

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

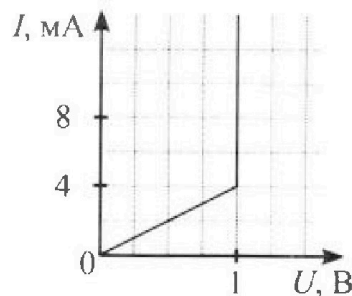
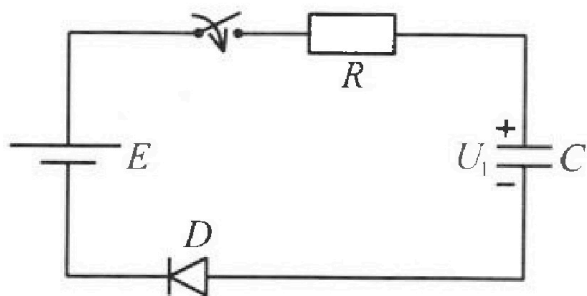
## Вариант 11-06

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



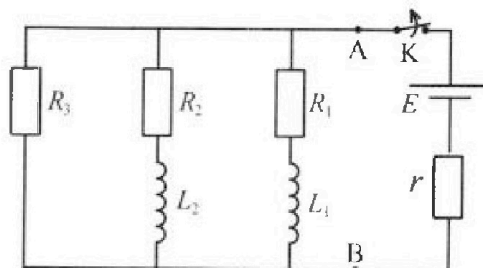
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E = 8$  В,  $R = 500$  Ом,  $C = 200$  мкФ, конденсатор заряжен до напряжения  $U_1 = 4$  В. Вольтамперная характеристика диода  $D$  приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 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.

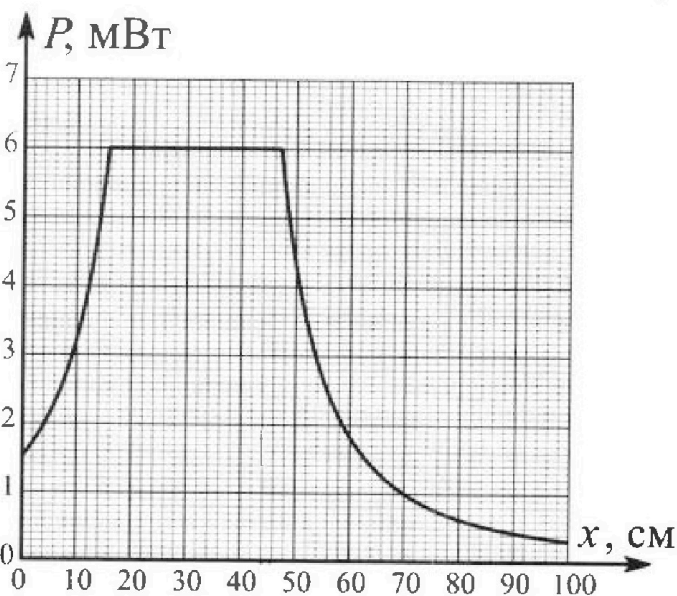
- 1) Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_2$  при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке  $L_2$  сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд  $q_3$ , протекший через резистор  $R_3$  после размыкания ключа.



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.

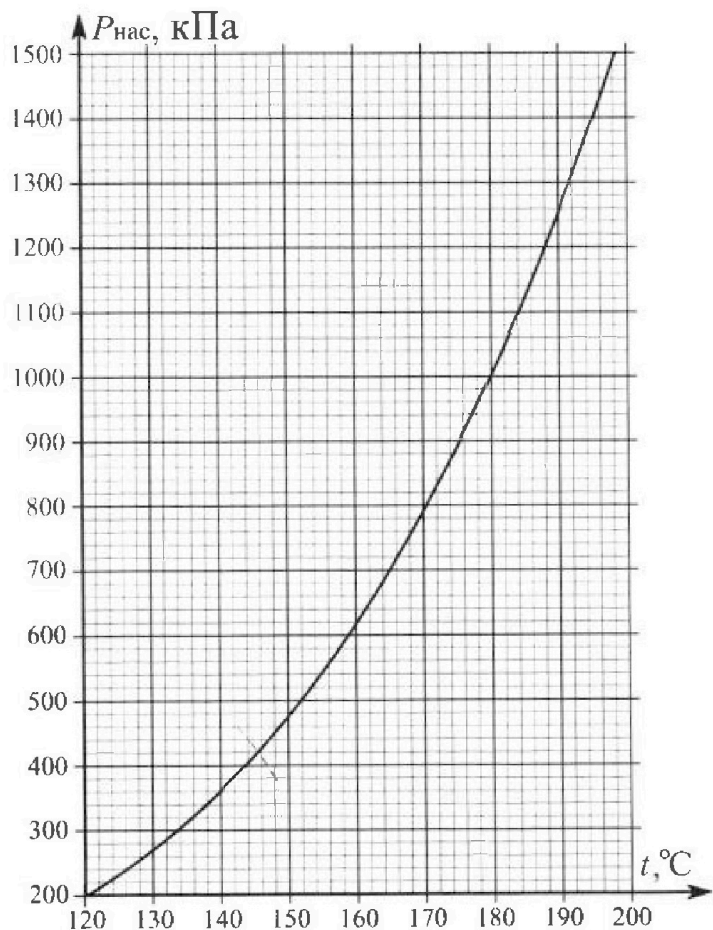
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 3 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту  $H = 13/4$  м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, ствол направляют под углом  $\varphi$  ( $\operatorname{tg}\varphi = 3/2$ ) 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  $\varphi$  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  $S = 10$  см<sup>2</sup> 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  $\varphi_2$  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.



