

Заполняется участниками

Заполняется организаторами в аудитории

Шифр

Ф66-11-02

Укажите класс:

8 ☐ 9 ☐ 10 ☐ 11 ☒

Кол-во доп.листов	Замена ручки
	да ..

Заполняется членами жюри. Пометки участников не допускаются

Задание		1	2	3	4	Итого	Подпись
Баллы	1 член жюри	17	15	15	30	77	
	2 член жюри	17	15	15	30	77	
Итоговый балл							

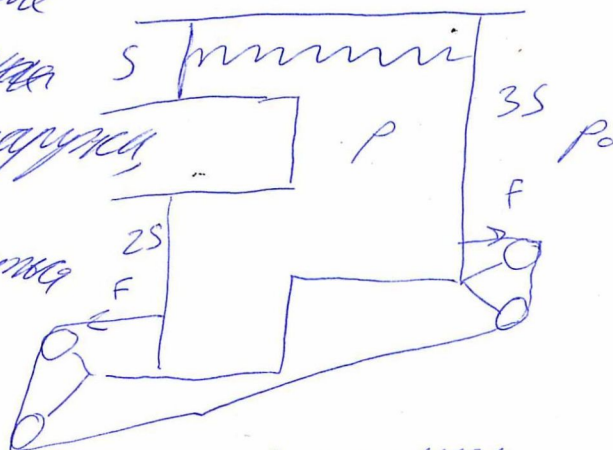
Время выполнения заданий - 180 минут. Максимальное количество баллов – 100.
Допускается использование листов с двух сторон. Пишите разборчиво.
Запрещается использование карандаша и корректора.

Ответы на задания

Задание 1	$X_1 = \frac{3}{8} \frac{F}{K} ; X_2 = \frac{F}{8K} ; X_3 = \frac{6}{16} \frac{F}{K} + \frac{2KT_0}{25} \left(\frac{F}{P_0(2T_0 + F)} \right)$
Задание 2	$\frac{c}{2}$
Задание 3	0,11 ВТ ; 24%
Задание 4	$X = \frac{d}{2} - \frac{2n_0 h}{\sqrt{n_c^2 - n_0^2}}$

Решение

Очевидно, что давление внутри трубы ~~всегда~~ меньше давления снаружи, т.к. иначе поршень $2S$ начал бы двигаться в направлении силы, действующей на него со стороны нити. Зарисуем условие равновесия для первого состояния, т.е. равенство сил действующих на каждой из поршней:



$S: (p_0 - p)S = kx(1)$ - пружина сжата, т.к. она уравнивает разность давлений

$$2S: (p_0 - p)2S = F(2)$$

$$3S: (p_0 - p)3S = kx + F \quad \text{5.4.}$$

Когда нить перерезут пружинка в конечном состоянии будет не сжата, т.е. она будет сгущаться к ~~нижнему~~ нулевой потенциальной энергии. Будем считать, что масса поршня $3S$ в 3 раза больше массы поршня S , тогда из центральности центра масс этих поршней их смещения (x_1 - смещение S , x_3 - смещение $3S$): $\frac{x_1}{x_3} = 3$ (уширится смещение $x_1 + x_3 = x$ найдем из (1) и (2). $x = \frac{F}{2k}$, значит $x_1 = \frac{3F}{8k}$, $x_3 = \frac{F}{8k}$ смещение $2S$ найдем из уравнения

Менделеева-Клапейрона:

$$\begin{cases} 1) pV_1 = \nu RT_0 \\ 2) p_0 V_2 = \nu RT_0 \end{cases} \Rightarrow V_2 - V_1 = \nu RT_0 \left(\frac{1}{p_0} - \frac{1}{p} \right)$$

объём должен уменьшиться, сжатия x_1 и x_3 только увеличивают объём значит $2S$ будет двигаться вправо.

$$V_2 - V_1 = \nu RT_0 \left(\frac{1}{p_0} - \frac{1}{p} \right) = 5x_1 + 35x_3 - 25x_2$$

5д.

$$x_2 = \frac{1}{2}(x_1 + 3x_3) + \frac{\nu RT_0}{5} \left(\frac{1}{p} - \frac{1}{p_0} \right)$$

выразим p из (2): $p = p_0 - \frac{F}{2S}$

$$x_2 = \frac{x_1}{2} + \frac{3}{2}x_3 + \frac{\nu RT_0}{2S} \left(\frac{1}{p_0 - \frac{F}{2S}} - \frac{1}{p_0} \right) = \frac{3}{16} \frac{F}{K} + \frac{3}{16} \frac{F}{K} + \frac{\nu RT_0}{2S} \left(\frac{\frac{F}{2S}}{p_0(p_0 - \frac{F}{2S})} \right) = \frac{6}{16} \frac{F}{K} + \frac{\nu RT_0}{2S} \left(\frac{F}{p_0(2Sp_0 - F)} \right)$$

28.

