

J. LANG

KÜSIMUSI JA
ÜLESANDEID
FÜÜSIKAST

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

A-20339

J. LANG

KÜSIMUSI JA ÜLESANDEID FÜÜSIKAST

ABIKS FÜÜSIKA ÜLDKURSUSE ÕPPIJAILE



EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN-1955

EESSÕNA.

Käesolev Küsimusi ja ülesandeid füüsikast on mõeldud abivahendiks kõigile neile füüsika üldkursust õppivaile üliõpilasile, kellele füüsika pole eriaineks, eeskätt aga mitmesugustest tehnikumidest tulnud üliõpilastele, kellele füüsika-alane ettevalmistus on küllaltki puudulik.

Senised kogemused on näidanud, et füüsikaliste mõistete ja seaduspärasuste kindel omandamine ning oskus neid lihtsamatelgi juhtudel rakendada tekitab üliõpilastele tunduvaid raskusi. Sellest võib järeldada, et füüsikalised mõisted ja seosed on küllalt abstraktsed ning nende kindel omandamine nõuab üliõpilastelt rohkesti iseseisvat harjutamist. Teisest küljest aga viitab see ka asjaolule, et keskkoolis ei osutata küllaldast tähelepanu füüsika-alaste küsimuste ja ülesannete lahendamisele.

Mainitud asjaoludest tingituna on käesolevas töös küsimuste ja ülesannete valikul langetatud peaaegu põhiliste füüsikaliste mõistete ja seaduspärasuste selgitamisele ning nende rakendamisele eeskätt lihtsamatel juhtudel, pidades silmas edasise praktika ja teadusliku töö vajadusi. Seetõttu esineb käesolevas harjutustikus rohkesti materjali keskkooli füüsikakursuse tasemelt.

Eriti on rõhutatud mõõtühikute ja mõõtühikute süsteemide kasutamise oskust.

Iga ülesanneterühma ette on paigutatud kokkuvõtte selles rühmas esinevate küsimuste ja ülesannete lahendamiseks vajalikest mõistetest, seaduspärasustest ja valemitest, mis annab ühtlasi hea võimaluse nende kokkuvõtlikuks kordamiseks.

Ülesanded ise on rühmitatud tüüpide järgi. Iga uue tüübi algus on märgitud tärnikesega, mis hõlbustab sobiva harjutusmaterjali valikut.

Raamatu lõppu on paigutatud tabelid lahendamiseks vajalike andmetega ja ülesannete vastused.

Pakkudes mitmekesisest harjutusmaterjali kõigilt füüsika üldkursuse aladelt, loodab autor, et ta sellega soodustab üliõpilaste poliitehnilist haridust ja iseseisvat tööd, mis on paratamatuks eelduseks füüsika üldkursuse kindlale omandamisele.

Tartus, dets. 1954.

Autor

ÜLDJUHEND ÜLESANNETE LAHENDAMISEKS.

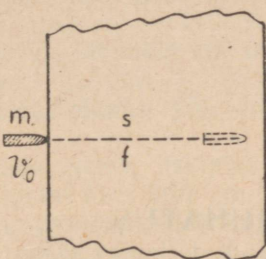
1. Üldiselt tutvuda ülesande sisuga.
2. Kui võimalik, siis skitseerida graafiliselt ülesande oluline sisu.
3. Kirjutada välja kõik andmed ja eraldada need kriipsuga. Kriipsu alla märkida otsitavad.
4. Süvenedes ülesande sisusse, meenutada ja kirjutada valemitena üles mõisted ning seaduspärasused, mis seovad antud ülesandes esinevaid suurusi.
5. Koostada võrrand, mis seob andmeid otsitavaga või, lihtsamal juhul, kirjutada otseselt avaldis, mis määrab otsitava väärtuse.
6. Ülesandes antud mõõtarmude kasutamisel peetagu kindlasti silmas, et kõik mõõtarmud oleksid väljendatud samas mõõtühikute süsteemis.
7. Tingimata kontrollida iga arvutamistulemust kas korduva arvutamise või arvude ümardamise teel teostatud orienteeruva arvutamise kaudu.
8. Hoiduda arvutamisel tarbetust või liialdatud täpsusest. Üldiselt peetagu alati silmas, et arvutamistulemuse viga ei saa olla väiksem kasutada olevate andmete suurimast veast.¹
9. Lahendada ülesanne enne võimalikult üldkujul ja alles siis asendada suuruste arvulised väärtused, lihtsustada saadud avaldis ning asuda tulemuse arvulise väärtuse leidmisele.

Esitame paar näidist ülesannete lahendamise stiili kohta.

1. Vintpüssikuul massiga 10 g, liikudes kiirusega $800 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$, tungis puitseina 15 cm sügavusele. Leida puidu takistus (kG) kuuli

¹ Arvutusvõtete ja vigade kohta vt. lähemalt Lang, J., Mets, G. ja Pae, A., Füüsika praktikum I, Tallinn, 1953, üldosa.

liikumisele ja kuuli liikumisaeg puidus eeldusel, et liikumine oli ühtlaselt aeglustuv.



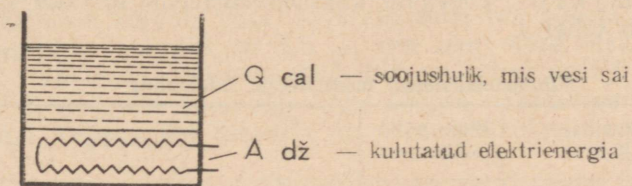
$$\begin{aligned}
 m &= 10 \text{ g} \\
 v_0 &= 800 \frac{\text{m}}{\text{sek}} \\
 s &= 15 \text{ cm} \\
 v &= 0 \\
 \hline
 \bar{f} &= ? \\
 t &= ?
 \end{aligned}$$

M k G S - s ü s t e e m

$$\frac{mv_0^2}{2} = \bar{f}s; \bar{f} = \frac{mv_0^2}{2s} = \frac{0,01 \cdot 800^2}{9,8 \cdot 2 \cdot 0,15} = \frac{6400}{9,8 \cdot 0,3} = \underline{2200 \text{ kG}}$$

$$s = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t; v = 0; s = \frac{v_0 t}{2}; t = \frac{2s}{v_0} = \frac{2 \cdot 0,15}{800} = \frac{3}{8000} = \underline{4 \cdot 10^{-4} \text{ sek.}}$$

2. Elektrikeetjas, mille võimsus on 600 W, läks 1,2 l vett keema 15 min jooksul. Vee algtemperatuur oli 20° C. Leida selle elektrikeetja kasutegur.



$$\begin{aligned}
 N &= 600 \text{ W} \\
 m &= 1200 \text{ g} \\
 \Delta\tau &= 80^\circ \\
 t &= 15 \text{ min} \\
 \hline
 \eta &= ?
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= cm\Delta\tau \\
 A &= Nt \\
 1 \text{ cal} &= 4,2 \text{ dž}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{Q}{A} = \frac{cm\Delta\tau \cdot 4,2}{Nt} = \\
 &= \frac{1 \cdot 1200 \cdot 80 \cdot 4,2}{600 \cdot 15 \cdot 60} = \\
 &= \frac{2 \cdot 5,6}{15} = \frac{11,2}{15} = \\
 &= \underline{0,75 = 75\%}.
 \end{aligned}$$

I. SISSEJUHATUS.

1. Seoseid kümnendsüsteemi mõõtühikute vahel.

Peaaegu kõigi füüsikaliste suuruste mõõtühikud põhinevad kümnendsüsteemil, s. o. mõõtühikute suhted väljenduvad 10 positiivsete või negatiivsete täisastmetega. See hõlbustab arvutamist ja uute mõõtühikute nimetuste tuletamist ning meelepidamist. Lähtudes põhiühiku nimetusest, näiteks meeter, saadakse põhiühikust 10, 100, 1000 või 10^6 korda suuremate ühikute nimetused põhiühiku nimetusele vastavate eesliidete: deka-, hekto-, kilo-, mega- liitmisega, näiteks dekaluumen, hektoliiter, kilomeeter, megadüün. Põhiühikust 10, 100, 1000 või 10^6 korda väiksemate ühikute tuletamiseks kasutatakse vastavalt eesliiteid detsi-, senti-, milli- ja mikro-, näiteks detsigramm, sentimeeter, milliamper, mikrofarad jne. Kõige rohkem leiavad kasutamist liited kilo-, milli- ja mikro-. Ülevaate kümnendsüsteemi ühikute tuletamisest annab tabel 1.

Tabel 1.

Kümnendsüsteemi mõõtühikute tuletamine.

Põhiühiku nimetuse ja tähise liide	Suhe põhiühikusse	Näiteid
Mega — M	10^6	MV; megadüün
Kilo — k	10^3	kg; kJ; kW; kV; kHz
Hekto — h	10^2	hl; hW; ha; hg
Deka — D	10	Dm; Dlm; Dg
Põhiühik	1	meeter — m; gramm — g; volt — V; amper — A; vatt — W; džaul — J; farad — F; aar — a; luumen — lm
Detsi — d	10^{-1}	dm; dg; dl
Senti — c	10^{-2}	cm; cg; cl
Milli — m	10^{-3}	mm; m μ ; mV; mA; mW
Mikro — μ	10^{-6}	μ V; μ F; μ m ehk μ
Piko — p ehk mikro- mikro — $\mu\mu$	10^{-12}	pF

Märkus. Vahel kasutatakse ka liiteid giga (G) — 10^9 , tera (T) — 10^{12} ja nano (n) — 10^{-9} tähenduses, näiteks 1 Gm = 10^9 m jne.

1. Väljendada oma keha pikkus km-tes, μ -tes, $m\mu$ -tes ja Å-tes.
2. Juuksekarva läbimõõt on 0,05 mm. Väljendada see μ -tes, $m\mu$ -tes ja km-tes.
3. Väljendada pikkus 20μ m-tes, $m\mu$ -tes, Å-tes, cm-tes ja km-tes.
4. Väljendada Neeva jõe pikkus (65 km) ja Emajõe pikkus Võrtsjärvest Peipsini (104 km) cm-tes, μ -tes, $m\mu$ -tes ja Å-tes.
5. Kui pika joonena tuleb kujutada Volgat (3700 km) mõõdistikus, kus 1 cm-le vastab 1 $m\mu$?
6. Maa keskmine kaugus Päikesest on 149 500 000 km, Kuust 384 000 km. Väljendada need kaugused m-tes ja cm-tes.
7. Lähtudes meetri esialgsest definitsioonist, leida 1 mere-miili kui meridiaani ühele minutile vastava kaare pikkus meetrites.
- 8*. Gloobuse läbimõõt on 30 cm. Kui kõrgena (μ -tes) peaksime sellisel gloobusel kujutama Eesti NSV kõrgeimat mäge (Suur Munamägi, 317 m) ja Nõukogude Liidu kõrgeimat mäge (Stalini mäetipp, 7,49 km)?
9. Pikkusühik valgussekund võrdub tee pikkusega, mille võrra valguskiir levib tühjas ruumis ühes sekundis, s. o. $3 \cdot 10^{10}$ cm. Väljendada valgussekundeis Kuu kaugus Maast (384 000 km) ja Maa kaugus Päikesest (149 500 000 km).
10. Kujutleme, et kõik ühe inimese punased verelibled on asetatud üksteise kõrvale ritta. Määrata selle rea pikkus km-tes, kui ühe verelibele läbimõõt on 7,5 μ , iga mm^3 verd sisaldab $5 \cdot 10^6$ punast vereliblet ja täiskasvanud inimese kehas on 5,5 l verd.
11. Keedusoola ruumvõre kahe rööpse naabertasandi vahe on 0,28 $m\mu$. Mitu sellist tasandit on 1 cm paksuses keedusoolakristallis?
12. Nähtava valguse lainepikkuseks on 0,4—0,8 μ . Mitu sellist lainepikkust kokku moodustab 300 000 km, kui võtta lainepikkuseks 0,4 ja 0,8 μ ?
- 13*. Pikkusühik on määratud vastava etalooni abil. Mispärast puudub pind- ja ruumalaühikute jaoks etaloon ehk standard?
14. Peipsi järve pindala on 3584 km^2 . Arvutada Peipsi veehulk km^3 -tes ja tonnides, võttes järve keskmiseks sügavuseks 6,5 m.
15. Kui suur osa Päikese kogu kiirgusenergiast langeb Maale? Maa raadiuseks võtta 6400 km ja kauguseks Päikesest $150 \cdot 10^6$ km.
16. Liiter on füüsikas defineeritud kui 1 kg puhta vee ruumala normaalrõhu ja 4°C juures. Selle järgi 1 l = 1,000 028 dm^3 . Mitu liitrit on 1 m^3 ? Kui suure vea teeme ja missuguses suunas, kui asendame 22,4 l sama arvu kuupdetsimeetritega?
17. Mitme mm^3 võrra (μ^3 võrra) on 1 ml suurem kui 1 cm^3 (vt. ülesanne 16)?

18. Päikese raadius on Maa raadiusest 109 korda suurem. Kui suure kerana tuleks kujutada Päikest, kui Maa on kujutatud kerana, mille ruumala on 1 mm^3 ?

19. Päikese raadius on ligikaudu 100 korda suurem Maa raadiusest, Kuu raadius aga ligi 4 korda väiksem. Määrata selle põhjal nende taevakehade ruum- ja pindalade ligikaudsed suhted.

20. Kuidas oleneb mõõtmistulemusena saadud mõõt arv mõõtühiku suurusest?

21*. Väljendada oma keha kaal kG-des, tonnides, mg-des ja μg -des.

22. Vesinikuaatomi mass on $1,67 \cdot 10^{-24}$ g. Väljendada see mass kg-des, tonnides ja mg-des.

23. Ristküliku pindala (S) on võrdeline alusega (a) ja kõrgusega (b). Lühidalt $S = kab$, kus k on võrdeteguriks. Määrata võrdeteguri k suurus ja nimetus, kui a mõõtab cm-tes, b — dm-tes ja S — m^2 -tes.

24*. Kuubi serva pikkus on mõõdetud nooniusse abil ning tulemusena on saadud 1 cm absoluutse vea ülemmääraga 0,1 mm. Millise relatiivse veaga saame sellest arvutada kuubi pindala ja ruumala?

25. Risttahuka mõõtmed a , b ja c on antud cm-tes absoluutse vea ülemmääraga 0,1 mm. Millise relatiivse veaga saab neist andmeist arvutada risttahuka ruumala?

26. Kuubi serva pikkus a cm on mõõdetud absoluutse vea ülemmääraga 0,1 mm. Millise relatiivse veaga saame sellest arvutada kuubi ruumala? Kuidas oleneb relatiivse vea suurus kuubi serva pikkusest?

27. Astronoomide rahvusvahelisel kongressil 1924. aastal fikseeritud andmeil Maa suuruse kohta on Maa veerandmeridiaani pikkuseks 10 002 288,3 m. Mitme μ võrra on praegu tarvitusel olev meeter lühem esialgu defineeritust kui ühest kümnemiljondikust Maa veerandmeridiaani pikkusest?

2. Mõõtühikute süsteemid.

Füüsikalisteks põhisuurusteks nimetatakse niisuguseid suurusi, millede abil on tuletatud ning väljenduvad kõik teised füüsikalised suurused. Põhisuurusteks võivad näiteks olla pikkus, mass ja aeg.

Antud suuruse põhiühikuks mõnes mõõtühikute süsteemis nimetatakse ühikut, mille abil väljendatakse kõiki selle suuruse väärtusi selles süsteemis. CGS-süsteemis näiteks on pikkuse põhiühikuks cm, MKS-süsteemis m jne.

Füüsikalise suuruse dimensiooniks ehk mõõtmeks nimetatakse avaldist, mis iseloomustab antud suuruse seost põhisuurustega. Dimensioon nähtub ka füüsikalise suuruse mõõtühiku

nimetusest, mis väljendab antud mõõtühiku seost selle mõõtühikute süsteemi põhiühikutega.

Mõõtühikute süsteemi all mõeldakse kõigi füüsikaliste suuruste mõõtmiseks kasutatavate mõõtühikute kompleksi, mis on tuletatud ühtedest ja samadest põhiühikutest kindla menetluse alusel.

Ülesannete lahendamisel on põhiliseks nõudeks, et kõik antud ülesandes esinevad andmed oleksid väljendatud sama mõõtühikute süsteemi ühikutes.

Selle nõude põhjuseks on asjaolu, et ülesannete lahendamisel kasutatavad valemid on õiged ainult mõne kindla mõõtühikute süsteemi kasutamisel kõigi ülesandes antud suuruste jaoks.

Tabel 2.

Mõõtühikute süsteemide võrdlev tabel.

Süsteemi nimetus	Põhisuurused ja -ühikud				Tuletatud suurused ja ühikud							
	Pikkus	Mass	Tung	Aeg	Kiirus	Kiirendus	Tung	Mass	Töö	Võimsus	Rõhk	
CGS-	cm	g	—	sek	$\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$	$\frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$	düün dn	—	erg	$\frac{\text{erg}}{\text{sek}}$	$\frac{\text{dn}}{\text{cm}^2}$	
MKS-	m	kg	—	sek	$\frac{\text{m}}{\text{sek}}$	$\frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$.u- n; nj	—	džau dž; J	vatt W	$\frac{\text{nj}}{\text{m}^2}$	
MTS-	m	t	—	sek	$\frac{\text{m}}{\text{sek}}$	$\frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$	steen sn	—	kilo- džaul kJ	kilo- vatt kW	$\frac{\text{sn}}{\text{m}^2}$	
MkGS- (tehn.)	m	—	kG	sek	$\frac{\text{m}}{\text{sek}}$	$\frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$	—	mtü	kGm	$\frac{\text{kGm}}{\text{sek}}$	$\frac{\text{kG}}{\text{m}^2}$	

28. Millised on massi, kaalu, rõhu, töö ja võimsuse ühikud CGS-, MKS- ja MkGS-süsteemis?

29. Millisesse tabelis 2 antud mõõtühikute süsteemi kuuluvad ühikud G, dn, sõlm, $\frac{\text{kG}}{\text{cm}^2}$ ehk at, kg, 76 cm Hg ehk At, m, HJ, W?

30. Väljendada oma keha kaal CGS-, MKS-, MTS- ja MkGS-süsteemis.

31. Väljendada oma keha mass CGS-, MKS-, MTS- ja MkGS-süsteemis.

32*. Kuidas defineerida erikaalu üldkujul mõne mõõtühikute süsteemi seisukohalt?

33. Millisesse mõõtühikute süsteemi kuuluvad erikaalu tabeli andmed, mis väljendavad aine ühe kuupsentimeetri kaalu grammides $\left(\frac{\text{G}}{\text{cm}^3}\right)$?

34. Väljendada vee (raua, õhu) erikaal CGS-, MKS-, MTS- ja MkGS-süsteemis.

35. Väljendada vee (raua, elavhõbeda, petrooleumi) tihedus CGS-, MKS- ja MkGS-süsteemis.

36. Kuidas väljendub CGS-süsteemis vee rõhk h cm sügavuses? Vastata sama küsimus elavhõbeda kohta.

37. Kas suuruse mõõtühiku nimetusest, näiteks $\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$ või $\frac{\text{g cm}}{\text{sek}^2}$, nähtub ka selle suuruse dimensioon?

38. Mispoolest erineb suuruse mõõtühiku nimetus tema dimensioonist?

39. Kas võib sama suurus evida mitmesuguseid nimetusi ja dimensioone?

40*. Kuidas saab nimetuste abil valemid kontrollida? Näidata, miks valemid $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ ja $t = \frac{v}{s}$ ei saa olla õiged.

41. Tuletada valemist $f = ma$ massi tehnilise ühiku nimetus.

42. Kuidas muutuksid mõõtühikute süsteemide mehaaniliste suuruste ühikud, kui põhiühikud suureneksid n korda?

3. Erikaal ja tihedus.

Aine erikaalu all mõeldakse suurust, mis näitab, kui palju kaalub üks ruumalaühik seda ainet; seega erikaal

$$e = \frac{P}{V}, \text{ millest } P = eV \text{ ja } V = \frac{P}{e}.$$

Olenevalt kaalu P ja ruumala V mõõtühikute valikust väljendub ka erikaal väga mitmesugustes ühikutes, nagu $\frac{\text{G}}{\text{cm}^3}$, $\frac{\text{kG}}{\text{dm}^3}$, $\frac{\text{T}}{\text{m}^3}$ jne.

Kui tahame väljendada aine erikaalu mõnes mõõtühikute süsteemis, siis peame nii kaalu kui ka ruumala ühiku võtma sellest süsteemist, milles me tahame erikaalu väljendada, näiteks CGS-süsteemi puhul dn ja cm^3 .

Tiheduse all mõeldakse aine ühe ruumalaühiku massi; seega tihedus $\rho = \frac{m}{V}$, millest $m = \rho V$ ja $V = \frac{m}{\rho}$.

Eelmisest järeldub, et tiheduse mõiste on täiesti analoogiline erikaalu mõistega. Tihedust võiksime nimetada ka erimassiks.

43. Kanamuna kaalub 60 G. Kui suur on ligikaudu selle muna ruumala?

✓ 44. Mitme grammi võrra on pang (12 l) piima raskem kui pang vett?

✓ 45. Arvutada 1 kG õhu ruumala normaaltingimustel (0°C ja 760 mm Hg).

✓ 46. Kui palju kaalub õhk inimese (70 kG) keha ruumala suurus, kui inimese keha keskmiseks erikaaluks on $1 \frac{\text{G}}{\text{cm}^3}$?

Mitu m^3 õhku kaalub niisama palju kui sinu keha?

47. Silindrilise saarepaku pikkus on 2 m ja läbimõõt 0,4 m. Leida selle paku kaal, kui erikaal on $0,9 \frac{\text{G}}{\text{cm}^3}$.

48. Nõusse mahtus 2,4 kG petrooleumi. Määrata selle nõu maht liitrites.

49. Anumasse mahub 5 l vett. Mitu kilo mahub samasse anumasse petrooleumi?

50. Tahvel raudplekki, mille suurus on 1 m \times 1,5 m, kaalub 5 kG. Arvutada selle pleki paksus.

51. Terasest raudteerööbas, mille pikkus on 9 m, kaalub 360 kG. Arvutada selle rööpa ristlõike pindala dm^2 -tes.

52. Kui palju kaalub 150 m vasktraati, mille ristlõike pindala on $2,5 \text{ mm}^2$?

53. Õõnes klaaskera, mille läbimõõt on 4 cm, kaalub 25 G. Arvutada selle klaaskera seinapaksus, võttes klaasi erikaaluks $2,5 \frac{\text{G}}{\text{cm}^3}$.

54. Seatinahaavel kaalub 0,36 G. Arvutada haavli läbimõõt.

55. Kui palju on 1 g jää ruumala suurem 1 g vee ruumalast?

56. Kui palju kaalub teeklaasitäis (200 cm^3) elavhõbedat?

57. Kumb on raskem ja kui palju: kas 10 l elavhõbedat või $0,5 \text{ m}^3$ korki?

58. Kapillaartorus on 8 cm pikkune elavhõbedasammas, mis kaalub 45 mG. Arvutada kapillaartoru läbimõõt.

59. Kui palju ligikaudu kaalub inimese (170 cm) graniidist ($2,7 \frac{\text{G}}{\text{cm}^3}$) kuju, mis on inimesest kaks korda pikem?

60. Tellise mõõtmed on $30 \times 15 \times 7,5 \text{ cm}$ ja ta kaalub 6,1 kG. Arvutada selle tellise erikaal.

61. Ämblikuniidi läbimõõt on 5μ ja erikaal $1,5 \frac{\text{G}}{\text{cm}^3}$. Kui palju kaalub Volga-pikkune (3700 km) ämblikuniit?

62. Mitme koormaga saab ära vedada 60 m^3 turvast, mille erikaal on $0,4 \frac{\text{T}}{\text{m}^3}$, kui koormasse mahub 500 kG?

63. Magistraalkraavi ristlõige kujutab endast võrdkülgset trapetsit, mille kõrgus on 1 m ja alused 0,5 m ning 2,5 m. Mitu tonni mulda tuleb välja võtta 1 km sellise kraavi kaevamisel, kui mulla erikaal on $1,7 \frac{\text{T}}{\text{m}^3}$?

64*. Näidata valemi $\rho = \frac{m}{V}$ põhjal, et sama aine tihedused ühikutes $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ ja $\frac{\text{t}}{\text{m}^3}$ on arvuliselt võrdsed.

65. Kui pikk otsast kinnitatud ja vabalt alla rippuv tinatraat katkeb oma raskuse mõjul, kui tina katkemispinge $\rho = 200 \frac{\text{kG}}{\text{cm}^2}$?

Vastata sama küsimus terase kohta, kui terase katkemispinge on $7000 \frac{\text{kG}}{\text{cm}^2}$. Kas otsitav pikkus oleneb traadi ristlõike pindalast?

66. Raua erikaal on $7,8 \frac{\text{G}}{\text{cm}^3}$, tihedus aga $7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Kas võime selle põhjal väita, et raua erikaal võrdub tema tihedusega?

67. Miks on keha mass ja kaal, mis on väljendatud samanimelistes ühikutes (gramm, kilogramm), arvuliselt võrdsed?

68. Kulla ja hõbeda sulami tüki mass on 100 g ja tihedus $12,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Kui palju on selles tükis kulda ja kui palju hõbedat?

69. Kui pikk on 1 kg vasktraati, mille ristlõike pindala on $1,5 \text{ mm}^2$?

70. Teraskuuli mass on 4,3 g. Määrata selle kuuli läbimõõt.

71. Rahvusvaheline algkilogramm on plaatina ja iriidiumi sulamist valmistatud silinder, mille kõrgus on 39 mm ja põhja läbimõõt samuti 39 mm. Arvutada rahvusvahelise algkilogrammi tihedus.

72. Silikaattellise mass on 4,85 kg ja mõõtmed $6,5 \times 13 \times 27 \text{ cm}$. Arvutada tihedus.

73. Päikese mass on $2 \cdot 10^{33} \text{ g}$ ja raadius 696 000 km. Määrata Päikese keskmine tihedus.

74. Maa mass on $6 \cdot 10^{27} \text{ g}$ ja keskmine raadius 6371 km. Määrata Maa keskmine tihedus.

75. Vesinikuaatomi tuuma mass on $1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$, tuuma läbimõõt aga umbes 10^{-13} cm . Kui suur on vesinikutuuma ligikaudne tihedus $\frac{\text{t}}{\text{cm}^3}$ -tes? Kui palju kaaluks 1 mm^3 sellist ainet?

76. Arvutada üksiku elavhõbeda-aatomi keskmine tihedus, kui kujutleda teda ühtlase kerana, mille läbimõõt on 3 Å.

77. Mitu grammi kulda sisaldab niisama palju aatomeid kui 1 cm^3 hõbedat?

78. Määrata prootoni tihedus MTS-süsteemi ühikuis, võttes prootoni raadiuseks 10^{-13} cm ja massiks $1,67 \cdot 10^{-24} \text{ g}$.

II. MEHAANIKA.

4. Ühtlane liikumine. Keskmine kiirus.

Ühtlane liikumine on määratud valemiga

$$v = \frac{s}{t},$$

kus v on ühtlase liikumise kiirus, s — läbitud tee pikkus ja t — vastav aeg. Kõik kolm suurust peavad olema võetud samast mõõtühikute süsteemist.

Mitteühtlase liikumise keskmine kiirus väljendub samuti kogu tee pikkuse ja vastava aja jagatisena.

79. Millised on kiirusühikud meile tuntud mõõtühikute süsteemides?

80. Missugustesse mõõtühikute süsteemidesse kuuluvad kiirusühikud $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, $\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$, sõlm, $\frac{\text{m}}{\text{sek}}$, $\frac{\text{m}\mu}{\text{sek}}$?

81. Väljendada kiirus 1 sõlm $\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$ -tes. Kas on korrektne väljend: «Laev liigub kiirusega 20 sõlme tunnis»?

82. Kumb liigub kiiremini: kas laev kiirusega 35 sõlme või rong kiirusega $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$?

83*. Väljendada pikkusühik «valgusaasta» km-tes.

84. Leida hääle kiirus õhus $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ -des, kui hääl levib ühes sekundis 340 m.

Märkus: Moodsate reaktiivlennukite kiirus ületab hääle kiiruse.

85. Kui pika aja jooksul liigub Maa oma orbiidil edasi Leninigrad—Moskva vahelise raudtee pikkuse võrra (650 km)?

86. Kui palju aega kulub raadiosignaalil levimiseks Maalt Kuuni ja tagasi? Kuu keskmine kaugus Maast on 384 000 km ja raadiolainete levimiskiirus $3 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$.

87. Autojuhil kulub hädaohu märkamisest pidurite tegevusse-

panekuni keskmiselt 0,5 sekundit. Mitu meetrit sõidab auto enne pidurite mõjumahakkamist veel edasi, kui sõidukiirus on $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$?

88*. Süütenööri põlemiskiirus on $0,8 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$. Kui pikk süütenöör võimaldab süütajal eemalduda plahvatuskohast 100 m kaugusele, kui süütaja eemaldub keskmise kiirusega $4 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$?

89. Kui palju aega kulub traktoril 1 ha põllu kündmiseks, kui adral on neli 24 cm laiust sahka ja traktor liigub keskmise kiirusega $1,2 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$?

90. Kui suure keskmise kiirusega liigub vesi veevärgitorus, mille läbimõõt on 2,5 cm, kui sellest torust voolab välja 2 m³ vett tunnis?

91. Naftapuuraudude puurimine toimus 1950. aastal kiirusega $700 \frac{\text{m}}{\text{kuu}}$. Väljendada see kiirus $\frac{\text{mm}}{\text{sek}}$ -tes.

92. 1147 m sügavuse naftapuuraugu puurimine kestis 120 tundi 30 minutit (juunis 1953). Leida puurimise kiirus $\frac{\text{mm}}{\text{sek}}$ -tes ja $\frac{\text{m}}{\text{kuu}}$ -des.

93*. Leida juuste kasvamise keskmine kiirus $\frac{\text{mm}}{\text{sek}}$ -tes ja $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ -des, kui juus kasvab ühe kuu jooksul pikemaks 1 cm võrra.

94. Leida küünte kasvamise keskmine kiirus $\frac{\text{Å}}{\text{sek}}$ -tes, kui küüned kasvavad nädalas pikemaks 1 mm võrra.

5. Ühtlaselt muutuv sirgliikumine.

Ühtlaselt muutuv sirgliikumine on määratud valemitega

$$v = v_0 + at, \quad (1)$$

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad (2)$$

kus v_0 on algkiirus, v – lõppkiirus, a – kiirendus, t – aeg ja s – läbitud tee pikkus.

Kiireneva liikumise puhul on kiirendus positiivne, aeglustuva liikumise puhul negatiivne.

Liikumisel raskustungi mõjul kiirendus $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$.

95. Esitada ja lahendada üldkujul kõik ülesannete tüübid, mis on lahendatavad kiiruse valemi (1) põhjal.

96. Esitada ja lahendada üldkujul kõik ülesannete tüübid, mis on lahendatavad tee valemi (2) põhjal.

97. Ühtlaselt muutuva liikumise iseloomustamisel esineb 5 suurust (v_0 , v , a , t ja s), mis on seotud kahe valemiga. Mitu neist suurustest peab olema antud iga ühtlaselt muutuvat liikumist käsitleva ülesande lahendamisel ja mispärast?

98. Väljendada kiirendus $30 \frac{\text{m}}{\text{min sek}}$ ühikutes $\frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$.

99. Väljendada vaba langemise kiirendus $g=980 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$ ühikutes $\frac{\text{m}}{\text{min}^2}$.

100*. Keha algkiirus on $5 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$. Arvutada selle keha kiirus 15. sek lõpul, kui keha liigub ühtlaselt kiirenevalt kiirendusega $1,5 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$.

101. Mitu sekundit pärast liikumise algust saavutab auto kiiruse $43,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, kui kiirendus on $0,2 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$?

102*. Reaktiivlennuki kiirus suurenes 20 sek jooksul $240 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ -st $800 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ -ni. Leida reaktiivlennuki keskmine kiirendus ja selle aja jooksul läbitud tee pikkus.

103. Auto, mis liikus kiirusega $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, jäi pidurdamise tõttu seisma 2 sek jooksul. Kui palju liikus auto kuni seismajäämiseni edasi ja millise kiirendusega?

104. Lennuk tõusis maast õhku kiirusega $240 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, enne seda aga liikus mööda maad edasi 800 m. Kui kaua liikus lennuk mööda maad eeldusel, et see liikumine oli ühtlaselt kiirenev?

105. Rong sõitis jaamast välja ühtlaselt kiirenevalt ja saavutas 0,5 km kaugusel jaamast kiiruse $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Leida kiirendus ja liikumisaeg.

106. Rong liigub jaamast väljudes ühtlaselt kiirenevalt ja saavutab 600 m kaugusel jaamast kiiruse $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Kui palju aega tarvitab rong selle kiiruse saavutamiseks ja kui suur on rongi kiirendus?

107. Kuul lendab 67,5 cm pikkusest vintpüssirauast välja kiirusega $800 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Millise kiirendusega ja kui kaua liikus kuul püssirauas?

108*. Kivi langeb vabalt 122,5 m kõrguselt. Leida lõppkiirus eeldusel, et õhk langemist ei takista.

109. Arvutada lõppkiirus keha vabal langemisel 1 km kõrguselt.

110. Laskur sihhib temast 50 m eemal ja püssiraua sihis olevasse märki. Kui palju märgist allpool tabab kuul, mille kiirus on $400 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$, kui õhu takistust mitte arvestada?

111. Milliselt kõrguselt vabalt langev keha saavutab lõppkiiruse $72 \frac{\text{km}}{\text{h}}$? Kui kaua langeb see keha?

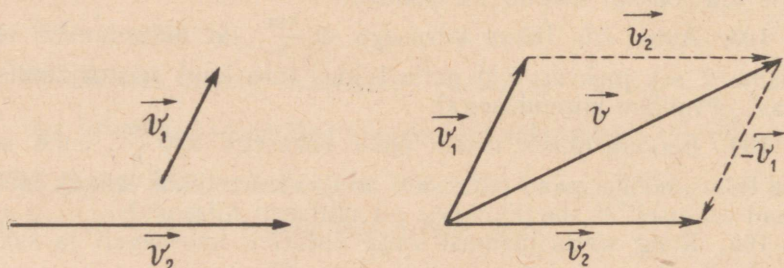
112. Vabalt langev keha läbis viimased 10 m oma teest 0,2 sek jooksul. Kui kõrgelt langes see keha?

113. Kuulus langevarjur Jevdokimov sooritas 16. aprillil 1934. aastal hüppe 8100 m kõrguselt, kusjuures ta langes kinnise langevarjuga 142 sek jooksul allapoole 7900 m. Leida, mitme sekundi võrra ta oleks selle tee kiiremini läbinud, kui õhk ei oleks langesmist takistanud.

6. Vektorite liitmine ja lahutamine.

Kahe vaba vektori \vec{v}_1 ja \vec{v}_2 summaks on nende vektorite kui külgede põhjal ehitatud rööpküliku diagonaal \vec{v} (joon. 1).

Lihtsaimaks vektorite liitmise võtteks on ühe vektori lõpust joonestada vektor, mis on võrdne teise antud vektoriga, ja esimese



Joon. 1. Vektorite liitmine ja lahutamine.

vektori algus ühendada teise vektori lõpuga. Siis jääb rööpküliku teine pool ehitamata.

Vektori \vec{v}_1 lahutamisel vektorist \vec{v} tuleb leida selline vektor \vec{v}_2 , mis liidetuna vektoriga \vec{v}_1 annab summas vektori \vec{v} , s. o.

$$\vec{v} - \vec{v}_1 = \vec{v}_2, \text{ kui } \vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \vec{v}.$$

Vektorite \vec{v} ja \vec{v}_1 vahe leidmiseks kanname mõlemad vektorid samasse alguspunkti (joon. 1) ning ühendame lahutatava (\vec{v}_1) lõpu vähendatava (\vec{v}) lõpuga. Sel viisil saadud vektor \vec{v}_2 ongi otsitav vahe.

Analoogiliselt skalaarsete suuruste lahutamise võttega $[5-3=$

$=5+(-3)]$ võime ka vektorite lahutamisel taandada mõne vektori lahutamise sellele vektorile võrdvastupidise vektori liitmisele. Näiteks kui vektoriga

\vec{v} (joon. 1) liita vektor $-\vec{v}_1$, siis saame vektori \vec{v}_2 , mis ongi otsitav \vec{v} ja \vec{v}_1 vahe.

114. Miks kasutatakse vektori graafiliseks kujutamiseks noolt? Kumb noole ots kujutab vektori algust, kumb lõppu?

115. Tõestada, et vektorite summa ei olene nende liitmise järjekorrast.

116*. Üks paat sõidab päri-, teine vastuvett. Kui kaugel on paadid teineteisest 5 minutit pärast teineteisest möödumise hetke, kui paadi kiirus seisvas vees on $2 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ ja jõe voolukiirus $50 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$? Kas paatide vahe oleneb voolu kiirusest?

117. Mootorpaadi kiirus seisvas vees on v ja Emajõe voolu keskmine kiirus u . Tartu kaugus Peipsist mööda Emajõge olgu d . Kui palju kulub aega (t) mööda Emajõge Tartust Peipsini ja tagasi sõitmiseks?

118. Paadi kiirus seisvas vees on $1,6 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ ja jõe voolukiirus $0,8 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Missuguse nurga all voolu suuna suhtes tuleb aerutada üle jõe, et paadi liikumise tee oleks risti kaldaga?

119. Missuguse nurga all (α) vooluga risti oleva sihi suhtes tuleb aerutada üle jõe, et paadi liikumise tee oleks risti vooluga, kui paadi kiirus seisvas vees (v) on kaks korda suurem voolu kiirusest (v_1). Missugune on sel juhul paadi liikumise resultantkiirus (v_2)? Leida tingimused, millistel risti ülesõit on üldse võimalik.

120*. Lennuk liigub lõunast põhja kiirusega $50 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$, tuul puhub läänest itta kiirusega $10 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Määrata graafiliselt lennuki lennu-suund ja kiirus maapinna suhtes.

121. Püssiga lasti vertikaalsuunas biplaani, mis liikus rõhvalt kiirusega $200 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Määrata kuuli kiirus, kui lennuki kandepindades on kuuliaukude nihe 15 cm. Biplaani kandepindade vahe on 2 m.

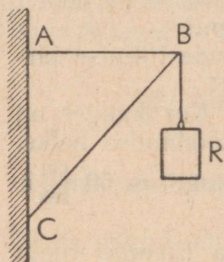
122. Kaks lennukit lendavad paralleelse kursiga teineteisele vastu, kusjuures nende lennuteede vaheline kaugus on 200 m. Kui palju on neil aega õhuvõitluseks, kui kuulipilduja tuli ei ulatu kaugemale kui 1 km? Lennukite kiirused on

$$v_1 = 360 \frac{\text{km}}{\text{h}} \text{ ja } v_2 = 400 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

123*. Lahutada tung 10 kG kaheks ristkomponendiks, milledest üks on 6 kG.

124. Suusataja sõidab mööda nõlvakut alla kiirusega $v = 10 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Leida suusataja sõidukiiruse horisontaalne ja vertikaalne komponent, kui nõlvak moodustab horisondiga nurga $\alpha = 30^\circ$.

125. Kelk libiseb mööda kaldpinda alla kiirusega $8 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Mää-



Joon 2.

rata kelgu liikumiskiiruse horisontaalne ja vertikaalne komponent, kui tema tee kaldenurk on 25° .

126. Kandetoe (kronsteini) otsas ripub koorimis $R = 10$ kG. Leida kandetoele sihis AB ja BC mõjuvad komponendid P ja Q , kui $AB = 40$ cm ja $BC = 60$ cm (joon. 2).

127*. Kujutada graafiliselt Kuu tee Päikese suhtes kahe kuu kestel, võttes Maa orbiidi raadiuseks 30 cm.

128. Kolm tungi — 9 kG, 8 kG ja 12 kG — mõjuvad samas tasandis ning moodustavad omavahel täisnurgad. Leida resultant.

7. Ühtlane ringliikumine. Joon- ja nurkkiirus.

