

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

ОБЛАСТЕН КРЪГ, 18 февруари 2018 г.

Тема за 8. клас (втора състезателна група)

Примерни решения и критерии за оценяване

Задача 1. Кинематика

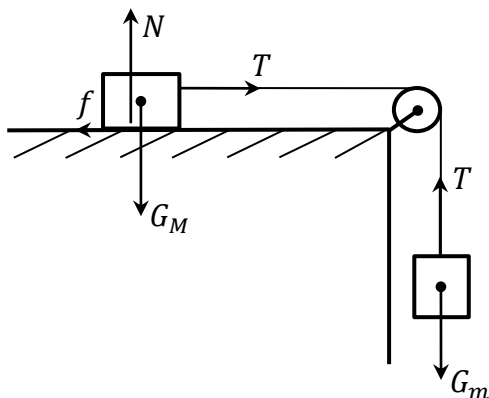
Част I Изминатият път от момента, когато шофьорът забелязва неравността, докато стига до нея, е $s = v_0 t - \frac{at^2}{2}$ [0,5 т.], където t е съответното време за движение, а a е ускорението, с което автомобилът се движи равнозакъснително. Скоростта на колата в този момент е $v = v_0 - at$. [0,5 т.] Като изключим ускорението от двете уравнения, ще получим, че $v = \frac{2s}{t} - v_0 = 4 \text{ m/s}$. [1 т.]

Част II а) Пътят, който изминава Михаил до момента на изпреварването, е $s_M = \frac{a_M t^2}{2}$ [0,5 т.], където t е неговото време за движение. Изразът за изминатия път от Данаил, който тръгва по-късно, е $s_D = \frac{a_D(t-t_0)^2}{2}$. [0,5 т.] Очевидно $s_M = s_D$, откъдето следва, че $t = \frac{t_0}{1-\sqrt{a_M/a_D}}$. [0,5 т.] Като заместим t в някой от горните два изрази за пътищата, ще получим търсеното разстояние $s = s_M = s_D = \frac{a_M t_0^2}{2(1-\sqrt{a_M/a_D})^2} = 18 \text{ m}$. [1 т.]

б) Скоростта на Михаил в момента на изпреварването е $v_M = a_M t$ [0,5 т.], а скоростта на Данаил е $v_D = a_D(t - t_0)$ [0,5 т.]. Като заместим t от подточка а) в двата изрази за скоростите, получаваме, че $v_M = \frac{a_M t_0}{1-\sqrt{a_M/a_D}} = 6 \text{ m/s}$ [1 т.], а $v_D = \frac{t_0 \sqrt{a_M a_D}}{1-\sqrt{a_M/a_D}} = 12 \text{ m/s}$ [1 т.].

в) Пътят, който изминава Михаил от момента на първото изпреварване до момента на второто изпреварване, е $s'_M = v_M t' + \frac{a'_M t'^2}{2}$ [0,5 т.], където t' е търсеното време. Изразът за пътя, изминат от Данаил през това време, е $s'_D = v_D t' + \frac{a'_D t'^2}{2}$. [0,5 т.] Отново имаме, че $s'_M = s'_D$, откъдето следва, че $t' = \frac{2(v_D - v_M)}{a'_M - a'_D} = \frac{2t_0(\sqrt{a_M a_D} - a_M)}{(a'_M - a_D)(1-\sqrt{a_M/a_D})} = 12 \text{ s}$. [1,5 т.]

Задача 2. Трупчета и макарата



а) Силите, които действат на трупчетата, са показани на чертежа вляво. На трупчето с маса m действа силата на тежестта G_m и силата на опън на нишката T . [1 т.] На трупчето с маса M действа силата на тежестта G_M , реакцията на опората N , силата на опън на нишката T , както и силата на триене f , насочена наляво. [2 т.]

