

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА  
ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ  
18 февруари 2023 г.

Тема за VII клас (първа състезателна група)  
Примерни решения и указания

**Решение 1.1.** Да означим времето за изпреварване на колоната с  $t_1$ . За това време мотористът изминава разстояние  $v_M t_1$ , а колоната  $v_a t_1$ . **(0.5 т.)** За да е безопасно изпреварването по отношение на колоната трябва да е изпълнено, че  $v_M t_1 - v_a t_1 \geq L_0 + L_a + L_{\text{мин}}$ . **(0.5 т.)** Тъй като търсим минималната скорост  $v_M$ , то  $t_1 = (L_0 + L_a + L_{\text{мин}})/(v_M - v_a)$ . **(0.5 т.)** За същото време камионът е изминал разстояние  $v_K t_1$ , а между камиона и колоната остава разстояние  $L_1 - v_K t_1 - v_a t_1$ . За да е безопасно изпреварването и по отношение на камиона това разстояние трябва да е по-голямо или равно на  $2L_{\text{мин}}$ . **(1 т.)** Така получаваме:

$$L_1 - (v_K + v_a)t_1 = 2L_{\text{мин}}, \quad L_1 - (v_K + v_a) \frac{L_0 + L_a + L_{\text{мин}}}{v_M - v_a} = 2L_{\text{мин}}. \quad (1)$$

След като го преобразуваме получаваме:

$$L_1 - 2L_{\text{мин}} = (v_K + v_a) \frac{L_0 + L_a + L_{\text{мин}}}{v_M - v_a}, \quad v_M - v_a = (v_K + v_a) \frac{L_0 + L_a + L_{\text{мин}}}{L_1 - 2L_{\text{мин}}},$$
$$v_M = v_a + (v_K + v_a) \frac{L_0 + L_a + L_{\text{мин}}}{L_1 - 2L_{\text{мин}}}, \quad v_M = v_a + (v_K + v_a) \frac{9 + 91 + 20}{280 - 2 \cdot 20} = v_a + (v_K + v_a) \frac{120}{240},$$
$$v_M = v_a + \frac{1}{2}(v_K + v_a). \quad (1.5 т.)$$

Като отчетем, че скоростта на камиона е  $v_K = 50 \text{ km/h}$ , то за минималната скорост на мотоциклета получаваме  $v_M = [54 + \frac{1}{2}(50 + 54)] \text{ km/h} = 106 \text{ km/h}$ . **(0.5 т.)**

*Алтернативно решение:* равенство (1) може да се получи и като използваме, че спрямо колоната мотоциклетът се движи със скорост  $(v_M - v_a)$ . **(0.5 т.)** За да е безопасно изпреварването той трябва да измине разстояние  $(L_0 + L_a + L_{\text{мин}})$ , така ще се намира на разстояние  $L_{\text{мин}}$  пред колоната. **(0.5 т.)** Това става за време  $t_1 = (L_0 + L_a + L_{\text{мин}})/(v_M - v_a)$ . **(0.5 т.)** За същото време камионът се е приближил към колоната с  $(v_K + v_a)t_1$  и разстоянието между колоната и камиона вече е  $[L_1 - (v_K + v_a)t_1]$ , което трябва да е по-голямо или равно на  $2L_{\text{мин}}$ . **(1 т.)** *Двете решения носят еднакъв брой точки.*

**Решение 1.2.** След като сме определили скоростта на мотоциклета, може да определим времето за изпреварване на автомобилите:

$$t = \frac{L_a}{v_M - v_a} = \frac{91 \text{ m}}{106 \text{ km/h} - 54 \text{ km/h}} = \frac{91 \text{ m}}{52 \text{ km/h}} = \frac{91 \text{ m} \cdot 3600 \text{ s}}{52 \cdot 1000 \text{ m}} = 6.3 \text{ s}. \quad (1.5 т.)$$

**Решение 1.3.** По време на изпреварването мотористът се движи със скорост  $v_M = 106 \text{ km/h}$  и изминава път  $s_1 = v_M t_1$ , където  $t_1 = (L_0 + L_a + L_{\text{мин}})/(v_M - v_a) = (0.009 + 0.091 + 0.020)/(106 - 54) \text{ h} = (12/5200) \text{ h} = (3/1300) \text{ h}$  **(0.5 т.)** или  $s_1 = (318/1300) \text{ km}$ . **(0.5 т.)** След изпреварването се движи време  $t_2 = (L_{\text{мин}} + L_K + L_2)/(v_K + v_a) = (0.540/104) \text{ h} = (27/5200) \text{ h}$ , **(0.5 т.)** за което време разстоянието между камиона и мотоциклета става  $L_2$ . Изминатият път за това време е  $s_2 = v_a t_2 = (54 \cdot 27/5200) \text{ km} = (27 \cdot 27/2600) \text{ km} = (729/2600) \text{ km}$ . **(0.5 т.)** Така получаваме:

$$s = s_1 + s_2 = (318/1300 + 729/2600) \text{ m} = (1365/2600) \text{ km} = 0.525 \text{ km} = 525 \text{ m}. \quad (0.5 т.)$$

$$t = t_1 + t_2 = (3/1300 + 27/5200) \text{ h} = (39/5200) \text{ h} = 0.0075 \text{ h} = 0.45 \text{ min} = 27 \text{ s}. \quad (0.5 т.)$$

