

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

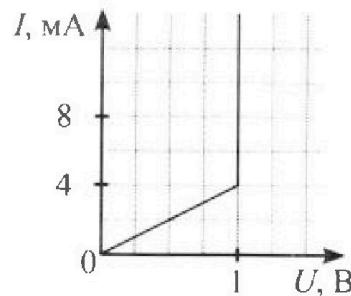
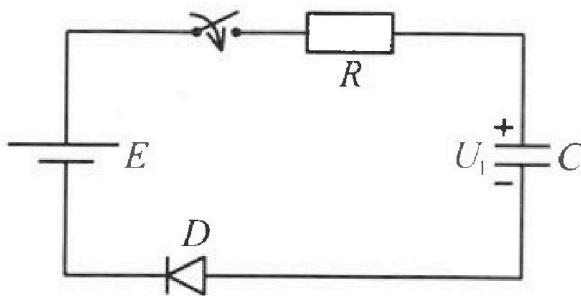
Вариант 11-06



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.

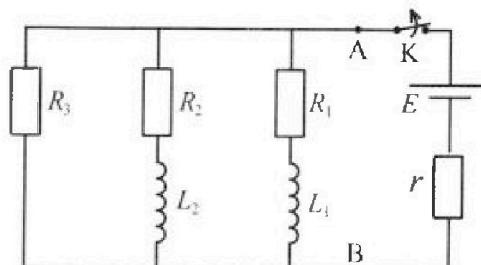
- 1) Найти ток I_1 в цепи сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти напряжение U_2 на конденсаторе в момент, когда ток в цепи станет $I_2 = 4$ мА.
- 3) Какое количество теплоты Q выделится на резисторе после замыкания ключа?



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.

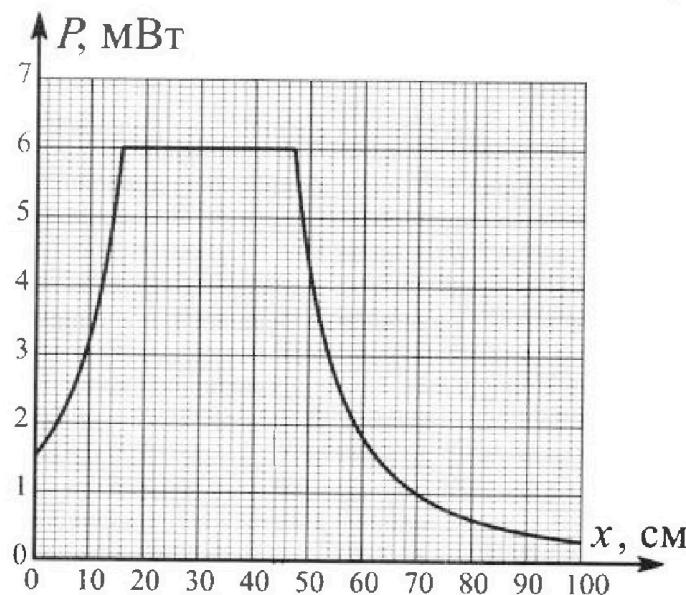
- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке L_2 сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд q_3 , протекший через резистор R_3 после размыкания ключа.

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 меньшее 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 ($\tan \varphi = 3/2$) 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.