Ühtlase ringliikumise joonkiiruse suurus v väljendub valemitega

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi r R = \omega R, \quad (1)$$

kus R on ringi raadius, T — ringlemisperiood, ω — nurkkiirus ja v — sagedus.

Ühtlase ringliikumise kiirenduse suuruse määramiseks kasutame valemiteid

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = 4\pi^2 v^2 R = \omega^2 R. \quad (2)$$

Nurkkiirus ω radiaanides sekundi kohta väljendub valemitega

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi v. \quad (3)$$

129. Kuidas on suunatud ühtlase ringliikumise joonkiirus ja kiirendus ringjoone antud punktis? Milline on nurkkiiruse suund?

130. Näidata, et eeltoodud sama suurust väljendavad valemite omavad sama nimetust (dimensiooni).

131. Missugustes ühikutes tuleb asendada eeltoodud valemites esinevad suurused, et saada tulemust (v , a , ω) CGS- või MKS-süsteemis?

132. Väljendada kraadides nurk suurusega 1 radiaan.

133. Väljendada radiaanides järgmised nurgad: 360° , 180° , 90° , 30° , 1° , $1'$ ja $20''$.

134. Millistes ühikutes mõõdetakse sagedust? Mis on sageduse ühikuteks tabelis 2 antud mõõtühikute süsteemides?

135*. Kui suure keskmise kiirusega liigub Maa ümber Päikese? Maa orbiidi raadiuseks võtta $150 \cdot 10^6$ km.

136. Määrata Maa (Kuu, Päikese) pöörlemise nurkkiirus $\frac{\text{rd}}{\text{sek}}$ -tes, võttes pöörlemisperioodiks 24 tundi ($27\frac{1}{3}$ ööpäeva, 26 ööpäeva).

137. Kui suur on kella tunniõsuti pöörlemise keskmine nurkkiirus ja mitu korda see on suurem Maa pöörlemise nurkkiirusest?

138. 75-millimeetrine mürsk pöörleb kahurist väljudes kiirusega $7500 \frac{\text{tiir}}{\text{min}}$. Arvutada mürsu nurkkiirus $\frac{\text{rd}}{\text{sek}}$ -tes ja tema väliskesta tsentripetaalne kiirendus $\frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$ -tes.

139. Leida Maa pinnal asuva punkti kiirus Maa pöörlemisel ümber telje Tartus, Tallinnas, Moskvas ja ekvaatoril. Maa raadiuseks võtta 6370 km.

140. Grammofoniplaadi välise soone läbimõõt on 30 cm, sise-mise soone läbimõõt 15 cm, soonte koguarv plaadil 300. Määrata nõela otsa liikumise keskmine kiirus plaadil, kui plaat teeb 2 tiiru sekundis. Kui palju aega kulub selle plaadi läbimängimiseks?

141. Lennuk lendab otse lääne suunas kiirusega $600 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Mis-sugusel geograafilisel laiusel võib selle lennuki meeskond näha Päikest taevas paigalpäisivana?

142*. Leida Maa pöörlemisest tingitud tsentripetaalne kiirendus Maa ekvaatoril.

143. Koorelahutaja trumli läbimõõt on 10 cm ja pöörlemiskiir-us 5000 $\frac{\text{tiir}}{\text{min}}$. Määrata trumli välise ääre joonkiirus ja tsentripe-taalne kiirendus.

144. Völl pöörleb nurkkiirusega 60 rd sek^{-1} . Leida rihma liikumise kiirus selle völiga ühendatud rihmarattal, mille raadius on 10 cm.

8. Newtoni seadused.

V a b a l e k e h a l e m ö j u v a t u n g i (f) s u u r u s v ö r d u b s e l l e k e h a m a s s i (m) j a t u n g i p o o l t s e l l e l e k e h a l e a n t u d k i i r e n d u s e (a) k o r r u t i s e g a , s . o .

$$f = ma.$$

See valem on õige, kui kõigi kolme suuruse (f , m ja a) mõõtmine toimub sama mõõtühikute süsteemi ühikuis, sest võrdetegur selles valemis on 1.

Üleminekute puhul ühest tungiihikust teise kasutame seost

$$1 \text{ G} = 981 \text{ dn.}$$

Märkus. Sobivat harjutusmaterjali Newtoni seaduste kohta leidub eri-kaalu ja tihedust käsitlevate ülesannete hulgas (nr. nr. 43–78).

145. Mida nimetatakse tungiks ja milliste andmetega on tung täiesti määratud?

146. Kas liikumissuuna (mitte liikumiskiiruse suuruse) muutmiseks on vaja rakendada tungi?

147. Milleks kulub hobuse tõmme koorma vedamisel?

148. Miks langeme maapinnalt üles hüpates samale kohale tagasi, mitte aga üleshüppamise kohast lääne poole Maa pöörlemise tõttu?

149*. Loetleda ühikud, milledes on mõõdetud Newtoni II seaduse valemis esinevad suurused (f , m ja a) CGS-, MKS-, MTS- ja MkGS-süsteemis.

150. Et kõigis mõõtühikute süsteemides on ajaühik sama (1 sek), siis missuguste suuruste mõõtühikute suhtest oleneb tungiihikute suhe eri mõõtühikute süsteemides?

151. Defineerida tungiihik lähtudes gravitatsiooniseadusest; kasutades seda tungiihikut, määrata võrdeteguri k nimetus Newtoni II seaduse valemis ($f = kma$).

152. Väljendada tungiihik 1 kG dn-des ja nj-des.

153. Miks tuleb 1 kG täpseks määramiseks peale keha massi anda veel geograafiline laius ja kõrgus merepinnast?

154. Väljendada MKS-, MTS- ja MkGS-süsteemi tungi- ja massiihikud CGS-süsteemi vastavate ühikute abil.

155*. Milline tung (G) annab kehale massiga 0,245 kg kiirenduse $3 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$?

156. Vedrukaalu otsas ripub koormis 2 kg. Mis näitab vedrukaal, kui kaal koos koormisega langeb alla kiirendusega $9,8 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$ (tõuseb ülespoole kiirendusega $2,4 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$)?

157. Rong, mille mass on 800 tonni, sõidab kiirendusega $20 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$. Leida veduri tõmme tonnides, kui takistust (hõõrdumine, õhutakistus) mitte arvestada.

158*. Kui suure kiirenduse annab tung 1 kG vabale kehale, mille mass on 5 g (10 kg, 1 t)?

159. Paigalolevale vabale kehale, mille mass on 3 kg, mõjub alt üles tung 4 kG. Missuguse kiirendusega hakkab see keha ülespoole liikuma? Kui kõrgele tõuseb ta 5 sek jooksul?

160. Öhus langevad kaks võrdse raadiusega, kuid erineva massiga ($m_1 > m_2$) kera. Kuidas mõjutab õhutakistus nende langemis-kiirendust?

161. Kui suure massiga (g, mtü) kehale annab tung 1,4 kG kiirenduse $2,8 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$?

162*. Tung $f=200$ düüni mõjub $t=10$ sek kestel algul paigal olevale vabale kehale, mille mass $m=500$ g. Määrata keha kiirendus, lõppkiirus ja läbitud tee pikkus.

163. Inglise mõõtühikute süsteemis on tungiühikuks poundal, s. o. tung, mis annab kehale massiga 1 nael (454 g) kiirenduse $1 \frac{\text{jalg}}{\text{sek}^2}$. Väljendada poundali suurus njuutonites, kui $1 \text{ jalg} = 30,5 \text{ cm}$.

164. Paigalolev vaba keha hakkas liikuma jääva tungi (10 kG) mõjul ja liikus 10 sek jooksul edasi 800 m. Leida selle keha mass (mtü).

165. Tühi kaubavagun, mille mass on 8 tonni, asub rõhtsal teel. Kui tugevasti tuleb seda vagunit lükata, et ta liiguks ühtlaselt, kui hõõrdumiskoefitsient on 0,005? Kui suur tung (kG) paneb selle vaguni liikuma kiirendusega $1 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$?

166*. Miks ei saa mõju ja vastumõju olla rakendatud ühes ning samas punktis?

167. Kumb tõmbab teist keha tugevamini enda poole: kas Päike Maad või Maa Päikest?

168. A tõmbab vedrukaalu ühest otsast (rõngast), B teisest otsast (konksust), mõlemad 5 kG tugevuselt. Mis näitab kaal?

169. Tuntud legendaarne seikleja parun Münchhausen vajus kord sügavale sohu ja ei pääsenud sealt enam kuidagi välja. Siis tuli ta heale mõttele: ta haaras oma juustest ja tõstis ennast juuksetutti pidi soost. Kas on see võimalik?

170. Mis on aktsiooni ja reaktsiooni resultandiks?

9. Liikumishulk ja tungi impulss.

Liikumishulga muutus võrdub tungi impulsi, s. o.

$$\Delta(\vec{mv}) = \vec{f} \Delta t. \quad (1)$$

Sirgliikumise puhul väljendub see valemiga

$$mv - mv_0 = f \Delta t. \quad (2)$$

Isoleeritud süsteemi liikumishulk on jääv.

171. Defineerida liikumishulga ja tungi impulsi ühikud ning tuletada nende nimetused tabelis 2 antud mõõtühikute süsteemides.

172. Millised on liikumishulga ja tungi impulsi kui vektorite suunad? Näidata, et liikumishulga muutuse suund ühtib tungi impulsi suunaga.

173. Näidata, et liikumishulk ja tungi impulss omavad sama dimensiooni.

174. Milles väljendub liikumishulga jäävus laskeriistade (püssi, kahuri jt.) tarvitamisel?

175*. Tennisepall, mille mass on 55 g, liigub kiirusega $10 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ risti vastu seina ja pörkab sellelt tagasi suuruselt endise kiirusega. Milline on sel juhul liikumishulga muutus?

176. Vintpüssi mass on kuuli massist 450 korda suurem. Kui suur on püssi tagasilöögi kiirus, kui kuuli algkiirus on $800 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$?

177. Kui suur jääv tung annab jalgpallile, mille mass on 0,4 kg, 0,2 sek jooksul kiiruse $15 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$?

178. Raskekahuri (24 cm) mass on 25 600 kg, mürsu mass 215 kg ja algkiirus $850 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Kui suur on tagasilöögi kiirus?

179. Vintpüssikuul, mille mass on 9,6 g, lendab püssirauast välja kiirusega $800 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Arvutada kuuli liikumishulk ja püssi tagasilöögi kiirus, kui vintpüss kaalub 4,5 kG.

180. Kahurist, mille mass on 125 t, lendab kiirusega $550 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ välja mürsk massiga 350 kg. Leida kahuri tagasilöögi kiirus eeldusel, et hõõrdumine liikumist ei takista.

181. Omnibuss, mis kaalub 8 tonni, liigub kiirusega $18 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ja jääb pidurdamisel seisma 5 sek jooksul. Leida pidurdav tung.

182. Vintpüssikuul, mille mass on 10 g, lendab püssirauast välja kiirusega $800 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Leida püssirohugaaside keskmine rõhumine, kui kuuli liikumine püssirauas kestab 0,005 sek.

183. Kahurist massiga 125 t lendab välja mürsk, mille kiirus on $550 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Leida mürsu mass, kui kahuri tagasilöögi kiirus on $1,5 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$, eeldades, et puuduvad takistused kahuri tagasilikumiseks.

184. Paigaloleva paadi ühes otsas seisab 70 kG kaaluv inimene. See inimene liigub 4 m võrra paadi teise otsa poole. Kui palju nihkub seetõttu paat vastassuunas, kui paadi kaal on 280 kG ja eeldatakse, et vesi paadi liikumist ei takista.

10. Töö ja võimsus.

Töö iseloomustab tungi mõjul toimuvat liikumisprotsessi. Kui liikumine toimub tungi suunas, siis väljendub töö (A) valemiga

$$A = fs, \quad (1)$$

kus f on tungi ja s tungi rakenduspunkti tungi suunas edasinihkumise suurus.

Üldjuhul, kui tungi suuna ja tungi rakenduspunkti edasinihkumise suuna vahel on nurk α , siis

$$A = fs \cos \alpha. \quad (2)$$

Sisuliselt taandub valem (2) valemile (1), sest $f \cos \alpha$ annab liikumise suunas mõjuva tungikomponendi.

Võimsus (N) iseloomustab töötegemise kiirust ja väljendub valemiga

$$N = \frac{A}{t}, \quad (3)$$

millest tööhulk

$$A = Nt. \quad (4)$$

Töö gaasi paisumisel mõõtab rõhu (p) ja ruumala muutuse (ΔV) korrutisega, s. o.

$$A = p\Delta V. \quad (5)$$

185. Valemist (1) tuletada ja sõnastada kõik süsteemipärased tööühikud (erg, džaul, kilodžaul, kilogramm-meeter).

186. Valemist (1) tuletada kõigi süsteemipäraste tööühikute nimetused ja töö kui füüsilise suuruse dimensioon.

187. Valemi (1) põhjal leida kõigi süsteemipäraste tööühikute (erg, džaul, kilodžaul, kilogramm-meeter) suuruslikud vahekorrad.

188. Valemist (3) tuletada ja sõnastada kõik süsteemipärased võimsusühikud.

189. Valemist (3) tuletada kõigi süsteemipäraste võimsusühikute nimetused ja võimsuse kui füüsilise suuruse dimensioon.

190. Valemi (3) põhjal leida kõigi süsteemipäraste võimsusühikute ($\frac{\text{erg}}{\text{sek}}$, W, kW, $\frac{\text{kGm}}{\text{sek}}$) suuruslikud vahekorrad.

191*. Millised süsteemipärased tööühikud järelduvad valemist (4)?

192. Väljendada ergides ja kGm-tes tööühikud Wsek, Wh, kWmin ja kWh.

193. Mitu ergi tööd teeb kärbes (20 mG), tõustes lennukõrgemale 50 cm kõrgemale?

194. Sipelgas tõstis 5 mG kaaluva kõrreke 2 mm võrra kõrgemale. Mitu ergi tööd ta tegi?

195. Neljanda viisaastaku lõpuks (1950) oli NSV Liidu elektrienergia kogutoodanguna ette nähtud $82 \cdot 10^9$ kWh. Mitme kilokaloriga on ekvivalentne see energiahulk?

196. Väljendada tööühik liiter \cdot at kGm-tes ja tööühik $\text{cm}^3 \cdot \text{mm Hg}$ ergides.

197. Rong, mille mass oli 600 tonni, liikus kiirusega $10 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$

ja pidurdati seisma 4 sek jooksul. Kui suur oli pidurdav tung? Leida pidurdamistöö ja pidurite töötamise võimsus.

198. Väljendada võimsus 1 HJ W-des ja kW-des.

199. Tööline tõstis vaka kartuleid (50 kG) 1 sek jooksul 1,2 m kõrgusele. Määrata töölise keskmine võimsus W-des ja HJ-des kartulivaka tõstmisel.

200. Valemist $N = \frac{A}{t}$ tuletada valem $N = f \cdot v$.

201. Määrata veduri tõmme kG-des, kui rongi kiirus on $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ja vedur töötab võimsusega 100 kW.

202. Inglise mõõtühikute süsteemis on võimsusühik hobunael jalg sekund - HP (horse power) — defineeritud kui võimsus $550 \frac{\text{nael jalg}}{\text{sekund}}$.

Väljendada võimsus 1 HP W-des ja HJ-des ($75 \frac{\text{kGm}}{\text{sek}}$), kui 1 inglise nael = 454 G ja 1 jalg = 30,5 cm.

203. 1950. aasta oktoobris läbis nõukogude võidusõiduauto «Zvezda III M» lendstardiga kilomeetrise tee ajaga 17,56 sek. Leida keskmine kiirus $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ -des.

Arvutada auto liikumise kogutakistus, kui mootor töötas võimsusega 64 HJ ja liikumise kiirus oluliselt ei muutunud.

204. Narva jõe üldine langus (Peipsist mereni) on 30 m ja vee keskmine läbijooks 370 m³ sekundis. Määrata Narva jõe üldine võimsus HJ-des ja kW-des.

205. Sõiduk, mille kaal on 2,5 T, sõidab märke kiirusega $36 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Määrata selle sõiduki mootori võimsus kW-des, kui tee tõus on 1 m tee pikkuse iga 25 m kohta ja hõõrdumiskoefitsient $k=0,08$.

206. Inimese südame vasak kamber lükkab kokkutõmbumisel iga löögiga aorti 70 g verd keskmise rõhuga $p=20$ cm Hg. Arvutada selle südamekambri poolt päeva jooksul tehtav töö (kGm), kui süda tõmbub ühes minutis kokku 65 korda.

207. 1 ha põllu harimiseks kulutab elektritraktor keskmiselt 45 kWh elektrienergiat. Mitme kilogrammi vedelkütusega on see üheväärne, kui kütteväärtuseks võtta $11\,000 \frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$ ja traktori kasutegur on 25%?

208. V. I. Lenini nimelise Volga—Doni kanali Karpovka pumba-jaamas töötavad 3 võimsat pumpa. Igaüks neist pumpab ööpäevas ligi 1 300 000 m³ vett 13 m kõrgusele. Arvutada ühe sellise pumba võimsus (kW), kui tema kasutegur on 75%.

209. Elektritraktor, mille haagivõimsus on 39 kW, liigub kändmisel kiirusega $5,4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Arvutada traktori haagitõmbe tugevus.

210. Igast Kuibõševi hüdroelektrijaama üles seatavast turbiinist voolab sekundis läbi 700 m³ vett. Arvutada sellise turbiini

kasulik võimsus, kui vee langus on 25 m ja turbiini kasutegur 90%.

211. Tööline töötab 10 tundi keskmise võimsusega $5 \frac{\text{kGm}}{\text{sek}}$. Kui palju maksab see töö, kui 1 kWh töö hinnaks on 40 kop.?

212. Volgale ehitatavate hiiglaslike elektrijaamade jaoks ehitatakse elektrigeneraatoreid võimsusega 100 000 kW ja rohkem. Mitme inimese tööjõu aset täidavad sellised generaatorid, kui inimese keskmiseks võimsuseks võtta $5 \frac{\text{kGm}}{\text{sek}}$ ja tööpäeva pikkuseks 8 tundi?

213. Traktor, mille haagivõimsus on 30 kW, liigub kündmisel kiirusega $5,4 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Arvutada traktori haagitõmbe tugevus tonnides.

214. Traktori CT3-XT3 haagivõimsus on 15 HJ. Arvutada keskmine haagitõmme töötamisel kiirusega $4,5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

215. Traktor veab 5-sahalist atra, kusjuures iga sahk haarab pinnast 35 cm laiuselt ja 20 cm sügavuselt. Arvutada traktori haagitõmme kG-des, kui pinnase eritakistus on $0,64 \frac{\text{kG}}{\text{cm}^2}$.

216. Traktori haagitõmme kolmesahalise adra vedamisel oli 990 kG. Leida traktori haagivõimsus, kui ta liikus edasi kiirusega $4,53 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

217. Auto, mis kaalub 1,5 tonni, sõidab kiirusega $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Leida pidurdav tung ja pidurite töötamise keskmine võimsus, kui auto jääb seisma 5 sek jooksul.

218. 1953. aasta I kvartalis andis Saesaare hüdroelektrijaam (Põlva rajoonis) 34 984 kWh elektrienergiat. Mitme normipäevaga on see energiakulu üheväärne, kui tööline töötab normipäevas 8 tundi keskmise võimsusega $5 \frac{\text{kGm}}{\text{sek}}$?

219. Suuremate kiiruste puhul on keskkonna (vee, õhu) takistus võrdeline kiiruse ruuduga. Kui aurik, mille masinate võimsus on 150 HJ, sõidab kiirusega $20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, siis missuguse võimsuse puhul võib sama aurik arendada kiirust $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$?

11. Hõõrdumine.

Hõõrdumist liugumisel iseloomustav hõõrdumiskoeffitsient k on hõõrdumistungi (f) ja normaalrõhumise (N) suhe, s. o.

$$k = \frac{f}{N}, \text{ millest } f = kN. \quad (1)$$

Mööda kaldpinda ühtlaselt alla libisemise puhul võrdub hõõrdumiskoefitsient kaldenurga tangensiga:

$$k = \tan \alpha. \quad (2)$$

Hõõrdumistungi f suurus veeremisel väljendub valemiga

$$f = k_v \frac{N}{R}, \quad (3)$$

kus k_v on hõõrdumiskoefitsient veeremisel, N — normaalrõhumine ja R — veereva keha raadius.

Paigaloleku (staatiline) hõõrdumine on suurem hõõrdumisest liikumisel (dünaamiline hõõrdumine).

220. Missugune on hõõrdumiskoefitsiendi nimetus ja dimensioon liugumisel ning veeremisel?

221. Regi, mille mass on 500 kg, liigub ühtlaselt mööda rõhtsat teed. Arvutada hõõrdumistung, kui $k=0,08$.

222. Koorem, mis kaalub 700 kG, liigub 84 kG tugevuse tõmbe mõjul ühtlaselt mööda rõhtsat maanteed. Arvutada hõõrdumiskoefitsient.

223. Kui tugevasti tuleb tõmmata rõhtsal teel ühtlaselt liikuvat rongi, mis kaalub 600 tonni, kui hõõrdumiskoefitsient on 0,005?

224. Millist suurimat tõmmet võib tekitada 80 tonni kaaluv vedur, kui ta toetub 10 rattale, millest 6 veavad, ja rataste liugumiskoefitsient rööbaste suhtes on 0,25?

225. Kelgujalaste hõõrdumiskoefitsient liikumisel mööda kõva lund on 0,05. Kui palju kaalub kelk, kui hõõrdumistung liikumisel mööda rõhtsat pinda on 0,3 kG?

226. Mööda kaldpinda, mille kõrgus on 20 cm ja pikkus 60 cm, liigub ühtlaselt alla 300 G raskune keha. Määrata hõõrdumiskoefitsient ja hõõrdumistung.

227. Kaks töölist lükkavad vagunit, mille mass on 7 t, kumbki 25 kG tugevuselt. Mitu meetrit liigub vagun 10 sekundi jooksul paigalseisust edasi, kui hõõrdumiskoefitsient on 0,003?

228. Rõhtsat jääpinda mööda visatud keha jäi seisma $s=48$ m kaugusel. Määrata keha algkiirus v_0 ja liikumisaeg t , kui hõõrdumiskoefitsient $k=0,06$.

229. Kui suur konstantne tung (kG) on vajalik, et vagunit massiga 20 t horisontaalpinnal 1 min jooksul kiirusega $10 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ liikuma panna, kui hõõrdumiskoefitsient $k=0,003$?

230. Kui palju liiguks raudteerong rõhtsal teel edasi ainult oma hoo arvel, kui rongi kiirus on $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ ja üldine takistuskoeffitsient 0,004?

231*. Valemist (3) järeldub, et hõõrdumistung veeremisel on pöördvõrdeline veereva ratta raadiusega. Miks ei kasutata praktikas väga suure raadiusega rattaid?

232. Millega võrdub vankriratta pöördemoment ratta ühtlasel veeremisel mööda teed?

Millise telje ümber pöörleb vankriratas selle pöördemomendi mõjul?

233. Kas hõõrdumiskoefitsient liugumisel (k) on võrreldav hõõrdumiskoefitsiendiga veeremisel (k_v)?

234. Ratta läbimõõt on 60 cm ja kaal 10 kG ning selleks, et seda ratast mööda rõhtsat teed ühtlaselt veeremas hoida, on tarvis tungi 0,2 kG. Arvutada neil tingimustel ratta hõõrdumiskoefitsient veeremisel.

235. Kummal juhul on hõõrdumistung väiksem ja mitu korda: kas siis, kui silinder, mille mass on üks tonn ja läbimõõt 50 cm, liugub hõõrdumiskoefitsiendiga $k=0,2$ või veereb hõõrdumiskoefitsiendiga $k_v=0,5$ cm?

236. Suusataja kaalub koos suuskadega 80 kG ja laskub alla mööda mäenõlvakut, mille kaldenurk on 30° . Leida hõõrdumiskoefitsient, kui suuskade hõõrdumistung lume suhtes on 3,5 kG.

Kui suur on õhu takistus suusatajale maksimaalse kiiruse puhul?

237. Kuidas mõjutab õhurõhu suurenemine suusataja kiirust mäest laskumisel?

12. Potentsiaalne ja kineetiline energia.

Keha potentsiaalse energia muutus (ΔE_p) Maa raskusväljas oleneb keha raskusest (P) ja tema liikumisvõimalusest vertikaalsuhtes (h) ning mõõdub nende korrutisega, s. o.

$$\Delta E_p = Ph. \quad (1)$$

Keha kineetiline energia (E_k) väljendub valemiga

$$E_k = \frac{mv^2}{2}. \quad (2)$$

Kineetilise energia muutus

$$\Delta E_k = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = fs. \quad (3)$$

238. Kas energia on skalaarne või vektoriline suurus?

239. Miks mõõdetakse energiat töö ühikutega?

240. Missugustes ühikutes peavad olema väljendatud valemities (1) — (3) esinevad suurused tabelis 2 toodud mõõtühikute süsteemides?

241. Näidata, et valemi (3) mõlemad pooled omavad sama dimensiooni.

242*. Kükkasendist püsti tõusmisel tõusis töölise (70 kG) raskuspunkt 50 cm võrra kõrgemale. Kui palju muutus selle tagajärjel töölise potentsiaalne energia? Mille arvel?

Miks on kummargil töötamine väsitav?

243. Ülemiste järve pindala on 930 ha, keskmine sügavus 2,5 m ja keskmine kõrgus merepinnast 36 m. Leida Ülemiste järve vee potentsiaalne energia kWh-des merepinna suhtes.

244. Vaia (palgi) rammimisel kasutatakse koormist 250 kg, mis tõstetakse iga kord 4 m kõrgusele. Määrata vaia keskmine takistus, kui ta iga löögiga nihkub edasi 10 cm võrra.

245*. Miks juhtuvad auto- ja üldse liiklusõnnetused peamiselt kiire sõidu puhul?

246. Kui palju peab muutuma auto pidurdamiseks vajaliku tee pikkus auto kiiruse suurenemisel kaks korda?

247. Vähemalt mitu korda rohkem tuleb kulutada energiat, et suurendada liikuva keha (raudteerong, lennuk, aurik jne.) kiirust 2 (3, 4 jne.) korda?

248*. Raudteerongi mass on lennuki massist 100 korda suurem, kiirus aga 10 korda väiksem. Kumma kineetiline energia on suurem?

249. Püssikuul, mille mass on 10 g, liigub kiirusega $800 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Leida selle kuuli kineetiline energia kGm-tes.

250. Kuulipilduja laseb välja $n=600$ kuuli minutis. Määrata kuulipilduja keskmine võimsus, kui kuuli mass $m=10$ g ja algkiirus $v_0=800 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.

251*. Auto (1500 kg) sõidab kiirusega $60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Vähemalt kui suurel kaugusel hädahohust tuleb pidurdada, kui pidurite kogutakistus on 1200 kG ja pidurdamise vajaduse üle otsustamiseks ning impulsi edasiandmiseks kulub 0,5 sek?

252. Kuul, mille mass on 10 g, lendab püssirauast välja kiirusega $800 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Kui suur on keskmine rõhk sellele kuulile püssirauas, kui toru pikkus on 80 cm ja läbimõõt 6 mm, eeldusel, et toru seinad kuuli liikumist ei takista?

253. Kivi massiga $m=100$ g visati alla kõrguselt $h=15$ m algkiirusega $v_0=20 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ ja ta langes maapinnale kiirusega $v=25 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Leida õhutakistuse ületamise töö.

254. Rong massiga $m=600$ tonni omandas $t=10$ sek pärast liikumise algust kiiruse $v=7,2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Leida veduri keskmine võimsus (kW), kui hõõrdumist mitte arvestada.

255. Kirves massiga $m=3,5$ kg langetatakse $h=2$ m kõrguselt puuhalule ja tungib sellesse $s=5$ cm sügavusele. Määrata puu takistus kirve temasse tungimisel, kui puulõhkuja rõhumine kirvele $f=5$ kG.

256. Kuul massiga $m=10$ g, mis liikus kiirusega $v=200 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$, tungis lauasse $l=4$ cm sügavusele. Määrata laua keskmine takis-

tus f ja kuuli liikumise kestus lauas t , kui kuuli liikumine lauas lugeda ühtlaselt aeglustuvaks.

257. Kuul massiga 12 g ja kiirusega $300 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ tungib 6 cm paksusse lauatükki ning läbib selle. Määrata kuuli kiirus lauatükist väljumisel, kui lauatüki keskmine takistus kuuli liikumisele on 5000 nj.

258. Tsimljanski veehoidla tamm tekitab veenivoode vahe 26 m. Määrata sellest tingitud 1 m^3 vee potentsiaalne energia kWh-des.

259. 1950. aastal toodeti Nõukogude Liidus elektrienergiat $90 \cdot 10^9$ kWh. Viienda viisaastaku lõpul, s. o. 1955. aastal toodetakse elektrienergiat plaani kohaselt 80% rohkem. Mitme inimese tööjõudu asendab viienda viisaastaku lõpul toodetav elektrienergia hulk, kui võtta töölise keskmiseks võimsuseks $5 \frac{\text{kGm}}{\text{sek}}$ ja tööpäeva pikkuseks 8 tundi?

260. Elektrirong liigub jaamast väljudes 20 sek jooksul kiirendusega $0,70 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$. Määrata elektrirongi lõppkiirus, läbitud tee pikkus ja kineetiline energia tee lõpul, kui rongi mass on 490 t.

261. Vasaraga, mille mass on 500 g, lüüakse kiirusega $6 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ vastu naelapead ning nael tungib selle mõjul 2 cm võrra puusse. Leida puu takistus naela liikumisele.

13. Pöördliikumine.

Nurk- ja joonkiirust (ω ja v) keha pöörlemisel määratakse valemitega

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu; \quad \varphi = \omega t \quad (1)$$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi\nu R = \omega R. \quad (2)$$

Pöördemomendi (M) suurus väljendub:

$$M = Fh, \quad (3)$$

kus F on mõjuva tungi suurus ja h selle tungi sihi kaugus pöörlemisteljest ehk tungi õlg. Pöördemomenti nimetatakse ka tungimomendiks.

Ainepunkti inertsimoment (I) mõne telje suhtes väljendub valemiga $I = mr^2$, kus m on pöörleva ainepunkti mass ja r — kaugus pöörlemisteljest.

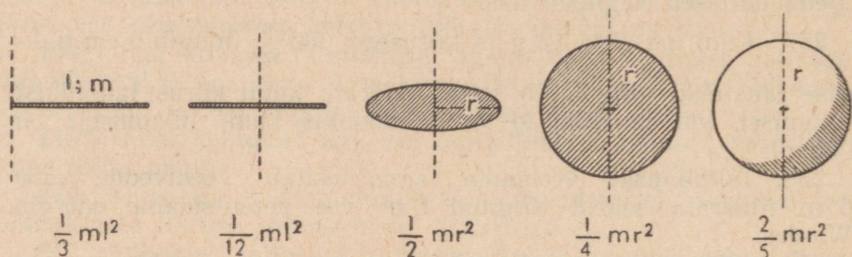
Üldjuhul väljendub keha inertsimoment valemiga $I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$.

Valemeid inertsimomendi määramiseks mõnedel lihtsamatel juhtudel (telje asend on märgitud punktiiriga):

Ühtlane varb

Ühtlane ketas

Ühtlane kera



(4)

Pöörleva keha kineetiline energia

$$E_k = \frac{I\omega^2}{2}. \quad (5)$$

Kui keha pöörduv temasse mõjuva pöördemomendi M toimel nurga $\Delta\varphi$ võrra, siis tehtud töö

$$\Delta A = M\Delta\varphi = M\omega\Delta t. \quad (6)$$

Pöörlemishulga ($I\omega$) muutus võrdub teda tekitava pöördemomendiga ($M\Delta t$), s. o.

$$\Delta(I\omega) = M\Delta t. \quad (7)$$

Isoleeritud süsteemi pöörlemishulk on jääv:

$$I\omega = \text{const.} \quad (8)$$

Pöörlemishulka ($I\omega$) nimetatakse ka liikumishulga momendiks ja pöördemomendi — tungimomendi impulsiks.

262. Missugune on nurga mõõtühiku radiaani dimensioon? Kontrollida dimensioone valemite (1) ja (2).

263. Nimetada nurkkiiruse mõõtühikud vastavalt mõõtühikute süsteemidele.

264. Kuidas oleneb pöörleva keha üksikute punktide joonkiiruse suurus nende punktide kaugusest pöörlemisteljest?

265. Kui suur on koorelahutaja trumli pöörlemise nurkkiirus, kui trummel pöörleb sagedusega $6000 \frac{\text{tiir}}{\text{min}}$?

266*. Kuidas on määratud pöördemomendi kui vektori suund?

267. Defineerida pöördemomendi ühikud vastavalt tarvitusel olevatele mõõtühikute süsteemidele.

268. Missugune on pöördemomendi dimensioon? Võrrelda seda töö dimensiooniga.

269. Kogemuse põhjal hinnata orienteeruvalt, kui suurt pöördemomendi (kGm) on vaja ukse avamisel.

270*. Defineerida inertsimomendi ühikud vastavalt tarvitusel olevatele mõõtühikute süsteemidele.

Missugune on inertsimomendi dimensioon?

271. Näidata, et pöörleva keha kineetiline energia $\frac{I\omega^2}{2}$ omab energia dimensiooni.

272. Raudrõngas (rattarehv), mille raadius $r=40$ cm ja mass $m=3$ kg, veereb mööda rõhtpinda kiirusega $v=5\frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Arvutada selle rõnga kulgliikumise ja pöördliikumise kineetiline energia.

273. Hooratas, mille mass $m=0,5$ t, pöörleb sagedusega $\nu=180\frac{\text{tiir}}{\text{min}}$. Arvutada hooratta kineetiline energia kWh-des, kui kogu hooratta massi võib pidada ühtlaselt jaotatuks mööda ringjoont, mille raadius $r=0,6$ m.

274. Ühtlane silindriline võll, mille raadius $r=20$ cm ja mass $m=800$ kg, pöörleb oma telje ümber, tehes $n=240$ tiiru minutis. Kui suure koormise võib see võll oma kineetilise energia arvel tõsta $h=2$ m kõrgusele?

275. Ühtlane raudkera, mille läbimõõt on 20 cm, pöörleb ümber tsentrit läbiva telje sagedusega $300\frac{\text{tiir}}{\text{min}}$. Määrata selle kera pöörlemisenergia kGm-tes.

276. Kaks kuulikest massidega $m_1=40$ g ja $m_2=120$ g on ühendatud 20 cm pikkuse ühtlase raske varvaga, mille mass $m=100$ g. Määrata selle kehade süsteemi inertsimoment telje suhtes, mis läbib kuulikeste raskuskeset risti varvaga.

277. Arvutada Maa pöörlemisenergia kGm-tes, eeldades, et Maa on ühtlane kera tihedusega $5,5\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

278. Ühtlane ketas, mille mass $m=5$ kg ja läbimõõt $d=40$ cm, pöörles sagedusega $\nu=1800\frac{\text{tiir}}{\text{min}}$ tsentrit risti pinnaga läbiva telje ümber. Pidurdamisel peatus ketas $t=10$ sek vältel. Määrata pidurdav tungimoment.

279. Eeldades, et Maa on ühtlane kera tihedusega $5,5\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, arvutada kWh-des Maa pöörlemise kineetiline energia.

Ühtlasi arvutada Maa kineetiline energia liikumisel ümber Päikese ja võrrelda neid omavahel.

280. Inimene seisab pöörleval pingil rõhtsalt välja sirutatud kätega, hoides kummaski käes koormist 2 kg, mis asetseb 80 cm kaugusel pöörlemisteljest. Mitu korda suureneb pöörlemise sagedus, kui lähendada koormised 20 cm kaugusele pöörlemisteljest? Inimese keha inertsimomendiks lugeda mõlemal juhul $1,2$ kg m^2 .

281*. Defineerida pöörlemishulga ja pöördeimpulsi ühikud vastavalt tarvitusel olevatele mõõtühikute süsteemidele.

282. Kontrollida dimensioone valemites (6) ja (7).

283. Mootor, mille võimsus on 3 kW, pöörleb sagedusega $1500\frac{\text{tiir}}{\text{min}}$. Määrata pöördemoment.

14. Tsentripetaal- ja tsentrifugaaltungid.

Tsentripetaal- ehk kesktõmbetung on tung, mis annab ringjoonel liikuvale kehale tsentripetaalse kiirenduse ja väljendub valemitega

$$f = \frac{mv^2}{R} = \frac{4\pi^2 mR}{T^2} = 4\pi^2 \nu^2 mR = \omega^2 mR.$$

Tsentrifugaal- ehk kesktõrjetung kui tsentripetaaltungi reaktioon on arvuliselt võrdne tsentripetaaltungiga, kuid on rakendatud mõnele teisele kehale ja vastupidises suunas.

284. Näidata, et kõik tsentripetaaltungi valemid omavad sama, nimelt tungi dimensiooni.

285. Missugustes ühikutes tuleb asendada tsentripetaaltungi valemites esinevad suurused arvutuste teostamisel meile tuntud mõõtühikute süsteemides?

286. Miks kipub kirves või vasar töötamisel varre otsast ära tulema?

287*. Ling, mille pikkus on 80 cm ja mass 100 g, teeb rõhitasandis 3 tiiru sekundis. Määrata nurkkiirus ja nööri pingsus (kG).

288. Veeklaasi tiirutatakse vertikaaltasandis 1 m pikkuse nööri otsas. Missuguse kõige väiksema tiirutamissageduse juures ei voola vesi klaasi kõige kõrgemas asendis klaasist välja?

289. Mitu korda peaks Maa praegusest kiiremini pöörlema, et hekad kaotaksid ekvaatoril oma kaalu?

290. Lennuk, mille kiirus $v = 144 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, teeb «surmasõlme» raadiusega $R = 100$ m. Määrata lenduri rõhumine istmele (kG-des) «sõlme» kõrgeimas ja madalaimas asendis, kui lenduri kaal on 80 kG.

291. Missuguse minimaalse kiirusega oleks jalgratturil võimalik vertikaalset silindrilist seina mööda ringi sõita, kui ringi raadius $R = 5$ m?

292. Missuguse nurkkiirusega saab vertikaaltasandis tiirutada 50 cm pikkuse niidi otsa riputatud 30-grammist keha, kui niit katkeb tõmbel 300 G? Kui suur on sel juhul tiirutamise sagedus?

293. Pendli mass $m = 100$ g. Leida üldjuhul pendli niidi pingsus tasakaaluasendist läbiminekul, kui pendli pikkus on l ja amplituud a .

Määrata pingsus juhul, kui $a = 60^\circ$.

294*. Uisutaja liigub kiirusega $10 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ mööda ringjoont, mille raadius on 15 m. Mitme kraadi võrra peab uisutaja vertikaalsihist-kõrvale kalduma ja kuhu poole?

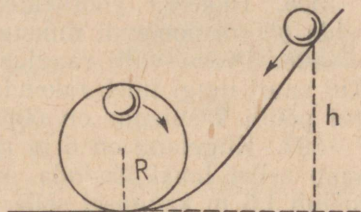
295. Kui tugevasti on koonilise pendli 1 m pikkune niit pingul, kui pendlikeha, mille mass on 100 g, liigub sagedusega $\nu = 1,2$ Hz mööda ringjoont, mille raadius on 50 cm?

296. Jalgratturite võidusõiduraja kõverusraadius on 50 m ja tee kalle 30° . Kui suurt sõidukiirust on siin arvestatud?

297. Mootorrattur sõidab kiirusega $v=54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Kui suure nurga võrra peab ta kurvil vertikaalsihhist kõrvale kalduma, kui kurvi $R=90$ m?

298. Rong massiga $m=500$ t sõidab kurvil, mille raadius $R=300$ m, kiirusega $v=54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Arvutada tsentripetaaltungi suurus steenides ja tonnides. Kui palju tuleb väline rööbas sisemisest kõrgemale asetada, kui rööbaste vaheline kaugus $a=1524$ mm?

299. Pendel, mille mass $m=100$ g, on tasakaaluasendist kõrvale viidud nurga $\alpha=60^\circ$ võrra. Määrata pendliniidi pingsus (n_j) tasakaaluasendi läbimisel. Millise väikseima nurga võrra tasakaaluasendist kõrvale viimisel pendliniit katkeb võnkumisel, kui tema maksimaalne pingsus on 150 G?



