

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

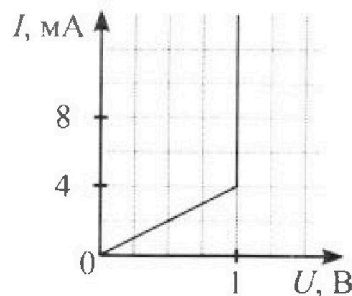
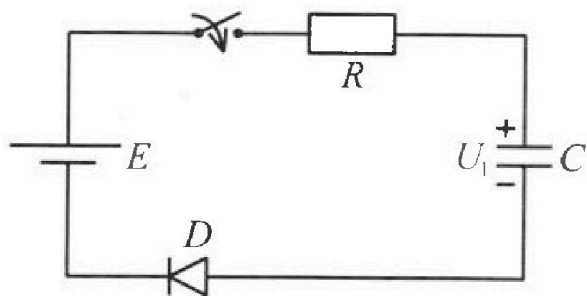
Вариант 11-06

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



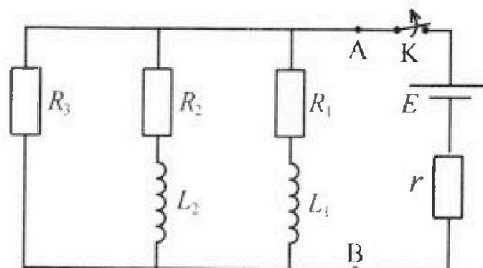
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника $E = 8$ В, $R = 500$ Ом, $C = 200$ мкФ, конденсатор заряжен до напряжения $U_1 = 4$ В. Вольтамперная характеристика диода D приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 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.

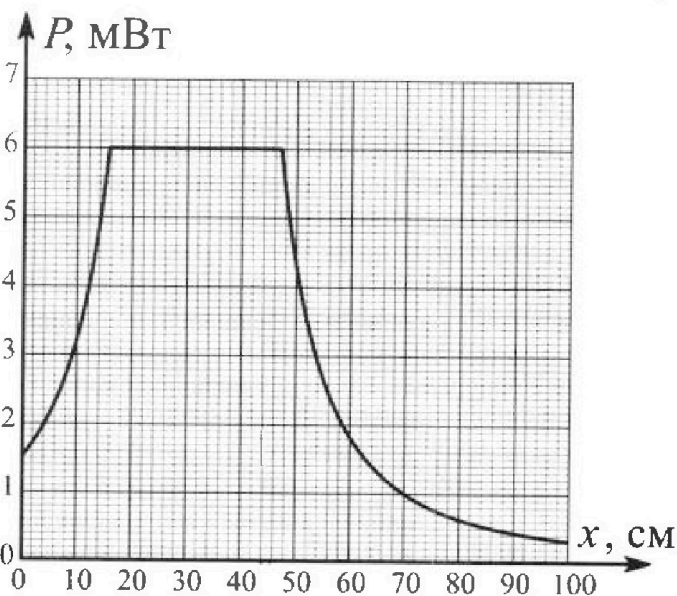
- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке L_2 сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд q_3 , протекший через резистор R_3 после размыкания ключа.



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



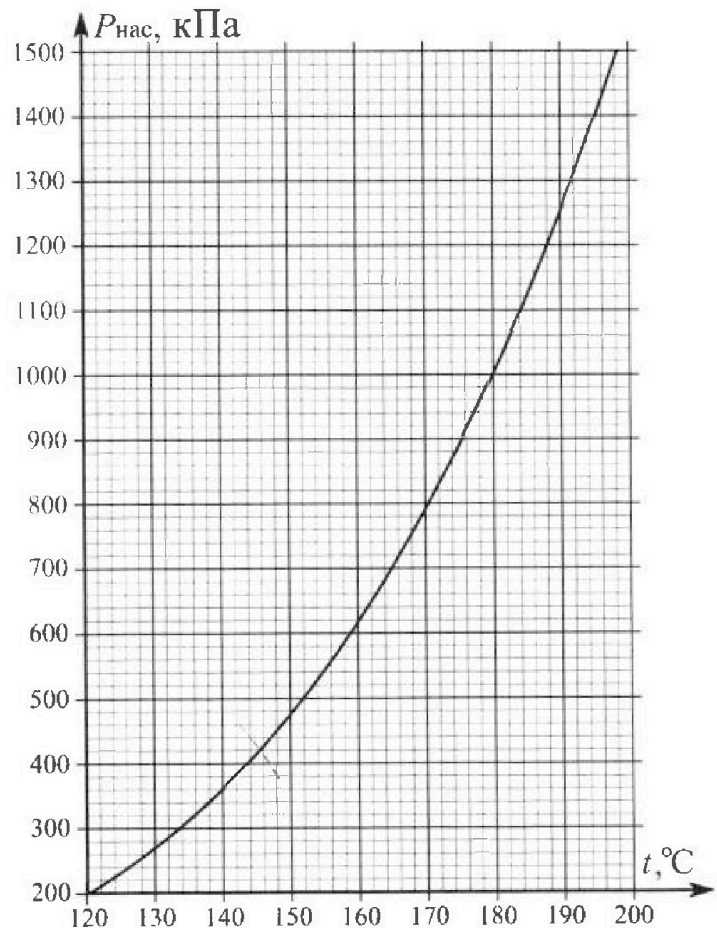
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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?

