

Решения на задачите от есенното национално състезание по физика

Първа състезателна група, 12.11.2022 г, гр. Сливен

Зад. 1.

Част 1.

А) Катерът изминава разстоянието от A до B и обратно с една и съща скорост. Следователно изминатия път е $2S$ (0,5 т).

$$t_1 = \frac{2S}{v_k} \quad (0,5 \text{ т})$$

Б) В случай на течение на водата в канала времето за отиване и връщане е сума от времето от A до B и времето от B до A (1 т):

$$t_2 = \frac{S}{v_k + v_r} + \frac{S}{v_k - v_r}$$
$$t_2 = \frac{2v_k S}{v_k^2 - v_r^2} \quad (1 \text{ т})$$

В) Отношението t_2/t_1 е:

$$\frac{t_2}{t_1} = \frac{2v_k^2}{v_k^2 - v_r^2} > 1 \quad (1 \text{ т})$$

Следователно $t_2 > t_1$, т.е. времето при движение в спокойна вода е по-малко (1 т).

Част 2.

А) Когато малката Бени започва да тича към крана, маркучът се огъва (гъвкав маркуч). Панделката ще започне да се движи, когато цялата дължина $L - l$ се окаже от другата страна на панделката. Това означава, че малката Бени трябва да измине път $2(L - l)$ (1 т):

$$t_1 = 2(L - l)/v \quad (0,5 \text{ т})$$

$$t_1 = 20 \text{ s} \quad (0,5 \text{ т})$$

Б) След като панделката е започнала да се движи, увлечена от маркуча, скоростта ѝ е равна на скоростта на малката Бени. Разстоянието между панделката и крана е l и ще се измине за време $l/v = 15 \text{ s}$ (1 т). Следователно времето, за което панделката ще достигне крана след като малката Бени е започнала да тича, е:

$$t_2 = 15 \text{ s} + 20 \text{ s} = 35 \text{ s} \quad (1 \text{ т})$$

В) Точката на огъване на маркуча се движи със скорост $v/2 = 2 \text{ m/s}$ (1 т).

Зад. 2. Част 1. Лист от графен

А) Масата на графеновия слой (на графеновото платно) е равна на масата на графита от молива. Обемът на графита от молива е:

$$V = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 17 \cdot 10^{-2} = 6,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \quad (1 \text{ т})$$

Следователно масата на графеновото платно е:

$$m = \rho V = 1,56 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 1,56 \text{ g} \quad (1 \text{ т})$$

Б) Площта на платното S е равна на обема на платното разделен на дебелината на един слой d .

$$S = V/d \quad (1 \text{ т})$$

$$S = 2,72 \cdot 10^3 \text{ m}^2 \quad (1 \text{ т})$$

Част 2. Най-лекият материал

А) Нека с M отбележим масата на твърдата част

$$\rho_{Ni-P} = \frac{m_{Ni} + m_P}{V_{Ni} + V_P} = \frac{\frac{m_{Ni}}{\rho_{Ni}} + \frac{m_P}{\rho_P}}{\frac{m_{Ni}}{\rho_{Ni}} + \frac{m_P}{\rho_P}} \quad (2 \text{ т})$$

$$\rho_{Ni-P} = \frac{0,93M + 0,07M}{\frac{0,93M}{\rho_{Ni}} + \frac{0,07M}{\rho_P}} \approx 7,0 \text{ g/cm}^3 \quad (1 \text{ т})$$

Б)

$$\chi = \frac{m_{Ni-P} / \rho_{Ni-P}}{m_{\text{мат}} / \rho_{\text{мат}}} \quad (1 \text{ т})$$

Предвид факта, че не отчитаме наличие на въздух в образеца $m_{Ni-P} = m_{\text{мат}}$.

$$\chi = \frac{\rho_{\text{мат}}}{\rho_{Ni-P}} \approx 1,3 \cdot 10^{-4} \quad (1 \text{ т})$$

В) С отчитането на въздуха в образеца приблизителната плътност е:

$$\rho = \frac{m_{Ni-P} + m_{\text{в}}}{V_{Ni-P} + V_{\text{в}}} \approx \frac{m_{Ni-P} + m_{\text{в}}}{V_{\text{в}}} = \rho_{\text{мат}} + \rho_{\text{в}} = 2,1 \text{ mg/cm}^3 \quad (1 \text{ т})$$

Зад. 3. Част 1.

