

FÜÜSIKAOLÜMPIAADI KOOLIVOOR 2022/2023 õ.-a.

LAHENDUSED 10. KLASSILE

1. LAISK AUTOJUHT (8p)

(a) Reageerimisteed on teepikkus, mille ühtlaselt liikuv auto läbib enne pidurdamist. $v_0 =$

$$72 \frac{km}{h} = 20 \frac{m}{s} \text{ (1p) ja liikumise aeg on } t = 1s.$$

$$v_0 = \frac{s}{t} \rightarrow s = v_0 t = 20 \frac{m}{s} \cdot 1s = 20m \text{ (1p)}$$

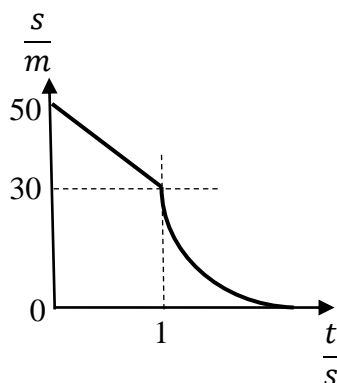
(b) Pidurdamise hetkel on sõiduauto ja veoauto vahekaugus $s = 50m - 20m = 30m$. (1p)

Pidurdamise lõpuks on auto kiirus $v = 0 \frac{m}{s}$

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \quad \text{(1p)}$$

$$|a| = \frac{v^2 - v_0^2}{2s} \approx 6,7 \frac{m}{s^2} \quad \text{(1p)}$$

(c) Graafiku joonistamine:



Õiged teljed (1p)

Sirge ja parabooli joonistamine õige pidurdamise alguse kohas. (2p)

2. METEOR (8p)

$$t_1 = -270^\circ\text{C} \quad \eta E_k = Q \quad Q = Q_1 + Q_2 \quad (2\text{p})$$

$$c = 460 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \quad E_k = \frac{mv^2}{2} \quad Q_1 = cm(t_2 - t_1) \quad Q_2 = \lambda m \quad (3\text{p})$$

$$\lambda = 82 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 82000 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \quad \eta \frac{mv^2}{2} = cm(t_2 - t_1) + \lambda m \quad \eta \frac{v^2}{2} = c(t_2 - t_1) + \lambda$$

$$t_2 = 1400^\circ\text{C} \quad v = \sqrt{\frac{2}{\eta}(c(t_2 - t_1) + \lambda)} \quad (2\text{p})$$

$$\eta = 50\% = 0,5 \quad v = \sqrt{\frac{2}{0,5}(460(1400 + 270) + 82000)} =$$

$$v = ? \quad = \sqrt{4 \cdot (768200 + 82000)} = \sqrt{4 \cdot 850200} = \sqrt{3400800} = 1844 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \quad (1\text{p})$$

3. KUUP (8p)

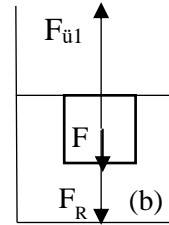
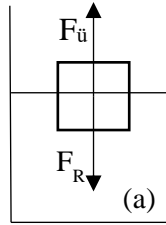
$$\rho = 0,4 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V_1 = \frac{V}{2}$$

$$F = 1\text{N}$$

$$\rho_v = ?$$

$$a = ?$$



$$\text{a) } F_R = F_{\ddot{u}} \quad (1\text{p})$$

$$F_R = mg = \rho V g \quad F_{\ddot{u}} = \rho_v V_1 g = \rho_v g \frac{V}{2} \quad \rho V g = \rho_v g \frac{V}{2} \quad (1\text{p})$$

$$\rho = \frac{1}{2} \rho_v \quad \rho_v = 2\rho \quad (\text{kui vedeliku tihedus on leitud ainult järeldusest, et pool}$$

$$\text{keha on vedelikust väljas, siis eelnevat kaht punkti ei saa)} \quad (1\text{p})$$

$$\rho_v = 2 \cdot 0,4 = 0,8 \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right) = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (1\text{p})$$

$$\text{b) } F_R + F = F_{\ddot{u}1} \quad (1\text{p})$$

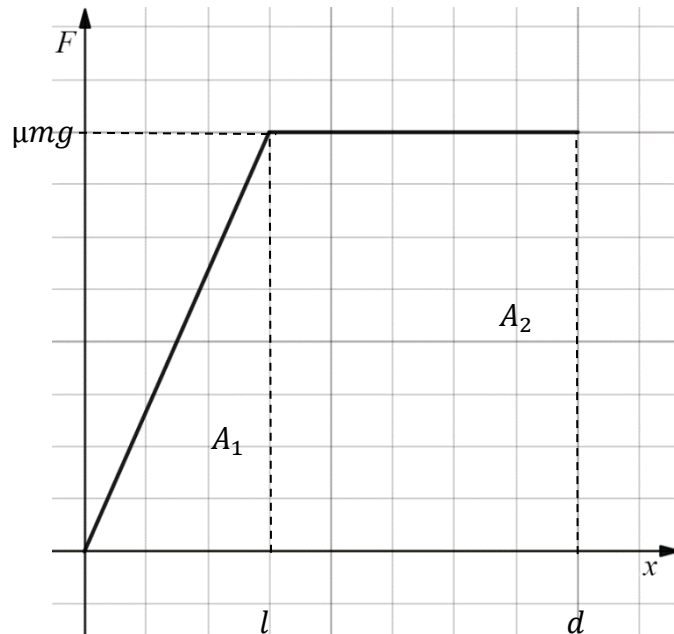
$$\rho V g + F = \rho_v g V \quad \rho a^3 g + F = \rho_v g a^3$$

$$\rho a^3 g - \rho_v g a^3 = -F \quad a^3(\rho g - \rho_v g) = -F \quad a = \sqrt[3]{\frac{-F}{\rho g - \rho_v g}} \quad (2\text{p})$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{-1}{400 \cdot 10 - 800 \cdot 10}} = \sqrt[3]{\frac{1}{4000}} = 0,063(\text{m}) = 6,3(\text{cm}) \quad (1\text{p})$$

