



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

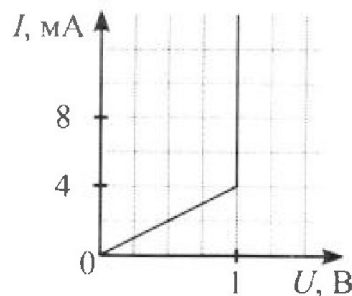
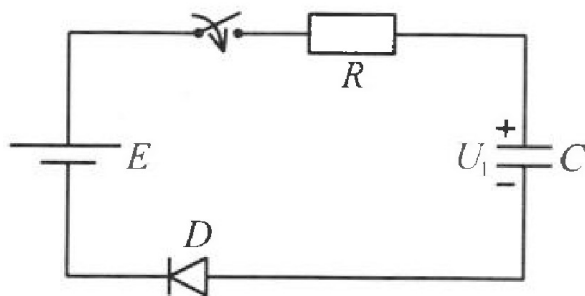
Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



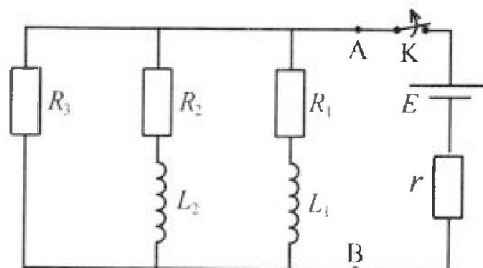
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника $E = 8$ В, $R = 500$ Ом, $C = 200$ мкФ, конденсатор заряжен до напряжения $U_1 = 4$ В. Вольтамперная характеристика диода D приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 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.

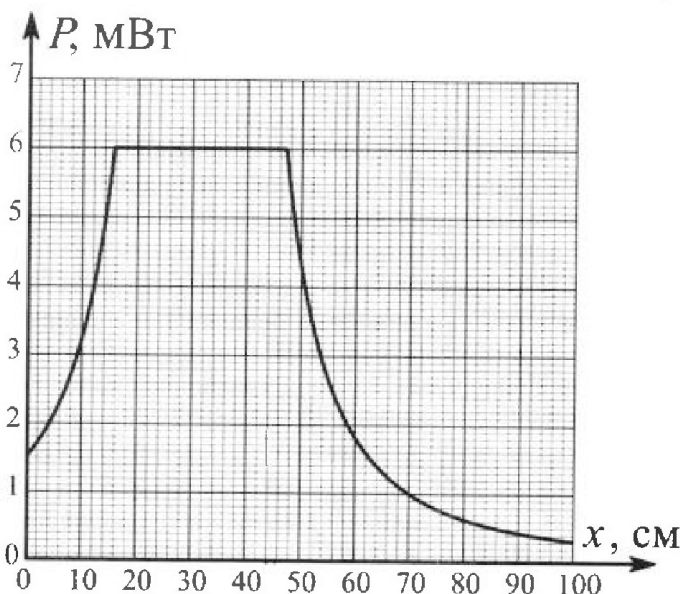
- 1) Найти ток I_0 через катушку L_2 при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке L_2 сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд q_3 , протекший через резистор R_3 после размыкания ключа.



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.



