

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

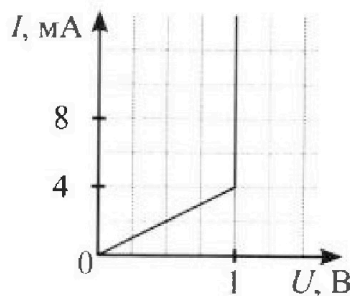
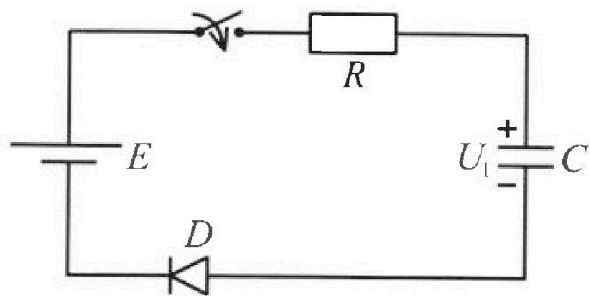
Вариант 11-06

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



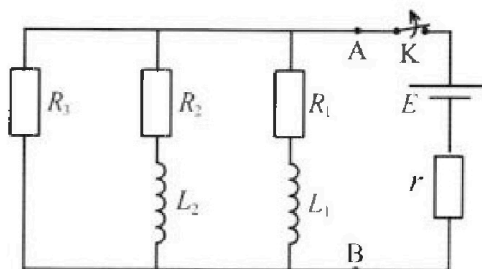
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника $E = 8$ В, $R = 500$ Ом, $C = 200$ мкФ, конденсатор заряжен до напряжения $U_1 = 4$ В. Вольтамперная характеристика диода D приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 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.

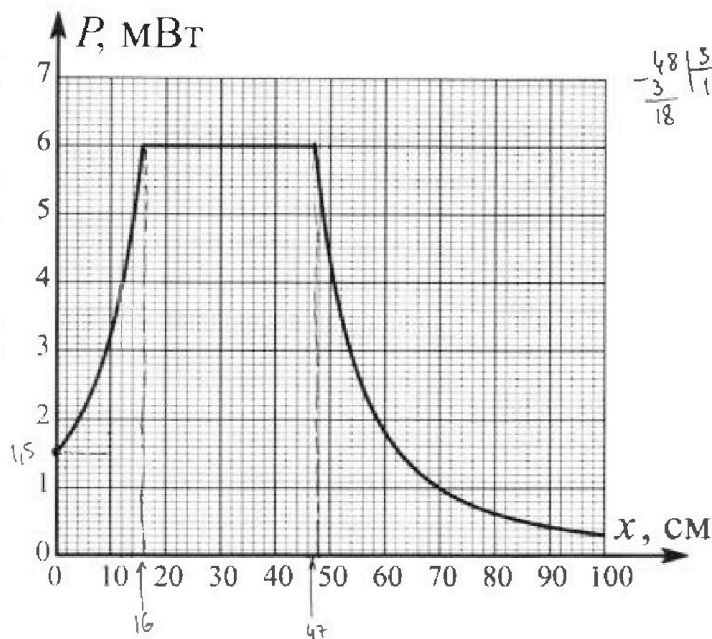
- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке L_2 сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд q_3 , протекший через резистор R_3 после размыкания ключа.



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.*



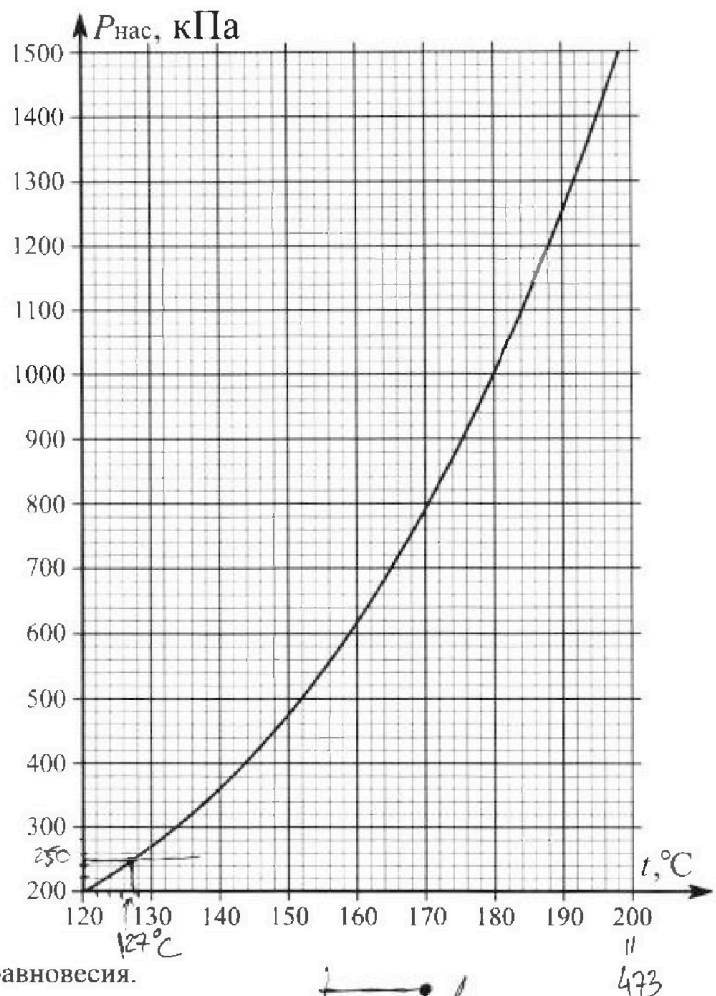
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 3 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту $H = 13/4$ м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, 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?