Размеры 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 $S = 10$ см² 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 $F = 125$ Н, направленной вдоль оси сосуда внутрь. В некоторый момент времени сила становится равной $2F$, и затем остаётся постоянной. Считайте, что нормальное атмосферное давление $P_0 \approx 100$ 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.



1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

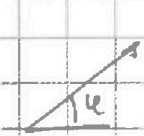
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача №1

3м, м
 $H = \frac{13}{4}u$
 $\text{tg}\varphi = \frac{3}{2}$

Решение:
 1) $\text{tg}\varphi = \frac{3}{2}$ $\cos\varphi = \sqrt{1 + \text{tg}^2\varphi} = \sqrt{1 + \frac{9}{4}} = \frac{2}{\sqrt{13}}$
 $\sin\varphi = \sqrt{1 - \cos^2\varphi} = \sqrt{1 - \frac{4}{13}} = \frac{3}{\sqrt{13}}$

2) Внешние шты в 1-м случае не действуют совершают работу
 по ЗСЭ: $\frac{kx^2}{2} = mgh$ (в верхней точке скорость шарика равна 0)

3) 2-й случай Аналогично, начальная скорость по ЗСЭ: $\frac{mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2} = mgh$
 $v_0 = \sqrt{2gH}$

 Время полёта $\tau = \frac{2v_0 \cdot \sin\varphi}{g}$
 Перемещение по Oх: $v_0 \cos\varphi \tau = S_2$
 т.к. проекция скорости на Oх = const

$S_2 = \frac{v_0 \cos\varphi \cdot 2v_0 \sin\varphi}{g} = \frac{2v_0^2 \cdot \sin\varphi \cdot \cos\varphi}{g} = \frac{4gH \cdot \sin\varphi \cdot \cos\varphi}{g} = 4H \cdot \sin\varphi \cdot \cos\varphi =$
 $= \left(4 \cdot \frac{13}{4} \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} \cdot \frac{2}{\sqrt{13}}\right) \text{ м} = \boxed{6 \text{ м}}$

4) Во ~~втором~~ 3-м случае штыль сохраняется по осям, внешние шты работу не совершают.
 ЗСМ: $3mu + 3mV_x = 0 \Rightarrow V_x = -u$ (по модулю)
 ЗСЭ: $\frac{kx^2}{2} = 2mgh = \frac{3mu^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$
 Присоедин в со теле пушки: $V'_x = u + V_x$ и $\text{tg}\varphi = \frac{V_y}{u + V_x}$
 $V'_y = V_y$ $\text{tg}\varphi = \frac{V_y}{4u}$
 $V = \sqrt{36u^2 + 9u^2} = 3\sqrt{5}u$
 $V^2 = 45u^2$
 Вернёмся к ЗСЭ: $mgh = \frac{3mu^2}{2} + \frac{45mu^2}{2}$ $V_y = \text{tg}\varphi \cdot 4u = \frac{3}{2} \cdot 4u = 6u$
 $2gH = 48u^2$ $u^2 = \frac{gH}{24}$

5) Аналогично 2-му случаю
 $\frac{2V_y}{g} \cdot V_x = S_3 = \frac{2 \cdot 6u \cdot 3u}{g} = \frac{36 \cdot \frac{gH}{24}}{g} = \frac{6}{4}H = \frac{3}{2}H = \frac{3}{2} \cdot \frac{13}{4} = \boxed{\frac{39}{8} \text{ м}}$



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 1

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!

