



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

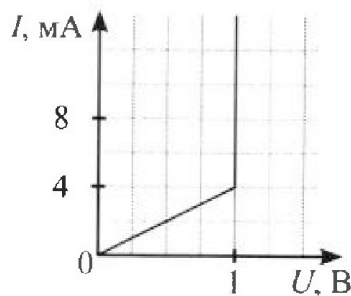
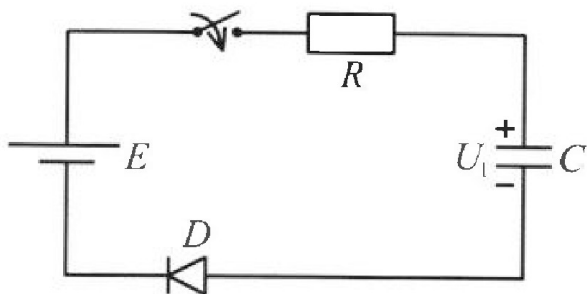
Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



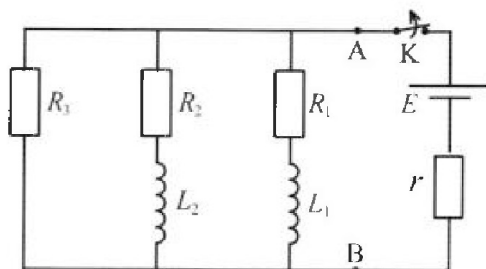
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника $E = 8$ В, $R = 500$ Ом, $C = 200$ мкФ, конденсатор заряжен до напряжения $U_1 = 4$ В. Вольтамперная характеристика диода D приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 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.

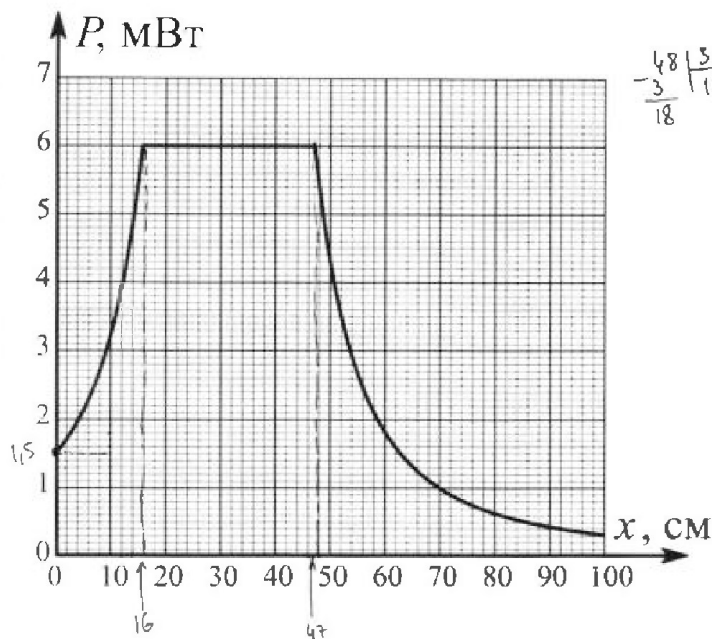
- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке L_2 сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд q_3 , протекший через резистор R_3 после размыкания ключа.



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.