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

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

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

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:  $\frac{mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2} = mgh$   
Vo =  $2gH$   
Время полета  $\tau = \frac{2Vo \cdot \text{sin}\varphi}{g}$   
Перемещение по Ox:  $Vo \text{cos}\varphi \tau = S_2$   
т.к. проекция скорости на Ox = const

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

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

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



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:

$S = 10 \text{ см}^2$

$\varphi_1 = 0,75$

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

$F = 125 \text{ Н}$

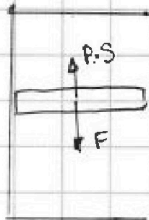
$\Delta F$

$P_0 = 100 \text{ кПа}$

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

$C_{v2} = 3R$

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

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

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

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

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

Уравн. состояния газа

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

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

3) Когда сила возрастает воздух претерпевает ~~адиабатное~~ сжатие, часть пара конденсируется. В состоянии равновесия

$\Delta F = P_2 \cdot S$  - конечное состояние

$P_2 V_2 = (N_{\text{возд}} + N_{\text{пара}}) R T_2$  Работа совершена над системой  $A = \Delta F \cdot (V_1 - V_2)$

По 3Э

$C_{v1} N_{\text{возд}} T_1 + C_{v2} N_{\text{пара}} T_1 + \frac{\Delta F}{S} (V_1 - V_2) = C_{v1} N_{\text{возд}} T_2 + C_{v2} N_{\text{пара}} T_2$

$\Delta F V_2 = (N_{\text{возд}} + N_{\text{пара}}) R T_2 \quad N_1 > N_2$

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

$\frac{\Delta F}{S} (V_1 - V_2) = C_{v1} N_{\text{возд}} (T_2 - T_1) + C_{v2} (N_{\text{пара}} T_2 - N_{\text{пара}} T_1)$

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

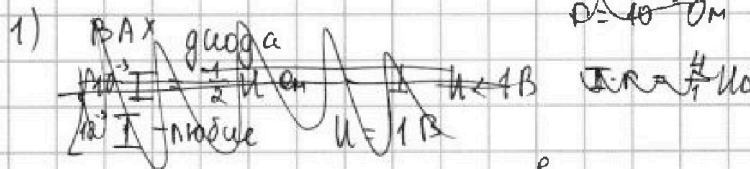
Решение:

$$E = 8 \text{ В}$$

$$R = 500 \text{ Ом}$$

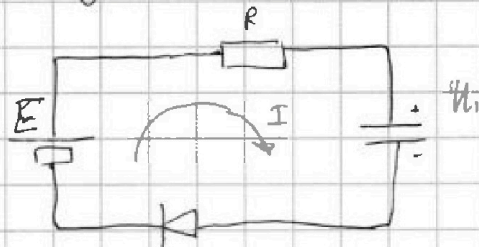
$$C = 200 \text{ мкФ}$$

$$U_0 = 4 \text{ В}$$



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

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

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

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

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

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

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

- 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

$$E = \frac{q_k}{c} \text{ - уст того, что тока нет} \quad q_k = CE \text{ - конечный заряд}$$

$$q_n = cU_0 \text{ - начальный заряд}$$

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

$$W_1 = \frac{cU_0^2}{2} \text{ } \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{ энергии конденсатора}$$

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

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

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

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

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

$$Q_1 = (cU_0 - cE) \cdot U_0 \text{ - теплота,}$$

которая выделяется на диоде в 1-ом промежутке

$$I \cdot R = \frac{1}{2} U_0 \Rightarrow U_0 = \frac{U_0}{4} \text{ Пошагово сказать, что на втором}$$

$$\Delta Q = U_0 I \cdot dt = \frac{I^2 R}{4} \Delta t \text{ укажем (когда } U_0 < 1 \text{ В) диод берет себя как линейный элемент с сопротивлением } R$$

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



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.

