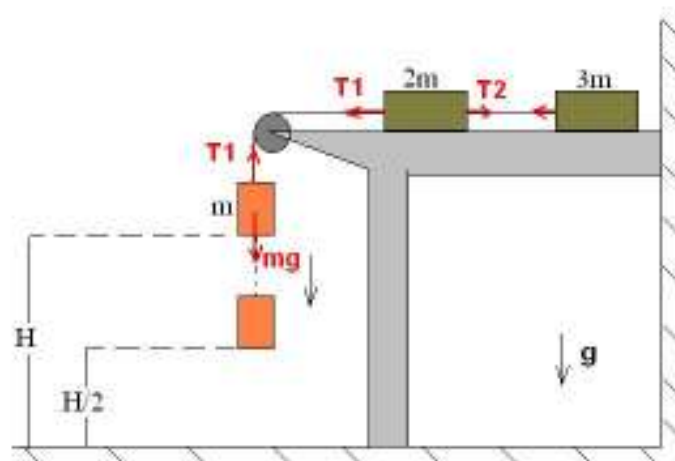


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Национално есенно състезание по физика
Вършец, 10 ноември 2012 г.
Решения на темата за 9 клас

Задача 1. Едуард Ножиците



а) Прилагаме втория закон на Нютон върху системата от три тела, на която действа

външна сила mg . $mg = (m + 2m + 3m)a \Rightarrow a = \frac{g}{6}$ **(1 т.)**

б) Прилагаме втория закон на Нютон върху тялото с маса m .

$$mg - T_1 = ma \Rightarrow T_1 = m(g - a) = \frac{5}{6}mg$$
 (2 т.)

в) Първи начин:

Разглеждаме тялото с маса $2m$ и прилагаме втория закон на Нютон.

$$T_1 - T_2 = 2ma \Rightarrow T_2 = T_1 - 2ma = \frac{5}{6}mg - 2m \frac{g}{6} = \frac{1}{2}mg$$
 (1,5 т.)

Втори начин:

За тялото с маса $3m$ прилагаме втория закон на Нютон.

$$T_2 = 3ma \Rightarrow T_2 = 3m \frac{g}{6} = \frac{1}{2}mg$$
 (1,5 т.)

г) Началната скорост на тялото е 0. Разделяме движението на два етапа. Преди срязването на нишката то се движи равноускорително с ускорение a и изминава разстояние $H/2$ и достига скорост v_0 : **(0,5 т.)**

$$v_0^2 - 0^2 = 2a \frac{H}{2} = \frac{gH}{6}$$

След срязването тялото се движи равноускорително с ускорение g , начална скорост v_0 и изминава разстояние $H/2$ до земята. Крайната скорост нека означим с v .

$$v^2 - v_0^2 = 2g \frac{H}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{gH}{6} + gH} = \sqrt{\frac{7gH}{6}}$$
 (1,5 т.)

д) $Q = \frac{1}{2}E_k = \frac{1}{2} \frac{mv^2}{2} = \frac{m}{4} \frac{7gH}{6} = \frac{7mgH}{24} = cm\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{7gH}{24c}$ **(1,5 т.)**

е) $\Delta T = 5.71 \times 10^{-3} K$ **(0,5 т.)**

Задача 2. Стомана, живак и вода

а) От първия принцип на Нютон следва, че сумата от силите, действащи на кубчето е 0, защото то се намира в покой. Действащите сили са силата на тежестта G и Архимедовата сила F_A . (0,5 т.)

