

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ЕСЕННО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА
14 – 16 март 2025 г., Ловеч

Решение на темата за 8. клас (втора състезателна група)

Задача 1. Насам – натам

А)
$$a = \frac{2F_2 - F_1 - kmg}{m} \quad (2 \text{ т})$$

Б) Равнодействащата сила от страна на нишките върху трупчето е:

$$F = 2F_2 - F_1 \quad (0,5 \text{ т})$$

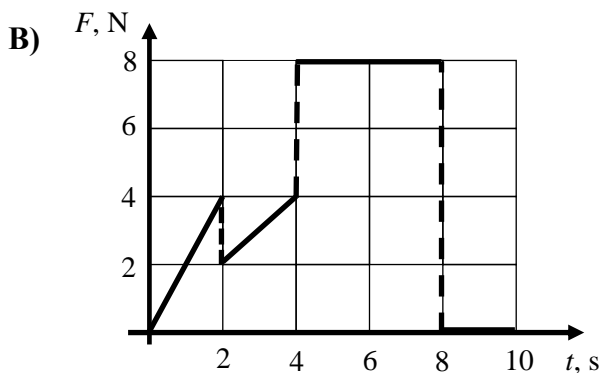
Трупчето ще започне да се движи, ако силата $F = kmg = 4 \text{ N}$. (0,5 т) Видно е от графиките, че движението ще започне в момента $t_0 = 4 \text{ s}$. (0,5 т). Ускорението на трупчето a_1 :

$$a_1 = \frac{F - f}{m} = 4 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ т})$$

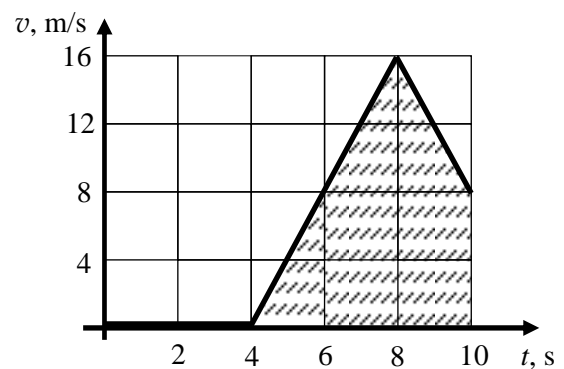
След момента $t_1 = 8 \text{ s}$ до момента $t_2 = 10 \text{ s}$ трупчето ще се движи равнозакъснително, само под действие на силата на триене, с ускорение $a_2 = -4 \text{ m/s}^2$. (0,5 т)

Да обобщим:

№	Интервал от време, s (разлика в моментите)	Ускорение, a m/s ²
1	0 – 4	0 (покой)
2	4 – 8	4
3	8 – 10	- 4



За вярна графика по $F = F(t)$ (2 т)



За вярна графика $v = v(t)$ (1 т)

Г) От графиките за силите F_1, F_2 е ясно, че с ускорение a_1 трупчето ще се движи до момент $t_1 = 8 \text{ s}$. В момента $t_1 = 8 \text{ s}$ силите прекратяват действието си. Скоростта на тялото в този момент:

$$v_1 = a_1 \cdot (t_1 - t_0) = 16 \text{ m/s} \quad (0,5 \text{ т})$$

В момента $t_2 = 10 \text{ s}$ скоростта е равна на: $v_2 = v_1 + a_2(t_2 - t_1) = 8 \text{ m/s}$. (0,5 т)

Д) За по-лесно намиране на изминатия път S ще използваме графиката $v = v(t)$.

Защрихованата площ е равна на изминатия път за 10 s: $S = 0,5 \cdot 16 \cdot 4 + 0,5 \cdot (16 + 8) \cdot 2 = 56 \text{ m}$ (1 т)

Зад. 2. Powerbank – ремарке с батерия за електромобил

А) за ремаркетото: $\frac{m_1 v^2}{2} = k m_1 g S_{\text{рем}}$ (0,5 т)

за електромобила: $\frac{(m-m_1)v^2}{2} = k(m-m_1)gS_{\text{електро}}$ (0,5 т)

Двете разстояния са равни ($S_{\text{рем}} = S_{\text{електро}}$). (0,5 т)

Б) Докато автомобилът и ремаркетото са свързани и се движат равномерно, теглителната F_T сила е равна на силата на триене f :

$$F_T = f = kmg. \quad (0,5 \text{ т})$$

След като ремаркетото се откъсне, силата на триене намалява, но теглителната сила остава същата. Равнодействащата сила F е:

$$F = kmg - k(m-m_1)g = km_1g \quad (1 \text{ т})$$

$$F = 800 \text{ N} \quad (0,5 \text{ т})$$

В) Поради действието на силата F се изменя кинетичната енергия на електромобила. Изменението на кинетичната енергия ΔE_k е равна на:

$$\Delta E_k = F \cdot S = km_1gS \quad (1 \text{ т})$$

Нека отбележим с S_1 (в нашия случай $S_1 = S_{\text{рем}}$, получено в подусловие А)) пътя, изминат от ремаркетото до пълно спиране и с S_2 – пътя, изминат от електромобила до пълно спиране след спирането на двигателя му. Тогава за търсеното разстояние S_x :

$$S_x = S + S_2 - S_1 \quad (0,5 \text{ т})$$

Когато се е изключил двигателя на електромобила, кинетичната му енергия E_k е:

$$E_k = \frac{(m-m_1)v^2}{2} + \Delta E_k = \frac{(m-m_1)v^2}{2} + km_1gS \quad (1 \text{ т})$$

