

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ПРОЛЕТНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

4 – 6 март 2023 г., Варна

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

Зад. 1. Електрически градски тротинетки под наем

Част 1.

A) $v_1 = v - a_1 t_1$ (1 т)

Б) $d = vt_2 - \frac{a_2 t_2^2}{2}$ (1 т)

В) Нека с S_1 отбележим пътя до пълното спиране при следната последователност на действие на спирачките: първо са предните спирачки (a_1, t_1) и после са задните (a_2, t_2).

$$S_1 = \left[\left(vt_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} \right) \right] + \left[(v - a_1 t_1)t_2 - \frac{a_2 t_2^2}{2} \right] \quad (1 \text{ т})$$

В квадратните скоби са отбелязани пътищата, които изминава тротинетката за действие на предната и задната спирачка съответно.

Аналогично написваме пътя S_2 в случай, че първо се задействат задните спирачки и после предните за указаните времена t_1 и t_2 .

$$S_2 = \left[\left(vt_2 - \frac{a_2 t_2^2}{2} \right) \right] + \left[(v - a_2 t_2)t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2} \right] \quad (1 \text{ т})$$

След като извадим двете уравнения се получава:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = (a_1 - a_2)t_1 t_2 \quad (1 \text{ т})$$

Предвид, че $a_1 > a_2$ се получава $\Delta S > 0$, т.е. $S_2 > S_1$ (1 т), т.е. спирачния път ще бъде по-малък, ако първо първо се задействат предните спирачки и после задните (1 т).

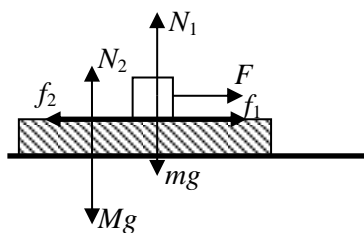
Част 2.

Съобразявайки двете графики можем да направим извода, че тротинетката се е движила:

1. със скорост $v_1 = 36 \text{ km/h}$; $S_1 = 18 \text{ km}$ на север, за време $t = 30 \text{ min}$ (0,5 т)
2. със скорост $v_2 = 51 \text{ km/h}$; $S_2 = 25,5 \text{ km}$ на югоизток, за време $t = 30 \text{ min}$ (0,5 т)
3. със скорост $v_3 = v_1 = 36 \text{ km/h}$; $S_3 = 18 \text{ km}$ на запад, за време $t = 30 \text{ min}$ (0,5 т)

Получава се правоъгълен равнобедрен триъгълник (0,5 т), т.е. тротинетката се е върнала в изходна позиция (или близо до изходната позиция). (1 т)

Зад. 2. Променлива сила



А) Силата на триене е „спираща” за трупчето, но „дърпаща” за дъската (0,5 т)

Б) Докато $F < f_2$ ($f_2 = f_1 = f = kmg$) трупчето и дъската ще се движат едновременно с едно и също ускорение (0,5 т).

$$a_1 = a_2$$

$$\frac{F-f}{m} = \frac{f}{M} \quad (0,5 \text{ т})$$

В граничния случай:

$$\frac{F_0 - kmg}{m} = \frac{kmg}{M} \quad (1 \text{ т})$$

$$F_0 = kmg \left(1 + \frac{m}{M}\right) \quad (1 \text{ т})$$

В) Ускоренията $a_1 = a_2 = \frac{F}{m+M}$ (0,5 т)

Ускоренията ще бъдат равни до момента:

$$t_0 = \frac{F_0}{\alpha} = \frac{kmg \left(1 + \frac{m}{M}\right)}{\alpha} \quad (1 \text{ т})$$

$$a_1 = a_2 = \frac{\alpha t}{m+M} \quad (1 \text{ т})$$

Г) При $t > t_0$ ускоренията на дъската и трупчето вече са различни. Ускорението на дъската a_{02} остава постоянно, защото теглителната сила за дъската е силата на триене между трупчето и дъската (0,5 т).

$$a_2 = a_2 = \frac{kmg}{M} \quad (1 \text{ т})$$

За трупчето ускорението непрекъснато расте, защото силата F расте, а силата на триене остава постоянна (0,5 т):

$$a_1 = \frac{\alpha t - kmg}{m} \quad (1 \text{ т})$$

Д) Координатите на точката $X(x,y)$: $X\left(\frac{kmg \left(1 + \frac{m}{M}\right)}{\alpha}, \frac{\alpha t_0}{m+M}\right)$ (1 т)

Зад. 3. Равновесие, течности и теглилки

Част 1. Живакът ще изтича от тръбата докато хидростатичното налягане на живака не се изравни с атмосферното налягане:

$$\rho g h = p_a \quad \Rightarrow \quad h = \frac{p_a}{\rho g} = 765 \text{ mm} \quad (1 \text{ т})$$

Част 2.

А) При потапяне на тежестта се повишава нивото на водата в съда. Хидростатичното налягане на дъното на съда ще се повиши **(0,5 т)**. Везната ще се наклони наляво, в посока на съда с течността **(0,5 т)**.

Б) За да се възстанови равновесието трябва да се постави допълнителна маса Δm в дясното блюдо, равна на масата на изтласканата течност **(0,5 т)**:

$$\Delta m = \rho \cdot V \quad (0,5 \text{ т}) \Rightarrow \Delta m = 240 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 240 \text{ g} \quad (0,5 \text{ т})$$

В) Първи начин:

Разглеждаме действащите външни сили върху съда, т.е. силата на реакция на опората върху съда трябва да се уравни от силата на тежестта на течността и силата на тежестта на потопената тежест. С други думи трябва да се добави в дясното блюдо маса, равна на масата на тегликата **(0,5 т)**:

$$\Delta m = \rho_1 \cdot V \Rightarrow \Delta m \approx 1,87 \text{ kg} \approx 1,9 \text{ kg} \quad (1 \text{ т})$$

Втори начин:

Тежестта действа на ръба на съда със сила $P_1 = mg - F_A$ **(0,5 т)**. От друга страна при потапянето на тежестта силата на налягането се увеличава с $P_2 = F_A$ **(0,5 т)**. Общото увеличение на натиска в лявото блюдо е: $P = P_1 + P_2 = (mg - F_A) + F_A = mg$.

Г) За да се издигне във вода с постоянна скорост, трябва да се приложи сила

$$F_1 = mg - F_A = mg - \rho g V, \quad (1 \text{ т}) \text{ а след като излезе от водата: } F_2 = mg \quad (1 \text{ т})$$

Пълната работа за издигане на тежестта е:

$$A = F_1 \cdot h + F_2 \cdot H \quad (1 \text{ т})$$

$$A = mg(h + H) - \rho g V h \quad (*) \quad (1 \text{ т})$$

$$\text{Д) } \Delta E_{\text{рв}} = -\rho g V h \quad (0,5 \text{ т})$$

Всъщност масата на изместената вода е $\rho g V$, която се премества от повърхността към „освободената“ вода към дъното на съда на дълбочина h . **(0,5 т)**

Може да се вземе отговора и директно от уравнение (*). Последния член $(-\rho g V h)$ е разликата в изменението в потенциалната енергия на тялото $mg(h + H)$. **(0,5 т)**