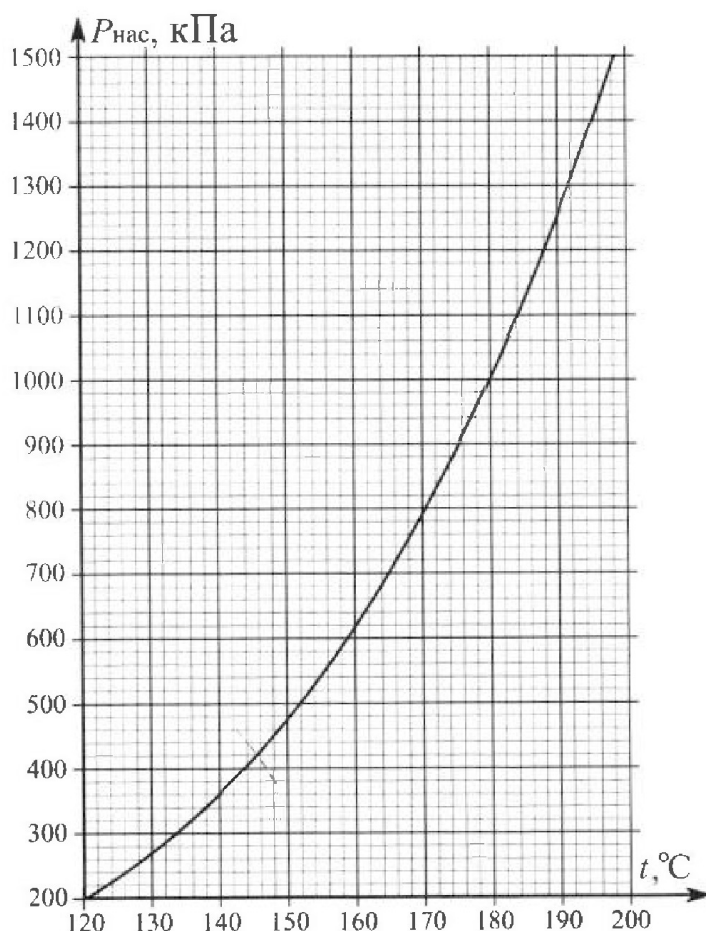
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 3 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту $H = 13/4$ м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, 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 $S = 10 \text{ см}^2$ 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.





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

Решение:

$3m, m$
 $H = \frac{13}{4}u$
 $\tan \varphi = \frac{3}{4}$

1) $\tan \varphi = \frac{3}{4}$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 + \tan^2 \varphi} = \sqrt{1 + \frac{9}{16}} = \frac{5}{4}$$

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = \sqrt{1 - \frac{25}{16}} = \frac{3}{4}$$

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

3) 2-й случай Аналогично, начальная скорость по ЗСЭ: $\frac{mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2} = mgh$
 $V_0 = 2gh$



Время полета $\tau = \frac{2V_0 \sin \varphi}{g}$

Перемещение по Ох: $V_0 \cos \varphi \tau = S_2$
т.к. проекция скорости на Ох = const

$$S_2 = \frac{V_0 \cos \varphi \cdot 2V_0 \sin \varphi}{g} = \frac{2V_0^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g} = \frac{4gh \sin \varphi \cos \varphi}{g} = 4H \sin \varphi \cos \varphi =$$

$$= \left(4 \cdot \frac{13}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5} \right) u = 6u$$

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

Проект в со телу пушки: $V'_x = u + V_x$ и $\tan \varphi = \frac{V_y}{u + V_x}$
 $V'_y = V_y$ $\tan \varphi = \frac{V_y}{4u}$

$V = \sqrt{36u^2 + 9u^2} = 3\sqrt{5}u$

$V^2 = 45u^2$
Вернем к ЗСЭ: $mgh = \frac{3mu^2}{2} + \frac{45mu^2}{2}$
 $2gh = 48u^2 \Rightarrow u^2 = \frac{gh}{24}$

$V_y = \tan \varphi \cdot 4u = \frac{3}{4} \cdot 4u = 3u$

5) Аналогично 2-му случаю

$$\frac{2V_y}{g} \cdot V_x = S_3 = \frac{2 \cdot 3u \cdot 3u}{g} = \frac{36 \cdot \frac{gh}{24}}{g} = \frac{3}{4}H = \frac{3}{4} \cdot \frac{13}{4}u = \frac{39}{8}u$$



