

KAUGÕPPEKESKKOOLIDE TÖÖJUHENDID

1970/71. ÕPPEAASTAKS

XI KLASSI FÜÜSIKA

Tallinn 1970.

A

i52059042

XI KLASSI FÜSIKA

Tööjuhend on koostatud programmi järgi, mille tõttu aine käsitlemise järjekord on tükati erinev õpikus toodud järjekorrast. Õppeaine on juhendis jaotatud arvestuste järgi. Märkuste all on toodud mõningad antud programmi kuuluvad põhitõed ja näpunäited. Enne kohustuslike harjutusülesannete lahendamist, mis tulevad õpetajale esitada arvestusele tulles, on vaja õppida vastava osa teooria ja lahendada juhendis toodud näidisülesanded. Laboratoorsed tööd toimuvad üldreeglina õpetaja juhendamisel koolis. Harjutusülesanded on võetud V. Demkovitsi ülesannete kogust. Arvutamisel on soovitatav lükati kasutamine. Iga arvestuse lõpul on toodud enesekontrolliks rida küsimusi.

Õpik: A. Pjorõškin ja V. Krauklis, Füüsika keskkoolile I ja II.

Ülesannete kogu: V. Demkovits, Füüsika küsimuste ja ülesannete kogu keskkoolile IX - XI klassile.

Õppevahendina võib kasutada: N. Bõtko, Füüsika I ja II.

I ARVESTUS

1. Programm

Võnkliikumine. Vabad võnkumised. Hälve, amplituud, periood, sagedus ja faas. Matemaatiline pendel ja tema võnku-

Tartu Ülikooli Raamatukogu

mise seadus (katseliselt). Võnkumised elastsusjõu toimel. Energia muundumine võnkliikumisel. Võnkliikumise graafik. Sumbuvad ja sumbumatud võnkumised. Pendli kasutamine. Faasiinihe. Võnkumiste liitmise mõiste.

Sundvõnkumised. Resonants. Resonantsi arvestamine ja kasutamine tehnikas.

Võnkumiste levimine elastses keskkonnas. Rist- ja pikilained. Lainepikkus. Võnkumiste levimiskiiruse, lainepikkuse ja võnkesageduse vaheline seos.

Lainete interferents.

Lainete peegeldumine. Seisvad lained.

Häälelained. Ultraheli ja tema kasutamine.

2. Märkusi

Harmoonilise võnkumise hälve muutub siinus või koosinuseaduse järgi. Kui võnkumist põhjustav jõud on võrdeline kaugusega tasakaaluasendist ja suunatud tasakaaluasendisse, siis tekib harmooniline võnkumine. Pendli võnkumine on ligikaudu harmooniline väikeste amplituudide korral. Hõõrdumise tõttu on vabad võnkumised alati sumbuvad. Sumbumatuid võnkumisi võime saada sel teel, et anname võnkuvale süsteemile väljaspoolt energiat juurde. Kui energia ülekanne toimub harmooniliselt muutuva jõu abil, siis tekivad ka sumbumatud harmoonilised võnkumised, millede sagedus on võrdne jõu muutumise sagedusega. Igale võnkuvale süsteemile on iseloomulik omavõnkesagedus f_0 . Kui väljastpoolt mõjuva

jõu sagedus on muutuv ning muutumise käigus saab ta võrdseks süsteemi omavõnkesagedusega, siis tekib resonants. Resonantsi korral on energia ülekanne süsteemi maksimaalne.

Mehaaniline laine on võnkumiste levimine ühelt osakeselt teisele. Võnkumise protsessi edasikandumise kiirus, s.t. laine levimiskiirus, on tunduvalt suurem osakeste võnkumise kiirusest. Pikilained levivad kõikides keskkondades, ristilained aga ainult tahketes kehades, sest ristilaine levikul peavad kehas tekkima nihkedeformatsioonid. Pikilainete levimiskiirus on suurem ristlainete levimiskiirusest. Ei tohi segada võnkumiste graafikut $x = f(t)$ laine graafikuga $x = f(y)$. Esimene kujutab hälve ajalist muutumist, teine aga osakeste hälve sõltuvust osakeste asukohast.

3. Näidisülesandeid

Ülesanne 1. Kraana trossil ripuv raskus teeb 25 sekundiga 2 võnget. Leida trossi pikkus.

$$T = \frac{25}{2} = 12,5 \text{ s,}$$

$$g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

$$l = ?$$

Kui trossi mass on tunduvalt väiksem raskuse massist ja võnkumiste amplituud on väike, siis võib kasutada matemaatilise pendli valemit

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \text{ millest trossi pikkus}$$

$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{12,5^2 \cdot 9,8}{4 \cdot 9,9} = 39 \text{ m.}$$

Ülesanne 2. 2 m pikkune pendel on tasakaaluasendist välja viidud 25° võrra. Kui suure kiirusega läbib pendel tasakaaluasendi?

$l = 2 \text{ m,}$ Äärmised asendis oleva pendli potentsiaalne energia tasakaaluasendi suhtes on
 $\alpha = 25^\circ,$ $W_p = mgh = mg(1 - l \cdot \cos \alpha).$ Kui pendel on langenud tasakaaluasendisse, siis on
 $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$ $v = ?$ kogu potentsiaalne energia muutunud kiineetiliseks $W_k = \frac{mv^2}{2}.$ Võrdusest $mg(1 - l \cdot \cos \alpha) = \frac{mv^2}{2}$ saame kiiruse

$$v = \sqrt{2g(l - l \cdot \cos \alpha)} = \sqrt{2 \cdot 9,8(2 - 2 \cdot 0,91)} = 1,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Ülesanne 3. Harmooniline võnkumine toimub võrrandi $x = 0,25 \cdot \sin \cdot 31,4 \cdot t$ (m) järgi. Kui suur on amplituud, nurksagedus (nurkkiirus), periood ja sagedus?

Kui algmomendil $t = 0$ asub võnkuv punkt tasakaaluasendis, siis on harmoonilise võnkumise võrrandil kuju $x = A \cdot \sin \frac{2\pi}{T} t = A \cdot \sin \omega t.$ Võrrandite võrdlusest on näha, et amplituud $A = 0,25 \text{ m,}$ nurksagedus $\omega = 31,4 \frac{1}{\text{s}},$ periood $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2 \cdot 3,14}{31,4} = 0,2 \text{ s,}$ sagedus $f = \frac{1}{T} = 5 \text{ Hz.}$

Ülesanne 4. Ookeanilaine lainepikkus ulatub kuni 270 m ja periood 13,5 sekundit. Leida levimiskiirus.

$\lambda = 270 \text{ m,}$ Ühe perioodi jooksul läbib laine teepikkuse, mis on võrdne lainepikkusega.
 $T = 13,5 \text{ s.}$ Seega laine levimiskiirus
 $v = ?$

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{270}{13,5} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Ülesanne 5. Kui suur on mere sügavus, kui hüdrolokaatori ultraheli impulss jõuab tagasi 0,2 s möödumisel pärast väljasaatmist. Ultraheli kiirus merevees on $1500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

$$t = 0,2 \text{ s,}$$

$$v = 1500 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$s = ?$$

Heli ühtlasel levimisel heli poolt läbitud teepikkus (edasi-tagasi) $2s = vt$, millest mere sügavus

$$s = \frac{vt}{2} = \frac{1500 \cdot 0,2}{2} = 150 \text{ m.}$$

4. Harjutusülesanded

Ülesannete kogust lahendada ülesanded: 502, 514, 515, 517, 520, 507, 510, 530, 531, 534 - 536, 538 - 540, 542, 552 - 555, 560, 562, 569, 571.