Joon. 3.

300. Kaldrenni ots on ringikujuliselt kõveraks käänatud (joon. 3). Vähemalt kui kõrgelt peaks niisuguses kaldrennis laskma kera alla veereda, et ta vertikaaltasandis seda renni mööda ringi teeks?

301. Viljapeksumasina trummel kaalub 100 kG ja pöörleb kiirusega $1000 \frac{\text{tiir}}{\text{min}}$. Eeldame, et puuduliku reguleerimise tõttu asetseb trumli raskuspunkt 1 mm võrra väljaspool trumli pöörlemistelge. Kui suur kõikumine tekib selle tagajärjel võlli rõhumiises laagritele?

302. Elektron ($m_0=9,1 \cdot 10^{-28}$ g) tiirleb $r=10^{-8}$ cm kaugusel ümber tuuma, kusjuures tiirlemise sagedus $\nu=10^{15}$ Hz. Arvutada tsentripetaaltung düünides.

Kui suur oleks see tung juhul, kui elektroni mass oleks 1 g?

303. Mootorrattur sõidab ringjoonel mööda silindri sisepinda. Määrata seejuures esinev tsentripetaalne kiirendus ja nurk rõhttasandi suhtes, kui silindri $R=5$ m ja ringsõidu periood $T=2$ sek.

Miks mootorrattur alla ei lange?

304. Kui suur peaks olema rõhtsalt meridiaani tasandis lastud mürsu kiirus, et ta Maa peale ei langeks, vaid kaaslasena ümber Maa liikuma hakkaks, eeldusel, et õhk liikumist ei takista?

15. Mehhanismide tasakaal ja kasutegur.

Mehhanismide tasakaalu üldiseks tingimuseks on: mehhanism (kang, pöör, plokk, tali, kruvi) on tasakaalus, kui temasse mõjuvate pöördemomentide algebra-

line summa on null, s. o. kui pöördemomentide summa, mis püüab pöörata mehhanismi ühes suunas, võrdub pöördemomentide summaga, mis püüab pöörata mehhanismi otse vastasuunas.

Töötava mehhanismi või masina kasuteguriks (η) on saadud töö ja kulutatud töö suhe, s. o.

$$\eta = \frac{\text{saadud töö}}{\text{kulutatud töö}}.$$

Raskuspunkt on kehale mõjuvate raskustungide resultandi rakenduspunkt.

305. Tuletada pöördemomendi ja kasuteguri nimetused. Võrrelda pöördemomendi nimetust töö nimetusega.

306. Pööra võlli raadius on 10 cm ja vända raadius 40 cm. Kui suurt tungi tuleb rakendada vändale, et tõsta koormist 600 kg, kui pööra kasutegur on 60%?

307. Kiigelaud on 6 m pikk ja kaalub 30 kG. Kui raske poiss saab sellel laual üksinda kiikuda, istudes laua otsal, kui laud toetub 1,5 m kaugusel sellest otsast?

308. Ukse (värava) sulgemiseks kasutatakse üle ploki käivat nõõri, mille otsas ripub koormis. Leida koormise raskus, kui seadme kasutegur on 90% ja sulgemiseks vajalik tung on 1,8 kG.

309. Vaadi (150 kG) vankrile veeretamiseks kasutatakse 2 m pikkust kaldpinda. Kui tugevasti tuleb lükata, kui vankri kõrgus on 90 cm ja seadme kasutegur 95%?

310. Kui palju tööd kulub selleks, et tungraua abil, mille kasutegur on 40%, tõsta 3 tonni 12 cm kõrgusele?

311. Arvutada hüdroelektrijaama võimsus (kW), kui vesi langeb 20 m kõrguselt, sekundis voolab 5 m³ vett läbi turbiinide ja jaama kasutegur on 75%.

312. Mitu m³ vett suudab hobune 10 tunniga 35 m kõrgusele pumbata, kui pumba kasutegur on 70% ja hobune töötab võimsusega 40 $\frac{\text{kGm}}{\text{sek}}$?

313. Umbes kui suure kasuteguriga töötab püsti seisev inimene (70 kG), kui ta võtab põrandalt nõõpnõela (100 mG) või tuletiku (150 mG) ja asetab selle lauale (kõrgus 80 cm)?

314. Puukandja kaalub 80 kG ja suur sületäis puid 20 kG. Kui suur on puukandja kasutegur puid kuurist teisele korrusele kandes?

315. Jahipüssi laengus on 6 G püssirohtu ja 36 G haavleid, mis lendavad püssirauast välja kiirusega 360 $\frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Leida püssi kasutegur, kui püssirohu kütteväärtus on 800 $\frac{\text{cal}}{\text{g}}$.

316. Ekskavaator kulutas 4 m³ pinnase maast eraldamiseks ja 10 m kõrgusele tõstmiseks 0,7 kWh energiat. Leida selle tööprotsessi kasutegur, kui pinnase erikaal on 1,5 $\frac{\text{G}}{\text{cm}^3}$.

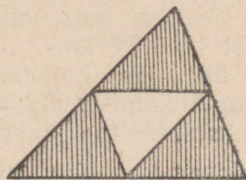
317*. Tünn on poolenisti täidetud veega. Millal on teda kergem

ümber lükata: kas siis, kui vesi esineb veena või kui see vesi on muutunud jääks?

318. Ühtlasest kolmnurksest plaadist on välja lõigatud viirutamata osa (joon. 4). Määrata järelejäänud osa raskuspunkti asukoht.

319. Millal on kaherattalise käruga kergem koormist ajada: kas siis, kui koormise raskuspunkt on kärü telje kohal või väljaspool telge, ja kummal pool nimelt?

320. Ühtlane sirge varb, mille pikkus on 60 cm, kaalub 50 g. Varva kummastki otsast 5 cm kaugusele on kinnitatud koormis: vastavalt 100 g ja 150 g. Määrata süsteemi raskuspunkt.



Joon. 4.

321. Ühtlasest ringikujulisest kettast on välja lõigatud ring, mille raadius on antud ketta raadiusest 3 korda väiksem ja mille tsenter asetseb ketta raadiuse keskpunktis. Leida ülejäänud osa raskuspunkt.

322. Ühtlase varva otmesse on kinnitatud koormised 2 kg ja 3 kg. Määrata raskuspunkti asukoht, kui varva pikkus on 1 m ja raskus 2,5 kG.

323. Kuhu tuleb ese paigutada kolmnurksel laual, et rõhumine igas laua tipus võrdselt suureneks?

16. Gravitatsiooniseadus.

Gravitatsiooniseadus väljendub valemiga

$$f = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

kus m_1 ja m_2 on tõmbuvate ainepunktide massid ja r — nende vaheline kaugus. CGS-süsteemi puhul gravitatsioonikonstant

$$G = 6,67 \cdot 10^{-8} = \frac{1}{15\,000\,000} \frac{\text{cm}^3}{\text{g} \cdot \text{sek}^2}.$$

324. Miks ei lange Maa gravitatsiooniseaduse alusel mõjuva tungi tõttu Päikesele?

325. Leida gravitatsioonikonstandi nimetus ja arvuline väärtus MKS- ning MkGS-süsteemi puhul.

326. Miks langeb kivi Maa peale, aga mitte ümberpöörduvalt? Olgu kivi mass 1 kg ja langegu ta vabalt 5 m kõrguselt. Leida kivi langemise kiirus Maa poole langemise lõpul ja Maa langemise kiirus kivi poole samal momendil.

327. Mitmedüünise tungiga tõmbuvad kaks kokkupuutuvat seatinast kera, kui kummagi kera raadius on 1 dm?

Mitu korda on tõmme suurem, kui kerade raadius on 1 m?

328. Kui suur on Maa kiirendus ($\frac{m\mu}{\text{sek}^2}$) langeva kivi poole, mille mass on 1 tonn?

329. Kui kõrgel Maa pinnast kaaluvad kehad 10% vähem?

330. Kui tugevasti tõmbab Päike iga kilogrammi Maa ainest? Kui suur on 1 kg tsentripetaaltung Maa liikumisel ümber Päikese? Päikese mass on 332 000 Maa massi ja Maa kaugus Päikesest $150 \cdot 10^6$ km.

331. Gravitatsiooniseaduse põhjal arvutada Maa tsentripetaaltung liikumisel ümber Päikese. Kui suure ristlõikega terastross oleks suuteline gravitatsioonitungi puudumisel Maad tema orbiidil hoidma, kui terase katkemispinge on $100 \frac{\text{kG}}{\text{mm}^2}$?

332. Mitu njuutonit (kG) kaalub inimene (70 kG) Kuu pinnal, kui Kuu mass on $\frac{1}{81}$ ja raadius 0,27 Maa vastavatest suurustest?

333. Arvutada raskuskiirendus Marsi pinnal, kui Marsi mass moodustab $\frac{1}{9}$ Maa massist ja raadius $\frac{1}{2}$ Maa raadiusest.

334. Sportlane hüppab kõrgust 180 cm. Kui kõrgele hüppaks ta sama pingutuse puhul Kuu ja Marsi pinnal?

Kuu mass on $\frac{1}{81}$ ja raadius 0,27 Maa vastavatest andmetest. Marsi puhul vastavalt 0,11 ja 0,53.

335. Leida Maa ja Kuu vahel punkt, milles Maa tõmme võrdub Kuu tõmbega. Kuu kauguseks Maast võtta 384 000 km ja masside suhteks 81.

336. Mitu grammi kaalub inimene (70 kG) poolusel rohkem kui ekvaatoril?

337. Millal on Maa ümber Päikese liikumise kiirus kõige suurem, millal kõige väiksem ja mispärast?

338. Kui kõrgel maapinnast kaotavad oma kaalu kehad, mis asuvad ekvaatori tasandis ja pöörlevad koos Maaga ümber Maa telje?

17. Elastsus ja võnkliikumine.

Elastse deformatsiooni puhul on deformatsiooni suurus võrdeline deformeeriva tungiga, s. o.

$$D = kF. \quad (1)$$

Pikenemine (Δl) venitamisel väljendub valemiga

$$\Delta l = k \frac{lF}{S} = klp, \quad (2)$$

kus k on venituskoefitsient, l — algpikkus, F — venitav tung,

S — ristlõige ja $p = \frac{F}{S}$ — ühele pinnaühikule rakendatud tung ehk pinge.

Venitus- ehk Young'i (ka elastsus-) moodul (E) kui venituskoefitsiendi pöördväärtus väljendub siit:

$$E = \frac{1}{k} = \frac{l}{\Delta l} p. \quad (3)$$

Kui $\Delta l = l$, siis $E = p$.

Venitamise teel deformeeritud keha energia muutus

$$E = \frac{F\Delta l}{2}, \quad (4)$$

kus F on venitava tungi lõppväärtus ja Δl — pikenemine.

Lihtsal harmoonilisel võnkumisel esinevad suurused — periood T , sagedus ν , amplituud a , kaugus tasakaaluasendist (elongatsioon, hälve) y , kiirus u ja kiirendus j on seotud valemitega:

$$\nu T = 1; \quad (5)$$

$$y = a \sin \varphi = a \sin \omega t; \quad (6)$$

$$u = \omega a \cos \varphi = \frac{2\pi a}{T} \cos \varphi; \quad (7)$$

$$j = -\omega^2 a \sin \varphi = -\omega^2 y. \quad (8)$$

Harmooniliselt võnkuva keha energia

$$E = 2\pi^2 m a^2 \nu^2 = \frac{1}{2} m a^2 \omega^2. \quad (9)$$

Matemaatilise pendli võnkeperiood

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}. \quad (10)$$

339. Valemite (2) ja (3) määrata venituskoefitsiendi (k) ja elastsusmooduli (E) dimensioon.

340. Tabelites antakse venitusmoodul sageli kui tung kilogrammides ruutmillimeetri kohta $\left(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}\right)$. Missugustes ühikutes tuleks venitusmoodul väljendada meil kasutatavates mõõtühikute süsteemides?

341. Missugune on valemi (3) põhjal venitusmooduli füüsikaline sisu?

342. Näidata, et valemite (5)—(10) mõlemad pooled omavad sama dimensiooni.

343. Missugustes ühikutes tuleb asendada valemite (6)—(10) paremal poolel esinevad suurused, et saada määratavat suurust väljendatuna mõne antud mõõtühikute süsteemi ühikutes?

344*. Youngi moodul on raua puhul $21,3 \cdot 10^{11} \frac{\text{dn}}{\text{cm}^2}$. Väljendada sama moodul ühikutes $\frac{\text{kG}}{\text{mm}^2}$.

345. Kui palju venib pikemaks ühtlane raudtraat, mille pikkus on 1 m ja läbimõõt 1 mm, kui teda venitada 5 kG tugevuselt? Youngi mooduliks võtta $E = 22\,000 \frac{\text{kG}}{\text{mm}^2}$.

346. Terastraadi otsas, mille pikkus $l = 4$ m ja läbimõõt $d = 1,2$ mm, ripub koormis 7 kG. Leida selle traadi pikenemine koormise suurenemisel $F = 20$ kG võrra, kui terase venitusmoodul $E = 20\,000 \frac{\text{kG}}{\text{mm}^2}$.

347. Tuletada valem, mis näitab, kui palju venib oma raskuse mõjul pikemaks otsast kinnitatud ja vabalt alla rippuv ühtlane raudtraat.

348. Vedru pikenes koormise 4 kG mõjul 30 cm võrra. Mitme džauli võrra suurenes sellega vedru energia?

349. Vedrukaalu kausile langeb 0,5 m kõrguselt koormis raskusega 2 kG. Mis näitab vedrukaal pörke mõjul, kui 1 kG mõjul vaekauss langeb allapoole 0,1 cm?

350*. Helihark, mille sagedus on 440 Hz, võngub amplituudiga 1 mm. Leida suurim kiirus ja kiirendus helihargi haru otsa võnkumisel.

351. Ainepunkt, mille mass $m = 0,5$ kg, võngub harmooniliselt amplituudiga $a = 20$ cm ja perioodiga $T = \frac{1}{4}$ sek. Määrata kiiruse ja kiirenduse suurus momendil, kui kaugus tasakaaluasendist (elongatsioon) $y = \frac{1}{2}a$, samuti võnkuva süsteemi energia (džaulides).

352. Kui pikk ühtlane seatinatraat katkeb oma raskuse mõjul, kui seatina katkemispinge on $2 \frac{\text{kG}}{\text{mm}^2}$?

353. Kvartsniit läbimõõduga $1,8 \mu$ kannatab vabalt koormatust 2 G. Kui suurt koormatust kannataks kvartsniit ristlõike pindalaga 1 mm^2 eeldusel, et niidi tugevus oleneb ainult niidi ristlõikest?

354*. Nööri otsas rippuv veepang võngub pendlina. Kummal juhul on võnkeperiood suurem: kas tühja pange puhul või siis, kui panges on vett?

355. Kui suure perioodiga võngub Leningradis Iisaku katedraalis demonstreeritav pendel, mille pikkus on 98 m?

356. Matemaatiline pendel, mille pikkus on 1 m ja mass 10 g, võngub amplituudiga 5 cm. Määrata selle pendli energia ergides.

357. Arvutada nn. sekundpendli ($\frac{1}{2}T = 1$ sek) pikkus Tallinnas ($g = 981,85 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$) ja Tartus ($g = 981,79 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$).

358. Üldjuhul väljendub matemaatilise pendli võnkeperiood T valemiga

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4}\right)^2 \sin^4 \frac{\alpha}{2} + \dots \right],$$

kus α on nurgana antud võnkeamplituud. Selle põhjal määrata T olenevus amplituudist, kui $\alpha = 2^\circ$, $\alpha = 6^\circ$ ja $\alpha = 10^\circ$.

18. Rõhumine ja rõhk vedelikes ning gaasides.

Rõhumine (P) mõnele pinnale (S) on tung, mis mõjub risti sellele pinnale. Rõhk (p) on rõhumine ühele pinnaühikule, s. o.

$$p = \frac{P}{S}. \quad (1)$$

Pascal'i seaduse järgi annavad vedelikud ja gaasid rõhku (mitte rõhumist!) edasi igas suunas ja ühteviisi. Sellest järeldub vesipressi rõhumiste (P_1 ja P_2) vaheline seos:

$$\frac{P_1}{S_1} = \frac{P_2}{S_2} \text{ ehk } P_1 = P_2 \frac{S_1}{S_2}. \quad (2)$$

Rõhk raskes vedelikus sügavusel h väljendub valemiga

$$p = \rho gh, \quad (3)$$

kus ρ on vedeliku tihedus ja g — raskuskiirendus.

Rakendades erikaalu mõistet, väljendub rõhk raskes vedelikus sügavusel h valemiga

$$p = eh. \quad (4)$$

Arhimedese seaduse järgi keha üleslükke vedelikus (gaasis) võrdub selle keha poolt välja tõrjutud vedeliku (gaasi) kaaluga, s. o.

$$K = R - \bar{U}, \quad (5)$$

kus K tähistab keha kaalu vedelikus, R — raskust ja \bar{U} — üleslüket.

359. Tuletada valemist (1) kõik süsteempärased rõhuühikud. Definiierida need ja anda nende nimetused.

Kas rõhk on skalaarne või vektoriline suurus?

360. Missugune on rõhu kui füüsikalise suuruse dimensioon?

361. Missuguseid rõhuühikuid kasutatakse praktikas peale süsteempäraste ühikute? Anda nende definitsioonid ja nimetused.

362. Kas torr ja At väljendavad otseselt rõhu suurust kui rõhumist ühele pinnaühikule?

363. Näidata, et valemities (3) ja (4) esinevate suuruste asen-

damisel nende suuruste nimetustega saame rõhu nimetuse. Mis-
pärast?

364. Missugustes ühikutes tuleb anda rõhu valemis (3) suu-
rused ρ , g ja h , et rõhk väljenduks antud mõõtühikute süsteemi
ühikuis?

365. Väljendada rõhk 10 mm Hg (torri) $\frac{dn}{cm^2}$ -tes.

366. Röntgenitorus on hõrendus 0,001 mm Hg. Väljendada
see CGS-süsteemi rõhuühikutes.

367. Väljendada rõhk 1 At (76 cm Hg) baarides ($10^6 \frac{dn}{cm^2}$) ja
millibaarides.

368. Mitu torri on 1 At ja mitu torri 1 at?

369*. Määrata rõhk petrooleumis 20 cm sügavuses (mb-des)
ja elavhõbedas 10 cm sügavuses (at-des).

370. Pudelis, mille põhjapindala on 50 cm², on 20 cm kõrgu-
seni piiritust. Arvutada rõhumine pudeli põhjale ja rõhk.

371. Leida merevee rõhk (at) 1 km sügavuses, kui merevee
keskmiseks erikaaluks võtta $1,03 \frac{G}{cm^3}$.

372. Kui suur on rõhk ookeanis 10 km sügavuses, kui mere-
vee keskmiseks erikaaluks võtta $1,05 \frac{G}{cm^3}$?

373*. Arvutada oma keha keskmine rõhk põrandale ühe jalaga
põrandale toetumise puhul (saabas jalas).

Võrrelda saadud tulemust traktori keskmise rõhuga maapin-
nale, mis on linttraktoril ~0,5 at, ratastraktoril aga ~1 at.

374. Vedur kaalub 96 tonni ja toetub enam-vähem ühtlaselt
12 ratta kaudu rööbastele. Arvutada veduriratta rõhk rööpale, kui
nende kokkupuutepind on 4 cm \times 6 cm.

Missuguse rõhu alla satub 5-kopikane münt, kui selle veduri
ratas temast üle sõidab?

375. Kui kõrget vabrikukorstnat on võimalik ehitada harilikest
tellistest, kui tellise purunemiserõhk on 120 at, lubatav rõhk 7 at
ja erikaal $1,8 \frac{G}{cm^3}$?

376*. Vee survepaagis (hüdrofooris) on ülerõhk 2,5 at. Kui
kõrgele surub see hüdrofoor vee?

377. Hüdraulilise pressi suurema silindri läbimõõt on 8 cm,
väiksema silindri läbimõõt 1,6 cm. Kui tugevasti rõhub suurema
silindri kolb, kui väiksema silindri kolvile rõhutakse 40 kG tuge-
vuselt?

378*. Missuguses asendis jääb vette visatud vasar (kirves)
põhjale seisma?

379. Tükk seepi kaalub õhus 100 G, petrooleumis aga 26 G.
Määrata seebitüki erikaal.

380. Ühtlasest ainest ujuv keha on ruumalalt poolenisti vette
sukeldunud. Kui suur on selle keha keskmine erikaal?

381. Määrata normaaltingimustel võetud õhu üleslüke kerakujulisele tolmukübemekesele, mille raadius on 10μ .

382. Sammuv ekskavaator toetub kahele 16 m pikkusele ja $2,5 \text{ m}$ laiusele alusele. Määrata rõhk maapinnale, kui ekskavaator kaalub 1150 T .

383. Keha kaalub õhus $36,057 \text{ G}$ ($25,628 \text{ G}$, $84,175 \text{ G}$). Määrata selle keha tõeline kaal, kui keha ruumala on 15 cm^3 (12 cm^3 , 35 cm^3).

19. Voolamisnähtused.

Mittekokkusurutavate vedelike statsionaarsel voolamisel on voolukiirused (v_1, v_2) pöördvõrdelised ristlõigete pindaladega (S_1, S_2), s. o.

$$S_1 v_1 = S_2 v_2. \quad (1)$$

Horisontaalselt asetatud toru korral on ideaalse vedeliku statsionaarsel voolamisel staatilise (p) ja dünaamilise rõhu ($\frac{\rho v^2}{2}$) summa võrdne kogurõhuga (p_0) — Bernoulli lause, s. o.

$$p + \frac{\rho v^2}{2} = p_0. \quad (2)$$

Ideaalse vedeliku väljavoolu kiirus on võrdne vabalt langeva keha lõppkiirusega, mille see omandab langemisel vabast nivoost kuni avani:

$$v^2 = 2gh \text{ ehk } v = \sqrt{2gh}. \quad (3)$$

Ühes ajaühikus välja voolanud vedeliku ruumala

$$V = Sv = S\sqrt{2gh}, \quad (4)$$

kus S on ava ristlõike pindala ja h — vaba nivoo kõrgus ava suhtes.

Sisehõõrdumistungi suuruse f arvutamisel kasutatakse Newtoni valemit

$$f = \eta S \frac{\Delta v}{\Delta h}, \quad (5)$$

kus η on sisehõõrdumiskoeffitsient, S — liikuva vedelikukihi pindala, millele sisehõõrdumistung on rakendatud, ja $\frac{\Delta v}{\Delta h}$ — vedelikukihtide üksteise suhtes liikumise kiiruse muutus ühe kaugusühiku kohta (kiiruse gradient) laminaarsel voolamisel.

Stokes'i valem sisehõrdumiskoefitsiendi määramiseks:

$$f = 6\pi r v \eta. \quad (6)$$

384. Nimetuste kontrolli abil näidata, et valemi (1) mõlemad pooled väljendavad ühes ajaühikus läbi voolanud vedeliku ruumala.

385. Näidata, et dünaamilist rõhku väljendav avaldis $\left(\frac{\rho v^2}{2}\right)$ omab rõhu nimetust (dimensiooni).

386. Missugustes ühikutes tuleb dünaamilise rõhu valemis asendada ρ ja v , et dünaamiline rõhk väljenduks CGS-, MKS-, MTS- ja MkGS-süsteemi ühikutes?

387. Missugustes ühikutes tuleb valemis (3) asendada g ja h , et kiirus v väljenduks ühikutes $\frac{\text{cm}}{\text{sek}}$, $\frac{\text{dm}}{\text{sek}}$, $\frac{\text{m}}{\text{sek}}$ ja $\frac{\text{km}}{\text{h}}$?

Kui suured oleksid sel puhul vastavad g arvulised väärtused?

388. Missuguses suunas on rakendatud sisehõrdumistung võrreldes liikumissuunaga?

389. Valemist (5) tuletada sisehõrdumiskoefitsiendi nimetus CGS-süsteemis.

Missugused nimetused saaksime sisehõrdumiskoefitsiendile teistes mõõtühikute süsteemides? Üles kirjutada otseselt analoogia põhjal nimetusega CGS-süsteemis.

390. Näidata, et valemist (6) saadud sisehõrdumiskoefitsiendi nimetus ühtib valemist (5) saadud sisehõrdumiskoefitsiendi nimetusega.

391*. Vedeliku statsionaarsel voolamisel mitteühtlase ristlõikega torus on ristlõikes pindalaga $S_1 = 50 \text{ cm}^2$ kiirus $v_1 = 40 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$. Leida kiirus v_2 ristlõikes, mille pindala $S_2 = 12 \text{ cm}^2$.

392. Pritsi kolvi otsapindala $S_1 = 1,2 \text{ cm}^2$ ja väljavooluava pindala $S_2 = 1 \text{ mm}^2$. Määrata vee pritsist välja voolamise aeg, kui rõhumine kolvile $F = 0,5 \text{ kG}$ ja kolvi käigu pikkus $l = 4 \text{ cm}$.

393*. Määrata jõe voolukiirus, kui voolu staatiline rõhk on $0,5 \text{ cm H}_2\text{O}$ ja kogurõhk $5,4 \text{ cm H}_2\text{O}$.

394. Leida õhu voolamise kiirus, kui dünaamiline rõhk (kogurõhu ja staatilise rõhu vahe) on 4 cm petrooleumisamba kõrgust.

395. Gaasi $\left(\rho = 1,43 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}\right)$ dünaamiline rõhk voolamisel mõõtnut 5 cm kõrguse petrooleumisambaga. Määrata voolamise kiirus.

396. Suusataja kiirel mäest alla sõidul tekib aerodünaamiline üleslükke, mis soodsalt mõjutab sõidu kiirust. Kuidas seda üleslüket ning kiiruse suurenemist seletada?

397*. Kui suure (teoreetilise) kiirusega voolab vedelik avast, mis asetseb 3 m madalamal vedeliku nivoost anumast?

398. Survepaak (hüdrofoor) on $1,2 \text{ m}$ kõrguseni täidetud veega ja vee kohal oleva õhu rõhk on $3,5 \text{ at}$. Leida vee väljavoolu

kiirus survepaagi põhjas olevast avast eeldusel, et puudub sisehõõrdumine. Kui kõrgele surub see hüdrofoor vee?

399. Tanklaeva keres 6 m veepinna all on ümmargune ava, mille läbimõõt on 4 cm. Mitu liitrit vett tungib läbi selle ava laeva ühes minutis, kui joa kontraktsioonikoefitsient on 0,75?

400. Anumasse voolab ühtlase joana igas sekundis $q = 150 \text{ cm}^3$ vett. Anuma põhjas on ava, mille ristlõike pindala $S = 0,5 \text{ cm}^2$. Missugusel kõrgusel jääb vee nivoo anumasse püsima?

401. Kui suure kiirusega voolab normaalrõhul kinnises anumasse olev õhk läbi väikese ava tühja ruumi?

402. Tõestada, et anumasse oleva vedeliku vabast nivoost ja anuma põhjast samale kaugusele tehtud avadest purskub vedelik rõhtsale alusele samale kaugusele. Kuhu tuleks teha ava, et juga paisuks kõige kaugemale?

403. Vedurijuhid kasutavad sõidul vee võtmiseks mõnikord järgmist võtet: kõver toru asetatakse veerenni lahtise otsaga veduri liikumise suunas, mistõttu vesi tõuseb toru mööda üles. Kui kiiresti peab vedur liikuma, et vesi tõuseks torus 3,5 m kõrgusele?

404. Leida hõõrdumistöö 25 cm^3 vee liikumisel rõhtsas silindrilises torus ristlõikest, kus rõhk on $4 \cdot 10^5 \frac{\text{dn}}{\text{cm}^2}$, ristlõikenäp, kus rõhk on $2 \cdot 10^5 \frac{\text{dn}}{\text{cm}^2}$.

405. Stokes'i valemi põhjal määrata rasvakuulikeste liikumise kiirus piimas, kui $\eta = 0,011$ puuasi, kuulikese läbimõõt on 2 μ , piima tihedus 1,034 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ja rasva tihedus 0,94 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

III. MOLEKULAARFÜÜSIKA JA SOOJUS.

20. Molekulaarnähtused vedelikes.

Molekuli raadiuse suurusjärguks on 10^{-8} cm ja molekulaartungide mõjusfääri raadiuseks 10^{-6} cm.

Pindpinevuskoeffitsient α mõõtab pindkile tõmbetungidega ühe pikkusühiku ulatuses. CGS-süsteemis

$$\alpha = \frac{F}{l} \frac{dn}{cm}. \quad (1)$$

Pindkile pinguloleku tõttu sisaldab iga tema pinnauhik teatud energiahulka, mis arvuliselt võrdub pindpinevuskoeffitsiendi suurusega. Seega CGS-süsteemis

$$\alpha = \frac{E}{S} \frac{\text{erg}}{\text{cm}^2}. \quad (2)$$

Vedeliku tõus või langus kapillaartorus väljendub valemiga

$$h = \frac{2\alpha}{gr\rho}, \quad (3)$$

kus α on pindpinevuskoeffitsient, g — raskuskiirendus, r — kapillaartoru raadius ja ρ — vedeliku tihedus.

Pindkile kokkutõmbumise tõttu on kerakujulises ruumis rõhk ülerõhu p võrra suurem kui ümbritsevas ruumis. See ülerõhk väljendub Laplace'i võrrandiga

$$p = \frac{2\alpha}{R}. \quad (4)$$

Valem kehtib sel kujul ühe pindkile puhul (veetilk); kahe pindkile puhul (seebimull) on ülerõhk kaks korda suurem.

406. Näidata, et valemis (3) on parema poole nimetuseks CGS-süsteemis cm ja valemis (4) $\frac{dn}{\text{cm}^2}$.

407. Kui pika rea saame, kui seame kõik 1 cm³ vees (vases) sisalduvad molekulid üksteise kõrvale ritta, nii et nad üksteisega parajasti kokku puutuvad?

408. Mitu molekuli sisaldab kõige väiksem kerakujuline kehake (läbimõõt $0,6 \mu$), mida on veel võimalik näha optilises mikroskoobis?

409*. Kui pea on üleni vees, lähevad juuksed üksikult laiali, pea veest välja võtmisel aga kleepuvad kokku. Mispärast?

410. Ümmarguse traatrõnga veepinnast lahti rebimiseks on tarvis tungi $4,6 \text{ G}$. Arvutada pindpinevuskoeffitsient, kui rõnga läbimõõt on 10 cm .

411. Arvutada seebimulli pindkilede vaba energia, kui seebimulli läbimõõt on 4 cm ja seebilahuse pindpinevuskoeffitsient $30 \frac{\text{dn}}{\text{cm}}$.

412. Elavhõbedapiisa läbimõõt on 2 mm . Kui suur on selle piisa vaba energia?

413*. Miks kuivab kõvasti kinni sõtkatud muld kuival ajal sügavamalt ära kui kohev muld?

414. Kui kõrgele tõuseb vedelik kapillaartorus, mille läbimõõt $d=0,4 \text{ mm}$, kui see vedelik täielikult märgab toru seinu ja tema pindpinevuskoeffitsient $\alpha=70 \frac{\text{dn}}{\text{cm}}$ ning tihedus $\rho=1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$?

415. Kui suure sisemise läbimõõduga klaastorus tõuseb vesi $0,5 \text{ m}$ võrra?

Võrrelda seda läbimõõtu juuksekarva läbimõõduga (50μ).

416*. Kuidas seletada Laplace'i võrrandi abil suuremate veepiiskade tekkimist atmosfääris?

417. Udupiisa läbimõõt on ümmarguselt 10μ . Kui suur on ülerõhk selles piisas ja tema pinna vaba energia?

418. Kui suur ülerõhk on seebimullis, mille läbimõõt on 6 cm , kui seebivee pindpinevuskoeffitsient on $36 \frac{\text{dn}}{\text{cm}}$?

419. Leida ülerõhk vees olevas õhumullikeses, kui õhumullikese läbimõõt on 2μ ja vee temperatuur 20°C .

420. Vees pinna läheduses oleva õhumullikese läbimõõt on 20μ . Leida selles õhumullikeses oleva õhu rõhk, kui välisrõhk on 1 at .

21. Gaaside kineetiline teooria.

Üks gramm-molekul ehk mool mõnda ainet tähendab nii mitu grammi seda ainet, kui suur on selle aine molekulaal, näiteks $1 \text{ mool vett (H}_2\text{O)}$ on 18 g vett .

Üks mool mistahes ainet sisaldab $N=6,023 \cdot 10^{23}$ osakest (Avogadro arv) ja ühe mooli gaasi ruumala normaaltingimustel (0°C ja 760 mm Hg) on $22,414 \text{ liitrit}$.

Osakeste ruutkeskmise kiirus (\bar{v}) on määratud võrrandiga

$$\bar{v}^2 = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_n^2}{n}, \quad (1)$$

kus v_1, v_2, \dots, v_n on üksikute osakeste kiiruste suurused ja n — osakeste arv.

Tõenäosim kiirus (v_t) kui kõige sagedamini esinev kiirus ja keskmine kiirus (v_k), mis on kõigi esinevate kiiruste aritmeetiliseks keskmiseks, on ruutkeskmise kiirusega seotud järgmiselt:

$$\left. \begin{aligned} v_t &= \sqrt{\frac{2}{3} \bar{v}} = 0,82 \bar{v} \\ v_k &= \sqrt{\frac{8}{3\pi} \bar{v}} = 0,92 \bar{v} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Gaaside kineetilises teoorias tuletatud võrrand

$$pV = \frac{1}{3} mn \bar{v}^2 \quad (3)$$

seob antud gaasihulga rõhu (p) ja ruumala (V) selle gaasihulga osakeste (molekulide) arvu (n), ühe osakese massi (m) ja kõigi osakeste liikumise ruutkeskmise kiirusega (\bar{v}).

Et $\frac{mn}{V} = \rho$ (gaasi tihedus), siis saame võrrandist (3) seose

$$p = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2. \quad (4)$$

Gaasi molekuli vaba tee pikkuse (λ) all mõeldakse molekuli poolt pörkest pörkeni läbitava tee keskmist pikkust. Seega

$$\lambda = \frac{v_k}{n}, \quad (5)$$

kus v_k on molekulide liikumise keskmine kiirus ja n — pörgete arv sekundis.

421. Mitu molekuli sisaldab 1 cm³ gaasi normaaltingimustel (nn. Loschmidt'i arv)?

422. Mitu molekuli sisaldab 1 g vett (1 g õhku)?

423. Mitu molekuli sisaldab klaasitäis vett (200 cm³)?

424. Arvutada õhu mooli suurus eeldusel, et õhk on ainult lämmastiku (N₂) ja hapniku (O₂) segu ruumalalises vahekorras 4 : 1. Eelmise tulemuse põhjal leida, kui suur on 1 kg õhu ruumala normaaltingimustel.

425*. Mida tuleks mõelda tõenäosima ja keskmise kaalu all sellistes sarnaste esemete kollektiivides, nagu kõik ühelt vaolt võetud kartulimugulad, kõik ühelt väljalt kogutud kapsapead, kolhoosi noorkari (eluskaal) jne.?

426. Hapniku (O₂) molekulide ruutkeskmise kiirus 0° C juures on 461 $\frac{m}{sek}$. Arvutada hapniku molekuli tõenäosim (v_t) ja keskmine (v_k) kiirus samal temperatuuril.

427*. Näidata, et valemite (3) ja (4) mõlemad pooled omavad sama nimetust.

428. Missugustes ühikutes tuleb asendada valemities (3) ja (4) esinevad suurused CGS-, MKS- ja MkGS-süsteemis?

429. Arvutada hapniku molekuli ruutkeskmise kiiruse 0°C juures, kui hapniku $\rho = 0,00143 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

430. Arvutada vesiniku molekuli ruutkeskmise kiiruse normaaltingimustel, kui vesiniku tihedus $\rho_0 = 0,0899 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$.

Kui suur on vesiniku tõenäosim (v_t) ja keskmine (v_k) kiirus samadel tingimustel?

431. Kui suur on vesiniku molekuli ruutkeskmise kiiruse normaalrõhu ja 18°C puhul?

432. Missuguse temperatuuri puhul on lämmastiku molekuli ruutkeskmise kiiruse $800 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$, kui $\rho_0 = 0,00125 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$?

433*. Arvutada hapniku molekuli vaba tee pikkus normaaltingimustel, kui keskmine kiirus $v_k = 425 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ ja põrgete arv sekundis on ümmarguselt 10^{10} .

434. Leida hapniku molekuli vaba tee pikkus rõhul 1 mm Hg ja temperatuuril 0°C , kui see normaaltingimustel on 42,5 μ .

435. 15°C ja normaalrõhu puhul on süsihappegaasi molekuli vaba tee pikkus 68 μ . Määrata neil tingimustel põrgete arv sekundis.

22. Gaasi oleku võrrandid.

Antud gaasihulga olekut iseloomustavad kolm suurust (parameetrit): rõhk (p), ruumala (V) ja temperatuur (T — absoluutse skaala järgi). Kui antud ainet on võetud 1 mool, siis on teda iseloomustavad parameetrid seotud nn. Clapeyroni-Mendelejevi võrrandiga kujul

$$pV = RT. \quad (1)$$

Kui ainet pole 1 mool, vaid n mooli, siis omandab Clapeyroni-Mendelejevi võrrand kuju

$$pV = nRT. \quad (2)$$

Mõlemal juhul universaalne gaasikonstant

$$R = \frac{p_0 V_0}{T_0}, \quad (3)$$

kus p_0 ja T_0 on rõhu ning temperatuuri normaalväärtused (760 mm Hg ja $273,16^\circ\text{K}$ ehk 0°C), V_0 aga moolruumala normaaltingimustel (22,414 l).

Kui kolmest gaasi parameetrist (T , p ja V) üks on konstantne, siis saame Clapeyroni võrrandist kolm eri võrrandit, mis väljendavad gaaside tuntud seaduspärasusi, nimelt:

$$1) T = \text{const. puhul } pV = \text{const.} \quad (4)$$

– Boyle-Mariotte'i seadus.

$$2) p = \text{const. puhul } V = V_0(1 + \gamma t) \quad (5)$$

– Gay-Lussac'i seadus.

$$3) V = \text{const. puhul } p = p_0(1 + \gamma t) \quad (6)$$

– Charles'i seadus.

$$\text{Siin } \gamma = \frac{1}{273}.$$

Gaasi paisumisel jääva rõhu juures väljendub gaasi töö (ΔA) valemiga

$$\Delta A = p \Delta V, \quad (7)$$

kus p on gaasi konstantne rõhk ja ΔV — ruumala muutus. Ühe molekuli keskmine kineetiline energia väljendub valemiga

$$\frac{m\bar{v}^2}{2} = \frac{3}{2} kT, \quad (8)$$

kus k on ühele molekulile taandatud universaalse gaasikonstandi (Boltzmanni konstandi) väärtus, s. o.

$$k = \frac{R}{N} = 1,38 \cdot 10^{-16} \frac{\text{erg}}{\text{kr}}. \quad (9)$$

Molekuli ruutkeskmise kiiruse määramise valem (vt. § 21, valem 4) teisendub Clapeyroni-Mendeleejevi võrrandi abil järgmiselt:

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3p}{\rho}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}, \quad (10)$$

kus M on antud gaasi molekulkaal (mooli suurus).

436. Miks on valemiga (3) väljendatud universaalne gaasikonstant kõikide ainete puhul sama, kui ainet on võetud 1 mool?

437. Tuletada valemist (3) universaalse gaasikonstandi nimetus, lähtudes CGS-, MKS- ja MkGS-süsteemist.

438. Missugune on R väärtus ühikutes $\frac{\text{kGm}}{\text{kr mool}}$ ja $\frac{\text{cal}}{\text{kr mool}}$, kui $R = 8,314 \cdot 10^7 \frac{\text{erg}}{\text{kr mool}}?$

439. Väljendada tööühik 1 liiter · at kGm-tes.

440*. Missuguseks kujuneks õhurõhk anumas, mille maht on 0,5 l, kui sellesse anumasse paigutada keskmise inimese (70 kG) keha poolt välja tõrjutud õhk?

