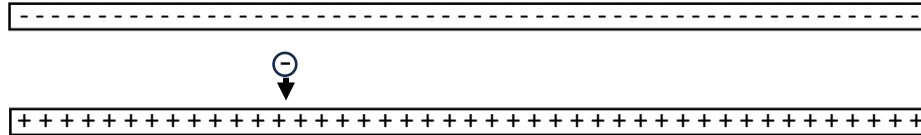


FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2023/2024 õ.-a.

LAHENDUSED 12. KLASSILE

1. LAETUD PLAADID 8p



- a. Mõlemal plaadil ühepalju märke (ülemisel miinuseid, alumisel plusse). Kui on märgitud laenguid väga erinevalt, siis punkti mitte anda. **(1p)**
 Parim vastus on: ülemisele plaadile lisandunud elektronid tekitavad elektrivälja, mis tõukavad ise neutraalse plaadi elektrone endast eemale, st plaadi kaugemale küljele. Käega kinni võttes liikusid elektronid käe peale. Sobivad ka muud füüsikaliselt korrektsed vastused: elektrostaatiline induktsioon; katsetaja käes olnud villane kinnas omandas positiivse laengu, mis liikus laadimata plaadile jms **(2p)**
- b. Positiivse laengu elektrivälja jõujooned on suunatud plaadist eemale, aga negatiivse laengu elektrivälja jooned plaadi poole. Seega on mõlema jõujooned plaatide vahel samasuunalised ja liituvad. Sobivad ka teised füüsikaliselt korrektsed vastused: superpositsiooniprintsiibi põhjal jms. **(1p)**
- c. Nool näitab suunda joonisel positiivse plaadi poole. **(1p)**

d. $F = ma$ **(1p)**

$$F = 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 8,8 \cdot 10^{14} = 80,08 \cdot 10^{-17} (N) = 8 \cdot 10^{-16} (N) \quad \mathbf{(1p)}$$

$$E = \frac{F}{q} \quad \mathbf{(1p)}$$

Kuna antud juhul $q = e$, siis $E = \frac{F}{e}$;

$$E = \frac{8 \cdot 10^{-16}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 5 \cdot 10^3 \left(\frac{N}{C} \right) = 5 \frac{kV}{m} \quad \mathbf{(1p)}$$

2. MÄNGUAUTO 12p

- 1) Energia jäävusest tulenevalt muutub vedru potentsiaalne energia vankrikese kineetiliseks energiaks $E_p = E_k$ ja

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{k\Delta l^2}{2} \Rightarrow k = \frac{mv^2}{\Delta l^2} \quad \mathbf{(2p)}$$

Mänguauto kiiruse muutuse saab leida graafikult **(1p)** ja vedru pikenemine on kiiruse graafiku alune pindala mänguauto kiiruse suurenemisel **(1p)**. Selle pindala leidmiseks saab kasutada kolmnurga pindala arvutamise valemit

$$\Delta l = \frac{(0,626-0)(1,160-0,960)}{2} = 0,0626 (m). \quad \mathbf{(1p)}$$

Lõppkokkuvõttes saame vedru jäikuseks

$$k = \frac{0,850 \cdot 0,626^2}{0,0626^2} = 85 \left(\frac{N}{m} \right) \quad \mathbf{(1p)}$$

- 2) Kuna hõõrdejõud mõjub märguauto liikumisele vastupidises suunas, siis $-F_h = \mu F_r$ (1p)
ja $F_r = mg$ (1p). Kuna $F = ma$ (1p) ja $a = \frac{v_L - v_A}{\Delta t}$ (1p), siis

$$\mu = \frac{-(v_L - v_A)}{\Delta t \cdot g} \text{ (1p)}$$

ja

$$\mu = \frac{-(0 - 0,626)}{(3,080 - 1,160) \cdot 9,8} \approx 0,033 \text{ (1p)}$$

3. JÄÄPURIKAS 12p

<p>Andmed:</p> <p>$t_1 = 10^\circ\text{C}$ $N = 50$ $t_2 = 0^\circ\text{C}$ $d = 2\text{mm}$ $\Delta t = 1^\circ\text{C}$ $\alpha = 0,073 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ Leida: $m_1 = ?$</p>	<p>Lahendus:</p> <p>$t = t_1 - \Delta t \quad t = 10 - 1 = 9^\circ\text{C}$ (1p) $Q_1 + Q_2 = 0$ (1p) $Q_1 = cm_1(t - t_1)$ (1p) (kraanivee jahtumine) $Q_2 = cm_2(t - t_2)$ (1p) (tilkunud vee soojenemine) $cm_1(t - t_1) + cm_2(t - t_2) = 0$ $cm_1(t - t_1) = -cm_2(t - t_2)$ $m_1 = \frac{-m_2(t - t_2)}{(t - t_1)}$ (1p) $m_2 = Nm$ (kogu tilkunud vee mass on 50 tilga vee mass) $F_i = F_{pp} \quad F_i = mg \quad F_{pp} = \alpha l = \alpha \pi d \quad mg = \alpha \pi d \quad m = \frac{\alpha \pi d}{g}$ (5p) $m_1 = \frac{-N \frac{\alpha \pi d}{g} (t - t_2)}{(t - t_1)} = \frac{-N \alpha \pi d (t - t_2)}{g(t - t_1)}$ (1p) $m_1 = \frac{-50 \cdot 0,073 \cdot 3,14 \cdot 0,002 \cdot 9}{9,8 \cdot (-1)} \approx 0,021(\text{kg}) \approx 21(\text{g})$ (1p)</p>
--	--