Задача 2

Решение:

$$S = 10 \text{ см}^2$$

$$\varphi_1 = 0,75$$

$$t_1 = 100^\circ \text{C}$$

$$F = 125 \text{ Н}$$

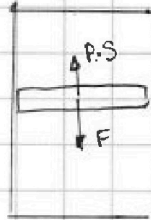
$$2F$$

$$p_0 = 100 \text{ кПа}$$

$$c_{v1} = \frac{5}{2} R$$

$$c_{v2} = 3R$$

1)



Усл. равновес. поршня:

$$F = P_1 \cdot S \quad P_1 = \frac{F}{S}$$

$$\frac{P_1}{p_0} = \frac{F}{S p_0} = \frac{125 \text{ Н}}{10 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \cdot 100 \cdot 10^3 \text{ Па}} = \frac{125}{100} = 1,25$$

2) P_1 - суммарное давление пара и воздуха

$$P_1 = P_{\text{пар}} + P_{\text{возг}} \Rightarrow \text{т.к. } \varphi_1 = 0,75 \quad \frac{P_{\text{пар}}}{P_{\text{н.п}}} = 0,75$$

$$P_{\text{н.п. при } t_1 = 100^\circ \text{C}} = p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$\Rightarrow P_{\text{пар}} = 75 \text{ кПа}$$

$$\Rightarrow P_{\text{возг}} = P_1 - P_{\text{пар}} = 50 \text{ кПа}$$

Уравн. состояния газа

$$P_{\text{пар}} \cdot V = \frac{N_2}{N_A} \cdot R \cdot t_1 \quad P_{\text{возг}} \cdot V = \frac{N_1}{N_A} \cdot R \cdot t_1$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{P_{\text{пар}}}{P_{\text{возг}}} = \frac{75}{50} = 1,5 \Rightarrow N_{\text{пар}} = \frac{3}{2} N_{\text{возг}}$$

3) Когда сила возрастает воздух претерпевает ~~адиабатное~~ ^{пара} ~~статное~~ ^{воды} конденсирование. В состоянии равновесия

$$2F = P_2 \cdot S - \text{конечное состояние}$$

$$P_2 V_2 = (N_{\text{возг}} + N_{\text{пара}}) R T_2 \quad \text{Работа совершенная над системой } A = \frac{2F}{S} (V_1 - V_2)$$

По 3Э

$$c_{v1} N_{\text{возг}} T_1 + c_{v2} N_{\text{пара}} T_1 + \frac{2F}{S} (V_1 - V_2) = c_{v1} N_{\text{возг}} T_2 + c_{v2} N_{\text{пара}} T_2$$

$$\left. \begin{aligned} 2P_2 V_2 &= (N_{\text{возг}} + N_{\text{пара}}) R T_2 \\ P_1 V_1 &= (N_{\text{возг}} + N_{\text{пара}}) R T_1 \end{aligned} \right\} \quad N_1 > N_2$$

$$P_1 V_1 = (N_{\text{возг}} + N_{\text{пара}}) R T_1$$

$$\frac{2F}{S} (V_1 - V_2) = c_{v1} N_{\text{возг}} (T_2 - T_1) + c_{v2} (N_{\text{пара}} T_2 - N_{\text{пара}} T_1)$$

Давление паров будет

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!

Задача №3

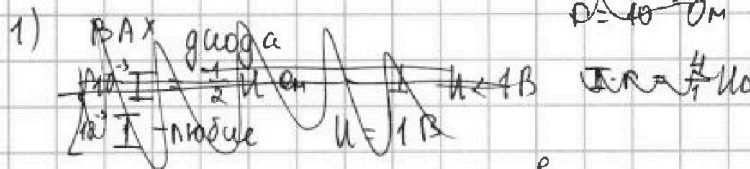
Решение:

$$E = 8 \text{ В}$$

$$R = 500 \text{ Ом}$$

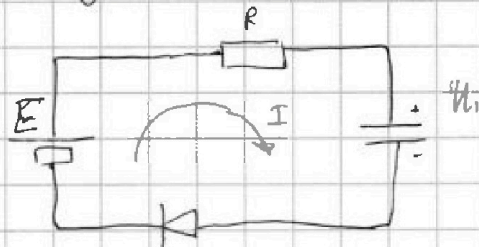
$$C = 200 \text{ мкФ}$$

$$U_0 = 4 \text{ В}$$



2) Сразу после замыкания

По закону Кирхгофа



$$E - U_0 = I \cdot R + U_0$$

$$I = \frac{E - U_0 - U_0}{R}$$

Предположим, что $U_0 = 4 \text{ В}$ ($U_0 = 1 \text{ В}$ тогда $I \geq 4 \text{ мА}$)