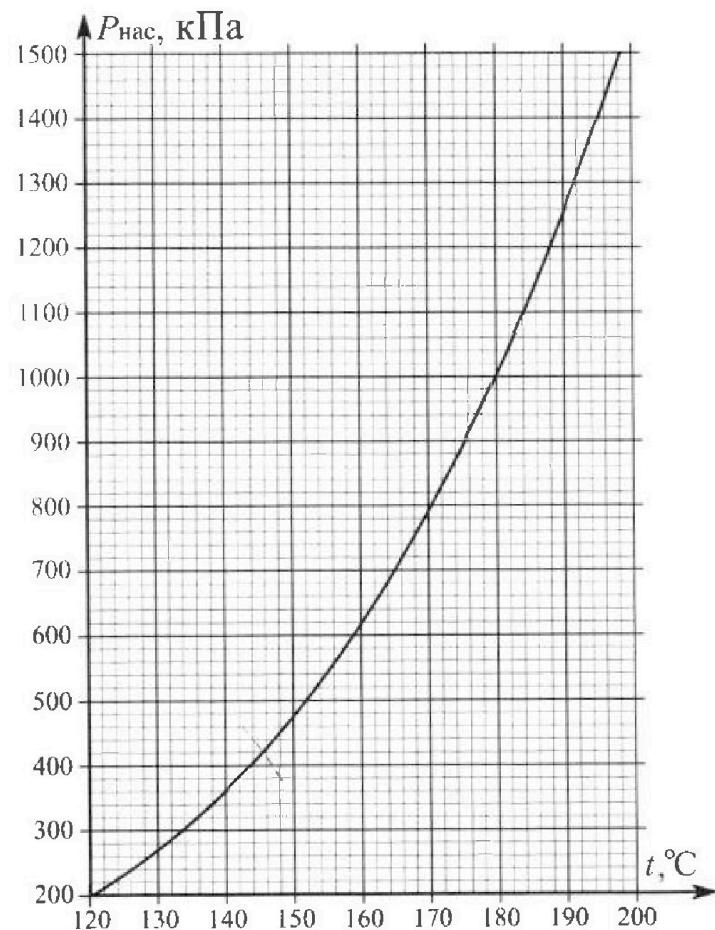
- 1) Найти дальность полета S_2 снаряда при втором выстреле.
- 2) На каком расстоянии S_3 от места выстрела снаряд упадет на пол при третьем выстреле?

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 $S = 10 \text{ см}^2$ 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 $C_{V1} = 5R/2$ (сухой воздух), $C_{V2} = 3R$ (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.





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.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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

$$H = \frac{13}{4} \text{ м}$$

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

Решение:

$$1) \operatorname{tg}\varphi = \frac{3}{2}$$

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

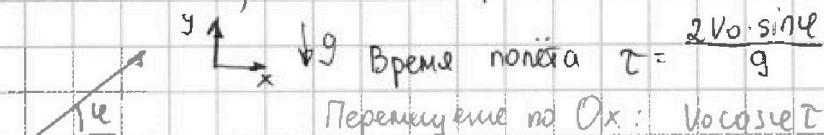
$$\sin\varphi = \sqrt{1 - \cos^2\varphi} = \sqrt{1 - \frac{4}{13}} = \frac{3}{\sqrt{13}}$$

2) Внешние силы в 1-м случае не действуют совершают работу!

по ЗСД: $\frac{kx^2}{2} = mgh$ (в верхней точке скорость снаряда равна 0)

3) 2-й случай аналогично, начальная скорость по ЗСД: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{kx^2}{2} = mgh$

$$v_0^2 = 2gh$$



Перемещение по Ох: $v_0 \cos\varphi t = s_2$
т.к. проекция скорости по Ох = const

$$s_2 = \frac{v_0 \cos\varphi \cdot 2v_0 \sin\varphi}{g} = \frac{2v_0^2 \sin\varphi \cos\varphi}{g} = \frac{4gh \cdot \sin\varphi \cos\varphi}{g} = 4H \cdot \sin\varphi \cos\varphi =$$

$$= 4 \cdot \frac{13}{4} \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} \text{ м} = [6 \text{ м}]$$

4) Во втором 3-м случае импульс сохраняется по оси x, внешние силы работы не совершают.