5. Laboratoorsed tööd

- 1) Raskuskiirenduse määramine pendli abil.

6. Kordamisküsimusi

- 1) Mida nimetatakse võnkliikumiseks?
- 2) Kirjutage harmooniliste võnkumiste võrrand ja defineerige seda liikumist iseloomustavad suurused!
- 3) Millised on harmoonilise võnkumise tunnused?
- 4) Millistel tingimustel on matemaatilise pendli võnkumine harmooniline?
- 5) Miks vabad võnkumised sumbuvad?

6) Kui suur on liitvõnkumiste amplituud, kui võrdsete amplituudidega ja sagedustega liituvate võnkumiste faasinihe on 0° , 180° , 90° ?

7) Millistel tingimustel tekib resonants?

8) Milline on piki- ja ristlainete erinevus?

9) Miks ristlained levivad ainult tahkes keskkonnas?

10) Kas interferents tekib igasuguste lainete liitumisel?

11) Mis on kaja?

12) Kuidas saadakse ultraheli?

II ARVESTUS

=====

1. Programm

Vahelduvvoolu saamine. Periood ja sagedus. Vahelduvvoolu generaator. Pinge ja voolutugevuse efektiivväärtused. Aktiiv-, mahtuvuslik ja indiktiivtakistus vahelduvvoolu ringis (katsete põhjal, valemid tuletuseta).

Faasinihe pinge ja voolutugevuse vahel. Elektrilised sundvõnkumised. Resonants.

Vahelduvvoolu võimsus.

Soojus- ja hüdroelektrijaamade mõiste. Elektrienergia ülekanne, jaotamine ja kasutamine. Nõukogude Liidu edusamud ja perspektiivid elektrienergia kasutamise alal NLKP programmi valgusel.

Võnkering. Energia muundumine võnkeringis. Võnkeperi-

oodi sõltuvus võnkeringi mahtuvusest ja induktiivsusest. Sumbumatute võnkumiste saamine. Lampgeneraator. Kõrgsagedusvoolude kasutamine.

Avatud võnkering. Elektromagnetiline väli. Elektromagnetilised lained ja nende omadused (kiirus, peegeldumine, murdumine, interferents).

Raadioside põhimõte (amplituudmodulatsioon).

Lihtsaim lampvastuvõtja.

Raadiolakatsiooni põhimõte ja selle kasutamine navigatsioonis, astronoomias jm. NLKP programm raadioelektronika arenguperspektiividest Nõukogude Liidus.

2. Märkusi

Sinusoidaalne vahelduvvool kujutab endast harmoonilist võnkumist. Et vahelduvvoolu pinge ja voolutugevuse väärtused ajaliselt muutuvad, siis kasutatakse nende iseloomustamiseks maksimaalväärtusi (amplituude) U_0 ja I_0 ning efektiivväärtusi $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$ ja $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$. Vahelduvvoolu hetkväärtused tähistatakse tavaliselt väikeste tähtedega - u ja i .

Kui sinusoidaalne pinge rakendada vooluringile, siis tekivad vooluringis voolu harmooniline võnkumine. Oletame, et vahelduvvoolu ahelas on järjestikku lülitatud takisti, solenoid ja kondensaator. Voolutugevus on siis arvutatav Ohmi seadusest vahelduvvoolu kohta

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}},$$

kus

$Z = \sqrt{R^2 + (\omega L + \frac{1}{\omega C})^2}$ on kogutakistus (näivtakistus),

R - aktiivtakistus,

X = $X_L - X_C$ - reaktiivtakistus,

$X_L = \omega L$ - induktiivtakistus ja

$X_C = \frac{1}{\omega C}$ - mahtuvustakistus.

Kui induktiivsus L avaldada henrides ja C faradites, siis avalduvad kõik takistused oomides.

Valemitest on näha, et X_L ja X_C sõltuvad nurksagedusest ja seega ka sagedusest $f = \frac{\omega}{2\pi}$. Sageduse muutumisel võib juhtuda, et need takistused osutuvad võrdseteks. Sel juhul on voolutugevuse efektiivväärtus maksimaalne $I = \frac{U}{R}$. Olukorraga nimetatakse resonantsiks.

Nii nagu vahelduvvoolu kogutakistus koosneb aktiivtakistusest ja reaktiivtakistusest, koosneb ka vahelduvvoolu koguvõimsus $S = UI$ (mõõdetakse volt-apmrites - VA) aktiivvõimsusest $P = UI \cdot \cos \varphi$ (mõõdetakse vattides - W, vahel tähistatakse seda võimsust ka N-ga) ja reaktiivvõimsusest $Q = UI \sin \varphi$ (mõõdetakse volt-amper-reaktiivsetes - var). φ on pinge ja voolu vaheline faasinihke nurk. $\cos \varphi$ nimetatakse võimsusteguriks. Aktiivvõimsus eraldub soojuse ning tööna, reaktiivvõimsus kulub elektri- ja magnetväljade loomiseks.

Võnkering on raadiotehnilistes seadmetes põhilise tähtsusega. Temas toimuvad protsessid tuleb põhjalikult omandada. Võnkekontuuri oluliseks suuruseks on elektromagnetiliste omavõnkumiste sagedus $f = \frac{1}{T} = 1 : 2\pi \sqrt{LC}$.

3. Näidisülesandeid

Ülesanne 1. Vahelduvvoolu võrku, mille pingeline on 220 V ja sagedus 50 Hz, on järjestikku lülitatud takisti (aktiivtakistus 4 oomi), pool (induktiivsus 200 mH) ja kondenssaator (mahtuvus 40 μ F). Leida voolutugevus.

$$\begin{aligned} U &= 220 \text{ V,} & \text{Nurksagedus } \omega &= 2\pi f = \\ f &= 50 \text{ Hz,} & &= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 = 314 \frac{1}{\text{s}}. \\ R &= 4 \text{ oomi,} & \text{Induktiivtakistus } X_L &= \\ L &= 200 \text{ mH} = 0,2 \text{ H,} & &= \omega L = 314 \cdot 0,2 = 62,8 \text{ oomi.} \\ C &= 40 \mu\text{F} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ F.} & \text{Mahtuvustakistus } X_C &= \frac{1}{\omega C} = \\ I &= ? & &= \frac{1}{314 \cdot 4 \cdot 10^{-5}} = 79,7 \text{ oomi.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kogutakistus } Z &= \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{4^2 + (-16,9)^2} = \\ &= 17,4 \text{ oomi.} \end{aligned}$$

$$\text{Voolutugevus } I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{17,4} = 12,7 \text{ A.}$$

Ülesanne 2. Milline peaks eelmise ülesande andmeil olema kontuurile rakendatud pingeline sagedus, et kontuuris tekiks resonants. Kui suur on siis voolutugevus?

