FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2016/2017 õ.-a.
LAHENDUSED 12. KLASSILE

1. ***Lahendus***

a) Õiged tähed õigetes kohtades (kokku **1p)**
b) Liugur reostaadi alumise otsa juures **(1p)**
c) $I = 0{,}40$ A ; $R_x = R_y = U/I = 10V/0{,}40A = 25\Omega$ **(1p +1p)**
d) Voolutugevus küll suureneb pinge suurenedes,
kuid mitte võrdeliselt, vaid selliselt, et
mida suurem pinge, seda väiksem on graafiku tõus. **(1p)**
Üks võimalik põhjus on (eri)takistuse suurenemine
soojenemise tõttu **(1p)**
e) $I = I_x + I_y$; $I = 0{,}20$ A + 0,30 A = 0,50 A*A* **(1p)**
f) Kuna r = 0, siis $U_z = \quad - U_{xy}$ = 12 V – 5,0 V= 7,0 V; **(1p)**
R = 7,0 V /0,50A = 14 Ω **(1p)**
g) X ja Y kogutakistus on
5,0 V/0,50 A = 10 Ω **(1p)**

2. *Lahendus*

a) Kuna fotoelektroni kineetiline võrdub nulliga sagedusel $1{,}10 \times 10^{15}$ Hz ***(1p)*** , siis just sel sagedusel kulub elektronil kogu footonilt saadud energia töö tegemiseks, et pinnale jõuda (järelikult footoni, mille sagedus on väiksem kui $1{,}10 \times 10^{15}$ Hz , energia ei ole piisav fotoefekti tekitamiseks) (***1p)***

b) Plancki konstandi väärtuse saab graafikult leida, kui rakendada Einsteini teooriat väljendavat seost kahe erineva sageduse jaoks, koostades võrrandisüsteemi kahest võrrandist

$hf_1 = A + E_{k1}$ ja $hf_2 = A + E_{k2}$ Siit $\mathbf{h = E_{k2} - E_{k1}/f_2 - f_1}$,

seega võrdub Plancki konstant graafiku tõusuga(***1p*)**.

Valides nt $f_1 = 1{,}10 \times 10^{15}$ Hz leiame graafikult $E_{k1} = 0$ eV

ning $f_2 = 2{,}00 \times 10^{15}$ Hz korral $E_{k2} = 3{,}80$ eV.

Kuna 1 eV = $1{,}6 \times 10^{-19}$ J,

tuleb vastuseks h = 3,80 × 1,6 × 10 $^{-19}$ J/ (2,00 - 1,10) × 10 ^{15} s $^{-1}$ = 6,76 × 10 $^{-34}$ Js.

Õigeks lugeda Plancki konstandi väärtus vahemikus **6,1 × 10^{-34} Js kuni 7,4 × 10^{-34} Js** ***(1p)***

NB! Kui vastuseks antakse Plancki konstandi väärtus ilma lahenduskäiku kirjeldamata, nt tabelist või mälust leitud väärtus, anda selle osa eest ***0*** punkti

Einsteini teooriat väljendavat seosest hf = A + E_k järeldub,

et minimaalse sageduse korral E_k =0.

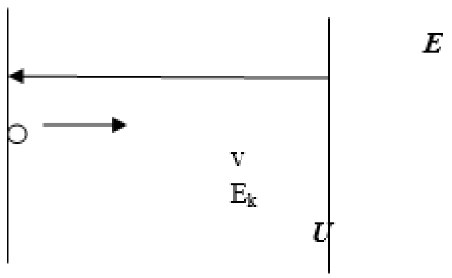
Seega elektroni väljumistöö A = hf_{min} ***(1p)***

A= 6,76 × 10^{-34} Js × 1,10 × 10 ^{15} s^{-1} = 7,4 × 10^{-19} J

Õigeks lugeda kõik väljumistöö väärtused **vahemikus 6,7 × 10 $^{-19}$ J kuni 8,1 × 10 $^{-19}$ J** ***(1p)***

NB! ***Kui lahendaja leiab A väärtuse, pikendades graafikut lõikumiseni vertikaalteljega ja leiab väljumistöö A väärtuse sealt, anda 2 punkti iga arvulise vastuse korral,*** olgu see *eV*-des või *J*-des. Sest graafiku lõikepunktis f = 0 ja siis hf = A + E_K= 0 ja seega A = - E_k

c) Selleks, et fotoelektroni peatada, peab talle mõjuma jõud, mille töö on võrdne, aga vastandmärgiline elektroni kineetilise energiaga plaadist väljumisel ***(1p)*** . Tekitades elektrivälja, mille suund ühtib elektroni liikumissuunaga, mõjub talle elektrijõud F = -eE, mille töö A_{el} = - eU



Elektroni peatumisel on tema kineetiline energia 0,

seega kineetilise energia muut 0- E_k = -E_k A_{el} = -E_k ***(1p)***

Graafikult näeme, et kui f= 2,00 ×10 ^{15} Hz, siis E_k = 3,8 eV ja A $_{el}$ = -3,8 eV ***(1p)*** .