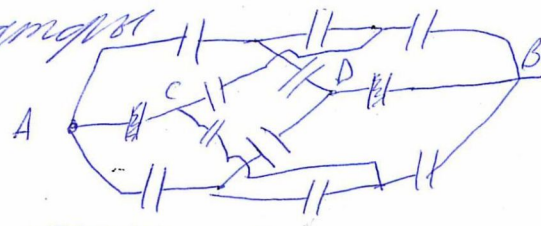
Омлем $x_1 = \frac{3}{8} \frac{F}{K}$ - влево; $x_2 = \frac{F}{8K}$ - вправо; $x_3 = \frac{6}{16} \frac{F}{K} + \frac{\nu RT_0}{2S} \left(\frac{F}{p_0(2Sp_0 - F)} \right)$

вправо

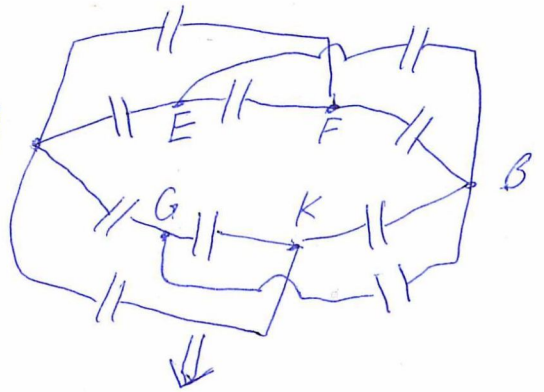
~~Σ = 17д.~~
~~Σ = 17д.~~

Решение

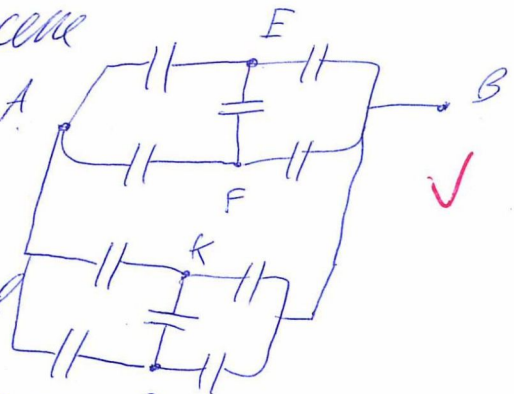
Т.к. пробитые конденсаторы ~~представляют~~ пропускают ток, значит разности потенциалов между узлами А и С, D и В равны нулю и на схеме их можно соединить.



Перерисовав второй рисунок зачёркнув из симметрии разности потенциалов между E и F, K и G



равны нулю и на схеме их можно соединить.

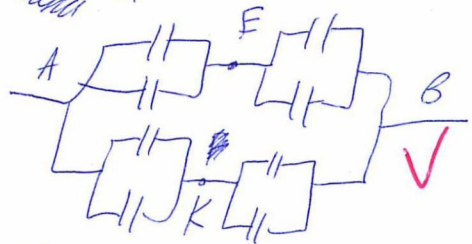
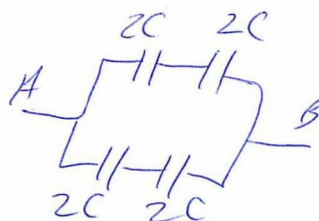


Далее по правилам расчёта ёмкостей системы конденсаторов при параллельной и последовательной соединении