441. Balloonis on 20 l vesinikku rõhuga 50 at. Sellest lastakse osa vesinikku ballooni, mille maht on 25 l, kuni selles tekib rõhk 10 at. Määrata esimesse ballooni jäänud vesiniku rõhk. Temperatuur lugeda konstantseks.

442*. Gaasi ruumala 0° juures on 20 l. Kui suur on sama gaasihulga ruumala 25° juures, kui rõhk ei muutu?

443. Mitme kraadi võrra tuleb jääva rõhu puhul soojendada

1 l süsihappegaasi, mille temperatuur on 0°C , et tema ruumala suureneks 100 cm^3 võrra?

444. Missuguse temperatuurini tuleb soojendada 20°C juures olevat gaasihulka, et tema ruumala suureneks 2 korda, kui rõhk seejuures ei muutu?

445*. Leida antud õhuhulga ruumala temperatuuril 20°C ja rõhul 750 mm Hg , kui sama õhuhulga ruumala normaalingimustel on 5 l .

446. Arvutada õhu ruumala 30°C ja 730 mm Hg puhul, kui tema ruumala normaalingimustel on 2 l .

447. Gaasi ruumala on 745 mm Hg ja 20°C puhul 164 cm^3 . Määrata selle gaasihulga ruumala normaalingimustel.

448. Balloon mahuga 50 l on täidetud suruõhuga, mille rõhk on 120 at ja temperatuur 20°C . Kui palju vett on võimalik selle õhuga välja suruda allveelaeva tsisternist meres 30 m sügavusel, kui vee temperatuur on 5°C ?

449*. Balloon mahuga 20 l sisaldab 400 g hapnikku, mille temperatuur on 15°C . Kui suur on hapniku rõhk balloonis?

450. Vesiniku terasballoonis on rõhk 20°C juures 50 at . Missuguseks kujuneb samas balloonis rõhk 30°C juures?

451. Kaks gaasiga täidetud anumad on teineteisega ühendatud kraaniga varustatud torukese abil. Esimese anuma maht $V_1=4\text{ l}$ ja gaasi rõhk temas $p_1=800\text{ torri}$; teisel anumal vastavalt $V_2=6\text{ l}$ ja $p_2=300\text{ torri}$. Missuguseks kujuneb rõhk anumates, kui avada kraan, eeldusel, et seejuures temperatuur ei muutu?

452. Määrata 4 kg hapniku rõhk, kui see hapnikuhulk asub temperatuuril 29°C anumal, mille maht on 2 m^3 .

453. Terasballoon sisaldab vesinikku, mille temperatuur on 40°C ja rõhk 50 at . Missugusel temperatuuril tõuseb rõhk balloonis 90 atmosfäärini ?

454*. Arvutada lämmastiku molekulide ruutkeskmise kiirus temperatuuril 20°C .

455. Missugusel temperatuuril on heeliumi molekulide tõenäosim kiirus $200\frac{\text{m}}{\text{sek}}$?

456*. Määrata 1 g kohta tulev gaasikonstant $\left(\frac{\text{erg}}{\text{g kr}}\right)$ süsihappegaasi ja veeauru puhul.

457. Arvutada 1 m^3 õhu mass temperatuuril 20°C ja rõhul 730 mm Hg .

458. Leida hapniku tihedus rõhul 100 at ja temperatuuril 28°C .

459*. Jalgrattapump surub ühe lükkega 40 cm^3 õhku jalgrattakummi. Mitme lükkega saab täita 2000 cm^3 mahtuvusega tühja jalgrattakummi rõhuni, mis ratta 35 kG -se koormatuse puhul annaks kummil teega 60 cm^2 -se kokkupuutepinna? Õhu rõhuks võtta 1 at .

460. Õlipumba mootor teeb 240 tiiru minutis, pumbates iga tiiruga anumast välja 10 cm^3 õhku. Arvutada, missuguse aja jook-

sul see pump viib rõhu anumast, mille maht on 10 l, algrõhult 1 at rõhule 1 mm Hg.

461. Missugustes ühikutes peavad valemis (7) olema väljendatud p ja ΔV , et ΔA väljenduks ergides (džaulides, kilodžaulides, kilogramm-meetrites)?

462. Näidata, et valemi (8) mõlemad pooled omavad sama nimetust.

463. Miks tehakse vabrikute ja tehaste korstnad võimalikult kõrged?

464. Küllastatud veeauru absoluutne niiskus on 20°C juures $17,3 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$. Mitu korda on sellise auru 1 m^3 molekulide ruumala suurem kui 1 m^3 vee molekulide ruumala?

23. Kehade paisumine.

Kehade joonpaisumist iseloomustab joonpaisumiskoefitsient α , mis on defineeritud valemiga

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 t}, \quad (1)$$

kus l_0 on keha pikkus 0°C juures ja Δl — pikenemine temperatuuril tõusmisel t° võrra.

Pindpaisumiskoefitsient β ja ruumpaisumiskoefitsient γ on defineeritud analoogiliselt joonpaisumiskoefitsiendiga.

Kõik kolm paisumiskoefitsienti on omavahel seotud võrranditega

$$\beta = 2\alpha, \quad (2)$$

$$\gamma = 3\alpha. \quad (3)$$

465. Tuletada valemist (1) joonpaisumiskoefitsiendi nimetus. Missugune on pind- ja ruumpaisumiskoefitsiendi nimetus?

466. Tuletada seosed (2) ja (3).

Miks antakse vedelike ja gaaside kohta tabelites ruumpaisumistahkete kehade kohta aga joonpaisumiskoefitsiendid?

467*. Mitme meetri võrra muutub Tartu—Tallinna vahelise raudteerööpa pikkus (191 km) temperatuuri muutumisel 20° võrra?

Vastata sama küsimus Leningrad—Moskva raudtee kohta (651 km).

468. Temperatuuril 0°C oli raudteerööbaste otste vahe 0,5 cm. Missuguse temperatuurini peavad rööpad soojenema, et vahe nende vahel kaoks, kui rööpa pikkus on 8 m?

469. Raudjoonla pikkus on temperatuuril 20°C täpselt 50 cm. Missugusel temperatuuril on tema pikkus 50,1 cm?

470. Rauast meetermõõt on täpselt õige 20°C juures. Kui palju (mikronites) on see mõõt meetrist lühem 10°C juures?

471. Temperatuuril 0°C on raudlati pikkus 1 m, kuna tsinklati pikkus on 99,5 cm. Missugusel temperatuuril on nad ühepikkused?

472. Vaskvarb on 0°C juures 30,0 cm, raudvarb aga 30,1 cm pikk. Missugusel temperatuuril on mõlemad varvad ühepikkused?

Missugusel temperatuuril omavad mõlemad varvad sama ruumala, kui 0°C juures on nende ristlõige sama?

473. Elavhõbebaromeetri lugem $t = 18,0^{\circ}\text{C}$ juures on $H = 756,4$ mm. Taandada see lugem 0°C juurde, kui skaala joonpaisumiskoefitsient on $0,000017\text{ kr}^{-1}$.

474. Valgevasesest silindri läbimõõt on 5°C puhul 20,45 mm. Kas on märgatav selle silindri läbimõõdu muutus soojuspaisumise tõttu temperatuuril 35°C , kui mikromeeter võimaldab mõõta täpsusega 0,01 mm ja valgevase $\alpha = 19 \cdot 10^{-6}\text{ kr}^{-1}$?

475. Terasvarb A (joon. 5), mille mõõtmed on $20 \times 2 \times 2$ cm, on asetatud tihedasti kahe seinu B ja C vahele. Kui tugevasti surub see varb vastu seinu, kui varva temperatuuri tõsta 300° võrra, eeldusel, et sein ei deformeeru? Terasi joonpaisumiskoefitsiendiks võtta $0,000011\text{ kr}^{-1}$ ja Youngi mooduliks $20\,000 \frac{\text{kG}}{\text{mm}^2}$.

476. Valgevasesest pendliga kell käib õigesti 0°C puhul. Kui palju jääb see kell ööpäeva jooksul taha, kui temperatuur on 20°C ?

477*. Raudplekis on ümmargune ava, mille läbimõõt on 1 mm. Kuidas muutub see ava temperatuuri tõusmisel?

Kuidas muutub rattarehvi läbimõõt temperatuuri tõusmisel?

478. Raudplekist tahvli pikkus on 15°C juures 1 m ja laius 75 cm. Kui suur on selle plekitahvli pindala 100°C juures?

479. Raud-katusepleki tahvli mõõtmed on -20°C juures $0,7 \times 1,4$ m. Mitme cm^2 võrra muutub selle plekitahvli kogupindala temperatuuri tõusmisel 30°C -ni?

480*. Kuidas muutub anuma maht temperatuuri tõusmisel?

481. Kuidas on võimalik kinnijäänud klaaskorki või roostetanud raudkrui hõlpsamini lahti saada?

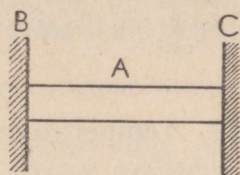
482. Raudanum on ääreni täidetud petrooleumiga ja sisaldab seda 10°C juures täpselt 5 l. Kui palju (cm^3) petrooleumi voolab anumast välja temperatuuri tõusmisel 20°C -ni?

483. Klaasanumasse mahub -10°C juures 10 l petrooleumi. Mitu grammi petrooleumi voolab sellest anumast välja temperatuuril 20°C ?

484. Alumiiniumist keedunõu ruumala on 80°C juures täpselt 2 l. Kui suur on selle nõu ruumala toatemperatuuril (20°C)?

485. Mitme kraadi võrra tuleb soojendada rauatükki, et tema ruumala suureneks 1‰ võrra?

486*. Leida 1 dm^3 vase mass 200°C juures, kui vase tihedus 0°C puhul on $8,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.



Joon. 5.

487. Leida terase erikaal 700°C juures, kui 0°C juures on tema erikaal $7,83 \frac{\text{G}}{\text{cm}^3}$. Teras keskmise joonpaisumiskoeffitsient sellel temperatuuril on $0,000015 \text{ kr}^{-1}$.

488. Missuguse temperatuuri puhul on elavhõbeda tihedus $13,48 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, kui 10°C puhul see on $13,57 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$?

24. Temperatuuriskaalad, soojushulk, soojusmahtuvus ja soojusjuhtivus.

Absoluutne null on 273 (täpsemalt $273,16$) kraadi allpool Celsiuse nulli. Seega on absoluutse ehk Kelvini (K) temperatuuriskaala lugemid ($T^{\circ}\text{K}$) seotud Celsiuse skaala lugemitega ($t^{\circ}\text{C}$) järgmiselt:

$$T = t + 273. \quad (1)$$

Kui keha erisoojus on c ja mass m , siis selle keha temperatuuri muutmiseks Δt° võrra kulunud soojushulk

$$Q = cm \Delta t. \quad (2)$$

Siit aine erisoojus

$$c = \frac{Q}{m \Delta t} \quad (3)$$

ja soojusmahtuvus

$$C = mc = \frac{Q}{\Delta t}. \quad (4)$$

Gaaside puhul eristatakse erisoojust (vst. soojusmahtuvust) jääval rõhul c_p (vst. C_p) ja erisoojust (vst. soojusmahtuvust) jääval ruumalal c_v (vst. C_v).

Moolsoojus on ühe mooli (M grammi) soojusmahtuvus; seega

$$C_p = Mc_p \text{ ja } C_v = Mc_v.$$

Silindrist, mille pikkus on l cm ja ristlõike pindala S cm^2 , $\Delta \tau$ sek jooksul otstevahelise temperatuuride vahe puhul Δt kraadi läbi voolanud soojushulk Q cal väljendub valemiga

$$Q = k \frac{S \Delta t \Delta \tau}{l}, \quad (5)$$

kus k on soojusjuhtivuskoeffitsient, mille suurus määratakse valemist

$$k = \frac{Q l}{S \Delta t \Delta \tau}. \quad (6)$$

489. Fahrenheiti skaala null on 32 F-skaala pügalat allpool Celsiuse skaala nulli. Missuguse temperatuuri puhul näitavad C- ja F-termomeetri skaalad sama kraadide arvu?

Arvestada, et 9 pügalat F-skaala järgi võrdub 5 pügalaga C-skaala järgi.

490. Missugune on inimese keha normaalne temperatuur ($36,5^{\circ}\text{C}$) Réaumur'i, Kelvini ja Fahrenheiti skaala järgi?

491. Kõrgeimaks registreeritud temperatuuriks, mille puhul haige veel paranes, on 114°F . Väljendada see temperatuur Celsiuse ehk sentikraadides.

492. Väljendada F-skaala järgi vee keemistemperatuur normaaltingimustel (100°C), samuti absoluutne null.

493*. Teeklaasi, mille mass oli 150 g ja temperatuur 15°C , valati 125 cm^3 keeva vett (100°C), mistõttu klaasi temperatuur tõusis 85°C -ni. Arvutada sellest klaasi erisoojus ja teeklaasi vesi-väärtus.

494. Mitu klaasitait (200 cm^3) vett saab 20°C -lt keema ajada soojushulga arvel, mis tõstab keskmise inimese (70 kG) temperatuuri 2°C võrra, kui eeldada, et inimese keha keskmiseks erisoojuseks on $1\frac{\text{cal}}{\text{g kr}}$?

495. Kui palju soojust kulub õhu temperatuuri tõstmiseks 0°C -lt 20°C -le ruumis, mille mõõtmed on $5\times 4\times 3\text{ m}$, kui rõhk on 1 At ja õhu $c_p=0,24\frac{\text{cal}}{\text{g kr}}$?

496. Kui palju kulub soojust 10 l õhu soojendamiseks sel määral, et tema ruumala suureneks kaks korda? Lähteolekus oli õhk normaaltingimustel.

497. Anumas on 10 l hapnikku rõhuga 80 at ja temperatuuriga 7°C . Kui palju soojust on tarvis, et seda gaasi jääva ruumala juures soojendada $15,5^{\circ}\text{C}$ -ni?

498*. Arvutada a) hapniku ja b) lämmastiku erisoojused c_p ja c_v , võttes nende moolsoojusteks $C_p=3,5 R$ ja $C_v=2,5 R$.

499. Määrata gaasi molekul- ja aatomkaal, kui selle gaasi erisoojused on $c_p=0,127\frac{\text{cal}}{\text{g kr}}$ ja $c_v=0,0762\frac{\text{cal}}{\text{g kr}}$.

500. Hapniku (O_2) moolsoojused on $C_p=\frac{7}{2}R$ ja $C_v=\frac{5}{2}R$. Arvutada vastavad erisoojused.

501*. Tuletada valemist (6) soojusjuhtivuskoefitsiendi nimetus valemi (5) koostamisel kasutatud ühikute abil.

502. Leida arvuline seos soojusjuhtivuskoefitsiendi ühikute $1\frac{\text{cal}}{\text{cm kr sek}}$ ja $1\frac{\text{kcal}}{\text{m kr tund}}$ vahel.

503. Kui palju soojust läheb 1 tunni kestel läbi tellisseina, mille paksus on 60 cm ja pindala $4\times 6\text{ m}^2$, kui temperatuuride vahe on 25°C ?

504. Toa tellistest välisseina pindala on 10 m^2 ja paksus 0,5 m. Kui palju soojust voolab ööpäeva jooksul läbi selle seina toast välja, kui toa temperatuur on 20°C , välistemperatuur aga -10°C ?

25. Töö ja soojus.

Soojuse mehaaniliseks ekvivalendiks nimetakse ühele soojusühikule vastavat tööhulka. Nii

$$1 \text{ kcal} = 427 \text{ kGm ja } 1 \text{ cal} = 4,2\text{J.} \quad (1)$$

Töö termiliseks ekvivalendiks nimetakse ühele tööühikule vastavat soojushulka. Nii

$$1 \text{ kGm} = 2,34 \text{ cal ja } 1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal.} \quad (2)$$

Termodünaamika I seadus väljendub valemiga

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A, \quad (3)$$

kus ΔQ mõeldab kehale antud soojushulka, ΔU — siseenergia suurenemisele ja ΔA — välistööle kulunud energiaosa.

Molekuli ühe vabadusastme kohta tulev energiahulk väljendub kulgliikumise puhul valemiga

$$\varepsilon = \frac{1}{2} kT, \quad (4)$$

kus k on Boltzmanni konstant ($k = \frac{R}{N} = 1,38 \cdot 10^{-16} \frac{\text{erg}}{\text{kr}}$) ja T — absoluutne temperatuur.

Moolsoojus jääva rõhu puhul (C_p), moolsoojus jääva ruumala puhul (C_v) ja universaalne gaasikonstant R on seotud valemiga

$$C_p - C_v = R. \quad (5)$$

Siit saame arvutada C_p , kui on teada C_v . Viimane aga oleneb gaasi molekulide vabadusastmete arvust, mis on üheaatomiliste molekulide puhul 3, kaheaatomiliste puhul 5 ja kolme- ning rohkema-aatomiliste molekulide puhul 6. Sellele vastavalt on ka C_v kas 3, 5 või $6 \frac{\text{cal}}{\text{kr mool}}$.

Termodünaamika II seadusest järeldub, et soojusmasinate kasutegur

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}, \quad (6)$$

kus Q_1 on soojusallikast võetud ja Q_2 jahutajasse läinud soojushulk, T_1 ja T_2 aga soojusallika ning jahutaja absoluutsed temperatuurid.

505. Tuletada ühest soojuse mehaanilise või töö termilise ekvivalendi seosest — valemid (1) ja (2) — kõik teised neis valemities antud seosed.

506. Missuguseid üleminekukoefitsiente tuleb kasutada ühtlustamiseks valemi (3) üksikute liikmete puhul, kui ΔQ on väljendatud kGm-tes, ΔU — kalorites ja ΔA — džaulides? Lahendada sama küsimus, kui ühtlustamiseks on vaja kõik liikmed väljendada näiteks kGm-tes, kalorites, džaulides, kilokalorites, ergides jne.

507. Väljendada võimsus 1 HJ ühikutes $\frac{\text{kcal}}{\text{h}}$.
508. Mitme vatiga on üheväärne võimsus $300 \frac{\text{cal}}{\text{min}}$?
509. Mis maksab 1 kcal soojust, kui 1 kWh maksab 40 kop.?
510. Mitu kGm tööd tuleb teha, et sellega ekvivalentse soojushulga abil soojendada klaasitäis (200 cm^3) vett temperatuurist 20°C keemiseni eeldusel, et kõik soojus läheb vette?
511. Raudvasar, mille mass on 1,2 kg, soojenes 2-minutilise töötamise jooksul 30°C võrra. Eeldades, et töö juures tekkivast soojusest saab vasar 40%, määrata kogu tehtud tööhulk ja töötaja võimsus.
512. Mitu HJ on risti 1 m^2 maapinnale langevate päikesekiirte võimsus, kui solaarkonstandiks võtta $1,2 \frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \text{ min}}$ (neeldumine atmosfääris on maha arvatud)?
513. 25%-lise kasuteguriga plahvatusmootori võimsus on 8 HJ. Kui suur on selle mootori bensiinikulu tunnis?
514. Vedur, mille võimsus on 450 HJ ja kasutegur 8%, veab rongi. Kui suur on selle veduri kivisöekulu tunnis?
515. Narva kose võimsus on 75 000 HJ. Kui suure igapäevase põlevkivitoodanguga kaevandus on temaga samaväärne?
516. Kui suur on põleva tuletiku keskmine võimsus vattides, kui tiku puiduosa kaalub 140 mG ja tema põlemine kestab 35 sekundit?
517. Keedunõus, mille võimsus on 550 W, läheb 1 l vett keema 15 min jooksul. Leida selle keedunõu kasutegur, kui vee algtemperatuur on 15°C .
518. Malmisse augu puurimisel valati puurauku 5 l vett, mille temperatuur oli 10°C . Missugust võimsust kasutati puurimisel, kui vesi läks keema 5 min pärast?
519. Leningradi Stalini-nimelises metallitehases ehitatakse 150 000-kilovatise võimsusega auruturbiini. Auru hakkab sellele unikaalsele masinale tootma Taganrogi tehase «Krasnõi Kotelštšik» kollektiivi poolt ehitatud katel, mille küttekoldes põletatakse iga päev ligi 2000 tonni sütt. Kui suur on jõujaama kasutegur?
520. Automootori keskmine võimsus on 25 HJ ja kasutegur 18%. Kui suur on bensiinikulu autosõidul Tartust Tallinna (204 km mööda maanteed) keskmise kiirusega $40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$?
521. Lennukimootori võimsus on 1200 HJ ja kasutegur 30%. Kui suur on bensiinikulu lennul Leningradist Moskvasse (650 km) kiirusega $200 \frac{\text{km}}{\text{h}}$?
522. 150 HJ võimsusega diiselmootori kasutegur on 32%. Määrata selle mootori naftakulu tunnis.

523. 1 kg vett (100° C ja 760 mm Hg) muutus auruks, kusjuures 1 kg küllastunud auru ruumala on 1,674 m³. Kui suur hulk veele antud soojusest kulus välistöökis ja kui suur hulk siseenergia suurenendamiseks?

26. Agregaatoleku muutused.

Sulamissoojust iseloomustab soojushulk kalorites, mis kulub 1 g tahke aine vedelaks muutmiseks tema sulamistemperatuuril.

Keemise- (vst. aurustumis-) soojust iseloomustab soojushulk kalorites, mis kulub 1 g vedela aine auruks muutmiseks tema keemistemperatuuril (vst. teataval temperatuuril).

Absoluutset niiskust (a) mõõdab veeauru hulk grammides ühes kuupmeetris ($\frac{g}{m^3}$).

Relatiivseks ehk suhteliseks niiskuseks (R) nimetatakse absoluutse niiskuse (a) suhet absoluutsesse niiskusse küllastusolekus (A), s. o.

$$R = \frac{a}{A} \text{ ehk } \frac{a}{A} \cdot 100\%. \quad (1)$$

524. Missugused on sulamis- ja keemissoojuse kui füüsikaliste suuruste nimetused? Mille poolest erinevad need nimetused erisoojuse nimetusest ja mispärast?

525. Mitu grammi jääd (−6° C) tuleb 3 liitris vees (60° C) ära sulatada, et vee temperatuur langeks selle tagajärjel 20° C võrra?

526. Mitu g vett (40° C) tuleb segada 30 g lumega, mille temperatuur on −8° C, et pärast lume sulamist oleks segu temperatuur 12° C?

527. 10 g vett on üle jahutatud −20° C-ni. Kui palju jääd tekib selle vee külmumisel?

528. Kui palju peaks vett üle jahutama, et ta külmudes üleni jääks muutuks?

529. Jahtudes 800° C-st 0° C-ni, sulatas raudkuul ära 349,8 kg jääd. Määrata kuuli raadius (0° C juures).

530. Segusse, mis koosnes 20 l veest ja 10 kg jääst, mõlemad 0° C juures, valati sulamistemperatuuril olevat sula seatina. Segu temperatuur tõusis 100° C-ni, kusjuures 200 g vett muutus auruks. Arvutada segusse valatud seatina hulk.

531*. Merepinnast 20 km kõrgusel on õhurõhk 42 mm Hg ning küllastatud veeauru rõhk 35° C juures samuti 42 mm Hg. Mis võib neist andmeist järeldada lennuvõimaluste kohta 20 km kõrgusel?

532. Kui palju soojust kulub 250 g jää auruks muutmiseks 100° C juures, kui jää temperatuur on −20° C?

533. Kahe liitri vee soojendamiseks kulutati 250 kcal soojust.

kusjuures vee algtemperatuur oli 20°C . Kui suur hulk vett muutus seejuures auruks?

534. Mitu grammi veeauru, mille temperatuur on 100°C , peab veelduma 600 g vees algtemperatuuriga 20°C , et vee temperatuur tõuseks 40°C võrra?

535. Segusse, mis koosnes 5 kg jääst ja 10 kg veest, mõlemad 0°C juures, juhiti veeauru, mille temperatuur oli 100°C . Lõpptemperatuuriks kujunes 75°C . Kui palju veeauru juhiti segusse?

536. Anumasse, milles on 250 g piiritust temperatuuril -30°C , juhatakse 5 g veeauru temperatuuriga 100°C . Missuguseks kujuneks segu lõpptemperatuur, kui lahustumissoojust mitte arvestada?

537. 100 g seatinahaavleid temperatuuriga 98°C visati 25 g vette, mille temperatuur oli 5°C . Leida segu lõpptemperatuur.

538*. Missugune on suhtelise niiskuse nimetus?

539. Õhu temperatuur oli õhtul 15°C ja relatiivne niiskus 70%. Öösel langes temperatuur 4°C -ni. Kas tekkis kaste? Kui kaste tekkis, siis kui palju veeauru kondenseerus 1 km^3 õhu kohta?

540. Õhus 22°C juures olev niiskusehulk suudaks seda õhku küllastada 12°C juures. Leida relatiivne niiskus.

541. Ruumis mõõtmetega $9 \times 6 \times 4$ m oli relatiivne niiskus 20°C juures 70%. Leida, kui palju veeauru kondenseerub selles ruumis temperatuuri langemisel 8°C -ni.

542. Kas Boyle-Mariotte'i, Gay-Lussac'i ja Charles'i seadused on kehtivad küllastatud aurude kohta?

543. Toa mõõtmed on $8 \times 6 \times 4$ m, õhu temperatuur temas 22°C ja kastepunkt 13°C . Kui palju veeauru on vaja toas oleva õhu küllastamiseks?

544. Leida absoluutne ja relatiivne niiskus ruumis, kus temperatuur on 18°C ja kastepunkt 10°C .

IV. ELEKTER JA MAGNETISM.

27. Coulomb'i seadus.

Coulomb'i seadus väljendub üldjuhul valemiga

$$F = \frac{q_1 q_2}{\epsilon r^2}. \quad (1)$$

Selles valemis on kõik suurused väljendatud CGSE-süsteemi ühikutes, s. o. q_1 ja q_2 — laenguühikutes (LÜ), F — düünides ja r — cm-tes. Dielektriline konstant ϵ on dimensioonita arv ja näitab, mitu korda on elektrilised tungid antud keskkonnas nõrgemad kui vaakuumis.

545. Määrata valemist (1) laenguühiku sümboolne nimetus ja dimensioon.

546. Leida Coulomb'i seaduse valemi võrdetegur, kui kõik suurused on väljendatud praktilise süsteemi ühikutes (nj; C; m).

547. Kui tugevasti tõukub laeng 1 C eemale 1 km kaugusel olevast teisest niisama suurest laengust?

548. Kui suured samanimelised laengud, mis on teineteisest 1 m kaugusel, tõukuvad 1 kG tugevuselt?

549. Kaks teineteisest 10 cm kaugusel olevatel väikestel kerakestel asuvat ühesugust laengut mõjutavad teineteist 0,05 G tugevuselt. Määrata nende laengute suurus.

550. Kaks teineteisest 4 cm kaugusel olevat laengut mõjutavad vaakuumis teineteist 20 dn tugevuselt. Petrooleumi paigutatult mõjutavad samad laengud teineteist 8 cm kauguselt tugevusega 2,5 dn. Määrata petrooleumi dielektriline konstant.

551. Kaks laengut mõjutavad teineteist vaakuumis 11 cm kauguselt niisama tugevasti kui tärpentinis 7,4 cm kauguselt. Määrata tärpentini dielektriline konstant.

552. Mitu elektroni on ühes laenguühikus (LÜ) ja mitu ühes kulonis (C)?

553. Laeng 1 C annab kerakondutorile pindtiheduse $1 \frac{\text{LÜ}}{\text{cm}^2}$. Arvutada selle kera raadius.

554. Kabel ühesugusel veepiisal on kummalgi üks liigne elektron. Leida veepiiskade raadius, kui elektrilaengute tõuketung võrdub veepiiskade gravitatsioonilise tõmbetungiga.

555. Samast punktist ripuvad 2 m pikkuste siidniitide otsas alla kaks väikest ühesugust 1 G raskust kuulikest. Võrdsete laengute mõjul tõukuvad kuulikesed teineteisest eemale ja jäävad teineteisest 4 cm kaugusel seisma. Määrata kuulikestel olevate laengute suurus.

556. Kumb on suurem ja mitu korda: kas kahe elektroni vahel mõjuv gravitatsioonitõug või nende laengute vaheline tõuketõug?

28. Elektrivälja tugevus ja tungjooned.

Elektrivälja tugevus (E) antud punktis on vektor, mis näitab elektrivälja mõju sellesse punkti paigutatud $+1$ LÜ-le.

Kui elektrivälja mõjub punktlaengule q tungiga F , siis elektrivälja tugevus selles punktis

$$E = \frac{F}{q} \frac{dn}{LÜ}, \text{ millest } F = qE \, dn.$$

Laengust q väljuvate tungjoonte arv N väljendub Ostrogradski-Gaussi lause põhjal valemiga

$$N = 4\pi q.$$

Selle seose tuletamisel ja rakendamisel lähtutakse eeldusest, et tungjoonte tihedus antud kohas võrdub elektrivälja tugevusega selles kohas.

557. Tuletada elektrivälja tugevuse sümbolne nimetus CGSE-süsteemis. Missugune on tungjoonte tiheduse nimetus?

558. Elektrivälja mõjub laengule 50 LÜ tungiga 0,5 G. Leida väljatugevus punktis, kus asub laeng.

559. Leida elektrivälja tugevus 1 m kaugusel punktlaengust, mille suurus on 1 C.

560. Kui suur punktlaeng tekitab vaakuumis 5 cm kaugusel elektrivälja, mille tugevus on $10 \frac{dn}{LÜ}$?

561. Kerakondktoril, mille raadius $r=5$ cm, asub laeng $Q=500$ LÜ. Määrata väljatugevus: a) kera pinnal ja b) 50 cm kaugusel kera tsentrist.

562. Kerale, mille raadius on 10 cm, on antud laeng tihedusega $\frac{1}{2\pi} \frac{LÜ}{cm^2}$. Määrata elektrivälja tugevus kera pinnal ja 20 cm kaugusel kera tsentrist.

563. Punktlaengud $+24$ ja -36 LÜ asetsevad vaakuumis teineteisest 5 cm kaugusel. Leida elektrivälja tugevus punktis, mille kaugus esimesest laengust on 3 ja teisest 4 cm.

564. Määrata väljatugevus punktlaengute $q_1=+50$ LÜ ja $q_2=+70$ LÜ vahel (keskel), kui need laengud asetsevad petrooleumis teineteisest $r=20$ cm kaugusel.

565. Erinevate suurustega laengud q_1 ja q_2 asetsevad teinetei-

sest kaugusel l . Leida punkt, kus väljatugevus on null, samanimeliste ja isenimeliste laengute puhul.

566. Mitu tungjoont väljub laengust 100 LÜ?

Kui suur on tungjoonte tihedus 5 cm kaugusel sellest laengust vaakuumis?

567. Määrata tungjoonte tihedus 10 cm kaugusel punktlaengust 200 LÜ.

568. Elektron liigub ühtlases elektriväljas ($E = 1,2 \frac{V}{cm}$) mööda tungjoont kiirusega $v = 1000 \frac{km}{sek}$. Millise aja kestel, alates paigalolekust, saavutas elektron selle kiiruse?

569. Vertikaalses allapoole suunatud ühtlases elektriväljas, mille tugevus on $100 \frac{dn}{LÜ}$, asub veepiisake. Kui selle veepiisakesega ühinevad 10 elektroni, siis elektriväli tasakaalustab veepiisakese raskuse. Leida veepiisa mass.

29. Elektrivälja potentsiaal.

Elektrivälja antud punkti potentsiaal on $U \frac{erg}{LÜ}$, kui sellest punktist $+1$ LÜ elektrivälja mõjupiirkonnast välja viimiseks teevad elektrivälja tungid U ergi tööd või kui $+1$ LÜ väljastpoolt elektrivälja mõjupiirkonda antud punkti toomiseks tuleb teha U ergi tööd.

Seega CGSE-süsteemis $U = \frac{A}{q} \frac{erg}{LÜ}$ ehk PÜ, millest

$$A = qU \text{ ergi.} \quad (1)$$

Praktilises süsteemis mõõtab A džaulides, q — kulonites ja U — voltides ehk $\frac{džaul}{kulon}$ -tes.

Elektrivälja tugevus E on seotud potentsiaali gradiendiga $\frac{\Delta U}{\Delta s}$ järgmiselt:

$$E = - \frac{\Delta U}{\Delta s} \left(\frac{PÜ}{cm}; \frac{V}{m} \text{ jne.} \right) \quad (2)$$

570. Tuletada potentsiaaliühiku (PÜ) sümboolne nimetus CGSE-süsteemis ja potentsiaali dimensioon.

571. Tunni jooksul läbis hõõglampi 720 C elektrit. Pinge oli 220 V. Mitu kJ tööd seejuures tehti ja kui suur oli voolu tugevus?

572. Mitu kulonit elektrit on võimalik viia 10 kGm töö arvel ühest punktist teise, kui nende punktide vaheline pinge on 5 V?

573. Missuguse pinge puhul (voltides) on laengu 4,9 C ühest punktist teise viimisel tehtud töö hulk 10 kGm?

574. Väljendada kWh-des ühe välgusähvatuse puhul toimunud töö, kui pinge $U=10^9$ volti ja läbinud elektrihulk $q=20$ kulonit.

575. Kui suur laeng tõstab isoleeritud kera potentsiaali 600 V võrra, kui kera raadius on 10 cm?

576. Väljendada tööühik 1 elektronvolt (eV) ergides ja džaulides, kui elektroni laengu suurus on $4,8 \cdot 10^{-10}$ LÜ.

577. Väljendada 1 MeV (megaelektronvolt) ergides.

578. Kerakonduktor, mille raadius $R=10$ cm, on laetud pindtiheduseni $\sigma = 0,02 \frac{\text{LÜ}}{\text{cm}^2}$. Määrata potentsiaal selle kera pinnal.

579. Näidata, et elektrivälja tugevus $1 \frac{\text{nj}}{\text{C}} = 1 \frac{\text{V}}{\text{m}}$ ja $1 \frac{\text{dn}}{\text{LÜ}} = 1 \frac{\text{PÜ}}{\text{cm}}$.

580. Näidata, et $1 \frac{\text{nj}}{\text{C}} = \frac{1}{30\,000} \frac{\text{dn}}{\text{LÜ}}$.

581. Väljendada elektrivälja tugevus $600 \frac{\text{V}}{\text{m}} \frac{\text{dn}}{\text{LÜ}}$ -tes.

30. Elektrimahtuvus.

Keha elektrimahtuvus mõõtub elektrihulgaga, mis kulub selle keha potentsiaali muutmiseks ühe potentsiaaliühiku võrra, s. o.

$$C = \frac{q}{U}, \text{ millest}$$

$$q = CU. \quad (1)$$

$$1 \frac{\text{LÜ}}{\text{PÜ}} = 1 \text{ MÜ} = 1 \text{ cm}; \quad 1 \frac{\text{C}}{\text{V}} = 1 \text{ F} = 9 \cdot 10^{11} \text{ cm}.$$

Plaatkondensaatori mahtuvuse arvutamiseks kasutatakse valemit

$$C = \frac{\epsilon S}{4\pi d}. \quad (2)$$

Paralleelselt ühendatud kondensaatorite mahtuvus

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_n. \quad (3)$$

Järjestikuse ühenduse puhul

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}. \quad (4)$$

582. Leida CGSE-süsteemi mahtuvusühiku $\left(\frac{\text{LÜ}}{\text{PÜ}} \text{ ehk MÜ}\right)$ nimetus.

583. Näidata, et valemi $C = \frac{\epsilon S}{4\pi d}$ mõlemad pooled omavad sama nimetust.

584. Isoleeritud konduktoirile anti laeng 10 LÜ, kusjuures tema potentsiaal tõusis 100 V võrra. Leida konduktoiri mahtuvus cm-tes.

585. Kondensaatori mahtuvus on 5 μF . Kui suur laeng on suuteline laadima seda kondensaatorit pingeni 220 V?

586. Mitme voldi võrra tõstaks Maa (Päikese) potentsiaali 1 C suurune laeng?

587. Kondensaator koosneb kahest stanniollehest. Kummagi lehe pindala on 30 cm². Lehtede vahel on 0,02 mm paksune parafiineeritud paber. Leida kondensaatori mahtuvus, kui parafiineeritud paberi dielektriline konstant on 1,81.

588. Plaatkondensaatori $S=2$ dm², $d=0,2$ mm ja $\epsilon=4$. Määrata selle kondensaatori a) mahtuvus pF-tes; b) laadimiseks pingeni 100 V kuluv elektriühik kulonites ja c) laadimistöö ergides.

589. Kuidas muutub leideni purgi mahtuvus, kui kõiki tema joonmootmeid vähendada n korda?

590. Leideni purgi läbimõõt on 20 cm, stanniolkatte kõrgus 30 cm, klaasi paksus 2 mm ja klaasi dielektriline konstant 5. Arvutada selle leideni purgi mahtuvus μ F-tes.

Kui suurel kerakonduktoril oleks niisama suur mahtuvus?

591. Kondensaatorid mahtuvustega 1 μ F, 2 μ F ja 3 μ F on ühendatud paralleelselt. Arvutada kondensaatorite patarei mahtuvus. Kui suur on sama patarei mahtuvus järjestikusel ühendamisel?

592. Kondensaatorid mahtuvustega 20, 40 ja 50 pF on ühendatud paralleelselt (järjestikku). Arvutada mahtuvus.

593. Kondensaatorite patarei koosneb kahest paralleelselt ühendatud kondensaatorist mahtuvustega 500 pF ja 1000 pF. Kui suurt laengut läheb vaja selle patarei laadimiseks potentsiaalini 1000 V?

31. Laetud keha ja elektrivälja energia.

Laetud konduktori energia mõõhtub tööga, mis on kulutatud konduktori laadimiseks:

$$A = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}. \quad (1)$$

Elektrivälja energia tihedus $\frac{\text{erg}}{\text{cm}^3}$ -tes

$$\omega = \frac{1}{8\pi} \epsilon E^2 = \frac{D^2}{8\pi\epsilon}, \quad (2)$$

kus D on elektriline induksioon ($D = \epsilon E$).

594. Näidata, et valemid (1) omavad töö nimetust nii CGSE-kui ka praktilises mõõtühikute süsteemis.

595. Näidata, et elektrivälja energia tiheduse valemi $\omega = \frac{1}{8\pi} \epsilon E^2$ parem pool omab energia tiheduse nimetust.

596. Laengu $q=2000$ LÜ mõjul omandab konduktor potentsiaali $U=500$ PÜ. Määrata konduktori energia džaulides.

597. Konduktor, mille mahtuvus on 5 μ F, on laetud pingeni 3000 V. Määrata selleks kulunud energia džaulides.

598. Kerakonduktorile, mille raadius on 25 cm, on antud laeng 10^{-7} C. Määrata laetud kera energia džaulides.

599. Mitu kGm tööd kulub Maa laadimiseks 220 voldini?

600. Kaks kerakonduktorit raadiustega $R_1 = 10$ cm ja $R_2 = 20$ cm omavad ühesuurust laengut. Missugune on nende konduktorite laenguenergia suuruslik vahekord?

601. Neljast paralleelselt ühendatud leideni purgist koosnev patarei on laetud 10 000 voldini. Kui palju soojust eraldub selle patarei tühjenemisel, kui iga purgi mahtuvus on $0,005 \mu\text{F}$?

602. Kerakonduktorile, mille raadius on 10 cm, on antud laeng 10^{-8} C. Määrata selleks kulutatud töö eV-des.

603. Laetud kera energia on 10^{10} eV. Määrata selle kera laeng (LÜ), kui kera raadius on 20 cm.

604. Kerakonduktoril, mille raadius on 5 cm, on laeng $15 \mu\text{C}$. Arvutada elektrivälja energia tihedus õhus 3 m kaugusel kera tsentrist.

605. Valemi (2) abil määrata plaatkondensaatori plaatide vahelise ruumi energiahulk, kui $S = 5 \text{ dm}^2$, $d = 2 \text{ mm}$, $\epsilon = 4$ ja $U = 600 \text{ V}$. Saadud tulemust võrrelda kondensaatori koguenergiaga.