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:

$$S = 10 \text{ см}^2$$

$$\varphi_1 = 0,75$$

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

$$F = 125 \text{ Н}$$

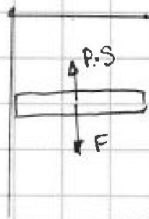
$$2F$$

$$P_0 = 100 \text{ кПа}$$

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

$$C_{v2} = 3R$$

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. сост. уг. газа

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

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

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

3) Когда сила возрастает воздух претерпевает ~~адиабатное~~ ^{изотермическое} сжатие, смесь ^{пара} ~~воздуха~~ конденсируется. В сост. равновесия

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

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

По 3-ей

$$C_{v1} \mu_{\text{возг}} T_1 + C_{v2} \mu_{\text{пар}} T_1 + \frac{2F}{S} (V_1 - V_2) = C_{v1} \mu_{\text{возг}} T_2 + C_{v2} \mu_{\text{пар}} T_2$$

$$\left\{ \begin{aligned} 2P_1 V_2 &= (\mu_{\text{возг}} + \mu_{\text{пар}}) R T_2 \\ P_1 V_1 &= (\mu_{\text{возг}} + \mu_{\text{пар}}) R T_1 \end{aligned} \right. \quad \mu_1 > \mu_2$$

$$P_1 V_1 = (\mu_{\text{возг}} + \mu_{\text{пар}}) R T_1$$

$$\frac{2F}{S} (V_1 - V_2) = C_{v1} \mu_{\text{возг}} (T_2 - T_1) + C_{v2} (\mu_{\text{пар}} T_2 - \mu_{\text{пар}} T_1)$$

Давление паров будет



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:

$$E = 8 \text{ В}$$

$$R = 500 \text{ Ом}$$

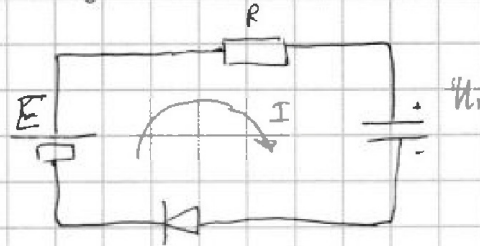
$$C = 200 \text{ мкФ}$$

$$U_0 = 4 \text{ В}$$

1) В АХ диода $U_0 = 4 \text{ В}$ $I = 4 \text{ мА}$ $R = 10^{-3} \text{ Ом}$

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

тогда $I = \frac{8 - 1 - 1}{500} = \frac{6}{500} = 12 \text{ мА}$ (где $R = 500 \text{ Ом}$) $\Rightarrow I = \frac{8 - 4 - 1}{500} = 6 \text{ мА}$

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

$I = 6 \text{ мА}$ - 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 перестанет выделяться на резисторе, когда $I = 0$ - ток в цепи

$\Rightarrow U_0 = 0$ - напряжение на диоде

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

$$q_k = CE - \text{конечный заряд}$$

$$q_n = CU_0 - \text{начальный заряд}$$

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

$$W_1 = \frac{CU_0^2}{2}$$

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

энергии конденсатора

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

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

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

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

Поэтому скажем, что на втором

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

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

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



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.

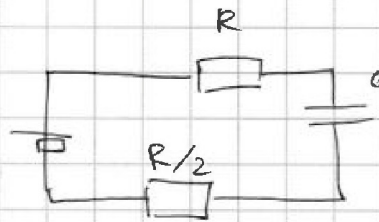
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

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 ист. $A = E(CE - CU_2)$

$\forall t \quad P_1 = I_1^2 R$ т.к. поск. поск. $I_1 = I_2$

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

ЗСЭ:
 5) $\frac{CU_2^2}{2} + \underbrace{CE(E - U_2)}_{\text{работа ист}} = \underbrace{\frac{CE^2}{2}}_{\text{х2 коэф}} + Q_{\text{общ}}$ $Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 = \frac{3}{2} Q_1$ - тепло резистора
 $Q_1 = \frac{2}{3} \left(\frac{C}{2}(U_2^2 - E^2) + CE(E - U_2) \right)$ - тепло на резисторе на 2-ом промежутке

