

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

Национална олимпиада по физика

Областен кръг, 22 март 2008 г.

Решения и указания, 8. клас

Задача 1.

а) За да определим пътищата използваме зависимостта

$$v^2 - v_0^2 = 2as \quad [1 \text{ т.}]$$

като при равноускорителното движение $v_0 = 0$, $a = a_1 = 10 \text{ m/s}^2$ и $s = s_1$, [1 т.]

а при равнозакъснителното движение $v = 0$, $a = -a_2 = -40 \text{ m/s}^2$ и $s = s_2$, като $s_1 + s_2 = s$. [1 т.]

Тъй като крайната скорост при равноускорителното движение е равна на началната скорост при равнозакъснителното движение, получаваме:

$$2a_1s_1 = 2a_2s_2 \quad [1 \text{ т.}] \text{ или } s_1 = 4s_2, \text{ което заедно с } s_1 + s_2 = s \text{ дава } s_1 = 80 \text{ m} \quad [1 \text{ т.}] \text{ и } s_2 = 20 \text{ m.} \quad [1 \text{ т.}]$$

б) Максималната скорост определяме от $v^2 = 2a_1s_1$, т.е.

$$v^2 = 2a_1s_1 = 2 \cdot 10 \cdot 80 = 1600 \text{ m}^2/\text{s}^2 \quad [1 \text{ т.}] \text{ или } v = 40 \text{ m/s} \quad [1 \text{ т.}]$$

в) Времето на равноускорителното движение определяме от $v = a_1t_1 \rightarrow t_1 = 4 \text{ s}$ [1 т.] и съответно за равнозакъснителното движение $\rightarrow v = a_2t_2$ и $t_2 = 2 \text{ s}$. [1 т.]

Задача 2.

а) Теглителната сила на двигателя определяме от $F_1 \cdot v_1 = P_1$ [1 т.], където $P_1 = 6 \text{ kW}$ е мощността на двигателя в този случай, $v_1 = 20 \text{ m/s}$ [1 т.], откъдето намираме $F_1 = 6000/20 = 300 \text{ N}$ [1 т.]. Тъй като автомобилът се движи без ускорение, $F_1 - F_{\text{съпр}} = 0$, или $F_{\text{съпр}} = 300 \text{ N}$ [1 т.].

б) За да определим съпротивителната сила при $v_2 = 50 \text{ m/s}$, използваме

$$F_{\text{съпр}} = k \cdot v^2 \text{ при двете скорости } \rightarrow F_{2\text{съпр}} = F_{1\text{съпр}} \frac{v_2^2}{v_1^2} = 1875 \text{ N} \quad [1 \text{ т.}]. \text{ Мощността на}$$

двигателя в този случай ще бъде $P_2 = F_2 \cdot v_2 = 93,75 \text{ kW} \approx 94 \text{ kW}$ [1 т.].

в) Мощността, необходима за ускоряване на автомобила от 20 до 30 m/s за 5 s разделяме на две компоненти – първата е свързана с работата, необходима за промяна на кинетичната енергия на автомобила

$$A = \frac{m \cdot v_2^2}{2} - \frac{m \cdot v_1^2}{2} = 450000 - 200000 = 250 \text{ kJ} \quad [1 \text{ т.}] \text{ откъдето намираме и съответната}$$

$$\text{мощност } P = A/t = 250000/5 = 50 \text{ kW} \quad [1 \text{ т.}]$$

Освен нея двигателят трябва да осигурява мощност за преодоляване на съпротивителната сила. Може да оценим мощността на двигателя при скорост на движение 30 m/s – $P_3 = 300 \cdot 30 \cdot (30/20)^2 = 20,25 \text{ kW}$ [1 т.]. Като най-проста оценка за мощността, необходима за преодоляване на съпротивителната сила, може да приемем средноаритметичната стойност $P_{\text{съпр}} = (P_1 + P_3)/2 = 13,125 \text{ kW}$, т.е. като долна граница за необходимата мощност може да използваме $50 + 13,125 \approx 63 \text{ kW}$. Като горна граница може да използваме $P + P_3 = 50 + 20,25 = 70,25 \text{ kW}$, т.е. това ускорение е възможно. [1 т.]

Задача 3.

а) При първото преливане за уравнението на топлинния баланс имаме $c \cdot m(t_2 - t_1) = c \cdot \Delta m(t_2 - t_3)$ [1 т.],
където c е специфичния топлинен капацитет на водата, m е масата на първоначално налятата вода, Δm е масата на прелятата вода, а t_2 – установилата се температура. При последващото преливане от втория в първия съд ще имаме $c \cdot (m - \Delta m)(t_2 - t_4) = c \cdot \Delta m(t_4 - t_3)$ [1 т.],
където с t_4 сме означили установилата се температура в съда 1. Първото уравнение решаваме относно t_3 , а второто – относно t_4 .

$$t_3 = \frac{t_1 + \frac{\Delta m}{m} t_2}{1 + \frac{\Delta m}{m}} = \frac{t_1 + k t_2}{1 + k} \quad [1 \text{ т. }] \quad \text{където сме въвели означението } k = \frac{\Delta m}{m}$$

$$t_4 = \frac{\Delta m}{m} t_1 + \frac{m - \Delta m}{m} t_2 = k t_1 + (1 - k) t_2 \quad [1 \text{ т. }] \quad \text{което заедно с изразът за } t_3 \text{ дава}$$

$$t_4 = \frac{k t_1 + t_2}{1 + k} \quad [1 \text{ т. }]$$

Коефициентът k може да пресметнем като отношение на обемите $k = \Delta V / V = 1/3$,

$$t_3 = 30^\circ \text{C} \quad [1 \text{ т. }] \quad \text{и} \quad t_4 = 50^\circ \text{C} \quad [1 \text{ т. }]$$

$$\text{б) Определяме разликата } t_4 - t_3 = \frac{1 - k}{1 + k} (t_2 - t_1) \quad [1 \text{ т. }]$$

откъдето получаваме

$$t_4 - t_3 = (t_2 - t_1)/2 \quad [1 \text{ т. }]$$

При всеки следващ цикъл разликата в температурите ще намалява 2 пъти, така че да постигнем температурна разлика $\Delta t = 5^\circ \text{C}$ ще са ни необходими още два цикъла, т.е. общо три цикъла. [1 т.]