

FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2023/2024 õ.-a.

LAHENDUSED 11. KLASSILE

**1. RENN (8 p)**

$$H = 0,8 \text{ m}$$

$$r = 0,4 \text{ m}$$

$$m = 52 \text{ g} = 0,052 \text{ kg} \text{ (1 p)}$$

Hõõrdumise puudumisel kehtib mehaanilise koguenergia jäävuse seadus

$$mgH = mgr + \frac{mv^2}{2} \text{ (2 p)}$$

Kõrgusel  $r$  mõjub kuulikesele toereaktsioon, mis on ainus horisontaalsihiline jõud ja võrdne jõuga, millega kuulike mõjutab renni. (1 p)

Newtoni II seaduse järgi

$$N = ma_n \text{ (1 p)}, \text{ milles } a_n \text{ on kesktõmbekiirendus } a_n = \frac{v^2}{r} \text{ (1 p)}$$

Kiiruse ruudu saab avaldada mehaanilise koguenergia jäävusest

$$v^2 = 2g(H - r) \quad \text{(1 p)}$$

ja asendades toereaktsiooni valemisse

$$N = m \frac{2g(H-r)}{r} \approx 1 \text{ N} \text{ (1 p)}$$

**2. GAASI PAISUMINE 8p**

$$m = 0,029 \text{ kg}$$

$$p_1 = p_2 = p$$

$$V_2 = 3,2V_1$$

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$A = 4,97 \text{ kJ} = 4970 \text{ J}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$$

$$M = ?$$

Molaarmassi saab leida ideaalgaasi olekuvõrrandi kaudu. Kuna rõhku ja ruumala ei ole antud, saab lähtuda võrrandisüsteemist

$$pV_1 = \frac{m}{M}RT_1 \quad (1 \text{ p})$$

$$pV_2 = \frac{m}{M}RT_2 \quad (1 \text{ p})$$

Lahutades teisest võrrandist esimese, saame

$$p(V_2 - V_1) = \frac{m}{M}R(T_2 - T_1) \quad (1 \text{ p})$$

ja gaasi töö on

$$A = p\Delta V \quad (1 \text{ p})$$

Isobaarilise protsessi seosest

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (1 \text{ p})$$

saab leida, et

$$T_2 = T_1 \frac{V_2}{V_1} = 960 \text{ K} \quad (1 \text{ p})$$

Molaarmass on seega

$$M = \frac{mR(T_2 - T_1)}{A} \approx 0,032 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \quad (2 \text{ p})$$

### 3. KONDENSAATOR 10p

$$d = 20 \text{ mm} = 0,02 \text{ m}$$

$$L = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

$$m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$q = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$v_0 = 3 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Aeg, mille jooksul elektron homogeenses elektriväljas viibib, on

$$t = \frac{L}{v_0} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ s} \quad (1 \text{ p})$$

Vertikaalsihis mõjub elektronile elektrijõud, seega toimub ühtlaselt kiirenev liikumine ja vertikaalsihiline nihe ei tohi olla suurem kui 10 mm ehk 0,01 m.

Nihe on

$$s = \frac{at^2}{2} \quad (1 \text{ p})$$

Sellest kiirendus

$$a = \frac{2s}{t^2} = 8 \cdot 10^{14} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (2 \text{ p})$$

Newtoni II seaduse põhjal ei tohi jõud olla suurem kui

$$F = ma = 7,28 \cdot 10^{-16} \text{ N} \quad (2 \text{ p})$$

Elektrivälja tugevus saab seega olla maksimaalselt

$$E = \frac{F}{q} = 4550 \frac{\text{V}}{\text{m}} \quad (2 \text{ p})$$

Otsitav pinge on

$$U = E \cdot d = 91 \text{ V} \quad (2 \text{ p})$$

#### 4. LAMP 8p

Lambis ei teki voolu, kui kahe rööpühenduse pingelangused on võrdsed.

$$U_1 = U_3 \text{ ja } U_2 = U_4. \quad (2 \text{ p})$$

Sellisel juhul on lambi klemmidel sama potentsiaal ja potentsiaalide vahe ehk pinge lambi klemmidel puudub.

Vastavalt oomi seadusele ja R1, R2 ning R3, R4 jadaühendusele kehtivad seosed

$$U_1 = I_{12}R1 \quad (1 \text{ p})$$

$$U_2 = I_{12}R2$$

$$U_3 = I_{34}R3 \quad (1 \text{ p})$$

$$U_4 = I_{34}R4$$

Asendades need võrdsused pinge võrranditesse saame

$$I_{12}R1 = I_{34}R3 \quad (1 \text{ p})$$

$$I_{12}R2 = I_{34}R4 \quad (1 \text{ p})$$

Kui need võrrandid omavahel läbi jagada, siis saame

$$\frac{I_{12}R1}{I_{12}R2} = \frac{I_{34}R3}{I_{34}R4} \rightarrow \frac{R1}{R2} = \frac{R3}{R4} \rightarrow R4 = \frac{R2R3}{R1} \quad (1 \text{ p})$$

$$R4 = \frac{2 \cdot 4}{5} = 1,6 \text{ } (\Omega) \quad (1 \text{ p})$$

## 5. KEHA JA VEDRU 10p

- 1) Keha liikumist kirjeldab võrrand (1p)

$$x = x_A + v_A t + \frac{at^2}{2}.$$

Kiirenduse valemist (1p)

$$a = \frac{v_L - v_A}{\Delta t}$$

saame graafikult õigesti valitud lõppkiiruse ja ajavahemiku kaudu leida keha liikumiskiirenduse (1p)

$$a = \frac{0,618 - 0}{5,120 - 2,280} \approx 0,218 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$$

Arvestades, et keha algasukoht on 0 m ja keha algkiirus 0 m/s, siis keha liikumisvõrrand omab kuju (1p)

$$x = \frac{0,218t^2}{2}$$

- 2) Kehale mõjuv jõud (1p) on

$$F = ma$$

ja kiirendus (1p)

$$a = \frac{v_L - v_A}{\Delta t}.$$

Graafikult õigesti valitud alg ja lõppkiiruse ning ajavahemiku kaudu saame, et (1p)

$$F = \left(\frac{-0,433 - 0,450}{9,240 - 8,960}\right) \cdot 0,275 \approx -0,867 \text{ (N)}$$

- 3) Keskkonda hajuv energia hulk on arvutatav keha kineetilise energia muutuse kaudu (1p)

$Q = \Delta E_k$ . Kasutades kineetilise energia valemit (1p)

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

ja graafikult õigesti valitud kiiruse väärtused annavad vastuseks (1p)

$$E_k = \frac{0,275}{2} \cdot ((-0,563)^2 - (0,618)^2) \approx -8,93 \text{ (mJ)}$$