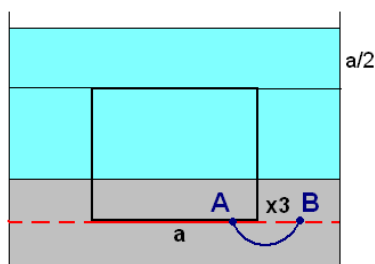
$$F_A = G \Rightarrow \rho_2 g x_1 a^2 = \rho_1 g a^3 \Rightarrow x_1 = \frac{\rho_1}{\rho_2} a \text{ (1,5 т.)}$$

б) Прилагаме същите разсъждения от подточка а) с единствената разлика, че този път имаме допълнителна Архимедова сила, създавана от водата. Внимавайки за това от коя течност колко обем е изместен, получаваме (0,5 т.)

$$F_A = F_{\text{вода}} + F_{\text{живак}} = G \Rightarrow \rho_0 g a^2 (a - x_2) + \rho_2 g a^2 x_2 = \rho_1 g a^3 \Rightarrow x_2 = \frac{\rho_1 - \rho_0}{\rho_2 - \rho_0} a \text{ (2,5 т.)}$$

в) Тази подточка е уловка. Могат да се дадат много сходни обяснения. Едно от тях е, че допълнителното хидростатично налягане, което създава долятата вода, не променя разликата в наляганията между точките A и B , които образуват скачен съд, следователно няма причина за помръдване на кубчето. (2 т. – за обяснение)

$$x_3 = x_2 \text{ (1, 5 т. – за отговор)}$$



г) $x_1 \approx 28.9 \text{ cm}$
 $x_2 = x_3 \approx 27.2 \text{ cm}$ (1,5 т.)

Задача 3. Зарядите на Георги

а) Потенциалът в центъра е сума от потенциалите, създавани от всеки от зарядите поотделно.

$$\varphi = 2\varphi_+ + 2\varphi_- = 2 \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{l} - 2 \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{l} = 0 \text{ (1 т.)}$$

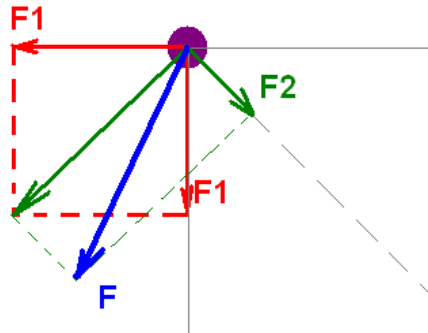
б) Прилагаме принципа за суперпозиция. Интензитетът в центъра е векторна сума от интензитетите на всеки от зарядите в тази точка. Големината на интензитета, създаван от всеки заряд е E_1 . (1 т. за схема + 1 т. за пресмятане)

$$E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{l^2}$$
$$E = 2\sqrt{2}E_1 = \frac{2\sqrt{2}}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{l^2}$$

в) Има повече от един начин за намирането на енергията на системата. Един от тях е намирането на потенциалните енергии отделно на всички двойки заряди и събирането им. Друг вариант е използването на дефиницията, че потенциалната енергия на системата е $\frac{1}{2} \sum q_i \varphi_i$, което е малко по-трудоемко, но практически същото. Ще илюстрираме първия подход. Има шест двойки заряди.

$$E_p = \sum_{i=1}^6 E_i = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{q^2}{\sqrt{2}l} + \frac{q^2}{\sqrt{2}l} - \frac{q^2}{\sqrt{2}l} - \frac{q^2}{\sqrt{2}l} - \frac{q^2}{2l} - \frac{q^2}{2l} \right) = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{l} \quad (3 \text{ т.})$$

г) (1,5 т.)



Ще разгледаме само горният ляв заряд, тъй като ситуацията е симетрична и няма причина на някой от зарядите да действа по-голяма сила, отколкото на другите. Силите F_1 се създават от близкостоящите заряди, а силата F_2 се създава от отдалечения заряд. Векторната сума на двете F_1 е стрелката, която е без означение. Впоследствие намираме векторната сума на F_2 с нея (F), която се явява и търсената сила.

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{2l^2}$$

$$F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{4l^2}$$

$$F_1 = 2F_2$$

$$F = \sqrt{(\sqrt{2}F_1)^2 + (F_2)^2} = \sqrt{(2\sqrt{2}F_2)^2 + (F_2)^2} = 3F_2$$

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{3q^2}{4l^2} \quad (2,5 \text{ т.})$$