тогда $I = \frac{1}{2} \frac{U_0}{R}$ (где $R = 500 \text{ Ом}$) $\Rightarrow I = \frac{8 - 4 - 1}{500} = 6 \text{ мА}$

$6 \text{ мА} \cdot I > 4 \text{ мА} \Rightarrow$ предположение верное

$I_1 = 6 \text{ мА}$ - ток в цепи сразу после замыкания

3) $I_2 = 4 \text{ мА} \Rightarrow U_0 = 1 \text{ В}$

$$E - U_0 = U_0 + I_2 R$$

$$U_2 = E - U_0 - I_2 R = (8 - 1 - 2) \text{ В} = 5 \text{ В}$$

- напряжение на конденсаторе, когда $I_2 = 4 \text{ мА}$

4) Тепло перестает выделяться на резисторе, когда $I = 0$ - ток в цепи

$\Rightarrow U_0 = 0$ - напряжение на диоде

$$E = \frac{q_k}{c} \text{ - усл того, что тока нет}$$

$q_k = CE$ - конечный заряд
 $q_n = cU_0$ - начальный заряд

$$A = E(cE - cU_0) \text{ - работа источника}$$

$$W_1 = \frac{cU_0^2}{2}$$

$$W_2 = \frac{cE^2}{2}$$

энергии конденсатора

$$Q_{\text{полн}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$A + W_1 = Q_{\text{полн}} + W_2 \quad Q_{\text{полн}} = cE(E - U_0) + \frac{c}{2}(U_0^2 - E^2) \text{ - теплоты выделенной всего в цепи}$$

Пока $I \geq 4 \text{ мА}$ $U_0 = 1 \text{ В}$

$$dQ_0 = U_0 I dt = U_0 dq$$

$$Q_1 = (cU_2 - cU_1) \cdot U_0 \text{ - теплота,}$$

которая выделяется на диоде в 1-ом промежутке

$$I \cdot R = \frac{1}{2} U_0 \Rightarrow U_0 = \frac{U_0}{4} = \frac{I \cdot R}{4}$$

Полно согласен, что на втором

$$\Delta Q = U_0 I \cdot dt = \frac{I^2 R}{4} \Delta t$$

укажем (когда $U_0 < 1 \text{ В}$) диод ведет себя как линейный элемент с сопротивлением R

$$R = \frac{1 \text{ В}}{4 \text{ мА}} = 0,25 \cdot 10^3 = \underline{\underline{250 \text{ Ом}}}$$



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.

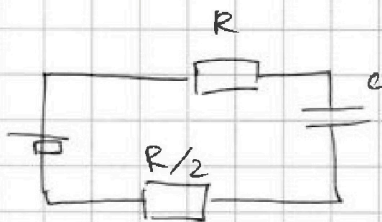
1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

Продолжение задачи номер 3

Тогда эквивалентная схема



Заряд на конденсаторе в конце

$q_2 = CU_2$ в конце $CE = q_1$ работа ит. $A = E(CE - CU_2)$

$\forall t \quad P_1 = I_1^2 R$ т.к. все по-сле $I_1 = I_2$

$P_2 = I_2^2 \frac{R}{2} \Rightarrow \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{2}{1}$ так соотносятся теплоты двух резистора и диода

ЗСЭ:

5) $\frac{CU_2^2}{2} + CE(E - U_2) = \frac{CE^2}{2} + Q_{обц}$ $Q_{обц} = Q_1 + Q_2 = \frac{3}{2} Q_1$ - тепло резистора

U_1 - конд

$Q_{обц} = \frac{C}{2}(U_2^2 - E^2) + CE(E - U_2) =$

$Q_1 = \frac{2}{3} Q_{обц}$

$Q_1 = \frac{2}{3} \left(\frac{C}{2}(U_2^2 - E^2) + CE(E - U_2) \right)$ - тепло на резисторе на 2-ом промежутке

ЗСЭ:

