

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

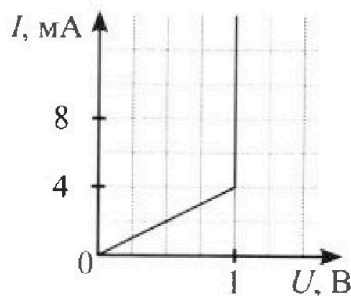
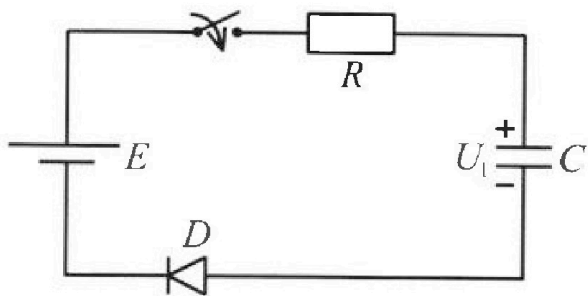
Вариант 11-06

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*



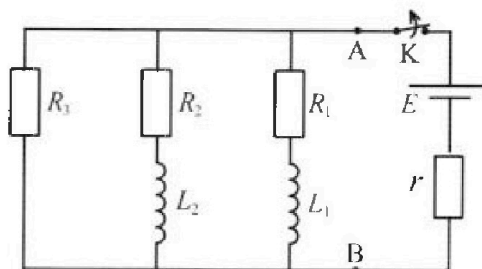
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника $E = 8$ В, $R = 500$ Ом, $C = 200$ мкФ, конденсатор заряжен до напряжения $U_1 = 4$ В. Вольтамперная характеристика диода D приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_1 в цепи сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти напряжение U_2 на конденсаторе в момент, когда ток в цепи станет $I_2 = 4$ мА.
- 3) Какое количество теплоты Q выделится на резисторе после замыкания ключа?



4. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника E , $R_1 = R_2 = R$, $R_3 = 3R$, $r = R/7$, $L_1 = L$, $L_2 = 3L$. Ключ K замкнут, режим в цепи установился.

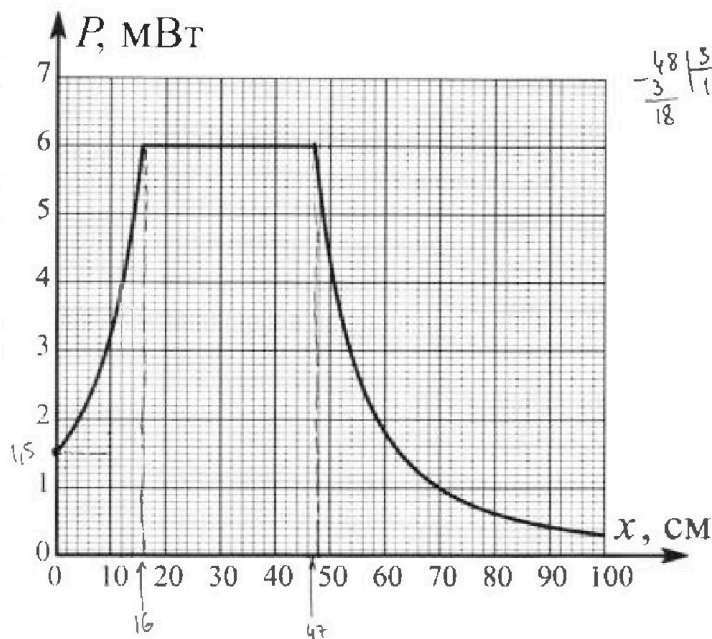
- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке L_2 сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд q_3 , протекший через резистор R_3 после размыкания ключа.



Каждый ответ выразить через E , R , L с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

5. Точечный источник излучает свет одинаково по всем направлениям. На некотором расстоянии от него расположили датчик в форме диска, регистрирующий мощность P падающего света. Ось симметрии датчика проходит через источник. Между источником и датчиком на фиксированном расстоянии $a = 48$ см от источника расположили тонкую линзу радиусом $R = 3$ см так, что главная оптическая ось линзы совпала с осью симметрии датчика. На рисунке представлен график зависимости показаний датчика от расстояния x между линзой и датчиком.

- 1) Найти радиус датчика r , считая его меньше радиуса линзы.
- 2) Найти фокусное расстояние F линзы.
- 3) Найти мощность источника P_0 , считая $R \ll a$.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-06