**Решение 2.1.** Плътността на леда е по-малка от тази на водата, тоест лед с определена маса ще има по-голям обем от вода със същата маса. **(0.5 т.)** Тъй като ледът е потопен изцяло във водата то нивото ѝ ще се определя от общия обем на леда и водата. **(0.5 т.)** При разтопяването на леда общия обем ще намалява съответно и нивото на водата в съда ще намалява. **(0.5 т.)**

**Решение 2.2.** Да означим с  $x$  масата на разтопения лед, с  $V$  сумарният обем на водата и леда в нея, с  $h$  височината на водата в съда, а площта на основата на съда да е  $S$ . Индекс 0 ще се отнася за величините преди леда да почне да се топи, индекс 1 ще се отнася за величините след като част от леда се е стопил. Имаме следните връзки между отделните величини:

$$h_1 = 0.96h_0, \text{ (0.5 т.)}$$

$$\frac{V_1}{V_0} = \frac{h_1}{h_0}, \text{ където сме използвали, че } V = hS, \text{ (1 т.)}$$

$$V_0 = \frac{m_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}} + \frac{m_{\text{л}}}{\rho_{\text{л}}}, \quad V_1 = \frac{m_{\text{в}} + x}{\rho_{\text{в}}} + \frac{m_{\text{л}} - x}{\rho_{\text{л}}}. \text{ (2 т.)}$$

От последните четири равенства може да запишем:

$$\frac{m_{\text{в}} + x}{\rho_{\text{в}}} + \frac{m_{\text{л}} - x}{\rho_{\text{л}}} = 0.96 \left( \frac{m_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}} + \frac{m_{\text{л}}}{\rho_{\text{л}}} \right), \text{ (2 т.)}$$

ако заместим масите в g, а плътностите в g/cm<sup>3</sup> ще получим неизвестната масата  $x$  в g:

$$\frac{600 + x}{1} + \frac{540 - x}{0.9} = 0.96 \left( \frac{600}{1} + \frac{540}{0.9} \right),$$

$$600 + x + 600 - 10x/9 = 0.96(600 + 600),$$

$$1200 - x/9 = 1152, \quad x/9 = 1200 - 1152,$$

$$x = 432 \text{ g. (1 т.)}$$

Така за масата на останалия лед получаваме  $m = 540 \text{ g} - 432 \text{ g} = 108 \text{ g}$ . **(0.5 т.)**

**Решение 2.3.** Ако нивото на водата не се променя това означава, че ледът вече не се топи. **(0.5 т.)** Топлообменът между леда и водата е приключил и те са с еднаква температурата, **(0.5 т.)** температурата на топене на леда, 0°C. **(0.5 т.)**

**Решение 3.1.** Без значение от положението на ключа волтметъра показва напрежението между двата края на резистора  $R_1$ . В положение 1 няма друго съпротивление и волтметъра показва напрежение  $U_1$ , което е напрежението на батерията  $U_0$ . **(1 т.)** В положение 2 съпротивленията  $R_2$  и  $R_1$  са вързани последователно и токът през тях е един и същ, **(1 т.)** тогава от закона на Ом може да запишем:  $\frac{U_2}{R_1} = \frac{U_0 - U_2}{R_2}$ . **(1 т.)** Аналогично

в положение 3 имаме:  $\frac{U_3}{R_1} = \frac{U_0 - U_3}{R_3}$ . **(1 т.)** От последното равенство може да изразим:

$$R_1 = R_3 \frac{U_3}{U_0 - U_3} = R_3 \frac{1}{U_1/U_3 - 1} = 3 \frac{1}{7/4 - 1} \text{ k}\Omega = 4 \text{ k}\Omega. \text{ (1 т.)}$$

След като сме получили  $R_1$  може да намерим:  $R_2 = R_1 \frac{U_0 - U_2}{U_2} = R_1 (U_1/U_2 - 1) = 3(4 - 1) \text{ k}\Omega = 9 \text{ k}\Omega$ . **(1 т.)**

**Решение 3.2.** За всяко положение на ключа токът през резисторите е един и същ, така че може да смятаме само този през  $R_1$ , тъй като знаем показанията на волтметъра. **(1 т.)** В положение 1 токът във веригата е  $I_1 = U_1/R_1 = (12/4) \text{ mA} = 3 \text{ mA}$ . **(1 т.)** В положение 2:  $I_2 = U_2/R_1 = (3/4) \text{ mA}$ . **(1 т.)** В положение 3:  $I_3 = U_3/R_1 = (12/7) \text{ mA}$ . **(1 т.)**