Resonantsi korral $\omega L = \frac{1}{\omega C}$, millest $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC}}$. Resonantsisagedus

$$f_r = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \sqrt{0,2 \cdot 4 \cdot 10^{-5}}} = 56,7 \text{ Hz.}$$

$$\text{Voolutugevus } I = \frac{U}{R} = \frac{220}{4} = 55 \text{ A.}$$

Ülesanne 3. Ühefaasisele vahelduvvoolu mootorile on rakendatud pingeline 220 V. Mootor tarbib voolu 5 A ja tema võim-

sustegur on 0,8. Kui suur on mootori aktiivvõimsus?

$$U = 220 \text{ V,}$$

Mootori aktiivvõimsus

$$I = 5 \text{ A,}$$

$$P = UI \cdot \cos \varphi = 220 \cdot 5 \cdot 0,8 = 880 \text{ W.}$$

$$\cos \varphi = 0,8.$$

$$P = ?$$

Ülesanne 4. Võnkekontuur koosneb poolist induktiivsusega 0,2 mH ja pöördkondensaatorist, mille mahtuvust võib muuta 50 pF-ist kuni 450 pF-ni. Millistele lainepikkustele on kontuur ette nähtud?

$$L = 0,2 \text{ mH} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ H,}$$

Kontuuri omavõnkumise

$$C_{\min} = 50 \text{ pF} = 5 \cdot 10^{-11} \text{ F,}$$

$$\text{te periood } T = 2\pi \sqrt{LC}.$$

$$C_{\max} = 450 \text{ pF} = 4,5 \cdot 10^{-10} \text{ F,}$$

Elektromagnetiliste laine-

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

te pikkus $\lambda = cT$. Minimaalne

$$\lambda_{\min} = ?, \lambda_{\max} = ?$$

lainepikkus $\lambda_{\min} =$

$$= c \cdot 2\pi \sqrt{LC_{\min}} =$$

$$= 3 \cdot 10^8 \cdot 2 \cdot 3,14 \sqrt{2 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-11}} = 188 \text{ m.}$$

Maksimaalne lainepikkus

$$\lambda_{\max} = c \cdot 2\pi \sqrt{LC_{\max}} = 3 \cdot 10^8 \cdot 2 \cdot 3,14 \sqrt{2 \cdot 10^{-4} \cdot 4,5 \cdot 10^{-10}} = 565 \text{ m.}$$

4. Harjutusülesanded

Ülesannete kogust lahendada ülesanded: 1186, 1187, 1191, 1197, 1200, 1201, 1206, 1207, 1211, 1212, 1214, 1215, 1236, 1234, 1239, 1242, 1243, 1245, 1250, 1251, 1253, 1255 -

- 1259, 1271 - 1278, 1266, 1269, 1289 - 1292.

5. Kordamisküsimusi

- 1) Mille poolest erineb vahelduvvoolu generaator alalisvoolu generaatorist?
- 2) Miks enamates juhtudel on ankruks vahelduvvoolu masinais staator, alalisvoolu masinais aga rootor?
- 3) Kui suur on tööstusliku vahelduvvoolu periood ja sagedus?
- 4) Andke sageduse ja nurksageduse definitsioonid ja kirjutage nendevaheline seos!
- 5) Mis on faasinihe? Millest sõltub pinge ja voolu vaheline faasinihe?
- 6) Vooluring, millele rakendatakse vahelduvpinge, koosneb takistist ja poolist. Kas tekki vool on faasilt pingest ees või taga?
- 7) Mida tähendab võnkeringi kohta kehtiv valem $\frac{LI_0^2}{2} = \frac{CU_0^2}{2}$?
- 8) Millistest osadest koosneb lampgeneraator?
- 9) Mille poolest erineb elektromagnetiline väli püsimagneti väljast?
- 10) Milleks on vaja helisagedust moduleerida?
- 11) Mis ülesannet täidab raadiovastuvõtjas dedektor?
- 12) Joonistage lihtsaima vastuvõtja blokk skeem!

III ARVESTUS

1. Programm

V alguse interferents ja difraktsioon. Valguslainete pikkus. Difraktsiooni võre. Valguse elektromagnetiline olemus. Laine ja kiir.

Valgusvoog, valgustugevus, valgustustugevus ja ühikud nende mõõtmiseks.

V algustugevuse seadused.

Valguse murdumise seadused. Murdumisnäitajad. Täielik sisepeegeldumine. Kiire käik läbi prisma.

Kujutised läätsedes. Läätse valem. Mikroskoop.

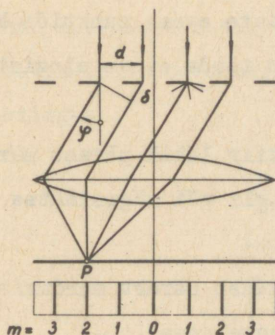
Dispersiooninähtus. Kiirgusspekter, (pidev- ja joonspekter) ja neeldumisspekter. Spektroskoop. Spektraalanalüüs ja selle kasutamine. Spektri infrepunane ja ultravioletne osa. Röntgenikiired ja nende omadused.

Elektromagnetiliste lainete skaala.

2. Märkusi.

Interferents tekib koherentsete lainete liitumisel. Koherentseteks nimetatakse neid laineid, millede vahel vaadeldavas punktis säilib konstantne faasinihe. Erinevatest valgusallikatest väljuvad kiired pole koherentsed.

Kui klaasplaadile tõmmata teemandiga terve rida paralleelseid kriipse, siis saame difraktsioonivõre, mis koosneb paljudest valgustlähilaskvatest piludest. Ühe pilu ja ühe kriipsu laiust nimetatakse difraktsioonivõre konstandiks. Langegu difraktsioonivõrele läbi ava paralleelne kimp monokromaatset (konstantse lainepikkusega) valgust. Iga pilu punkti võib vaadelda iseseisva valgusallikana, millest kiired väljuvad kõikides suundades (joonis nr. 1). Valime kõikidest pilu-



Joon. 1

dest väljuvatest kiirtest need, mis levivad võre normaali suhtes murga all φ . Kõik need paralleelsed kiired koondame läätsel abil läätsel fokaaltasapinnas, kus asub ka ekraan, ühte kohta P. Jooniselt on näha, et naaberpilude vastavatest punktidest murga φ all väljuvate kiirte käiguvahet (läätsel käiguvahet ei muuda) on $d \cdot \sin \varphi$.

Kui sellesse käiguvahesse mahub täisarv m lainepikkust, siis on kohta P sattuvad valguskiired samas faasis, nad tugevdavad üksteist ning annavad ekraanil võrele langevat kiirtekimpu moodustava ava kujutise. Seega tekivad ekraanil jooned nende nurkade all, millede jaoks on täidetud tingimus

$$d \cdot \sin \alpha = m \lambda,$$

kus täisarv $m = 0, 1, 2, \dots$ nimetatakse spektrijärguks. Kui mõeldame φ ning d ja m on teada, siis võime arvutada valguse lainepikkuse.

Täielik sisepeegeldus tekib ainult siis, kui valguskiir läheb optiliselt tihedamast keskkonnast optiliselt hõredamasse.

Kujutiste konstrueerimisel peeglites ja läätsedes on hea silmas pidada järgmisi üldisi printsiipe. Kujutiste

konstrueerimisel on tähtis teada ainult eseme ühe punkti (noole otsa) kujutise konstrueerimist, sest teiste eseme punktide kujutiste leidmine on analoogiline. Meile on teada eseme mingist punktist väljuva kolme kiire käik:

1) optilise teljega paralleelne kiir läbib pärast murdumist (peegeldumist) fookuse (kumerpeegli või nõgusläätsse korral läbib fookuse tema pikendus).

2) fookuse suunas väljunud kiir läheb pärast murdumist (peegeldumist) paralleelselt optilise peateljega,

3) optilise tsentri sihis liikuv kiir murdub (peegeldub) endises sihis.

