

2019-2020 год

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ  
II (МУНИЦИПАЛЬНЫЙ) ЭТАП**

**Возможные решения заданий 11 класс**

**Решение задания 1**

Первую часть пути  $S_1$  тело прошло за время  $t$  с ускорением, которое определяется соотношением

$$F - F_{\text{тр}} = ma_1, \text{ (2 балла) где } F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg. \text{ (1 балл)}$$

$$\text{Ускорение тела на этом отрезке пути равно } a_1 = \frac{F - \mu mg}{m} \text{ (1 балл)}$$

$$\text{Поэтому путь } S_1 = \frac{a_1 t^2}{2} = \frac{(F - \mu mg)t^2}{2m}. \text{ (1 балл)}$$

Оставшуюся часть пути  $S_2$  тело двигалось до полной остановки под действием силы трения. Кинетическая энергия тела была израсходована на

$$\text{работу против силы трения: } \mu mg S_2 = \frac{mv^2}{2}. \text{ (2 балла)}$$

$$\text{А так как } v = a_1 t, \text{ (1 балл) то } S_2 = \frac{a_1^2 t^2}{2\mu g} = \frac{(F - \mu mg)^2 t^2}{2\mu m^2 g}. \text{ (1 балл)}$$

За все время движения тело прошло путь

$$S = S_1 + S_2 = \frac{F}{2\mu m^2 g} (F - \mu mg) t^2. \text{ (1 балл)}$$

**Решение задания 2**

$$\text{Кинетическая энергия кубического метра воздуха } k = \frac{\rho v^2}{2}. \text{ (3 балла)}$$

Объем воздуха, переносимый за сутки через площадь в квадратный метр  $V = vT$  где  $T = 24$  часа. (2 балла) За сутки через квадратный метр будет

$$\text{перенесена кинетическая энергия } K = \frac{\rho v^2}{2} vT = \frac{\rho v^3}{2} T. \text{ (2 балла) Подставляя}$$

в эту формулу числовые значения, получим  $K = 7020000 \text{ Дж} = 1,95 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$ . (1 балл)

Этой энергии хватит, например, для питания шести лампочек мощности по 20 Вт (энергосберегающая лампочка) каждая в течение 16 часов, то есть хватит для освещения небольшого дачного домика. (2 балла).

**Решение задания 3**

В конечном состоянии имеем параллельное соединение конденсаторов, общей ёмкостью  $C_{\text{общ}} = 2C$  (2 балла) и зарядом  $CU_0 + C2U_0 = 3CU_0$ .

(3 балла)

По закону сохранения энергии:

$$Q = W_n - W_k = \frac{CU_0^2}{2} + \frac{C(2U_0)^2}{2} - \frac{(3CU_0)^2}{2 \cdot 2C} = \frac{CU_0^2}{4}. \text{ (5 баллов)}$$

#### **Решение задания 4**

Газ просачивается сквозь поршень, пока его давление (концентрация молекул) по обе стороны поршня не станет одинаковым. **(1 балл)**

$$p_1 = nkT \text{ (1 балла)}$$

Тогда суммарная сила давления на поршень этого газа равна нулю и ее можно не учитывать при сравнении сил, действующих на поршень. Тем самым задача свелась к простой: с одной стороны на поршень действует сила трения  $F$ , с другой – сила давления второго газа, который не может просачиваться сквозь поршень. Отсюда следует, что если силы трения не будет, то поршень будет прижат к стенке сосуда, а оба газа будут находиться по другую сторону поршня. **(2 балла)**

1) Если  $pS \leq F$ , то поршень не сдвинется и  $x = 0$  **(1 балл)**

2) Пусть поршень сместился на  $x$  см. рис.1, тогда второй газ будет находиться в отрезке трубы длиной  $L + x$ . Так как процесс изотермический, то  $pL = p_2(L + x)$ , где  $p$  – исходное давление газа, а  $p_2$  – установившееся давление второго газа. **(1 балла)**

Условие равновесия поршня дает  $F - p_2S = 0$ , отсюда

$$x = L \left( \frac{pS}{F} - 1 \right) \quad (1) \text{ (1 балл)}$$

Из формулы видно, что при  $pS = 2F$  выражение в скобке равно 1 и  $x = L$ . **(1 балл)**

Таким образом, при большом исходном давлении, если  $pS \geq 2F$ , получим  $x = L$ , то есть поршень будет прижат к стенке сосуда, а оба газа будут находиться по другую сторону поршня. **(1 балл)**

При промежуточных значениях  $p$  справедливо выражение (1) **(1 балл)**

#### **Решение задания 5**

Расстояние между телами, движущимися с одинаковым ускорением из одной точки  $S = V_{12} \cdot t$ , где  $V_{12}$  модуль  $\vec{V}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2 = \vec{V}_{01} - \vec{V}_{02}$  - скорости одного тела относительно другого. В нашем случае  $\alpha = 90^\circ$   $V_{12} = V\sqrt{2} = 20\sqrt{2} \text{ м/с}$  и  $S = V\sqrt{2} \cdot t$  - линейно возрастает со временем, пока тела движутся.

Первым упадет тело, брошенное горизонтально, через  $t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{9} = 3 \text{ с.}$ ,

когда расстояние между телами будет  $S = 20\sqrt{2} \cdot 3 = 60\sqrt{2} \approx 85 \text{ м}$ . В дальнейшем расстояние будет только уменьшаться, т.к. через 3 секунды первое тело уже падает вниз.

Иначе обстоит дело во втором случае. Через те же 3 секунды одно тело уже лежит на Земле, а второе продолжает подниматься:  
 $V = V_0 - gt = 0 \Rightarrow t = \frac{V_0}{g} = 4 \text{ с}$  Максимальная высота подъема второго тела

$H = V_0 t - \frac{gt^2}{2} + 45 = 125 \text{ м}$ , а расстояние между телами в этом случае

$S_2 = \sqrt{120^2 + 125^2} = \sqrt{30025}$ . Тогда отношение  $\frac{S_2}{S_1} = \frac{\sqrt{30025}}{60\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{30025}{7200}} \approx 2$

**Ответ:**  $\frac{S_2}{S_1} \approx 2$

**Критерии оценки.**

Вывод соотношения  $S = V\sqrt{2} \cdot t$  2 балла

Проверка приемлемости соотношения  $S = V\sqrt{2} \cdot t$  для первого случая 2 балла

Понимание и проверка неприемлемости соотношения  $S = V\sqrt{2} \cdot t$  для второго случая (одно лежит) 2 балла

Определение момента, для которого расстояние во втором случае будет максимальным (одно лежит, а второе в верхней точке подъема) 2 балла

Расчет расстояния для второго случая 2 балла