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*



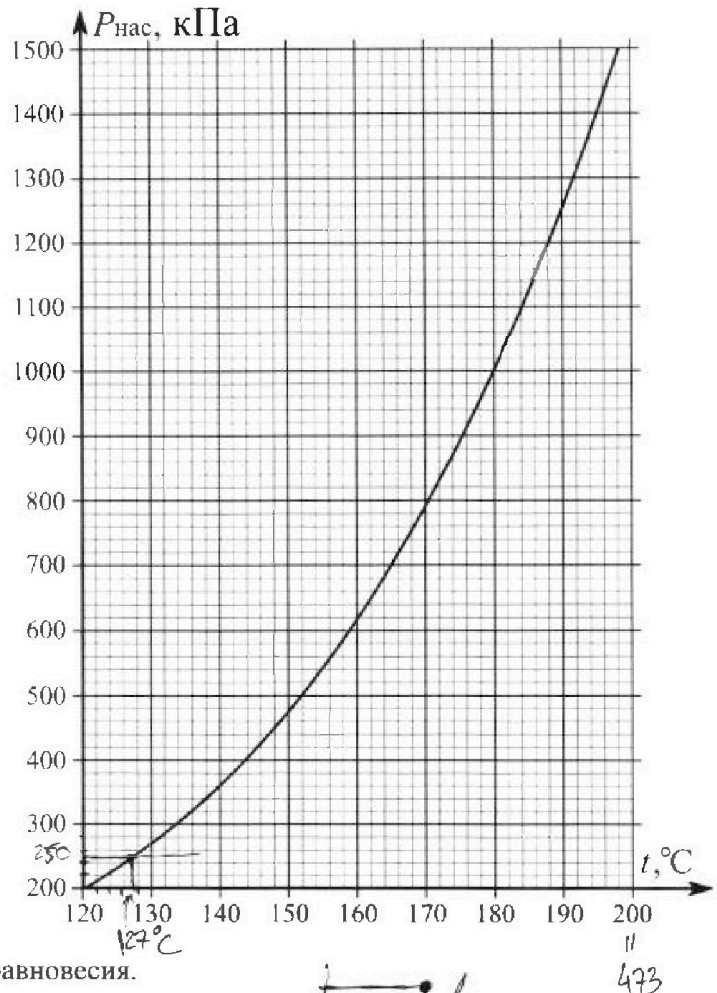
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 3 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту $H = 13/4$ м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, ствол направляют под углом φ ($\operatorname{tg}\varphi = 3/2$) к горизонту и стреляют. Третий раз пушка может скользить по горизонтальной поверхности пола без трения, поступательно, не отрываясь от пола. Ствол при третьем выстреле направлен под углом φ к горизонту.

- 1) Найти дальность полета S_2 снаряда при втором выстреле.
- 2) На каком расстоянии S_3 от места выстрела снаряд упадет на пол при третьем выстреле?

Ра змеры пушки и сопротивление воздуха не учитывать. Снаряд вылетает под действием сжатой легкой пружины. Ответы дать в метрах в виде обыкновенной дроби или целого числа.

2. В цилиндрическом теплоизолированном сосуде с площадью основания $S = 10 \text{ см}^2$ под лёгким, теплоизолированным, способным свободно перемещаться поршнем находится в равновесии влажный воздух с относительной влажностью $\varphi_1 = 75\%$ при температуре $t_1 = 100^\circ\text{C}$. Над поршнем вакуум. Поршень удерживается в равновесии силой $F = 125 \text{ Н}$, направленной вдоль оси сосуда внутрь. В некоторый момент времени сила становится равной $2F$, и затем остаётся постоянной. Считайте, что нормальное атмосферное давление $P_0 \approx 100 \text{ кПа}$. Воздух и водяной пар считать идеальными газами с молярными теплоемкостями при постоянном объеме $C_{11} = 5R/2$ (сухой воздух), $C_{12} = 3R$ (пар). На рисунке представлена зависимость давления насыщенного пара воды от температуры $P_{\text{нас}}(t)$.

- 1) Найти отношение начального равновесного давления P_1 к P_0 .
- 2) Найти в сосуде отношение числа молекул воды N_2 к числу молекул сухого воздуха N_1 .
- 3) Найти отношение температуры T_2 после установления термодинамического равновесия к начальной температуре T_1 . Температуры T_2 и T_1 по шкале Кельвина. Ответ дать в виде обыкновенной дроби.
- 4) Найти относительную влажность воздуха φ_2 в сосуде после установления термодинамического равновесия.



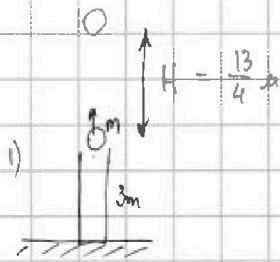
$$127 + 273 = 400 \text{ K}$$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{m v_0^2}{2} = m g H \quad \text{из ЗС} \Rightarrow \text{для шарика}$$

$$v_0 = \sqrt{2 g H}$$

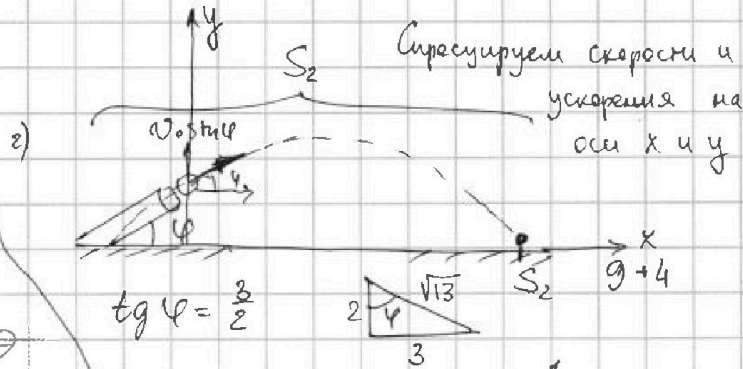
скорость при встрече будет одна и та же

$$2 v_0 \sin \varphi = g t$$

$$2 v_0 \sin \varphi = g \frac{S_2}{v_0 \cos \varphi}$$

$$S_2 = \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{g} = \frac{2 g H}{g} \left(\frac{2 \cdot 6}{13} \right) = 2 \cdot \frac{13}{7} \text{ м} \cdot \frac{12 \cdot 6}{18} = \boxed{\frac{12}{7} \text{ м}}$$

$$\sin \varphi = \frac{3}{\sqrt{13}} \quad \cos \varphi = \frac{2}{\sqrt{13}} \quad \sin 2\varphi = 2 \cdot \frac{3 \cdot 2}{13}$$