для первого промежутка: \leftarrow тепло резистора

$\frac{CU_1^2}{2} + CE(U_2 - U_1) = \frac{CU_2^2}{2} + Q_0 + CU_0(U_2 - U_1)$

$E = 8В$

$U_2 = 5В$

$U_1 = 4В$

$Q_0 = \frac{C}{2}(U_1^2 - U_2^2) + CE(U_2 - U_1) - CU_0(U_2 - U_1) =$

$\Rightarrow Q = Q_0 + Q_1 = \frac{C}{2}(U_1^2 - U_2^2) + CE(U_2 - U_1) - CU_0(U_2 - U_1) + \frac{C}{3}(U_2^2 - E^2) + \frac{2CE}{3}(E - U_2)$

$Q = \frac{200 \cdot 10^{-6}}{2} (16 - 25) + \frac{200 \cdot 10^{-6}}{3} (25 - 64) + \frac{2}{3} \cdot 200 \cdot 10^{-6} \cdot 8 \cdot 3 - 200 \cdot 10^{-6} + \frac{200 \cdot 10^{-6}}{3} (25 - 64) + \frac{2}{3} \cdot 200 \cdot 10^{-6} \cdot 8 \cdot 3$

$= (-9 + 2 - 26 + 32) \cdot 10^{-4} Дж = 11 \cdot 10^{-4} Дж$ - суммарное тепло

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 1

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!

Задача 4

$$R_1 = R_2 = R$$

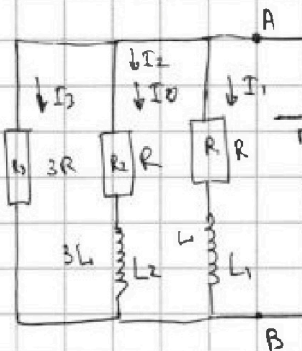
$$R_3 = 3R$$

$$r = R/7$$

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 3L$$

$$E$$



1) В уст. режиме

$$I = \text{const}$$

$$\Rightarrow \text{ЭДС катушек} = 0$$

Тогда по закону Кирхгофа

$$E = I_0 \cdot R_2 + r(I_0 + I_3 + I_1)$$

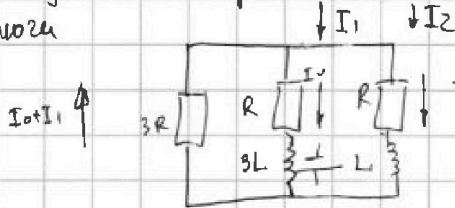
$$I_1 + I_0 + I_3 = \frac{E}{r + \frac{R \cdot 3R}{\frac{1}{2}R}} = \frac{E}{\frac{R}{2} + \frac{3R}{2}} = \frac{7E}{4R} \quad \text{— общий ток}$$

$$I_0 = I_1 = 3I_3 \quad 6I_0 + I_3 = \frac{7E}{4R}$$

$$I_0 = \frac{E}{4R} \Rightarrow I_0 = \frac{3E}{4R} = \frac{3E}{4R}$$

3) Сразу после замыкания ключа

Через катушки ток не изменится:

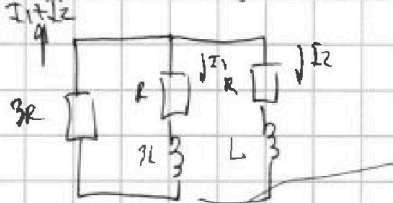


$$-3L \frac{dI}{dt} = (I_0 + I_1)3R + I_0 R$$

$$\left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{1}{3L} (4I_0 R + 3I_1 R) = \frac{7I_0 R}{3L}$$

$$= \frac{7 \cdot \frac{3E}{4R} R}{3L} = \frac{7E}{4L} = \left| \frac{dI}{dt} \right|$$

4) По правую Кирхгофа



$$3R(I_1 + I_2) + I_2 R = -L \frac{dI_2}{dt} \quad | \cdot dt \quad \text{умножим на } dt$$

$$3R(I_1 + I_2) + I_1 R = -3L \frac{dI_1}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$3R(q_1 + q_2) + q_2 R = L I_0$$

$$3R(q_1 + q_2) + q_1 R = 3L \cdot I_0$$

$$q_3 = q_1 + q_2$$

заряд протекший через катушки

$$7R(q_1 + q_2) = 4L I_0 \quad q_1 + q_2 = \frac{4L}{7R} I_0 = \frac{4L}{7R} \cdot \frac{3E}{4R} = \frac{3EL}{7R^2}$$