Kujutise leidmiseks piisab kahe kiire kasutamisest.

Esemest on tavaliselt teada järgmised andmed: asukoht ja suurus.

Kujutise kohta peame leidma asukoha, suuruse (suurendatud või vähendatud), suuna (samapidine või vastupidine) ja olemuse (tõeline või näilik).

Röntgenikiirgus pole mitte anoodilt tagasipõrkunud elektronide voog, nagu seda sageli arvatakse. Röntgenikiirgus on elektromagnetiline lainetus, mille tekkimise põhjuseks on kaks asjaolu. Liikuv elektron on ümbritsetud magnetväljaga. Elektroni järsul pidurdamisel tekivad magnetvälja ajaline muutus põhjustab elektromagnetilise kiirguse, mida nimetatakse ka pidurduskiirguseks. Teine, anoodi materjali omadustest sõltuva, nn. karakteristikliku kiirguse tekkimise põhjuseks on elektroni mõju anoodi materjali aatomitele. Anoodile langev elektron annab osa

oma energiast aatomitele, mis ergastuvad ning kiirgavad aatomitele iseloomuliku lainepikkusega elektromagnetilist kiirgust.

3. Näidisülesandeid

Ülesanne 1.

Valguse lainepikkuse määramiseks kasutatakse difraktsioonivõret, millel on 1000 kriipsu ühel sentimeetril. Ekranil tekkinud pildi parempoolse esimese ja vasakpoolse esimese joone vaheline nurkkaugus on $6^{\circ}24'$ (joon. 1).

Leida valguse lainepikkus.

$$d = 0,001 \text{ cm,}$$

$$\varphi = 3^{\circ}12'.$$

$$\lambda = ?$$

Kuna on tegu esimeste joontega, siis

$m = 1$, s.t. nende joonte tekkimisel.

Lambi all

$$E_1 = \frac{50 \cdot 1}{0,8^2} = 78 \text{ lx.}$$

Lambist 1,2 m kaugusel

$$E_2 = \frac{I \cdot \cos \alpha}{r^2} = \frac{50 (0,8:1,2)}{1,2^2} = 23 \text{ lx.}$$

Ülesanne 4. Kinoaparaadi kaadriakna laius on 1,2 cm, ekraani laius 2,4 m. Ekraani valgustustugevus ei tohi olla vähem kui 4 lx. Leida kaadriakna minimaalne valgustustugevus.

$$d = 1,2 \text{ cm} = 0,012 \text{ m,}$$

$$D = 2,4 \text{ m,}$$

$$E_e = 4 \text{ lx.}$$

$$E_a = ?$$

Kui valguskadudega mitteamvestada, siis on kaardiakent läbiv valgusvoog võrdne ekraanile langeva valgusvooga. Seega on valgustustugevused pöördvõrdelised

pindaladega:

$$\frac{E_e}{E_a} = \frac{S_a}{S_e},$$

millest

$$E_a = E_e \frac{S_e}{S_a} = E_e \left(\frac{D}{d}\right)^2 = 4 \left(\frac{2,4}{0,012}\right)^2 = 1,6 \cdot 10^5 \text{ lx.}$$

Ülesanne 5. Valguskiir läheb veest õhku. Leida murdmisnurk, kui langemisnurk on 20° . Kui suur on täieliku sisepeegelduse piirnurk? Vee absoluutne murdmisnäitaja on 1,33.

$$\alpha = 20^\circ,$$

$$n = 1,33.$$

$$\gamma = ?, \alpha_0 = ?$$

Kuna valguskiirus õhus on ligikaudu võrdne valguskiirusega tühjuses, siis vee murdmisnäitaja õhu suhtes $n_{v\bar{o}} = \frac{\sin \gamma}{\sin \alpha}$ on ligikaudu võrdne vee abso-

luutse murdmisnäitajaga n . $\sin \gamma = n \cdot \sin \alpha = 1,33 \cdot 0,342 =$

= 0,455, millest murdumisnurk veest õhku minnes $\gamma = 27^{\circ}4'$.

Täieliku sisepeegelduse korral on murdumisnurk $\gamma = 90^{\circ}$.

Seega $\frac{\sin \alpha_0}{\sin \gamma} = \sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$, millest $\sin \alpha_0 = \frac{1}{1,33} = 0,752$.

Piirinurk $\alpha_0 = 48^{\circ}46'$.

Ülesanne 6. 1,6 m pikkune inimene seisab 10 m kaugusel kumerläätselt, mille fookuskaugus on 20 cm. Leida kujutise suurus ja kaugus.

$$l = 1,6 \text{ m,}$$

$$a = 10 \text{ m,}$$

$$f = 0,2 \text{ m.}$$

$$k = ?, \quad l' = ?$$

Läätselt valemist $\frac{1}{f} = \frac{1}{k} + \frac{1}{a}$ saame, et kujutise kaugus

$$k = \frac{fa}{f - a} = \frac{0,2 \cdot 10}{10 - 0,2} = 0,204 \text{ m.}$$

Läätselt suurendus $K = \frac{l'}{l} = \frac{k}{a}$, millest

$$\text{kujutise pikkus } l' = l \frac{k}{a} = 1,6 \frac{0,204}{10} = 0,033 \text{ m.}$$

Ülesanne 7. Leida mikroskoobi objektiiv ja okulaari sisemiste fookuste vaheline kaugus, kui mikroskoobi suurendus on 400, objektiiv fookuskaugus 4,35 mm ja okulaari fookuskaugus 25 mm.

$$K = 400,$$

$$f_1 = 4,35 \text{ mm,}$$

$$f_2 = 25 \text{ mm,}$$

$$D = 250 \text{ mm.}$$

$$A = ?$$

Mikroskoobi suurendus $K = \frac{A D}{f_1 f_2}$,

$$\text{millest } A = \frac{K f_1 f_2}{D} = \frac{400 \cdot 4,35 \cdot 25}{250} =$$

$$= 174 \text{ mm.}$$

4. Harjutusülesanded

Ülesannete kogust lahendada ülesanded: 1298, 1307, 1308, 1312, 1323 - 1326, 1338, 1350, 1351, 1369, 1379, 1388, 1400, 1427, 1436.

= 0,455, millest murdumisnurk veest õhku minnes $\gamma = 27^{\circ}4'$.

Ühelaenu sisepeegelduse korral on murdumisnurk $\gamma = 90^{\circ}$.

Seega $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$, millest $\sin \alpha_0 = \frac{1}{1,33} = 0,752$.

Piirinurk $\alpha_0 = 48^{\circ}46'$.

Ülesanne 6. 1,6 m pikkune inimene seisab 10 m kaugusel kumerläätsast, mille fookus-kaugus on 20 cm. Leida kujutise suurus ja kaugus.

$l = 1,6 \text{ m,}$

$a = 10 \text{ m,}$

$f = 0,2 \text{ m.}$

$k = ?, l' = ?$

Läätses valemist $\frac{1}{f} = \frac{1}{k} + \frac{1}{a}$ saame,

et kujutise kaugus

$k = \frac{fa}{f - a} = \frac{0,2 \cdot 10}{10 - 0,2} = 0,204 \text{ m.}$

Läätses suurendus $K = \frac{l'}{l} = \frac{k}{a}$, millest

kujutise pikkus $l' = l \frac{k}{a} = 1,6 \frac{0,204}{10} = 0,033 \text{ m.}$

Ülesanne 7. Leida mikroskoobi objektiiv ja okulaari sise-
miste fookuste vaheline kaugus, kui mikroskoobi suurendus on 400,
objektiiv fookus-kaugus 4,35 mm ja okulaari fookus-kaugus 25 mm.