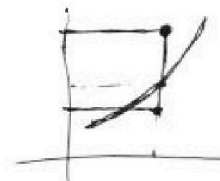
Ра змеры пушки и сопротивление воздуха не учитывать. Снаряд вылетает под действием сжатой легкой пружины. Ответы дать в метрах в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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.



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

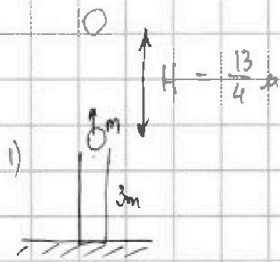




1 2 3 4 5 6 7

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!



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

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

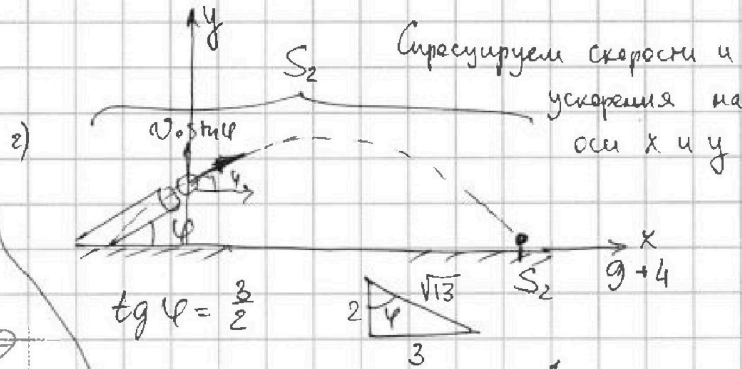
скорость при встрече будет одна и та же

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

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

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

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



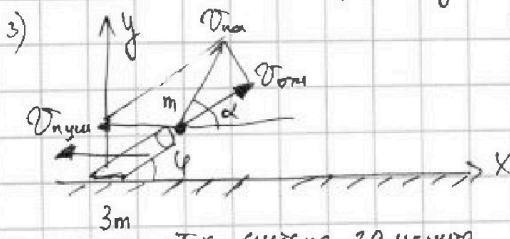
$$\Delta y = 0 = v_0 \sin \varphi t - \frac{g t^2}{2} \quad \text{из кин. уравн. шар}$$

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

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

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

3) В системе шарик, пушка сохраняются импульс. Пушка движется только вдоль оси OX.



Изобразим $v_{\text{ш}} (сначала)$ как сумму $v_{\text{пуш}} \hat{x}$ и $v_{\text{ш}}$

$$\checkmark v_{\text{ш}y} = v_{\text{пуш}} \cdot \sin \varphi$$

$$v_{\text{ш}x} = \frac{3 v_{\text{пуш}} \cos \varphi}{4}$$

$$(v_{\text{пуш}} \cos \varphi - v_{\text{ш}x}) m = 3 m \cdot v_{\text{ш}x} \quad \text{из ЗСМ}$$

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

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

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



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~~

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

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

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

$$V_0^2 = V_{\text{цм}}^2 \left(\frac{3}{16} \cdot \frac{4}{13} + \frac{9}{16} \cdot \frac{4}{13} + \frac{16}{13} \right) = V_{\text{цм}}^2 \frac{3 \cdot 4 + 9 \cdot 4 + 16 \cdot 13}{16 \cdot 13} = \frac{3 \cdot 4 \cdot 4 + 9 \cdot 4 \cdot 4 + 16 \cdot 13}{16 \cdot 13} V_{\text{цм}}^2 = \frac{3 \cdot (3+1+12)}{16 \cdot 13} V_{\text{цм}}^2$$

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

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

Ответ: $S_2 = \frac{12}{7} \text{ м}$

$S_3 = \frac{39}{8} \text{ м}$

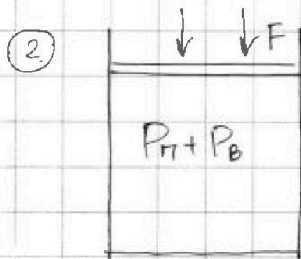


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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 $\varphi = \frac{P_n}{P_{н.п}}$

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

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

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

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.