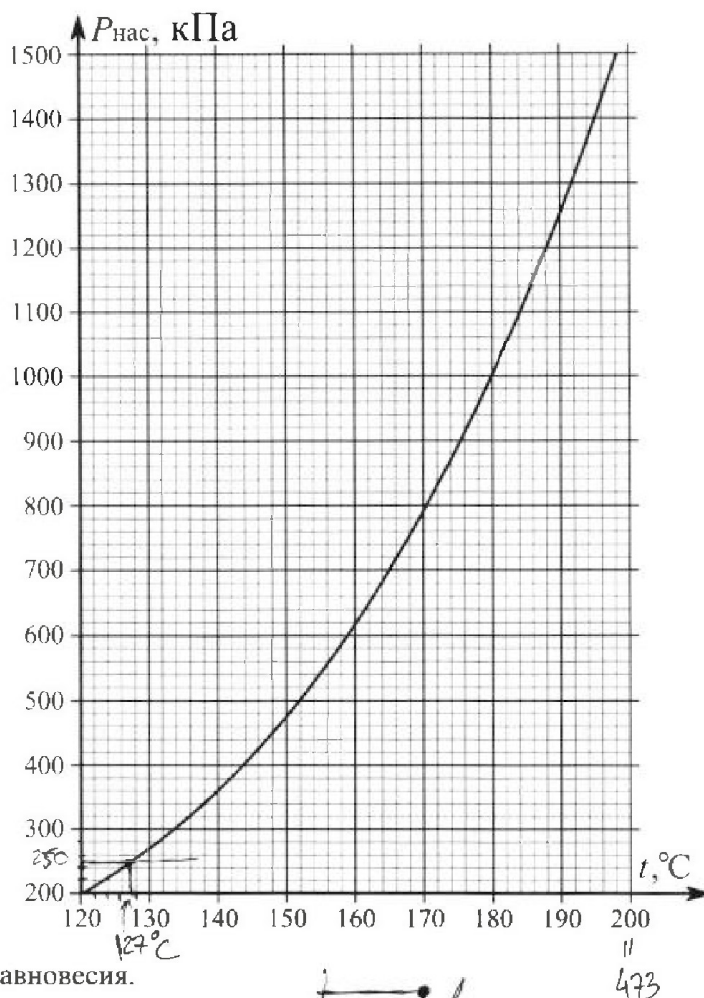
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 3 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту $H = 13/4$ м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу,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

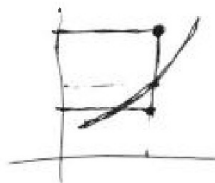
Ра змеры пушки и сопротивление воздуха не учитывать. Снаряд вылетает под действием сжатой легкой пружины. Ответы дать в метрах в виде обыкновенной дроби или целого числа.

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.



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

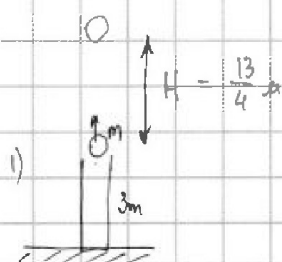




1 2 3 4 5 6 7

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!



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

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

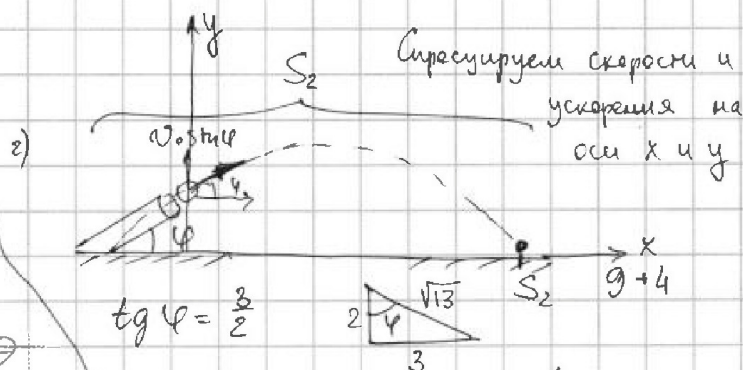
скорость при встрече будет одна и та же

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

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

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

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

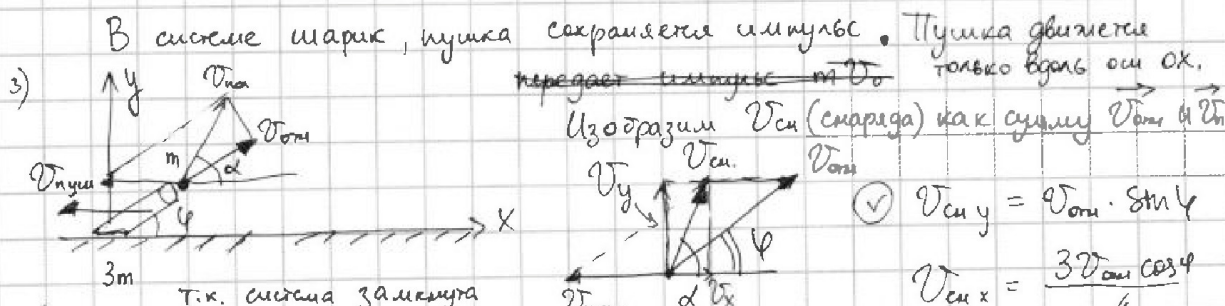


$$\Delta y = 0 = v_0 \sin \varphi \cdot \frac{g t^2}{2} \quad \text{из кин. уравн. шар}$$