ЗСИ: $3m\ddot{u}_x + 3mV_x = 0 \Rightarrow \ddot{u}_x = 3u$ (по закону Гюка)

ЗСЭ: $\frac{kx^2}{2} = 2mgh = \frac{3mu^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$

Приём в CO теплушки:

$$\begin{aligned} \ddot{u}_x &= \ddot{u} + V_x & \text{и } \operatorname{tg}\varphi = \frac{V_y}{\ddot{u} + V_x} \\ V_y &= V_y \end{aligned}$$

$$V = \sqrt{3m\ddot{u}^2 + g^2 u^2} = 3\sqrt{5} \text{ м}$$

$$V^2 = 45u^2$$

Вернёмся к ЗСД: $mgh = \frac{3mu^2}{2} + \frac{45mu^2}{2}$
 $2gh = 48u^2 \quad u^2 = \frac{gh}{24}$

$$V_y = \operatorname{tg}\varphi \cdot 4u = \frac{3}{2} \cdot 4u = 6u$$

5) Аналогично 2-му случаю

$$2 \frac{V_y}{g} \cdot V_x = s_3 = 2 \frac{6u \cdot 3u}{g} - \frac{36 \cdot \frac{gh}{24}}{g} = \frac{6}{4} H = \frac{3}{2} H = \frac{3}{2} \cdot \frac{13}{4} = \boxed{\frac{39}{8} \text{ м}}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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

$$S = 10 \text{ см}^2$$

$$\chi_1 = 0,75$$

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

$$F = 125 \text{ Н}$$

$$2F$$

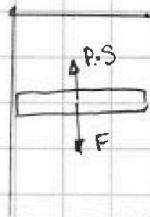
$$p_0 = 100 \text{ кПа}$$

$$C_{V1} = \frac{5}{2} R$$

$$C_{V2} = 3R$$

Решение:

1)



Условия равновесия пары сил:

$$F = p_1 \cdot S \quad p_1 = \frac{F}{S}$$

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

2) p_1 - суммарное давление пара и воздуха

$$p_1 = p_{\text{пар}} + p_{\text{возд}} \Rightarrow \text{т.к. } \chi_1 = 0,75 \quad p_{\text{пар}} = 0,75 \text{ кПа}$$

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

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

$$\Rightarrow p_{\text{возд}} = p_1 - p_{\text{пар}} = 50 \text{ кПа}$$

Чтобы состояло из 2-х состояний

$$p_{\text{пар}} \cdot V_1 = \frac{N_1}{N_A} \cdot R \cdot t_1, \quad p_{\text{возд}} \cdot V_1 = \frac{N_2}{N_A} \cdot R \cdot t_1$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{p_{\text{пар}}}{p_{\text{возд}}} = \frac{75}{50} = 1,5 \Rightarrow p_{\text{пар}} = \frac{3}{2} p_{\text{возд}}$$

3) Когда масса воздуха возрастает, воздух претерпевает ~~изменение состояния~~ изменение состояния, ссылаясь на $p_{\text{пар}}$. Конденсируется. В состояниях равновесия

$$2F = p_2 \cdot S - \text{конденсат}$$

$$p_2 V_2 = (p_{\text{возд}} + p_{\text{пар}}) R T_2 \quad \text{Работа совершенная над системой } A = \frac{2F}{S} (V_1 - V_2)$$

По 3-ем

$$C_{V1} p_{\text{возд}} T_1 + C_{V2} p_{\text{пар}} T_1 + \frac{2F}{S} (V_1 - V_2) = C_{V1} p_{\text{возд}} T_2 + C_{V2} p_{\text{пар}} T_2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2F V_2 = (p_{\text{возд}} + p_{\text{пар}}) R T_2 \\ p_2 V_2 = (p_{\text{возд}} + p_{\text{пар}}) R T_2 \end{array} \right. \quad V_1 > V_2$$

$$p_2 V_2 = (p_{\text{возд}} + p_{\text{пар}}) R T_2$$

$$p_2 V_2 = (p_{\text{возд}} + p_{\text{пар}}) R T_2$$

$$\frac{2F}{S} (V_1 - V_2) = C_{V1} p_{\text{возд}} (T_2 - T_1) + C_{V2} (p_{\text{пар}} T_2 - p_{\text{пар}} T_1)$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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