От друга страна, ако електромобилът веднага изключи двигателя след откъсването на ремаркетото (вж подусловие А)):

$$\frac{(m-m_1)v^2}{2} = k(m-m_1)gS_1 \quad (1 \text{ т})$$

$$E_k = k(m-m_1)gS_1 + km_1gS. \quad (1 \text{ т})$$

Тази кинетична енергия ще бъде „изразходвана“ за работа от силата на триене за преодоляване на пътя S_2 :

$$k(m-m_1)gS_2 = k(m-m_1)gS_1 + km_1gS \quad (1 \text{ т})$$

$$S_2 - S_1 = \frac{m_1S}{m-m_1} \quad (0,5 \text{ т})$$

Окончателен резултат: $S_x = S + S_2 - S_1$

$$S_x = \frac{mS}{m-m_1} \approx 222 \text{ m} \quad (0,5 \text{ т})$$

Зад. 3. Скачени съдове

А) Записваме условие за равновесие на кубчетата до отваряне на крана:

$$mg + 3T = \rho_1 g a^3; \quad /1/ \quad (0,5 \text{ т})$$

$$mg + T = \rho_2 g a^3; \quad /2/ \quad (0,5 \text{ т})$$

Откъдето и получаваме:

$$\rho_1 - \rho_2 = \frac{2T}{a^3 g} > 0 \quad /2a/ \quad (0,5 \text{ т})$$

Следователно $\rho_1 > \rho_2$. (0,5 т)

Б) След отварянето на крана част от течността ρ_1 (по-плътната) ще прелее в десния съд. Силата на опън върху дясното кубче се е увеличила до $2T$, следователно дясното кубче не е потопено изцяло в течността с плътност ρ_1 , а само частично. (0,5 т) Нека в по-леката течност е потопена k – част от дясното кубче.

$$mg + 2T = (1 - k)\rho_1 g a^3 + k\rho_2 g a^3; \quad /3/ \quad (1 \text{ т})$$

Като използваме уравнения /1/, /2/ и /3/ (удвоената част на уравнение /3/ е равна на сумата на левите части на /1/ и /2/) се получава:

$$2(1 - k)\rho_1 g a^3 + 2k\rho_2 g a^3 = \rho_1 g a^3 + \rho_2 g a^3 \quad (1 \text{ т})$$

$$2(1 - k)\rho_1 + 2k\rho_2 = \rho_1 + \rho_2$$

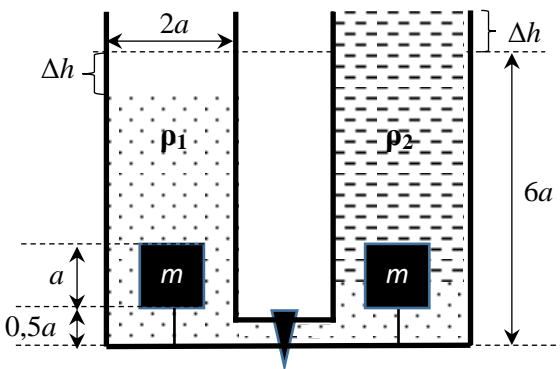
$$\rho_1 - \rho_2 = 2k(\rho_1 - \rho_2), \quad k = 0,5 \quad (0,5 \text{ т})$$

Следователно кубчето ще е потопено наполовина в течност ρ_1 и наполовина в течност ρ_2 . (0,5 т)

В) Височината на стълба от течността ρ_1 в дясното коляно е равна на $h_1 = a$, а в левия съд кубът остава изцяло потопен в ρ_1 . (0,5 т) Понеже течностите са несвиваеми, намираме изменението на нивото Δh за двата съда:

$$\Delta h \cdot 4a^2 = a \cdot 4a^2 - \frac{a}{2} \cdot a^2 \quad (0,5 \text{ т})$$

$$\Delta h = \frac{7a}{8} \quad (0,5 \text{ т})$$



Нека запишем условието за равновесие на течностите спрямо дъното на съдовете (нивото на тънката тръбичка):

$$p_0 + \rho_1 g(6a - \Delta h) = p_0 + \rho_1 g a + \rho_2 g(6a + \Delta h - a) \quad (0,5 \text{ т})$$

Където с p_0 е отбелязано атмосферното налягане. Окончателно за ρ_2 :

$$\rho_2 = \frac{33}{47} \rho_1 \quad (0,5 \text{ т})$$

Като използваме уравнение /2a/ се получава за търсените плътности:

$$\rho_1 = \frac{47T}{7a^3 g}; \quad \rho_2 = \frac{33T}{7a^3 g} \quad (1 \text{ т})$$

От условието за равновесие за кубчето:

$$mg + T = \frac{33T}{7a^3 g} \cdot g a^3 \quad (0,5 \text{ т})$$

$$m = \frac{26T}{7g} \quad (0,5 \text{ т})$$