А) Светофарите трябва да са свързани към градската електрическа мрежа успоредно. В противен случай, ако изгори единия светофар, другият ще спре да работи (0,5 т).

За схема на свързани успоредно консуматори (0,5 т).

Б) Прилагаме закона на Ом:

$$I = \frac{U}{R} = 0,5 \text{ A} \quad (1 \text{ т})$$

В) От дефиницията за електричен ток $I = q/t$ следва:

$$q = \frac{U}{R}t = 15 \text{ C} \quad (1 \text{ т})$$

Част 2.

А) В решението на задачата с t_3 е отбелязано времето на светене на зеления сигнал, а с t_4 – на червения ($t_3 = t_4 = 30 \text{ s}$). За да успее автомобилът да премине през първия светофар на зелен сигнал, са възможни няколко варианта:

Първи вариант (време t_3): Преминава през светофара през първия интервал на светене на зелен сигнал $t_1 = 30 \text{ s}$. За да „хване“ продължителността на зеления сигнал минималната скорост трябва да е (0,5 т):

$$v_1 = \frac{S}{t_3} \quad (0,5 \text{ т})$$

$$v_1 = 120 \text{ km/h, т.е. } v_1 \geq 120 \text{ km/h} \quad (0,5 \text{ т})$$

Полученият отговор не отговаря на зададените в условието максимална и минимална скорост на движение.

Втори вариант: Автомобилът да премине през втория интервал на светене на зелен сигнал. Началото на второто включване на зелен сигнал е след

$$t_3 + t_4 = 60 \text{ s} \quad (0,5 \text{ т}) \text{ и приключва след } t_3 + t_4 + t_3 = 90 \text{ s.} \quad (0,5 \text{ т})$$

Това означава, че скоростта на автомобила трябва да бъде в граници:

$$v_2 = \frac{S}{t_3 + t_4} = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad (0,5 \text{ т})$$

$$v_3 = \frac{S}{t_3 + t_4 + t_3} = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad (0,5 \text{ т})$$

Следователно: $40 \text{ km/h} \leq v \leq 60 \text{ km/h} \quad (1\text{а}) \quad (0,5 \text{ т})$

Аналогично за третата продължителност на зеления сигнал:

$$24 \text{ km/h} \leq v \leq 30 \text{ km/h} \text{ (1a)} \quad (0,5 \text{ т})$$

Б) За да премине през двата светофара на зелен сигнал:

Провеждайки аналогични разсъждения за преминаване през втория светофар на зелен сигнал е необходимо скоростта на автомобила да е:

$$v \geq 240 \text{ km/h} \text{ (неразрешена скорост)} \quad (0,3 \text{ т})$$

или

$$80 \text{ km/h} \leq v \leq 120 \text{ km/h} \quad (0,3 \text{ т})$$

или

$$48 \text{ km/h} \leq v \leq 60 \text{ km/h} \quad (16) \quad (0,3 \text{ т})$$

или

$$34,3 \text{ km/h} \leq v \leq 50 \text{ km/h} \quad (16) \quad (0,3 \text{ т})$$

или

$$26,7 \text{ km/h} \leq v \leq 30 \text{ km/h} \quad (16) \quad (0,3 \text{ т})$$

Съобразявайки условията за преминаване (1a) и (16) се стига до извода, че скоростта на автомобила, за да премине и през двата светофара на зелен сигнал, е:

$$48 \text{ km/h} \leq v \leq 60 \text{ km/h} \quad (0,5 \text{ т})$$

или

$$26,7 \text{ km/h} \leq v \leq 30 \text{ km/h} \quad (0,5 \text{ т})$$