32. Voolutugevus ja voolutihedus.

Voolutugevust (I) mõõdab juhtme ristlõikest (S) ühes sekundis läbi voolanud elektrihulk (q), s. o.

$$I = \frac{q}{t}, \quad (1)$$

millest

$$q = It. \quad (2)$$

Kui $q = 1 \text{ C}$ ja $t = 1 \text{ sek}$, siis $I = 1 \frac{\text{C}}{\text{sek}}$ ehk 1 amper (A). CGSE-süsteemis on voolutugevuse ühikuks $1 \frac{\text{LÜ}}{\text{sek}}$.

Voolutihedus (j) iseloomustab juhtme ristlõike ühe ühiku kohta tulevat voolutugevust amprites, s. o.

$$j = \frac{I}{S}. \quad (3)$$

606. Tuletada valemite (1) ja (3) voolutugevuse ja voolutiheduse sümboolsed nimetused CGSE-süsteemis.

Kas samade suuruste dimensioonid praktilises süsteemis erinevad nende dimensioonidest CGSE-süsteemis?

607. Kui suur on voolutugevus, kui 1,5 min jooksul läbib juhtme ristlõiget 540 kulonit elektrit?

608. Mitu kulonit elektrit läbib juhtme ristlõiget 5 min jooksul, kui voolutugevus on 5 A?

609. Mitu elektroni läbib juhtme ristlõiget igas sekundis, kui voolutugevus on 3 A?

610. Juhtme ristlõiget läbib 10 sek jooksul 10^{17} elektroni. Määrata mA-tes voolutugevus selles juhtmes.

611. Väljendada voolutugevus $10^{15} \frac{e}{\text{sek}}$ mA-tes ja μA -tes.

612. Mitu korda on praktilise süsteemi voolutugevuse ühik suurem CGSE-süsteemi voolutugevuse ühikust?

613. Galvanomeetrit läbib vool tugevusega 10^{-8} A. Väljendada see voolutugevus CGSE-süsteemi voolutugevuse ühikutes.

614. Väljendada kulonites 1 ampersekund (Asek), 5 amperminutit (Amin) ja 10 ampertundi (Ah).

615. Vool tugevusega 3,14 A läbib juhet, mille läbimõõt on 1 mm. Leida voolutihedus.

616. Metalljuhtme ristlõiget läbib 5 min jooksul 10^{21} elektroni. Leida keskmine voolutugevus selles juhtmes.

617. Välgusähvatus kestab 0,005 sek, kusjuures läbivoolanud elektrihulk on 100 C. Leida keskmine voolutugevus.

618. Elektron liigub juhtmes elektrivälja tugevuse puhul $1 \frac{\text{V}}{\text{cm}}$ kiirusega $10 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$. Leida elektroni liikumise kiirus 5 km pikkuses juhtmes otstevahelise pingepuhul 100 V.

619. Kui suur on elektroni keskmine edasiliikumiskiirus vahelduvvoolu puhul?

33. Ohmi seadus.

Ohmi seadus vooluahela osa kohta väljendub valemiga

$$I = \frac{U}{R}, \quad (1)$$

kus I on voolutugevus amprites, U — juhtme otste vaheline pingevoltides ja R — juhtme takistus oomides. Siit juhtme otste vaheline pingepuhul

$$U = IR. \quad (2)$$

Kinnises ahelas, näiteks välistakistusega lülitatud galvaani elemendi puhul, väljendub Ohmi seadus järgmiselt:

$$I = \frac{E}{R + r}, \quad (3)$$

kus E on ahelasse lülitatud elektromotoorne jõud, R — välis- ja r — sisetakistus, kusjuures viimaste summa $R + r$ moodustab ahela kogutakistuse.

Välisahela (R) otste vahelist pinget nimetatakse klemmi pingeks. Ta väljendub valemiga IR .

620. Kui tugevat voolu annab galvaani element, mille elektromotoorne jõud on 1,8 V ja sisetakistus 0,2 oomi, kui ahela välistakistus on 2,8 oomi?

621. Leida juhtme otste vaheline pingeline, kui juhtme takistus on 4 oomi ja voolutugevus juhtmes 15 A.

622. Kui suur on juhtme takistus, kui juhtme otste vahelise pingeline puhul 72 V läbib seda juhete voolutugevusega 0,6 A?

623. Elektriijaamas püsib jääv pingeline 220 V. Missugustes piirides muutub tarbija pingeline, kui voolutugevus muutub 10 A-st 30 A-ni ja liini takistus on 0,6 oomi?

624. Jõujaamast, mille pingeline on 240 V, jõuab vool tarbijani mööda juhtmeid, millede takistus on 1,2 oomi. Kui suurt pinget kasutab tarbija, kui voolutugevus liinis on 25 A? Mitu % jõujaama energiast läheb juhtmes kaotsi?

625. Määrata aku sisetakistus, kui voolutugevuse puhul 15 A on klemmide pingeline 2,06 V ja aku emj on 2,1 V.

626. Element, mille emj on 1,2 V, on lülitatud välistakistusega 1,8 oomi ja annab voolu tugevusega 0,5 A. Leida elemendi sisetakistus.

627. Akude patarei koosneb 30 järjestikku ühendatud akust elektromotoorse jõuga à 2,1 V. Kui suur on selle patarei emj (pingeline)? Kui tugevat voolu saame sellest patareist, lülitades välisahelasse takistuse 8,4 oomi, kui iga aku sisetakistus on 0,02 oomi?

628. Taskulambipatarei koosneb kolmest järjestikku ühendatud elemendist à 1,5 V. Lambi põlemisel läbib pirni vool tugevusega 0,2 A, kusjuures pirni klemmide pingeline on 3,5 V. Leida pirni takistus ja patarei iga elemendi sisetakistus.

629. Liikuv kontakt jagab Wheatstone'i silla takistustraadi osadeks: 40,3 cm ja 59,7 cm. Leida otsitav takistus, kui tuntud takistus on 1,6 oomi ja vastab suuremale pikkusele.

630. Juhete, mille takistus on 18 oomi, läbib vool tugevusega 5 A. Missuguse haruühenduse (šundi) abil saab voolutugevust antud juhtmes 10 korda vähendada?

631. Mitu elementi sisetakistusega 0,5 oomi ja emj-ga 1,3 V tuleb ühendada järjestikku, et saada voolu tugevusega 1,5 A, kui ahela välistakistus on 20 oomi?

632. Leida Petrovi leegi takistus, kui 5-amprise voolutugevuse ja 220-voldise pingeline puhul tuleb leegi normaalseks põlemiseks ahelasse lülitada takistus 35 oomi.

34. Juhtme takistus ja juhtivus.

Juhtme takistuse R määrab valem

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (1)$$

kus ρ on juhtme aine eritakistus, l — juhtme pikkus ja S — ristlõike pindala.

Eritakistus ρ antakse harilikult kas oomsentimeetrites või $\frac{\text{oom mm}^2}{\text{m}}$ -tes.

Juhtme takistuse olenevust temperatuurist väljendab valem

$$R_t = R_0(1 + \alpha t), \quad (2)$$

kus α on takistuse temperatuurikoefitsient ja võrdub ligikaudu 0,004-ga.

Paralleelselt ühendatud juhtmetes on voolutugevused võrdelised nende juhtmete juhtivustega, s. o.

$$I_1 : I_2 : \dots : I_n = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2} : \dots : \frac{1}{R_n}. \quad (3)$$

Paralleelselt lülitatud juhtmete kogujuhtivus võrdub üksikute harude juhtivuste summaga:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}. \quad (4)$$

Juhtmete järjestikusel ühendamisel võrdub kogutakistus üksikute juhtmete takistuste summaga.

633. Raudjuhtme läbimõõt on 2 mm ja pikkus 0,3 km. Arvutada selle juhtme takistus.

634. Vaskjuhtme pikkus on 220 m ja ristlõike pindala 0,5 mm². Arvutada selle juhtme takistus. Kui suur oleks samasuguse raudjuhtme takistus?

635. Arvutada 100 m pikkuse ja 2-millimeetrise läbimõõduga alumiiniumtraadi takistus.

636. Kui pika hõbetaadi takistus on 1 oom, kui traadi ristlõike pindala on 0,5 mm²?

637. Arvutada elavhõbeda eritakistus, kui 106,3 cm pikkuse elavhõbedasamba takistus 0° C ja ristlõike pindala 1 mm² puhul on 1 oom.

638. Nikeliintraat, mille pikkus on 20 m ja ristlõike pindala 0,5 mm², omab takistust 16 oomi. Määrata nikeliini eritakistus.

639. Kui suur takistus tuleks paralleelselt ühendada juhtmega, mille takistus on 40 oomi, et kogutakistus oleks 6 korda väiksem?

640. Viis lampi, igauks takistusega 1100 oomi, on ühendatud järjestikku. Kui suur on kogu süsteemi takistus? Kui suure takistuse saame, ühendades needsamad lambid paralleelselt?

641. Tallinna—Tartu vaheliseks telegraafiliiniks on raudtraat, mille pikkus on 191 km ja läbimõõt 4 mm. Mitme oomi võrra on selle liini takistus kõige palavamal suvepäeval (+40° C) suurem kui kõige madalama talvetemperatuuri puhul (−30° C)? Takistuse muutust traadi pikenemise tõttu mitte arvestada.

642. Elektromagneti mähiseks kasutati 1 kg vasktraati, mille läbimõõt oli 0,5 mm. Leida mähise takistus.

643. Dünamo vasktraadist mähise takistus on 15° C puhul (ruumi temperatuur) 0,042 oomi. Dünamo töötamisel tõusis mähise takistus 0,051 oomile. Kui suur oli siis mähise temperatuur?

644. Ampermeeter, mille takistus on 0,25 oomi, mõõdab voolutugevust kuni 5 amprini. Missugune šunt võimaldab kasutada seda ampermeetrit voolutugevuse mõõtmiseks kuni 500 amprini?

645. Galvanomeetri takistus on 22 oomi ja voolutugevus 1 mA tekitab osuti hälbe kogu skaala ulatuses. Missugune šunt võimaldab kasutada seda galvanomeetrit voolutugevuse mõõtmiseks kuni 10 amprini?

646. Missugune šunt võimaldab mõõta galvanomeetriga 100 korda tugevamat voolu, kui galvanomeetri takistus on 2 oomi?

647. Galvanomeetri mõõtepiirkond on 10 mA. Missuguse haru-takistuse ahelasse lülitamisel saaksime selle galvanomeetri mõõtepiirkonda suurendada 10 A-ni, kui galvanomeetri takistus on 18 oomi?

648. Vool, mille tugevus on 5 A, haruneb kolmeks. Leida voolutugevus igas harus, kui harude juhtmed erinevad ainult läbimõõdu poolest, mis on vastavalt 1 mm, 0,8 mm ja 0,6 mm.

649. Vool, mille tugevus on 18 A, haruneb kolmeks. Määrata voolutugevus igas harus, kui harude takistused on vastavalt 2, 3 ja 6 oomi.

650. Paralleelselt ühendatud takistusi 3, 4 ja 5 oomi läbib vool, mille kogutugevus on 4,7 amprit. Määrata voolutugevus igas harus.

651. Galvaani element, mille emj on 1,1 V ja sisetakistus 1 oom, on lülitatud ahelasse galvanomeetriga, mille takistus on 1200 oomi. Kui tugev vool läbib galvanomeetrit, kui sellega on ühendatud šunt, mille takistus on 3 oomi?

652. Viis ühesugust galvaani elementi on ühendatud järjestikku ja annavad voolutugevuse 0,7 A, kui välistakistus on 8 oomi. Paralleelselt ühendatuna annavad needsamad elemendid sama välistakistuse puhul voolutugevuse 0,2 A. Määrata nende elementide elektromotoorne jõud ja sisetakistus.

653. Lennuki kaalu vähendamiseks on soovitatav asendada lennuki elektriseadmete vaskjuhtmed vastavate alumiiniumjuhtmetega. Mitu % vaskjuhtmete kaalust moodustab neile vastavate sama takistusega alumiiniumjuhtmete kaal?

Märkus. Isolatsioonikiht vähendab seda kaaluvahekorda alumiiniumi kahjuks.

35. Alalisvoolu töö ja võimsus.

Alalisvoolu töö (A) džaulides ja võimsus (N) vattides väljenduvad valemitega

$$A = IUt = I^2Rt = \frac{U^2}{R} t; \quad (1)$$

$$N = IU = I^2R = \frac{U^2}{R}. \quad (2)$$

Džaulide väljendamiseks kalorites tuleb kasutada seost

$$1 \text{ dž} = 0,24 \text{ cal.}$$

Vati definitsioonist ($1 \text{ W} = 1 \frac{\text{dž}}{\text{sek}}$) järeldub, et

$$1 \text{ Wsek} = 1 \text{ dž.}$$

654. Kui tugev vool läbib 25-vatist lampi, kui pinge on 220 V?

655. Mitu elektroni voolab 4 min jooksul läbi 50-vatise lambi, kui pinge on 200 V?

656. Elektritriikrauda läbib 220 V puhul vool, mille tugevus on 2,5 A. Arvutada triikrauda võimsus vattides. Kui palju maksab sellise triikrauda tarvitamine 2 tunni kestel, kui 1 kWh hind on 40 kop.?

657. Elektriahju võimsus on 0,8 kW. Missuguse tugevusega vool läbib seda elektriahju, kui pinge on 220 V? Kui suur on selle elektriahju spiraali takistus?

658. Mitu džauli tööd teeb taskulamp, kui ta põleb 3 minutit pingega 4 V ja voolutugevusega 0,25 A?

659. 25-vatine hõõglamp põles 6 tundi. Kui palju maksab tarvitatud energia, kui võtta kWh hinnaks 40 kop.?

660. Jootekolb, mille võimsus on 35 W, töötab normaalselt 110 V puhul. Leida voolutugevus ja takistus. Kui suur takistus tuleb ahelasse lülitada, et seda jootekolbi oleks võimalik kasutada 220 V puhul?

661. Elektripliit, mille võimsus on 600 W, töötab 20 min. Kui palju maksab tarvitatud energia, kui kWh hinnaks on 40 kop.? Arvutada selle pliidi voolutugevus ja takistus, kui pinge on 220 V.

662. Elektritriikraud, mille võimsus on 440 W, töötab 30 min. Kui palju (kcal) eraldus seejuures soojust?

663. Kui suur peaks olema juhtme takistus, et tema otse vahel valitseva 220-voldise pinge puhul tekiks 5 min jooksul 40 kcal soojust?

664. Kui palju maksab 1,2 l vee (15°C) keemaajamine, kui 1 kWh maksab 40 kop. ja keedunõu kasutegur on 80%?

665. Keedunõus, mille võimsus on 550 W, läheb 1 l vett temperatuurilt 15°C keema 15 min jooksul. Leida selle keedunõu kasutegur.

666. Dünamo annab voolu, mille tugevus on 20 A ja pinge 220 V. Arvutada selle dünamo kasutegur, kui teda käitava mootori võimsus on 5,5 kW.

667. Elektrikeedunõus läks 1,2 l vett, mille algtemperatuur oli $11,2^{\circ}\text{C}$, keema 17 min jooksul. Voolutugevus oli 2,5 A ja pinge 204 V. Leida keemaajamiseks vajalik energiahulk kWh-des ja keedunõu kasutegur.

668. Kui palju kulub aega 0,75 l vee soojendamiseks 20°C -st 100°C -ni spiraaliga, mille takistus on 55 oomi ja mida läbib 4-amprine vool, eeldusel, et seadme kasutegur on 80%?

669. Mitme minutiga läheb keema 1,2 l vett, mille algtemperatuur on 20°C , kui voolutugevus on 3,2 A, pinge 200 V ja keedunõu kasutegur 75%?

670. Kui suure takistusega spiraali läheb vaja elektripliidile, mille võimsus on 880 W, kui pinge on 220 V?

Kui pikk kroomnikkeltraat, mille ristlõike pindala on 0,15 mm², annab sellise takistuse?

671. Elektriteekatla soojenduskeha takistus on 30 oomi. Määrata aeg, mille jooksul läheb selles teekatlas keema 600 g vett, mille algtemperatuur on 20° C, kui teekatla kasutegur on 80% ja pinge 120 V.

672. Elektrikeedunõus läks 1,5 l vett, mille algtemperatuur oli 20° C, keema 15 min jooksul. Voolutugevus oli 3,5 A ja pinge 200 V. Määrata keedunõu kasutegur.

673. 6-voldine lamp, mille võimsus oli 3 W, põles 10 tundi. Määrata voolutugevus, lambi takistus ja tarvitatud energia hulk kWh-des.

674. Alumiiniumi sulatamise ahju takistus on 0,00085 oomi ja pinge 7,3 V. Leida voolutugevus, võimsus ja 1 tunnis eraldunud soojushulk kcal-tes.

675. Leida 40-vatise ja 220-voldise elektrikirni takistus.

36. Magnetiväli.

Coulomb'i seadus magnetipooluste vahelise mõju kohta väljendub üldjuhul valemiga

$$F = \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad (1)$$

kus F on tung düünides, m_1 ja m_2 — magnetipooluste tugevused ühikpoolustes (ÜP), r — pooluste vaheline kaugus cm-tes ja μ — keskkonna läbitavus ehk permeaablus.

Magnetilise momendi suurus

$$M = ml, \quad (2)$$

kus m on magnetilise dipooli pooluse tugevus ja l — pooluste vaheline kaugus.

Magnetivälja tugevus (H) antud punktis on vektor, mis mõõdab magnetivälja mõju sellesse punkti paigutatud +1 ÜP-le. Selle vektori suurus

$$H = \frac{F}{m} \frac{dn}{ÜP}, \text{ millest} \quad (3)$$

$$F = mH.$$

Magnetiline induksioon

$$B = \mu H. \quad (4)$$

Magnetivälja tugevust (H) mõõdetakse örstedites (Oe), kusjuures

$1 \text{ Oe} = 1 \frac{\text{dn}}{\text{ÜP}}$. Magnetilist induksiooni (B) mõõdetakse gaussides (Gs), kusjuures $1 \text{ Gs} = 1 \frac{\text{dn}}{\text{ÜP}}$.

Magnetivälja tugevust (H) ja induksiooni (B) kui vektoreid tuleb liita ja komponentideks lahutada vastavalt rööpküliliku reeglile.

Magnetivälja energia tihedus

$$w = \frac{1}{8\pi} \mu H^2 = \frac{1}{8\pi} BH. \quad (5)$$

676. Tuletada valemist (1) magnetipooluse tugevuse (m) ühiku sümboolne nimetus ja magnetipooluse tugevuse dimensioon.

677. Näidata, et elektrivälja tugevuse ja magnetivälja tugevuse dimensioon on sama.

678. Missugused teineteisest 3 cm kaugusel olevad suuruselt võrdsed magnetipoolused tõmbuvad vaakuumis 0,2 G tugevusele?

679. Kui kaugele tuleb 6 ÜP vaakuumis asetada 15 ÜP-st, et nende vastastikuse mõju suurus oleks 100 dn?

680. Ühtlase magnetvarva magnetiline moment on M . Kuidas muutub magnetiline moment, kui see varb pikuti pooleks lõigata (keskelt risti pooleks lõigata)?

681. Varbmagneti pooluste vaheline kaugus on 6 cm ja pooluste tugevus 300 ÜP. Pooluseid ühendava sirglõigu keskpunktist tõmmatud ristsirgele on 4 cm kaugusele eelmisest sirgest asetatud poolus 15 ÜP. Määrata varbmagneti pooluste mõju sellele poolusele.

682. Määrata ühtlase magnetivälja tugevus, kui sellesse välja asetatud 5 ÜP-le mõjub tung 1 G.

683. Kui tugevasti (mG) mõjub Maa magnetiväli, mille tugevus on 0,5 Oe, magnetipoolusele 200 ÜP?

684. Magnetipoolused tugevusega 50 ÜP on teineteisest eemal 13 cm. Määrata väljatugevus punktis, mis asub põhjapoolusest 5 cm ja lõunapoolusest 12 cm kaugusel.

685. Ühtlase magnetivälja, mille tungjoonte tihedus on $300 \frac{\text{joon}}{\text{cm}^2}$, on asetatud magnetnõel poolusetugevusega 6 ÜP. Kui tugevasti mõjub magnetiväli selle magnetnõela kummalegi poolusele?

686. Määrata magnetiline induksioon rauatükis ($\mu = 2000$), kui see rauatükk on paigutatud magnetivälja, mille tugevus on 30 Oe.

687. Magnetivälja tugevus on 0,5 Oe ja kalle röhhtasandi suhtes 69° . Määrata 1 m^2 röhhtpinda läbivate tungjoonte arv.

688. Maa magnetivälja tugevus on 0,56 Oe ja ta moodustab vertikaalsihiga nurga 30° . Määrata horisontaal- ja vertikaalkomponendid.

689. Tartus on Maa magnetivälja horisontaalkomponent

$H_h \approx 0,2$ Oe ja inklinatsioon $i \approx 70^\circ$. Nende andmete põhjal määrata magnetivälja tugevus H ja vertikaalkomponent H_v .

690. Maa magnetivälja horisontaalkomponent on Moskvas $0,18$ Oe ja inklinatsioon $68^\circ 30'$. Leida Maa magnetivälja tugevus Moskvas.

691. Magnet poolustega 100 ÜP on paigutatud ühtlasse magnetivälja, mille tugevus on $0,22$ Oe. Arvutada magnetisse mõjuvate tungide pöördemoment, kui magnet on 6 cm pikk ja magneti telg moodustab magnetivälja suunaga nurga 60° .

692. Ühtlasse magnetivälja, mille tugevus on $0,18$ Oe, on paigutatud 4 cm pikkune magnet nõnda, et magneti telg moodustab magnetiväljaga nurga 30° . Leida magneti pöördemoment, kui pooluste tugevus on 200 ÜP.

37. Elektrivoolu magnetiväli.

Biot-Savart'i seadus väljendub üldjuhul valemiga

$$H = k \frac{I \Delta l \sin \alpha}{r^2}. \quad (1)$$

Ringjuhtme tsentris

$$H = k \frac{2\pi I}{r}. \quad (2)$$

Kui $k=1$, siis peab voolutugevus I olema väljendatud CGSM-süsteemi voolutugevuse ühikutes (A_{em}), kus

$$1 A_{em} = 10 \text{ A ja}$$

$$I_{em} = 0,1 I.$$

I_{em} on siin voolutugevus CGSM-süsteemi ühikutes, I — ampri-tes.

Magnetivälja tugevus lõpmata pikast sirgjuhtmest r cm kaugusel

$$H = \frac{2I_{em}}{r}. \quad (3)$$

Töö magnetipooluse liikumisel ümber sirgjuhtme

$$A = 4\pi m I_{em} \text{ ergi.} \quad (4)$$

Solenoidi magnetivälja tugevus

$$H = \frac{4\pi n I_{em}}{l}, \quad (5)$$

kus n on keerdude arv ja l — solenoidi pikkus (cm).

Elektrivoolu liikumisel magnetiväljas vooluelemendile Δl rakedatud tung

$$\Delta F = B I_{em} \Delta l \sin(BI). \quad (6)$$

Samasuunalised paralleelsed voolud tõmbuvad tungiga

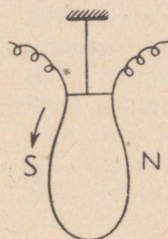
$$F = 2 \frac{I_1 I_2}{a} l, \quad (7)$$

kus l on paralleelsete juhtmete pikkus ja a — nende vaheline kaugus.

693. Traatkontuur ripub niidi otsas Maa meridiaani tasandis (joon. 6). Missuguses suunas pöörduv kontuur, kui temast noole suunas vool läbi lasta?

694. Kui peenikesest traatvedrust elektrivoolu läbi lasta, siis tõmbub vedru kokku. Mispärast?

695*. Kui kaugel pikast vertikaalsest sirgjuhtmest, mida läbib vool tugevusega 5 A, on voolu poolt tekitatud magnetivälja tugevus võrdne Maa magnetivälja tugevuse horisontaalkomponendiga (0,2 Oe)?



Joon. 6.

696. Kui tugev vertikaalset sirgjuhet läbib vool tekitab magnetivälja, mille tugevus 10 cm kaugusel juhtmest on $1 \frac{dn}{d\vec{r}}$?

697. Leida sirgjuhet läbiva voolu tugevus, kui magnetipooluse 5 \vec{UP} ühekordsel ümber juhtme liikumisel tehtud töö on 125 ergi.

698*. Valemist $A = qU$, mis on õige CGSE-, praktilise ja CGSM-süsteemi kohta, tuletada seos voldi ja CGSM-süsteemi potentsiaaliühiku (V_{em}) vahel.

699. Tuletada CGSM-süsteemi takistusühik (Ω_{em}) nõnda, et Ohmi seadus kujul $I = \frac{U}{R}$ kehtiks ka CGSM-süsteemi kohta.

700. Väljendada CGSE-süsteemi takistusühik (TU) oomides.

701*. Solenoidi, mille pikkus on 40 cm, läbib 3 A tugevune vool. Mitmest keerust koosneb see solenoid, kui tema läbimõõt on 6 cm ja teda läbib magnetvoog 1200 tungjoont?

702. Solenoidi läbimõõt on 6 cm, pikkus 40 cm, keerdude arv 80 ja südamik magnetiline läbitavus 400. Arvutada a) solenoidi magnetivälja tugevus; b) solenoidi läbivate magnetivälja tungjoonte koguarv; c) magnetilise induktiooni voog solenoidis, kui voolutugevus on 4 A.

703. Sirgvoolu magnetivälja demonstreerimisel tõmbuvad rauapuru-ringid koputamisel koomale. Mispärast?

704. Kui tugevasti mõjub Maa magnetivälja 1 m pikkusele sirgjuhtmele, mida läbib vool tugevusega 10 A, kui a) juhe paikneb vertikaalselt; b) juhe paikneb horisontaalselt magnetilise meridiaani tasandis?

Inklinatsiooninurgaks võtta 70° ja Maa magnetivälja horisontaalkomponendiks 0,2 Oe.

705. Kaks paralleelset juhet on teineteisest 4 cm kaugusel ja

neid läbib vool, mille tugevus on 1000 A. Juhtmed on kinnitatud isolaatoritele, mis asuvad üksteisest 2 m kaugusel. Määrata juhtmete rühmine isolaatoritele.

38. Elektromagnetiline induktsioon.

Elektromagnetilise induktsiooni puhul tekkiv emj määratakse Faraday seadusega

$$E = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \text{ (CGSM-süst.)} = -10^{-8} \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \text{ (prakt. süst., volti).} \quad (1)$$

Endainduktsiooni emj

$$E = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}. \quad (2)$$

Vastastikuse induktsiooni puhul

$$E = -M \frac{\Delta I}{\Delta t}. \quad (3)$$

Enda- või vastastikune induktsioon (L või M) on 1 henri (H), kui voolutugevuse muutus 1 amper sekundis tekitab elektromotoorse jõu 1 volt.

706. Pikselöögi puhul põlevad mõnikord õige mitme meetri kaugusel läbi valgustusvõrgu kaitsekorgid ja tundlikud elektri-mõõteriistad. Kuidas seda seletada?

707. Pooli (P) raudsüdamikule (S) on asetatud alumiiniumist rõngas (R). Kui lasta poolist läbi vahelduvvool, lendab rõngas südamiku otsast ära. Seletada seda nähtust Lenzi reegli põhjal.

708. Takistuskastides (reostaatides) mähitakse takistustraadid bifilaarselt, s. o. kahekorra panduna. Mispolest on see kasulik?

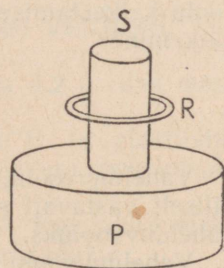
709. Raudteerong sõidab lõunast põhja, näiteks Viljandist Olustverre. Kõik vaguniteljed lõikavad seejuures Maa magnetivälja tungjooni. Kummas telje otsas (lääne- või idapoolses) on potentsiaal suurem?

710. Kui auto sõidab läänest itta, siis lõikavad tema teljed Maa magnetivälja tungjooni. Kummas telje otsas (põhja- või lõunapoolses) on potentsiaal suurem?

Kuidas see potentsiaalide vahe oleneb kiirusest?

711. Sirge juht, mille pikkus on 0,5 m, liigub ühtlases 400 Oe tugevuses magnetiväljas kiirusega $6 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$, kusjuures liikumine toimub magnetiväljaga risti. Leida indutseeritud pinge juhi otste vahel.

712. Traatkontuur pindalaga 50 cm² asub magnetiväljas, mille



Joon. 7.

magnetiline induksioon on 4000 gaussi, olles seejuures asetatud nii, et induksioonijooned on risti kontuuri pinnaga. Leida selles kontuuris tekkinud keskmine indutseeritud emj, kui kontuur liigub 0,01 sek jooksul magnetiväljast välja.

713. Lennuki tiivaotste vaheline kaugus on 8 m ja ta lendab horisontaalselt kiirusega $360 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Leida tiivaotste vaheline pinge, kui Maa magnetivälja vertikaalkomponent on 0,5 Oe.

Mis näitab tiivaotste vahele lülitatud millivoltmeeter?

714*. Tuletada valemist (2) induktiivsuse ühiku henri nimetus.

715. Leida kahe pooli vastastikuse induksiooni koefitsient, kui voolutugevuse muutus 3 A 0,15 sek jooksul ühes neist tekitab teises emj 10 V.

716. Arvutada vooluahela induktiivsus, kui vool omas vooluahela sulgemisel maksimaalset tugevust 50 A 0,005 sek kestel ja indutseeritud ekstravoolu maksimaalne pinge oli 16 V.

717. Leida pooli endainduksiooni keskmine emj, kui selle pooli induktiivsus on 0,05 H ja kui 3 A tugevune vool kaob temas 0,1 sek jooksul.

718. Leida ekstravoolu pinge, kui ahela induktiivsus on 0,4 H ja 8 A tugevune vool kahaneb nullini 0,1 sek kestel.

719. Poolis, mille induktiivsus on 0,05 H, tekkis 10-amprise voolu katkestamisel ekstravoolu pinge 40 V. Kui kaua kestis voolu katkemine?

39. Vahelduvvool.

Vahelduvvoolu, mille suund, pinge ja tugevus muutuvad perioodiliselt vastavalt siinusfunktsioonile, nimetatakse sinusoidaalseks vahelduvvooluks.

Vahelduvvoolu hetkelised karakteristikud (i , u , n) väljenduvad valemitega

$$i = I_m \sin \omega t, \quad (1)$$

$$u = U_m \sin \omega t, \quad (2)$$

$$n = N_m \sin^2 \omega t, \quad (3)$$

kus indeksiga m on tähistatud vastavad maksimaalsed väärtused. Nende karakteristikute energetilised keskmised ehk efektiivväärtused (I , U , N) on

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,71 I_m, \quad (4)$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0,71 U_m, \quad (5)$$

$$N = IU = 0,5 N_m. \quad (6)$$

Faasinihke φ puhul väljendub efektiivne võimsus valemiga

$$N = IU \cos \varphi. \quad (7)$$

Kapatsiivne takistus

$$R_C = \frac{1}{\omega C}. \quad (8)$$

Induktiivne takistus

$$R_L = \omega L. \quad (9)$$

Kogutakistus ehk impedants

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}. \quad (10)$$

Seega Ohmi seadus väljendub vahelduvvoolu puhul üldjuhul:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}. \quad (11)$$

Voolutugevus I on maksimaalne, kui $R_L = R_C$, millest

$$T = 2\pi\sqrt{LC}. \quad (12)$$

Trafo puhul kehtib ligikaudne võrdus

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1}, \quad (13)$$

kus n_1 ja n_2 on vastavad keerdude arvud.

720. Leida vahelduvvoolu pinge maksimaalsed väärtused, kui efektiivväärtused on vastavalt 220 V ja 110 V.

721. Vahelduvvoolu maksimaalne tugevus on 4,2 A. Kui suur on sel juhul efektiivne voolutugevus?

722. Vahelduvvoolu efektiivne pinge on 200 V ja efektiivne tugevus 3,5 A. Leida võimsuse, pinge ja voolutugevuse maksimaalsed väärtused.

723. Isolaator on arvestatud pingele 3000 V. Kui suure efektiivse pingega vahelduvvoolu võib sel juhul kasutada?

724*. Kondensaator, mille mahtuvus on 3,2 μF , on lülitatud vahelduvvoolu ahelasse, kusjuures voolu sagedus on 50 Hz. Leida selle kondensaatori mahtuvuslik takistus.

725. Kui suure mahtuvusega kondensaator on üheväärne oomilise takistusega 500 oomi, kui vahelduvvoolu sagedus on 50 Hz?

726. Kui suurele oomilisele takistusele vastab pooli endainduktsioon 0,5 H, kui voolu sagedus on 50 Hz?

727. Kui suure mahtuvusega on takistuse suhtes üheväärne endainduktsioon $L=2$ H, kui $T=10^{-6}$ sek?

728*. Pooli, mille endainduktsioon on 9 H, läbib vahelduvvoolu sagedusega 50 Hz. Määrata pooli läbiva voolu tugevus, kui pooli otste vaheline pinge on 300 V.

729. Vahelduvvoolu ahelasse pingega 200 V ja sagedusega 50 Hz on järjestikku lülitatud hõõglamp takistusega 400 oomi ja kondensaator mahtuvusega 5 μF . Leida voolutugevus.

730. Vahelduvvoolu ahelasse sagedusega 50 Hz ja pingega 440 V on järjestikku lülitatud hõõglamp ja kondensaator. Kui suur

peab olema kondensaatori mahtuvus, kui lamp on arvestatud pingele 110 V ja voolutugevusele 0,5 A?

731. Pooli oomilise takistusega 120 oomi ja sellega järjestikku ühendatud kondensaatorit mahtuvusega $10 \mu\text{F}$ läbib vahelduvvool, mille tugevus on 1 A. Määrata pooli induktiivsus, kui ahela otste vaheline pinge on 120 V ja voolu sagedus 50 Hz.

732. Pooli (drosselit), mille induktiivsus on 0,1 H, läbib pinge 110 V puhul vool tugevusega 2 A. Leida pooli oomiline takistus ja voolu tegev võimsus, kui voolu periood on 0,02 sek.

733. Elektromagnetit, mille induktiivsus on 2 H ja oomiline takistus 20 oomi, läbib vahelduvvool sagedusega 50 Hz ja maksimaalse pingega 200 V. Leida elektromagnetile rakendatud võimsus.

734. Pooli oomiline takistus on 0,8 oomi ja induktiivsus 50 mH. Määrata efektiivne voolutugevus poolis, kui vahelduvvoolu efektiivne pinge on 110 volti ja sagedus 60 Hz.

735. Arvutada kellatrafo ülekandearv, kui selle trafo linna valgustusvõrku (220 V) lülitamisel saadakse sekundaarmähisest pinge 5 V.

736. Trafo primaarmähis koosneb 500, sekundaarmähis 5000 keerust. Leida sekundaarmähise pinge ja voolutugevus, kui primaarmähise pinge on 110 V ja trafo üldine võimsus 11 kW.

40. Elektrolüüs.

Elektrolüüsil eraldunud ainehulk (m) on määratud (milligrammides) Faraday kahe seadusega:

$$m = kq = kIt \quad \text{ja} \quad (1)$$

$$m = 0,01036 \frac{A}{n} q, \quad (2)$$

kus k on elektrokeemiline ekvivalent, näiteks Ag puhul $k = 1,118 \frac{\text{mg}}{\text{C}}$, A — aatomkaal ja n — valents.

737. Määrata valemi (2) põhjal, mitu kulonit elektrit on tarvis, et saada elektrolüüsi teel üks gramm-ekvivalent ainet, s. o. nii mitu grammi ainet, kui suur on selle aine keemiline ekvivalent $\left(\frac{A}{n}\right)$.

738. Vool, mille tugevus on 3 A, läbib 15 min jooksul AgNO_3 -lahust. Kui palju eraldub hõbedat?

739. Kui kaua tuleb hõbenitraadist (AgNO_3) 4-amprist voolu läbi lasta, et eralduks 5 g hõbedat?

740. Mitu grammi HCl saab lagundada 3-amprise vooluga 20 min jooksul? Kui palju eraldub seejuures vesinikku?

741. Mitu milligrammi NaCl lagundab 2 A tugevune vool 5 min jooksul?

742. Kui tugev vool eraldab 10 min jooksul CuSO_4 -lahusest 2 g vaske?

743. Ampermeeter on järjestikku lülitatud voltameetriga, milles

10 min jooksul eraldus 0,316 g vaske. Mis pidi näitama ampermeeter ja missugune parandus tuleks teha, kui ampermeeter näitas 1,5 A?

744*. Galvanoplastika leiutaja B. S. Jakobi kasutas elektrivoolu tugevuse ühikuna voolu, mis tekitab vee lagundamisel 1 min jooksul 1 cm³ paurgaasi (normaaltingimustel). Väljendada see ühik amprites.

745. Mitu kulonit elektrit kulub klaasitäie vee (200 cm³) lagundamiseks? Kui kaua tuleb selleks veest läbi lasta 5-amprist voolu?

746. Leclanché elemendis lahustus 1 tunni jooksul 0,8 g tsinki. Arvutada voolutugevus.

747. Nikeldamisel kasutatakse voolu, mille tihedus on 0,4 A nikeldatava pinna iga dm² kohta. Kui palju kulub aega 0,05 mm paksuse niklikihi saamiseks?

748. Lusikate hõbetamisel lasti 1,8 A tugevust voolu 5 tunni jooksul läbi hõbedasoola-lahuse. Kui paks kiht hõbedat sadestus lusikaile, kui katoodiks olid 12 lusikat, igaüks pindalaga 50 cm²?

749. Võrdne elektrihulk voolab läbi HCl- ja H₂SO₄-lahuse. Missuguses kaaluvahekorras on a) eraldunud vesiniku hulgad; b) elektrolüüsil lagunenud soolhape ja väävelhape hulgad?

750. Arvutada hõbeda elektrokeemilisest ekvivalentist 2-valentse tsiingi elektrokeemiline ekvivalent.

751. CuSO₄ elektrolüüsimisel eraldus katoodil 32,94 mg vaske. Leida vase-iooni mass.

752. Mitu kWh elektrienergiat kulub 1 tonni puhta alumiiniumi saamiseks Al₂O₃-st (boksiidist), kui vastava seadme kasutegur on 70% ja töötamispinge 5 V?

753. Kogu maailma alumiiniumitoodang oli 1929. aastal ~ 277 000 t, mis kõik saadi elektrolüüsi teel. Kui suur aasta keskmine voolutugevus on tarvilik selle alumiiniumihulga saamiseks, kui seadme keskmine kasutegur on ~ 70%?

V. OPTIKA.

41. Võnkumised ja lained.

Periood (T), sagedus (ν), lainepikkus (λ) ja laine levimiskiirus (v) on seotud valemitega

$$\nu T = 1 \text{ ja} \quad (1)$$

$$\nu \lambda = v. \quad (2)$$

Elektromagnetilise võnkumise omavõnkeperiood (T) võnkekontuuris on määratud valemiga

$$T = 2\pi \sqrt{LC}, \quad (3)$$

kus L on võnkekontuuri lülitatud induktiivsus ja C — mahtvus.

754. Määrata normaal-la-le vastav hääle lainepikkus õhus, kui hääle kiirus õhus on $340 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ ja normaal-la sagedus 440 Hz.

755. Leida hääle lainepikkus sagedustel 20 ja 20 000 Hz õhus ($\nu = 340 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$), vees ($\nu = 1400 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$) ja alumiiniumis ($\nu = 5100 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$).

756. Bakuu—Batumi õlijuhtme pikkus on 854 km. Kui kiiresti jõuab rõhuline Bakuust Batumi, kui ta levib õlis kiirusega $1,4 \frac{\text{km}}{\text{sek}}$?

Kui palju aega kulub õli liikumiseks Bakuust Batumi, kui tema kiirus on $5 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$?

757. Määrata ultrahääle lainepikkus vees ($\nu = 1400 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$) ja rauas ($\nu = 5000 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$), kui sagedus on 10^6 Hz.

Mispärast on ultrahääle rakendamisel, näiteks defektoskoopias, oluline, et lainepikkus oleks väike?

758. Nahkhiired kasutavad pimedas lendamisel orienteerumiseks ultrahäält, mida nad tekitavad erilise organi abil. Ultrahääli peegeldub lennupiirkonnas olevatelt tõketelt, võetakse vastu nahkhiire poolt ja võimaldab seega orienteerumist tõkete vahelises ruumis. Leida selle ultrahääle lainepikkus, kui tema sagedus on $55 \cdot 10^3$ Hz.

