

# Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21202044**

ID профиля: **330274**

Вариант 2

N<sup>o</sup> 2

1) емкая мембрана =  $\int_{T_0}^{1/2 T_0} \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} dT$ . т.к. это линейная функция, это  
 $= \frac{1}{2} T_0 \cdot \frac{5}{2} R \cdot \left( T_0 + \frac{1}{2} T_0 \right) \cdot \frac{1}{2} = \frac{15 R T_0}{16}$ ,  $\Rightarrow$  всего  $\frac{15 R T_0}{16}$ .

ответ:  $Q_1 = \frac{15 R T_0}{16}$ .

2) если газ охладить до температуры  $T_x$ , он отдаст  $\frac{5R}{2} \cdot (T_0 - T_x) \cdot \left( \frac{T_0 + T_x}{2} \right)$  мембрана, ~~т.е.~~ из этого  $\frac{3}{2} DR(T_0 - T_x)$  - изменение внутренней

энергии (если я правильно помню, что газ одноатомный). значит, нам

нужно минимальное значение  ~~$\frac{DR}{2} (T_0 - T_x) \left( 2.5 \frac{T_0 + T_x}{T_0} - 3 \right)$~~   $\frac{DR}{2}$  выражения

$\frac{DR}{2} (T_0 - T_x) \left( 2.5 \frac{T_0 + T_x}{T_0} - 3 \right)$ . Выразим макс, чтобы получилось квадратичная

функция от  $T_x$ :  ~~$\frac{DR}{2} (T_0 - T_x) \left( 2.5 \frac{T_0 + T_x}{T_0} - 3 \right)$~~   $-\frac{5DR}{4T_0} T_x^2 + \frac{3DR}{2} T_x - \frac{DR T_0}{4}$ ; ~~производ-~~

на все равно направлено вниз (минимум  $T_x^2 < 0$ )  $\Rightarrow$  если производ-

ная = 0, в этом месте максимум. производная =  $-\frac{5DR T_x}{2T_0} + \frac{3DR}{2}$ , т.е. = 0 при  $T_x =$

$\frac{3}{5} T_0$ . Газ так же  $\nexists 0 < T_x < T_0$ , значит, минимум - при  $T_x = T_0$  (что не

подходит, т.к. надо охладить) или при  $T_x = 0$ .

ответ:  $Q_2$  до  $0^\circ K$ .

3) если  $T_x = 0$ , мембрана =  $\frac{5R}{2} T_0 \cdot \frac{T_0}{2} = \frac{5DR T_0}{4}$ , или внутренней энергии

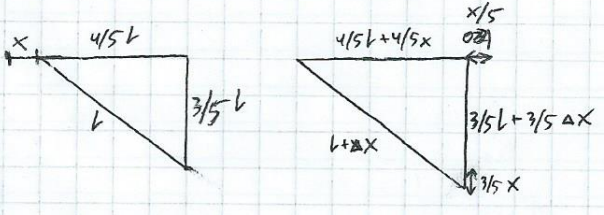
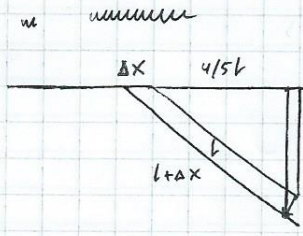
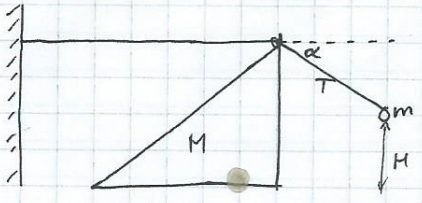
=  $\frac{3}{2} DR T_0$ ,  $\Rightarrow$  мембрана =  $\left( \frac{5}{4} - \frac{3}{4} \right) DR T_0 = \frac{DR T_0}{4}$ .

ответ:  $\frac{DR T_0}{4}$ .



