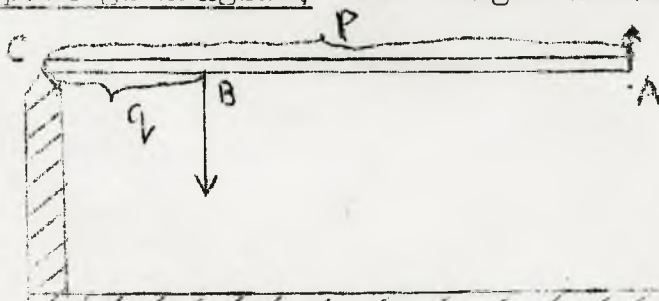


13. joon.

Kangi puhul ei pruugi õlad ega raskused olla võrdsed, kui üks tingimus peab siiski täidetud olema, s.o. kangi tasakaalu puhul peab ühe raskuse tungi korrutis oma õlaga võrduma teise raskuse korrutisele oma õlaga.

Tungid on pöördvõrdelised õlgadega, s.o. suuremale tungile vastab väiksem õlg, väiksemale tungile suurem õlg.

Seda omadust kasutatakse praktikas nõnda, et väikese tungi ja suure õlaga tõstetakse suurt raskust väikese õlaga, sellist kombinatsiooni kutsutakse füüsikas lihtmasinaks. Praegu käsitletud kangi nim. kahepoolega kangiks, sest tungid asuvad kahel pool toetuspunkti.



14. joon.

Kangi võime ka nõnda saada, kui asetame kepi otsa tugipunkti C (14. j.) ja tungid on mõlemad ühel pool tugipunkti, suurem tung Q tugipunktile lähemal, seega tema õlg on lühem; väiksem tung on kaugemal ja tema õlg pikem. Tasakaalu korral peab ka

selles süsteemis olema sama tingimus:

Üks tung korrutatud oma õlaga = teine tung korrutatud oma õlaga.

$$P \cdot p = Q \cdot q$$

Seda kangi tüüpi nim. ühupoolega kangiks, sest mõlemad tungid asuvad ühel pool toetuspunkti.

1. näide. Kahepoollega kangi otstes on raskused 100 kg ja 400 kg tasakaalus. Leida rõhumine tugipunkti peale ja kangi õlgade pikkused, kui kangi pikkus on 3 m!

Rõhumine toetuspunktis peab ~~nikkama~~ tasakaalustama mõlemad raskused, seega võrdub mõlema raskuste summaga

$$100 \text{ kg} + 400 \text{ kg} = 500 \text{ kg}$$

Kui võtame ühe õla pikkuseks p, siis teine õlg on 3 - p, saame võrrandi:

$$100 p = 400 (3-p)$$

$$100 p = 1200 - 400 p$$

$$500 p = 1200$$

$$p = 2,4 \text{ m}; \quad q = 3 - 2,4 = 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Kontroll : } 400 \cdot 0,6 = 100 \cdot 2,4$$

$$240 = 240$$

2. näide. Uhepoolse kangi on tasakaalustatud tungidega 100 kg ja 400 kg, kangi pikkus 3 m. Leida kangi õlad ja surve tugipunkti!

Uhepoolse kangi väiksema tungi õlg on kogu kangi pikkus, saame võrrandi:

$$100 \cdot 3 = 400 \cdot q$$

$$q = 0,75 \text{ m}$$

Surve toetuspunkti peale on antud tungide vahe, sest suurem raskus on tasakaalustatud väiksema tungiga ja survega toetuspunktile

$$400 \text{ kg} - 100 \text{ kg} = 300 \text{ kg}$$

Ulesanded:

Nr. 8. Kahepoolse kangi otspunktides olevad raskused 40 kg ja 70 kg on tasakaalus. Leida surve tugipunktidele ja õlgade pikkused, kui kangi pikkus on 2,2 m! (Vastus: 110 kg; 1,4 m ja 0,8 m). Kangi raskust ei arvesta.

Nr. 9. 5 m pikkune plank toetub otstega kahele sambale A ja B. Plangul istub mees, kes kaalub 80 kg 1 m kaugusel punktist A. Leida surved tugipunktides A ja B, kui plangu raskust ei arvesta! (Vastus: 16 kg ja 64 kg)

Nr. 10. Kaks poissi, kes kaaluvad 45 kg ja 30 kg, tahavad kiikuda 4 m pikkuse latiga. Kuidas peavad nad latti toetuspunkti suhtes jagama? (Vastus: 2,4 m ja 1,6 m)

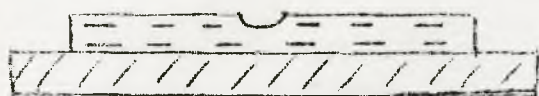
11. V E D E L I K U D.