$$\begin{cases} 3R(\Delta q_1 + \Delta q_2) + \Delta q_2 R = -L \Delta I_2 \\ 3R(\Delta q_1 + \Delta q_2) + \Delta q_1 R = -3L \Delta I_1 \end{cases} \quad \text{изменились токи}$$

$$\Delta I_2 = 0 - I_0 = -I_0$$

$$\Delta I_1 = 0 - I_0 = -I_0$$



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

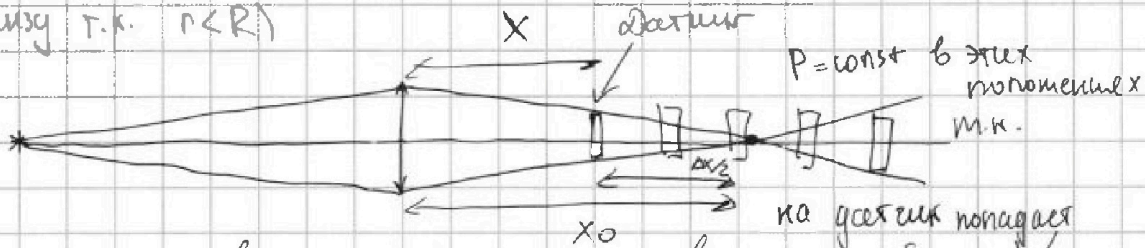
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

N° 5 Плотность потока энергии уменьшается в зав-ти от x между линзой и датчиком.

Пусть суммарная энергия попадающая на линзу = W
 линза может быть только собирающей, т.к. мощность увеличивается с увеличением x , значит фокус уменьшается.

(на датчик попадает только тот свет, который проходит через линзу т.к. $r < R$)



тогда между двумя этими положениями все энергия света W

$$\Delta x \quad x_2 - x_1 = 48 - 16 = 32 \text{ см}$$

$P = 6 \text{ мВт}$ - суммарная мощность энергии

тогда положение изображения $x_0 = x_1 + \frac{\Delta x}{2} = (16 + 16) \text{ см} = 32 \text{ см}$

из подобия $\frac{R}{r} = \frac{x_0}{x_0 - x_1} = \frac{2x_0}{\Delta x}$ $r = \frac{R}{2x_0} \cdot \Delta x = \frac{32}{2 \cdot 32} = 1,5 \text{ см}$

2) из формулы тонкой линзы

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{x_0} = \frac{1}{f}$$

$$F = \frac{ax_0}{a+x_0} = \frac{48 \cdot 32}{48+32} = \frac{16 \cdot 3 + 16 \cdot 2}{16 \cdot 5} = \frac{16 \cdot 6 \cdot 2}{10}$$

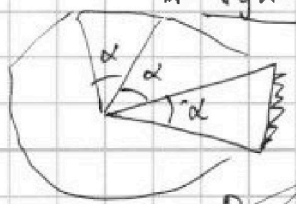
$f = 19,2 \text{ см}$ - фокусное расстояние линзы

$$\begin{array}{r} \times 16 \\ 12 \\ \hline 32 \\ 16 \\ \hline 192 \end{array} \quad \begin{array}{r} +1 \\ 32 \\ \hline 192 \end{array}$$

3) $P_0 = 6 \text{ мВт}$ - энергия попадающая на датчик

так как $R \ll a$ то $\sin \alpha \approx \alpha$ $R \ll a \Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha$

и $\sin \alpha = \frac{R}{a}$ $\alpha \approx \frac{R}{a}$ $R \ll a$ найдем γ по: $R \approx \frac{\sqrt{I R^2}}{a^2} \Rightarrow \frac{R}{a} = \frac{\sqrt{I R^2}}{a^2}$



$$P_{\text{лин}} = P \cdot \frac{R^2}{4a^2} = 6 \cdot \frac{9}{48 \cdot 48} \text{ мВт} = \frac{9}{48 \cdot 48} \text{ мВт}$$

$$P_{\text{лин}} = P \cdot \frac{R^2}{4a^2} = 6 \cdot \frac{9}{48 \cdot 48} \text{ мВт} = \frac{9}{48 \cdot 48} \text{ мВт}$$



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!

$$\frac{R}{4\pi T} = \frac{P}{P_{\text{max}}} \quad P_{\text{max}} = \frac{P}{R} \cdot 4\pi T = \frac{P}{\pi R^2} \cdot a^2 \cdot 4\pi T =$$
$$= P \cdot \frac{4a^2}{R^2} = 6 \cdot \frac{4 \cdot 48 \cdot 48}{9} \text{ МВт} =$$
$$= \boxed{6 \cdot 4 \cdot 16 \cdot 16 \text{ МВт}}$$

Рольше мощность

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-кола недопустима!