Mikroskoobi suurendus $K = \frac{\Delta D}{f_1 f_2}$,

$K = 400,$

$f_1 = 4,35 \text{ mm,}$

$f_2 = 25 \text{ mm,}$

$D = 250 \text{ mm.}$

$\Delta = ?$

millest $\Delta = \frac{K f_1 f_2}{D} = \frac{400 \cdot 4,35 \cdot 25}{250} = 174 \text{ mm}$

4. Harjutusülesanded

Ülesannete kogust lahendada ülesanded: 1298, 1307, 1308, 1312, 1323, 1324, 1325, 1326, 1343, 1350, 1351, 1369, 1379, 1388, 1392, 1400, 1427, 1443, 1444, 1451, 1465, 1466.

5. Laboratoorsed tööd.

- 1) Valguse interferentsi ja difraktsiooni vaatlemine.
- 2) Vee või klaasi murdumisnäitaja määramine.
- 3) Läätse fookuskauguse ja suurenduse määramine.

6. Kordamisküsimusi

- 1) Mis on valgus?
- 2) Milline elektromagnetiline lainetus on nähtav?
- 3) Millistel tingimustel tekib valguse interferents?
- 4) Millistel tingimustel tekib valguse difraktsioon?
- 5) Milline valguse mõõtühik on SI süsteemi põhiühikuks?
- 6) Kui suur on punkti ümbritsev kogu ruuminurk?
- 7) Millest sõltub pinna valgustustugevus?
- 8) Mida näitab absoluutne murdumisnäitaja?
- 9) Klaasist keskkonnas asetseb õhkprisma. Joonistage seda prisma läbivate valguskiirte käik!
- 10) Kas näivat kujutist võib projekteerida ekraanile?
- 11) Kas tavalised prillid on kõlbulikud vee all ujumisel?
- 12) Kui suur on parim silma nägemise kaugus?
- 13) Milline on kiirgus - ja neeldumisspektrite erinevus?
- 14) Miks päikese spektris tekivad tumedad jooned?
- 15) Mis vahe on spektroskoobil ja spektrograafil?
- 16) Milleks kasutatakse infrapunaseid ja ultravioletseid kiiri?
- 17) Miks röntgenitoru jahutatakse veega?

IV arvestus

1. Programm

Fotoelektriline efekt ja tema seaduspärasused, Stoletovi tööd fotoefekti alal. Kvandi mõiste. Fotoelemendid ja nende kasutamine. Televisiooni mõiste.

Valguse fotokeemiline toime ja selle kasutamine fotograafias.

Luminestsentsinähtus ja selle rakendamine.

Kaasaegsed vaated valguse olemuse kohta.

Rutherfordi katse, mis kinnitas aatomi tuuma olemasolu.

Energia neelamine ja kiirgamine aatomi poolt.

Nähtused, mis kinnitavad aatomi keerulist ehitust (radioaktiivsus). Osakeste vaatlemine ja registreerimine stsintillatsioonimeetodil, Wilsoni kambri, ioniseeritud osakeste lugeja ja paksu emulsiooniga fotoplaatide abil.

Neutroni avastamine. Aatomi tuuma ehitus. Isotoobid. Tuuma reaktsioonid. Osakeste kiirendaja ehitus ja töötamise põhimõte.

Kunstlik radioaktiivsus. Massi ja energia vahelina seos.

Uraani tuuma jagunemine. Ahelreaktsioon. Energia eraldumine tuuma jagunemisel.

Termoreaktsiooni mõiste.

Elementaarosakeste mõiste ja nende omadusi.

Tuumareaktor. Aatomielektriijaam. Märgitud aatomite ja radioaktiivse kiirguse kasutamine tööstuses, põllumajanduses, teaduses ja meditsiinis.

Aatomifüüsika ja aatomienergeetika arengu perspektiivid

Nõukogude Liidus. NIKP programm aatomienergia rakendamisest.

Füüsika ja tehnika omavaheline side. Füüsika osatähtsus tootmise mehhaniseerimisel, elektrifitseerimisel ja automatiseerimisel NIKP programmis esitatud ülesannete valgusel.

2. M ä r k u s i.

Fotoelektriline efekt on seletatav valguse kvantiseloomu abil. Valguse kvandi energia $h\nu$ kulub elektroni metallist väljalöömiseks väljumistööna A ja elektroni kineetilise energia $\frac{mv^2}{2}$ andmiseks: $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$. Kui kvandi energia on väiksem väljumistööst, siis fotoefekti tekkida ei saa. Maksimaalset lainepikkust, mille puhul veel tekib fotoefekt, nimetatakse fotoefekti punaseks piiriks. Ilmselt võib punase piiri määrata tingimusest $h\nu = h \frac{c}{\lambda_p} = A$.

Seega oleneb fotoefektil eraldunud elektroni energia kvandi energiast, eraldunud elektronide arv on aga võrdeline metallile langeva valgusvooga (kvantide arvuga).

α -kiirgus on heeliumi aatomi tuumade voog. Heeliumi aatomi tuum koosneb kahest prootonist ja kahest neutronist. Prooton on elementaarse positiivse laengu kandja. Järjekult on α -osakese laenguks $2e$. (e - elementaarlaeng)

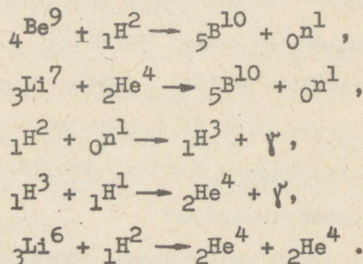
β -osakesed on elektronide voog. Kunstliku radioaktiivsuse korral kuulub β -kiirguse hulka ka positronide (elektroniga võrdse massiga, kuid positiivse elementaarlaenguga osake) kiirgus.

γ -kiirgus on footonite voog - elektromagnetiline lainetus. γ -kiirguse lainepikkus võib olla võrdne röntgenikiirguse lainepikkusega. Sel juhul on kiirgused täiesti samaväärsed, erinev on ainult nende teke.

Osakeste registreerimisel kasutatakse sageli paksu emulsiooniga (0,1 kuni 1 mm) fotoplaate. Kiiresti liikuvad laetud osakesed avaldavad fotoemulsioonile valgusega analoogilist mõju. Pärast ilmutamist on negatiivil jäljed, mida uuritakse mikroskoobiga.

Kriitiline mass ei ole antud aine jaoks konstantne suurus. Ta sõltub sellest, kui võrd tekkivaid neutrone kasutatakse tuumade lõhestamiseks. Kriitiline mass sõltub näiteks keha kujust ja lisandite hulgast.