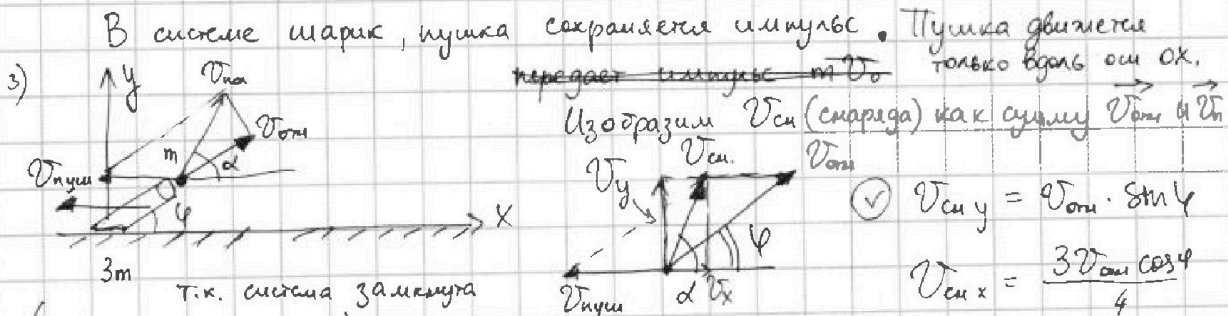


$$\Delta y = 0 = v_0 \sin \varphi t - \frac{g t^2}{2} \quad \text{из кин. уравн. шар}$$

$$S_2 = v_0 \cos \varphi t \rightarrow t = \frac{S_2}{v_0 \cos \varphi} \quad \text{из кин. уравн. шар}$$

$$\frac{S_2^2}{v_0^2 \cos^2 \varphi} = 2 v_0^2 \sin \varphi$$

$$S_2^2 = \frac{2 v_0^4 \sin \varphi \cos^2 \varphi}{g}$$



$$(v_{1x} + v_{2x}) \sin \varphi = 3 m \cdot v_{1y} \quad \text{из ЗСМ}$$

$$v_{1x} \cdot \cos \varphi = 4 v_{1y} \rightarrow v_{1y} = \frac{v_{1x} \cos \varphi}{4} \quad \left| \quad 0 = v_{1x} \sin \varphi t - \frac{g t^2}{2} \right.$$

$$v_{1x} = v_{1x} \cdot \cos \varphi - \frac{1}{4} v_{1x} \cos \varphi = \frac{3 v_{1x} \cos \varphi}{4} \quad \left| \quad S = \frac{3 v_{1x} \cos \varphi}{4} \cdot t \right.$$

$$g \frac{2 \cdot 4 S}{3 v_{1x} \cos \varphi} = 2 v_{1x} \sin \varphi \rightarrow S_3 = \frac{3 v_{1x}^2 \sin \varphi \cdot \cos \varphi}{2 g}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода нелопустима!

В пружине была запасена энергия $\frac{kx^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2}$, т.к.

в первом и втором случае сила реакции опоры не совершает работу.

В третьем случае, реакция опоры тоже не совершает работу, поэтому

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{3mV_{\text{цм}}^2}{2} + \frac{mV_{\text{цм}}^2}{2} \quad V_{\text{цм}}^2 = V_y^2 + V_x^2$$

~~V_0^2~~

$$V_y = V_{\text{цм}} \sin \varphi \quad V_{\text{цм}} = \frac{V_{\text{цм}} \cos \varphi}{4}$$

$$\rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = \frac{3m}{2} \frac{V_{\text{цм}}^2 \cos^2 \varphi}{16} + \frac{m}{2} (V_{\text{цм}}^2 \sin^2 \varphi + \frac{9}{16} V_{\text{цм}}^2 \cos^2 \varphi)$$

$$V_0^2 = V_{\text{цм}}^2 \left(\frac{3}{16} \cos^2 \varphi + \frac{9}{16} \cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi \right) \quad \cos^2 \varphi = \frac{4}{13} \quad \sin^2 \varphi = \frac{9}{13}$$

$$V_0^2 = V_{\text{цм}}^2 \left(\frac{3}{16} \cdot \frac{4}{13} + \frac{9}{16} \cdot \frac{4}{13} + \frac{16}{13} \right) = V_{\text{цм}}^2 \frac{3 \cdot 4 + 9 \cdot 4 + 16 \cdot 13}{16 \cdot 13} = \frac{3 \cdot 4 + 9 \cdot 4 + 16 \cdot 13}{16 \cdot 13} V_{\text{цм}}^2$$

$$V_0^2 = V_{\text{цм}}^2 - \frac{3 \cdot 16^2}{4 \cdot 13} = \frac{12}{13} V_{\text{цм}}^2 \rightarrow V_{\text{цм}}^2 = \frac{13}{12} \cdot 2gH = \frac{13}{6} gH$$

$$\rightarrow S_3 = \frac{3}{2g} \cdot \frac{13}{6} gH \cdot \frac{6}{(\sqrt{13})^2} = \frac{3}{2} \frac{gH}{g} = \frac{3}{2} \cdot \frac{13}{4} = \frac{39}{8} \text{ м}$$

Ответ: $S_2 = \frac{12}{7} \text{ м}$

$S_3 = \frac{39}{8} \text{ м}$

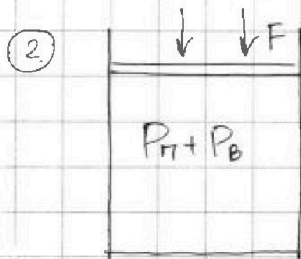


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



1) т.к. $P_{нас}(373K) = P_0$, а пар при влажности 75%, то он полностью в состоянии газа.

