

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ, 18 февруари 2023 г.
Решения на темата за 8. клас (втора състезателна група)

Задача 1. Кинематика

а) В началото движението е равнозакъснително, като големината на ускорението на обекта е $a_0 = \frac{20-5}{3} \text{ m/s}^2 = 5 \text{ m/s}^2$. [1 т.] Обектът се движи равноускорително 10 s след началото на движението, като ускорението е $a_{10} = \frac{15-5}{5} \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$. [1 т.]

б) Скоростта на обекта, след като са изминали 2 s от началния момент, е $v_2 = (20 - 5.2) \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$. [1 т.] Тази скорост отново се достига по време на равноускорителното движение, когато скоростта на обекта нараства линейно с изминалото време. Скоростта $v_2 = 10 \text{ m/s}$ е точно по средата между началната (5 m/s) и крайната (15 m/s) скорост на равноускорителното движение, така че скоростта v_2 се достига в 2,5 s (половината от 5 s) след началото на равноускорителното движение. [1 т.] Оттук следва, че $\Delta t = 1 \text{ s} + 6 \text{ s} + 2,5 \text{ s} = 9,5 \text{ s}$. [0,5 т.]

в) Движението е равнозакъснително с ускорение a_0 през първите 3 s, след което е равномерно в продължение на 6 s. Следователно изминатият от обекта път за първите 5 s е $s_5 = \left(20.3 - \frac{5.3^2}{2} + 5.2\right) \text{ m} = 47,5 \text{ m}$. [1,5 т.] След това има равноускорително движение в продължение на 5 s и равномерно движение за една секунда, т.е. пълният път е $s_{\text{кр}} = s_5 + \left(5.4 + 5.5 + \frac{2.5^2}{2} + 15.1\right) \text{ m} = 132,5 \text{ m}$. [2 т.]

г) Нека да означим с s_{10} изминатия път за първите 10 s. От даденото в условието на задачата следва, че $s_{10} = s_5 + \left(5.4 + 5.1 + \frac{2.1^2}{2}\right) \text{ m} = 73,5 \text{ m}$. [1 т.] Средната скорост на обекта за първите 10 s е $\bar{v}_{10} = \frac{s_{10}}{10 \text{ s}} = 7,35 \text{ m/s}$. [1 т.]

Задача 2. Свободно падане

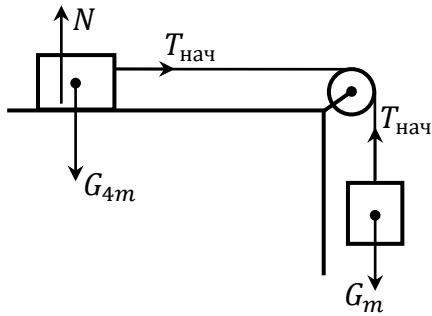
а) За време t_{12} първото топче развива скорост gt_{12} , докато второто топче придобива скорост $g(t_{12} - T)$. [1 т.] От условието на задачата имаме, че $gt_{12} = 3g(t_{12} - T)$, откъдето $t_{12} = \frac{3T}{2} = 1,5 \text{ s}$. [1 т.]

б) Когато двете топчета се намират на една и съща височина над земната повърхност, се изпълнява равенството $h - \frac{gt_{12}^2}{2} = \frac{h}{2} - \frac{g(t_{12}-T)^2}{2}$ (приравняваме изразите за височините, които са достигнали двете топчета). [1 т.] След опростяване се получава, че $h = gT(2t_{12} - T) = 2gT^2 = 20 \text{ m}$. [1,5 т.] Времето за падане на първото топче е $t_{1\text{уд}} = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 2T$. [1 т.] Скоростта на първото топче при удара в земната повърхност е $v_{\text{кр}} = gt_{1\text{уд}} = 2gT = 20 \text{ m/s}$. [0,5 т.]

в) Когато първото топче се удря в земята, второто топче се намира на височина $h_2 = \frac{h}{2} - \frac{g(t_{1\text{уд}}-T)^2}{2} = \frac{gT^2}{2} = 5 \text{ m}$. [1 т.] Тогава скоростта на второто топче е $v_2 = g(t_{1\text{уд}} - T) = gT = 10 \text{ m/s}$. [1 т.]

г) Времето, за което пада второто топче, е $\sqrt{\frac{h}{g}} = \sqrt{2}T$. [0,5 т.] От момента на пускането на първото топче до удара на второто топче в земята изминава време $t_{2\text{уд}} = T + \sqrt{\frac{h}{g}} = (1 + \sqrt{2})T$. [0,5 т.] Следователно времето между ударите на двете топчета в земната повърхност е $\Delta t_{\text{уд}} = t_{2\text{уд}} - t_{1\text{уд}} = (\sqrt{2} - 1)T \approx 0,41 \text{ s}$. [1 т.]

Задача 3. Трупчета и макара



а) Силите, които първоначално действат на трупчетата, са показани на чертежа вляво. На трупчето с маса m действа силата на тежестта $G_m = mg$ надолу и силата на опън на нишката $T_{нач}$ нагоре. [0,5 т.] На трупчето с маса $4m$ действа силата на тежестта $G_{4m} = 4mg$ надолу, реакцията на опората N нагоре и силата на опън на нишката $T_{нач}$ надясно. [0,5 т.] Като приложим II принцип на Нютон за движението без триене на двете трупчета, ще получим: $mg - T_{нач} = ma$ [1 т.] (за дясното трупче) и $T_{нач} = 4ma$ [1

т.] (за лявото трупче). Като съберем двете уравнения, за да изключим силата на опън, получаваме, че ускорението $a = \frac{g}{5} = 2 \text{ m/s}^2$. [1,5 т.] Масата $m = \frac{T_{нач}}{4a} = \frac{5T_{нач}}{4g} = 0,1 \text{ kg}$. [1 т.]

б) При движението с триене на лявото трупче действа и сила на триене f , насочена наляво. От условието за равновесие на трупчето във вертикално направление следва, че реакцията на опората $N = G_{4m} = 4mg$. [0,5 т.] Силата на триене е с големина $f = k_{кр}N = 4k_{кр}mg$. [0,5 т.] Оттук II принцип на Нютон за равномерното движение на двете трупчета дава: $mg - T_{кр} = 0$ [1 т.] (за дясното трупче) и $T_{кр} - 4k_{кр}mg = 0$ [1 т.] (за лявото трупче). От първото уравнение следва, че $T_{кр} = mg = \frac{5T_{нач}}{4} = 1 \text{ N}$. [0,5 т.] Като съберем двете равенства, ще получим $(1 - 4k_{кр})mg = 0$, т.е. $k_{кр} = 0,25$. [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.