Tuumareaktsioonide korral kehtib laenguarvu ja massiarvu jäävuse seadus, s.t. alg- ja lõpp-produktide massiarvude ja laenguarvude summa on konstant. Näiteks



Elementaarosakestele on iseloomulik osakeste vastastikune muundumine. Üheks oluliseks muunduseks on footonist elektron-positron paari tekkimine. Siin muundub elektromagnetilise kiirguse energia kvant, millel puudub seisumass

(footon liigub alati valguse kiirusega), seisumassi omavateks osakesteks - elektromagnetiline väli muundub aine osakesteks.

$$\gamma \rightarrow -1e^0 + 1e^0.$$

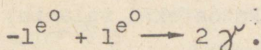
Protsessi eelduseks on, et footoni energia on võrdne või suurem elektroni ja positroni summaarsest seisuenergiast:

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda} \geq 2mc^2.$$

Viimasest tingimustest leiame, et maksimaalne lainepikkus, mille puhul võiks tekkida elektron-positron paar

$$\lambda = \frac{hc}{2mc^2} = \frac{h}{2mc} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 3 \cdot 10^8} = 1,2 \cdot 10^{-12} \text{ m.}$$

Leiab aset ka ümberpöörduv protsess. Elektroni ja positroni kokkusattumisel kaovad mõlemad osakesed ning nende asemel tekib kaks footonit.



Positron ja elektron on teineteise antiosakesed. Antiosakeste põhiomaduseks on, et nad kokkusattumisel kaovad ning nende asemel tekivad uued osakesed. Protsessi nimetatakse annihi-latsiooniks.

Osa IV arvestuse programmi materjalidest on toodud õpiku lõpus kuendas täiendavas peatükis.

3. Näidisülesandeid

Ülesanne 1. Arvutada nähtava valguse, mille lainepikkus on 5500Å, footoni energia ja sagedus.

$$\lambda = 5500 \text{ \AA} = 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ m,}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s,}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

$$\xi = ?, \nu = ?$$

Elektromagnetiliste lainete

kiirus $c = \lambda \nu$, millest sagedus

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{5,5 \cdot 10^{-7}} = 5,5 \cdot 10^{14} \text{ Hz.}$$

$$\text{Fotoni energia } \xi = h \nu = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 5,5 \cdot 10^{14} = 3,6 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

Ülesanne 2. Mitu footonit kiirgab elektrilamp 1 s jooksul,

kui kiirguse võimsus on 1 W ja keskmine lainepikkus $1 \mu\text{m} (10^{-6} \text{ m})$?

$$N = 1 \text{ W,}$$

$$\text{Kuna iga footoni energia on } \xi = h \frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = 10^{-6} \text{ m.}$$

siis ühes sekundis kiirguv footonite arv

$$n = ?$$

$$n = \frac{N}{\xi} = \frac{N \lambda}{hc} = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 5 \cdot 10^{18} \frac{1}{\text{s}}.$$

Ülesanne 3. Fotoefekti punane piir kaaliumi korral on

6000 Å. Leida elektroni väljumistöö.

$$\lambda_p = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m,}$$

$$\text{Fotoefekti valemist } h \nu = A + \frac{mv^2}{2}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s,}$$

järeldub, et maksimaalne lainepikkus, mil-

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

le puhul veel tekib fotoefekt, on määratav

$$A = ?$$

tingimusest

$$h \nu = h \frac{c}{\lambda_p} = A. \text{ Seega väljumistöö } A = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{-7}} = 3,3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Väljumistööd mõõdetakse tavaliselt elektronvoltides

$$(\text{eV}). 1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J. Antud juhul } A = \frac{3,3 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 2,1 \text{ eV.}$$

Ülesanne 4. Elektroni kineetiline energia on 1 eV. Kui

suur on elektroni kiirus?

$$\begin{aligned}W_k &= 1 \text{ eV,} \\m &= 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg.} \\v &= ?\end{aligned}$$

Aatomifüüsikas mõõdetakse osakeste energiat tavaliselt elektronvoltides. Elektronvolt on energia, mida saab elektron kui ta läbib

kiirendava potentsiaalide vahe 1 volt. Elektrostaatikast on teada, et laengu nihketöö $A = qU$. Seega $1 \text{ eV} = eU = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1 = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

Elektroni kineetiline energia $W_k = \frac{mv^2}{2}$, millest elektroni kiirus

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 5,9 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Ülesanne 2. Vesiniku aatomis elektroni üleminekul neljandalt statsionaarselt orbiidilt teisele orbiidile kiirgub footon, mis annab vesiniku spektris roheline joone. Leida kiirguse lainepikkus, kui aatom kaotab kiirgusel 2,53 eV energiat.

$$\begin{aligned}E &= 2,53 \text{ eV} = 4,05 \cdot 10^{-19} \text{ J,} & \text{Aatomi energia kaotus on} \\h &= 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s,} & \text{võrdne footoni energiaga} \\c &= 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}. & \epsilon = h\nu = h \frac{c}{\lambda}, \text{ millest} \\ \lambda &= ? & \text{lainepikkus}\end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{4,05 \cdot 10^{-19}} = 4,9 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 4900 \text{ \AA}.$$

Ülesanne 3. Leida magneesiumi isotoopides ${}_{12}\text{Mg}^{24}$, ${}_{12}\text{Mg}^{25}$ ja ${}_{12}\text{Mg}^{26}$ sisalduv prootonite ja neutronite arv.

Elemendi ${}_Z\text{X}^M$ järjekorranumber (laenguarv) näitab tuuma ümber tiirlevate elektronide arvu ja tuumas olevate prootonite arvu. Massiarv M on prootonite ja neutronite summa.

Neutronite arv on $M - Z$.

Seega on kõikides magneesiumi isotoopides 12 prootoni ja vastavalt 12, 13 ja 14 neutroni.

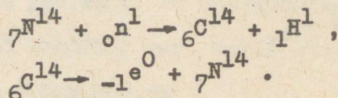
Ülesanne 4. Leida reaktsioonides ${}^9\text{F}^{19} + {}^1\text{H}^1 \rightarrow {}^8\text{O}^{16} + ?$ ja ${}^{25}\text{Mn}^{55} + ? \rightarrow {}^{26}\text{Fe}^{55} + {}^0\text{n}^1$ küsimusmärgiga tähistatud osake.

Massi- ja laenguarvude jäävuse seadusest järgneb, et esimeses reaktsioonis peab osakese massiarv olema $19 + 1 - 16 = 4$ ja laenguarv $9 + 1 - 8 = 2$. Niisuguseks osakeseks on heeliumi tuum ${}^2\text{He}^4$ ehk α -osake.

Teisel juhul on otsitava osakese massiarv 1 ja laenguarv 1. See on vesiniku aatomi tuum ${}^1\text{H}^1$ ehk prooton.

Ülesanne 5. Lämmastiku ${}^7\text{N}^{14}$ pommitamisel neutronidega saadakse süsiniku isotoop ${}^6\text{C}^{14}$, mis osutub β -radioaktiivseks. Kirjutage reaktsioonid!

Silmas pidades laengu- ja massiarvu jäävuse seadust, saame:



Ülesanne 6. Leida 1 kg massiga keha koguenergia.

Relatiivsusteooria seisukohalt on keha koguenergia võrdne keha massi ja valguse kiiruse ruudu korrutisega:

$$W = mc^2 = 1 (3 \cdot 10^8)^2 = 9 \cdot 10^{16} \text{ J.}$$

Ülesanne 7. Arvutage liitiumi ${}^3\text{Li}^7$ tuuma seoseenergia.