759. Kui suur lainepikkus vastab vahelduvvoolule, mille sagedus on 50 Hz?

760. Saatejaama lainepikkus on 410 m. Leida võnkesagedus ja -periood.

761. Leida valguse lainepikkusele $\lambda = 556 \text{ m}\mu$ (kollakasroheline valgus, mille suhtes silm on kõige tundlikum) vastav sagedus.

762. Võnkeahela mahtuvus $C = 0,001 \mu\text{F}$ ja induktiivsus $L = 0,0001 \text{ H}$. Leida võnkeperiood, -sagedus ja lainepikkus.

763. Võnkeahel koosneb kondensaatorist, mille mahtuvus on 450 cm, ja induktiivsusest 0,005 H. Missugusele lainepikkusele on see võnkeahel häälestatud?

764. Raadiovastuvõtja on häälestatud lainepikkusele 1724 m. Kui suur on häälestusahela pooli induktiivsus, kui kondensaatori mahtuvus on resonantsi korral 387 cm?

765. Võnkeahela mahtuvus on 0,5 μF . Kui suure induktiivsusega pooli tuleb selles võnkeahelas kasutada, et saada elektrivõnkeid sagedusega 3500 Hz?

766. Matemaatiline pendel, mille mass on 20 g ja pikkus 80 cm, võngub amplituudiga 3 cm. Leida võnkumise süsteemi koguenergia.

42. Valguse levimine. Fotomeetria.

Ühtlases keskkonnas levib valgus sirgjooneliselt. Vaakuumis on valguse levimiskiirus $3 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$.

Valgusallika valgustugevuse ühikuks on rahvusvaheline küünal (rk), mis võrdub $\frac{1}{60}$ -ga absoluutselt musta keha pinna 1 cm^2 valguskiirgusest puhta plaatina tahkumistemperatuuril (2046°K).

Antud pinda läbiva valgusvoo (Φ) all mõeldakse 1 sekundis läbi selle pinna voolava valgusenergia hulka.

Valgusvoo ühikuks on luumen (lm), s. o. ühtlane valgusvoog, mida 1 rk kiirgab ühte ruumjurgauhikusse.

Valgusallika valgustugevuseks antud suunas nimetatakse ühte ruuminurgauhikusse langenud valgusvoolu selles suunas:

$$I = \frac{\Delta\Phi}{\Delta\omega} \quad (1)$$

Pinna valgustustugevust (E) iseloomustab ühele pinnaühikule langev valgusvoog, s. o.

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta S} \quad (2)$$

Pinna valgustustugevuse ühikuteks on fott (ph) ja luks (lx):

$$1 \text{ ph} = 1 \frac{\text{lm}}{\text{cm}^2}; \quad 1 \text{ lx} = 1 \frac{\text{lm}}{\text{m}^2}.$$

$$E = \frac{I \cos \alpha}{r^2}, \quad (3)$$

kus I on valgusallika valgustugevus rahvusvahelistes küünaldes ja antud suunas, r — pinna kaugus valgusallikast, α — nurk, mille all valguskiired langevad pinnale. E väljendub luksides, kui I on anfuud rk-des ja r — meetrites.

Valgusallika pindheledust (B) mõõdetakse stilbides (sb). Stilb on pindheledus, mille puhul 1 cm² pinda kiirgab risti pinnaga 1 rk tugevuselt, s. o.

$$1 \text{ sb} = 1 \frac{\text{rk}}{\text{cm}^2}.$$

767. Kui kaugele ulatub Maa täisvarju koonus ja kui suur on selle läbimõõt Kuu kaugusel?

Maa raadiuseks võtta 6400 km, Päikese raadiuseks — 700 000 km, Päikese kauguseks Maast — $150 \cdot 10^6$ km ja Kuu kauguseks Maast — $384 \cdot 10^3$ km.

768. Määrata Päikese kiirguse suhteline tugevus Merkuuril, Veenusel, Maal, Marsil, Jupiteril ja Plutol, kui nende suhtelised kaugused Päikesest on 0,4; 0,7; 1; 1,5; 5,2 ja 40.

769. Valgusallikas asub ekraanist 4 m kaugusel. Kui kaugele ekraanist tuleb asetada sama valgusallikas, et ekraan oleks valgustatud kaks korda tugevamini?

770. Gloobusel, mille diameeter on 30 cm, on joonega piiratud pinnaosa 1 dm². Kui suur ruuminurk, mille tipp on kera keskpunktis, vastab joonega piiratud pindalale?

771. Kui tugevat valgusvoogu kiirgab valgusallikas, mille valgustugevus on 100 rk?

772. Valgusallikas kiirgab valgusvoogu 125,6 lm. Leida selle valgusallika valgustugevus.

773. Inimene vaatleb 2 m kauguselt 25-küünlast lampi. Kui tugev valgusvoog langeb silma, kui silmatera läbimõõt on 5 mm?

774. Näidata, et 1-meetrise raadiusega kera tsentrisse asetatud valgusallikas, mille valgustugevus on 1 rk, valgustab kera sisepinda tugevusega 1 lx.

775. Valgusallikas, mille valgustugevus on 150 rk, ripub laua kohal 1,5 m lauast kõrgemal. Leida laua maksimaalne valgustustugevus luksides.

776. Diapositiivi joonise pikkus on 6 cm, selle projektsiooni pikkus ekraanil 1,8 m. Kui suur (vähemalt!) peab olema diapositiivi valgustustugevus, et saavutada ekraani pinnal valgustustugevust 5 lx?

777. Päikese suurim kõrgus horisondist on Tartus 55°4', väikseim — 8°11'. Mitu korda on rõhtpinna valgustustugevus Päikese suurima kõrguse puhul (suvine pööripäev) Tartus suurem kui väikseima kõrguse puhul (talvine pööripäev) eeldusel, et atmo-

sfäär ei mõjuta kiirguse suurust? Kuidas atmosfäär mõjutab seda suhet?

778. Valgusallikas (lamp), mille valgustugevus on 40 rk, on 30 cm lauast kõrgemal. Kui suur on 60 cm valgusallikast eemal laual oleva raamatu valgustustugevus?

779. Kaks valgusallikat — 50 küünalt ja 200 küünalt — on teineteisest 1,5 m kaugusel. Leida nende vahel punkt, mida mõlemad valgusallikad valgustavad ühetugevuselt.

780. Tänav valgustamiseks kasutatavad 500-küünlased lambid ripuvad 5 m kõrgusel tänavapinnast ja 50 m kaugusel üksteisest. Leida tänavapinna minimaalne valgustustugevus luksides laternate joonel.

781. Tänav valgustamiseks kasutatakse 500-küünlase lampe, mis on riputatud tänavapinnast 5 m kõrgusele. Kui kaugele tuleb lambid üksteisest asetada, et tänavapinna valgustustugevus oleks kahe lambi vahekauguse keskkohal 0,5 lx?

782. Pildistamisel valgustatakse eset 500-vatise lambiga 2 m kauguselt. Kuidas tuleks eelmise juhuga võrreldes valida säritusaeg, et film saaks niisama palju valgust, kui valgustamine toimub 1000-vatise lambiga 4 m kauguselt?

783. Raamatu pinna normaalseks valgustustugevuseks loetakse 50 lx. Kui kõrgele lauast tuleb asetada 40-küünlane lamp, et otse lambi all oleks laua pinna valgustustugevus 50 lx?

784. Elektripirn, mille võimsus on 40 W, annab valgusvoogu 42 Dlm. Leida selle pirni valgustugevus rk-des. Määrata sama pirni kasutegur, kui valgusvoog 1 lm omab võimsust 0,0016 W ($\lambda = 555 \text{ m}\mu$ puhul).

785. Valgele paberilehele, mille pindala on 600 cm^2 , langeb valgusvoog 1500 lm. Määrata selle paberilehe pinna keskmine valgustustugevus ja pindheledus, kui tema peegelduskoeffitsient on 0,7.

786. Leida Päikese valgustugevus Maalt vaadatuna, kui Päikese pindheledus on 10^5 sb ja läbimõõt $1,4 \cdot 10^6 \text{ km}$.

Kui tugevasti valgustaksid päikesekiired neile Maal risti vastu asetatud ekraani eeldusel, et õhkkond ei vähenda Päikese kiirguse intensiivsust?

43. Valguse peegeldumine. Sfäärilised peeglid.

Peegeldumisel on langemisenurk alati võrdne peegeldumisenurgaga. Sfäärilise nõguspeegli puhul on valguspunkti või eseme (a), kujutise (k) ja peafookuse (f) kaugused peeglist seotud valemiga

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f}. \quad (1)$$

Kumerpeegli puhul on k ja f negatiivsed, sest nõguspeegliiga võrreldes on nad vastupidi suunatud.

Peegli kõverusraadius $r = 2f$.

Sfäärilise peegli optilist tugevust dioptriases mõõdab meetrites väljendatud fookuskauguse pöördväärtus, s. o.

$$D = \frac{1}{f}. \quad (2)$$

787. Tõestada geomeetriselt, et peegeldumisel kehtib nn. Fermat' printsiip, s. o. et peegeldumisel läbib valguskiir kõige lühema tee.

788. Missugune oluline vahe on tõelise ja näilise kujutise ehk ebakujutise vahel?

789. Kas kujutis tasandpeeglis on kujutist andva esemega täiesti sarnane? Vastata sama küsimus tõelise kujutise kohta.

790. Tõestada, et peegli pöördumisel nurga α võrra pöördub peegeldunud kiir 2α võrra.

791. Kui kõrge vähemalt peab olema vertikaalselt seinale asetatud tasandpeegel, et vaatleja saaks ennast temas täies ulatuses näha? Kui kõrgele põrandast tuleb see peegel asetada? Kas otsitav peegli suurus oleneb vaatleja kaugusest peeglist?

792. Kummal juhul on tarvis suuremat tasandpeeglit, et ennast temas täies ulatuses näha: kas siis, kui peegel on seinal vertikaalselt, või siis, kui ta on kaldu?

793. Valguspunkt asetseb kahe nurgeti asetatud peegli vahel. Leida kõigi sel teel saadud kujutiste geomeetiline koht.

794. Kuidas tuleb hoida tasandpeeglit heliograafilisel signaalseerimisel, kui Päike asub läänes 30° kõrgusel horisondist ja valgussignaaliid on tarvis juhtida otse itta?

795. Päike on 40° kõrgusel horisondist. Missuguse nurga all horisondi suhtes peab asetsema tasandpeegel päikesekiirte juhtimiseks kaevu põhja?

796*. Missugune muutus toimub sfäärilise peegli abil saadud kujutises, kui osa peegli pinnast kinni katta või kui peegli pinnast osa puudub?

797. Kui kaugemale nõguspeeglist, mille kõverusraadius $r=12$ cm, tuleb asetada ese, et kujutise kaugus $k=24$ cm?

798. Nõguspeegel annab 2,4 m kaugusel olevast esemest kujutise 80 cm kaugusel. Leida peegli kõverusraadius.

799*. Künäal on ekraanist 50 cm kaugusel. Kui kaugemale ekraanist tuleb asetada nõguspeegel, mille kõverusraadius on 120 cm, et saada ekraanil künäla teravat kujutist?

800. Valgustatud ese, mille kõrgus on 6 cm, asetseb 24 cm kaugusel nõguspeegli ees. Leida kujutise asukoht ja suurus, kui nõguspeegli $f=18$ cm.

801. Kui suure läbimõõduga kujutise Päikesest annab nõguspeegel, mille kõverusraadius on 10 m, kui Päikese nurkraadius on $16'$?

802. Kumerpeegli kõverusraadius on 30 cm. Ese asub peeglist 1 m kaugusel. Kui kaugel peeglist tekib ebakujutis?

803. Kui kaugele kumerpeeglist, mille kõverusraadius on 1,5 m, tuleb asetada ese, et selle ebakujutis tekiks 1 m kaugusel peeglist?

804. Leida nõguspeegli optiline tugevus, kui 2 m kaugusel olev ese annab kujutise 50 cm kaugusel peeglist.

44. Valguse murdumine. Sfäärilised läätsed.

Valguse murdumisel on langemis- ja murdumisnurga siinuste suhe kahe antud keskkonna puhul konstantne ning seda nimetatakse selle keskkonna murdumisnäitajaks, kuhu kiir läheb, selle keskkonna suhtes, kust kiir tuleb.

Keskkonna murdumisnäitajat vaakuumi suhtes nimetatakse selle keskkonna absoluutseks murdumisnäitajaks.

Sfäärilise läätse fookusekaugus (f) on määratud valemiga

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right), \quad (1)$$

kus n on läätse aine murdumisnäitaja ja r_1 ning r_2 — läätse kõverusraadiused.

Kumerläätsede valemis

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{k} = \frac{1}{f} \quad (2)$$

on a eseme ja k — kujutise kaugus läätsest.

Nõgusläätsede puhul tuleb k ja f võtta negatiivsetena.

Kujutise joonsuurendus (s) võrdub kujutise kauguse (k) ja eseme kauguse (a) suhtega, s. o.

$$s = \frac{k}{a} = \frac{f}{a-f}. \quad (3)$$

Läätsede optiline tugevus dioptrias (D) võrdub meetrites mõõdetud fookusekauguse pöördväärtusega:

$$D = \frac{1}{f}. \quad (4)$$

805. Valguse üleminekul veest õhku on langemisnurk 50° . Kui suur on murdumisnurk?

806. Karedapinnaline (matt) klaas muutub bensiinis läbipaistvaks. Kuidas seda nähtust seletada?

Mis toimub, kui bensiin asendada veega?

807. Leida kivisoola täieliku sisepeegeldumise piirnurk, kui kivisoola murdumisnäitaja on 1,55.

808. Kui suur on täieliku sisepeegeldumise piirnurk glütseriinis ($n=1,47$)?

809. Piirituse täieliku sisepeegeldumise piirnurk on $47^\circ 25'$. Arvutada piirituse murdumisnäitaja.

810. Missuguses ruuminurgas (koonuses) näeb kala ülalpool veepinda olevat «maailma»?

811. Tõestada, et läbipaistvas keskkonnas, näiteks vees, olevad esemed paistavad vertikaalselt vaadates olevat umbes n korda pinnale lähemal kui tegelikult, kui n on selle keskkonna murdumisnäitaja.

812. Valguskiir langeb 3 cm paksusele üliraskest flintklaasist ($n=1,9$) tasandparalleelsele plaadile 75° -se nurga all. Arvutada plaati läbinud kiire nihe langeva kiire suhtes.

813*. Näidata, et sümmeetrilise klaasläätse fookusekaugus võrdub läätse kõverusraadiusega, kui läätse aine murdumisnäitaja on 1,5.

Kuidas muutub läätse fookusekaugus läätse aine murdumisnäitaja suurenemisel?

814. Määrata kaksikkumera klaasläätse fookusekaugus, kui klaasi murdumisnäitaja on 1,56 ja läätse kõverusraadiused vastavalt 200 cm ja 250 cm.

815. Kas sfäärilise läätse fookusekaugused on mõlemal pool läätse ühesugused ka sel juhul, kui kõverusraadiused on erinevad?

816. Mispoolest muutub läätse poolt tekitatud kujutis, kui osa läätsest kinni katta või kui läätisel on tükk küljest ära?

817. Kumerläätse fookusekaugus on 20 cm. Kui kaugule läätsest tuleb paigutada ese, et saada 5 korda suurendatud ebakujutist?

818. Küünla kaugus ekraanist on 72 cm. Kuhu tuleb paigutada kumerlääts, mille fookusekaugus on 16 cm, et saada ekraanil küünlast teravat kujutist?

819. Missugune lääts annab esemest 10 korda vähendatud tõelise kujutise 30 cm kaugusel läätsest?

820. Leida graafiliselt ja arvutada 5 cm kaugusel läätsest optilise peateljega risti asetatud 2 cm kõrguse eseme kujutise kõrgus, kui läätse $f=3$ cm.

821. Eseme kõrgus on 10 cm, selle eseme kujutise kõrgus läätsest 5,6 m kaugusel asuval ekraanil aga 2,5 m. Leida läätse fookusekaugus.

822. Küünla ja ekraani vaheline kaugus on 120 cm. Kui kaugule küünlast tuleb paigutada lääts, mis annab ekraanil küünlast 5 korda suurendatud kujutise? Kui suur on selle läätse fookusekaugus?

823. Diapositiivi mõõtmed on 6 cm ja 8 cm, tema kujutise pindala ekraanil aga $2,4 \text{ m}^2$. Leida kujutise joonsuurendus. Mitu korda on kujutise pinnavalgustus ekraanil nõrgem diapositiivi pinnavalgustusest?

824. Läätse optiline tugevus on +5 dioptriat. Vedelikus on sama läätse optiline tugevus -1 dioptriat. Määrata selle vedeliku murdumisnäitaja, kui läätse murdumisnäitaja on 1,5.

825. Kui suure optilise tugevusega lääts annab esemest 10 korda suurendatud (vähendatud) tõelise kujutise 30 cm kaugusel läätsest?

826. Punktitaoline valgusallikas 15 rk asetseb 30 cm kaugusel

läätest, mille fookusekaugus on 20 cm. Teisel pool läätest 80 cm kaugusel asetseb ekraan, millel läätest läbinud valgus tekitab valgustatud ringi. Määrata selle ringi keskmine valgustugevus, kui läätest diameeter on 6 cm. Valguse neeldumist läästes mitte arvestada.

45. Silm ja nägemine. Optilised riistad.

Luubi suurendus

$$s = \frac{p}{f} + 1, \quad (1)$$

kus p on vaatleja silma parima nägemise kaugus ja f — luubi fookusekaugus.

Mikroskoobi suurendus

$$s = \frac{p \Delta}{f_1 f_2} = s_{obj} s_{ok}. \quad (2)$$

Siin on Δ mikroskoobi optiline pikkus ning f_1 ja f_2 vst. objektiivi ja okulaari fookusekaugused.

Mikroskoobi lahutusvõime

$$\frac{1}{\delta} = \frac{n \sin \frac{\alpha}{2}}{\lambda}, \quad (3)$$

kus δ on kahe punkti vaheline minimaalne kaugus juhul, kui neid punkte saab veel mikroskoobi abil teineteisest eraldada, n — vaadeldava preparaadi ja objektiivi vahelise keskkonna murdumisnäitaja, α — nurk vaadeldavast punktist objektiivi pääsevate äärmiste kiirte vahel, nn. apertuurnurk, ja λ — kasutatava valguse lainepikkus.

Teleskoobi suurendus

$$s = \frac{f_{obj.}}{f_{ok}}. \quad (4)$$

Objektiivi valgusjõu all mõeldakse objektiivi läbimõõdu ja fookusekauguse suhet.

827. Kui suure vaatenurga all paistab 1 cm 30 m kauguselt (parima nägemise — 25 cm — kauguselt) vaadatuna?

828. Kui kaugelt vaadates paistab meile juuksekarva jämedus (50 μ) 1'-se nurga all?

829. Kui suurelt kauguselt paistaks meile Päike valgustäpina nagu kinnistäht?

830. Kui kaugel silmast katab kopikane münt ($d=1,5$ cm) Päikese?

831*. Mis värvi on infrapunased, ultravioletsed ja katoodkiired?

832. Silma võrkkest sisaldab kaht liiki valgustundlikke näge-

misrakke (kepikesi ja kolvikesi), mis on ühenduses nägemisnärvi-
viga. Silm on võimeline kaht valguspunkti lahus nägema, kui
nende kujutised tekivad võrkkesta eri nägemisrakkudel. Arvutada
vaatenurga minimaalne suurus (minutites) kahe valguspunkti
lahus nägemisel, kui silma optilise tsentri kaugus võrkkestast on
15 mm ja nägemisraku läbimõõt on $4,5 \mu$.

833. Arvutada väikseim kahe punkti vaheline kaugus 25 cm
kaugusel silmasta (parima nägemise kaugusel) juhul, kui neid
punkte on veel võimalik lahus näha.

Kellel on suurema lahutusvõimega silm — kas lühi- või kaug-
nägijal?

834*. Lühinägija parima nägemise kaugus (ilma prillideta) on
12 cm, prillidega — 30 cm. Leida prilliklaasi optiline tugevus
dioptriates.

835. Prilliklaasi murdumisnäitaja on 1,6 ja optiline tugevus
6 dioptriati. Kui suur on sama klaasi optiline tugevus vees eeldusel,
et silma fookusekaugus ei muutu?

836. Lühinägija kannab prille optilise tugevusega $-1,5$ dioptri-
at. Missuguseid prille tuleks tal kanda oma nägemise samal
määral korrigeerimiseks vees vaatamisel, kui prilliklaasi murdu-
misnäitaja on 1,6?

837*. Fotoaparaadi fookusekaugus on 40 mm. Missuguse mak-
simaalse säritusajaga saab teha ülesvõtet 2 km eemal olevast
autost, mis liigub risti vaatesihiga ja kiirusega $54 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, eeldusel, et
kujutis fotoplaadil ei nihkuks üle 1μ ?

838. Projektsioonilaterna objektiivil fookusekaugus on 20 cm.
Kui kaugele objektiivist tuleb asetada diapositiiv, mille mõõtmed
on 6×8 cm, et saada ekraanil kujutist suurusega $1,5 \times 2$ m?

839*. Kumb näeb läbi sama luubi asju suurematena: kas lühi-
või kaugnägelik vaatleja?

840. Luubi fookusekaugus on 5 cm. Leida selle luubi suuren-
dus, kui parima nägemise kauguseks on 25 cm.

Määrata selle luubi optiline tugevus dioptriates.

841. Luubi optiline tugevus on 8 dioptriati. Missuguse suuren-
duse annab see luup normaalsilma puhul?

842. Kui suure fookusekaugusega luup suurendab 6 korda, kui
parima nägemise kaugus on 30 cm?

Kui suur on selle luubi optiline tugevus?

843. Luup suurendab 5 korda. Kui suur on selle luubi optiline
tugevus dioptriates?

844*. Kuidas oleks võimalik mikroskoobi abil saadavat kujutist
pildistada?

845. Näidata valemi (3) abil, et mikroskoobi lahutusvõime
suureneb kasutatava valguse lainepikkuse vähenemisega.

Kas ja kuidas on võimalik kasutada ultravioletseid kiiri mik-
roskoobi lahutusvõime suurendamiseks?

846. Näidata valemi (3) abil, et kahe mikroskoobis veel teineteisest eraldatava punkti vaheline kaugus võrdub suurusjärgult kasutatava valguse lainepikkusega.

847. Leida mikroskoobi suurendus, kui objektiivi fookusekaugus on 5 mm, okulaari fookusekaugus 3,9 cm, vaatleja parima nägemise kaugus 20 cm ja mikroskoobi optiline pikkus 25 cm.

848. Mikroskoobi objektiivi optiline tugevus $D=500$ dioptriat. Kui suur on sellise objektiivi fookusekaugus?

849*. On kasutada kaks kumerlääts fookusekaugustega vastavalt 3 cm ja 30 cm. Kas ja kuidas saab neist läätsedest ehitada pikksilma? Missugune oleks selle pikksilma suurendus ja ligikaudne pikkus?

850. Tartu Tähetorni Fraunhoferi refraktori objektiivi läbimõõt on 24 cm ja fookusekaugus 450 cm. Missugune on teleskoobi suurendus, kui okulaari fookusekaugus on 4,5 cm (2,5 cm; 4,5 mm)? Kui suure läbimõõduga tõelise kujutise annab see objektiiv Päikesest?

851. Tartu Tähetorni ühe refraktori objektiivi läbimõõt on 20 cm ja fookusekaugus 360 cm. Kui suure läbimõõduga tõelise kujutise annab see refraktor Päikesest ja kui suur on tema objektiivi valgusjõud?

852. Kui suure läbimõõduga kujutise annaks Tartu Tähetorni Fraunhoferi refraktor Päikesest, kui see asuks meile lähima tähe (α Centauri) kaugusel (4,3 valgusaastat ehk 271 000 astronoomilist ühikut)?

46. Laineoptika.

Valguse kiirus mõnes keskkonnas (v) on seotud tema lainepikkusega selles keskkonnas (λ) ja sagedusega (ν) järgmise võrrandiga:

$$v\lambda = v. \quad (1)$$

Valguse kiirus vaakuumis $c = 3 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$.

Keskkonna murdumisnäitaja (n) mõne teise keskkonna suhtes võrdub valguse kiirusega keskkonnas, kust valgus tuleb (v_1), mis on jagatud valguse kiirusega keskkonnas, kuhu valgus läheb (v_2), s. o.

$$n = \frac{v_1}{v_2}. \quad (2)$$

Difraktsioonivõret läbiva valguse kõrvalekaldumine oma esialgsest sihist on määratud valemiga

$$n\lambda = d \sin \alpha_n, \quad (3)$$

kus n on kõrvalekaldunud valgusribade järjekorranumber ehk spektrijärk, λ — kasutatava valguse lainepikkus, d — võrekonstant ja a_n — vastav nurk.

Peegeldunud kiire kõige täielikuma (optimaalse) polariseerumise puhul

$$\tan \alpha = n, \quad (4)$$

kus α on kiire langemisnurk ja n — peegeldava keskkonna murdumisnäitaja (Brewster'i seadus).

853. Elektromagnetiliste lainete avastajal H. Hertz'il õnnestus tekitada elektromagnetilisi laineid pikkusega $\lambda = 60$ cm; vene füüsik P. N. Lebedev sai 6 cm ja nõukogude füüsik Glagoleva-Arkadjeva koguni 0,1 mm pikkusi laineid. Arvutada neile lainepikkustele vastavad sagedused ja perioodid.

854. Inimese silm on kõige tundlikum valgusele, mille lainepikkus $\lambda = 556$ m μ (roheline piirkond). Arvutada selle valguse sagedus ja periood.

855. Kui suur lainepikkus on elektromagnetilistel lainetel, mida kiirgab vahelduvvool sagedusega 50 Hz?

856*. Monokromaatse valguse lainepikkus on vaakuumis 556 m μ . Leida sama valguse lainepikkus vees.

857. Naatriumileegi kollasele joonele vastav lainepikkus on vaakuumis 589 m μ . Leida sama valguse lainepikkus klaasis ja teemandis.

858. Punane valguskiir, mille sagedus on $4 \cdot 10^{14}$ Hz, kulgeb vaakuumist klaasi. Mitme ongströmi võrra muutub seejuures valguse lainepikkus?

859. Punaste kiirte lainepikkus vees võrdub roheliste kiirte lainepikkusega õhus. Kas punased kiired paistavad seetõttu vees rohelistena?

860. Nõukogude füüsik P. A. Tšerenkov avastas 1934. aastal eksperimentaalselt, et kui elektron liigub mõnes vedelikus kiirusega, mis on suurem valguse faasikiirusest selles vedelikus, siis ta kiirgab. Leida elektroni minimaalne liikumiskiirus, mille puhul tekib nn. Tšerenkovi efekt, kui keskkonna murdumisnäitaja on 1,5.

861*. Kaks teineteisest 0,1 cm kaugusel olevat koherentset monokromaatset valgusallikat on ekraanist 2,5 m kaugusel. Määrata heledate interferentsiribade kaugus üksteisest ekraanil, kui kasutatava valguse lainepikkus on 0,5 μ .

862. Monokromaatse valguse läbiminekul kahe tasandparalleelse plaadi vahel olevast õhukiilust tekivad heledad ja tumedad interferentsiribad. Kuidas muutuvad nende ribade vahelised kaugused, kui õhukiil asendada veekiiluga?

863. Fotoobjektiivide valgusläbitavuse suurendamiseks kaetakse nad erilise läbipaistva aine väga õhukese kihiga (paksus $\frac{1}{4} \lambda$), kusjuures selle aine murdumisnäitaja peab olema väiksem objektiivide aine murdumisnäitajast. Sellised nn. «sinised» objektiivid

(kattekiht on sinakas) on valgusjõulisemad kui harilikud objektivid. Näidata, kuidas interfereeruvad kattekihi välis- ja sisepinnalt peegeldunud kiired.

Miks peab kattekihi murdumisnäitaja olema väiksem objektiivimurdumisnäitajast ja kihi paksus võrduma $\frac{1}{4} \lambda$ -ga?

864*. Kuidas muutub difraktsioonivõre mõju läbiva valguse hajumisele, kus asetada difraktsioonivõre vette?

865. Leida monokromaatse valguse lainepikkus, kui difraktsioonivõre, mille konstant on 5μ , tekitab kolmandat järku spektrite vahel nurga 30° .

866. Leida monokromaatse valguse lainepikkus, kui difraktsioonivõre, millel on 500 kriipsu 1 mm kohta, kallutab teist järku spektrit nurga $\frac{\pi}{8}$ rd võrra.

867. Difraktsioonivõrele, mille konstant on 0,01 mm, langeb monokromaatne kollane valgus lainepikkusega $\lambda = 589 \text{ m}\mu$. Misuguse nurga all painduvad kiired, mis moodustavad esimest, teist ja kolmandat järku spektreid?

868. Määrata nurk teist järku valgusmaksimumide vahel lainepikkuse puhul 5560 \AA , kui difraktsioonivõrel on 100 kriipsu 1 mm kohta.

869. Määrata difraktsioonivõre konstant, kui nurk kolmandat järku spektrite vahel on liitiumi punase kiire puhul ($\lambda = 6708 \text{ \AA}$) 8° .

870*. Tõestada, et peegeldunud kiire optimaalse polariseerumise puhul on peegeldunud ja keskkonda murdunud kiirte vaheliseks nurgaks täisnurk.

871. Arvutada optimaalse polarisatsiooni langemisnurk valguse peegeldumisel veepinnalt.

872. Valguskiired peegelduvad jää ja vee lahutuspinna. Leida optimaalse polarisatsiooni langemisnurk.

873. Suhkrulahuse eripöörang on naatriumi kollase leegi puhul $66,5^\circ$. Määrata suhkrulahuse kontsentratsioon, kui 20 cm paksuse lahusekihi puhul polarisatsioonitasand pöördub 30° võrra.

47. Kiirgusnähtused.

Kiirguskvandi energia

$$\varepsilon = h \nu, \quad (1)$$

kus $h = 6,62 \cdot 10^{-27} \text{ erg} \cdot \text{sek}$ on Planck'i konstant ja ν — võnkesagedus hertsides.

Stefan'i-Boltzmann'i seadus:

$$E = \sigma T^4. \quad (2)$$

Siin $\sigma = 5,74 \cdot 10^{-5} \frac{\text{erg}}{\text{sek cm}^2 \text{kr}^4}$.

Wien'i nihkeseadus:

$$\lambda_{max}T = \text{const.} \quad (3)$$

Kui λ_{max} on väljendatud μ -tes, siis on konstandi väärtuseks 2886 $\mu \cdot \text{kr}$.

Kui kiirgus langeb pinnale risti, siis täieliku peegeldumise korral väljendub kiirguse rõhk valemiga

$$p = \frac{2I}{c}, \quad (4)$$

kus I on ühes sekundis risti pinnale langenud energia hulk ja c — valguse kiirus.

Fotoefekti puhul kehtib seos

$$h\nu = \frac{mv^2}{2} + A, \quad (5)$$

kus $h\nu$ on pinnale langeva footoni energia, $\frac{mv^2}{2}$ — elektroni kineetiline energia ja A — väljumistöö.

874. Kui suure sagedusega kiirguskvandi energia on 10^9 eV?

875. Kui suur on lainepikkus, kui vastava kvandi energia on 3,3 eV?

876. Kui suure lainepikkuse puhul on footoni energia 10 eV?

877*. Mitu silma kõige suuremale tundlikkusele vastavat footonit ($\lambda = 556 \text{ m}\mu$) tuleb võtta, et nende koguenergia võrduks 1 ergiga?

878. Footoni $\lambda = 1 \text{ \AA}$ (röntgenikiirgus). Mitme sellise footoni energia võrdub 1 ergiga?

879. Röntgenikiirte lainepikkuste piirkonnaks loetakse 100 Å kuni 0,01 Å. Leida neile äärmistele lainepikkustele vastavad footonite energiad elektronvoltides.

880. Võttes ühikuks energiakvandi, mis vastab silma kõige suuremale tundlikkusele ($\lambda = 556 \text{ m}\mu$), määrata neis ühikuis järgmistele lainepikkustele vastavad energiakvandid: $\lambda_1 = 1500 \text{ m}$ (raadio pikklaine); $\lambda_2 = 25 \text{ m}$ (raadio lühilaine); $\lambda_3 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ cm}$ (ultravioletne kiirgus); $\lambda_4 = 1 \text{ \AA}$ (röntgenikiirgus) ja $\lambda_5 = 10 \text{ X}$ (γ -kiirgus).

881. Mitu footonit väljub ühes sekundis hõõglambi niidist, kui selle lambi võimsus on 40 W ja kiirguse keskmiseks sageduseks on $2,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$?

882. Mitu kcal energiat neelab üks mool ainet, kui iga molekul neelab ühe punase valguse ($\lambda = 660 \text{ m}\mu$) energiakvandi?

883. Monokromaatne valgusallikas võimsusega 40 W ja kasuteguriga 0,2% kiirgab rohelist valgust, mille lainepikkus on 5020 Å. Mitu valguskvanti kiirgab see valgusallikas sekundis?

884. Selleks, et inimese silmas tekiks valgusaisting, on maksimaalse tundlikkuse tingimustel tarvilik, et silmaterale langeks valgusvoog, mille võimsus on $2 \cdot 10^{-9} \frac{\text{erg}}{\text{sek}}$. Mitu footonit lainepikkusega $\lambda = 556 \text{ m}\mu$ on võimelised tekitama sellist efekti?

885*. Kui suure kasuteguriga töötab helioseade Päikese kiirgusele risti vastu asetatud pinnaga 10 m^2 , kui seadme võimsus on 3 kW , Päikese kiirguse intensiivsus aga $1,3 \frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \text{ min}}$?

886. Kiirgamise tõttu maailmaruumi kaotab Maa oma pinna igalt ruutmeetrilt $21,7 \text{ cal}$ energiat sekundis. Kui kõrge temperatuuriga absoluutselt must keha kiirgab niisama palju energiat?

887. Kui suure temperatuuri puhul on absoluutselt musta keha 1-ruutmeetrisel pinna kiirgamisvõimsus 1 kW ?

888. Määrata Päikese pinna kiirgamisvõimsus 1-ruutsentimeetrisel pinnalt W-des ja HJ-des, eeldades, et Päikese pinna temperatuur on 6000° K .

889. Wieni nihkeseaduse põhjal arvutada λ_{max} , mis vastab temperatuurile 3000° K .

Kas see lainepikkus kuulub spektri nähtavasse ossa?

890. Missuguse temperatuuri puhul $\lambda_{max} = 556 \text{ m}\mu$ (lainepikkus, mille suhtes inimese silm on kõige tundlikum)?

891*. Missuguse temperatuuri puhul $\lambda_{max} = 300 \text{ m}\mu$, s. o. kuulub ultravioletse kiirguse piirkonda?

892. Missugune on maapinna keskmine temperatuur, kui maapinna kiirgusmaksimumi lainepikkus on 10μ ?

893. Missugune on Päikese pinna temperatuurile 5810° K vastav lainepikkuse maksimum?

894*. Päikese kiirguse rõhku Maale hinnatakse keskmiselt $0,4 \frac{\text{mG}}{\text{m}^2}$. Kui suur on Päikese kiirguse rõhumine kogu Maale?

895. Kas Päikese valguse rõhumine mõjub tugevamini Maale või Jupiterile ja mitu korda tugevamini, kui Jupiteri kaugus Päikesest on $5,2$ astronoomilist ühikut, raadius aga 11 korda suurem Maa raadiusest?

896. Lähtudes solaarkonstandist, arvutada päikesekiirte rõhk 1 cm^2 suurusele risti kiirte teele asetatud pinnale Maal.

897*. Elektroni väljumistöö on vase puhul $6,12 \cdot 10^{-12}$ ergi. Missuguse suurima lainepikkusega valguskiirgus on vase pinnale langedes veel suuteline tekitama fotoefekti?

898. Tartus aastatel 1931—1937 toimetatud vaatluste põhjal on Päikese kiirgus kohalikul keskpäeval kiirtega risti olevale pinnale (I) ja horisontaalsele pinnale (I') kuu keskmistena väljendatud $\frac{\text{cal}}{\text{cm}^2 \text{ min}}$ -tes järgmiselt:

Kuu	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
I	0,86	1,08	1,22	1,29	1,29	1,32	1,29	1,25	1,25	1,20	0,92	0,79
I'	0,16	0,36	0,60	0,85	1,00	1,07	1,03	0,89	0,71	0,49	0,21	0,12

Eelmiste andmete põhjal joonestada I ja I' muutusi kuude järgi kujutavad graafikud ning selgitada neid muutusi.

VI. AATOMIFÜÜSIKA.

48. Aatomi ehitus.

Kiirguskvandi (footoni) energia (ε) väljendub valemiga

$$\varepsilon = h\nu, \quad (1)$$

kus $h = 6,62 \cdot 10^{-27}$ erg · sek on Plancki konstant ja ν — võnkesagedus hertsides.

Vesinikuaatomis on elektroni statsionaarsete orbiitide raadiused (r_n) määratud valemiga

$$r_n = n^2 \frac{h^2}{4\pi^2 m e^2}, \quad (2)$$

kus $n = 1; 2; 3; \dots$, m on elektroni mass ($9,1 \cdot 10^{-28}$ g) ja e — elektroni laeng ($4,8 \cdot 10^{-10}$ LÜ).

Balmeri valem vesiniku spektraaljoonte lainepikkuste (λ Å) arvutamiseks:

$$\lambda = b \frac{n^2}{n^2 - 4}, \quad (3)$$

kus b on konstantne tegur ($3645,7$ Å) ja $n = 3; 4; \dots$

Sama aine spektraaljoonte sageduse (ν) arvutamiseks kasutatakse Balmeri valemit kujul

$$\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right), \quad (4)$$

kus konstant $R = 3,29 \cdot 10^{15}$ sek⁻¹ ja $n = 3; 4; \dots$

De Broglie valem lainepikkuse arvutamiseks:

$$\lambda = \frac{h}{mv}. \quad (5)$$

899. Väljendada energiaühik 1 erg elektronvoltides.

900. Primaarsetes kosmilistes kiirtes leidub osakesi, mille energia on kuni 10^{17} eV. Väljendada see energiahulk ergides ja džaulides.

901. Kui suure kiirusega liigub elektron, mille kineetiline energia on 1 eV?

902. Kui suure kiirusega liigub prooton, mille kineetiline energia on 10^7 eV?

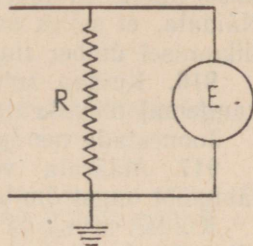
903. Hapniku molekul liigub kiirusega $460 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Väljendada selle liikumise (soojusliikumine) kineetiline energia eV-des.

904. Kärbes tõusis lennul 50 cm kõrgemale. Väljendada seejuures tehtud töö eV-des, keV-des ja MeV-des, kui kärbe kaal on 20 mG.

905. Ioon, mille laeng oli q elementaarlaengut, läbis potentsiaalide vahe U volti. Väljendada selleiooni energia suurenemine eV-des.

906. Ioon läbis pinge 2000 V, mille tagajärjel tema energia suurenes 40 keV võrra. Kui suur oli selleiooni laeng?

907*. Ionisatsioonikambris lastakse ionisatsioonivool läbi väga suure takistuse (joon. 8, R), mille otste vahele on lülitatud elektromeeter (E). Milleks on see tarvilik?



Joon. 8.

908. Laenguga osake saab pinget 1500 V läbides juurde kineetilist energiat 12 keV. Arvutada osakese laeng.

909. Tsüklotronis liigub laetud osake risti ühtlase magnetiväljaga ringjoonelist teed mööda. Selle tee raadius (r) on määratud valemiga

$$r = \frac{mv}{qH},$$

kus m on osakese mass, v — kiirus, q — laeng ja H — magnetivälja tugevus. Näidata, et sama osakese puhul ringlemisperiood ei olene kiirusest.

Kuidas mõjustavad ringlemisperioodi m , q ja H ?

