МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

НАЦИОНАЛНО ПРОЛЕТНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

10-12 март 2017 година

РЕШЕНИЕ НА ТЕМАТА за 10. клас

Задача 1. Кинематика

Част 1

а) Относителната скорост на колата спрямо левия човек е $V_0 - V$ **[1 т.]**. Ако с L отбележим разстоянието между две съседни коли, интервалът от време между техните преминавания край човека е $T = \dfrac{L}{V_0 - V}$ **[0.5 т.]**, а честотата е $\nu_1 = \dfrac{V_0 - V}{L}$ **[0.5 т.]**. Аналогично за десния човек получаваме $\nu_2 = \dfrac{V_0 + V}{L}$ **[1 т.]**. Следователно $\dfrac{\nu_1}{\nu_2} = \dfrac{V_0 - V}{V_0 + V}$.**[1 т.]**

Част 2

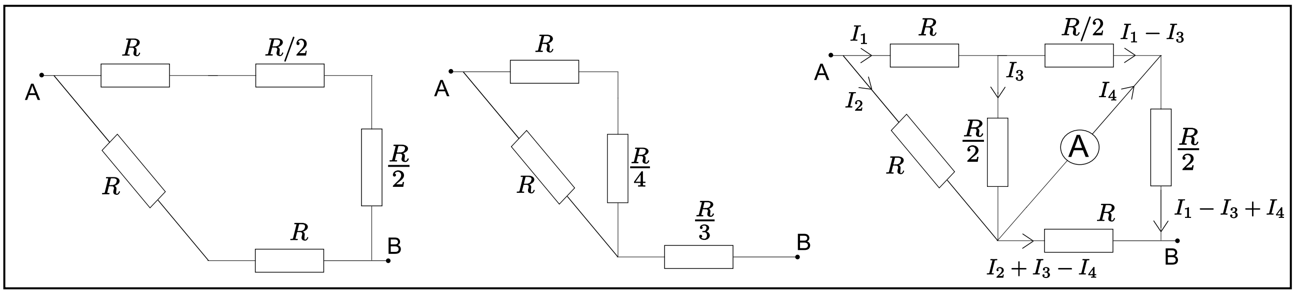
а) Поради симетрията на задачата, кривата има форма на спирала, която завършва в центъра на квадрата. **[2 т.]**

б) Поради симетрията на задачата, във всеки един момент бръмбарите се намират във върховете на квадрат, т.е. скоростите на два съседни бръмбара са винаги перпендикулярни. Относителната скорост по посока на бръмбара е V. **[2 т.]**

в) Два бръмбара ще се срещнат след време $T = \dfrac{a}{V}$. **[1 т.]**

г) Разстоянието, което ще измине всеки бръмбар до срещата, е $S = VT = a$. **[1 т.]**

Задача 2. Електричество



а) Еквивалентната схема е показана на лявата фигура **[0.5 т.]**. Съпротивлението е $R_{\text{AB}} = R$.**[0.5 т.]**

б) Резисторите около амперметъра са свързани успоредно по двойки, тъй като амперметърът има нулево съпротивление **[1 т.]**. Еквивалентната схема е показана на средната фигура **[1 т.]**. Съпротивлението е $R_{\text{AB}} = \dfrac{(R + R/4)R}{R + R/4 + R} + \dfrac{R}{3} = \dfrac{8R}{9}$.**[1 т.]**

в) Еквивалентната схема е балансиран Уитстонов мост. **[2 т.]** Съпротивлението е $R_{\mathrm{AB}} = R$ **[1т.].**

г) **Първи начин:**

Схемата и токовете са означени на дясната фигура. Тъй като еквивалентната схема е средната фигура, лесно можем да намерим токовете I_1 и I_2 от средната фигура. Имаме

$$\left(R+\frac{R}{4}\right)I_1 = RI_2,\qquad U = RI_2 + \frac{R}{3}(I_1+I_2). \quad \textbf{[1т.]}$$