ЗСЭ: для первого промежутка: $\downarrow$ тепло резистора

$\frac{CU_2^2}{2} + CE(U_2 - U_1) = \frac{CU_1^2}{2} + Q_0 + U_0(CU_2 - CU_1)$

$E = 8 \text{ В}$
 $U_2 = 5 \text{ В}$
 $U_1 = 4 \text{ В}$

$Q_0 = \frac{C}{2}(U_1^2 - U_2^2) + CE(U_2 - U_1) - U_0(U_2 - U_1) =$

$\Rightarrow Q = Q_0 + Q_1 = \frac{C}{2}(U_1^2 - U_2^2) + CE(U_2 - U_1) - U_0(U_2 - U_1) + \frac{C}{3}(U_2^2 - E^2) + \frac{2CE}{3}(E - U_2)$

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

$= (-9 + 8 - 2 - 26 + 32) \cdot 10^{-4} \text{ Дж} = 11 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$ - 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

$$R_1 = R_2 = R$$

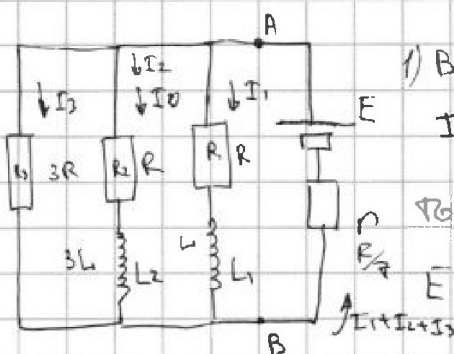
$$R_3 = 3R$$

$$r = R/7$$

$$L_1 = L$$

$$L_2 = 3L$$

$$E$$



1) В уст. режиме

$$I = \text{const}$$

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

Тогда по закону Кирхгофа

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

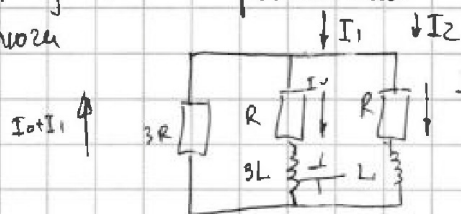
$$I_1 + I_0 + I_3 = \frac{E}{r + \frac{R \cdot 3R}{\frac{R}{2} + 3R}} = \frac{E}{\frac{R}{7} + \frac{3R}{2}} = \frac{7E}{4R} \quad \text{— общий ток}$$

$$I_0 = I_1 = 3I_3$$

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

$$I_3 = \frac{E}{4R} \Rightarrow I_0 = \frac{3E}{4R} = \frac{3E}{4R}$$

3) Сразу после замыкания



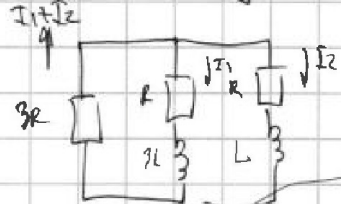
Через катушки ток не изменился:

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

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

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

4) По правилу Кирхгофа



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

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

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

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

$$7R(q_1 + q_2) = 4L I_0$$

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

$$3R(\Delta q_1 + \Delta q_2) + \Delta q_2 R = -L \Delta I_2$$

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

изменение тока

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

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

заряд протекший через катушки



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
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

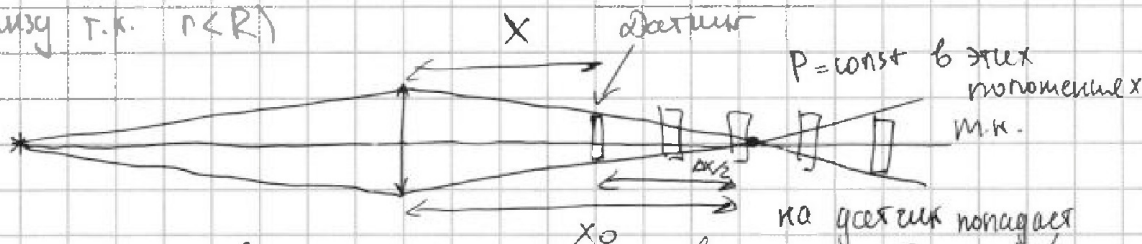
СТРАНИЦА
 1 ИЗ 2

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 меньше в зав-ти от x между линзой и датчиком.

