

Олимпиада Физтех-2015. Физика. Решения. (1 марта 2015 г.)
Билет 12

1. 1) $N_1 = \frac{4}{15} \rho V g$.

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

Замечание. Без учета F_{A2} получается типичный неверный ответ $N_{2HEB} = \frac{7}{30} \rho V g$.

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 $C_V = 3R/2$, $C_P = C_V + R = 5R/2$ – молярные теплоемкости гелия при постоянном объеме и постоянном давлении. Отсюда начальная температура во втором отсеке $T_2 = \frac{8}{5} T_0 - \frac{3}{5} T_1$.

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_2 находим $\Delta V = \frac{3}{5} \frac{\nu R (T_1 - T_0)}{P_0}$.

3. 1) Напряженность поля между пластинами $E = \frac{5Q}{2\epsilon_0 S}$. Разность потенциалов $U = Ed = \frac{5Qd}{2\epsilon_0 S}$.

2) Напряженность поля внутри правой пластины равна нулю: $\frac{q}{2\epsilon_0 S} - \frac{6Q - q}{2\epsilon_0 S} + \frac{Q}{2\epsilon_0 S} = 0$. Отсюда заряд левой стороны правой пластины $q = 5Q/2$.

3) $F = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} 6Q = \frac{3Q^2}{\epsilon_0 S}$.

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

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

3) При замкнутом ключе через источник пройдет заряд $q_0/2 + q_0 = 3q_0/2$. Работа источника $A = \frac{3}{2} q_0 \epsilon$. По ЗСЭ $A = \frac{(q_0/2)^2}{2C} + Q_2$. Количество теплоты при замкнутом ключе $Q_2 = \frac{3}{2} q_0 \epsilon - \frac{(q_0/2)^2}{2C} = 3\epsilon \sqrt{2CQ_1} - Q_1$.

5. Обозначим $b = 20$ см, $c = 16$ см.

1) Изображение груза в зеркале будет на расстоянии $b = 20$ см от зеркала, попадает на главную оптическую ось линзы, находится на расстоянии $d = b + c = 36$ см от линзы. Расстояние между линзой и экраном $f = \frac{dF}{d - F} = 72$ см.

2) Скорость изображения в зеркале не изменится. Максимальная скорость изображения в линзе (на экране) $u = \Gamma v$. Здесь $\Gamma = f/d$ – поперечное увеличение. У нас $\Gamma = 2$. Итак, $u = 2v = 10$ см/с.