Чеповник

маса маса = m



уравнение мума =  $\frac{T \cos \alpha}{M}$

$$\frac{12T}{5} + \frac{3T}{5} = gm$$



$$\frac{a_0 t^2}{2} = \Delta x$$

~~$\frac{3T}{m}$~~   ~~$\frac{3T}{5m}$~~   ~~$\frac{34T}{5m}$~~

$$g - \frac{\frac{gm}{3} \cdot \frac{3}{5}}{m} = g - \frac{g}{5} = \frac{4}{5}g$$

$$\frac{0.8gt^2}{2} = 0.4gt^2 = H = \frac{22gt^2}{5}$$

$$\frac{5H}{2g}$$



$$\frac{kr}{M \cdot c^2} \cdot M^3 = \frac{kr \cdot M^3}{c^2}$$

$$\frac{1}{2} T_0 \cdot \frac{5R}{2} \cdot \frac{3}{4} = \frac{15RT_0}{16}$$

$$\frac{5DR}{4T_0} \left( \frac{T_0 + T_x}{2} \right)$$

$$\frac{5DR}{4T_0} (T_0^2 - T_x^2) - \frac{3}{2} DRT_0 + \frac{3}{2} DRT_x$$

$$\frac{5DRT_0}{4} - \frac{3DRT_0}{4}$$

$$\frac{5T_x}{T_0} = 3 \quad T_x = \frac{3}{5} T_0$$



№ 2

1) Средняя на 1 моль вещества =  $\int_{T_0}^{1/2 T_0} \frac{5}{2} R \frac{T}{T_0} dT$ . т.к. это линейная функция, это =  $\frac{1}{2} T_0 \cdot \frac{5R}{2T_0} (T_0 + \frac{1}{2} T_0) / 2 = \frac{5R}{4} \cdot \frac{3T_0}{4} = \frac{15RT_0}{16}$ , т.е. всего  $\frac{15RT_0}{16}$ .

ответ:  $\frac{15\Delta RT_0}{16}$ .

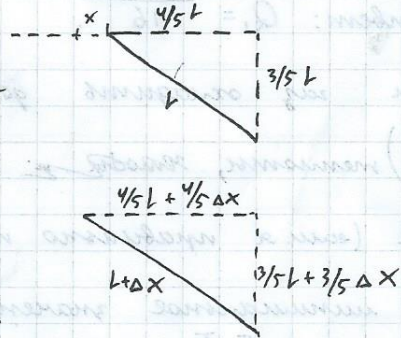
2) Если газ охладить до температуры  $T_x$ , он отдаст  $\frac{5\Delta R}{2T_0} (T_0 - T_x) \frac{(T_0 + T_x)}{2}$  тепла; из этого  $\frac{3\Delta R (T_0 - T_x)}{2}$  - изменение внутренней энергии.



№ 1

1) Рассмотрим смещение клина на некоторое расстояние  $\Delta X$ . До этого длина нити была  $l$ ,  $\Rightarrow$  проекции на горизонталь и вертикаль  $= \frac{4}{5}l$  и  $\frac{3}{5}l$

соответственно. Если клин сдвинулся на  $\Delta X \Rightarrow$  длина нити  $= l + \Delta X$ ,  $\Rightarrow$  проекции  $= \frac{4}{5}l + \frac{4}{5}\Delta X$  и  $\frac{3}{5}l + \frac{3}{5}\Delta X$ . По вертикали, как видим, шар опустился на  $\frac{3}{5}\Delta X$ , по горизонтали сдвинулся влево на  $\frac{1}{5}\Delta X$ ,  $\Rightarrow$  тангенс угла к вертикали  $= \frac{1}{3}$ .



п.к. он не зависит от  $\Delta X$ ,  $\Rightarrow$  искать под тем же углом, что и ускорение, т.е.

ответ:  $\arctg \frac{1}{3}$ .

