

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ, 19 февруари 2022 г.
Решения на темата за 8. клас (втора състезателна група)

Задача 1. Кинематика

а) Изминатият от мотоциклета път от началния момент до момента на изпреварването е $s_M = v_M t_{\text{изп}}$. **[0,5 т.]** Условието мотоциклетът да настигне автомобила е $s_M = d + s_A = 3d/2$.

[0,5 т.] Междувременно автомобилът изминава път $s_A = \frac{a_A t_{\text{изп}}^2}{2} = \frac{d}{2} = \frac{s_M}{3} = \frac{v_M t_{\text{изп}}}{3}$ **[0,5 т.]**, т.е. $t_{\text{изп}} = \frac{2v_M}{3a_A} = 10 \text{ s}$ **[1 т.]**. Оттук $s_A = \frac{v_M t_{\text{изп}}}{3} = \frac{2v_M^2}{9a_A} = 50 \text{ m}$. **[1 т.]**

б) В момента на изпреварването автомобилът има скорост $v_A = a_A t_{\text{изп}} = \frac{2v_M}{3} = 10 \text{ m/s}$. **[1 т.]**

в) Нека да означим с t времето между двете изпреварвания. За това време двете превозни средства изминават един и същ път: $v_M t = v_A t + \frac{a_A t^2}{2}$ **[0,5 т.]**, откъдето $t = \frac{2(v_M - v_A)}{a_A} = \frac{2v_M}{3a_A}$ **[0,5**

т.]. Следователно $t'_{\text{изп}} = t_{\text{изп}} + t = \frac{4v_M}{3a_A} = 20 \text{ s}$. **[1 т.]** Изминатият от автомобила път до второто изпреварване е $s'_A = s_A + v_M t = \frac{8v_M^2}{9a_A} = 200 \text{ m}$. **[1 т.]**

г) Условието автомобилът да развие двойно по-голяма скорост от тази на мотоциклета е $a_A \tau = 2v_M$, откъдето $\tau = \frac{2v_M}{a_A} = 30 \text{ s}$. **[1 т.]** В този момент разстоянието между двете превозни средства е $\delta = d + \frac{a_A \tau^2}{2} - v_M \tau = d = 2s_A = \frac{4v_M^2}{9a_A} = 100 \text{ m}$. **[1,5 т.]**

Задача 2. Свободно падане

а) За време t тялото изминава път $H - h = gt^2/2$ от първоначалната височина до височината h . **[0,5 т.]** Общият изминат път до удара в земната повърхност е $H = gT^2/2$, където T е пълното време на падане. **[0,5 т.]** По условие $T - t = \Delta t$. От двете уравнения за пътя следва, че $T + t = \frac{T^2 - t^2}{T - t} = \frac{2h}{g(T - t)} = \frac{2h}{g\Delta t}$. **[1 т.]** Като съберем двете уравнения за сумата и разликата на

времената, ще получим, че $T = \frac{h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2}$. **[1 т.]** Оттук $H = \frac{g}{2} \left(\frac{h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2} \right)^2 = 180 \text{ m}$. **[1 т.]**

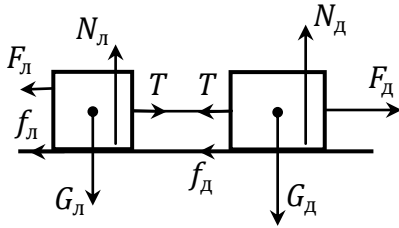
б) Средната скорост на тялото над височината h е $v_{\text{ср1}} = \frac{H - h}{t} = \frac{gt}{2}$. **[0,5 т.]** Средната скорост на движение след това е $v_{\text{ср2}} = \frac{h}{\Delta t}$. **[0,5 т.]** Следователно търсеното отношение е $\frac{v_{\text{ср2}}}{v_{\text{ср1}}} = \frac{2h}{gt\Delta t}$.

[0,5 т.] От предното подусловие се вижда, че $t = T - \Delta t = \frac{h}{g\Delta t} - \frac{\Delta t}{2}$. **[0,5 т.]** Оттук $\frac{v_{\text{ср2}}}{v_{\text{ср1}}} = \frac{4h}{2h - g(\Delta t)^2} = 3$. **[1 т.]**

в) Времето за изминаване на последните сто метра е $t_{100} = T - \sqrt{\frac{2(H - 100\text{m})}{g}} = \frac{h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2} - \sqrt{\left(\frac{h}{g\Delta t} + \frac{\Delta t}{2} \right)^2 - \frac{200\text{m}}{g}} = 2 \text{ s}$. **[2 т.]**

г) Окончателната скорост, с която тялото се удря в земната повърхност, е $v_{\text{кр}} = gT = \frac{h}{\Delta t} + \frac{g\Delta t}{2} = 60 \text{ m/s}$. **[1 т.]**

Задача 3. Теглене на трупчета



а) Както може да се види на чертежа вляво, във вертикално направление на лявото трупче действат силата на тежестта $G_L = m_L g$ надолу и реакцията на опората $N_L = G_L$ нагоре. В хоризонтално направление действат силата F_L наляво, силата на триене $f_L = kN_L = km_L g$ наляво и силата на опън T надясно (преди нишката да бъде прерязана). [0,5 т.] На дясното трупче (във вертикално направление) действат

силата на тежестта $G_D = m_D g$ надолу и реакцията на опората $N_D = G_D$ нагоре. Преди прерязването на нишката в хоризонтално направление действа силата F_D надясно, както и силата на триене $f_D = kN_D = km_D g$ и силата на опън T наляво. [0,5 т.]

Като приложим II принцип на Нютон за двете трупчета преди да бъде прерязана нишката, ще получим: $T - F_L - km_L g = m_L a$ [1 т.] (за лявото трупче) и $F_D - T - km_D g = m_D a$ [1 т.] (за дясното трупче).

След прерязването на нишката няма да има сили на опън и II принцип на Нютон за движението на двете трупчета дава: $F_L - km_L g = m_L a_L$ [0,5 т.] (за лявото трупче) и $F_D - km_D g = m_D a_D$ [0,5 т.] (за дясното трупче).

Като изразим силите F_L и F_D от двете уравнения след прерязването на нишката и ги заместим в уравненията на Нютон преди прерязването, ще получим, че $T - m_L(a_L + 2gk) = m_L a$ и $m_D a_D - T = m_D a$. [0,5 т.]

Изключваме първоначалното ускорение a от последните две уравнения, което води до $m_L m_D = \frac{T(m_L + m_D)}{a_L + a_D + 2gk} = 1 \text{ kg}^2$. [1 т.]

За двете маси се получава едно и също уравнение: $m(2 \text{ kg} - m) = 1 \text{ kg}^2$. Оттук $m^2 - 2m \text{ kg} + 1 \text{ kg}^2 = (m - 1 \text{ kg})^2 = 0$ [0,5 т.], откъдето $m_L = m_D = 1 \text{ kg}$ [1 т.].

б) От II принцип на Нютон за движението на двете трупчета след прерязването на нишката се вижда, че $F_L = m_L(a_L + kg) = 1,5 \text{ N}$ [1 т.], а $F_D = m_D(a_D + kg) = 4,5 \text{ N}$ [1 т.].

в) От първото подусловие следва, че $a = a_D - T/m_D = 0,5 \text{ m/s}^2$. [1 т.]

Внимание! (важи за решенията на всички задачи)

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