по закону Дальтона $P_i = P_n + P_b$

2) Т.к. поршень легкий, то давление равно $\rightarrow \frac{F}{S} = P_i$

$$P_i = \frac{125H}{10000 \text{ м}^2} = 125000 \text{ Па.} \rightarrow \boxed{\frac{P_i}{P_0} = 1,25}$$

3) Запишем МК для пара и воздуха

$$P_n V_i = \nu_n R T_i \quad P_b V_i = \nu_b R T_i \rightarrow \frac{P_n}{P_b} = \frac{\nu_n}{\nu_b}$$

$$\nu = \frac{N}{N_A} \rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \frac{\nu_n}{\nu_b} = \frac{P_n}{P_b}$$

по определению ст. влажности $\varphi = \frac{P_n}{P_{н.п}}$

$$\rightarrow \text{при } T_i = 373 \text{ К} \quad \varphi_i = \frac{P_{н1}}{P_0} \rightarrow P_{н1} = 0,75 P_0 = 75000 \text{ Па}$$

$$P_b = P_i - P_n = 125000 - 75000 = 50000 \text{ Па}$$

$$\rightarrow \boxed{\frac{N_2}{N_1} = \frac{75}{50} = 1,5}$$

3) Запишем 2 ЗМ для поршня: $0 = 2F - P_2 S$

$$\rightarrow P_2 = \frac{2F}{S} = 250 \text{ кПа} = \text{const}$$

Пар и воздух находится при одной температуре

все время.

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

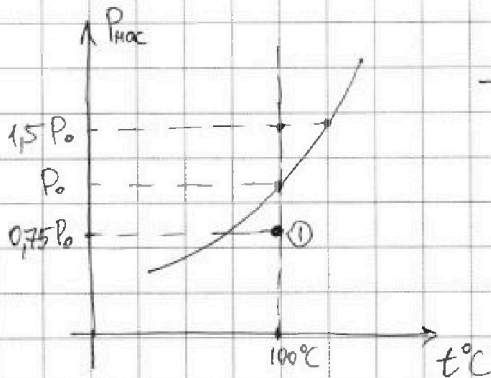


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

как было сказано выше $P_{н.п.}(373\text{K}) = P_0 = 100\ 000\ \text{Па}$



т.к. кол-во пара и воды в начальной момент

соотносятся как $\frac{3}{2}$, то

$$P_n + P_v = P_2 = P_n + \frac{2}{3}P_n = \frac{5}{3}P_n$$

$$\rightarrow P_n = \frac{3}{5}P_2 = 150\ \text{кПа} > P_0$$

Пар конденсируется полностью в воду

Прогресс нельзя писать ЗЭ (И начал) т.к. мы не знаем

внутреннего энтальпии воды. Если написать I начало из

предположения, что вода не конденсировалась: $-P_2 \Delta V = \frac{5R}{2}(T_2 - T_1)V_B + 3R\nu n(T_2 - T_1)$

получим, что $T_2 = \frac{24}{19}T_1 \approx 480\ \text{K}$, это нельзя подтвердить говорит

это пар будет конденсироваться иначе он будет создавать давление больше $1500\ \text{Па} > \frac{2F}{S}$, а для этого необходимо

знать внутреннюю энтальпию воды, то есть коэф-ент испарения $L \left[\frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \right]$

тогда остается предположить, что пар полностью кон+вится

тогда воздух будет создавать давление $P_2 = 250\ \text{кПа}$.

$P_2 V_2 = \nu_B R T_2$ можно сделать уравну для воздуха:

$$P_2 (V_1 - V_2) = \rightarrow P_2 V_2 = \nu_B R T_2 \quad P_2 V_1 = 2 \nu_B R T_1$$

$$P_2 \nu_B R (T_2 - T_1) = \frac{5}{2} \nu_B R (T_2 - T_1)$$

$$\rightarrow P_n = 250\ \text{кПа} \rightarrow T \approx 400\ \text{K} \rightarrow \varphi_2 = 1$$

Ответ: 1) 1,25
2) 1,5
3) 400/373 4) 1

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

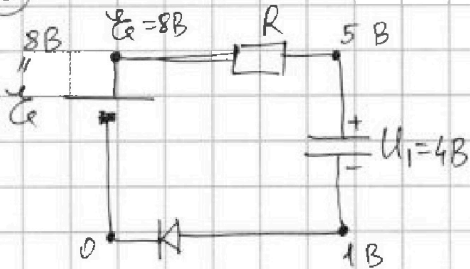


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3)



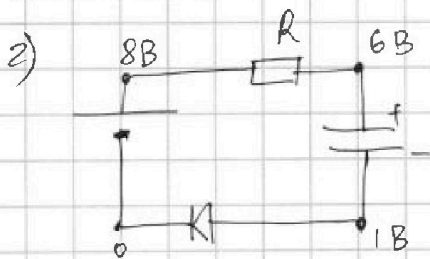
1) Пусть на диоде напряжение открыто $U_D = 1V$
тогда расставим потенциалы,

$$\text{получим } I_1 = \frac{3V}{500 \Omega} = 6 \cdot 10^{-3} A = 6 \mu A$$

, это значит, что мы угадали т.к.

