

Билет 21

$$1. a = \frac{F - (3m + m)g}{3m + m} = \frac{F}{4m} - g. \quad T - \left(3m + \frac{m}{2}\right)g = \left(3m + \frac{m}{2}\right)a. \quad T = \frac{7}{8}F = 28 \text{ Н.}$$

2. Пусть  $x_1$  – искомое смещение,  $x_2$  – смещение в закрытом колене,  $\rho$  – плотность ртути,  $S$  – площадь поперечного сечения трубки.  $P_0 = \rho g H_0$  – атмосферное давление,  $H_0 = 76$  см. По условию  $x_1 + x_2 = l$ . Произведение давления на объем воздуха в закрытом колене есть константа:  $\rho g H_0 (L + x_2) S = (\rho g H_0 + \rho g (x_1 - x_2)) L S$ . Из записанных уравнений  $x_1 = \frac{l(H_0 + L)}{2L + H_0} = 5$  см.

$$3. pV_1 = \frac{m_1}{\mu_1} RT, \quad pV_2 = \frac{m_2}{\mu_2} RT, \quad x = \frac{V_1}{V_1 + V_2}. \quad x = \frac{2}{3}.$$

$$4. 1) T_1 = \frac{6}{25} \rho V g.$$

2) Вертикальная и горизонтальная составляющие силы Архимеда  $F_{A1} = \rho V g$ ,  $F_{A2} = \rho V a$ . Уравнение движения для шара в проекциях на направление нити  $T_2 + \frac{3}{5} \rho V g \sin \alpha - F_{A1} \sin \alpha - F_{A2} \cos \alpha = -\frac{3}{5} \rho V a \cos \alpha$ .  $T_2 = (g \sin \alpha + a \cos \alpha) \frac{2}{5} \rho V = \frac{8}{25} \rho V g$ .

**Замечание.** Без учета  $F_{A2}$  получается типичный неверный ответ  $T_{2\text{НЕВ}} = \frac{3}{25} \rho V g$ .

5. 1) По ЗСИ  $2mv = 2mu$ . Отсюда  $u = v$ .

$$2) \text{ По ЗСЭ } k \frac{q^2}{a} + 2k \frac{(5q)q}{5a} = k \frac{q^2}{10a} + 2k \frac{(5q)q}{5a} + \frac{2mu^2}{2} + \frac{2mv^2}{2}. \quad q = \sqrt{\frac{20}{9} \frac{mv^2 a}{k}} = \frac{4}{3} \sqrt{5\pi \epsilon_0 m v^2 a}.$$

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

Билет 22 (10 класс)

1. Запишем уравнения движения для груза с канатом и груза с нижней половиной каната:

$$F - 3mg = 3ma, T - \left(2m + \frac{m}{2}\right)g = \left(2m + \frac{m}{2}\right)a. \text{ Отсюда сила натяжения } T = \frac{5}{6}F = 20 \text{ Н.}$$

2. 1)  $T_1 = \frac{9}{50}\rho Vg$ .

2) Вертикальная и горизонтальная составляющие силы Архимеда  $F_{A1} = \rho Vg, F_{A2} = \rho Va$ . Уравнение движения для бруска в проекциях на направление вдоль полки  $T_2 + 0,7\rho Vg \sin \alpha - F_{A1} \sin \alpha + F_{A2} \cos \alpha = 0,7\rho Va \cos \alpha$ .  $T_2 = (g \sin \alpha - a \cos \alpha)0,3\rho V = \frac{7}{50}\rho Vg$ .

**Замечание.** Без учета  $F_{A2}$  получается типичный неверный ответ  $T_{2\text{НЕВ}} = \frac{41}{150}\rho Vg$ .

3. Пусть  $V_0$  – объем колбы,  $S$  – площадь поперечного сечения трубки,  $\nu$  – количество воздуха в термометре,  $P$  – атмосферное давление. Уравнения состояния для трех опытов:  $P(V_0 + L_1S) = \nu RT_1$ ,

$$P(V_0 + L_2S) = \nu RT_2, P(V_0 + L_3S) = \nu RT_3. \text{ Отсюда } L_3 = L_1 + \frac{T_3 - T_1}{T_2 - T_1}(L_2 - L_1), L_3 = L_1 + \frac{t_3 - t_1}{t_2 - t_1}(L_2 - L_1) = 50 \text{ см.}$$

4.  $PV_1 = \frac{m_1}{\mu_1}RT, PV_2 = \frac{m_2}{\mu_2}RT, x = \frac{V_1}{V_1 + V_2}$ .  $x = \frac{1}{3}$ .

5. 1) По ЗСИ  $6mv = 2mu$ . Отсюда  $u = 3v$ .

2) По ЗСЭ  $k\frac{q^2}{3a} + 2k\frac{(6q)q}{2a} = k\frac{q^2}{3a} + 2k\frac{(6q)q}{4a} + \frac{2mu^2}{2} + \frac{6mv^2}{2}$ .  $q = \sqrt{\frac{4mv^2a}{k}} = 4\sqrt{\pi\epsilon_0mv^2a}$ .

Билет 23 (10 класс)

1. Запишем уравнения движения для груза с канатом и груза с нижней половиной каната:

$$F - 2mg = 2ma, T - \left(m + \frac{m}{2}\right)g = \left(m + \frac{m}{2}\right)a. \text{ Отсюда сила натяжения } T = \frac{3}{4}F = 30 \text{ Н.}$$

2. 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

$$F_{A2} + Q \cos \alpha - N_2 = \frac{1}{5} \rho V a, \quad -\frac{1}{5} \rho V g + F_{A1} - Q \sin \alpha = 0. \quad N_2 = \frac{4}{5} \rho V \left( a + \frac{g}{\operatorname{tg} \alpha} \right) = \frac{2}{5} \rho V g.$$

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

3.  $PV_1 = \frac{m_1}{\mu_1} RT, \quad PV_2 = \frac{m_2}{\mu_2} RT, \quad x = \frac{V_1}{V_1 + V_2}. \quad x = \frac{3}{4}.$

4. 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  $C_V = 3R/2, \quad C_P = C_V + R = 5R/2$  – 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  $P_0 V = \nu R T_2, \quad P_0 (V + \Delta V) = \nu R T_0$ . Отсюда с учетом полученного выражения для  $T_2$  находим

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

5. 1) Напряженность поля между пластинами  $E = \frac{5Q}{2\varepsilon_0 S}$ . Разность потенциалов  $U = Ed = \frac{5Qd}{2\varepsilon_0 S}$ .

2) Напряженность поля внутри правой пластины равна нулю:  $\frac{q}{2\varepsilon_0 S} - \frac{6Q - q}{2\varepsilon_0 S} + \frac{Q}{2\varepsilon_0 S} = 0$ . Отсюда заряд левой стороны правой пластины  $q = 5Q/2$ .

3)  $F = \frac{Q}{2\varepsilon_0 S} 6Q = \frac{3Q^2}{\varepsilon_0 S}.$