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

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

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



$$(v_{0x} + \frac{v_{0x}}{4} - v_{bullet}) m = 3 m \cdot v_{bullet} \quad \text{из ЗСМ}$$

$$v_{0x} \cdot \cos \varphi = 4 v_{bullet} \rightarrow v_{bullet} = \frac{v_{0x} \cos \varphi}{4}$$

$$v_{x_{cm}} = v_{0x} \cdot \cos \varphi - \frac{1}{4} v_{0x} \cos \varphi = \frac{3 v_{0x} \cos \varphi}{4} \quad S = \frac{3 v_{0x} \cos \varphi}{4} \cdot t$$

$$g \frac{2 \cdot 4 S}{3 v_{0x} \cos \varphi} = 2 v_{0x} \sin \varphi \rightarrow S_3 = \frac{3 v_{0x}^2 \sin \varphi \cdot \cos \varphi}{2 g}$$



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 недопустима!

В пружине была запасена энергия $\frac{kx^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2}$, т.к.

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

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

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{3m v_{\text{цм}}^2}{2} + \frac{m v_{\text{см}}^2}{2} \quad v_{\text{см}}^2 = v_y^2 + v_x^2$$

~~Второй~~

$$v_y = v_{\text{см}} \sin \varphi$$

$$v_{\text{цм}} = \frac{v_{\text{см}} \cos \varphi}{4}$$

$$\rightarrow \frac{m v_0^2}{2} = \frac{3m}{2} \frac{v_{\text{см}}^2 \cos^2 \varphi}{16} + \frac{m}{2} (v_{\text{см}}^2 \sin^2 \varphi + \frac{9}{16} v_{\text{см}}^2 \cos^2 \varphi)$$

$$v_x = \frac{3}{4} v_{\text{см}} \cos \varphi$$

$$v_0^2 = v_{\text{см}}^2 \left(\frac{3}{16} \cos^2 \varphi + \frac{9}{16} \cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi \right) \quad \cos^2 \varphi = \frac{4}{13} \quad \sin^2 \varphi = \frac{9}{13}$$

$$v_0^2 = v_{\text{см}}^2 \left(\frac{3}{16} \cdot \frac{4}{13} + \frac{9}{16} \cdot \frac{4}{13} + \frac{9}{13} \right) = v_{\text{см}}^2 \frac{12 + 36 + 9 \cdot 16}{16 \cdot 13} = \frac{3 \cdot 12 (3 + 1 + 12)}{16 \cdot 13} v_{\text{см}}^2$$

$$v_0^2 = v_{\text{см}}^2 - \frac{3 \cdot 16^4}{4 \cdot 13} = \frac{12}{13} v_{\text{см}}^2 \rightarrow v_{\text{см}}^2 = \frac{13}{12} \cdot 2gH = \frac{13}{6} gH$$

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

Ответ: $S_2 = \frac{12}{7} \mu$

$$S_3 = \frac{39}{8} \mu$$



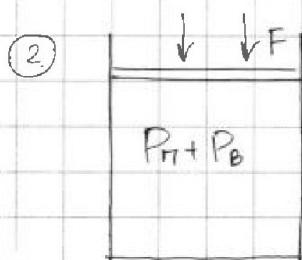
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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. $P_{\text{нас}}(373\text{K}) = P_0$, 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 $\rightarrow \frac{F}{S} = P_i$

$$P_i = \frac{125\text{H}}{1000\text{м}^2} = 125000\text{Па} \rightarrow \boxed{\frac{P_i}{P_0} = 1,25}$$

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 отн. влажности $\varphi = \frac{P_n}{P_{\text{н.п}}}$

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

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

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

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.



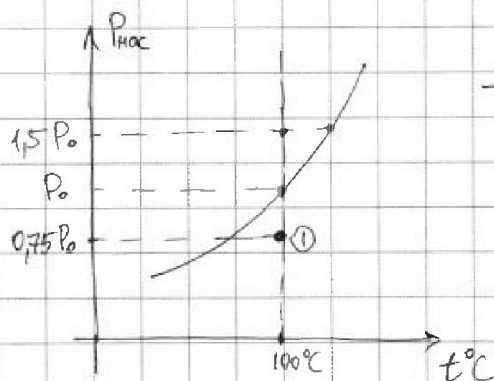
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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-ва пара и воды в начальный момент