$$I_{\text{отпротия}} = 4 \mu A$$

$$I_1 = 6 \mu A$$

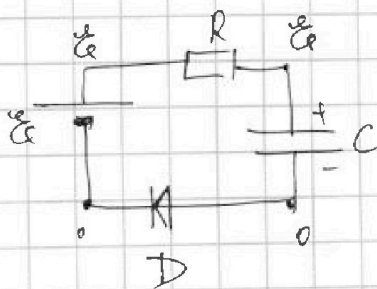


$$\rightarrow U_2 = 6 - 1 = 5V$$

т.к. ток $4 \mu A$, то напряжение на диоде $U_D = 1V$

$$a) U_R = I \cdot R = 4 \mu A \cdot 500 \Omega = \frac{4 \cdot 500}{2000} = 2V \text{ по закону Ома}$$

3)



ток меняется мало, и уйдет в ноль, тогда напрат. на диоде будет тоже равно 0

тогда конденсатор зарядится до \mathcal{E}

Можно выделить две фазы: когда диод это батарейка и когда диод это резистор, т.к. его вх. так же как

$$U \text{ резистора при } 0 < U_D < 1 \quad 0 < I_D < 4 \rightarrow R_D = \frac{U_D}{I_D} = \frac{1V}{4 \mu A} = 4000 \Omega$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

когда законится первая фаза (батарея) кон-оп будет заряжен
до U_2 , при этом его заряд CU_2 , тогда через источник
и диод прошел заряд $C(U_2 - U_1) = \Delta Q$

Затем ЗСЭ: $A\delta = A_D + \Delta W + Q$

$$\rightarrow \mathcal{E} C(U_2 - U_1) = U_0 \cdot C(U_2 - U_1) + \frac{CU_2^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} + Q_1$$

$$Q_1 = C(U_2 - U_1)(\mathcal{E} - U_0) - \frac{C}{2}(U_2 - U_1)(U_2 + U_1) \quad \begin{matrix} 2,5 \\ \parallel \\ 4,5 \end{matrix}$$

$$Q_1 = C(U_2 - U_1) \left[\mathcal{E} - U_0 - \frac{U_2 + U_1}{2} \right] = 200 \cdot 10^{-6} (5 - 4) \left[8 - 1 - \frac{5+4}{2} \right]$$

$$= 200 \cdot 2,5 \text{ мкФн} = 500 \text{ мкФн}$$

Во второй фазе мощность диода $P_D = I^2 R_D$ $P_R = I^2 R$

$$\rightarrow \frac{P_D}{P_R} = \frac{R_D}{R} = \frac{Q_D}{Q_R} = \frac{4000}{500} = 8 \rightarrow \text{на резисторе}$$

выделили $\frac{1}{10} Q_2$

ЗСЭ: $A\delta = \Delta W + Q_2$

$$A\delta = C(\mathcal{E} - U_2) \mathcal{E} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{CU_2^2}{2} + Q_2 \quad \begin{matrix} 1,5 \\ \parallel \\ 6,5 \end{matrix}$$

$$Q_2 = C(\mathcal{E} - U_2) \left[\mathcal{E} - \frac{\mathcal{E} + U_2}{2} \right] = 200 \cdot 10^{-6} (8 - 5) \left[8 - \frac{8+5}{2} \right]$$

$$= 200 \cdot 3 \cdot \frac{3}{2} \text{ мкФн} = 900 \text{ мкФн}$$

$$\rightarrow Q_{R2} = 90 \text{ мкФн}$$

$$\rightarrow Q_R = 500 + 90 = \boxed{590 \text{ мкФн}}$$

Ответ: 1) 6 мА

2) 5 В

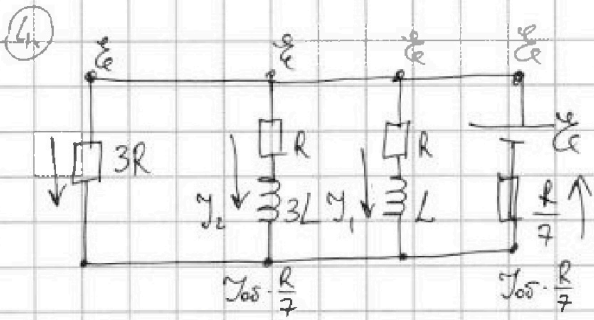
3) 590 мкФн



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



1) катушка в уст. состоянии эквивалентна проводу, поэтому рассчитаем ток через сопротивление $\frac{R}{7}$ и \mathcal{E}