5. Vedeliku pind.

Nagu eelpool tähendasime, on kohäsjoontung vedeliku osade vahel nõrk, nõnda on võimalik, et raskustung ületab kohäsjoontungi. Näiteks, kui tahaksime laual kaks veetilka asetada üksteise peale siis kohäsjoontungi tõttu nad ühinevad, kuid raskustungi mõjul ei jää need tilgad üksteise peale hunnikusse, vaid vajuvad laiali võimalikult õhukese kihina. Kui suurem veehulk anumast või isegi meres ei asu üks koht kõrgemal, teine madalamal, vaid veepind kujutab ühtlase sileda pinna-horisontaal-pinna. Tuule surve mõjul merepind muutub küll konarlikseks, kuid tuule ~~vaikimisel~~ vaikimisel võtab veepind jälle endise sileda kuju tagasi. Suures ulatuses merepind ei ole tasapind, vaid kerakujuline (sfääriline), kuid väikest osa sellest pinnast võime vaadelda nagu tasapinda. Vedeliku pind ~~nnnaguxxixxix~~

on nagu elastse keha pind (kummi pall), surve mõjul võime pinda küll muuta (deformeerida), kuid surve kadumisel pind võtab oma endise kuju tagasi.

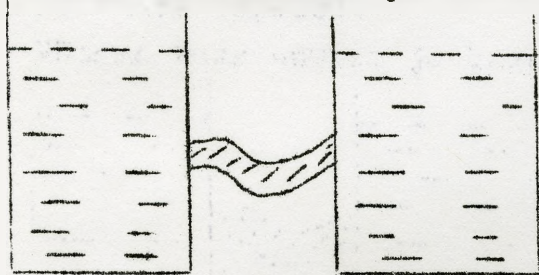
Seda omadust, et vedelik hoiab oma horisontaalpinda, kasutatakse horisontaalpinna määramiseks. Selleks täidame ühe klaastoru vedelikuga nõnda, et väike õhumull ainult sisse jääb (15. joon). Kui toru on horisontaalne, siis õhumull asub toru keskel. Niisugust riista nimetatakse vesiloodiks. Vesiloodi kasutatakse mitmesuguste ehituste juures, nagu pörandade, lagede, seinte,



15. joon.

korstnate jne. horisontaal või vertikaal seisu määramiseks, sest vertikaalsiht on risti horisontall pinnaga. Ka astronoomilised mõõdu riistad seatakse vesiloodi abil üles, sest täpselt ehitatud vesilood annab küllalt suure täpsuse.

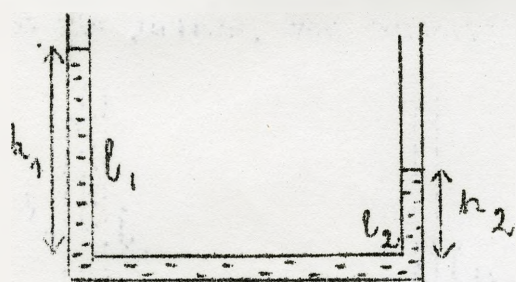
Võtame kaks anumad ja ühendame nad voolikuga (16. joon). Kui valame ühte anumasse vedelikku, siis voolab vedelik läbi vooliku ka teise anumasse ja tõuseb sama kõrgele, nagu e esimeses anumad. Me ütleme, et vedelik asetab end ühe ja sama nivoopinda. Niisugust ühendatud kahe anuma kombinatsiooni nimel ühendatud anumaks.



16. joon.

Ühendatud anumad asub ühesuguse vedeliku pind ühel kõrgusel, s.o. ühes nivoopinna.

Seda omadust kasutatakse praktikas mitmel juhul, nagu veeklaas auru- katla juures, vee torustikkude ülesseadmisel, kanalisatsiooni töödel jne.



17. joon.

Ühendatud anumaks kasutatakse tihti u kujuliselt kõveraks käänatud toru, n.n. u-toru. Täidame niisuguse u toru ühe haru raskema vedelikuga ja teise toru kergema vedelikuga (17. joon)., näiteks elavhõbedat ja vett, siis ei ole need sambad ühes nivoopinna, vaid raskema vedeliku pind on madalamal.

Tähistades vedeliku samba kõrgused ja erikaalud h_1, e_1 ning h_2, e_2 siis tasakaalu korral peavad samba raskused mõlemas torus olema võrdsed. Tähistades veel toru läbilõike pinna tähega s , siis saame järgmise võrrandi:

$$s \cdot h_1 \cdot e_1 = s \cdot h_2 \cdot e_2$$

Jagame võrrandi mõlemad pooli s -ga, saame

$$h_1 \cdot e_1 = h_2 \cdot e_2$$

$$h_1 : h_2 = e_2 : e_1$$

Ühendatud anumad on isesuguste vedelikkude samba kõrgused pöördvõrdelised vedelikkude erikaaludega.

1. näide. Ühendatud anum on osaliselt täidetud veega. Kui palju õli (erikaal = 0,8) tuleb valada ühte torusse, et vesi teises torus tõuseks 4. cm võrra?

