МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ЕСЕННО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА
8 – 10 ноември 2024 г., Бургас

Решение на темата за 8. клас (втора състезателна група)

Задача 1. Движение на магистрала.

а) Ускорението $a_у = \frac{v_{100}}{t_{0-100}}$ **[0,5 т.]** $= \frac{\frac{100}{3,6}\,\text{m/s}}{10,00\ \text{s}} \approx 2,78$ m/s^2. **[0,5 т.]**

б) Ускорението $a_з = \frac{{v_{80}}^2}{2s}$ **[0,5 т.]** $= \frac{\left(\frac{80}{3,6}\,\text{m/s}\right)^2}{2.24,7\ \text{m}} \approx 10,00$ m/s^2. **[0,5 т.]**

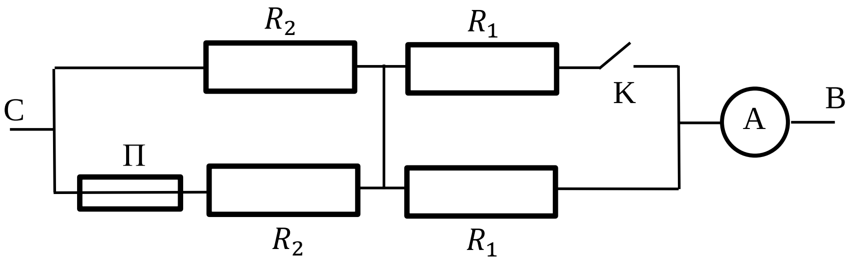
в) Автомобилът ускорява от покой до v_{max} за време $t_{1у} = \frac{v_{max}}{a_у} = \frac{v_{max}t_{0-100}}{v_{100}}$ **[0,3 т.]** $= 14,00$ s. **[0,2 т.]** За това време той изминава разстояние $l_{1у} = \frac{{v_{max}}^2}{2a_у} = \frac{{v_{max}}^2 t_{0-100}}{2v_{100}}$ **[0,3 т.]** $\approx 272,2$ m. **[0,2 т.]**
Автомобилът намалява скоростта си от v_{max} до $v_{тун}$ за време $t_{1з} = \frac{v_{max}-v_{тун}}{a_з}$ **[0,3 т.]** $= \frac{\frac{140\text{m}}{3,6\ \text{s}}-\frac{80\,\text{m}}{3,6\ \text{s}}}{10,00\ \text{m/s}^2} \approx 1,67$ s. **[0,2 т.]** За това време той изминава разстояние $l_{1з} = \frac{{v_{max}}^2-{v_{тун}}^2}{2a_з}$ **[0,3 т.]** $= \frac{\left(\frac{140}{3,6}\,\text{m/s}\right)^2-\left(\frac{80}{3,6}\,\text{m/s}\right)^2}{2.10,00\ \text{m/s}^2} \approx 50,9$ m. **[0,2 т.]** Автомобилът изминава равномерно $l_р = l_1 - l_{1у} - l_{1з}$ **[0,3 т.]** $= 500,0$ m – $272,2$ m – $50,9$ m $= 176,9$ m. **[0,2 т.]** Това разстояние той ще измине за време $t_р = \frac{l_р}{v_{max}}$ **[0,3 т.]** $= \frac{176,9\ \text{m}}{\frac{140\text{m}}{3,6\ \text{s}}} \approx 4,55$ s. **[0,2 т.]** Така времето за движение t_1 от тръгването до тунела е $t_1 = t_{1у} + t_р + t_{1з}$ **[0,3 т.]** = 14,00 s + 4,55 s + 1,67 s = 20,22 s. **[0,2 т.]**

г) Разстоянието, което автомобилът изминава, докато ускорява от скорост $v_{тун}$ до скорост v_x е $l_{2у} = \frac{{v_x}^2-{v_{тун}}^2}{2a_у}$. **[0,5 т.]** Разстоянието, което автомобилът изминава, докато спира от скорост v_x е $l_{2з} = \frac{{v_x}^2}{2a_з}$. **[0,5 т.]** Тъй като $l_2 = l_{2у} + l_{2з}$, то $l_2 = \frac{{v_x}^2-{v_{тун}}^2}{2a_у} + \frac{{v_x}^2}{2a_з}$, **[0,5 т.]** откъдето $v_x = \sqrt{\frac{2}{\left(\frac{1}{a_у}+\frac{1}{a_з}\right)}\left(l_2 + \frac{{v_{тун}}^2}{2a_у}\right)}$ **[0,5 т.]**, $= \sqrt{\frac{2}{\left(\frac{1}{10,00\ \text{m/s}^2}+\frac{1}{2,78\ \text{m/s}^2}\right)}\left(200,0\ \text{m} + \frac{\left(\frac{80}{3,6}\,\text{m/s}\right)^2}{2.2,78\ \text{m/s}^2}\right)} \approx 35,5$ m/s $\approx 127,6$ km/h. **[1,0 т.]**