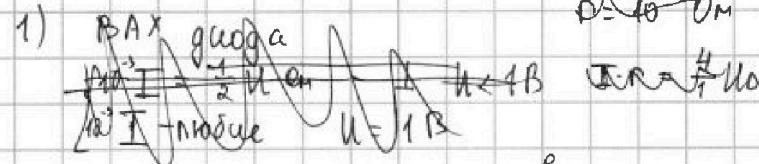
Решение:

$$E = 8 \text{ В}$$

$$R = 500 \Omega$$

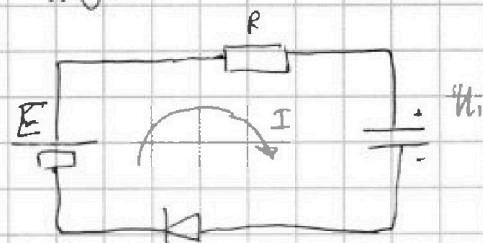
$$C = 200 \mu\text{F}$$

$$U_0 = 1 \text{ В}$$



2) Сразу после замыкания

по закону Кирхгофа



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

$$I = \frac{E - U_0 - U_0}{R} \quad \text{Предположим, что ток 4 мА} \quad U_0 = 1 \text{ В (тогда } I = 4 \text{ мА)}$$

$$\text{тогда } I = \frac{1}{2} \frac{U}{R} \quad (\text{тогда } U = 2 \text{ В}) \Rightarrow I = \frac{(8 - 1 - 1) \cdot 1}{500 \Omega} = 6 \text{ мА}$$

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

$I_i = 6 \text{ мА}$ - ток 6 уenu сразу после замыкания

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

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

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

4) Токи перестают выделяться на резисторе, когда $I = 0$ - ток 6 уenu

$\Rightarrow U_0 = 0$ - напряжение на диоде

$$E = \frac{qK}{C} - \text{если это, то тока нет} \quad qK = CE - \text{конечный заряд}$$

$q_f = C U_0$ - начальный заряд

$$A = E(CE - CU_0) = \text{работа источника}$$

$$W_1 = \frac{CE^2}{2} \quad \left. \right\} \text{энергия конденсатора}$$

$$W_2 = \frac{CU_0^2}{2}$$

$$Q_{\text{полн}} = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$A + W_1 = Q_{\text{полн}} + W_2 \quad Q = CE(E - U_0) + \frac{C}{2}(U_0^2 - E^2) \quad \text{- теплоты выделившиеся}$$

всего в уenu

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

$$dQ_0 = U_0 I dt = U_0 dq \quad Q_1 = (C(U_0 - CU_0)) \cdot U_0 = \text{теплота,}$$

которое выделилось на диоде 6 1-ом промежутке

$$I \cdot R = \frac{1}{2} U_0 R \Rightarrow U_0 = \frac{I \cdot R}{2} \quad \text{Помимо этого, что на втором}$$

$$\Delta Q = U_0 I \cdot \Delta t = \frac{I^2 \cdot R}{2} \cdot \Delta t \quad (\text{когда } U_0 < 1 \text{ В}) \quad \text{участке диод ведет себя как линейный}$$

элемент с сопротивлением R

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

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

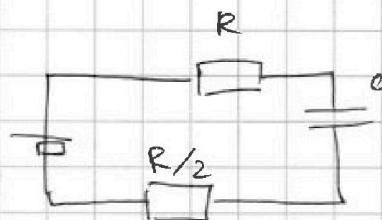
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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 начале



$$q_2 = CU_2 \quad \text{б конде} \quad CE = q_1 \quad \text{работа пот.} \quad A = E (CE - CU_2)$$

$$\forall t \quad P_1 = I_1^2 R \quad \text{т.к. по условию } I_1 = I_2$$

$$3c3: \quad P_2 = I_2^2 \frac{R}{2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{2}{1} \quad \text{так как одинаковые температуры резистора и диода}$$

$$5) \quad \underbrace{\frac{CU_1^2}{2}}_{W_1 - \text{заряд}} + \underbrace{CE(E-U_2)}_{\text{работа пот}} = \frac{CE^2}{2} + Q_{\text{общ}} \quad Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 = \frac{3}{2} Q_1 - \text{тепло резистора}$$

$$Q_{\text{общ}} = \frac{C}{2}(U_2^2 - E^2) + CE(E-U_2) = Q_1 = \frac{2}{3} Q_{\text{общ}} \quad \text{тепло на резисторе}$$