Задача №5 Черновик

$$R = 3 \text{ см}$$

$$a = 48 \text{ см}$$

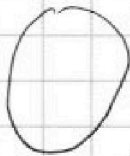
$$R < R$$

$$F - ?$$

$$P_0$$

$$R \ll a$$

источник



Решение:

Мощность \sim площади сеч
пов-ти дужки

1) Когда расстояние между линзой и датчиком равно нулю, мощность собирается
не максимальная и возрастает \Rightarrow линза не может быть рассеивающей
т.е. если $R < R$, то при $x=0$ R будет максимальной и не будет
метаться при изменении x

2) при возрастании $x - R$ уменьш \Rightarrow линза рассеивающая

Задача №5

$$1) R = 3 \text{ см}$$

$$a = 48 \text{ см}$$

График

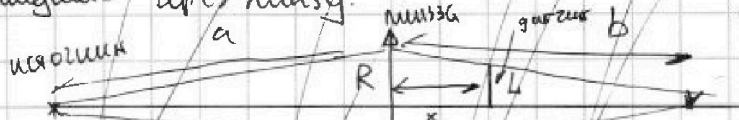
$$R < R \text{ найти } r$$

$$F - ?$$

$$P_0 - ? \text{ если } R \ll a$$

1) Если радиус датчика меньше радиуса линзы

и график $P(x)$ сначала возрастает, а затем
убывает. 1. На датчик могут попасть лучи только
прошедшие через линзу.



Максимальную мощность датчик регистрирует, когда освещен сканирующей
его поверхностью. Пусть линза собирающая. Плотность энергии
на линзе

завяз освещенности от x

$$E(x) = \left(\frac{b-x}{b}\right)^2 \cdot \pi R^2 \cdot p = \left(1 - \frac{x}{b}\right)^2 \cdot \pi R^2 \cdot p$$

$$\frac{b-x}{b} = \frac{a}{R} \quad L = R^2 \cdot \left(\frac{b-x}{b}\right)^2$$

$$\pi L^2 \cdot p = \pi R^2 \left(\frac{b-x}{b}\right)^2 \cdot p$$



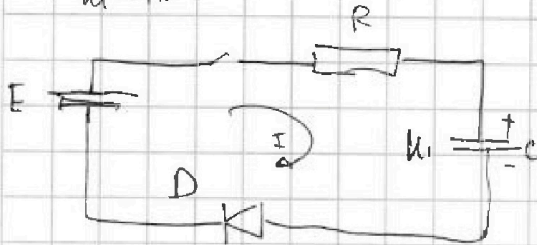
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

3. $E = 8\text{ В}$ $R = 500\text{ Ом}$ $C = 200 \cdot 10^{-6}\text{ Ф}$
 $U_1 = 4\text{ В}$



Диод открыт

$4 = I \cdot 500 + U_0$

Збд

$E - U_1 = IR + U_0$

$U_0 = E - U_1 - IR$

$U_0 = 4\text{ В} - I \cdot 500$

$U_0 = U$

$\frac{E - U_1}{R} = I = \frac{4}{500} = \frac{8}{1000} = 0,008$

$U_0 = 4 - I \cdot 500$

$\begin{cases} U_0 = \frac{1}{2} \cdot I \cdot 1000 & I < 4 \\ U_0 = 1 & I > 4 \end{cases}$

$I \cdot 500 = 4 - I \cdot 500$

4 мА $U_0 = 1\text{ В}$

$E - U_2 = I_2 \cdot R + U_0$

$U_2 = E - I_2 \cdot R - U_0 = 8 - 4,05 - 1 = 5\text{ В}$

когда ток неестественно?