3) Обозначим массу шара  $m$ , или натяжения нити  $T$ . В таком случае вертикальная составляющая  $= T \sin \alpha = g$ , горизонтальная  $= \frac{T \cos \alpha}{m}$ . Подставим числа и применим тот факт, что по вертикали ускорение в 3 раза больше, чем по горизонтали:  $5m = g - \frac{3T}{5m}$ ,  $\Rightarrow gm = 3T$ . Ускорение клина (его массу обозначим  $M$ )  $= \frac{T \cos \alpha}{M}$ .

Если  $\Delta X$  клин проходит с ускорением  $a_1$  за время  $\Delta t$ ,  $\Rightarrow \frac{a_1 \Delta t^2}{2} = \Delta X$ , в то же время шар с ускорением  $a_2$  по горизонтали пройдет  $\frac{a_2 \Delta t^2}{2} = \frac{\Delta X}{5}$ ,  $\Rightarrow a_2 = 0.2a_1$ .  $a_2 = \frac{T \cos \alpha}{m}$ ,  $a_1 = \frac{T \cos \alpha}{M}$ ,  $\Rightarrow m = 5M$ .

ответ: 5.

2) Ускорение клина  $= \frac{T \cos \alpha}{M} = \frac{5T \cos \alpha}{m}$ .  $T = \frac{gm}{3}$ ,  $\cos \alpha = \frac{4}{5}$ , подставим:  $\frac{5 \cdot \frac{gm}{3} \cdot \frac{4}{5}}{m} = \frac{4}{3}g$ .

ответ:  $\frac{4}{3}g$ .

4) Ускорение по вертикали  $= g - \frac{T \sin \alpha}{m} = \frac{4}{5}g$ .  $H = \frac{4}{5}g \cdot t^2 \cdot \frac{1}{2}$ , где  $t$  - время,  $\Rightarrow t = \sqrt{\frac{5H}{2g}}$ .

ответ:  $\sqrt{\frac{5H}{2g}}$ .

# Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21202044**

ID профиля: **330274**

Вариант 2



$$\frac{dU_x}{dt} \cdot \frac{1}{C} = I_0$$

$U_x$  - на определенное

$$mV_0^2 = \frac{3}{2} mV_x^2$$

$$\frac{3V_x^2 m}{2} = \frac{V_0^2 m}{2}$$

$$\frac{3V_0^2}{3}$$



Всё  $BIL = \text{сума}$   
 $8q \frac{1}{t} \cdot \frac{Uq}{l}$

$$U = \frac{8l^2}{t}$$

$\frac{U}{l} = \frac{v}{t}$

Всё  
 заряд с  $C_2$  - в мемб, начальный заряд с  $C_1$   
 заряд с  $C_2$  - в  $C_1$ .

$$\frac{12CE}{4} - \frac{3CE}{4} = \frac{9CE}{4}, \text{ м.э.}$$

$$\frac{12CE}{32} = \frac{3CE}{8}$$

$$\frac{4}{48}$$

$$\frac{48/7}{48} = \frac{7}{48}$$



№ 5

1) Издратение цилиндра нажедутья на  ~~$\frac{1}{12}$~~   ~~$\frac{1}{48}$~~   $1/(\frac{1}{12} - \frac{1}{48}) = 16$  м  
от мизы. От издратения до мизы 24 м,  $\Rightarrow$  мизы на 40 м от мизы.  
ответ: 40 м.

2)



N № 4

1) за время  $\Delta t$  площадь, ограниченная полем и перемычками, увеличится на  $V_0 L \Delta t$ ,  $\Rightarrow$  возникающая в контуре ЭДС =  $B V_0 L$ . Сила тока  $I = \frac{B V_0 L}{5R}$ . Сила на элемент =  $\frac{B^2 L^2 V_0}{5R}$ ,  $\Rightarrow$  сопротивление перемычек =  $5R$ ,  $\Rightarrow$  ток =  $\frac{B V_0 L}{5R}$ . Сила на элемент =  $\frac{B^2 L^2 V_0}{5R}$ ,  $\Rightarrow$  ускорение второй перемычки =  $\frac{2 B^2 L^2 V_0}{5 R m}$ .  
 ответ:  $\frac{2 B^2 L^2 V_0}{5 R m}$

2) спустя значительное время скорости перемычек станут равны и направлены в одну сторону, т.к. сила от магнитного поля начнет разогнать вторую, и постепенно площадь контура перестанет меняться.