Kui me tahame, et vesi teises torus tõuseks 4- ja cm võrra ja valaksime esimesse torusse vett, siis peaks seda vett olema just poole rohkem, sest tasakaalu korral peab mõlemasse torusse ühe palju valama, seega peame valama 8 cm kõrguse võrra ühte torusse vett, et teises torus tõuseks ka 4-ja cm võrra. Oli erikaal on väiksem, seega peab tema sammas olema kõrgem järgmiselt:

$$h : 8 = 1 : 0,8$$

$$h = \frac{8 \cdot 1}{0,8} = 10 \text{ cm}$$

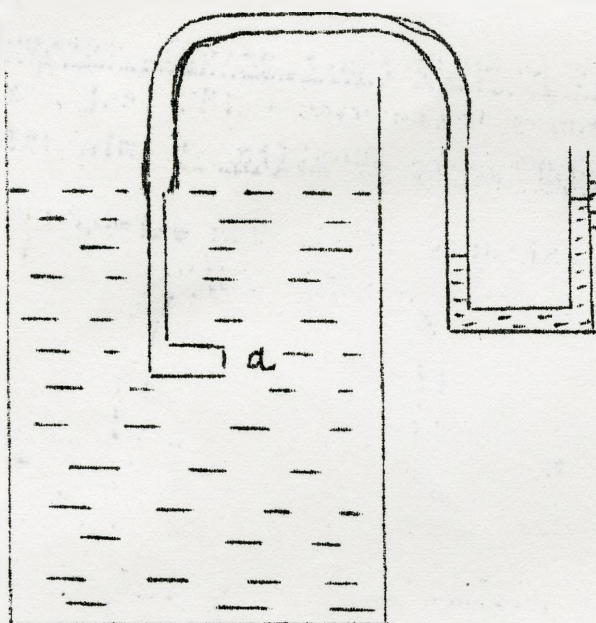
Seega peame valama ühte torusse 10 cm võrra õli, et vesi tõuseks teises torus 4 cm. võrra.

6. Vedeliku rõhumine.

Kui inimene astub sügava lume pinnale, siis vajub jalg sisse; paneb tema aga suusad jalgade alla, siis ei vaju enam lumme. Inimese raskus ei ole selle juures muutunud, ainult pind, mille peale rõhutakse, on suurenenud.

Rõhumist mõõdame tungi ühikuga pinna ühiku peale, kas gramm/cm², tonn/m² jne. Kõige sagedamini kasutatakse tehnikas 1 kg/1 cm², missugust rõhumist nim. tehniliseks atmosfääriks.

Rõhumise mõõtmiseks vedeliku sees teeme järgmise lihtsa mõõtriista:



18. joon.

Teeme piibukujulise kõvera klaas-
toru (18.joon), mille ühe otsa peale
asetame pingule tõmmatud kummi
kelme a. Teise otsa ühendame voo-
likuga ühendatud anumaga, milles asub
vedelik. Asetame mõõtriista vette,
näeme kohe, et vedelik ühendatud
anuma parempoolses torus kerkib, sest
vee rõhumine kummi kelme peale püüab
suruda õhku voolikus kokku; õhk aga
oma kord rõhub vedeliku sammast
ühendatud anumasse. Mida sügavamale
mõõduriista asetame, seda rohkem
tõuseb vedeliku sammas, mis näitab
rõhumise suurenemist kaugusega vee-
pinnast.

Kontrolltöö nr. 1

1. Kaks liitrit vedelikku, mille erikaal on 1,22, segatakse 3 liitri vedelikuga, mille erikaal on 1,8. Seguhulk tuleb 4,6 liitrit. Leida segu erikaal! (Isesuguste vedelikkude segamisel ei ole segu hulk üksikute vedelikkude summa, nagu võiks oodata).

2). Antud kaks tungi 5 kg ja 10 kg ning nurk nende vahel 120° . Leida graafiliselt nende tungide resultant ja nurgad komponentide ning resultantide vahel!

3. Antud tung 120 kg, mis on suunatud 30° NE, lahutada kaheks komponendiks, nõnda et üks komponent on suunatud N-i ja teine E-ti!

4. Lahutada tung 16 kg kaheks komponendiks nõnda, et üks komponent on 3 korda suurem teisest ja et väiksem komponent moodustab resultantiga nurga 70° .

5. Keegi kannab kaelkooguga : õlal kaks pange vett. Kuidas tuleb kaelkoogu pikkus 1,4 m jagada, et panged 20 kg ja 15 kg oleks tasakaalus?

6. Tungid 70 kg ja 200 kg on ühepoolsesl kangil tasakaalustatud. Leida surve tugipunkti ja kangi pikkus, kui antud tungide kaugus üksteisest on 3 m!

7. Anuma põhja on valatud 3 cm kõrguselt vett ja selle peale 6 cm kõrguselt oliivõli (erikaal 0,92). Palju kaalub see kokku, kui anuma põhipind on 15 cm^2 ?

8. Uhendatud anuma põhja on valatud elavhõbedat, selle peale ühte torusse 10 cm kõrguselt vett ja teise torusse 6 cm kõrguselt õli (erikaal 0,8) Arvutada mõlema toru elavhõbedat sammaste kõrguste vahe!

9. Alumise korra korteris on vee rõhumine kraanis 7,5 teh. atmosf. Leida vee surve ülemises korra korteris, mis on 17 m kõrgemal!

10. Hõbe kuup, mille serv on 5 cm, kaalub 1 kg. Kas see keha on täis või õõnes, siis leida õõnsuse ruumala!