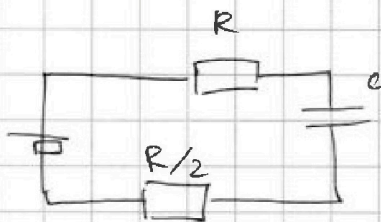
1  2  3  4  5  6  7

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

$$q_2 = CU_2 \quad \text{в конце } CE = q_1 \quad \text{работа ит. } A = E(CE - CU_2)$$

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

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

ЗСЭ:

$$5) \quad \underbrace{\frac{CU_2^2}{2}}_{\text{W}_1 - \text{конд}} + \underbrace{CE(E - U_2)}_{\text{работа ит}} = \underbrace{\frac{CE^2}{2}}_{\text{W}_2 \text{ конд}} + Q_{\text{обц}} \quad Q_{\text{обц}} = Q_1 + Q_2 = \frac{2}{3} Q_1 \quad \text{— тепло резистора}$$

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

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

ЗСЭ:

для первого промежутка:  $\downarrow$  тепло резистора

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

$$E = 8 \text{ В}$$

$$U_2 = 5 \text{ В}$$

$$U_1 = 4 \text{ В}$$

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

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

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

$$= \left( \begin{matrix} -9 + 2 \\ -37 + 48 \end{matrix} \right) 10^{-4} \text{ Дж} = \boxed{11 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}} \quad \text{— суммарное тепло}$$



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.

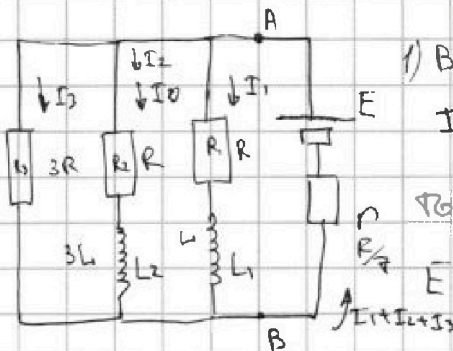
1  2  3  4  5  6  7

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

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

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

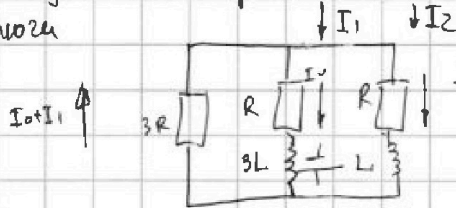
$$I_0 = I_1 = 3I_3$$

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

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

3) Сразу после замыкания ключа

Через катушки ток не изменится:

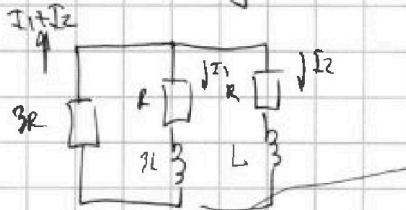


$$-3L \frac{dI}{dt} = (I_0 + I_1)3R + I_0 R$$

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

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

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 конденсатор

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

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

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

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



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

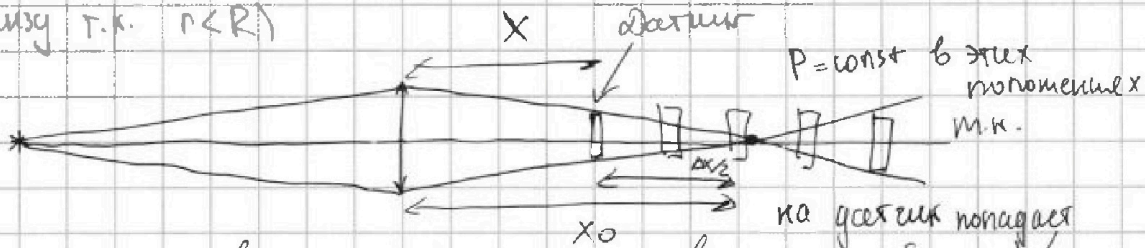
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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

2) из формулы тонкой линзы

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

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

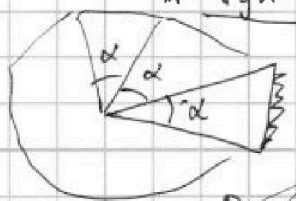
$f = 19,2 \text{ см}$  - фокусное расстояние линзы

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

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

~~так как  $R \ll a$  то  $\sin \alpha \approx \alpha$  и  $\cos \alpha \approx 1$~~   
 ~~$R \ll a \Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha$~~

~~$\sin \alpha \approx \alpha = \frac{2R}{a}$~~   
~~причем  $P$  - для потока~~  
 ~~$R \ll a$  найдем  $\sin \alpha$~~



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

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





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!

