

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ЕСЕННО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА
 17 – 19 ноември 2023 г., Копривщица

Решения на темата за 7. клас (първа състезателна група)

Задача 1. Разтоварване на захар

Схема на комбинация от подвижна и неподвижна макара: [2 т]



С подвижната макара печелим сила [1 т] а с неподвижната променяме посоката ѝ [0,5 т]. Тогава максималната сила, която можем да приложим, е $F_{max} = 2F_{Алекс} = 160 \text{ N}$ [2 т]. Това отговаря на максимална маса за качване от $m_{max} = \frac{F_{max}}{10} = 16 \text{ kg}$ [1 т]. Тогава Алекс може да поставя максимално по 3 пакета захар от по 5 kg [1 т]. Общия брой пакети е 10 [0,5 т]. Алекс трябва да се качи 4 пъти до тавана. [2 т]

Задача 2. Плаващ съд

Всяко от кубчетата има обем $V = a^3$ [0,5 т], като $a = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$ [1 т], а $V = 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,1 = 0,001 \text{ m}^3$ [0,5 т]. Масата на третото кубче е $m_3 = 1 \text{ kg}$.

Тогава плътността му е $\rho_3 = \frac{m_3}{V} = \frac{1}{0,001} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ [1 т].

След като съдът плава, като изцяло е потопен и е в равновесие, общата му плътност е колкото тази на глицерина $\rho_{общ} = 1250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ [1 т].

Общата маса е $M = m_1 + m_2 + m_3$ [0,5 т]. Знаейки, че $\rho_2 = 4 \cdot \rho_1$, то масата на второто кубче е $m_2 = 4m_1$ [0,5 т]. Общата маса е $M = \rho_{общ} \cdot V_{общ} = \rho_{общ} \cdot 3 \cdot V = 3,75 \text{ kg}$. [0,5 т] Масата на първото и второто кубче е $m_1 + m_2 = M - m_3 = 2,75 \text{ kg}$. [0,5 т] Замествайки, определяме $4m_1 + m_1 = 5m_1 = 2,75 \text{ kg}$, откъдето $m_1 = 0,55 \text{ kg}$ [1 т] и $m_2 = 4m_1 = 2,2 \text{ kg}$. [1 т].

Плътностите са $\rho_2 = \frac{m_2}{V} = 2200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ [0,5 т] и $\rho_1 = \frac{m_1}{V} = 550 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$. [0,5 т] Когато заеме окончателното си равновесно положение съдът ще бъде вертикален спрямо повърхността (трите кубчета ще са едно над друго), [0,5 т] като кубчето с плътност и $\rho_1 = 550 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ (първото) ще е най-отгоре. [0,5 т]

Задача 3. Електрична верига

А) Съпротивлението на консуматора $R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{12 \text{ V}}{0,005 \text{ A}} = 24 \text{ k}\Omega$ [1 т].

Б) Вторият консуматор може да бъде свързан последователно или успоредно [0,5 т].

При последователно свързване свързване $U_2 = U_{21} + U_{22} = I_2 R_1 + I_2 R_2$, откъдето $I_2 = \frac{U_2}{R_1 + R_2}$. [1

т] Тъй като $U_2 = 2U_1$, $I_2 = \frac{2U_1}{R_1 + R_2} < \frac{2U_1}{R_1} = 2I_1$. [1 т] При успоредно свързване $I_2 = I_{21} + I_{22} =$

$\frac{U_2}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_2(R_1 + R_2)}{R_1 \cdot R_2}$. Тъй като $U_2 = 2U_1$, $I_2 = \frac{2U_1(R_1 + R_2)}{R_1 \cdot R_2} > \frac{2U_1}{R_1} = 2I_1$. [1 т] Тъй като в нашия

случай $I_2 < 2I_1$, свързването е последователно. [1 т] Тогава $R_2 = \frac{U_2}{I_2} - R_1 = [1 \text{ т}] \frac{24 \text{ V}}{0,0075 \text{ A}} -$

$24 \text{ k}\Omega = 8 \text{ k}\Omega$. [1 т]

В) Свързването в тази точка е успоредно. При успоредното свързване напрежението е еднакво

върху двата консуматора $U = 24 \text{ V}$ [0,5 т]. Токът през веригата е $I_3 = \frac{U_2(R_1 + R_2)}{R_1 \cdot R_2}$ [1 т] =

$\frac{24 \text{ V}(24 \text{ k}\Omega + 8 \text{ k}\Omega)}{24 \text{ k}\Omega \cdot 8 \text{ k}\Omega} = 4 \text{ mA}$. [1 т]