

Олимпиада Физтех-2015. Физика. Решения. (1 марта 2015 г.)

Билет 5

1. 1) $T_1 = \frac{2}{3} \rho V g$.

2) Вертикальная и горизонтальная составляющие силы Архимеда $F_{A1} = \rho V g, F_{A2} = \rho V a$. Пусть N_2 – сила давления клина на тележку. Уравнения движения для бруска в проекциях на горизонтальную и вертикальную оси $-T_2 + F_{A2} + N_2 \sin \alpha = 3 \rho V a, N_2 \cos \alpha - 3 \rho V g + F_{A1} = 0$. $T_2 = (g \tan \alpha - a) 2 \rho V = \frac{4}{9} \rho V g$.

Замечание. Без учета F_{A2} получается типичный неверный ответ $T_{2НЕВ} = \frac{1}{3} \rho V g$.

2. Пусть V_0 – объем колбы, S – площадь поперечного сечения трубки, ν – количество воздуха в термометре, P – атмосферное давление. Уравнения состояния для трех опытов: $P(V_0 + L_1 S) = \nu R T_1$, $P(V_0 + L_2 S) = \nu R T_2$, $P V_0 = \nu R T_{MIN}$. Отсюда $T_{MIN} = T_2 - \frac{L_2}{L_2 - L_1} (T_2 - T_1)$, $t_{MIN} = t_2 - \frac{L_2}{L_2 - L_1} (t_2 - t_1) = -3$ °C.

3. 1) По ЗСИ $3mu = 2mv$. Отсюда $u = \frac{2}{3} v$.

2) По ЗСЭ $k \frac{q^2}{a} + 2k \frac{(2q)q}{2a} = k \frac{q^2}{a} + 2k \frac{(2q)q}{3a} + \frac{2mv^2}{2} + \frac{3mu^2}{2}$. $q = \sqrt{\frac{5}{2} \frac{mv^2 a}{k}} = \sqrt{10 \pi \epsilon_0 m v^2 a}$.

4. 1) Ток через $2R$ сразу после замыкания ключа не идет. $\varepsilon = I_0 R$.

2) Непосредственно перед размыканием ключа и сразу после размыкания напряжение на конденсаторе одно и то же, причем $U_C = \frac{I_0}{4} 2R = \frac{1}{2} I_0 R$. Теплота равна энергии конденсатора:

$$Q = \frac{1}{2} C U_C^2 = \frac{1}{8} C I_0^2 R^2.$$

3) Непосредственно перед размыканием ключа ток через $2R$ равен $\frac{1}{4} I_0$, для контура из $2R$ и источника $I_\varepsilon R + \frac{I_0}{4} 2R = \varepsilon$. С учетом выражения для ε находим ток через источник непосредственно перед размыканием ключа: $I_\varepsilon = \frac{1}{2} I_0$.

5. 1) Действительное изображение S_1 в линзе на расстоянии $f = \frac{dF}{d-F} = 100$ см от линзы. На расстоянии $f = 100$ см от линзы и надо поместить экран при отсутствии зеркала.

2) Пусть $b = 40$ см – расстояние между линзой и зеркалом. S_1 является мнимым предметом для зеркала. В зеркале получится действительное изображение S_2 , его можно получить на экране Э, расположенном на расстоянии $x = f - b = 60$ см от зеркала.

3) $\Gamma = \frac{f}{d}$ – поперечное увеличение в линзе. У нас $\Gamma = 4$. Максимальная скорость изображения в линзе $u = \Gamma v = 4v$. Зеркало не изменяет скорость изображения. Скорость изображения на экране $u = 4v = 8$ см/с.