910. Elektron liigub ühtlases magnetiväljas risti väljaga. Leida selle elektroni ringlemisperiood, kui magnetivälja tugevus on 10 000 Oe.

911. α -osakest kiirendati pingega 1500 V ja ta hakkas liikuma ühtlases 12 000 Oe tugevuses magnetiväljas risti väljaga. Leida α -osakese ringlemistee raadius ja ringlemisperiood.

912*. Võttes aatomi kaugeima elektroni orbiidi raadiuseks 10^{-8} cm ja tuuma raadiuseks 10^{-12} cm, leida nende raadiuste suhe.

Päikesesüsteemi kaugeim planeet Pluto asub Päikesest 40 astronoomilise ühiku kaugusel. Mitu korda on Pluto orbiidi raadius suurem Päikese raadiusest (696 000 km)?

Kas aatomimudeli nimetamine «planetaarseks» on eelmiste tulemuste seisukohalt õigustatud?

913. Mitu korda on vesinikuaatomi ruumala suurem tuuma ruumalast, kui vesinikuaatomi läbimõõduks võtta 10^{-8} ja tuuma läbimõõduks 10^{-13} cm?

Leida vesinikutuuma tihedus $\frac{\text{t}}{\text{cm}^3}$ -tes.

914. Elektron tiirleb ümber tuuma 1 \AA kaugusel sagedusega 10^{15} Hz . Arvutada tsentripetaaltung düünides.

915*. Bohri esimene postulaat määrab kindlaks statsionaarsete orbiitide raadiused valemiga

$$mvr = n \frac{h}{2\pi},$$

kus $n = 1; 2; 3 \dots$, m on elektroni mass, v — elektroni kiirus liikumisel ümber tuuma, r — orbiidi raadius ja h — Plancki konstant. Näidata, et selles avaldises mvr on elektroni pöörlemishulk tema liikumisel ümber tuuma.

916. Kuidas suhtuvad vesinikuaatomis elektroni põhiorbiidist kaugemal olevate orbiitide raadiused põhiorbiidi raadiusse?

Joonestada nende orbiitide suhtelise paigutuse skeem.

917. Määrata vesinikuaatomis elektroni põhiorbiidi ($n=1$) läbimõõt ongströmites.

Kuidas arvutada eelmisest tulemusest näiteks kolmanda orbiidi läbimõõtu?

918. Tuuma ja elektroni laengute vaheline tõmbetung vesinikuaatomis võrdub vastavalt Coulomb'i seadusele elektroni ümber tuuma ringlemiseks vajaliku tsentripetaaltungiga. Lähtudes sellest, tuletada valem elektroni liikumise kiiruse (v_n) määramiseks n -dal orbiidil.

919. Eelmises ülesandes tuletatud valemi põhjal arvutada vesinikuaatomis põhiorbiidil ümber tuuma liikuva elektroni kiirus.

920. Kui suure kiirusega liigub elektron vesinikuaatomis kolmandal orbiidil?

921. Lähtudes Coulomb'i tõmbetungide ja tsentripetaaltungide võrdsusest elektroni liikumisel ümber vesinikuaatomi tuuma, näidata, et elektroni kineetiline energia ümber tuuma tiirlemisel väljendub valemiga $\frac{e^2}{2r}$.

Kuidas muutub elektroni kineetiline energia tiirlemisorbiidi raadiuse muutumisel?

922. Vesinikuaatomit ergutatakse elektronidega, mille energia on 5 eV . Määrata väljuva kiirguskvandi sagedus ja lainepikkus.

923*. Miks omab valemis (3) konstant b nimetust \AA ja valemis (4) konstant R nimetust sek^{-1} ?

924. Arvutada valemis (3) põhjal vesiniku neljanda spektrihoone lainepikkus.

925. Arvutada valemis (4) põhjal vesiniku teise ja kolmanda spektrihoone sagedus.

926. Lähtudes valemis (4) konstandist R , arvutada valemis (3) konstant b .

927. Arvutada valemis (3) põhjal vesiniku esimese spektrihoone λ ja valemis (4) põhjal sama hoone ν . Seose $\nu\lambda = c$ põhjal kontrollida, kas saadud tulemused on kooskõlas.

928*. Missugune de Broglie lainepikkus vastab püssikuulile, mille mass on 10 g, kui ta liigub kiirusega $800 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$?

929. Tolmukübe, mille mass on 1 μg , liigub kiirusega $5 \frac{\text{mm}}{\text{sek}}$. Määrata sellele tolmukübemele vastav de Broglie lainepikkus.

930. Liikuv elektron omab 10 eV kineetilist energiat. Määrata sellele elektronile vastav de Broglie lainepikkus.

931. Liikuv α -osake omab 10 MeV kineetilist energiat. Missugune de Broglie lainepikkus vastab sellele?

49. Aatomid ja molekulid. Mendelejevi elementide perioodiline süsteem.

Aatomkaalu ühikuks on võetud $\frac{1}{16}$ hapniku aatomkaalust, s. o. hapniku aatomkaal on kokkuleppeliselt loetud võrdseks 16-ga.

Grammides väljendatud $\frac{1}{16}$ hapniku isotoobi ${}^1_8\text{O}^{16}$ aatomi massist nimetatakse aatomi massiühikuks (amü); 1 amü = $= 1,66 \cdot 10^{-24}$ g.

Üks mool ainet on nii mitu grammi ainet, kui suur on selle aine molekulkaal. Nii näiteks 1 mool vett (H_2O) on $2 \cdot 1 + 16$, s. o. 18 grammi.

Molekulide arv ühes moolis (Avogadro arv) $N = 6,023 \cdot 10^{23}$ mool $^{-1}$.

Normaalingimustel (0°C ja 760 mm Hg) gaasi moolruumala $V = 22,414$ l \cdot mool $^{-1}$.

Täisarvu, mis (ligikaudselt) väljendab aatomi tuuma massi aatomi massiühikutes, nimetatakse selle aatomi (tuuma) massiarvuks. Aatomi massiarv (A) võrdub tuumas olevate prootonite (Z) ja neutronite (N) arvu summaga, s. o.

$$A = Z + N.$$

932. Kas aatomkaal on nimetusega või nimetuseta arv?

933. Näidata, et aatomi mass amü-tes võrdub arvuliselt aatomkaaluga.

934. Lähtudes hapniku aatomkaalust, väljendada aatomi massiühiku (amü) väärtus grammides.

935. Arvutada, mitu korda on mass 1 g suurem elektroni massist ja Maa mass suurem massist 1 g. Võrrelda saadud tulemusi.

936. Eeldades, et naatriumi- ja klooriaatomite ruumalad on võrdsed, arvutada keedusoolast lähtudes nende aatomite läbimõõdu suurusjärk. Keedusoola tiheduseks võtta $2,35 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

937. Missuguse osa moodustab aatomituuma ruumala aatomi

koguruumalast? Aatomi raadiuseks võtta 10^{-8} cm ja tuuma raadiuseks 10^{-12} cm.

938. Leida Coulomb'i tungide ja gravitatsioonitungide suhe vesinikuaatomi elektroni ja tuuma vahel.

939*. Mitu molekuli sisaldab klaasitüüp (200 cm³) vett?

940. Kui palju kaalub üks molekul vett?

941. Arvutada vesinikuaatomi mass, kui ühe mooli vesiniku (H₂) mass on 2,016 g.

942. Arvutada vesinikuaatomi mass, kui vesiniku aatomkaaluks võtta 1,008.

943. Ühe CO₂ molekuli tekkimisel (põlemisel) vabaneb 4,1 eV energiat. Kui palju soojust (kcal) vabaneb 1 mooli CO₂ tekkimisel?

944. Kuldleheke on 1 μ paksune. Arvutada, mitu kihti kulla-aatomeid sisaldab see kuldleheke, kui kulla-aatomi läbimõõt on 3 Å.

945*. Kui suur on vase isotoobi ²⁹Cu⁶⁵ tuuma massiarv ja mitmest prootonist ning mitmest neutronist see tuum koosneb?

946. Mitu prootonit on naatriumiaatomi tuumas, kui tema massiarv on 23 ja neutronite arv temas 12?

Mitu valentselektroni on naatriumiaatomi väliskattes?

947. Mitu neutronit sisaldab uraani isotoobi 235 tuum?

948*. Mitme % võrra on raske vee (D₂O) molekul raskem hariliku vee molekulist?

949. Ioon, mille mass on 4 amü ja laeng 2 elementaarlaengut, liigub kiirusega $3 \cdot 10^3 \frac{\text{km}}{\text{sek}}$ 400 Oe tugevuses magnetiväljas risti väljaga. Arvutada iooni trajektoori raadius (vt. järgmine ülesanne).

50. Radioaktiivne lagunemine. Seos massi ja energia vahel.

Radioaktiivse elemendi lagunemisel on vaatlusvahemiku (t sek) lõpul olev aatomite arv (N) seotud vaatlusvahemiku algul olnud aatomite arvuga (N_0) järgmise valemiga:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

kus e on naturaalogaritmi alus (2,71828) ja λ — radioaktiivse lagunemise konstant.

Energia (E) ja massi (m) vahel kehtib seos

$$E = mc^2, \quad (2)$$

kus c on valguse kiirus ($3 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$).

950. Laetud osakese liikumisel ühtlases magnetiväljas risti väljaga on osakese liikumistee raadius määratud valemiga

$$r = \frac{mv}{qH}.$$

Kasutades seda valemit, näidata, et sama kiiruse puhul kalduvad α -osakesed sellises magnetiväljas vähem kõrvale kui β -osakesed.

951. Radioaktiivsusiirguse α -osakestega pommitamine tekitab tuumareaktsioone ainult kergetes elementides. Mispärast?

952. Elektroni väljalöömiseks naatriumiaatomi K -kihist kulub ligi 1,1 keV energiat. Väljunud elektroni asendumisel kaugematelt kihtidelt (L , M jt.) langevate elektronidega eralduvad röntgenikiirguse näol suhteliselt suured energiakvandid. Missuguse minimaalse lainepikkusega energiakvant võiks siin eralduda?

953. 1 g raadiumi kiirgab tunnis ligi 140 cal soojust. Määrata selle kiirguse võimsus vattides.

954. Mitu kWh energiat kiirgab 1 g raadiumi aastas, kui ta ühes tunnis kiirgab 140 cal?

955. Radioaktiivse aine kogus loetakse praktiliselt täiesti lagunenuks 20-kordse poolestusaja möödumisel. Mitu μg jääb järele 1 g raadiumist 20. poolestusaja lõpuks?

956. Radooni poolestusaeg on 3,84 päeva. Määrata radooni radioaktiivse lagunemise konstant.

957. Arvutada valemist (1) raadiumi radioaktiivse lagunemise konstant, kui tema poolestusaeg on 1590 aastat.

958. Mitme aatomi võrra väheneb radioaktiivse lagunemise tõttu 1 g raadiumi keskmiselt igas sekundis ühe poolestusaja jooksul?

959. Raadiumi radioaktiivse lagunemise konstant on $1,37 \cdot 10^{-11} \text{ sek}^{-1}$. Arvutada 1 tunnis 1 μg raadiumis lagunenud aatomite arv.

960*. Määrata massile 1 g vastav energiahulk kWh-des.

961. Leida ühele aatomi massiühikule (amü) vastav energiahulk eV-des.

962. Leida elektroni paigalolekumassile ($9,1 \cdot 10^{-28} \text{ g}$) vastav energiahulk MeV-des.

963. Määrata ühe prootoni massile vastav energiahulk MeV-des.

964. Kahurimürsk, mille mass on m_0 , lendab välja kiirusega $1500 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$. Arvutada massi suurenemine kiiruse tõttu.

965. Kui palju vett saaks soojendada 100° võrra massile 1 mg vastava energiahulga arvel?

966. 1 g kõrgeväärtusliku kivisöe (antratsiidi) täielikul põlemisel (CO_2 -ks muundumisel) eraldub 8 kcal soojust. Arvutada, missugune mass vastab 1 mooli süsiniku täielikul põlemisel eraldunud soojushulgale.

967. Arvutada Päikese massi vähenemine (tonnides) kiirgamise tõttu ühe aasta jooksul, kui solaarkonstant on $1,88 \frac{\text{cal}}{\text{min cm}^2}$.

968. Elektroni ja positroni ühinemisel tekib kaks γ -kvanti.

Määrata ühe sellise kiirguskvandi energia eV-des eeldusel, et elektroni ja positroni kineetiline energia oli enne ühinemist null.

969. Elektroni ja positroni ühinemisel tekib kaks γ -kvanti. Leida nende kvantide lainepikkus ongströmites ja X-ühikutes.

970. Arvutada 1 g U^{235} aatomite jagunemisel vabanev energiahulk kWh-des, kui 1 aatomi jagunemisel vabaneb 185 MeV.

VII. TABELID.

1. Mõningaid konstante.

Maa mass	$6 \cdot 10^{27}$ g
Päikese mass	$2 \cdot 10^{33}$ g
Gravitatsioonikonstant	$6,67 \cdot 10^{-8}$ g ⁻¹ cm ³ sek ⁻²
Maa keskmine raadius	6371 km
Maa keskmine kaugus Päikesest	$150 \cdot 10^6$ km
Päikese keskmine raadius	696 000 km
Päikese keskmine nurkraadius	16'
Kuu keskmine kaugus Maast	384 000 km
Maa raskuskiirendus	9,81 m sek ⁻²
Normaalne õhurõhk (760 mm Hg)	1,033 at
Avogadro arv (<i>N</i>)	$6,023 \cdot 10^{23}$ mool ⁻¹
Moolruumala normaaltingimustel	22,414 l mool ⁻¹
Universaalne gaasikonstant (<i>R</i>)	1,986 cal kr ⁻¹ mool ⁻¹ $8,314 \cdot 10^7$ erg kr ⁻¹ mool ⁻¹
Boltzmanni konstant	$1,38 \cdot 10^{-16}$ erg kr ⁻¹
Soojuse mehaaniline ekvivalent	427 kGm kcal ⁻¹ ; 4,186 J cal ⁻¹
Töö termiline ekvivalent	2,34 cal kGm ⁻¹ ; 0,24 cal J ⁻¹
Elektroni laeng	$4,80 \cdot 10^{-10}$ LÜ = $1,6 \cdot 10^{-19}$ C
Elektroni mass	$9,1 \cdot 10^{-28}$ g
Prootoni mass	$1,67 \cdot 10^{-24}$ g
Hõbeda elektrokeemiline ekvivalent	1,118 mg C ⁻¹
Valguse kiirus vaakuumis	$3 \cdot 10^{10}$ cm sek ⁻¹
Nähtava valguse lainepikkus	0,4 — 0,8 μ
Plancki konstant (<i>h</i>)	$6,6 \cdot 10^{-27}$ erg sek
Päikese- ehk solaarkonstant	1,88 cal cm ⁻² min ⁻¹
1 elektronvolt (eV)	$1,6 \cdot 10^{-12}$ ergi

2. Ainete tihedusi (g/cm³).

Tahked kehad 18° C puhul.

Alumiinium	2,7	Plaatina	21,5
Hõbe	10,5	Seatina (plii)	11,3
Jää 0° C puhul	0,92	Puit, õhukujv	0,5—1

Klaas	2,4—2,6	Tellis	1,4 — 2
Kork	0,22	Tina (inglistina)	7,28
Kuld	19,3	Tsink	7,1
Marmor	2,5—2,8	Valgevask	8,1—8,6
Raud	7,8	Vask	8,9

Vedelikud 18° C puhul.

Bensool	0,88	Glütseriin	1,26
Elavhõbe	13,6	Petrooleum	0,8
Etüülalkohol	0,79	Piim	1,03
Etüüleeter	0,72		

Gaasid 0° C ja 760 mm Hg puhul.

Hapnik	0,00143	Vesinik	0,0000899
Lämmastik	0,00125	Ohk	0,001293
Süsihappegaas	0,00197		

3. Hõõrdumiskoeffitsiente liugumisel.

Teras mööda jääd	0,02	Tamm mööda tam-	
Puit " "	0,035	me piki kiudu	0,4
Teras mööda terast		Tamm mööda tam-	
või malmi	0,17	me risti kiudu	0,2
Raud mööda rauda	0,3	Nahkrihm mööda	
		puitu	0,4
		Nahkrihm mööda	
		malmi	0,3
		Kummi mööda kõ-	
		va alust	0,4—0,6

4. Elastusmooduleid (kG/mm²).

Alumiinium	7400	Puit risti kiudu	40—110
Iriidium	52000	Raud	21700
Klaas	4000 — 9000	Teras	21900
Nikkel	20300	Tina (inglistina)	5500
Plaatina	17000	Tsink	3500—13000
Seatina (plii)	1700	Valgevask	10500
Puit piki kiudu	900 — 1300	Vask	12000

5. Soojuslikke konstante.

a) Tahked kehad.

Ained	Joonpaisu- miskoefit- siendid vahe- mikus 0—100° C	Erisooju- sed 18° C puhul cal/g kr	Sulamistäpid °C	Sula- mis- sooju- sed cal/g	Keemistä- pid °C
Alumiinium	0,000 023	0,214	659	94,6	2500
Höbe	020	0,056	960,5	25,1	2180
Klaas	009	0,19	800—1400		
Kuld	014	0,031	1063	15,4	2950
Plaatina	009	0,032	1773	24,1	4400
Seatina (plii)	029	0,031	327	5,9	1750
Raud	012	0,111	1540	64	2880
Tina (inglistina)	027	0,052	231,9	14,5	2430
Tsink	036	0,093	419,4	24,5	807
Valgevask	018	0,092	~ 900		
Vask	016	0,092	1084	48,9	2595

b) Vedelikud.

Ained	Ruumpaisu- miskoefit- siendid 18° C puhul	Erisooju- sed 18° C puhul cal/g kr	Sulamistäpid °C	Sula- mis- sooju- sed cal/g	Keemistäpid °C	Keem- sooju- sed cal/g
Bensool	0,00106	0,41	+ 5,48	30,4	80,1	94,5
Elavhõbe	0,00018	0,033	— 38,83	2,84	356,7	67,8
Etüülalkohol	0,00110	0,57	— 114,2	25,8	78,37	207
Etüüleeter	0,00162	0,56	— 116,2	23,5	34,66	88,4
Glütseriin	0,00049	0,57	— 20	42,5	290	
Kloroform	0,00128	0,225	— 63,3	17,9	61,27	58,4
Petrooleum	0,00096	0,50				
Vesi	0,00013	0,9991	0	79,7	100	539,1
Väävelsüsinik	0,00118	0,24	— 111,8	17,7	46,25	86,7

c) Gaasid.

Moolsoojused jääva rõhu puhul (C_p) 25° C juures.

Gaas	C_p cal mool ⁻¹ kr ⁻¹	Gaas	C_p cal mool ⁻¹ kr ⁻¹
Vesinik (H ₂)	6,90	Süsinikoksüüd (CO)	6,95
Hapnik (O ₂)	7,00	Süsihappegaas (CO ₂)	8,76
Lämmastik (N ₂)	6,95		

6. Soojusjuhtivuskoeffitsiente (k)

ühikutes $\text{cal cm}^{-1} \text{sek}^{-1} \text{kr}^{-1} 18^\circ \text{C}$ puhul.

Metallid	k	Mitmesugused ained	k
Alumiinium	0,480	Jää	0,005
Elavhõbe	0,0148	Aknaklaas	0,0025
Hõbe	1,006	Liiv	0,0013
Kuld	0,700	Männipuit	0,0004
Nikkel	0,142	Paber	0,0003
Raud	0,144	Tellis	0,003
Seatina (plii)	0,083	Tsement	0,007
Teras	0,108	Vatt, puuvillast	0,0006
Tsink	0,265	Vesi	0,0015
Valgevask	0,260	Vilt	0,00009
Vask	0,918	Õhk	0,00006

7. Küllastatud veeauru rõhk p (mm Hg) ja absoluutne niiskus A ($\frac{\text{g}}{\text{m}^3}$) temperatuuride vahemikus $-5^\circ - 25^\circ \text{C}$.

t°	p	A	t°	p	A
-5	3,01	3,24			
-4	3,28	3,51	11	9,8	10,0
-3	3,57	3,81	12	10,5	10,7
-2	3,88	4,13	13	11,2	11,4
-1	4,22	4,47	14	12,0	12,1
0	4,58	4,84	15	12,8	12,8
1	4,9	5,2	16	13,6	13,6
2	5,3	5,6	17	14,5	14,5
3	5,7	6,0	18	15,5	15,4
4	6,1	6,4	19	16,5	16,3
5	6,5	6,8	20	17,5	17,3
6	7,0	7,3	21	18,6	18,3
7	7,5	7,8	22	19,8	19,4
8	8,0	8,3	23	21,1	20,6
9	8,6	8,8	24	22,4	21,8
10	9,2	9,4	25	23,8	23,0

8. Kütteväärtusi (kcal/kg).

Bensiin	11200	Puit, õhukuiv	3300
Kivisüsi (antratsiit)	7500	Puusüsi, põlemisel CO ₂ -ks	8100
„ (pruun)	5000	„ „ CO-ks	2500
Koks	7100	Põlevkivi, 15% niiskust	3350
Leppekütus	7000	Püssirohi	700 — 900
Nafta	11000	Turvas, 25% niiskust	3300
Petrooleum	11000	Valgustusgaas	10000
Piiritus	7100	Vesinik, põlemisel veeks	34000

9. Dielektrilisi konstante.

Õhk (0° C ja 760 mm Hg)	1,00059	Eboniit	2,8
Glütseriin	39	Klaas, harilik	5—7
Oliiviõli	3,1	Merevaik	2,8
Petrooleum	2,1	Paber	2,2
Riitsinus	4,6	Parafiin	2,1
Vesi	81	Vilgukivi	5—7

10. Metallide eritakistusi

oom cm-tes 18° C puhul.

Alumiinium	10 ⁻⁴ · 0,032	Plaatina	10 ⁻⁴ · 0,11
Elavhõbe	0,96	Seatina (plii)	0,21
Hõbe	0,016	Raud	0,12
Konstantaan	0,49	Tina (inglistina)	0,11
Kroomnikkel	1,1	Tsink	0,059
Manganiin	0,44	Valgevask	0,08
Nikeliin	0,40	Vask	0,017

11. Elektrokeemilisi ekvivalente.

Vool tugevusega 1 A eraldab

	mg vaske	mg hõbedat	cm ³ pauksaasi 0° C ja 760 mm Hg puhul
1 sekundis	0,3294	1,118	0,1740
1 minutis	19,76	67,08	10,44
1 tunnis	1186	4025	626

12. Murdumisnäitajaid

Na D-joone jaoks, mille $\lambda = 589,3 \text{ m}\mu$, 20° C ja 760 mm Hg puhul.

Vesi	1,33	Keedusool	1,54
Etüüleeter	1,35	Väävelsüsinik	1,63
Etüülalkohol	1,36	Raske flintklaas	1,76
Glütseriin	1,47	Teemant	2,42
Bensool	1,50	Kanada palsam	1,54
Kroonklaas	1,51	Jää 0° C	1,31

13. Mõningaid arve.

$$\pi = 3,1416; \pi^2 = 9,87; \sqrt{\pi} = 1,77;$$

$$\frac{1}{\pi} = 0,318; \log \pi = 0,497; e = 2,718$$

$$1 \text{ radiaan (rd)} = 57^\circ 17' 44'', 8 = 57^\circ, 296$$

Moskva geograafiline laius $55^\circ 45'$

Tallinna " " $59^\circ 26'$

Tartu " " $58^\circ 23'$

VIII. VASTUSEID.

I. Sissejuhatus.

1. Seoseid kümnen-
süsteemi mõõtühikute
vahel.

2. $50\mu = 50 \cdot 10^3 \text{ m}\mu = 50 \cdot 10^{-9} \text{ km}$.
3. $20 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 20 \cdot 10^3 \text{ m}\mu =$
 $= 20 \cdot 10^4 \text{ \AA} = 20 \cdot 10^{-4} \text{ cm} =$
 $= 20 \cdot 10^{-9} \text{ km}$.
4. $65 \cdot 10^5 \text{ cm} = 65 \cdot 10^9 \mu =$
 $= 65 \cdot 10^{12} \text{ m}\mu = 65 \cdot 10^{13} \text{ \AA}$.
5. 37 cm.
7. 1852 m.
8. $7,4\mu$ ja 175μ .
9. 1,28 ja 498 valgussekundit.
10. 206 250 km.
11. $36 \cdot 10^6$ tasandit.
12. $7,5 \cdot 10^{14}$ ja $3,75 \cdot 10^{14}$ lainepikkust.
13. Selleks pole vajadust.
14. $23,3 \text{ km}^3$; $23,3 \cdot 10^9$ tonni.
15. $2,2 \cdot 10^9$ -ndik osa.
16. 999,972 l; saame vähem $0,63 \text{ cm}^3$
võrra.
17. $0,028 \text{ mm}^3$; $28 \cdot 10^6 \mu^3$.
18. Kerana ruumalaga $1,3 \text{ dm}^3$.
19. 400^3 ja 400^2 .
20. Mõõtarv on pöördvõrdeline mõõt-
ühiku suurusega.
22. $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,67 \cdot 10^{-30} \text{ t} =$
 $= 1,67 \cdot 10^{-21} \text{ mg}$.
23. $k = 0,001 \frac{\text{m}^2}{\text{cm dm}}$.
24. $\pm 2\%$ ja $\pm 3\%$.
25. $(ab + bc + ca) : abc\%$.
26. $\pm \frac{3}{a}\%$; relatiivse vea suurus on

pöördvõrdeline kuubi serva pikku-
sega.

27. $228,8\mu$.
2. Mõõtühikute süsteemid.
28. Vt. tabel 2.
29. Mitte ühessegi, peale dn, kg, m
ja W.
32. Aine ühe ruumalaühiku kaal.
33. Mitte ühessegi.
34. Vee puhul: $981 \frac{\text{dn}}{\text{cm}^3} = 9810 \frac{\text{nj}}{\text{m}^3} =$
 $= 9,81 \frac{\text{sn}}{\text{m}^3} = 1000 \frac{\text{kG}}{\text{m}^3}$.
35. Vee puhul: $1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} =$
 $= 102 \frac{\text{mtü}}{\text{m}^3}$.
36. $hg \frac{\text{dn}}{\text{cm}^2}$; $13,6 hg \frac{\text{dn}}{\text{cm}^2}$.
37. Nähtub küll, sest iga ühik osutab
teatud suurust.
38. Mõõtühiku nimetus koosneb seo-
sest põhiühikute nimetuste vahel,
kuna dimensioon väljendab seost
põhisuuruste vahel.
39. Samade põhisuuruste puhul on ka
dimensioon sama, kuigi mõõtühik-
ud on erinevad, näiteks tihedus
CGS- ja MKS-süsteemis. Erine-
vate põhisuuruste puhul muutub
ka dimensioon, näiteks tihedus
CGS- ja MkGS-süsteemis.
40. Sama mõõtühikute süsteemi ühi-
kutes peab valemi mõlemal pool
olema sama nimetus.

41. $m = \frac{f}{a} \frac{\text{kG sek}^2}{\text{m}}$.
42. Kiirus — endine; kiirendus — n korda väiksem; tung — endine; töö — n korda suurem; võimsus — endine.

3. Erikaal ja tihedus.

43. 60 cm^3 .
44. 360 G.
45. 770 dm^3 .
46. 91 G.
47. 226 kG.
48. 3 l.
49. 4 kG.
50. 0,4 mm.
51. 0,51 dm^2 .
52. 3,34 kG.
53. 0,3 cm.
54. 3,6 mm.
55. 0,09 cm^3 .
56. 2,7 kG.
57. Elavhõbe on 26 kG raskem.
58. 0,23 mm.
59. 1,5 tonni.
60. $1,8 \frac{\text{G}}{\text{cm}^3}$.
61. 109 G.
62. 48 koormaga.
63. 2550 tonni.
64. Massid muutuvad võrdeliselt ruumalaga.
65. 177 m; 8970 m; ei olene.
66. Ei või, sest siin on tegemist kahe eri liiki füüsikalise suurusega, mis ei saa kunagi olla võrdsed, kuigi nad väljenduvad sama arvuga.
67. Nii massi kui ka kaalu ühikud on tuletatud samast konkreetsest kehast — rahvusvahelise kilogrammi etaloonist.
68. Kulda 38 g, hõbedat 62 g.
69. 75 m.
70. 10,2 mm.
71. $21,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

72. $2,1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.
73. $1,4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.
74. $5,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.
75. $3,2 \cdot 10^9 \frac{\text{t}}{\text{cm}^3}$; $3,2 \cdot 10^6 \text{ T}$.
76. $24 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.
77. 20 g.
78. $4 \cdot 10^{14} \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$.

II. Mehaanika.

4. Ühtlane liikumine. Keskmine kiirus.

81. $51 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$; ei ole: sõna «tunnis» on siin liigne.
82. Laev liigub kiiremini.
83. $9,5 \cdot 10^{12} \text{ km}$.
84. $1224 \frac{\text{km}}{\text{h}}$.
85. 22 sek.
86. 2,56 sek.
87. 8,3 m.
88. 20 cm.
89. 2,4 tundi.
90. $1,13 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.
91. $0,27 \frac{\text{mm}}{\text{sek}}$.
92. $2,6 \frac{\text{mm}}{\text{sek}}$; $6850 \frac{\text{m}}{\text{kuu}}$.
93. $4 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$; $1,4 \cdot 10^{-8} \frac{\text{km}}{\text{h}}$.
94. $17 \frac{\text{Å}}{\text{sek}}$.
5. Ühtlaselt muutuv sirgliikumine.
97. Kolm suurust, sest siis saame kaks võrrandit kahe tundmatuga.
98. $50 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$.
99. $35280 \frac{\text{m}}{\text{min}^2}$.

100. $27,5 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$.
 101. 60 sek.
 102. $7,8 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$; 2,9 km.
 103. 11,1 m; $-5,56 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$.
 104. 24 sek.
 105. $28 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$; 1 min.
 106. 1 min; $33 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$.
 107. $4,7 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$; $1,7 \cdot 10^{-3}$ sek.
 108. $49 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.
 109. $140 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.
 110. 7,7 cm.
 111. 20 m; 2 sek.
 112. 133 m.
 113. 102 sek.

6. Vektorite liitmine ja lahutamine.

114. Noolel on kaks vektorile omast tunnust: suurus ja suund. Noole terav ots tähistab alati vektori lõppu.
 116. 1200 m; ei olene.
 117. $t = \frac{2dv}{v^2 - u^2}$.
 118. 120° .
 119. $\alpha = 30^\circ$; $v_2 = 0,87 v$; $v > v_1$.
 120. $51 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.
 121. $741 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.
 122. 9,3 sek.
 123. Teine komponent on 8 kG.
 124. $8,7 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ ja $5 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.
 125. $7,2 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$ ja $3,4 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.
 126. 9,0 kG ja 13,5 kG.
 128. 8,5 kG.

7. Ühtlane ringliikumine Joon- ja nurkkiirus.

129. Kiiruse suund ühtib puutuja suunaga, kiirendus on suunatud

tsentri poole. Nurkkiirust kui vektorit kujutatakse pöörlemisel sel juhul suunaga vastavalt kruvi-reeglile.

131. Vastava süsteemi ühikutes: cm ja sek või m ja sek.
 132. $57,3^\circ$.
 133. 2π ; π ; $\frac{\pi}{2}$; $\frac{\pi}{6}$; $\frac{\pi}{180}$;
 $\frac{\pi}{180 \cdot 60}$; $\frac{20\pi}{180 \cdot 60^2}$.
 134. Hertsid; $\frac{1}{\text{sek}}$ ehk Hz.
 135. $30 \frac{\text{km}}{\text{sek}}$.
 136. $\frac{2\pi}{86400}$; $\frac{2\pi}{27,3 \cdot 86400}$; $\frac{2\pi}{26 \cdot 86400}$.
 137. $\frac{2\pi}{12 \cdot 3600}$; 2 korda.
 138. $785 \frac{\text{rd}}{\text{sek}}$; $2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$.
 139. Ekvaatoril $463 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$, teistes kohtades kiirus ekvaatoril, korrutatud $\cos\varphi$ -ga.
 140. $141 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$; 2,5 min.
 141. 69° .
 142. $3,39 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$.
 143. $26,1 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$; $13\,675 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$.
 144. $6 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.

8. Newtoni seadused.

146. On.
 147. Koorma hõõrdumise ületamiseks ja liikumise kiirendamiseks.
 148. Inertsitõttu säilitab hüppaja oma liikumise ida suunas.
 149. Vt. tabel 2.
 150. Pikkus- ja massiühikute suhtest.
 151. Gravitatsiooniseaduse alusel võime võtta tungiühikuks tungi, millega keha massiga 1 g mõjub teise samasugusesse kehasse 1 cm kauguselt. Selle tungiühiku kasutamisel on võrdeteguri

- nimetuseks Newtoni II seaduse valemis $\frac{\text{g sek}^2}{\text{cm}^3}$.
152. $981 \cdot 10^3 \text{ dn}$ ja $9,81 \text{ nj}$.
153. Raskuskiirendus oleneb geograafilisest laiusest ja kõrgusest merepinnast.
154. $1 \text{ nj} = 10^5 \text{ dn}$; $1 \text{ sn} = 10^8 \text{ dn}$;
 $1 \text{ kG} = 981 \cdot 10^3 \text{ dn}$; $1 \text{ mtü} = 9,81 \cdot 10^3 \text{ g}$.
155. 75 G .
156. Langemisel 0 kG , tõusmisel $2,5 \text{ kG}$.
157. $16,3 \text{ tonni}$.
158. 5 g puhul $1960 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$.
159. $3,27 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$; 41 m .
160. Suurema massiga kera langreb suurema kiirendusega.
161. 4900 g ; $0,5 \text{ mtü}$.
162. $0,4 \frac{\text{cm}}{\text{sek}^2}$; $4 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$; 20 cm .
163. $0,138 \text{ nj}$.
164. $0,625 \text{ mtü}$.
165. 40 kG ; 48 kG .
166. Siis oleks nende summa null ja keha liiguks ühtlaselt sirgjooneliselt või oleks paigal.
167. Mõlemad võrdsetl.
168. 5 kG .
169. Pole võimalik.
170. Neil puudub resultant, sest nad on rakendatud eri kehadele.
9. Liikumishulk ja tungi impulss.
172. Nende suunad ühtivad kiiruse muutuse ja tungi suunaga.
174. Laskeriista tagasilöögis.
175. $110 \cdot 10^3 \frac{\text{g cm}}{\text{sek}}$.
176. $1,78 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.
177. 3 kG .
178. $7,14 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.
179. $7,68 \frac{\text{kg m}}{\text{sek}}$; $1,7 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.

180. $1,54 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.
181. 816 kG .
182. 1600 nj .
183. 341 kg .
184. $0,8 \text{ m}$.

10. Töö ja võimsus.

186. $\frac{\text{g cm}^2}{\text{sek}^2}$; $\frac{\text{kg m}^2}{\text{sek}^2}$; $\frac{\text{t m}^2}{\text{sek}^2}$; ML^2T^{-2} .
187. $1 \text{ dž} = 10^7 \text{ ergi}$; $1 \text{ kGm} = 9,81 \text{ dž}$.
189. $\frac{\text{g cm}^2}{\text{sek}^3}$; $\frac{\text{kg m}^2}{\text{sek}^3}$; $\frac{\text{t m}^2}{\text{sek}^3}$; $\frac{\text{kGm}}{\text{sek}}$; ML^2T^{-3} .
190. $1 \text{ W} = 10^7 \frac{\text{erg}}{\text{sek}}$; $1 \frac{\text{kGm}}{\text{sek}} = 9,81 \text{ W}$.
191. $\frac{\text{erg}}{\text{sek}}$ -sek; Wsek jne.
192. $1 \text{ Wsek} = 1 \text{ dž} = 10^7 \text{ ergi}$;
 $1 \text{ Wh} = 3600 \text{ Wsek}$; $1 \text{ kWh} = 1000 \cdot 3600 \text{ Wsek} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ dž} = 367200 \text{ kGm}$.
193. 981 ergi .
194. $0,98 \text{ ergi}$.
195. $7,1 \cdot 10^{13} \text{ kcal}$.
196. 10 kGm ; 1333 ergi .
197. 153 tonni ; $3,1 \cdot 10^6 \text{ kGm}$; 10^4 HJ .
198. 736 W ; $0,736 \text{ kW}$.
199. 588 W ; $0,8 \text{ HJ}$.
200. $N = \frac{A}{t} = \frac{fs}{t} = f \frac{s}{t} = fv$.
201. 680 kG .
202. 746 W ; $1,014 \text{ HJ}$.
203. $205 \frac{\text{km}}{\text{h}}$; $84,3 \text{ kG}$.
204. $148 \cdot 10^3 \text{ HJ}$; $109 \cdot 10^3 \text{ kW}$.
205. $29,4 \text{ kW}$.
206. $17,7 \cdot 10^3 \text{ kGm}$.
207. 15 kg .
208. 2600 kW .
209. 2650 kG .
210. 155000 kW .
211. 20 kop .
212. $6 \cdot 10^6 \text{ inimese}$.
213. 2 tonni .
214. 900 kG .
215. 2240 kG .

216. 16,6 HJ.
 217. 4500 nj; 45 HJ.
 218. 87 460 normipäeva.
 219. 1200 HJ.

11. Hõõrdumine.

220. Liugumisel nimetus puudub, dimensioon null. Veeremisel sama nimetus ja dimensioon kui R-l.
 221. 40 kG.
 222. 0,12.
 223. 3 tonni.
 224. Pidurdavat mõju avaldavad ainult vedavad rattad, kuna veduri raskust kannavad kõik rattad enam-vähem ühtlaselt. Maksimaalse tõmbe suurus on 12 tonni.
 225. 6 kG.
 226. 0,4; 100 G.
 227. 2 m.
 228. $7,5 \frac{m}{sek}$; 13 sek.
 229. 400 kG.
 230. 3,6 km.
 231. Ratta raskus kasvab kiiremini kui raadius, sest suur ratas peab olema tugevamini ehitatud.
 232. Hõõrdumistungi ja ratta raadiuse korrutisega. Ratta ja tee puutepunkti läbiva telje ümber.
 233. Ei ole, sest nende dimensioonid on erinevad.
 234. 0,6 cm.
 235. Veeremisel on hõõrdumistung 10 korda väiksem.
 236. 0,05. Maksimaalse kiiruse puhul kulub raskuse kaldpinnaga rööpse komponendi ja hõõrdumistungi vahe, s. o. 36,5 kG, täielikult õhu takistuse ületamiseks.
 237. Kiirus väheneb õhu takistuse suurenemise tõttu.

12. Potentsiaalne ja kineetiline energia.

238. Skalaarne.
 239. Sest keha energia muutust ise-

loomustab selle keha töövaru muutus.

240. Vastava süsteemi ühikutes.
 242. 35 kG; töölise arvel. Muskliite pingutus keha asendi tõttu ja töö asendi muutmistel.
 243. $2,3 \cdot 10^6$ kWh.
 244. 10 tonni.
 245. Raske vältida hädaohtu. Kiiresti liikuv keha omab palju kineetilist energiat.
 246. 4 korda.
 247. 2², 3² jne. korda.
 248. Võrdsed.
 249. 326 kGm.
 250. 32 kW.
 251. 26 m.

252. $1,5 \cdot 10^3 \frac{kG}{cm^2}$.
 253. 0,3 kGm.
 254. 120 kW.
 255. 340 kG.
 256. 510 kG; $4 \cdot 10^{-4}$ sek.
 257. $200 \frac{m}{sek}$.
 258. 0,071 kWh.
 259. $1,4 \cdot 10^9$, kui arvestada 300 tööpäeva aastas.
 260. $14 \frac{m}{sek}$; 140 m; $4,9 \cdot 10^6$ kGm.
 261. 46 kG.

13. Pöördliikumine.

262. Radiaanides mõõdetud nurk on dimensioonita suurus.
 263. Kõigis süsteemides $\frac{rd}{sek}$.
 264. Võrdeline kaugusega pöörlemisteljest.
 265. $628 \frac{rd}{sek}$.
 266. Pöörlemisteljele, vastavalt kruiireeglile.
 267. dn cm; nj m jne.
 268. ML²T⁻²; ühtib töö dimensiooniga.
 270. g cm²; kg m² jne.; ML².
 272. Mõlemad 37,5 dž.
 273. 0,009 kWh.