4. LÜHIKE LIUG (10 p)

Selle ülesande lahendamine lihtsustub oluliselt kui kujutada graafikul õigesti (**2p**) hõõrdejõu $F = \mu F_T = \mu mg$ (**1p**) ja nihke sõltuvus ning kasutada teadmist, et jõu ja nihke graafiku alune pindala on arvuliselt võrdne tööga $A = A_1 + A_2$ (**1p**)



Graafikult kolmnurga pindala $A_1 = \frac{1}{2}\mu mgl$ (**1p**) ja ristküüliku $A_2 = \mu mg(d - l)$ (**1p**). Energia jäävusest $A = E_k$ (**1p**) ja $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ (**1p**), saame

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\mu mg(2d - l).$$

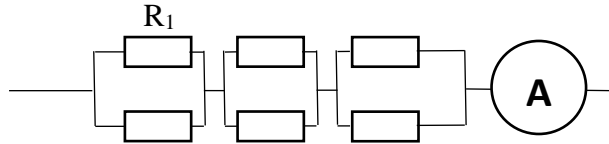
Viimasest võrdusest avaldame d ja küsitud teepikkuse arvutamiseks saame

$$d = \frac{v^2}{2\mu g} + \frac{l}{2}; s \approx 3,3 \text{ m} \text{ (**2p**)}$$

5. KETI TAKISTUS (12 p)

Ampermeetri näidu saame Ohmi seadusest: $I = \frac{U}{R}$ (1p)

Joonistame esimese lülituse analoogskeemi. Arvestame, et ruudu kaks külge on takistus R_1 .

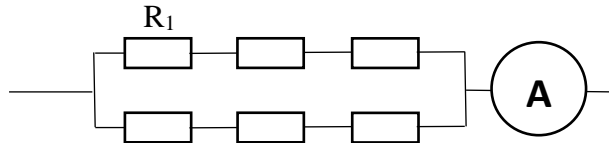


(1p)

Leiame kogutakistuse:

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} = \frac{2}{R_1} \quad R_2 = \frac{R_1}{2} \quad R = R_2 + R_2 + R_2 = \frac{R_1}{2} + \frac{R_1}{2} + \frac{R_1}{2} = \frac{3}{2}R_1 = 1,5R_1 \quad (2p)$$

Analoogskeemi võib joonistada ka nii (kokkupuutuvaid ruutude tippe võib vaadelda kahe eraldi punktina, millel on sama potentsiaal):



Kogutakistus tuleb sama:

$$R_{\ddot{u}} = R_1 + R_1 + R_1 = 3R_1$$

$$R_a = R_1 + R_1 + R_1 = 3R_1$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{\ddot{u}}} + \frac{1}{R_a} = \frac{1}{3R_1} + \frac{1}{3R_1} = \frac{2}{3R_1}$$

$$R = \frac{3}{2}R_1 = 1,5R_1$$

Ampermeetri näit oleks:

$$I_1 = \frac{U}{1,5R_1} \quad (1p)$$

Teisel juhul on omavahel rööbiti ühendatud $R_{\ddot{u}1}$ ja R_{a1} , mis on R_1 -ga sama pikad, kuid kolm korda suurema ristlõikepindalaga. Kuna takistus sõltub ristlõikepindalast pöördvõrdeliselt, siis on $R_{\ddot{u}1}$ ja R_{a1} kolm korda võiksemad kui R_1 .

$$R_1 = \rho \frac{l}{S} \quad R_{\ddot{u}1} = \rho \frac{l}{3S} = \frac{R_1}{3} \quad R_{a1} = \rho \frac{l}{3S} = \frac{R_1}{3} \quad (2p)$$

$$\text{Kogutakistus: } \frac{1}{R'} = \frac{1}{R_{\ddot{u}1}} + \frac{1}{R_{a1}} = \frac{3}{R_1} + \frac{3}{R_1} = \frac{6}{R_1} \quad R' = \frac{1}{6}R_1 \quad (2p)$$

$$\text{Ampermeetri näit oleks nüüd: } I_2 = \frac{U}{\frac{1}{6}R_1} = \frac{6U}{R_1} \quad (1p)$$

$$\text{Ampermeetri näit muutub: } n = \frac{I_2}{I_1} = \frac{\frac{6U}{R_1}}{\frac{U}{1,5R_1}} = \frac{6}{1} \cdot 1,5 = 9 \text{ korda suuremaks.} \quad (2p)$$

Teist ühendust võib põhimõtteliselt vaadata ka rööbiti ühendatud kahekordsete ruudu külgedena.

Sel juhul: $\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1} = \frac{6}{R_1}$ ja edasi sarnaselt eelmisele lahenduskäigule.