соотносятся как $\frac{3}{2}$, то

$$P_n + P_0 = P_2 = P_n + \frac{2}{3}P_n = \frac{5}{3}P_n$$

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

Пар конденсируется полностью в воду

При этом нельзя писать ЗЭ (I начало) т.к. мы не знаем

внутреннюю энергию воды. Если написать I начало из

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

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 $150\text{ Па} > \frac{2P}{5}$, а для этого необходимо

знать внутреннюю энергию воды, то есть коэф-нт испарения $L \left[\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right]$

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 оценку для воздуха:

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

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

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

1) 1,25
2) 1,5
3) 400/373
4) 1

Ответ: 2) 1,5

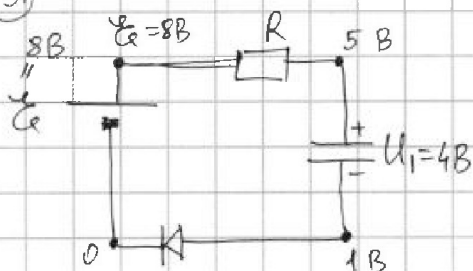
1 2 3 4 5 6 7

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)



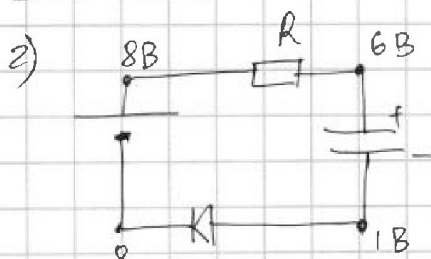
1) Пусть на диоде напряжение открытие $U_0 = 1\text{В}$
тогда расставим потенциалы,

$$\text{получим } I_1 = \frac{3\text{В}}{500\text{Ом}} = 6 \cdot 10^{-3}\text{А} = 6\text{мА}$$

, что значит, что мы угадали т.к.

$$I_{\text{отпротия}} = 4\text{мА}$$

$$I_1 = 6\text{мА}$$

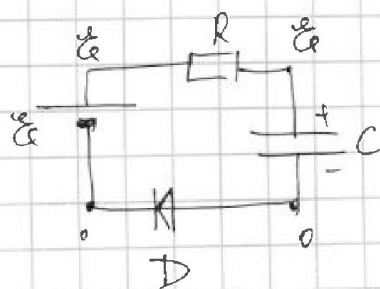


т.к. ток 4мА, то напряжение на диоде $U_0 = 1\text{В}$

$$\text{а } U_R = I \cdot R = 4\text{мА} \cdot 500\text{Ом} = \frac{4 \cdot 500}{2} = 2\text{В по Закону Ома}$$

$$\rightarrow U_2 = 6 - 1 = 5\text{В}$$

3)



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

тогда конд-ор зарядится до ξ

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

$$\text{у резистора при } 0 < U_0 < 1 \quad 0 < I_0 < 4 \rightarrow R_D = \frac{U_0}{I_0} = \frac{1\text{В}}{4\text{мА}} = 250\text{Ом}$$



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 закончится первая фаза (батарея) кон-ор будет заряжен

до U_2 , причем его заряд CU_2 , тогда через источник

и диод прошел заряд $C(U_2 - U_1) = \Delta q$

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

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

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

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

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

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: $A\delta = \Delta W + Q_2$

$$A\delta = C(\mathcal{E} - U_2) \mathcal{E} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{CU_2^2}{2} + Q_2$$

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

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

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

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

Ответ: 1) 6 мА

2) 5 В

3) 590 мкФн



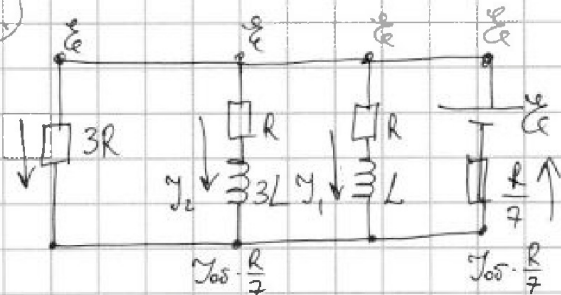
1 2 3 4 5 6 7

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!