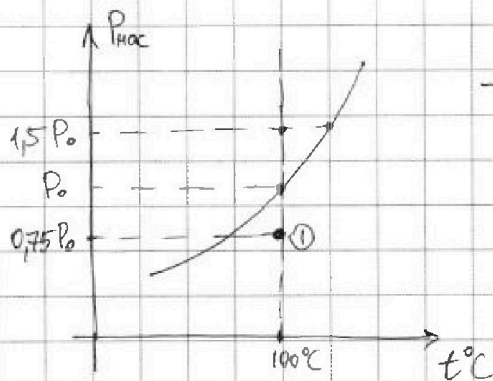


1 2 3 4 5 6 7

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

внутреннюю энергию 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 подставить~~ ^{старик $P_2 V_2 = \frac{5}{2} \nu R T_2$} говорит

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

знать внутреннюю энергию 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 уравн 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.

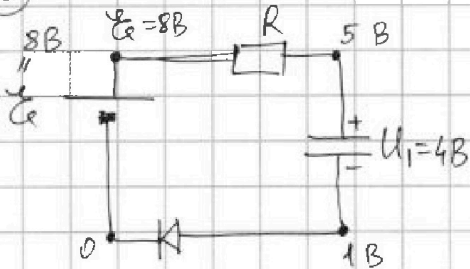


1 2 3 4 5 6 7

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)



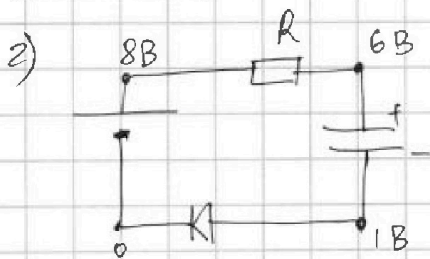
1) Пусть на диоде напряжение открыто $U_D = 1V$
тогда расставим потенциалы,

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

, это значит, что мы угадали т.к.

$$I_{\text{отпротия}} = 4 \mu A$$

$$I_1 = 6 \mu A$$

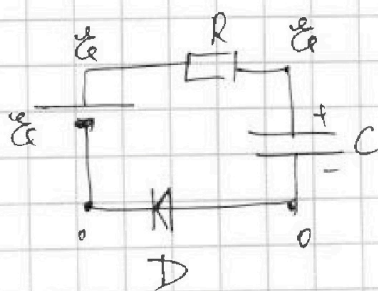


т.к. ток $4 \mu A$, то напряжение на диоде $U_D = 1V$

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

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

3)



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

тогда конденсатор зарядится до C

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 ЗЭД: $A\delta = A_D + \Delta W + Q$

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

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

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

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

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 $\frac{1}{10} Q_2$

ЗЭД: $A\delta = \Delta W + Q_2$

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

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

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

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

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

Ответ: 1) 6 мА

2) 5 В

3) 590 мкФн

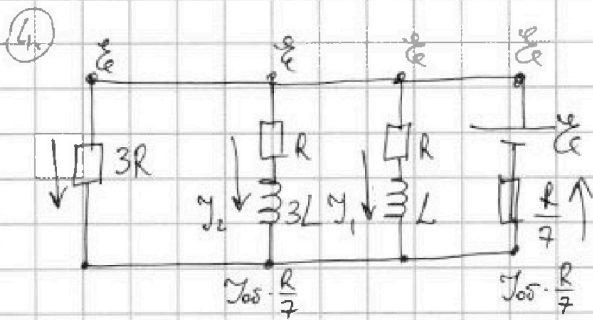


1 2 3 4 5 6 7

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 и E

Эквивалентное сопротивление трех резисторов паралл. параллельно

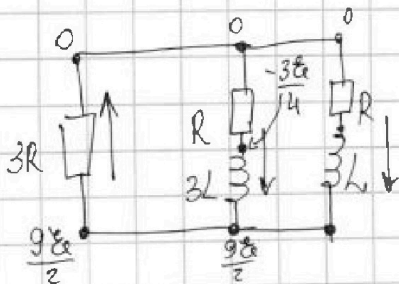
$$\frac{1}{R_{\text{экв}}} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{1+3+3}{3R} = \frac{7}{3R} \rightarrow R_{\text{экв}} = \frac{3R}{7}$$