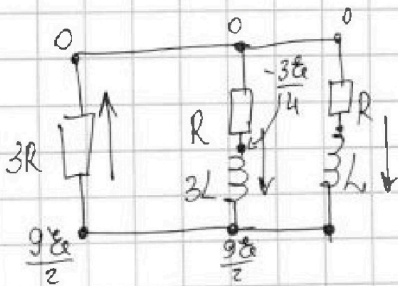
Эквивалентное сопротивление трех резисторов паралл. параллельно

$$\frac{1}{R_{\text{экв}}} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{1+3+3}{3R} = \frac{7}{3R} \rightarrow R_{\text{экв}} = \frac{3R}{7}$$

$$\rightarrow R_{\text{общ}} = \frac{4R}{7} \rightarrow y_{os} = \frac{7\mathcal{E}}{4R} \rightarrow y_2 = \frac{\mathcal{E} - \frac{7\mathcal{E}}{4R} \cdot \frac{R}{7}}{R}$$

$$y_2 = \frac{3\mathcal{E}}{4R}$$

2) Токи через катушки скачком не меняются $\rightarrow y_1$ и y_2 будут те же $y_1 = \frac{3\mathcal{E}}{4R}$ аналогично



\rightarrow через $3R$ пойдет $\frac{6\mathcal{E}}{4R} = y_1 + y_2$ по I киргофу

$$\rightarrow U_{3R} = \frac{3\mathcal{E}}{24R} \cdot 3R = \frac{9\mathcal{E}}{2}$$

через R идет тот же $y_2 \rightarrow U_R = \frac{3\mathcal{E}}{4R} \cdot R = \frac{3\mathcal{E}}{4}$

тогда напряжение на катушке $U_L = -\frac{3\mathcal{E}}{4} - \frac{9\mathcal{E}}{2} = -\frac{3+18}{4} \mathcal{E}$

$$U_L = -\frac{21}{4} \mathcal{E} \quad U_{L_2} = 3L \frac{dy}{dt} \rightarrow \dot{y} = \frac{U_L}{3L} = -\frac{21\mathcal{E}}{4 \cdot 3L} = \frac{-7\mathcal{E}}{4L}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

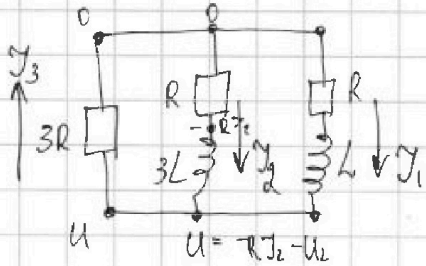
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

3) В стационарном режиме токов через катушки не будет, т.к.

всё энергия уйдёт в тепло на резисторах $\rightarrow \dot{W}_{\text{кон}} = 0$



$$I_2 + I_1 = I_3$$

$$-3RI_3 = RI_2 + 3L \frac{dI_2}{dt}$$

$$-3RI_3 = RI_1 + L \frac{dI_1}{dt}$$

$$\rightarrow \text{сложив ур-я: } -6RI_3 = R(I_2 + I_1) + 3L \frac{dI_2}{dt} + L \frac{dI_1}{dt}$$

$$\rightarrow -\cancel{3R} I_3 dt = 3L dI_2 + L dI_1 \quad I_3 = \frac{dq_3}{dt} \Rightarrow$$

$$-\cancel{3R} \int_0^{q_3} dq_3 = 3L \int_0^0 dI_2 + L \int_0^0 dI_1$$

$$\rightarrow 7R q_3 = 3L \cdot \frac{3\mathcal{E}}{4R} + L \frac{3\mathcal{E}}{4R} \Rightarrow$$

$$q_3 = \frac{4L}{7R} \frac{3\mathcal{E}}{4R} = \frac{3\mathcal{E}L}{7R^2}$$

Ответ: 1) $I_1 = \frac{3\mathcal{E}}{4R}$

2) $\dot{I} = -\frac{7\mathcal{E}}{4L}$

3) $\frac{3\mathcal{E}L}{7R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

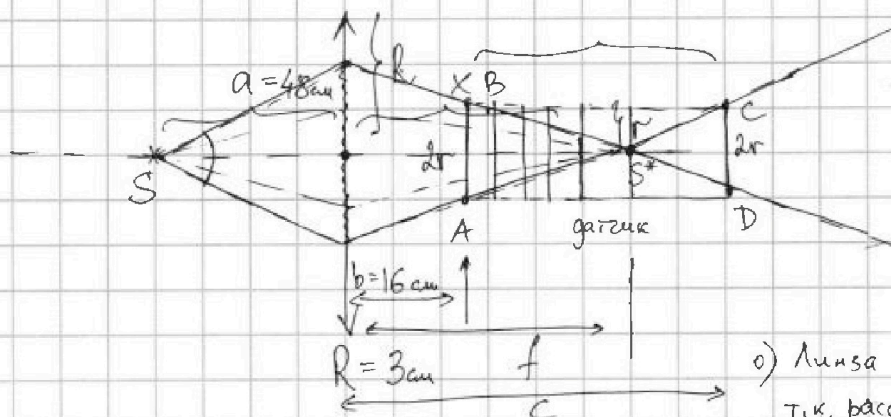


1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

5.



о) Линза собирающая
т.к. рассеивающая линза
заст другойю картину
лучей

(света)
Мощность датчика пропорциональна кол-во лучей попадающих
на датчик, тогда мощность падает не так сильно, когда
на датчик попадают все лучи.