По той же причине сила еще и толкает первую перемычку. По закону сохранения механической энергии,  $\frac{m V_0^2}{2} = \frac{(m/2) V_x^2}{2} + \frac{m V_x^2}{2}$ ,  $\Rightarrow V_x = \sqrt{\frac{2}{3}} V_0$ .  
 ответ:  $\sqrt{\frac{2}{3}} V_0$ .

3)



№ 3

1) В установленном режиме <sup>напряжения  $U_1$  и  $U_2$</sup>  ~~заряды  $q_1$  и  $q_2$~~  на конденсаторах таковы, что  $U_1 + U_2 = E$ . Но, т.к. точка между  $C_1$  и  $C_2$  ни к чему не подключена, суммарный заряд на соединённых с ней обкладках сохраняется,  $\Rightarrow$  заряды  $C_1$  и  $C_2$  равны.  $U_1 C_1 = U_2 C_2$ , т.е.  $U_1 \cdot 3C = U_2 \cdot C \Rightarrow U_2 = 3U_1$ ,  $\Rightarrow$  ~~тогда~~  $U_2 = \frac{3}{4} E$ . Потенциал  $\parallel C_2$ ,  $\Rightarrow$  напряжение на нём  $= U_2 = \frac{3}{4} E$ ,  $\Rightarrow$  ток  $= \frac{3E}{4R}$ .

Ответ:  $\frac{3E}{4R}$ .

2) После замыкания ключа, ~~через него  $\Rightarrow$  ток~~ когда режим установится,  $C_1$  зарядится до конца, ток через  $R=0$ ,  $\Rightarrow$  напряжение на  $C_2$  тоже  $= 0$ . ~~Итак,  $C_1$  зарядится до  $E$ , т.е. заряд изменится с  $\frac{3CE}{4}$  до  $3CE$ , на  $\frac{9CE}{4}$ . На  $C_2$  изменится на  $\frac{3CE}{4}$ , и это идёт на  $C_1$ . Итого  $\frac{3CE}{4} + \frac{3CE}{4} = \frac{3CE}{2}$ , когда заряжает  $C_1$ ,  $\Rightarrow$  ток  $= \frac{3E^2 C}{2}$ .~~

~~Итак,  $C_1$  зарядится с  $\frac{1}{4} E$  до  $E$ , т.е. заряд изменится с  $\frac{3CE}{4}$  до  $3CE$ , на  $\frac{9CE}{4}$ . На  $C_2$  изменится на  $\frac{3CE}{4}$ , и это идёт на  $C_1$ . Итого  $\frac{9CE}{4} + \frac{3CE}{4} = \frac{3CE}{2}$ , когда заряжает  $C_1$ ,  $\Rightarrow$  ток  $= \frac{3E^2 C}{2}$ .~~

Ответ:  $\frac{3E^2 C}{2}$ .

3) Так как суммарное напряжение на  $C_1$  и  $C_2$  постоянно,  $\Rightarrow$  скорость изменения напряжения на  $C_1$  и  $C_2$  одинакова. Ток через  $C_1 = \frac{1}{3C} \cdot \frac{dU_x}{dt}$  ( $U_x$  - какое напряжение), через  $C_2$  он  $= \frac{1}{C} \frac{dU_x}{dt}$ ,  $\Rightarrow$  ток через резистор  $\frac{U_x}{R}$  равен их разности, т.е.  $\frac{2}{3C} \frac{dU_x}{dt} - \frac{1}{C} \frac{dU_x}{dt} = I_0$ ,  $\Rightarrow$  ток  $= 2I_0 \Rightarrow$  напряжение  $= 2I_0 R$ .

Ответ:  $2I_0 R$ .