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

3c3:
они первого промежутка:

$$\frac{CU_1^2}{2} + CE(U_2 - U_1) = \frac{CU_2^2}{2} + Q_0 + U_D(CU_2 - CU_1) \quad E = 8V$$

$$Q_0 = \frac{C}{2}(U_1^2 - U_2^2) + CE(U_2 - U_1) - CU_D(U_2 - U_1) = \quad U_2 = 5V$$

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

$$Q = \frac{200 \cdot 10^{-6}}{2} (16 - 25) + 200 \cdot 10^{-6} \cdot 8 (5 - 4) - 200 \cdot 10^{-6} + \frac{200 \cdot 10^{-6}}{3} (25 - 64) + \frac{2}{3} \cdot 200 \cdot 10^{-6} \cdot 8 \cdot 3 \\ 10^{-4} \cdot (-9) + 8 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{-4} - 20 \cdot 10^{-4} + 32 \cdot 10^{-4}$$

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



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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

$$R_1 = R_2 = R$$

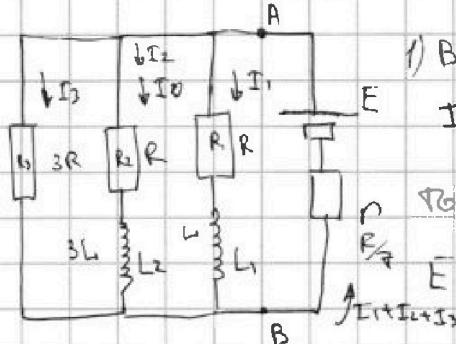
$$R_3 = 3R$$

$$r = R/7$$

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 3L$$

$$E$$



1) В ус. решем

$$I = \text{const}$$

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

по закону Кирхгофа

$$E = I_0 \cdot R_2 + r(I_0 + I_1 + I_2)$$

$$I_1 + I_0 + I_2 = \frac{E}{r + \frac{\frac{R}{2} \cdot 3R}{\frac{R}{2}R}} = \frac{E}{\frac{R}{2} + \frac{3R}{2}} = \frac{7E}{4R} \quad \text{- общая ток}$$

$$I_0 = I_1 = 3I_2$$

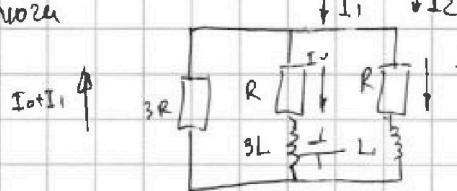
$$6I_0 + I$$

$$6I_0 + I_2 = \frac{7E}{4R}$$

$$I_2 = \frac{E}{4R} \Rightarrow I_0 = \frac{5E}{4R} = \frac{5E}{4R}$$

3) Сразу после размыкания

ключей



через катушки ток не изменился:

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

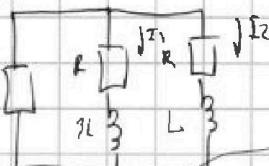
$$\left| \frac{dI}{dt} \right| = \frac{1}{3L} (4I_0 R + 5I_1 R) = \frac{7I_0 R}{3L}$$

$$= \frac{7 \cdot \frac{5E}{4R} R}{3L} = \frac{7E}{4L} = \left| \frac{dI}{dt} \right|$$