источник создаёт изображение на $f = \frac{a \cdot F}{a - F}$ из ФТЛ

пусть b - это расстояние от линзы до источника, когда
мощность становится постоянной, тогда из графика $b = 16$ см

из подобия треугольников $\frac{2R}{2r} = \frac{a}{f - b}$

следовательно, это датчик надо отодвинуть на то же расстояние $f - b$
от f , чтобы мощность начала уменьшаться ($\triangle ABS^* = \triangle S^*CD$)

пусть f это середина участка где $P = const \rightarrow f = \frac{48 - 16}{2} + 16 = \frac{31}{2} + 16$

$\rightarrow f - b = \frac{31}{2} + 16 - 16 = \frac{31}{2} = 15,5 \rightarrow r = R \cdot \frac{15,5}{48} =$

$\rightarrow r = 3 \text{ см} \cdot \frac{15,5}{48} = \frac{15,5}{16} = \frac{31}{32} \text{ см} \approx 1 \text{ см}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

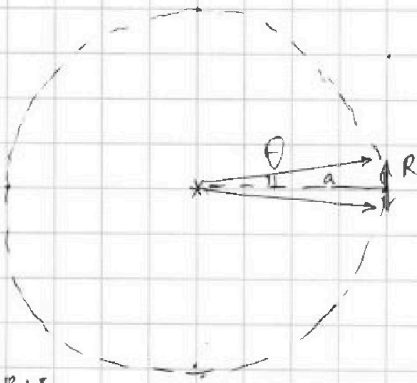
Возвращи фокус из $f = \frac{aF}{a-F}$

$$\rightarrow f(a-F) = aF = fa - fF$$

$$F(a+f) = af \rightarrow F = \frac{af}{a+f} = \frac{48 \cdot 15,5}{48+15,5} \approx$$

$$\approx \frac{48 \cdot 16}{48+16} = \frac{48 \cdot 16}{64} = \boxed{12 \text{ см}}$$

3) Мощность источника можно будет найти, когда отношение площадей сферы не которую попадает лучи



площадь куда попадает свет можно

приблизить по формуле круга

$$S_{\text{линза}} = \pi R^2$$

$$S_{\text{сфера}} = 4\pi a^2$$

$$\rightarrow P_{\text{ист}} \approx P_{\text{линза}} \frac{4\pi a^2}{\pi R^2} = P_{\text{лин}} \frac{a^2}{R^2}$$

$$\begin{array}{r} 48 \cdot 15 \\ \hline 720 \\ 720 \\ \hline 720 \\ 720 \\ \hline 1440 \\ 1440 \\ \hline 2880 \\ 2880 \\ \hline 5760 \\ 5760 \\ \hline 11520 \end{array}$$

мощность линзы будет являться мощностью когда не светит

падают все лучи с линзы \rightarrow где она источник $P_{\text{лин}} = 6 \text{ Вт}$

$$\rightarrow P_0 = 6 \text{ Вт} \left(\frac{48}{3}\right)^2 = 6 \text{ Вт} \cdot 16^2 = 1536 \text{ Вт} \approx \boxed{1,5 \text{ Вт}}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 16 \\ \hline 48 \\ 48 \\ \hline 96 \\ 96 \\ \hline 192 \\ 192 \\ \hline 384 \\ 384 \\ \hline 768 \\ 768 \\ \hline 1536 \end{array}$$

Примечание: ~~Мощность~~ ^{угла} площадь сферы можно рассчитать

как $S_{\text{сф}} = 2\pi(1 - \cos\theta)$ где θ угол раскрытия
(см. рис)

$$\begin{array}{r} 3 \cdot 3 \\ \times 256 \\ \hline 768 \\ 768 \\ \hline 1536 \end{array}$$

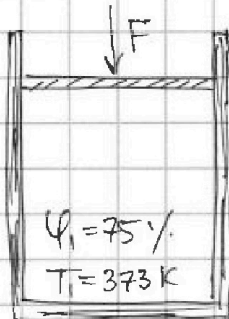
Ответ: 1) $r \approx 1 \text{ см}$ 2) $F \approx 12 \text{ см}$ 3) $P_0 = 1,5 \text{ Вт}$



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$S = 10 \text{ см}^2$$

1) Равновесное давление равно давлению силы \rightarrow

2) при $T = 373 \text{ K}$ $P_u = P_0$

$$P_1 = \frac{F}{S} = 125 \text{ кПа}$$

$$\frac{P_1}{P_0} = 1,25$$

$$\varphi = \frac{P_n}{P_H} \rightarrow P_{n1} = \varphi_1 P_0 = 0,75 P_0$$

$$\rightarrow \frac{P_{n1}}{P_0} = 0,75$$

3) Т.к. поршень в равновесии, то сила от вл. воздуха равна F

$$\rightarrow (P_n + P_B) S = F \rightarrow P_B = \frac{F}{S} - \varphi_1 \cdot P_0$$

$$\frac{125 \cdot 373}{9}$$

Т.к. пар не испустил все молекулы воды в виде пара.

$$P_n V_1 = \nu_n R T_1 \quad P_B V_1 = \nu_B R T_1 \quad \text{но МК. для воздуха и пара}$$

$$\rightarrow \frac{P_n}{P_B} = \frac{\nu_n}{\nu_B}$$

$$\text{т.к. } V = \frac{N_0}{N_A} \text{ то}$$

$$\frac{P_{n1}}{P_{B1}} = \frac{N_{H_2O}}{N_{O_2}}$$

$$\rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \frac{\varphi_1 \cdot P_0}{\frac{F}{S} - \varphi_1 P_0} = \frac{0,75 \cdot 10^5 \text{ Па}}{\frac{125}{1000} \text{ Па} - 0,75 \cdot 10^5} =$$

$$10 \text{ см}^2 = \frac{10}{100 \cdot 100} = \frac{10}{10000} \text{ м}^2 = \frac{1}{1000} \text{ м}^2$$

$$= \frac{75 \cdot 1000}{125 \cdot 1000 - 75 \cdot 1000} = \frac{75}{50} = \frac{3}{2}$$