$E - U_0 - U_C = 0$

$E = U_0 + U_C$

$U_0 = 0$ при $I = 0$

$I = 4\text{ мА} \Rightarrow U_0 = 2\text{ В}$ противоречит

$U_0 = 1$ $1 = 4 - I \cdot 500$

$\frac{8}{1000} = I$ $I = 8\text{ мА}$

$U_C = E = 8\text{ В}$

Находим q и определяем разность U_C и U_0 пополам

4)

$2F = P_2 \cdot S$

$P_2 = \frac{2F}{S} = 2\text{ Па}$

$2P_1 \cdot V_2 = (U_1 \cos \alpha + U_2 \cos \beta) R T_2$

$P_1 \cdot V_1 = (U_1 \cos \alpha + U_2 \cos \beta) R T_1$

$0 = A + C_m (T_2 - T_1)$

$A = 2F (V_2 - V_1)$

$PV \frac{C_m + R}{C_m + R} = \frac{C_m + R}{C_m}$

$P_H(t)$

$8 \cdot 4$

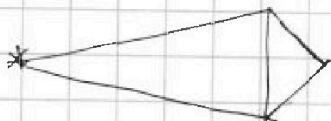
32

$W_2 - W_1 = Q = \frac{A}{2}$

~~$64 - 16$~~

$\frac{C}{2} (64 - 16) = \frac{C}{2} \cdot 48 = C \cdot 24$

$A = C \cdot 8 (8 - 4) = C \cdot 32$



9

$E - U_C = IR + U_0$

$I =$

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!

Задача №1

3 м , м
 $H = 13/4\text{ м}$
 $\text{tg}\varphi = 3/2$

Решение:

$\frac{kx^2}{2} \rightarrow$ энергия запятой в пружине

$$\frac{kx^2}{2} = mgh = E_{\text{эл}}$$

$$\text{tg}\varphi = \frac{3}{2}$$

$$\frac{1}{\cos^2\varphi} = \text{tg}^2\varphi + 1$$

$$\cos\varphi = \frac{1}{\sqrt{\text{tg}^2\varphi + 1}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{9}{4} + 1}} = \frac{2}{\sqrt{13}}$$

$$= \frac{2}{\sqrt{13}}$$

$$\sin\alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{13}} = \frac{3}{\sqrt{13}}$$



$$\frac{kx^2}{2} = mgh = \frac{mv_0^2}{2} \quad v_0^2 = 2gh$$

$$v_0 = \sqrt{2gh} \quad \text{— начальная скорость}$$

$$\frac{v_0 \sin\alpha}{2g} = \tau$$

$$v_0 \cos\alpha \cdot \tau = S_2 = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{4g} = S_2 = \frac{(v_0^2 \sin\alpha \cdot \cos\alpha)}{2g}$$



v_0 в 2-ом случае

ЗСМ по x $3m\mu = mv_x$

$$\text{т.к. нет внешних сил} \quad R_{\text{сп}} mH = \frac{mv^2}{2} + \frac{3m\mu^2}{2}$$

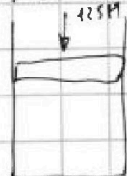
$$\text{знаем } y \text{ сдв } \Rightarrow v_x = v \cdot \cos\varphi$$

$$\text{находим } v_x; v_y \Rightarrow S_3$$

Задача №2

$S = 10\text{ см}^2$ $P_{\text{н.п}} = 10^4\text{ Па}$
 $\varphi_1 = 0,75$
 $t_1 = 100\text{ с}$
 $F = 125\text{ Н}$
 $P_0 = 100\text{ кПа}$
 $C_{V1} = \frac{5}{2}R$ воздух
 $C_{V2} = 3R$ пар

Решение:



$$\frac{P_1}{P_{\text{н.п}}} = 0,75 \quad P_{\text{н.п}} = 75\text{ кПа} \quad \text{— давление паров}$$

$$P_1 = \frac{E}{S} = \frac{125\text{ Н}}{10 \cdot 10^{-4}\text{ м}^2} = 125 \cdot 10^4\text{ Па} = 125\text{ кПа}$$

$$\frac{P_1}{P_0} = \frac{125}{100} = 1,25$$

$$P_1 = P_{\text{н.п}} + P_0$$

$$P_0 = 125\text{ кПа} - 75\text{ кПа} = 50\text{ кПа}$$

$$P_{\text{н.п}} = \frac{\nu_1 RT}{V} \quad P_0 = \frac{\nu_0 RT}{V}$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_0} = \frac{P_{\text{н.п}}}{P_0} = \frac{75}{50} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$P_1 = \frac{(\nu_1 + \nu_0) RT_1}{V}$$

$$2P_1 = \frac{(\nu_1 + \nu_0) RT_2}{V} \quad \text{давление воздуха}$$

P_0 — воздух \Rightarrow Ренкю и по графику