Et A_{el} = -eU, siis seosest 3,8 e*V* = eU saame U = 3,8*V* ***(1p)***

Sama tulemuse saab, kui teisendada kineetiline energia J-deks

3,8 ×1,6 × 10 $^{-19}$ J = 6,08 × 10 $^{-19}$ J

ja ***A_{el} = - 6,8×10 $^{-19}$ J*** seega U = -_A_{el} /e = 3,8 *V*.

3. ***Lahendus***

a) graafikult $\mathbf{T_A = 6,0}$ ms **(1p)** ,

kust $f_A = 1/T_A$ = 1/ 6 kHz = ***167 Hz*** ≈ **170 Hz (1p)** ;

$\mathbf{x_{max} = 2,0}$**mm (1p)** ; $\mathbf{x_A = x_{max} \sin \omega t}$ **(1p)** ,

kus $\omega = 2\pi f = 2\pi \times$ ***167*** $s^{-1} = 334\pi\ s^{-1}$ ≈ $\mathbf{330\pi\ s^{-1}}$ **(1p)**

x_A = 2,0 sin 330πt (mm) Tähtede asemele arvude kirjutamise eest siin punkte ei saa, seega ka arve võrrandisse panemata jätmise eest punkte ei kaota **NB!** Kui ajaühikus võetud millisekundi (ms) asemel sekund, siis võtta maha kokku 1 punkt

b) kuna $T_B = T_A$, siis siit lisandub vaid maksimaalselt 2 punkti: ***$x_B = x_{max} \cos \omega t$ (1p).*** *O*luline on cos, võib ka olla sin (ωt +π/2).

Teine punkt tuleb siit liikumisvõrrandi eest : ***x_B = 1,4 cos 330πt*** (mm) = 1,4 sin (330πt + π/2) (emb-kumb või mõlemad) ***(1p)***

c) ülemisel graafikul hetkel t = 6,0 ms x = 0.

Tasakaaluasendi läbimisel võrdub kiirendus nulliga: a=0 **(1p)**

d) alumisel graafikul x = 1,4 mm = x_{max}

Suurimal kaugusel tasakaaluasendist muutub liikumise suund, järelikult on hetkkiiruse väärtus sel hetkel null: v =0 **(1p)**

e) hetkel t = 6,0 ms $x = x_A + x_B$ = 0+ 1,4 mm = 1,4 mm **(1p)**

4. ***Lahendus***

Liikumatus liftis on pendli periood $T_1 = 2\pi \sqrt{l/g}$ **(1p)**

kuna periood suureneb siis, kui g „väheneb", siis liikumine peab olema suunatud alla **(1p).**

Siit $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g-a}}$ **(1p),**

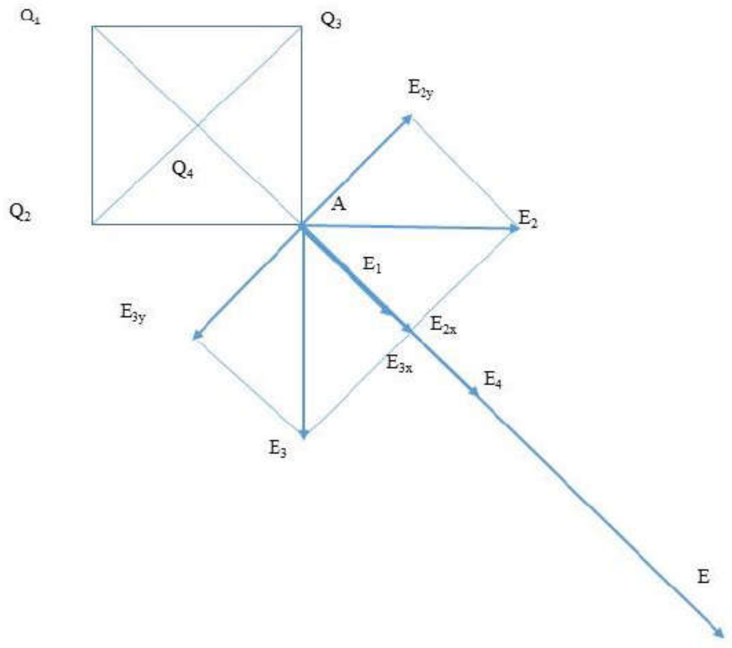
$l = T_1^2 g / 4\pi^2$ **(2p)**

ja $a = g - 4\pi^2 l/T_2^2$ **(2p)**

ning saame, et $a = g(1 - T_1^2/T_2^2)$ **(2p)**

ja arvuliselt a = 1,7 m/s^2 **(1p).**

5. *Lahendus*



Laeng Q1 tekitab elektrivälja $E_1 = k\frac{Q}{2a^2}$ **(1p)**

Sest kaugus punktini A on $r_1 = \sqrt{a^2 + a^2} = \sqrt{2}a$ **(1p)**

Laengud Q2 ja Q3 tekitavad punktis A elektriväljad

$E_2 = k\frac{Q}{a^2}$ $E_3 = k\frac{Q}{a^2}$ **(2p)**

Laeng Q4 tekitab elektrivälja $E_4 = k\frac{Q}{\left(\frac{\sqrt{2}}{2}a^2\right)} = k\frac{2Q}{a^2}$ **(1p)**