274. 261 kG.
 275. 0,208 kGm.
 276. 17 833 g cm².
 277. $26 \cdot 10^{27}$ kGm.
 278. 1,9 nj m.
 279. $7 \cdot 10^{22}$ kWh.
 280. 2,8 korda.
 281. g cm² sek⁻¹; dn cm sek jne.
 283. $\frac{60}{\pi}$ nj m.
 14. Tsentripetaal- ja tsentrifugaaltungid.
 285. Kõik sama süsteemi ühikutes.
 286. Kui hõõrdumine on väiksem tsentripetaaltungist, siis liigub kirves või vasar ringliikumisel liikumistsentrist eemale.
 287. $6\pi \frac{\text{rd}}{\text{sek}}$; 2,9 kG.
 288. 0,5 Hz.
 289. 17 korda.
 290. 208 kG; 48 kG.
 291. $7 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.
 292. $13,3 \frac{\text{rd}}{\text{sek}}$; $2,1 \frac{\text{tiir}}{\text{sek}}$.
 293. $mg(3-2 \cos \alpha)$; 200 G.
 294. 34°.
 295. 587 G.
 296. $17 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.
 297. 15°.
 298. 375 sn; 38,23 tonni; 11 mm.
 299. 1,96 nj; 41°.
 300. 2,5 R.
 301. 200 kG.
 302. $3,6 \cdot 10^{-4}$ dn; ligi 10^{27} korda suurem.
 303. $50 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$; $\alpha = 11^\circ$; hõõrdumiskoe-fitsient on suurem kui $\tan \alpha$.
 304. $8 \frac{\text{km}}{\text{sek}}$.
 15. Mehhanismide tasakaal ja kasutegur.
 306. 250 kG.
 307. 30 kG.
 308. 2 kG.
 309. 71 kG.
 310. 900 kGm.
 311. 736 kW.
 312. 28,8 m³.
 314. 20%.
 315. 11,6%.
 316. 23%.
 317. Jää puhul on kergem, sest raskuspunkt on kõrgemal.
 318. Raskuspunkti asukoht ei muutu.
 319. Hea tee puhul telje kohal või pisut väljaspool telge, halva tee puhul (kui rattad sisse vajuvad) — telje ja kärutaja vahel.
 320. 34,2 cm varva kergemast otsast.
 321. $\frac{1}{16}$ ketta raadiuse pikkusest tsentrist väljapoole.
 322. 56,7 cm varva kergemast otsast.
 323. Mediaanide lõikepunkti.
 16. Gravitatsiooniseadus.
 324. Gravitatsioonitug kulub tsentripetaaltungiks Maa liikumisel ümber Päikese.
 325. $10^{-3} G \frac{\text{m}^3}{\text{kg sek}^2}$;
 $9,8 \cdot 10^{-3} G \frac{\text{m}^3}{\text{mtü sek}^2}$.
 326. Maa langemine kivi poole on praktiliselt null; $10 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$;
 $1,6 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Å}}{\text{sek}}$.
 327. 0,35 dn; 10^4 korda.
 328. $1,6 \cdot 10^{-10} \frac{\text{m}\mu}{\text{sek}^2}$.
 329. 340 m.
 330. 600 dn; niisama suur.
 331. $39 \cdot 10^6$ km².
 332. 116 nj.
 333. $4,4 \frac{\text{m}}{\text{sek}^2}$.
 334. Kuul 10,8 m, Marsil 4,01 m.
 335. 38 400 km Kuu tsentrist.
 336. 371 G.
 337. Kõige suurem jaanuari algul, kõige väiksem juuli algul, vastavalt kaugusele.
 338. 36 000 km.

17. Elastsus ja
võnkliikumine.

339. $LM^{-1}T^2$; $L^{-1}MT^{-2}$.
 340. $\frac{dn}{cm^2}$; $\frac{nj}{m^2}$; $\frac{kG}{m^2}$.
 341. Võrdub arvuliselt pinnaühikule rakendatud tungiga.
 343. Kõik suurused tuleb asendada vastava süsteemi ühikutes.
 344. $22 \cdot 10^3 \frac{kG}{mm^2}$.
 345. $\frac{10}{11\pi}$ mm.
 346. 4 mm.
 347. $Al = \frac{el^2}{2E}$, kus e on erikaal ja l — pikkus.
 348. 6 dž.
 349. 46,7 kG.
 350. $2,7 \frac{m}{sek}$; $7740 \frac{m}{sek^2}$.
 351. $435 \frac{cm}{sek}$; $-3600 \frac{cm}{sek^2}$; 6,4 dž.
 352. 180 m.
 353. 800 kG.
 354. Tühja pange puhul, sest siis on raskuspunkt kõrgemal.
 355. 20 sek.
 356. 1250 ergi.
 357. 99,49 cm ja 99,48 cm.
 358. Suureneb 1,00008 (vst. 1,00066; 1,0014) korda.

18. Rõhumine ja rõhk
vedelikes ning gaasides.

359. $\frac{dn}{cm^2}$; $\frac{nj}{m^2}$; $\frac{sn}{m^2}$; $\frac{kG}{m^2}$. Vektoriline.
 360. $L^{-1}MT^{-2}$.
 361. at; mm Hg ehk torr; At; b; mb.
 362. Ei väljenda. Nad annavad ainult vaatlusandmed, milledest saab rõhku arvutada.
 364. Vastava mõõtühikute süsteemi ühikutes.
 365. $1330 \frac{dn}{cm^2}$.
 366. $1,33 \frac{dn}{cm^2}$.

367. 1,013 b ja 1013 mb.
 368. 760 tr; 736 tr.
 369. 16 mb; 0,136 at.
 370. 790 G; $15,8 \frac{G}{cm^2}$.
 371. 103 at.
 372. 1050 at.
 374. 330 at; 1600 at.
 375. 40 m.
 376. 25 m.
 377. 1000 kG.
 378. Vars püsti ülespoole.
 379. $1,1 \frac{G}{cm^3}$.
 380. $0,5 \frac{G}{cm^3}$.
 381. $5 \cdot 10^{-9}$ dn.
 382. 1,4 at.
 383. 36,0764 G.

19. Voolamisnähtused.

386. Vastava mõõtühikute süsteemi ühikutes.
 387. $\frac{cm}{sek^2}$ ja cm; $\frac{dm}{sek^2}$ ja dm;
 $\frac{m}{sek^2}$ ja m; $\frac{km}{h^2}$ ja km.
 981; 98,1; 9,81; $\frac{9,81 \cdot 3600^2}{1000}$.
 388. Liikumisele vastassuunas.
 391. $167 \frac{cm}{sek}$.
 392. 0,6 sek.
 393. $98 \frac{cm}{sek}$.
 394. $15 \frac{m}{sek}$.
 395. $23 \frac{m}{sek}$.
 396. Üleslükke vähendab keha rõhumist suuskadele, mille tagajärjel väheneb hõõrdumistung ning järelikult suureneb kiirust suurendav tung.
 397. $7,7 \frac{m}{sek}$.
 398. $25 \frac{m}{sek}$; 35 m.

399. 560 l.

400. 46 cm.

401. $396 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.

402. Vaba nivoo poolele kõrgusele.

403. $8,4 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.

404. 0,5 dž.

405. $1,8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$.

III. Molekulaarfüüsika ja soojus.

20. Molekulaarnähtused vedelikes.

407. $3,3 \cdot 10^9$ km; $8,4 \cdot 10^9$ km.

408. 10^{11} .

409. Vee pindpinevuse mõjul.

410. $72 \frac{\text{dn}}{\text{cm}}$.

411. 960π ergi.

412. 20π ergi.

413. Kapillaarid on peenemad.

414. 7 cm.

415. 0,06 mm. Ligikaudu võrdub juuksekarva läbimõõduga.

416. Väikesed piisad, mis puutuvad kokku suurematega, tungivad neisse suurema ülerõhu tõttu.

417. 0,14 at; $7\pi 10^{-5}$ ergi.

418. $48 \frac{\text{dn}}{\text{cm}}$.

419. 1,4 at.

420. 1,14 at.

21. Gaaside kineetiline teooria.

421. $2,7 \cdot 10^{19}$.

422. $3,3 \cdot 10^{22}$; $2,1 \cdot 10^{22}$.

423. $6,6 \cdot 10^{24}$.

424. 28,8 g; 773 l.

425. Kõige sagedamini esinev kaal on tõenäosim kaal, aritmeetiline keskmine kõigi üksikesemete kaalust — keskmine kaal.

426. $378 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$; $424 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.

428. Vastava süsteemi ühikutes, näiteks MkGS-süsteemis rõhk $\frac{\text{kG}}{\text{m}^2}$, ruumala — m^3 , mass — mtü , kiirus — $\frac{\text{m}}{\text{sek}}$, tihedus — $\frac{\text{mtü}}{\text{m}^3}$.

429. $470 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.

430. $1800 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$; $1476 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$; $1656 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.

431. $1900 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.

432. 455°C .

433. $42,5 \text{ m}\mu$.

434. $44,3 \mu$.

435. $5,4 \cdot 10^9$.

22. Gaasi oleku võrrandid.

436. Sest konstantse rõhu ja temperatuuri puhul on moolruumala ning järelikult ka R konstantne.

437. $\frac{\text{erg}}{\text{kr mool}}$; $\frac{\text{dž}}{\text{kr mool}}$; $\frac{\text{kGm}}{\text{kr mool}}$.

438. $0,8478 \frac{\text{kGm}}{\text{kr mool}}$; $1,986 \frac{\text{cal}}{\text{kr mool}}$.

439. 10 kGm.

440. 140 At.

441. 37,5 at.

442. 22 l.

443. $27,3^\circ \text{C}$.

444. 293°C .

445. 5,4 l.

446. 2,3 l.

447. 150 cm^3 .

448. 1785 l.

449. 15 At.

450. 51,8 at.

451. 500 torri.

452. 1,55 At.

453. 258°C .

454. $500 \frac{\text{m}}{\text{sek}}$.

455. $9,6^\circ \text{K}$.

456. $0,189 \cdot 10^7$ ja $0,462 \cdot 10^7 \frac{\text{erg}}{\text{g kr}}$.

457. 1,15 kg.
 458. $0,125 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.
 459. 79 lükkega.
 460. 27 min.
 461. Rõhk $\frac{\text{dn}}{\text{cm}^2}$ -tes, $\frac{\text{nj}}{\text{m}^2}$ -tes, $\frac{\text{sn}}{\text{m}^2}$ -tes ja $\frac{\text{kG}}{\text{m}^2}$ -tes. Ruumala vastavalt cm^3 -tes ja m^3 -tes.
 463. Et rõhkude vahe tõttu saada tugevamat tõmmet.
 464. $5,8 \cdot 10^4$ korda.

23. Kehade paisumine.

465. kr^{-1} ; sama.
 466. Tahkete kehade pind- ja ruumpaisumiskoeffitsiendid on nende joonpaisumiskoeffitsientide 2- ja 3-kordsed.
 467. 46 m; 156 m.
 468. $56,3^\circ \text{C}$.
 469. 187°C .
 470. 120 μ .
 471. 210°C .
 472. 840°C ; 240°C .
 473. 756,2 mm.
 474. Muutub 0,01 mm. On märgatav.
 475. 27 tonni.
 476. 16 sek.
 477. Ava suureneb, samuti ratta-rehvi läbimõõt.
 478. 7514 cm^2 .
 479. 21,6 cm^2 .
 480. Suureneb.
 481. Pudelikaela või mutrit tuleb kuumutada.
 482. 46 cm^3 .
 483. 238 g.
 484. 1,991 l.
 485. 28° .
 486. 8,81 kg.
 487. $7,59 \frac{\text{G}}{\text{cm}^3}$.
 488. 46°C .

24. Temperatuuriskaalad, soojushulk, soojusmahtuvus ja soojusjuhtivus.

489. -40°C ja F järgi.
 490. $29,2^\circ \text{R}$; $309,5^\circ \text{K}$; $97,7^\circ \text{F}$.
 491. $45,6^\circ \text{C}$.
 492. 212°F ; $-459,4^\circ \text{F}$.
 493. $0,19 \frac{\text{cal}}{\text{g kr}}$; 28,5 g.
 494. 8,8 klaasitait.
 495. 374,4 kcal.
 496. 70 cal.
 497. 1,47 kcal.
 498. Hapniku $c_p = 0,217 \frac{\text{cal}}{\text{g kr}}$ ja $c_v = 0,155 \frac{\text{cal}}{\text{g kr}}$. Lämmastiku $c_p = 0,248 \frac{\text{cal}}{\text{g kr}}$ ja $c_v = 0,177 \frac{\text{cal}}{\text{g kr}}$.
 499. Erisoojuste suhtest nähtub, et antud gaas on üheaatomiline; järelikult molekulkaal võrdub aatomkaaluga ja on 39.
 500. $0,218 \frac{\text{cal}}{\text{g kr}}$; $0,155 \frac{\text{cal}}{\text{g kr}}$.
 501. $\frac{\text{cal}}{\text{cm kr sek}}$.
 502. Teine on 360 korda väiksem.
 503. 1080 kcal.
 504. 15 600 kcal.

25. Töö ja soojus.

506. Kõigi liikmete kGm-tes väljendamiseks tuleb ΔU jagada 2,34-ga, ΔA — 9,8-ga, jne.
 507. $632 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$.
 508. 21 W.
 509. 0,05 kop.
 510. 6800 kGm.
 511. 4227 kGm; $35 \frac{\text{kGm}}{\text{sek}}$.
 512. 6,2 HJ.
 513. 1,84 kg.
 514. 339 kg.
 515. 1800 tonni, kui kasutegur on 20%.
 516. 52 W.
 517. 71%.

518. 8,5 HJ.
 519. 22%.
 520. 40,7 kg.
 521. 747 kg.
 522. 26 kg.
 523. Välistöökis 40,7 kcal, siseenergia suurendamiseks 498,3 kcal.

26. Agregaatoleku muutused.

524. $\frac{\text{cal}}{\text{g}}$; puudub kraad, sest sulamine ja keemine toimub jääval temperatuuril.
 525. 488 g.
 526. 103 g.
 527. 2,5 g.
 528. -80° .
 529. 21,4 cm.
 530. 325 kg.
 531. Lenduri veri hakkaks «keema».
 532. 182 kcal.
 533. $\frac{1}{6}$ liitrit.
 534. 41,5 g.
 535. 2,7 kg.
 536. $-7,7^\circ \text{C}$.
 537. $15,8^\circ \text{C}$.
 538. Suhtelisel niiskusel pole nime-tust.
 539. Kaste tekkis. Kondenseerus 2560 tonni veeauru.
 540. 55%.
 541. 1,8 kg.
 542. Ei ole.
 543. 1,54 kg.
 544. $9,4 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}$; 61%.

IV. Elekter ja magnetism.

27. Coulombi seadus.

545. $\text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$; $L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$.
 546. $9 \cdot 10^9$.
 547. 0,92 tonni.
 548. $99 \cdot 10^3 \text{ LÜ}$.

549. 70 LÜ.
 550. 2.
 551. 2,3.
 552. $2,1 \cdot 10^9$; $6,3 \cdot 10^{18}$.
 553. 154 m.
 554. 76 μ .
 555. 12,5 LÜ.
 556. Laengute vaheline tõuketung on suurem $4 \cdot 10^{42}$ korda.

28. Elektrivälja tugevus ja tungjooned.

557. $\text{cm}^{-\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$; $L^{-\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$;
 $\frac{\text{joon}}{\text{cm}^2}$.
 558. $9,8 \frac{\text{dn}}{\text{LÜ}}$.
 559. $0,3 \frac{\text{Mdn}}{\text{LÜ}}$.
 560. 250 LÜ.
 561. $20 \frac{\text{dn}}{\text{LÜ}}$; $0,2 \frac{\text{dn}}{\text{LÜ}}$.
 562. $2 \frac{\text{dn}}{\text{LÜ}}$; $0,5 \frac{\text{dn}}{\text{LÜ}}$.
 563. $3,5 \frac{\text{dn}}{\text{LÜ}}$.
 564. $0,1 \frac{\text{dn}}{\text{LÜ}}$ suurema laengu suunas.
 565. Samanimeliste laengute puhul kaugusel $\frac{l\sqrt{q_1}}{\sqrt{q_1 + q_2}}$ laengust q_1 .
 566. 1256 joont; $4 \frac{\text{joon}}{\text{cm}^2}$.
 567. $2 \frac{\text{joon}}{\text{cm}^2}$.
 568. $4,8 \cdot 10^{-8}$ sek.
 569. $4,8 \cdot 10^{-10}$ g.

29. Elektrivälja potentsiaal.

570. $\text{cm}^{\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$; $L^{\frac{1}{2}} M^{\frac{1}{2}} T^{-1}$.
 571. 158,4 kJ; 0,2 A.
 572. 19,6 C.
 573. 20 V.
 574. 5600 kWh.
 575. 20 LÜ.

576. $1,6 \cdot 10^{-12}$ ergi; $1,6 \cdot 10^{-19}$ dž.
 577. $1,6 \cdot 10^{-6}$ ergi.
 578. 750 V.
 579. Võrdused on õiged, sest nimetused on ekvivalentsed.
 581. $0,02 \frac{dn}{LÜ}$.

30. Elektrimahtuvus.

582. cm.
 584. 30 cm.
 585. $1,1 \cdot 10^{-3}$ C.
 586. 1413 V; 13 V.
 587. 2400 pF.
 588. $3,6 \cdot 10^3$ pF; $3,6 \cdot 10^{-7}$ C; 180 ergi.
 589. Väheneb n korda.
 590. $0,5 \cdot 10^{-3} \mu\text{F}$; kerakondktoril raadiusega 4,5 m.
 591. $6 \mu\text{F}$; $\frac{6}{11} \mu\text{F}$.
 592. 110 pF; 10,5 pF.
 593. $15 \cdot 10^{-7}$ C.

31. Laetud keha ja elektrivälja energia.

596. 0,05 dž.
 597. 22,5 dž.
 598. $1,8 \cdot 10^{-4}$ dž.
 599. 1,7 kGm.
 600. 2:1.
 601. 0,24 cal.
 602. $28 \cdot 10^{12}$ eV.
 603. 0,8 LÜ.

604. $0,01 \frac{\text{erg}}{\text{cm}^3}$.
 605. $\frac{5000}{\pi}$ ergi.

32. Voolutugevus ja voolutihedus.

606. $\text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-2}$ ja $\text{cm}^{-\frac{1}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-2}$.
 Ei erine.
 607. 6 A.
 608. 1200 C.
 609. $1,87 \cdot 10^{19}$ elektroni.

610. 1,6 mA.
 611. 160 μA .
 612. $3 \cdot 10^9$ korda.
 613. $30 \frac{LÜ}{\text{s k}}$.
 614. 1 C; 300 C; 36 000 C.
 615. $400 \frac{\text{A}}{\text{cm}^2}$.
 616. 0,53 A.
 617. 20 000 A.

618. $0,002 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$.
 619. Null, sest vahelduvvoolu puhul toimub elektroni võnkumine kohapeal.

33. Ohmi seadus.

620. 0,6 A.
 621. 60 V.
 622. 120 oomi.
 623. 214 V—202 V.
 624. 210 V; 12,5%.
 625. 0,0027 oomi.
 626. 0,6 oomi.
 627. 63 V; 7 A.
 628. 17,5 oomi; 1,7 oomi.
 629. 1,08 oomi.
 630. 2 oomi.
 631. 55 elementi.
 632. 9 oomi.

34. Juhtme takistus ja juhtivus.

633. 9,4 oomi.
 634. 7,5 oomi ja 52,4 oomi.
 635. 1 oom.
 636. 31,25 m.
 637. $0,94 \cdot 10^{-4}$ oom cm.
 638. $0,4 \frac{\text{oom mm}^2}{\text{m}}$.
 639. 8 oomi.
 640. 5500 oomi; 220 oomi.
 641. 460 oomi.
 642. 49,5 oomi.
 643. 70° C.
 644. 0,0025 oomi.

645. 0,0022 oomi.
 646. 0,02 oomi.
 647. 0,02 oomi.
 648. 2,5 A; 1,6 A; 0,9 A.
 649. 9 A; 6 A; 3 A.
 650. 2,0 A; 1,5 A; 1,2 A.
 651. 0,7 mA.
 652. 1,66 V ja 0,73 oomi.
 653. 55%.

35. Alalisvoolu töö ja võimsus.

654. 0,114 A.
 655. $3,75 \cdot 10^{20}$ elektroni.
 656. 550 W; 44 kop.
 657. 3,64 A; 60,4 oomi.
 658. 180 dž.
 659. 6 kop.
 660. 0,32 A; 346 oomi. Sama takistus.
 661. 8 kop.; 2,7 A; 81 oomi.
 662. 190 kcal.
 663. 87,1 oomi.
 664. 6 kop.
 665. 72%.
 666. 80%.
 667. 0,12 kWh; 86%.
 668. 5,9 min.
 669. 14 min.
 670. 55 oomi; 5,5 m.
 671. 8,7 min.
 672. 80%.
 673. 0,5 A; 12 oomi; 0,03 kWh.
 674. 8590 A; 63 kW; $54 \cdot 10^3$ kcal.
 675. 1210 oomi.

36. Magnetiväli.

676. $\text{cm}^{\frac{3}{2}} \text{g}^{\frac{1}{2}} \text{sek}^{-1}$; $L^{\frac{3}{2}} M^{\frac{1}{2}} \text{T}^{-1}$.
 678. 42 ÜP.
 679. 0,94 cm.
 680. Väheneb 2 korda.
 681. 216 dn.
 682. 196 Oe.
 683. 102 mG.
 684. 2,03 Oe.
 685. 1800 dn.

686. $60\,000 \frac{\text{joon}}{\text{cm}^2}$.
 687. 4668 joont.
 688. 0,28 Oe ja 0,48 Oe.
 689. 0,58 ja 0,55 Oe.
 690. 0,5 Oe.
 691. 114,3 dn cm.
 692. 72 dn cm.

37. Elektrivoolu magnetiväli.

693. Lõunapoolne osa ida suunas.
 694. Naaberkeerdsid läbivad paralleelsed samasuunalised voolud, mis põhjustavad keerdude omavahelist tõmbumist.
 695. 5 cm.
 696. 50 A.
 697. 20 A.
 698. $V_{em} = 10^{-8}$ V.
 699. 10^{-9} oomi.
 700. $9 \cdot 10^{11}$ oomi.
 701. 440 keerust.
 702. 10 Oe; 283 joont; 113 200 joont.
 703. Rauapuru-kübemete magnetiväli löikab voolu risti ja tekitab voolusse mõjuva tungi rauapuru-kübemete suunas. Selle tungi reaktsioon mõjub rauapurusse ja paneb selle liikuma voolu suunas.
 704. 20 dn ja 55 dn.
 705. Umbes 0,5 kG.

38. Elektromagnetiline induktsioon.

706. Pikselöögi magnetivälja mõjul tekib neis tugev induktsioonvool.
 707. Rõngas R tekkinud induktsioonvoolu magnetiväli on alati vastassuunaline pooli P magnetiväljale.
 708. Siis on igas juhtmepaaris voolu magnetiväljad vastassuunalised ja ei teki endainduktsiooni.
 709. Läänepoolses.

710. Põhjapoolses. Kiiruse suurenemisel potentsiaal suureneb.
 711. 0,12 V.
 712. 0,2 V.
 713. 0,04 V. Millivoltmeeter ei näita midagi, sest temas puudub vool.
 $\frac{V \text{ sek}}{A}$.
 714. $\frac{V \text{ sek}}{A}$.
 715. 0,5 H.
 716. 1,6 mH.
 717. 1,5 V.
 718. 32 V.
 719. 0,0125 sek.

39. Vahelduvvool.

720. 311 V; 156 V.
 721. 3,0 A.
 722. 1,4 kW; 283 V; 4,9 A.
 723. 2130 V.
 724. 995 oomi.
 725. 6,4 μ F.
 726. 157 oomi.
 727. 0,013 pF.
 728. 0,11 A.
 729. 0,27 A.
 730. 4 μ F.
 731. 1 H.
 732. 45 oomi.
 733. 32 W.
 734. 5,8 A.
 735. 44.
 736. 1100 V; 10 A.

40. Elektrolüüs.

737. 96 500 C.
 738. 3019 mg.
 739. 18,6 min.
 740. 1,36 g; 37,3 mg.
 741. 364 mg.
 742. 10,1 A.
 743. 1,6 A; parandus +0,1 A.
 744. 0,096 A.
 745. 2 144 000 C; ligi 5 päeva.
 746. 0,66 A.
 747. Umbes 10 tundi.
 748. 58 μ .

749. 1:1; 0,74:1.
 750. $0,3388 \frac{mg}{C}$.
 751. $1,05 \cdot 10^{-22}$ g.
 752. $\sim 20\,000$ kWh.
 753. $135 \cdot 10^6$ A.

V. Optika.

41. Võnkumised ja lained.
 754. 77 cm.
 755. 17 m ja 17 mm; 70 m ja 70 mm; 255 m ja 25,5 cm.
 756. 10,2 min; 2 ööpäeva.
 757. 1,4 mm; 5 mm. Võimaldab avastada väiksemaid defekte.
 758. 6 mm.
 759. 6000 km.
 760. $7,3 \cdot 10^5$ Hz; 1,4 μ sek.
 761. $5,4 \cdot 10^{14}$ Hz.
 762. $2 \cdot 10^{-6}$ sek; $5 \cdot 10^5$ Hz; 600 m.
 763. 2979 m.
 764. 0,19 μ H.
 765. 4,14 mH.
 766. 1100 ergi.

42. Valguse levimine. Fotomeetria.

767. 1 377 500 km; 4687 km.
 768. Pöördvõrdeline arvudega 0,16; 0,49; 1; 2,25; 27,0; 1600.
 769. 2,8 m.
 770. 0,44 srd.
 771. 1256 lm.
 772. 10 rk.
 773. 0,00012 lm.
 774. Kogu valgusvoog (4π lm) jagada kera pindalaga.
 775. 66,7 lx.
 776. 4500 lx.
 777. 6 korda. Suurendab tunduvalt.
 778. 55 lx.
 779. 1 m kaugusel tugevamast valgusallikast.
 780. 0,15 lx.
 781. 42 m.
 782. 2 korda pikem.

783. 0,9 m.
 784. 33,4 rk; 1,7%.
 785. 2,5 ph; 0,14 sb.
 786. $1,5 \cdot 10^{27}$ rk; 67 000 lx.
43. Valguse peegeldumine.
 Sfäärilised peeglid.
787. Taandada aksioomile, et sirglõik on lühim tee kahe punkti vahel.
 788. Tõelise kujutise kohal valguskii-
 red tõepoolest lõikuvad ja seal on valgust, kuna ebakujutise kohal lõikuvad ainult geomeet-
 rilised sirged (kiirte sihid) ja tege-
 likult seal valgust pole.
789. Ei ole — pooled on vahetatud.
 791. Pool vaatleja pikkust. Pool vaat-
 leja silmade kaugust põrandast
 (alumine äär). Ei olene.
 792. Vertikaalasendis suurem.
 793. Nurga tipust tõmmatud ringjoon
 raadiusega, mis võrdub valgus-
 punkti kaugusega nurga tipust.
 794. Päikesekiired peavad langema
 peeglile 75° -se nurga all.
 795. 65° .
 796. Kujutise valgustugevus on vas-
 tavalt nõrgem.
 797. 8 cm.
 798. 120 cm.
 799. 150 cm.
 800. 72 cm peeglist; 18 cm.
 801. 47 mm.
 802. 13,0 cm.
 803. Ei ole võimalik.
 804. 2,5 dioptriati.
44. Valguse murdumine.
 Sfäärilised läätsed.
805. Murdumine pole võimalik.
 806. Bensiini ja klaasi murdumis-
 näitajad on võrdsed, mistõttu
 puudub valguse hajumine. Osa-
 line nõrk hajumine.
 807. 40° .
 808. 43° .
809. 1,36.
 810. $97^\circ 20'$.
 812. 2,44 cm.
 813. Rakendada valemit (1); fookuse-
 kaugus väheneb.
 814. 198 cm.
 815. On võrdsed.
 816. Kujutise valgustugevus jääb nõr-
 gemaks.
 817. 16 cm.
 818. 48 või 24 cm kaugusele küün-
 last.
 819. $f = 27,3$ cm.
 820. 3 cm.
 821. 21,5 cm.
 822. 20 cm; 16,7 cm.
 823. 22 korda; pinnavalgustus vähe-
 neb 500 korda, kui mitte arves-
 tada valguse neeldumist optikas.
 824. 1,7.
 825. 36,7 dioptriati; 3,7 dioptriati.
 826. 1500 lx.
45. Silm ja nägemine.
 Optilised riistad.
827. $1,15'$; $2,3^\circ$.
 828. 17,2 cm.
 829. 32 astronoomilist ühikut.
 830. 161 cm.
 831. Need kiired pole nähtavad.
 832. $1'$.
 833. 73μ . Lühinägija silm on suu-
 rema lahutusvõimega.
 834. -5 D.
 835. 2 D.
 836. $-4,5$ D.
 837. 0,0033 sek.
 838. 20,8 cm.
 839. Kaugnägelik.
 840. 6 korda; 20 D.
 841. 3 korda.
 842. 6 cm; 16,7 D.
 843. 16 D.
 844. Juhtida mikroskoobi okulaari abil
 saadav tõeline kujutis fotoplaa-
 dile.
 845. Fotograafia rakendamisel.

846. Et $n \sin \frac{\alpha}{2} \approx 1$, siis $\delta \approx \lambda$.

847. 257 korda.

848. 2 mm.

849. 10 korda; 32 cm.

850. 100; 180; 1000; 4 cm.

851. 3 cm; 0,055.

852. 0,15 μ .

46. Laineoptika.

853. $5 \cdot 10^8$ Hz ja $2 \cdot 10^{-9}$ sek.
 $5 \cdot 10^9$ Hz ja $2 \cdot 10^{-10}$ sek.
 $3 \cdot 10^{12}$ Hz ja $3,3 \cdot 10^{-13}$ sek.

854. $5,4 \cdot 10^{14}$ Hz; $1,9 \cdot 10^{-15}$ sek.

855. 5000 km.

856. 417 m μ .

857. 393 m μ ; 245 m μ .

858. 2500 Å.

859. Ei paista, sest vees muutub ka kiirte levimiskiirus, mistõttu sagedus ja järelikult ka värvus jääb endiseks.

860. $2 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$.

861. 1,25 mm.

862. Ribade vahelised kaugused vähenevad, sest vees on valguse lainepikkus väiksem kui õhus.

863. Kui kattekihi paksus on $\frac{1}{4} \lambda$, siis kattekihi välis- ja sisepinnalt peegeldunud kiirte käiguvahe on

$\frac{1}{2} \lambda$ ja interfereerudes nad kustutavad üksteist. Kattekihi mur-

dumismäitaja peab olema väiksem selleks, et peegeldumine toimuks vastasfaasiga.

864. Hajumisnurk väheneb lainepikkuse vähenemise tõttu.

865. 0,43 μ .

866. 383 m μ .

867. $3^\circ 22'$; $6^\circ 46'$; $10^\circ 8'$.

868. $12^\circ 46'$.

869. 29 μ .

871. $53^\circ 6'$.

872. $45^\circ 20'$.

873. $22,6 \frac{\text{g}}{100 \text{ cm}^3}$.

47. Kiirgusnähtused.

874. $2,4 \cdot 10^{23}$ Hz.

875. 0,38 μ .

876. 124 m μ .

877. $28 \cdot 10^{10}$ footonit.

878. $5 \cdot 10^7$ footoni.

879. 125 eV; $125 \cdot 10^4$ eV.

880. $3,7 \cdot 10^{-10}$; $2,2 \cdot 10^{-8}$; 28; 5560; 556 000 ühikut.

881. $2,4 \cdot 10^{20}$ footonit.

882. 43 kcal.

883. $2,03 \cdot 10^{17}$ kvanti.

884. $560 \frac{\text{footon}}{\text{sek}}$.

885. 33%.

886. 200° K.

887. 360° K.

888. 7400 W; 10 HJ.

889. 0,96 μ .

890. 5200° K.

891. 9620° K.

892. 15° C.

893. 0,5 μ .

894. 51 000 tonni.

895. Jupiterile 4,5 korda tugevamini.

896. $4 \cdot 10^{-5} \frac{\text{dn}}{\text{cm}^2}$,

kui kogu kiirgus neeldub.

897. $3,2 \cdot 10^{-5}$ cm.

VI. Aatomifüüsika:

48. Aatomi ehitus.

899. $6,25 \cdot 10^{11}$ eV.

900. $1,6 \cdot 10^5$ ergi; $1,6 \cdot 10^{-2}$ dž.

901. $5,9 \cdot 10^7 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$.

902. $45 000 \frac{\text{km}}{\text{sek}}$.

903. 0,034 eV.

904. $6,13 \cdot 10^{14}$ eV; $6,13 \cdot 10^{11}$ keV;
 $6,13 \cdot 10^8$ MeV.

905. $2,1 \cdot 10^9 qU$ eV.

906. 20 elementaarlaengut.

907. Et saada elektromeetrile suuremat pinget.

908. $3,8 \cdot 10^{-9}$ LÜ.
909. Ringlemisperiood ei olene m , q ja H -st.
910. $3,6 \cdot 10^{-11}$ sek.
911. $r = \frac{\sqrt{2mU}}{H\sqrt{q}}$; $T = \frac{2\pi m}{qH}$.
912. 10^4 ; 8600 korda; on õigustatud, sest mõlema suhte suurusjärk on sama.
913. 10^{12} korda; $4 \cdot 10^5 \frac{t}{\text{cm}^3}$.
914. $3,6 \cdot 10^{-4}$ dn.
915. Et $v = \omega r$, siis $mvr = I\omega$.
916. Orbiitide raadiused suhtuvad põhiorbiidi raadiusse nagu $n^2 : 1$.
917. 0,9 Å. Kolmanda orbiidi läbimõõt on 9 korda suurem.
918. $v = \frac{2\pi e^2}{nh}$.
919. $2,2 \cdot 10^8 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$.
920. $7 \cdot 10^7 \frac{\text{cm}}{\text{sek}}$.
921. Pöördvõrdeline orbiidi raadiusega.
922. $1,2 \cdot 10^{15}$ Hz; 250 mμ.
923. Muidu ei oma valemil mõlemad pooled sama nimetust.
924. 4101 Å.
925. $6,2 \cdot 10^{14}$ Hz; $6,9 \cdot 10^{14}$ Hz.
926. $b = \frac{4c}{R}$.
927. 656 mμ; $4,5 \cdot 10^{14}$ Hz.
928. $8,2 \cdot 10^{-33}$ cm.
929. $1,3 \cdot 10^{-20}$ cm.
930. 3,8 Å.
931. 0,045 X.

49. Aatomid ja molekulid.
Mendelejevi elementide perioodiline süsteem.

932. Nimetuseta arv.
933. Mõlemad väljenduvad samade arvude suhtena.
934. $1,66 \cdot 10^{-24}$ g.
935. Mõlema suhte suurusjärk on ligikaudu sama.

936. $2,7 \cdot 10^{-8}$ cm.
937. 1 : 10^{12} .
938. $2,3 \cdot 10^{39}$.
939. $6,7 \cdot 10^{24}$.
940. $3 \cdot 10^{-23}$ G.
941. $1,67 \cdot 10^{-24}$ g.
942. $1,67 \cdot 10^{-24}$ g.
943. 94,5 kcal.
944. 3330 kihti.
945. Massiarv on 65; prootoneid 29 ja neutroneid 36.
946. 11 prootonit; 1 valentselektron.
947. 143 neutronit.
948. 11%.
949. 150 cm.

50. Radioaktiivne lagunemine. Seos massi ja energia vahel.

950. α -osakese r on suurem, sest tema massi (m) ja laengu (q) suhe on suurem kui β -osakesel.
951. Rasketes elementides on tuuma laeng nii suur, et α -osake pole võimeline tuuma tungima.
952. 11 Å.
953. 0,16 W.
954. 1,4 kWh.
955. 0,95 μg.
956. $0,18 \frac{1}{\text{päev}}$.
957. $1,37 \cdot 10^{-11}$ sek⁻¹.
958. $2,8 \cdot 10^{10}$ aatomi võrra.
959. $4 \cdot 10^6$ aatomit.
960. $25 \cdot 10^6$ kWh.
961. $9 \cdot 10^8$ eV.
962. 0,51 MeV.
963. 1000 MeV.
964. Mass suureneb. $12,5 \cdot 10^{-12} m_0$ võrra.
965. 216 tonni.
966. $4,48 \cdot 10^{-11}$ g.
967. $13,8 \cdot 10^{13}$ tonni.
968. $5,1 \cdot 10^5$ eV.
969. 24 X.
970. $2,1 \cdot 10^4$ kWh.

SISUKORD.

Eessõna	3
Üldjuhend ülesannete lahendamiseks	4

I. Sissejuhatus.

1. Seoseid kümnendsüsteemi mõõtühikute vahel	6
2. Mõõtühikute süsteemid	8
3. Erikaal ja tihedus	10

II. Mehaanika.

4. Ühtlane liikumine. Keskmise kiirus	13
5. Ühtlaselt muutuv sirglikumine	14
6. Vektorite liitmine ja lahutamine	16
7. Ühtlane ringlikumine. Joon- ja nurkkiirus	18
8. Newtoni seadused	19
9. Liikumishulk ja tungi impulss	21
10. Töö ja võimsus	22
11. Hõõrdumine	25
12. Potentsiaalne ja kineetiline energia	27
13. Pöördliikumine	29
14. Tsentripetaal- ja tsentrifugaaltungid	32
15. Mehhanismide tasakaal ja kasutegur	33
16. Gravitatsiooniseadus	35
17. Elastsus ja võnkliikumine	36
18. Rõhumine ja rõhk vedelikes ning gaasides	39
19. Voolamisnähtused	41

III. Molekulaarfüüsika ja soojus.

20. Molekulaarnähtused vedelikes	44
21. Gaaside kineetiline teooria	45
22. Gaasi oleku võrrandid	47
23. Kehade paisumine	50
24. Temperatuuriskaalad, soojushulk, soojusmahtuvus ja soojusjuhtivus	52
25. Töö ja soojus	54
26. Agregaatoleku muutused	56

IV. Elekter ja magnetism.

27. Coulomb'i seadus	58
28. Elektrivälja tugevus ja tungjooned	59
29. Elektrivälja potentsiaal	60

30. Elektrimahtuvus	61
31. Laetud keha ja elektrivälja energia	62
32. Voolutugevus ja voolutihedus	63
33. Ohmi seadus	64
34. Juhtme takistus ja juhtivus	65
35. Alalisvoolu töö ja võimsus	67
36. Magnetiväli	69
37. Elektrivoolu magnetiväli	71
38. Elektromagnetiline induksioon	73
39. Vahelduvvool	74
40. Elektrolüüs	76

V. Optika.

41. Võnkumised ja lained	78
42. Valguse levimine. Fotomeetria	79
43. Valguse peegeldumine. Sfäärilised peeglid	81
44. Valguse murdumine. Sfäärilised läätsed	83
45. Silm ja nägemine. Optilised riistad	85
46. Laineoptika	87
47. Kiirgusnähtused	89

VI. Aatomifüüsika.

48. Aatomi ehitus	92
49. Aatomid ja molekulid. Mendelejevi elementide perioodiline süsteem	95
50. Radioaktiivne lagunemine. Seos massi ja energia vahel	96

VII. Tabeleid.	99
------------------------	----

VIII. Vastuseid.	105
--------------------------	-----

Toimetaja R. Toming

Tehniline toimetaja I. Vahtre

Korrektorid M. Amon ja S. Aron

Ladumisele antud 16. XI 1954. Trükkimisele antud 21. I 1955. Trükiarv 3000. Paber 60×92, 1/16. Trükipoognaid 7,75. Arvutuspoognaid 7,47. MB-00064. Trükkikoda «Tartu Kommunist», Tartu, Ülikooli 17/19. Tellimise nr. 2983

На эстонском языке

Ю. Ланг

Вопросы и задачи по физике.

Hind rbl. 3.90

Rbl. 3.90

A
20339

7146584

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00714658 4