3)

Т.к. сосуд теплоизолирован $Q = 0$

$$\text{по I началу } Q = A + \Delta U$$

$$\frac{V_{\text{пар}}}{V_{\text{воз}}} = \frac{3}{2}$$

$$\text{в конце } P_2 = \frac{2F}{S} = 250 \text{ кПа} \quad \text{пусть } V_{\text{воз}} = V_0, \text{ тогда } V_{\text{пар}} = \frac{3}{2} V_0$$

$$\text{пусть пар не конденсировался, тогда } V_{\text{пар}} = \text{const} = \frac{3}{2} V_0$$

$$\rightarrow \frac{P_{n2}}{P_{B2}} = \frac{\nu_n}{\nu_B} = \frac{3}{2}$$

$$P_{n2} + P_{B2} = P_2 \rightarrow P_{B2} = P_2 - P_{n2}$$

$$150 \text{ кПа} = \frac{250}{5} \cdot 3 \text{ кПа}$$

$$\rightarrow \frac{3}{2} = \frac{P_{n2}}{P_2 - P_{n2}} \quad 3P_2 - 3P_{n2} = 2P_{n2} \rightarrow P_{n2} = \frac{3P_2}{5}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Проверим по графикам $P_n(T_2)$ $P_2 \Delta V = \frac{5R}{2}(T_2 - T_1)$ $\frac{5}{19} \cdot 373 \approx \frac{5 \cdot 19}{100}$
 $\frac{P_2 V_2}{2} = P_1 V_1 = \nu R T_1$ $P_2 V_2 = \nu R T_2$ 373
 $0 = -P_2 \Delta V + \frac{5R}{2} V_B (T_2 - T_1) + 3R V_n (T_2 - T_1)$ пусть каво пар не изменилось

$P_2 \Delta V = \frac{5R}{2} \Delta T \cdot V_0 + 3R \cdot \frac{3}{2} V_0 \Delta T = R V_0 \Delta T \cdot \frac{14}{2} = 7V_0 R \Delta T$ $\frac{373}{19} \cdot 19$

$\frac{P_2 V_2}{2} = P_1 V_1 = \left(\frac{5}{2} V_0 T_1 R\right)$ $P_2 V_2 = \frac{5}{2} V_0 T_2 R \Rightarrow 2P_1 V_2 \neq \rightarrow V_2 = \frac{5}{4} V_0 T_2 R$ $\frac{373}{19} \cdot 19$
 $\frac{183}{171}$

$\rightarrow P_2 \Delta V = \frac{5}{2} V_0 T_2 R - \frac{5}{2} V_0 T_1 R = 7V_0 R (T_2 - T_1)$ (100K) $5T_1 - \frac{5}{2} T_2 = 7T_2 - 7T_1$

$P_2 \Delta V = 5V_0 R T_1 - \frac{5}{2} V_0 R T_2 = 7V_0 R (T_2 - T_1)$

$\frac{5}{2} T_2 - T_1 = 7T_2 - 7T_1 \rightarrow 6T_1 = \frac{14-5}{2} T_2 = \frac{9}{2} T_2$ $12T_1 = T_2 \cdot \frac{14+5}{2}$

$T_2 = T_1 \cdot \frac{2 \cdot 62}{93} = \frac{4}{3} T_1 = \frac{4}{3} \cdot 373 \approx 496 \text{ K} =$ $\frac{V P_0 = V_2 R T_1}{V_1 P_0 = V_1 R T_1}$ $\frac{8 \cdot 19}{171}$

$\begin{array}{r} 373 \cdot 13 \\ -3 \cdot 124 \\ \hline -7 \cdot 496 \\ -13 \cdot 273 \\ \hline -12 \cdot 223 \\ \hline 223 \end{array}$

$P_2 = P_n + P_B$

$P_n = P_2 - P_B$

$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{3} = \frac{4}{3} \text{ K}$

$P_2 = \frac{5}{2} V_0 R T$

$\frac{V_n}{V_B} = \frac{3}{2} \rightarrow \frac{P_n}{P_B} = \frac{3}{2}$

$\rightarrow P_B = \frac{2P_n}{3} \Rightarrow P_2 = P_n + P_B = \frac{5P_n}{3} =$

$= P_n = \frac{3P_2}{5} = 150 \text{ KPa}$ $\frac{24 \cdot 373}{19}$

$P_B = 250 \text{ KPa}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1} = 2$ $P_B = 100 \text{ KPa}$

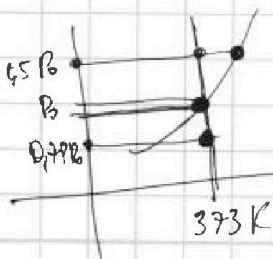
$P_B = 250 \text{ KPa}$

$P_2 = 250$

$P_B V_2 = V_0 R T_2$ $\frac{6 \cdot 19}{17}$

$P_1 V_1 = V_0 R T_1$ $\frac{133}{19} = 7 \cdot 6 = 13$

$\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_{n2}}{P_{n1}} = \frac{150 \text{ KPa}}{75 \text{ KPa}} = 2$



$\frac{24}{19} = 1 \frac{5}{19}$