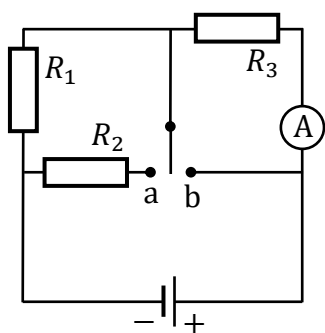
б) Силите на тежестта, които действат на двете трупчета, са с големина $G_m = mg$ и $G_M = Mg$. [0,5 т.] От условието за равновесие на трупчето с маса M във вертикално направление следва, че $N = G_M = Mg$. [0,5 т.] Силата на триене, която действа на трупчето с

маса M , е с големина $f = kN = kMg$. [0,5 т.] Като отчетем посоките на силите, които действат на трупчетата, от II принцип на Нютон се получават следните две уравнения: $mg -$

$T = ma$ [1 т.] и $T - kMg = Ma$ [1 т.]. Като съберем двете уравнения, за да изключим силата на опън, получаваме, че ускорението $a = \frac{g(m-kM)}{m+M} \approx 2 \text{ m/s}^2$. [1,5 т.]

в) От израза за изминатия път при равноускорително движение без начална скорост получаваме, че $t = \sqrt{\frac{2\ell}{a}} = \sqrt{\frac{2\ell(m+M)}{g(m-kM)}} \approx 1 \text{ s}$. [2 т.]

Задача 3. Електрическа верига



а) Когато ключът е в положение „а“, амперметърът измерва тока I_a през батерията, т.е. мощността, която се отделя в цялата верига, е $P_a = UI_a$, откъдето $I_a = \frac{P_a}{U} = 3 \text{ mA}$. [1 т.] При положение „б“ на ключа през амперметъра не преминава ток (напрежението върху резистора със съпротивление R_3 е нулево), т.е. $I_b = 0$. [0,5 т.] Когато ключът е отворен, амперметърът отново измерва тока през батерията, като отделената мощност е $P_{\text{отв}} = UI_{\text{отв}}$ и $I_{\text{отв}} = \frac{P_{\text{отв}}}{U} = 2 \text{ mA}$. [1 т.]

б) Нека първо да разгледаме случая, когато ключът е в положение „б“. Тогава токове не протичат през резисторите със съпротивления R_2 и R_3 , а еквивалентното съпротивление на веригата е $R_b = R_1$. [0,5 т.] Отделената мощност е $P_b = \frac{U^2}{R_b}$,

откъдето $R_1 = \frac{U^2}{P_b} = 1 \text{ k}\Omega$. [1 т.] След това да разгледаме веригата с отворен ключ.

Резисторите със съпротивления R_1 и R_3 са свързани последователно, като съответното еквивалентно съпротивление на веригата е $R_{\text{отв}} = R_1 + R_3$. [1 т.] От закона на Ом следва, че

$R_{\text{отв}} = \frac{U}{I_{\text{отв}}}$ [0,5 т.], откъдето се получава, че $R_3 = \frac{U}{I_{\text{отв}}} - R_1 = \frac{U^2}{P_{\text{отв}}} - \frac{U^2}{P_b} = \frac{U^2(P_b - P_{\text{отв}})}{P_b P_{\text{отв}}} = 1,5 \text{ k}\Omega$ [1 т.].

Накрая да разгледаме ключа в положение „а“. В този случай резисторите със съпротивления R_1 и R_2 са свързани успоредно и тяхното еквивалентно съпротивление е $R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$. [1 т.] Последователно на тях е свързан резисторът със съпротивление R_3 ,

откъдето еквивалентното съпротивление на цялата верига е $R_a = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3$. [0,5 т.] От

закона на Ом получаваме, че $R_a = \frac{U}{I_a}$, т.е. $\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = \frac{U}{I_a}$. [0,5 т.] Като заместим вече

получените изрази за R_1 и R_3 , ще намерим, че $R_2 = \frac{U^2(P_a P_{\text{отв}} + P_b P_{\text{отв}} - P_a P_b)}{P_b^2(P_a - P_{\text{отв}})} = 0,2 \text{ k}\Omega$. [1,5 т.]

Внимание! (важи за решенията на всички задачи)

За всякакви алтернативни решения, обяснени ясно и получаващи същите резултати, да се присъжда пълния брой точки, посочени за съответното подусловие.