

Олимпиада Физтех-2015. Физика. Решения. (1 марта 2015 г.)
Билет 10

1. 1) $N_1 = \frac{4}{5} \rho V g$.

2) Вертикальная и горизонтальная составляющие силы Архимеда $F_{A1} = \rho V g$, $F_{A2} = \rho V a$. Пусть N_2 – сила давления полки на шар, Q – сила давления стенки на шар. Уравнения движения для шара в проекциях на горизонтальную и вертикальную оси $F_{A2} - Q \sin \alpha = \frac{1}{5} \rho V a$, $-N_2 - \frac{1}{5} \rho V g + F_{A1} - Q \cos \alpha = 0$. $N_2 = \frac{4}{5} \rho V \left(g - \frac{a}{\operatorname{tg} \alpha} \right) = \frac{1}{2} \rho V g$.

Замечание. Без учета F_{A2} получается типичный неверный ответ $N_{2HEB} = \frac{47}{40} \rho V g$.

2. 1) Количество теплоты, отданное газом из первого отсека, равно количеству теплоты, полученной газом из второго отсека: $\nu C_V (T_1 - T_0) = \nu C_P (T_0 - T_2)$. Здесь $C_V = \frac{3}{2} R$, $C_P = C_V + R = \frac{5}{2} R$ – молярные теплоемкости гелия при постоянном объеме и постоянном давлении. Отсюда установившаяся температура в отсеках $T_0 = \frac{3}{8} T_1 + \frac{5}{8} T_2$.

2) Пусть V начальный объем во втором отсеке. Уравнения состояния вначале и в конце $P_0 V = \nu R T_2$, $P_0 (V + \Delta V) = \nu R T_0$. Отсюда с учетом полученного выражения для T_0 находим $\Delta V = \frac{3}{8} \frac{\nu R (T_1 - T_2)}{P_0}$.

3. 1) Напряженность поля между пластинами $E = \frac{2Q}{\epsilon_0 S}$. Разность потенциалов $U = Ed = \frac{2Qd}{\epsilon_0 S}$.

2) Напряженность поля внутри левой пластины равна нулю: $\frac{Q - q}{2\epsilon_0 S} - \frac{q}{2\epsilon_0 S} - \frac{5Q}{2\epsilon_0 S} = 0$. Отсюда заряд правой стороны левой пластины $q = -2Q$.

3) $F = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} 5Q = \frac{5Q^2}{2\epsilon_0 S}$.

4. 1) Сразу после замыкания ключа ток через $3R$ не идет, ток через источник $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{2R}$.

2) Пусть при замкнутом ключе через резистор $3R$ протек заряд q_0 . Непосредственно перед размыканием ключа и сразу после размыкания заряд конденсатора один и тот же и равен $2q_0$. После размыкания выделится количество теплоты, равное энергии конденсатора: $Q_1 = \frac{(2q_0)^2}{2C}$. При замкнутом ключе через конденсатор протекает заряд $q_C = 2q_0 = \sqrt{2CQ_1}$.

3) При замкнутом ключе через источник пройдет заряд $2q_0 + q_0 = 3q_0$. Работа источника $A = 3q_0 \mathcal{E}$. По ЗСЭ $A = \frac{(2q_0)^2}{2C} + Q_2$. Количество теплоты при замкнутом ключе $Q_2 = 3q_0 \mathcal{E} - \frac{2q_0^2}{C} = 3\mathcal{E} \sqrt{\frac{1}{2} C Q_1} - Q_1$.

5. Обозначим $b = 25$ см, $c = 15$ см.

1) Изображение S_1 шарика в зеркале на расстоянии $b = 25$ см от зеркала, попадает на главную оптическую ось линзы, находится на расстоянии $d = b + c = 40$ см от линзы. Расстояние между линзой и экраном $f = \frac{dF}{d - F} = 120$ см.

2) Скорость изображения в зеркале не изменится. Максимальная скорость изображения в линзе (на экране) $u = \Gamma v$. Здесь $\Gamma = \frac{f}{d}$ – поперечное увеличение. У нас $\Gamma = 3$. Итак, $u = 3v = 6$ см/с.