4. REFLEKTOR 8p

Leiame kõigepealt, mitu footonit laser ühe pulsi ajal tekitab.

Ühe footoni energia leiame Planki valemi ning sageduse ja lainepikkuse vaheliste seoste abil.

$$E = hf \text{ (1p)}$$

$$c = \lambda f \rightarrow f = \frac{c}{\lambda} \text{ (1p)}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{532 \cdot 10^{-9}} = 3,74 \cdot 10^{-19}(\text{J}) \text{ (1p)}$$

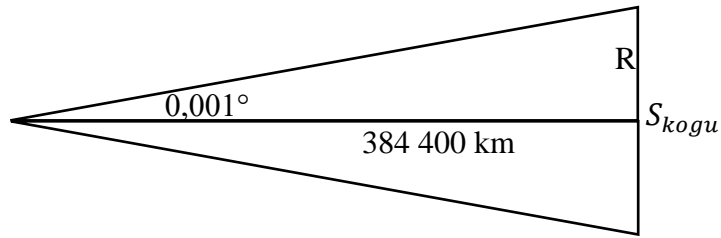
Laseri poolt tekitatud energia leiame laseri võimsuse ja pulsi kestvuse kaudu

$$N = \frac{E_{\text{Laser}}}{t} \rightarrow E_{\text{Laser}} = Nt = 1 \cdot 10^9 \cdot 100 \cdot 10^{-12} = 0,1(\text{J}) \text{ (1p)}$$

Laseri poolt tekitatud energia koosneb N_{kogu} footonite arvust

$$N_{kogu} = \frac{E_{Laser}}{E} = 2,67 \cdot 10^{17} \text{ (1p)}$$

Kõik footonid jagunevad ühtlaselt ringjoone moodustanud pinnale S_{kogu} .



Ringi raadiuse leiame tekkinud kolmnurga või koonuse matemaatiliste seoste abil.

$$R = 384400000m \cdot \sin 0,001^\circ = 6709m \text{ (1p)}$$

$$S_{kogu} = \pi R^2 = 1,4 \cdot 10^8 m^2 \text{ (1p)}$$

Footonite arvu leiame reflektori pindala $S = a^2 = 0,46^2 = 0,21 (m^2)$ ja kogu valgusvihu pindala suhte abil.

$$\frac{N}{N_{kogu}} = \frac{S}{S_{kogu}} \rightarrow N = \frac{SN_{kogu}}{S_{kogu}} = 4 \cdot 10^8 \text{ (1p)}$$

2) Pildivälja maksimaalse joonmõõtme leidmiseks **(1p)** on vaja rakendada *Pythagorase teoreemi*

$$x = \sqrt{l^2 + r^2} \text{ (1p)}$$

Kasutades õhukese läätsse valemit

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{k} \text{ (1p)}$$

ja läätsse suurenduse definitsiooni ning õhukese läätsse lähendust

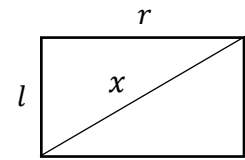
$$s = \frac{x}{H} = \frac{k}{a}, \text{ (2p)}$$

võime kirjutada, et

$$a = \frac{f(s+1)}{s} = \frac{f(x+H)}{x} \text{ (1p)}$$

Analüüsisid viimast seost ja arvestades ülesande tingimusi (mõõtmeid), võime märgata,

et küllalt suure täpsusega $a \approx \frac{Hf}{\sqrt{l^2+r^2}}$.



Ülesande tingimustest saame kiriku ja fotograafi omavaheliseks kauguseks

$$a \approx \frac{123,7 \cdot 0,05}{\sqrt{0,024^2 + 0,036^2}} \approx 143 \text{ (m)} \text{ (1p)}$$

Juhul, kui ligikaudset seost pole arutamiseks kasutatud, siis anda lahendajale ikkagi maksimumpunktid.

Juhul, kui lahenduses on kasutatud maksimaalse pildivälja joonmõõtmeks $x = r$, siis

$$a \approx 172 \text{ (m)}$$

ja lahendaja kaotab kokkuvõttes 2 punkti.