Пусть суммарная энергия попадающая на линзу = X
 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 порожками

на датчик попадает все энергия света X

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

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

тогда порожки изобразились

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

из подобия

$$\frac{R}{r} = \frac{x_0}{x_0 - x_1} = \frac{2x_0}{\Delta x}$$

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

радиус датчика

2) из формулы точкой линзы

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

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

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

$$\begin{array}{r} 16 \cdot 3 = 48 \\ 16 \cdot 2 = 32 \\ \hline 16 \cdot 5 = 80 \end{array}$$

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

так как $R \ll a$ то $\tan \alpha \approx \alpha$ и $\tan \alpha \approx \alpha$

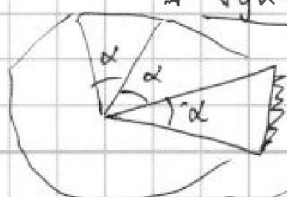
$$\tan \alpha \approx \alpha = \frac{2R}{a}$$

$R \ll a$

причем P - где поток

$$R \approx \frac{\pi R^2}{a^2}$$

$$\frac{R}{4\pi} = \frac{P_{\text{пот}}}{P}$$



$P = 6 \text{ кВт}$

$$\frac{P_{\text{пот}}}{P} = \frac{\alpha^2}{4\pi}$$

$$P_{\text{пот}} = P \cdot \frac{2R}{a^2} = \frac{R}{a^2} \cdot P$$

$$P_{\text{пот}} = P \cdot \frac{R^2}{4a^2} = 6 \cdot \frac{3^2}{4 \cdot 48^2} = \frac{9}{4 \cdot 48^2} \cdot 6 = \frac{6}{16 \cdot 48} \text{ кВт} = \frac{3}{80} \text{ кВт}$$



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!

$$\frac{R}{4\pi} = \frac{P}{P_{\text{max}}}$$

$$P_{\text{max}} = \frac{P}{R} \cdot 4\pi = \frac{P}{\pi R^2} \cdot a^2 \cdot 4\pi =$$

$$= P \cdot \frac{4a^2}{R^2} = 6 \cdot \frac{4 \cdot 48.48}{9} \text{ МВт} =$$

$$= \boxed{6 \cdot 4 \cdot 16 \cdot 16 \text{ МВт}}$$

Рольные мощности

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 №5 Черновик

$R = 3 \text{ см}$

$a = 48 \text{ см}$

$R < R$
 $F = ?$

P_0
 $R \ll a$

Решение:

Мощность $\sim$ площади осв
пов-ти джгггггг

1) когда расстояние между линзой и датчиком равно нулю, мощность не максимальная и возрастает $\Rightarrow$ линза не может быть ~~расфокусирующей~~ собирающей
т.е. если $R < R$, то при $x=0$ ~~R будет максимальным и не будет меняться при изменении x~~

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

Задача №5

1) $R = 3 \text{ см}$

$a = 48 \text{ см}$

График

$R < R$ найти r

$F = ?$

$P_0 = ?$ если $R \ll a$

Решение:
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 освещает датчик его поверхность. Пусть линза собирающая. Плотность энергии на линзе

$$E(x) = \left(\frac{b-x}{b}\right)^2 \cdot \pi R^2 \cdot P_0 = \left(1 - \frac{x}{b}\right)^2 \cdot \pi R^2 \cdot P_0$$