4) По правилу Кирхгофа

$$I_1 + I_2$$

$$3R$$



$$3R(I_1 + I_2) + I_2 R = -L \frac{dI_2}{dt}$$

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

$$3R(q_1 + q_2) + I_2 R = L I_0$$

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

$$q_3 = q_1 + q_2$$

здесь
последнее
перенесено
изменение тока

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

$$\left\{ \begin{array}{l} 3R(\Delta q_1 + \Delta q_2) + \Delta q_2 R = -L \Delta I_2 \\ 3R(\Delta q_1 + \Delta q_2) + \Delta q_1 R = -3L \Delta I_1 \end{array} \right. \quad \text{изменение тока}$$

$$3R(\Delta q_1 + \Delta q_2) + \Delta q_1 R = -3L \Delta I_1$$

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

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



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

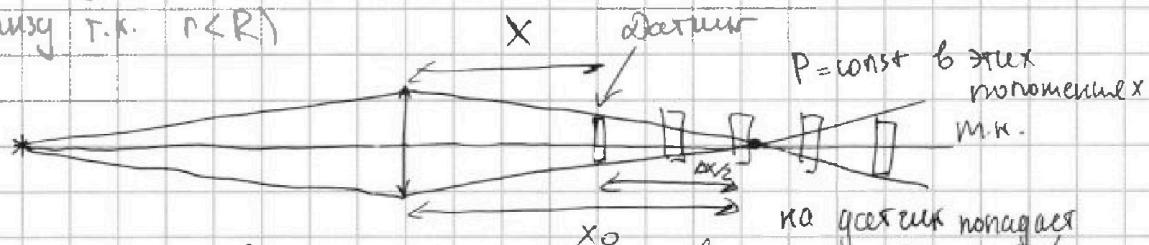
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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 меняется в зависимости от x между линзой и экраном.

Пусть суммарная энергия попадающая на линзу = P .
Линза может быть только собирающей т.к. мощность увеличивается с увеличением x, значит лучок излучается.

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



Тогда между двумя экранами
получим

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

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

изображения

$$\text{Тогда положение линзы } x_0 = x_1 + \frac{\Delta x}{2} = 16 + 16 = 32 \text{ см}$$

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

2) из фокусной точки линзы радиус фокуса

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{x_0} = \frac{1}{f} \quad F = \frac{ax_0}{a+x_0} = \frac{48 \cdot 32}{48+32} = \frac{16 \cdot 3 + 16 \cdot 2}{16 \cdot 5} = \frac{16 \cdot 6 \cdot 2}{10} =$$

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

$$\frac{16}{12} + \frac{1}{19,2} = \frac{1}{f} \quad 3) P_0 = 6 \text{ МВт} - \text{энергия попадающая на первый экран}$$

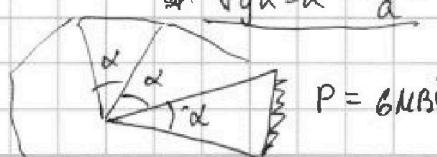
так как $R > f$ то $R > 2f$ \Rightarrow ~~второй экран~~

\Rightarrow ~~второй экран~~ $R \gg a \Rightarrow$ ~~второй экран~~

~~второй экран~~

$$\sin \alpha = \frac{a}{R} \quad \alpha = \arcsin \frac{a}{R} \quad R \gg a \quad \text{найдём угол: } \angle \alpha = \frac{1}{2} \theta \quad \theta = \frac{2\pi}{\lambda} \quad \text{таким образом}$$

$$\text{причём } P = P_0 \cos \theta \quad R \approx \frac{\lambda R^2}{a^2} \quad \frac{\sqrt{3}}{4\pi} = \frac{P_{\text{потеря}}}{P_0} \quad P = P_0 \frac{\sqrt{3}}{4\pi} = \frac{P_0}{2\pi a} = \frac{P_0}{\sqrt{a} \cdot \pi}$$



$$P_{\text{потеря}} = \frac{P_0}{2\pi a} \quad P_{\text{потери}} = P \cdot \frac{2R}{2\pi a} = \frac{P_0}{\sqrt{a} \cdot \pi}$$

$$P_{\text{потери}} = P \cdot \frac{R^2}{4\pi a^2} = 6 \cdot \frac{9}{48 \cdot 4} \text{ МВт} = \frac{9}{8 \cdot 48} \text{ МВт} = \boxed{0,1875 \text{ МВт}}$$