$$\rightarrow R_{\text{общ}} = \frac{4R}{7} \rightarrow I_{05} = \frac{7E}{4R} \rightarrow I_2 = \frac{E - \frac{7E}{4R} \cdot \frac{R}{7}}{R}$$

$$I_2 = \frac{3E}{4R}$$

2) Токи через катушки скачком не меняются $\rightarrow I_1$ и I_2

будут те же $I_1 = \frac{3E}{4R}$ аналогично



\rightarrow через $3R$ пойдет $\frac{6E}{4R} = I_1 + I_2$
по I киргофу

$$\rightarrow U_{3R} = \frac{3E}{2} \cdot \frac{3R}{4R} = \frac{9E}{2}$$

через R идет тот же $I_2 \rightarrow U_R = \frac{3E}{4R} \cdot R = \frac{3E}{4}$

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

$$U_L = -\frac{21}{4} E \quad U_L = 3L \frac{dI}{dt} \rightarrow \dot{I} = \frac{U_L}{3L} = -\frac{21E}{4 \cdot 3L} = \frac{-7E}{4L}$$



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.

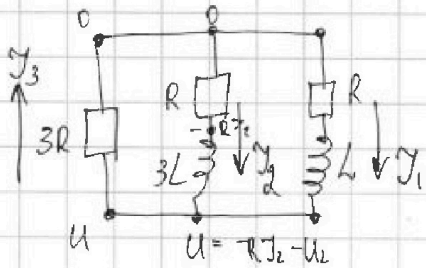
1 2 3 4 5 6 7

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 $\rightarrow \dot{W}_{\text{кон}} = 0$



$$I_2 + I_1 = I_3$$

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

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

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

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

$$-\cancel{3R} \int_0^{q_3} dq_3 = 3L \int_0^{\frac{3\mathcal{E}}{4R}} dI_2 + L \int_0^{\frac{3\mathcal{E}}{4R}} dI_1$$

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

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

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.

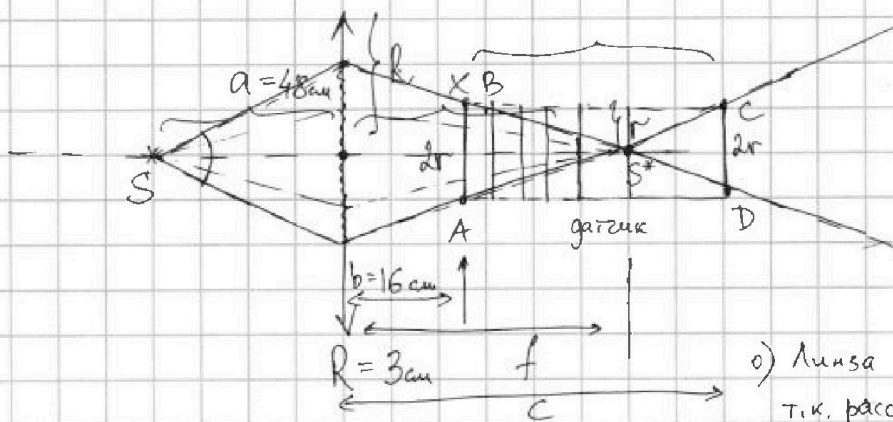


1 2 3 4 5 6 7

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. другую картину
лучей

Мощность датчика пропорциональна кол-во лучей попадающих

на датчик, тогда мощность меньше не там меньше, когда
на датчик попадают все лучи.

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

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

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

следовательно, это датчик надо отодвинуть на то же расстояние $f - b$

от f , чтобы мощность начала уменьшаться ($\triangle ABS^* = \triangle S^*CD$)

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

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

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



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!