Намираме $I_1 = \dfrac{U}{2R}$ и $I_2 = \dfrac{5U}{8R}$ **[0.5 т.]**. От дясната фигура виждаме, че $\dfrac{R}{2}\left(I_1 - I_3\right) = \dfrac{R}{2} I_3$ **[0.5 т.]**, откъдето получаваме $I_3 = \dfrac{I_1}{2} = \dfrac{U}{4R}$. От дясната фигура също се вижда, че $\dfrac{R}{2}\left(I_1 - I_3 + I_4\right) = R(I_2 + I_3 - I_4)$ **[0.5 т.]**, т.е. търсеният ток е $I_4 = \dfrac{U}{2R}$.**[0.5 т.]**

Втори начин:

Гледаме само дясната фигура. Решаваме системата уравнения

$$RI_1 + \frac{R}{2} I_3 = RI_2,$$
$$\frac{R}{2}\left(I_1 - I_3\right) = \frac{R}{2} I_3,$$
$$\frac{R}{2}\left(I_1 - I_3 + I_4\right) = R\left(I_2 + I_3 - I_4\right),$$
$$U = \frac{8R}{9}(I_1 + I_2),$$

[по **0.5 т.** на уравнение]

спрямо I_4 и отново получаваме $I_4 = \dfrac{U}{2R}$.**[1 т.]**

<u>Задача 3. Оптика</u>

Част 1

а) Слънчевата светлина се разпределя по сфера с площ $4\pi R^2$ **[1 т.]**, където R е разстоянието между Земята и Слънцето. Така за слънчевата константа получаваме $k = \dfrac{P_{\mathrm{S}}}{4\pi R^2} \approx 1.4\,\mathrm{kW/m^2}$. **[1т.]**

б) Земята поглъща със сечението си, затова погълнатата светлина е $P_{\mathrm{in}} = k\pi R_{\mathrm{E}}^2$ **[0.5 т.]**, където R_{E} е радиусът на Земята. Излъчената светлина е $P_{\mathrm{out}} = 4\pi R_{\mathrm{E}}^2 \sigma T^4$ **[0.5 т.]**. При равновесие имаме $P_{\mathrm{in}} = P_{\mathrm{out}}$ **[1 т.]**, следователно $T = \left(\dfrac{k}{4\sigma}\right)^{1/4} = \left(\dfrac{P_{\mathrm{S}}}{16\pi\sigma R^2}\right)^{1/4} \approx 280\,\mathrm{K}$. **[1 т.]**

Част 2

в) От формулата в упътването следва $\frac{I_{\mathrm{M}}}{I_{\mathrm{S}}} = 10^{-\frac{2}{5}(m_{\mathrm{M}} - m_{\mathrm{S}})}$ **[1 т.]**. От подточка а) имаме стойността за I_{S}, т.е. *k*: $I_{\mathrm{S}} = k \approx 1.4\,\mathrm{kW/m^2}$. Така получаваме $I_{\mathrm{M}} = 10^{-\frac{28}{5}} k \approx 3.5\,\mathrm{mW/m^2}$. **[1 т.]**

г) Мощността на светлината, която преминава през лещата, е $P_{\mathrm{in}} = I_{\mathrm{M}} \frac{\pi d^4}{4}$.**[1 т.]** Тази светлина се разпределя върху петно с площ $S = \pi \frac{(\alpha f)^2}{4}$ **[0.5 т.]**. Така за мощността на единица площ получаваме $I_0 = \frac{P_{\mathrm{in}}}{S} = I_{\mathrm{M}} \left(\frac{d}{\alpha f} \right)^2$. **[0.5 т.]** От закона на Стефан-Болцман имаме $I_0 = \sigma T_0^4$, където T_0 е равновесната температура на хартията, при която хартията се запалва. Така получаваме $\frac{d}{f} = \sqrt{\frac{\sigma T_0^4 \alpha^2}{I_{\mathrm{M}}}} \approx 9$.**[1 т.]**