

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

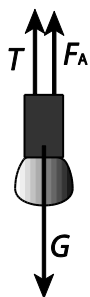
Национално есенно състезание по физика

гр. Сливен, 16-17 ноември 2013 г.

РЕШЕНИЯ И УКАЗАНИЯ

към темата за 9. клас

Задача 1. А) $T = m_1g = 20 \text{ N}$ 0,5 точки



Б) Сила на тежестта G и изтласкваща сила F_A (фиг.1).....1 точка

В) Условието за равновесие е $T + F_A = G$ 0,5 точки

Силата на тежестта е $G = m_2g$ 0,5 точки

Обемът на цилиндъра е $V = \frac{m_2}{\rho_M}$ 0,5 точки

Иزتласкващата сила е $F_A = \rho_B Vg = \frac{m_2}{\rho_M} \rho_B g$ 0,5 точки

Фиг. 1.

Заместваме силите T , F_A и G в условието за равновесие и определяме масата на втория цилиндър:

$$m_2 = \frac{m_1}{1 - \frac{\rho_B}{\rho_M}} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}; \quad m_2 = 3 \text{ kg} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

Г) Разглеждаме втория цилиндър и парчето лед като едно тяло с маса $m_2 + m_3$. На съставното тяло действа сила на тежестта

$$G = (m_2 + m_3)g, \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

и изтласкваща сила

$$F_A = \rho_B \left(\frac{8m_2}{9\rho_M} + \frac{m_3}{\rho_L} \right) g, \dots\dots\dots 1,5 \text{ точки}$$

където първият член в скобите е обемът на потопената част от цилиндъра, а вторият – обемът на парчето лед.

Заместваме силите $T = m_1g$, F_A и G в условието за равновесие на съставното тяло $T + F_A = G$ и определяме масата на парчето лед

$$m_3 = \frac{m_2 \left(1 - \frac{8\rho_B}{9\rho_M} \right) - m_1}{\frac{\rho_B}{\rho_L} - 1} \dots\dots\dots 2 \text{ точки}; \quad m_3 = 1 \text{ kg} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

Забележка. Масата на леда може да се изрази и чрез дадените в условието на задачата величини:

$$m_3 = \frac{m_1(\rho_B / \rho_M)}{9(1 - \frac{\rho_B}{\rho_M})(\frac{\rho_B}{\rho_L} - 1)} \text{ или като } m_3 = \frac{m_2(\rho_B / \rho_M)}{9(\frac{\rho_B}{\rho_L} - 1)}. \text{ Трите формули се оценяват еднакво.}$$

Задача 2. А) При свободното падане топчето изминава път $H - h$ и достига скорост

$$v_0 = \sqrt{2g(H-h)} \dots\dots\dots 2 \text{ точки}; \quad v_0 = 6 \text{ m/s} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

Б) Кинетичната енергия на топчето след удара е $\frac{mv_1^2}{2} = \frac{9}{16} \frac{mv_0^2}{2}$, откъдето определяме скоростта

$$v_1 = \frac{3}{4} v_0 \dots\dots\dots 1 \text{ точка}; \quad v_1 = 4,5 \text{ m/s} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

В) Във вертикално направление след удара топчето пада свободно и изминава път $h = \frac{gt^2}{2}$, откъдето определяме времето за падане

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

За същото време в хоризонтално направление топчето се движи с постоянна скорост v_1 и изминава път

$$L = v_1 t = \frac{3}{2} \sqrt{(H-h)h} = 3,6 \text{ m} \dots\dots\dots 2 \text{ точки}$$

Г) Използваме неравенството на Коши ($a = H - h$ и $b = h$): $L = \frac{3}{4} (2\sqrt{(H-h)h}) \leq \frac{3}{4} ((H-h) + h)$.