получаем: $C_{AE} = C_{FB} = C_{AK} =$

$= C_{KB} = 2C$

$C_{AB} = \frac{C}{2} ?$



$15\mu = 10\mu + 5\mu$

Ответ: $C_{AB} = \frac{C}{2}$

Решение

Дано:

$$N_1 = 10^{18} \frac{90T}{c}$$

$$\lambda_1 = 435 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$N_2 = 5 \cdot 10^{17} \frac{90T}{c}$$

$$\lambda_2 = 600 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$\lambda_3 = 555 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

$$N_x = ?$$

$$\eta = ?$$

Из закона сохранения энергии,
т.к. система закрытая:

$$N_1 h \frac{c}{\lambda_1} = N_2 h c \left(\frac{1}{\lambda_2} + \frac{1}{\lambda_3} \right) + N_x$$

Искомая мощность:

$$N_x = h c \left(N_1 \frac{1}{\lambda_1} - N_2 \left(\frac{1}{\lambda_2} + \frac{1}{\lambda_3} \right) \right) =$$

$$= 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \left(10^{18} \frac{1}{435 \cdot 10^{-9}} - 9,5 \cdot 10^{18} \left(\frac{1}{600 \cdot 10^{-9}} + \frac{1}{555 \cdot 10^{-9}} \right) \right) =$$

$$= 6,63 \cdot 3 \cdot 10 \left(\frac{1}{435} - \frac{1}{2} \left(\frac{1}{600} + \frac{1}{555} \right) \right) =$$

$$= 0,11 \text{ (Вт)} \Sigma 1 \text{ б.}$$

Код К.П.Д. будет считаться отклонение
мощности теплового к мощности
кристалла:

$$\eta = \frac{N_x}{N_1 h \frac{c}{\lambda_1}} = \frac{0,11}{10^{18} \cdot 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{1}{435 \cdot 10^{-9}}} = \frac{0,11}{\frac{66,3 \cdot 3}{435}} = \frac{435 \cdot 0,11}{66,3 \cdot 3} \approx 0,24$$

Ответ: $N_x = 0,11 \text{ Вт}$, $\eta = 24 \%$

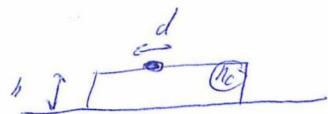
$$\Sigma = 1 \text{ б.}$$

Решение

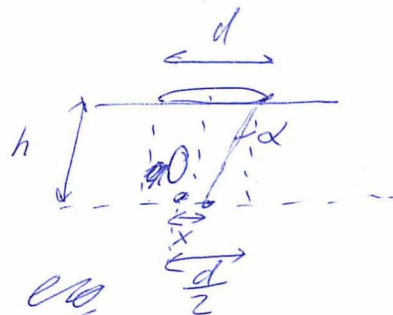
Дано:

 h, d, n_B, n_C

Пусть Т.О - проекция
центра полукруга на дно,
тогда найдём на
каком максимальном



расстоянии x от Т.О
может находиться жук
 $x \leq \frac{d}{2}$, т.к. иначе ради
посмотрев вертикально
вниз, ~~увидит~~ проходящая
точка над ним, увидит её
т.к. преломления не будет.



~~условия~~ условие полного внутреннего
отражения луча исходящего от жука
к ~~краю полукруга~~ симметрично краю
полукруга:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin 90^\circ} \frac{n_B}{n_C} = 1 \Rightarrow \sin \alpha = \frac{n_C}{n_B} \quad 50^\circ, 50^\circ$$

$$\tan \alpha = \frac{\frac{d}{2} - x}{h} = \frac{d - 2x}{2h}$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{\tan^2 \alpha}{\tan^2 \alpha + 1} = \frac{(d - 2x)^2}{(d - 2x)^2 + (2h)^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{d - 2x}{\sqrt{(d - 2x)^2 + (2h)^2}} \geq \frac{n_C}{n_B} \Rightarrow (d - 2x)^2 \geq \left(\frac{n_C}{n_B}\right)^2 (d - 2x)^2 +$$

$$+ \left(\frac{n_C}{n_B}\right)^2 (2h)^2 \Rightarrow (d - 2x)^2 \geq \frac{\left(\frac{n_C}{n_B} \cdot 2h\right)^2}{1 - \left(\frac{n_C}{n_B}\right)^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x \leq \frac{d}{2} - \frac{2n_B h}{\sqrt{n_C^2 - n_B^2}}$$

 $\Sigma = 30^\circ$

Ответ: жук должен находиться в круге
с центром в О и радиусом $x = \frac{d}{2} - \frac{2n_B h}{\sqrt{n_C^2 - n_B^2}}$