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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$\frac{P}{4\pi r^2} = \frac{P}{\rho_{\text{жид}} \cdot V}$$
$$P_{\text{жид}} = \frac{P}{\rho_0} \cdot 4\pi r^2 = \frac{P}{\rho_0 \cdot \pi R^2} \cdot a^2 \cdot 4\pi r^2 =$$
$$= P \cdot \frac{4a^2}{R^2} = 6 \cdot \frac{4 \cdot 48 \cdot 48}{9} \text{ МВт} =$$
$$= \boxed{6 \cdot 4 \cdot 16 \cdot 16 \text{ МВт}}$$

Решение получилось

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.



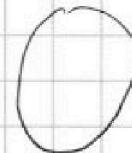
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

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

Задача № 5 Черновик

исходник



$$R = 3 \text{ см}$$

$$a = 48 \text{ см}$$

$$r < R$$

$$P_0 \\ R \ll a$$

$$F - ?$$

Мощность \sim площадь обл
пов-ти усиления

Решение:



1) Когда расстояние между линзой и источником равно радиусу, мощность не максимальна и возрастает \Rightarrow линза не может быть ~~рассасывающей~~
т.к. если $r < R$, то при ~~рас~~ $P = \frac{P_0}{x^2}$ ~~рассасывающая и не дает~~
~~шестипад~~ — при ~~рас~~ ~~рассасывающая~~

2) При возрастании $x - R$ уменьш. \Rightarrow линза рассасывающая

Задача № 5

$$R = 3 \text{ см}$$

$$a = 48 \text{ см}$$

График

$r < R$ найти r

$F - ?$

$P_0 - ?$ если $R \ll a$

максимальную мощность делянка регистрирует, когда сдвигает максимальную обл поверхности Рядом линза собирает свет. плотность энергии на линзе

$$\frac{W}{S \cdot DTR}$$

$$E(x) = \frac{(D-x)^2}{b} \cdot JIR^2 \cdot P = \left(1 - \frac{x}{b}\right)^2 JIR^2 P$$

здесь L сдвигается от x вперед

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

$$JIR^2 \cdot P = JIR^2 \cdot \left(\frac{b-L}{b}\right)^2 P$$

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.



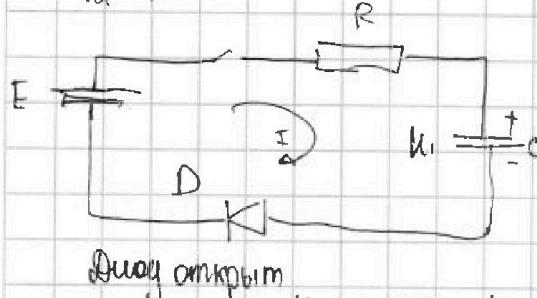
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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. $E = 8V$ $R = 500\Omega$ $C = 200 \cdot 10^{-6} F$

$U_1 = 4V$



Диод открыт

$$4 = I \cdot 500 + U_0$$

761

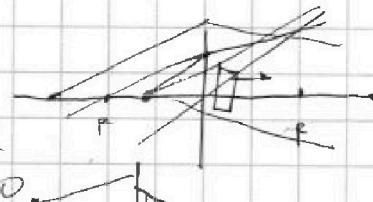
$$E - U_1 = IR + U_0$$

$$U_0 = E - U_1 - IR$$

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

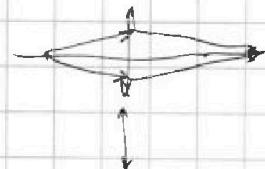
$$U_0 = U$$

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



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

$$\begin{cases} U_0 = \frac{1}{2} \cdot I \cdot 1000 \\ U_0 = 1 \end{cases}$$



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

$$I = 4mA \Rightarrow U_0 = 2V \text{ противоречие}$$

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

$$\frac{4}{1000} = I \quad I = 6mA$$

$$4mA \quad U_0 = 1V$$

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

$$U_2 = E - I_2 \cdot R - U_0 = 8 - 4 \cdot 0,5 - 1 = 5 V$$

когда ток перестанет zero?

