

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ, 15 февруари 2025 г.
Решения на темата за 9. клас (трета състезателна група)

Задача 1. Кинематика

а) Движението на обекта е равноускорително, след като са изминали пет секунди, като ускорението е $a_5 = \frac{20-5}{5} \text{ m/s}^2 = 3 \text{ m/s}^2$. [1 т.] Обектът се движи равнозакъснително 12 s след началото на движението, като големината на ускорението е $a_{12} = \frac{20-10}{4} \text{ m/s}^2 = 2,5 \text{ m/s}^2$. [1 т.]

б) Скоростта на обекта по време на равноускорителното движение е $v = 5 \text{ m/s} + a_5(t - 2 \text{ s})$. [0,5 т.] Изминалото време за достигане на скорост от 9 m/s е $2 \text{ s} + \frac{9-5}{3} \text{ s} = \frac{10}{3} \text{ s} \approx 3,3 \text{ s}$. [1 т.] След 10 s обектът се движи равнозакъснително и скоростта му е $v = 20 \text{ m/s} - a_{12}(t - 11 \text{ s})$, като $t = \frac{40}{3} \text{ s}$. [0,5 т.] Оттук следва, че търсената скорост е $\frac{85}{6} \text{ m/s} \approx 14,2 \text{ m/s}$. [1 т.]

в) Движението е равномерно със скорост 5 m/s през първите две секунди, след което е равноускорително с ускорение a_5 в продължение на 5 s. Следователно изминатият от обекта път за първите пет секунди е $s_5 = \left(5 \cdot 2 + 5 \cdot 3 + \frac{3 \cdot 3^2}{2}\right) \text{ m} = 38,5 \text{ m}$. [1,5 т.] След това има равномерно движение в продължение на 4 s и равнозакъснително движение с ускорение a_{12} за четири секунди, т.е. пълният път е $s_{15} = s_5 + \left(14,2 + \frac{3,2^2}{2} + 20,4 + 20,4 - \frac{5,4^2}{2,2}\right) \text{ m} = 212,5 \text{ m}$. [2 т.]

г) Нека да означим с s_{10} изминатия път за първите 10 s. От графиката в условието на задачата следва, че $s_{10} = s_5 + \left(14,2 + \frac{3,2^2}{2} + 20,3\right) \text{ m} = 132,5 \text{ m}$. [1 т.] Средната скорост на обекта за първите десет секунди е $\bar{v}_{10} = \frac{s_{10}}{10 \text{ s}} = 13,25 \text{ m/s}$. [0,5 т.]

Задача 2. Трупчета на нишка

а) От условието за равновесие на всяко едно от трупчетата във вертикално направление следва, че силата на тежестта е равна на реакцията на опората. [0,5 т.] Следователно, на двете трупчета действат сили на триене $f_m = kmg$ и $f_M = kMg$, насочени наляво. [0,5 т.] Като отчетем и силата на опън T на нишката, II принцип на Нютон за движението на двете трупчета дава: $T - kmg = ma$ [1 т.] (за лявото трупче) и $F - kMg - T = Ma$ [1 т.] (за дясното трупче). Нека да умножим първото уравнение с M , а второто – с m . След като извадим двете уравнения и отчетем, че $F = 3T$, ще получим $M = 2m = 1 \text{ kg}$. [2 т.]

б) След прерязването на нишката уравнението на Нютон за дясното трупче става $F - kMg = Ma_M = 4Ma$. [1 т.] Като използваме и уравненията от предишното подусловие, ще получим $F = \frac{9kMg}{5} = \frac{18kmg}{5} \approx 1,8 \text{ N}$. [1,5 т.] Търсеното ускорение е $a = \frac{F - kMg}{4M} = \frac{kg}{5} \approx 0,2 \text{ m/s}^2$. [1 т.]

в) От II принцип на Нютон за движението на лявото трупче след прерязването на нишката следва, че $a_m = kg \approx 1 \text{ m/s}^2$. [1 т.] Ускорението на дясното трупче тогава ще бъде $a_M = 4a \approx 0,8 \text{ m/s}^2$. [0,5 т.]

Задача 3. Хидростатика

а) От условието за равновесие на системата преди прерязването на нишката следва, че сумарната сила на тежестта се уравновесява от сумарната сила на Архимед: $\rho_d \ell^3 g + \frac{\rho_d \ell^3 g}{2} = \rho_v \ell^2 (\ell - x) g + \frac{\rho_v \ell^3 g}{8}$. [1,5 т.] След прерязването на нишката равновесието на дървеното кубче води до условието $\rho_d \ell^3 g = \rho_v \ell^2 (\ell - 2x) g$. [1 т.] Като заместим x от второто уравнение в първото, ще получим, че $\rho_d = \frac{5\rho_v}{8} = 625 \text{ kg/m}^3$. [2 т.] Плътноста на стъкленото кубче е $4\rho_d = \frac{5\rho_v}{2} = 2500 \text{ kg/m}^3$. [0,5 т.]

б) От условието за равновесие на дървеното кубче след прерязването на нишката (вж. предишното подусловие) се вижда, че $x = \frac{\ell}{2} \left(1 - \frac{\rho_d}{\rho_v}\right) = \frac{3\ell}{16} = 1,5 \text{ cm}$. [1 т.] Силата на опън T може да се намери от условието за равновесие на стъкленото кубче преди срязването на нишката: $\frac{\rho_d \ell^3 g}{2} = \frac{\rho_v \ell^3 g}{8} + T$. [1 т.] Следователно, $T = \frac{\ell^3 g}{2} \left(\rho_d - \frac{\rho_v}{4}\right) = \frac{3\rho_v \ell^3 g}{16} \approx 0,96 \text{ N}$. [1 т.]

в) След прерязването на нишката, на дървеното кубче престава да действа силата на опън T . Оттук и от II принцип на Нютон, търсеното ускорение е $\frac{T}{\rho_d \ell^3} = \frac{3\rho_v g}{16\rho_d} = \frac{3g}{10} \approx 3 \text{ m/s}^2$. [2 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.