41



1) Катушка в уст. состоянии эквивалентна проводу, поэтому рассчитаем ток через сопротивление и E

Эквивалентное сопротивление трех резисторов паралл. параллельно

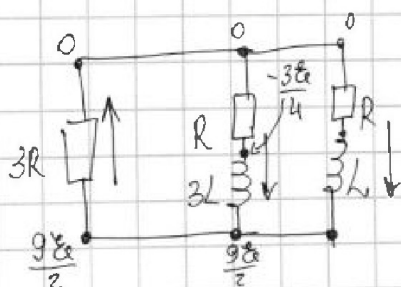
$$\frac{1}{R_{\text{экв}}} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{1+3+3}{3R} = \frac{7}{3R} \rightarrow R_{\text{экв}} = \frac{3R}{7}$$

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

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

2) Ток через катушки скачком не меняется $\rightarrow I_1$ 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 закону

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

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

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

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



1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

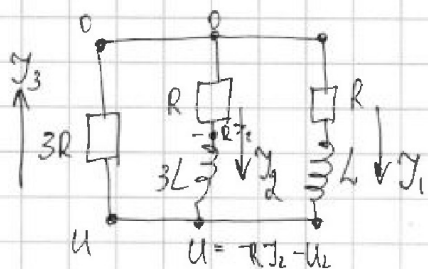
СТРАНИЦА

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.

вся энергия уйдет в тепло на резисторах $\rightarrow \dot{Y}_{\text{кон}} = 0$



$$Y_2 + Y_1 = Y_3$$

$$-3RY_3 = RY_2 + 3L \frac{dY_2}{dt}$$

$$-3RY_3 = RY_1 + L \frac{dY_1}{dt}$$

$$\rightarrow \text{сложив ур-я: } -6RY_3 = R(Y_2 + Y_1) + 3L \frac{dY_2}{dt} + L \frac{dY_1}{dt}$$

$$\rightarrow -6R Y_3 dt = 3L dY_2 + L dY_1 \quad Y_3 = \frac{dq_3}{dt} \Rightarrow$$

$$-6R \int_0^{q_3} dq_3 = 3L \int_{\frac{3\mathcal{E}}{4R}}^0 dY_2 + L \int_{\frac{3\mathcal{E}}{4R}}^0 dY_1$$

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

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

Ответ: 1) $Y_1 = \frac{3\mathcal{E}}{4R}$

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

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.

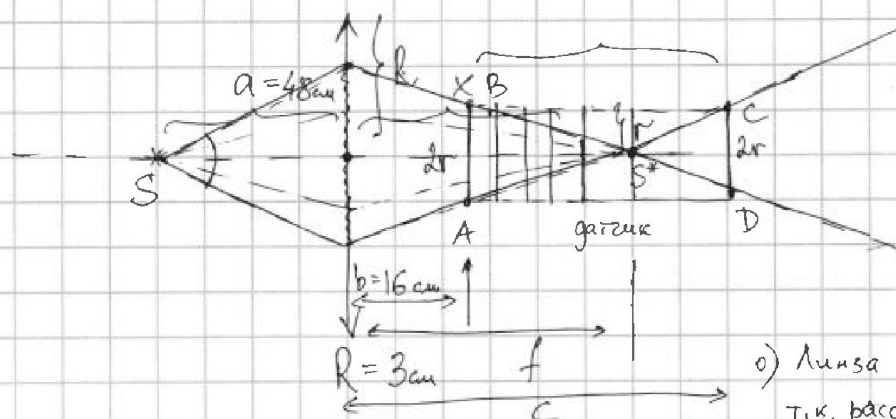
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

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
 даст другую картину
 лучей

Мощность датчика пропорциональна кол-во лучей попадающих на датчик, тогда мощность источника не тем меньше, 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

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

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

от f , чтобы мощность не была уменьшена ($\triangle ABS^* = \triangle S^*CD$)

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

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

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

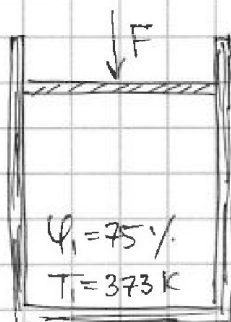


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
__ 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) Равновесное давление равно давлению силы $\rightarrow$

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

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

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

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

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

3) т.к. поршень в равновесии, то сила

по закону Паскаля от вл. воздуха равна F

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

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

т.к. пар не насыщен все молекулы воды в виде пара.

$$P_n V_1 = \nu_n R T_1 \quad P_0 V_1 = \nu_0 R T_1 \quad \text{по МК. для воздуха и пара}$$

$$\rightarrow \frac{P_n}{P_0} = \frac{\nu_n}{\nu_0}$$

$$\text{т.к. } \nu = \frac{N}{N_A} \text{ то}$$

$$\frac{P_{n1}}{P_{01}} = \frac{N_{H_2O}}{N_{O_2}}$$

$$\rightarrow \frac{N_2}{N_1} = \frac{\varphi_1 \cdot P_0}{\frac{F}{S} - \varphi_1 P_0} = \frac{0,75 \cdot 10^5 \text{ Па}}{\frac{125}{1/1000} \text{ Па} - 0,75 \cdot 10^5} =$$