$m_p = 1,00759$ amü, Tuuma neutroniteks ja prootoniteks
 $m_n = 1,00898$ amü, lahutamisel kulutatud energia on

$$m_e = 0,00055 \text{ amü,}$$

$$m_{Li} = 7,01822 \text{ amü}$$

$$\Delta W = ?$$

tuuma seoseenergia. Seoseenergia on võrdne massidefekti ja valguse kiiruse ruudu korrutisega: $\Delta W = \Delta mc^2$. Massidefekt on teoreetiliselt

arvutatud ja looduses esineva aatomituumade masside vahe. Kuna tavaliselt on teada aatomi mass, siis tuleb arvutusel tuuma massile liita elektronide mass. Massidefekt

$$\Delta m = Zm_p + (M - Z)m_n + Zm_e - m_A = 3 \cdot 1,00759 + (7 - 3) \cdot 1,00898 + 3 \cdot 0,00055 - 7,01822 = 0,04212 \text{ amü.}$$

$$1 \text{ amü (aatomi massiühik)} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg.}$$

Seoseenergia

$$\Delta W = 0,04212 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} (3 \cdot 10^8)^2 = 6,3 \cdot 10^{-12} \text{ J} =$$

$$= 39 \text{ MeV.}$$

Ülesanne 11. Kui palju energiat saab ühe grammi uraani ${}_{92}^{235}\text{U}$ lagunemisel, kui iga tuuma lagunemisel eraldub 200 MeV energiat?

$$m = 1 \text{ g,}$$

1 g sisaldab $\frac{N}{A}$ osakest.

$$\Delta W = 200 \text{ MeV,}$$

Eralduv energia

$$N = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{g-aatom}} \cdot$$

$$W = \Delta W \frac{N}{A} = 200 \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{235} =$$

$$W = ?$$

$$= 5,1 \cdot 10^{23} \text{ MeV} = 8,2 \cdot 10^{10} \text{ J} =$$

$$= 2,3 \cdot 10^4 \text{ kWh.}$$

Ülesanne 12. Esimene NSVL aatomelektrijaam annab ööpäevas 120 000 kWh elektrienergiat, tarvitades 30 g tuumakütust. Mitu korda rohkem põletatakse kütust soojuselektrijaamas, mille kasutegur on 30 % ja kütuseks turvas? Turba kütteväärtus on $1,5 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$.

$$W = 1,2 \cdot 10^5 \text{ kWh} = 4,32 \cdot 10^{11} \text{ J},$$

$$m_1 = 30 \text{ g} = 0,03 \text{ kg}$$

$$\eta = 0,3,$$
$$q = 1,5 \cdot 10^7 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$m_2 = ?$$

Üüpäevas põletatud turba mass m_2 annab elektrienergiat $W = \eta q m_2$. Energiate võrd-
susest saame, et $m_2 = \frac{W}{\eta q}$.

Seega

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{W}{\eta q m_1} = \frac{4,32 \cdot 10^{11}}{0,3 \cdot 1,5 \cdot 10^7 \cdot 0,03} = 3,2 \cdot 10^6.$$

4. Harjutusülesanded.

Ülesannete kogust lahendada ülesandeid 1469, 1470, 1476, 1486-1488, 1489, 1499, 1501, 1502, 1507, 1510 1533, 1525 - 1529, 1531.

5. Kordamisküsimused

- 1) Mis määrab fotoefektil küllastusvoolu?
- 2) Milles seisneb valguse kaksikiseloome ja millised nähtused on selle tõestuseks?
- 3) Joonistage fotorelee skeem!
- 4) Tooge näiteid luminesentsi rakenduste kohta!
- 5) Milliseid aineid kasutatakse fotograafias ja milleks?
- 6) Millist meetodi kasutas Rutherford oma katsetel osakeste registreerimiseks?
- 7) Kuidas tekib valgus?
- 8) Radioaktiivne kiirgus läbib tasapinnalise kondensaatori elektrivälja. Kas kiirgus jaguneb komponentideks? Kuhu kalduvad \leftarrow kiired?
- 9) Miks Wilsoni kambri kolvi kiirel alla liikumisel tekib üleküllastunud aur?
- 10) Kuidas registreeritakse neutronid?
- 11) Miks tsüklotroni abil pole võimalik elektronidele anda suurt energiat?
- 12) Kuidas saadakse kunstlikku radioaktiivsust?

13. Mida kujutab endast positron?
14. Mis on kriitiline mass ja millest ta sõltub?
15. Mis on massidefekt ja seoseenergia? Milline on nende vaheline seos?
16. Nimetage vähemalt kuus elementaarosakest!
17. Nimetage aatomelektrijaamade põhisõlmed!
18. Millised on tänapäeva aatomifüüsika peamised uurimissuunad?

VARVESTUS.

1. Programm

V arvestus on kogu füüsika kursust kordava sisuga. Harjutusmaterjalina tuleb kasutada omal valikul ja õpetaja juhendamisel ülesannete kogust ülesandeid 1549 - 1616.

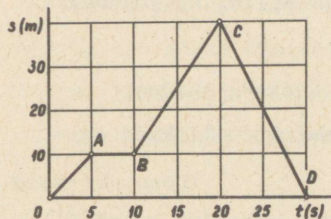
V arvestus haarab järgmisi füüsika põhiprobleeme.

- 1) Ühtlaselt muutuv liikumine
- 2) Newtoni seadused.
- 3) Jõudude liitmine ja lahutamine. Deformatsioonid.
- 4) Kõverliikumine. Ringliikumine.
- 5) Ülemaailmne gravitatsioon.
- 6) Töö ja energia.
- 7) Vedelike ja gaaside liikumine.
- 8) Aine ehituse molekulaar-kineetilise teooria alused.
- 9) Siseenergia. Soojus ja töö.
- 10) Gaaside ja aurude omadused. 11) Vedelike omadused.
- 12) Tahke keha omadused. 13) Soojusmasinad ja nende kasutamine. 14) Elektrilaengud ja elektriväli.
- 15) Elektrivool metallides. Alalisvoolu seadused.
- 16) Elektrinähtused vaakumis, elektrolüütides ja gaasides.
- 17) Pooljuhtide elektrilised omadused.
- 18) Magnetväli.
- 19) Elektromagnetiline induktsioon.

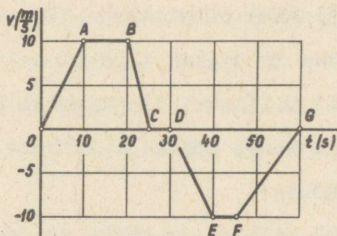
Probleemide kitsam jaotus on toodud varasemate klasside tööjuhendis.

2. Kordamisküsimusi

- 1) Tooge näiteid liikumise suhtelisuse kohta!
- 2) Mis on taustsüsteem? Kas taustsüsteemi võib vabalt valida?
- 3) Kas kulgeva liikumise trajektoor võib olla kõverjoon?
- 4) Ühtlaseks liikumiseks nimetatakse niisugust liikumist, mille puhul keha mistahes võrdsetes ajavahemikes läbib võrdsed teepikkused. Kas selles definitsioonis on vajalik sõna "mistahes"?
- 5) Mis vahe on skalaarsetel ja vektoriaalsetel suurustel?
- 6) Kuidas toimub kiiruste liitmine?
- 7) Kuidas määratakse hetkelist kiirust?
- 8) Mis on kiirendus?
- 9) Mis on keskmine kiirus?
- 10) Kirjeldage keha liikumist joonisel 3 toodud tee graafiku järgi.
- 11) Kuidas liikus keha, mille kiiruse graafik on toodud joonisel 4?
- 12) Mida tähendab vaba langemine?
- 13) Kui suur on vaba langemise kiirendus? Kas tema määramisel on vaja anda lisatingimusi?
- 14) Nimetage Newtoni kolm seadust!
- 15) Mida tähendab inerts?