Väljatugevused E_2 ja E_3 lahutame komponentideks. E_{2y} ja E_{3y} on võrdsed ja vastassuunalised ning tasakaalustavad teineteist. **(1p)**

E_{2x} ja E_{3x} on E_1 ja E_4 –ga samasuunalised ja teineteisega arvuliselt võrdsed

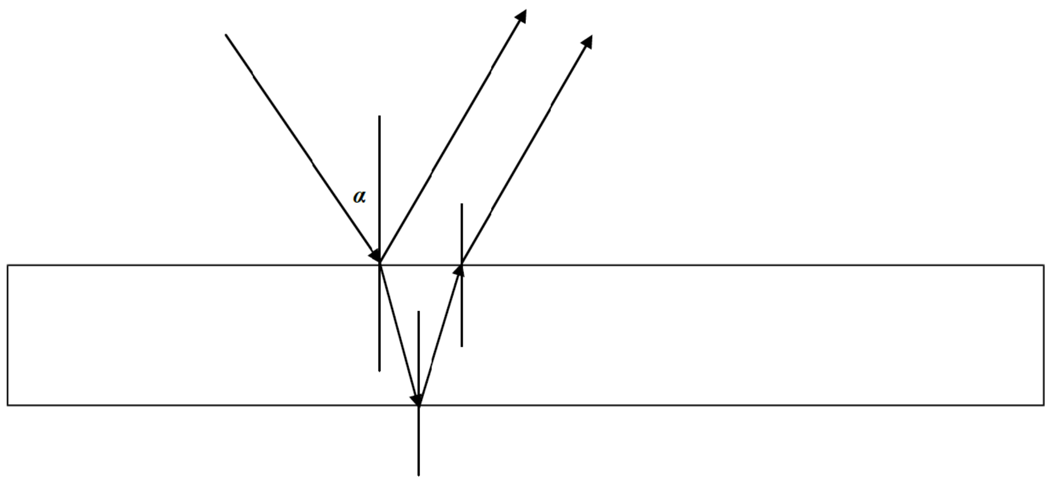
$E_{2x} = E_{3x} = k\frac{Q}{a^2}cos45^o = k\frac{Q}{a^2}\frac{\sqrt{2}}{2}$ **(1p)**

Kogu elektriväljatugevus avaldub

$E = E_1 + E_4 + E_{2x} + E_{3x} = k\frac{Q}{2a^2} + k\frac{2Q}{a^2} + 2k\frac{Q}{a^2}\frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{kQ(1+4+2\sqrt{2})}{2a^2}$ **(2p)**

$E = 3523\frac{N}{C}$ **(1p)**

6. ***Lahendus***



a) Ristsirge koos langemisnurgaga **(1p),** õhust kvartsi murdunud kiir **(1p),** peegeldunud kiired **(1p),** õhku murdunud kiir **(1p)**

b) On küll **(1p),** sest mõlemad lained pärinevad ühest ja samast valgusallikast (valguse sagedus püsib erinevates keskkondades levimisel jäävana) **(1p)**

c) Kuna valguse sagedus ühest läbipaistvast keskkonnast teise levimisel ei muutu ja murdumisnäitaja n=1,5 tähendab, et valguse kiirus on kvartsis 1,5 korda väiksem kui õhus, siis seosest $v = \lambda f$ järeldub, lainepikkus kvartsis on 1,5 korda väiksem kui õhus ,seega 678 nm : 1,5= 452 nm **(2p)**

d) Kaks koherentset valguslainet kustutavad teineteist siis, kui nad võnguvad vastasfaasis (lainete käiguvahe on paaritu arv poollainepikkusi). Risti pinnaga langemisel on väljuvate kiirte poolt läbitud tee võrdne kahekordse kilepaksusega. Seega peaks kile minimaalne paksus olema veerand lainepikkust st 452 nm : 4 =113 nm. **(1p) .** Kuid ülemise, optiliselt tihedama keskkonna pinnalt peegeldumisel tekib faasinihe 180 ° $\lambda/2$, mistõttu käiguvahe järgmise miinimumi jaoks peaks olema 1,5 lainepikkust, seega 678 nm, millest 226 nm tuleb täiendavast faasinihkest ja 452 nm laine alla-üle liikumisest. Seega peaks plaadi paksus olema pool lainepikkust, seega 226 nm **(1p)** .