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

Рольные мощности

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 Черновики

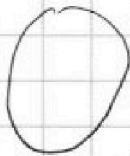
$R = 3 \text{ см}$

$a = 48 \text{ см}$

$R < R$   
 $F - ?$

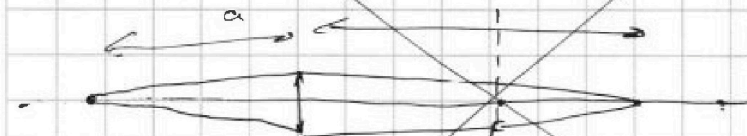
$P_0$   
 $R \ll a$

источник



Решение:

Мощность  $\sim$  площади сеч  
 пов-ти дужки



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

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

Задача №5

1)  $R = 3 \text{ см}$

$a = 48 \text{ см}$

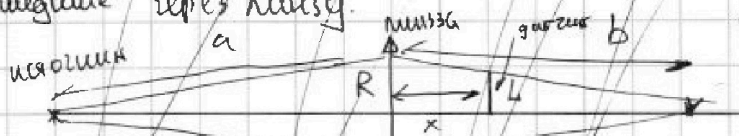
График

$R < R$  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 освещен датчиком его поверхность. Лучи линза собираются. Плотность энергии на линзе

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

завязь освещенности от  $x$  из подоса

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



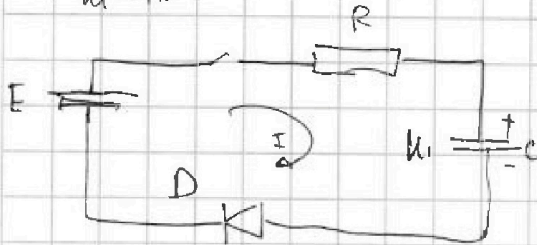
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

$E - U_1 = IR + U_0$

$U_0 = E - U_1 - IR$

$U_0 = 4\text{ В} - I \cdot 500$

$U_0 = U$

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

$U_0 = 4 - I \cdot 500$

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

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

$4\text{ мА}$   $U_0 = 1\text{ В}$

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

$U_2 = E - I_2 \cdot R - U_0 = 8 - 4 \cdot 0,5 - 1 = 5\text{ В}$

когда ток неестественно?

$E - U_0 - U_c = 0$

$E = U_0 + U_c$

$U_0 = 0$  при  $I = 0$

$U_c = E = 8\text{ В}$

Находим  $q$  и определяем разность  $U_0$  и  $U_c$  между пластинами

4.

$2F = P_2 \cdot S$

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

$2P_1 \cdot V_2 = (U_1 \cdot I_1 + U_2 \cdot I_2) R T_2$

$P_1 \cdot V_1 = (U_1 \cdot I_1 + U_2 \cdot I_2) R T_1$

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

$A = 2F (V_2 - V_1)$

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

$P_H(t)$

$8 \cdot 4$

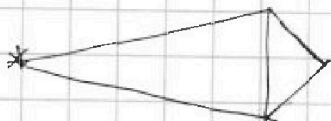
$32$

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

~~$64 - 16$~~

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

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



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

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

Решение:

$\frac{kx^2}{2} \rightarrow$  энергия запущенной в прыжке  
 $\frac{kx^2}{2} = mgh = E_{\text{нас}}$

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



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

$v_0 = \sqrt{2gh}$  - 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  $x$   $3m\mu = mv_x$   
т.к. нет. внешней сил  $2gmH = \frac{mv^2}{2} + \frac{3m\mu^2}{2}$   
знаем  $y \cos \alpha \Rightarrow v_x = v \cdot \cos \alpha$   
находим  $v_x; v_y \Rightarrow S_3$

Задача №2

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



$\frac{P_{\text{н.п}}}{P_{\text{н.п}}} = 0,75 \quad P_{\text{н.п}} = 75\text{ кПа}$  - давление паров  
 $P_1 = \frac{E}{S} = \frac{125\text{ Н}}{10 \cdot 10^{-4}\text{ м}^2} = 125 \cdot 10^4\text{ Па} = 125\text{ кПа}$   
 $\frac{P_1}{P_0} = \frac{125}{100} = 1,25$

$P_1 = P_{\text{н.п}} + P_0$

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

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

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

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

$2P_1 = \frac{(\nu_1 + \nu_2) RT_2}{V}$   $\text{давление воздуха}$

$P_0$  - исход  $\Rightarrow$  Рискор и по графику