

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ, 15 февруари 2026 г.
Тема за 10. клас (четвърта състезателна група)
Решения и указания

Задача 1.

а) На сачмата действат три сили:

* Силата на тежестта G , насочена надолу [0,5 т.], която се дава с израза

$$G = mg = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho g. \quad [1 \text{ т.}]$$

** Изтласкващата Архимедова сила, насочена нагоре [0,5 т.], която има вида

$$F_A = \rho_0 V g = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_0 g. \quad [1 \text{ т.}]$$

*** Силата на триене, насочена нагоре (противоположно на движението) [0,5 т.], като

$$F_v = \alpha r v.$$

б) Когато падащата сачма достигне скоростта v_g , резултантната на силите, които ѝ действат, става равна на нула, т.е. имаме

$$G - F_A - F_v = 0. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Като заместим силите със съответните изрази, намираме

$$\frac{4}{3} \pi (\rho - \rho_0) g r^2 = \alpha v_g, \quad [0,5 \text{ т.}]$$

откъдето следва

$$r = \left[\frac{3\alpha}{4\pi g} \times \frac{v_g}{(\rho - \rho_0)} \right]^{1/2}. \quad [1 \text{ т.}]$$

в) При включено еднородно електрично поле на заредената частица действа електрична сила, насочена нагоре [0,5 т.], равна на

$$F_E = qE. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Ако зарядът ѝ е положителен, интензитетът E трябва да е едноразположен с електричната сила [0,5 т.], докато при отрицателен заряд силата и интензитетът трябва да са противоположно насочени. [0,5 т.]

г) При движение нагоре с постоянна скорост v_0 е в сила равенството

$$F_E + F_A - G - F_v = 0, \quad [1 \text{ т.}]$$

тъй като силата на триене е насочена надолу. За електричния заряд намираме израза

$$q = \frac{\alpha}{E} \left[\frac{3\alpha}{4\pi g} \times \frac{v_g}{(\rho - \rho_0)} \right]^{1/2} (v_g + v_0). [1,5 \text{ т.}]$$

Задача 2.

По големина магнитната сила, действаща на проводника, е

$$F_M = IBl. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Когато магнитната индукция има посоката \odot , магнитната сила, която действа на проводника с ток, е насочена вертикално надолу. [0,5 т.] Тогава в равновесие имаме

$$2R_1 = mg + IBl, \quad [0,5 \text{ т.}]$$

т.е. намираме

$$R_1 = \frac{1}{2}(mg + IBl). \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Във втория случай, когато посоката на индукцията е \otimes , магнитната сила е насочена вертикално нагоре. [0,5 т.] Тогава намираме

$$R_2 = \frac{1}{2}|mg - IBl|. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

При $mg = IBl$, силата $R_2 = 0$. [0,5 т.] Ако $mg > IBl$, силата R_2 е насочена вертикално нагоре [0,5 т.], докато при $mg < IBl$ – вертикално надолу [0,5 т.].

б) За да извършва хармонично трептене проводника с ток в магнитното поле, трябва резултантната сила на тежестта G и магнитната сила F_M да е насочена по земното ускорение g . [0,5 т.] Тогава можем да въведем в случая \odot ефективно земно ускорение g' чрез равенството

$$mg' = mg + IBl = m(g + IBl/m), \quad [0,5 \text{ т.}]$$

като имаме израза

$$g' = g + IBl/m. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Трептенията на рамката са трептения на математично махало с дължина h и земно ускорение g' , т.е. периодът на трептене е

$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{h}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{h}{g}\left(1 + \frac{IBl}{mg}\right)^{-1/2}}, \quad [1 \text{ т.}]$$

Като вземем предвид, че $T_0 = 2\pi\sqrt{l/g}$, получаваме:

$$T_1 = T_0\left(1 + \frac{IBl}{mg}\right)^{-1/2} < T_0, \quad [0,5 \text{ т.}]$$

където T_0 е периодът на трептене в отсъствие на магнитното поле. Когато магнитната индукция има посока \otimes , можем да въведем ефективно земно ускорение чрез израза

$$mg'' = mg - IBl = m(g - IBl/m), \quad [0,5 \text{ т.}]$$

като получаваме

$$g'' = g - IBl/m. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Тогава имаме

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{h}{g''}} = 2\pi\sqrt{\frac{h}{g}\left(1 - \frac{IBl}{mg}\right)^{-1/2}}, \quad [1 \text{ т.}]$$

или

$$T_2 = T_0\left(1 - \frac{IBl}{mg}\right)^{-1/2} > T_0. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Задача 3.

А. Показанието на амперметъра определя тока $I_3 = 2 \text{ A}$. [0,25 т.] Тогава намираме

$$U_3 = I_3 R_3 = 30 \text{ V.} \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Тъй като резисторът със съпротивление R_2 е успореден на резистора 3, [0,25 т.]
напрежението

$$U_2 = 30 \text{ V,} \quad [0,25 \text{ т.}] \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2} = 3 \text{ A.} \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Общият ток във веригата е

$$I = I_2 + I_3 = 5 \text{ A.} \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Тогава имаме

$$I_1 = I_4 = I = 5 \text{ A.} \quad [0,5 \text{ т.}]$$

По закона на Ом намираме

$$U_1 = I_1 R_1 = 10 \text{ V,} \quad [0,5 \text{ т.}] \quad U_4 = I_4 R_4 = 20 \text{ V.} \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Тъй като напрежението

$$U_{AB} = U_1 + U_3 + U_4, \quad [0,5 \text{ т.}]$$

намираме $U_{AB} = 60 \text{ V.} \quad [0,25 \text{ т.}]$

Б. При последователно свързване на резисторите еквивалентното им съпротивление е

$$R' = R_1 + R_2. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Следователно

$$R' = \frac{U}{I_1} = 40 \Omega. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

При успоредно свързване еквивалентното съпротивление е

$$R'' = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}, \quad [0,75 \text{ т.}]$$

т.е. имаме

$$R'' = \frac{U}{I_2} = 7,5 \Omega. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Като отчетем, че

$$R_1 + R_2 = 40 \Omega, \quad [0,5 \text{ т.}] \quad R_1 R_2 = 300 \Omega^2, \quad [0,75 \text{ т.}]$$

търсените съпротивления удовлетворяват квадратното уравнение

$$x^2 - 40x + 300 = 0. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Тогава намираме

$$x_{1,2} = \frac{20 \pm \sqrt{400 - 300}}{1} = \begin{cases} 30 \\ 10 \end{cases} \quad [0,25 \text{ т.}]$$

Следователно, ако $R_1 = 30 \Omega$, [0,25 т.] получаваме $R_2 = 10 \Omega$. [0,25 т.] Възможна е и друга комбинация – ако $R_1 = 10 \Omega$, [0,25 т.] то $R_2 = 30 \Omega$. [0,25 т.] За да имаме единствено решение, трябва допълнително условие, напр. $R > R_2$. [0,25 т.]