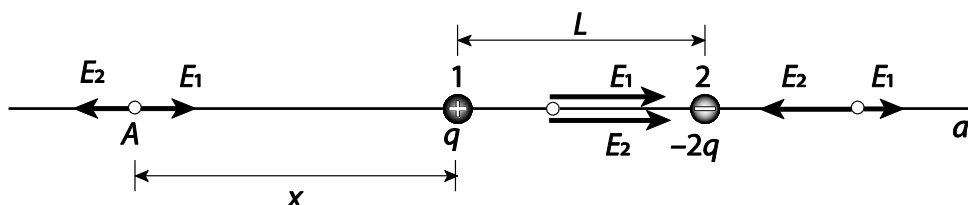
Разстоянието L е максимално при $H - h = h$, т.е. при

$$h = H/2 = 2,5 \text{ m} \dots\dots\dots 2 \text{ точки}$$

Максималната стойност на L е

$$L_{\max} = \frac{3}{4} H = 3,75 \text{ m} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

Задача 3. А) Съгласно принципа на суперпозицията интензитетът на полето на системата е векторна сума от интензитетите на полетата на двата точкови заряда. $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$. Тъй като интензитетът на полето на точков заряд е обратнопропорционален на квадрата на разстоянието до заряда ($E \propto \frac{1}{r^2}$), то $E = 0$ при $r \rightarrow \infty$, т.е. полето е нула в безкрайно отдалечените точки от двете страни на правата a 0,5 точки



Фиг. 2.

В отсечката между двата заряда интензитетите $\vec{E}_1$ и $\vec{E}_2$ имат еднаква посока (фиг. 2), затова сумата им не може да е нула ($\vec{E} \neq 0$) 0,5 точки

Отдясно на заряда $-2q$ полето също не може да е нула (освен на безкрайност), защото там по-големия по модул заряд $-2q$ създава по-силно поле, което не може да бъде компенсирано от полето на заряда q , който е и по малък (по модул), и е по-отдалечен. 1 точка

Точка с $\vec{E} = 0$ може да има само вляво от заряда q . За такава точка (точка A на фиг. 2)

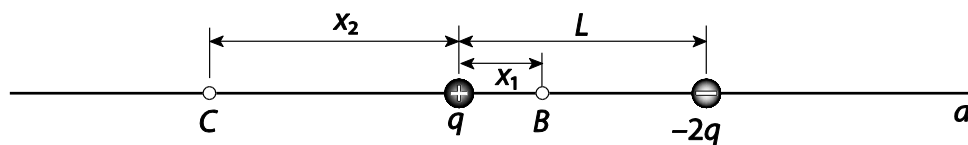
$$E = \frac{kq}{x^2} - \frac{k2q}{(L+x)^2} = 0, \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

Това е квадратно уравнение за x , чийто корени са $x = L(1 \pm \sqrt{2})$. Физичен смисъл има само положителният корен

$$x = L(1 + \sqrt{2}) = 2,4 \text{ m} \dots\dots\dots 1,5 \text{ точки}$$

Б) Потенциалът е нула в безкрайно отдалечените точки $\dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$

Отдачно на заряда $-2q$ потенциалът не може да е нула (освен на безкрайност), защото там този по-голям по модул заряд създава по-голям (по модул) отрицателен потенциал, който не може да бъде компенсиран от положителния потенциал на полето на заряда q , защото зарядът q е и по малък (по модул), и е по-отдалечен. $\dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$



Фиг. 3.

Потенциалът е нула само в точките B и C , разположени от двете страни на заряда q (фиг. 3), които са на разстояния x_1 и x_2 от заряда q , 2 пъти по-малки от съответните разстояния от тези точки до заряда $-2q$ (потенциалът е правопрпорционален на големината на точковия заряд и обратнопропорционален на разстоянието до него). Действително, от равенствата

$$\varphi_1 = \frac{kq}{x_1} - \frac{k2q}{L-x_1} = 0 \text{ и } \varphi_2 = \frac{kq}{x_2} - \frac{k2q}{L+x_2} = 0$$

определяме

$$x_1 = L/3 = 0,33 \text{ m} \dots\dots\dots 1 \text{ точка} \quad \text{и} \quad x_2 = L = 1 \text{ m} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

В) Във всички точки с нулев потенциал потенциалната енергия на пробния заряд също е нула:

$$W = q_0\varphi = 0 \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

Точка A , където интензитетът на полето е нула (фиг. 2), има потенциал

$$\varphi_A = \frac{kq}{x} - \frac{k2q}{L+x} = -\frac{kq}{L}(\sqrt{2}-1)^2 \approx -0,17 \frac{kq}{L}, \text{ който е отрицателен.} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

Следователно в точка A положителният пробен заряд q_0 има най-малка (отрицателна) потенциална енергия

$$W_{\min} = q_0\varphi_A = -0,17 \frac{kq_0q}{L} = -1,5 \cdot 10^{-6} \text{ J} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$