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

$$\pi L^2 \cdot P_0 = \pi R^2 \left(\frac{b-x}{b}\right)^2 P_0$$



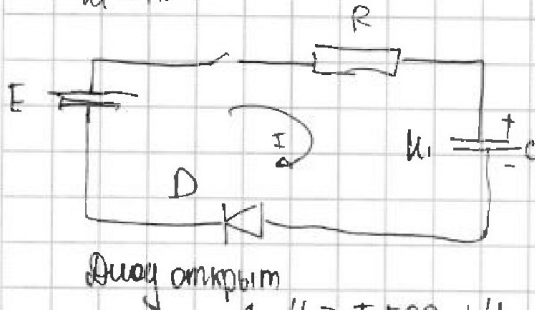
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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



$4 = I \cdot 500 + U_0$

Збл

$E - U_1 = IR + U_0$

$U_0 = E - U_1 - IR$

$U_0 = 4\text{ В} - I \cdot 500$

$U_0 = U$

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

$U_0 = 4 - I \cdot 500$

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

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

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 перестанет течь?

$E - U_0 - U_c = 0$

$E = U_0 + U_c$

$U_0 = 0$ при $I = 0$

$U_c = E = 8\text{ В}$

Находим q
и описываем работу
и т.д. далее по плану

4)

$2F = P_2 \cdot S$

$P_2 = \frac{2F}{S} = 2\text{ Па}$

$2P_1 \cdot V_2 = (P_1 \cdot V_2 + U_{\text{пар}2}) R T_2$

$P_1 \cdot V_1 = (P_1 \cdot V_1 + U_{\text{пар}2}) R T_1$

$P_H(t)$

$8 \cdot 4$

32

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



9

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

$A = 2F(V_2 - V_1)$

$PV \frac{C_m + R}{C_m + R} = \frac{C_m + R}{P_1} \frac{C_m + R}{C_m}$

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

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

$E - U_c = IR + U_0$

$I =$



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 m, m

$H = 13/4$ m

$\tan \varphi = \frac{3}{2}$

Решение:

$\frac{kx^2}{2} \rightarrow$ эл. энергия запасаемая в пружине

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

$$\tan \varphi = \frac{3}{2}$$

$$\frac{1}{\cos \varphi} = \tan \varphi + 1$$

$$\cos \varphi = \frac{1}{\tan \varphi + 1} = \sqrt{\frac{1}{\frac{9}{4} + 1}} = \sqrt{\frac{4}{13}}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{13}} = \sqrt{\frac{9}{13}}$$



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

$$v_0^2 = 2gh$$

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

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

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

Во 2-ом случае



ЗСМ по x $3mu = mv_x$

$$\text{т.к. нет внешних сил } 2gmH = \frac{mv^2}{2} + \frac{3mu^2}{2}$$

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

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

Задача №2

$a = 10 \text{ м}^2$

$\varphi_1 = 0,75$

$t_1 = 100 \text{ с}$

$F = 125 \text{ Н}$

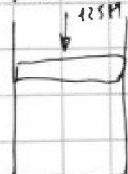
$P_0 = 100 \text{ кПа}$

$C_{v1} = \frac{5}{2} R \text{ воздуха}$

$C_{v2} = 3R \text{ пар}$

$P_{\text{н.п}} = 10^5 \text{ Па}$

Решение:



$$\frac{P_{\text{н}}}{P_{\text{н.п}}} = 0,75$$

$$P_{\text{н}} = 75 \text{ кПа - давление паров}$$

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

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

$$P_1 = P_{\text{н.п}} + P_0$$

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

$$P_{\text{н.п}} = \frac{n_1 RT}{V}$$

$$P_0 = \frac{n_2 RT}{V}$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{P_{\text{н.п}}}{P_0} = \frac{75}{50} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$P_1 = \frac{(n_1 + n_2) RT_1}{V}$$

$$2P_1 = \frac{(n_1 + n_2) RT_2}{V}$$

P_0 - искомое $\Rightarrow$ искомое и по графику

давление воздуха