Joon. 3



Joon. 4

16) Millised jõud mõjusid joonisel 4 toodud liikumisel?

17) Kaks paati seisavad rahulikus vees. Kummaski paadis istub inimene, kes hakkab tõmbama inimesi ühendavast köiest konstantse jõuga. Kuidas hakkavad paadid liikuma? Millest sõltub kiirus? Kas liikumise iseloom muutub, kui tõmbab ainult üks inimene?

18) Tasakaalustatud kaaludel seisab inimene, hoides käes rasket vihti. Mis juhtub kaaludega, kui inimene tõstab kiiresti vihiga käe üles?

19) Miks veduri mass peab olema küllalt suur?

20) Mis tingimustel on kehtiv liikumishulga jäävuse seadus?

21) Nimetage kaalu ja massi erinevused?

22) Miks füüsika valemities soovitatakse erikaalu asemel kirjutada tiheduse ja raskuskiirenduse korrutis?

23) Kuidas liita nurga all mõjuvaid jõude?

24) Nimetage lisatingimusi, mida on vaja teada, et jõu-

du lahutada komponentideks!

25) Mida nimetatakse jõumomendiks? Millal on jõumoment positiivne ja millal negatiivne?

26) Millistel tingimustel kehtib Hooke'i seadus?

27) Tooge näiteid üksikute deformatsiooniliikide esinemise kohta!

28) Milline on nurk- ja joonkiiruse vaheline seos? Millistes ühikutes neid mõõdetakse?

29) Mis on kesktõmbekiirenduse põhjuseks?

30) Kuhu on rakendatud kesktõmbejõud ja millises suunas ta mõjub?

31) Miks üle silla sõitmisel tuleb kiirust vähendada?

32) Mida nimetatakse füüsikas tööks?

33) Millal on töö negatiivne?

34) Mis on potentsiaalse energia põhjuseks?

35) Millest sõltub keha kineetiline energia?

36) Mis tingimustel on täidetud mehaanilise energia jäävuse seadus?

37) Kuidas määratakse gravitatsioonikonstanti?

38) Millest sõltub vaba langemise kiirendus?

39) Kuidas liiguks Kuu, kui lakkaks Maa ja Kuu vaheline tõmbejõud?

40) Mis on keha kaal ja kaalutu olek?

41) Kas Maa kunstlik kaaslane võib nõnda liikuda, et ta asub maapinnalt vaadates kogu aeg samal kohal?

42) Millised on reaktiivmootori põhiosad?

43) Millal saadeti välja Maa esimene tehiskaaslane?

- 44) Mille poolest erineb dünaamiline rõhk staatilisest?
- 45) Kuidas mõista dünaamilist rõhku?
- 46) Millest sõltub keskkonna takistus?
- 47) Millised jõud mõjuvad lennuki tiivale? Mis on tõstejõu teki-
mise põhjused?
- 48) Kirjutage välja kõik antud programmiga seoses olevad füüsi-
ka valemid?
- 49) Mis on molekulaar-kineetilise teooria aluseks?
- 50) Millised nähtused on gaasi molekulide kaootilise liikumise
tunnuseks?
- 51) Mis on ideaalne gaas?
- 52) Kuidas sõltub temperatuur ideaalse gaasi siseenergiast?
- 53) Kuidas on valitud absoluutse temperatuuri skaala?
- 54) Milles seisneb soojuse ja töö ekvivalentsus?
- 55) Millise seaduse alusel ja millistel tingimustel kirjutatakse
soojusliku tasakaalu võrrand?
- 56) Joonistage kõikide isoprotsesside graafikud pV teljestikus!
- 57) Joonistage pV teljestikus reaalse gaasi isoterm!
- 58) Mis on kriitiline punkt ja kriitiline temperatuur?
- 59) Mis vahe on aurul ja gaasil?
- 60) Mis on pindpinevuse põhjuseks?
- 61) Millest on tingitud kapillaarsus?
- 62) Mida nimetatakse pindpinevusteguriks? Kas pindpinevustegur
sõltub temperatuurist?
- 63) Mida kujutab endast polükristall?
- 64) Miks on amorfised kehad isotoopsed?

- 65) Kuidas muutub deformeerimisel keha siseenergia?
- 66) Mida nimetatakse joonpaisumisteguriks?
- 67) Joonistage soojusmasina uldskeem!
- 68) Kas soojusmasin võib töötada ilma jahutajata?
- 69) Miks diiselmootoritel on kõrge kasutegur?
- 70) Loetlege transpordis kasutatavate soojusmasinate liike!
- 71) Kuidas tekib kehadele elektrilaeng, kui neid hõõruda?
- 72) Milliste laengute kohta kehtib Coulomb'i seadus?
- 73) Miks on juhi pind ekvipotentsiaalseks pinnaks?
- 74) Mida nimetatakse elektrivälja tugevuseks ja potentsiaaliks?
- 75) Joonistage kahe negatiivse punktlaengu elektrivälja pilt, kus on näha ka ekvipotentsiaalsed pinnad!
- 76) Kuidas toimub dielektrikute polarisatsioon?
- 77) Seletage, miks tõukuvad elektroskoobi paberilehekeseid - neis ja vabu elektrone pole?
- 78) Kas keha mahtuvus sõltub teistest lähedal olevatest kehadest?
- 79) Milline on tasapinnalise kondensaatori elektriväli ja kuidas arvutada selle kondensaatori energiat?
- 80) Kas elektrolüüt-kondensaatorit võib lülitada vahelduvvoolu võrku?
- 81) Mis on elektrivoolu tekkimise põhjuseks?
- 82) Milline on voltmeetri ja ampermeetri konstruktiivne erinevus ja kuidas neid tuleb lülitada vooluringi?
- 83) Mida nimetatakse elektromotoorseks jõuks?
- 84) Kus kasutatakse termopaare ja millised on nende eelised elavhõbetermomeetritega võrreldes?

- 85) Kui suur on elektriline konstant?
- 86) Kus kasutatakse termoelektrilist emissiooni?
- 87) Joonistage trioodi skeem!
- 88) Milliseid ülesandeid täidab trioodi võre?
- 89) Mida nimetatakse iooniks?
- 90) Mida näitab Faraday arv?
- 91) Mis on aine elektrokeemiline ekvivalent ja keemiline ekvivalent?
- 92) Kas gaasi läbiv vool allub Ohmi seadusele? Millistel tingimustel?
- 93) Mis määrab küllastusvoolu?
- 94) Millist juhtivust omab puhas germaanium?
- 95) Millised on pooljuhtmeseadmete eelised?
- 96) Kas voolu magnetvälja tugevus sõltub keskkonnast, milles juhe asetseb?
- 97) Milline on magnetvälja tugevuse ja induktiooni vaheline seos?
- 98) Kuidas määratakse voolutugevuse ühik amper?
- 99) Milline suurus on primaarne - kas indutseeritud vool või elektromotoorne jõud?
- 100) Mida nimetatakse elektromotoorseks jõuks?
- 101) Miks reelede südamikud valmistatakse pehmest rauast?
- 102) Kus asetsevad Maa magnetvälja poolused?
- 103) Kirjutage välja kõik antud programmiga seoses olevad füüsika valemid!

Задания для учащихся заочной
средней школы
физика, X1 класс

НК. 524. 1000.