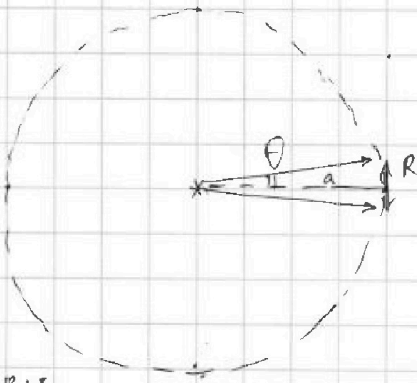
Возвращаем фокус из $f = \frac{aF}{a-F}$

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

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

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

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



площадь куда попадает свет можно

приблизить можно возмещать по формуле круга

$$S_{\text{линза}} = \pi R^2$$

$$S_{\text{сфера}} = 4\pi a^2$$

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

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

3 16
x 16
16
+ 96
16
+ 256
6
1536

мощность линзы будет являться мощностью когда не светит

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

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

3 3
x 256
6
1536

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

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

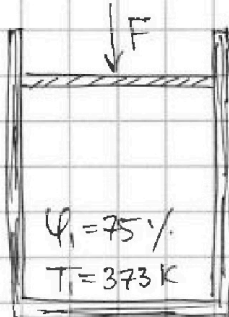
Ответ: 1) $r \approx 1 \text{ см}$ 2) $F \approx 12 \text{ см}$ 3) $P_0 = 1,5 \text{ Вт}$



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!



$$S = 10 \text{ cm}^2$$

1) Равновесие давление равно давлению силы \rightarrow

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

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

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

$$\varphi = \frac{P_n}{P_u} \rightarrow P_{n1} = \varphi_1 P_o = 0,75 P_o$$

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

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

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

$$\frac{24 \cdot 373}{9}$$

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

$$P_n V_1 = \nu_n R T_1 \quad P_o V_1 = \nu_o R T_1 \quad \text{но м.к. для воздуха и пара}$$

$$\rightarrow \frac{P_n}{P_o} = \frac{\nu_n}{\nu_o}$$

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

$$\frac{P_{n1}}{P_{o1}} = \frac{N_{H_2O}}{N_{O_2}}$$

$$\rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \frac{\varphi_1 \cdot P_o}{\frac{F}{S} - \varphi_1 P_o} = \frac{0,75 \cdot 10^5 \text{ Па}}{\frac{125}{1/1000} \text{ Па} - 0,75 \cdot 10^5} =$$

$$10 \text{ cm}^2 = \frac{10}{100 \cdot 100} = \frac{10}{10000} \text{ m}^2 = \frac{1}{1000} \text{ m}^2$$

$$= \frac{75 \cdot 000}{125 \cdot 000 - 75 \cdot 000} = \frac{75}{50} = \frac{3}{2}$$

3)

Т.к. сосуд теплоизолирован $Q = 0$

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

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

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

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

$$\rightarrow \frac{P_{n2}}{P_{o2}} = \frac{\nu_n}{\nu_o} = \frac{3}{2}$$

$$P_{n2} + P_{o2} = P_2 \rightarrow P_{o2} = P_2 - P_{n2}$$

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

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



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 $P_n(T_2)$ $P_2 \Delta V = \frac{5R}{2}(T_2 - T_1)$ $\frac{5}{19} \cdot 373 \approx \frac{5 \cdot 19}{100}$
 $\frac{P_2 V_1}{2} = P_1 V_1 = \nu R T_1$ $P_2 V_2 = \nu R T_2$ 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

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

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

$\rightarrow P_2 \Delta V = \frac{5}{2} V_0 T_2 R - \frac{5}{2} V_0 T_1 R = 7V_0 R (T_2 - T_1)$ 600 K $5T_1 - \frac{5}{2} T_2 = 7T_2 - 7T_1$

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

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

$T_2 = T_1 \cdot \frac{2 \cdot 62}{93} = \frac{4}{3} T_1 = \frac{4}{3} \cdot 373 \approx 496 \text{ K} = \frac{V P_0 = V_2 R T_1}{V_1 P_0 = V_1 R T_1}$ $\frac{819}{171}$

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

$P_2 = P_n + P_B$

$P_n = P_2 - P_B$

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

$P_B = V_0 R T$

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

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

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

$P_B = 250 \text{ KPa}$

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

$V_0 R T_2 = P_0 V_2$

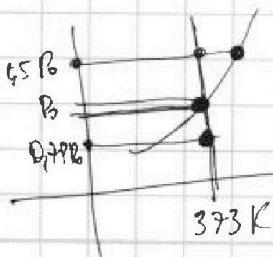
$V_2 = \frac{3}{4} V_0$

$P_B = 250 \text{ KPa}$

$P_2 = 250$

$P_B V_2 = V_0 R T_2$ $\frac{619}{17}$

$P_1 V_1 = V_0 R T_1$ $\frac{133}{19}$ $\frac{19}{17}$ $\frac{133}{171} = 13$



$P_2 V_1 = \frac{5}{4} R T_2$

$P_1 V_1 = \frac{5}{4} V_0 R T_1$

$\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{150 \text{ KPa}}{100 \text{ KPa}} = 1.5$

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