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

$$= \frac{75 \cdot 1000}{125 \cdot 1000 - 75 \cdot 1000} = \frac{75 \cdot 15}{50 \cdot 10} = \frac{13}{2}$$

125

3) т.к. сосуд теплоизолирован $Q = 0$

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

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

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

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

$$\rightarrow \frac{P_{n2}}{P_{02}} = \frac{\nu_n}{\nu_0} = \frac{3}{2}$$

$$P_{n2} + P_{02} = P_2 \rightarrow P_{02} = P_2 - P_{n2}$$

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

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

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



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 $P_n(T_2)$ $P_2 \Delta V = \frac{5R}{2}(T_2 - T_1)$ $\frac{5}{19} \cdot 373 \approx \frac{5 \cdot 19}{100}$
 $0 = -P_2 \Delta V + \frac{5R}{2} V_B (T_2 - T_1) + 3R V_n (T_2 - T_1)$ пусть к-во пар не изменилось
 $P_2 \Delta V = \frac{5R}{2} \Delta T \cdot V_0 + 3R \cdot \frac{3}{2} V_0 \Delta T = R V_0 \Delta T \cdot \frac{14}{2} = 7 V_0 R \Delta T$ $\frac{373}{19} \cdot 19$
 $\frac{P_2 V_2}{2} = P_1 V_1 = V R T_1$ $P_2 V_2 = V R T_2$ 373

$P_2 \Delta V = \frac{5R}{2} \Delta T \cdot V_0 + 3R \cdot \frac{3}{2} V_0 \Delta T = R V_0 \Delta T \cdot \frac{14}{2} = 7 V_0 R \Delta T$ $\frac{373}{19} \cdot 19$
 $\frac{P_2 V_2}{2} = P_1 V_1 = \left(\frac{5}{2} V_0 T_1 R \right)$ $P_2 V_2 = \frac{5}{2} V_0 T_2 R \Rightarrow 2 P_1 V_2 \neq \rightarrow V_2 = \frac{5}{4} V_0 T_2 R$ $\frac{183}{171}$

$\rightarrow P_2 \Delta V = \frac{5}{2} V_0 T_2 R V_0 T_1 R \neq 7 V_0 R (T_2 - T_1)$ $600 K$ $5 T_1 - \frac{5}{2} T_2 = 7 T_2 - 7 T_1$
 $P_2 \Delta V = 5 V_0 R T_1 - \frac{5}{2} V_0 R T_2 = 7 V_0 R (T_2 - T_1)$ $12 T_1 = T_2 \frac{14+5}{2}$
 $\frac{5}{2} T_2 - T_1 = 7 T_2 - 7 T_1 \rightarrow 6 T_1 = \frac{14-5}{2} T_2 = \frac{9}{2} T_2$ $T_2 = \frac{24}{19} T_1$

$T_2 = T_1 \cdot \frac{24}{19} = \frac{4}{3} T_1 = \frac{4}{3} \cdot 373 \approx 496 K =$ $V P_0 = V_2 R T_1$ $\frac{8 \cdot 19}{171}$
 $200^\circ C =$ $\frac{5}{4} P_0 = V_1 R T_1$ $\frac{171}{171}$
 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{3/4} = \frac{4}{3} K$

$P_2 = P_n + P_B$ $P_n = P_2 - P_B$

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

$P_B = V_0 R T$

Пит при том когда пар не сжимался

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

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

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

$P_B = 250 KPa$

$V_0 R T_2 = P_0 V_2$

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

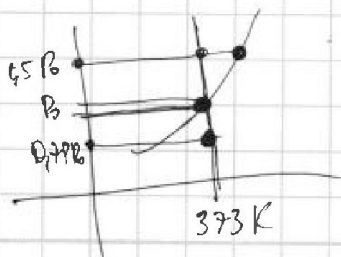
$V_2 = \frac{3}{4} V_0$
 $P_B = 250 KPa$

$P_2 = 250$

$P_B V_2 = V_0 R T_2$ $\frac{6 \cdot 19}{171}$

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

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



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