$$E - U_0 - U_C = 0 \quad E = U_0 + U_C$$

$$U_0 = 0 \text{ при } I = 0$$

$$U_0 = E = 8V$$

Найдем q
и опишем расстояние
не делем пополам

(4)

$$2F = P_2 \cdot S \quad P_2 = \frac{2F}{S} = 2P_1$$

$$2P_1 \cdot V_2 = (\nu_{B03g} + \nu_{par2}) RT_2$$

$$P_1 \cdot V_1 = (\nu_{B03g} + \nu_{par2}) RT_1$$

$$Q = A + Cn(T_2 - T_1)$$

$$A = 2F(V_2 - V_1)$$

$$PV \frac{Cn/T_2}{Cn/T_1 + R} = \frac{Cn/V_2}{Cn/V_1}$$



$P_1(V_1)$

$$8 \cdot 4$$

$$32$$

$$V_2 - V_1 = Q = \frac{A}{2}$$

$$\frac{64 - 16}{2}$$

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

$$\textcircled{1} \quad A = C \cdot 8 (8 - u) = C \cdot 32$$

$$E - U_0 = IR + U_0$$

$$I =$$



9



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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

$$H = 13/4 \text{ м}$$

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

Решение:

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

$$\frac{kx^2}{2} = mgH = E_{\text{нар}}$$

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

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

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

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

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = \frac{3}{\sqrt{13}}$$

$$\frac{kx^2}{2} = mgH = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_0^2 = 2gH$$

$$v_0 = \sqrt{2gH} \text{ начальная скорость}$$

$$\frac{v_0 \sin \varphi}{2g} = c$$

$$v_0 \cos \varphi \cdot c = s_2 = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{4g} = s_2 = \frac{(v_0^2 \sin \varphi \cos \varphi)}{2g}$$

В 2-ом случае



$$\text{ЗСИ по } x \quad 3m = mv_x \\ \text{т.к. нет. внешн. сил} \quad 2gH = \frac{mv^2}{2} + \frac{mu^2}{2} \\ \text{знаем } u \text{ и } v \Rightarrow v_x = v \cdot \cos \varphi \\ \text{находим } v_x; v_y \Rightarrow s_3$$

Задача №2

$$S = 10 \text{ см}^2 \quad P_{\text{н.н}} = 10^5 \text{ Па}$$

$$\psi_1 = 0,75$$

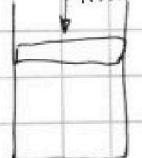
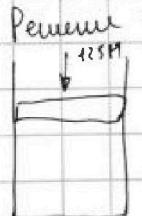
$$t_1 = 100^\circ \text{C}$$

$$T = 125 \text{ K}$$

$$P_0 = 100 \text{ kPa}$$

$$C_{V1} = \frac{5}{2} R \text{ барык}$$

$$C_{V2} = 3R \text{ раб}$$



Решение:

$$\frac{P_1}{P_{\text{н.н}}} = 0,75 \quad P_{\text{н.н}} = 75 \text{ kPa} \text{ - давление паров в}$$

$$P_1 = \frac{E}{S} = \frac{125H}{10 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 0,125 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 125 \text{ kPa}$$

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

$$P_1 = P_{\text{н.н}} + P_B$$

$$P_B = 125 \text{ kPa} - 75 \text{ kPa} = 50 \text{ kPa}$$

$$P_{\text{н.н}} = \frac{P_B RT}{v} \quad P_B = \frac{P_B RT}{v}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{P_{\text{н.н}}}{P_B} = \frac{75}{50} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$P_1 = \frac{(N_1 + N_2)RT_1}{v}$$

$$2P_1 = \frac{(N_1 + N_2)RT_2}{v_2}$$

давление барык

P_B - неког \Rightarrow Рисунок \rightarrow по графикам