д) Автомобилът се движи в тунела време $t_т = \frac{l_т}{v_{тун}}$ **[0,1 т.]** $= \frac{300\ \text{m}}{\frac{80}{3,6}\,\text{m/s}} = 13,50$ s. **[0,2 т.]** Времето на движение след тунела е $t_2 = \frac{v_x - v_{тун}}{a_у} + \frac{v_x}{a_з}$ **[0,4 т.]** $= \frac{35,45\ \text{m/s}-\frac{80}{3,6}\,\text{m/s}}{2,78\ \text{m/s}^2} + \frac{35,45\ \text{m/s}}{10,00\ \text{m/s}^2} \approx 8,30$ s. **[0,4 т.]**
Цялото време $t = t_1 + t_т + t_2$ **[0,1 т.]** = 20,22 s + 13,50 s + 8,30 s = 42,02 s. **[0,3 т.]**

Задача 2. Схема с предпазител.

а) При отворен ключ и здрав предпазител $U = I_1R_1 + \frac{I_1}{2}R_2$. **[1,0 т.]** При затворен ключ и изгорял предпазител $U = \frac{I_2}{2}R_1 + I_2R_2$. **[1,0 т.]** Заместваме в тези уравнения с дадените стойности (ако заместваме тока в mA, ще получим съпротивлнието в kΩ), $9,0 = 20R_1 + 10R_2$, **[0,3 т.]** $9,0 = 15R_1 + 30R_2$. **[0,3 т.]** Ако извадим двете уравнения, се получава $0 = 5R_1 - 20R_2$, откъдето $R_1 = 4R_2$. **[0,4 т.]** Замествайки в първото уравнение $9,0 = 80R_2 + 10R_2 = 90R_2$, така $R_2 = 0,1$ kΩ **[1,0 т.]** и $R_1 = 0,4$ kΩ. **[1,0 т.]**



б) Ако ключът К се отвори отново при изгорял предпазител, $U = I_3R_1 + I_3R_2$, **[1,0 т.]** откъдето $I_3 = \frac{U}{R_1+R_2}$ **[0,5 т.]** $= \frac{9{,}0\ V}{0{,}4\ \text{k}\Omega+0{,}1\ \text{k}\Omega} = 18$ mA. **[1,0 т.]**

в) При отворен ключ и здрав предпазител през предпазителя тече ток $I_{\text{г}1} = \frac{I_1}{2} = 10$ mA **[0,5 т.]** и той не изгаря. При затворен ключ и здрав предпазител (преди да изгори) през предпазителя тече ток $I_{\text{г}2}$, такъв че $U = I_{\text{г}2}R_1 + I_{\text{г}2}R_2$, **[0,5 т.]** откъдето $I_{\text{г}2} = \frac{U}{R_1+R_2} = \frac{9{,}0\ V}{0{,}4\ \text{k}\Omega+0{,}1\ \text{k}\Omega} = 18$ mA **[0,5 т.]** и той изгаря. Следователно предпазителят гори при ток между тези две стойности,
10 mA $< I_{\text{г}} <$ 18 mA. **[1,0 т.]**

Задача 3. Претегляне на кубчета.

а) Масата на едно медно кубче е $m_{\text{Cu}} = \rho_{\text{Cu}}.V = \rho_{\text{Cu}}.a^3$ **[0,5 т.]** $= 8960\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.(1{,}000.10^{-2}\text{m})^3 =$ 0,00896 kg = 8,960 g. **[0,5 т.]** Масата на едно алуминиево кубче е $m_{\text{Al}} = \rho_{\text{Al}}.V = \rho_{\text{Al}}.a^3$ **[0,5 т.]** $= 2712\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.(1{,}000.10^{-2}\text{m})^3$ = 0,002712 kg = 2,712 g. **[0,5 т.]**

б) Общата претеглена маса на кубчетата е $M = N_{\text{Cu}}m_{\text{Cu}} + N_{\text{Al}}m_{\text{Al}}$. **[0.5 т.]** Максималният възможен брой на медните кубчета $N_{\text{Cu},max}$ е $N_{\text{Cu},max} = \left[\frac{M}{m_{\text{Cu}}}\right] =$ [6,2] = 6. **[0,5 т.]** Следователно трябва да проверим за какво цяло число $N_{\text{Cu}} \leq 6$ ще получим цяло число N_{Al}. В таблицата са дадени всички възможности (изчисляваме N_{Al} от формулата $N_{\text{Al}} = \frac{M-N_{\text{Cu}}m_{\text{Cu}}}{m_{\text{Al}}}$). От нея се вижда, че задачата има само едно решение, $N_{\text{Cu}} = 5$, $N_{\text{Al}} = 4$. **[7,0 т.]** (за всеки неизследван случай се отнема по **[1,0 т.]**)

N_{Cu}	N_{Al}
6	≈0,70
5	4
4	≈7,30
3	≈10,61
2	≈13,91
1	≈17,22
0	≈20,52