



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

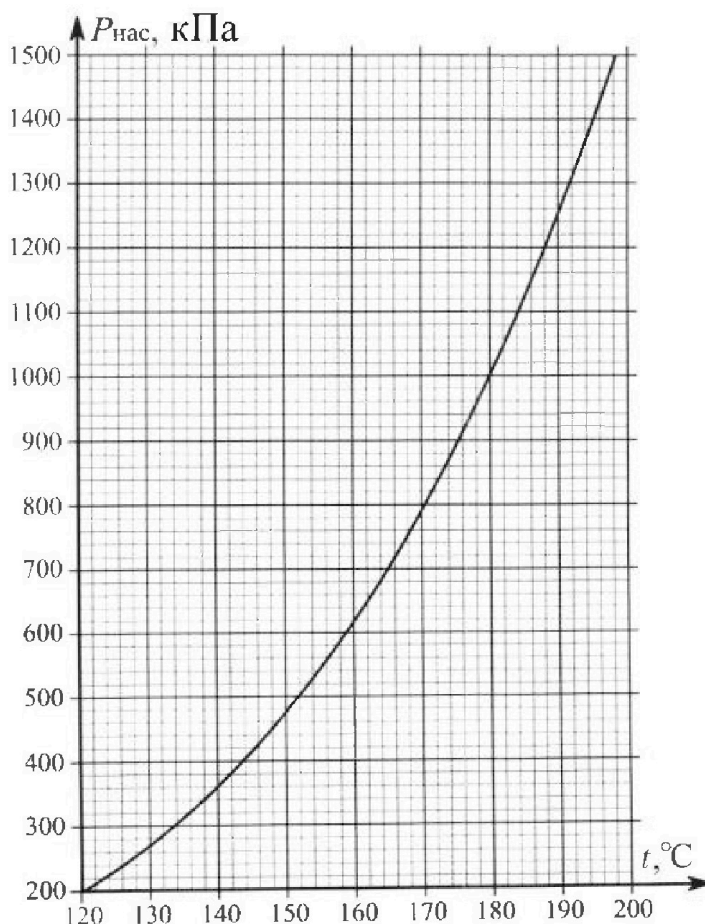
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 4 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту  $H = 13/3$  м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, ствол направляют под углом  $\varphi$  ( $\operatorname{tg}\varphi = 2/3$ ) 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  $S = 10 \text{ см}^2$  под лёгким, теплоизолированным, способным свободно перемещаться поршнем находится в равновесии влажный воздух с относительной влажностью  $\varphi_1 = 100\%$  при температуре  $t_1 = 100^\circ\text{C}$ . Над поршнем вакуум. Поршень удерживается в равновесии силой  $F = 150 \text{ Н}$ , направленной вдоль оси сосуда внутрь. В некоторый момент времени сила становится равной  $1,5F$ , 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  $\varphi_2$  в сосуде после установления термодинамического равновесия.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

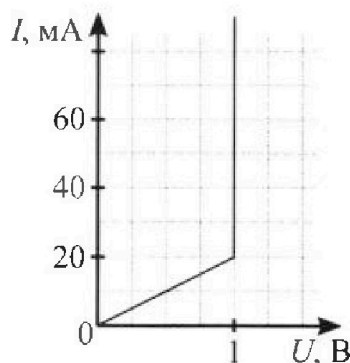
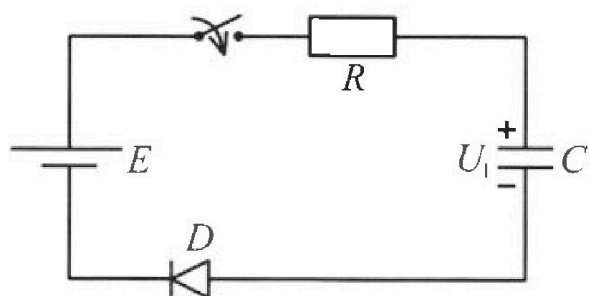
## Вариант 11-05

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



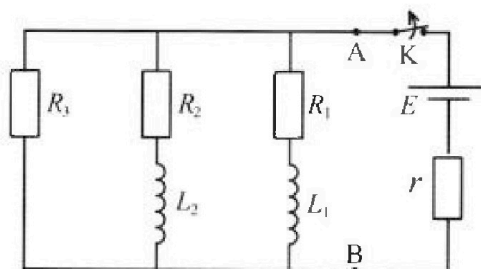
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E = 9$  В,  $R = 100$  Ом,  $C = 60$  мкФ, конденсатор заряжен до напряжения  $U_1 = 3$  В. Вольтамперная характеристика диода  $D$  приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 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  $I_2 = 20$  мА.
- 3) Какое количество теплоты  $Q$  выделится на резисторе после замыкания ключа?



4. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E$ ,  $R_1 = R_2 = R$ ,  $R_3 = 2R$ ,  $r = R/5$ ,  $L_1 = L$ ,  $L_2 = 2L$ . Ключ  $K$  замкнут, режим в цепи установился.

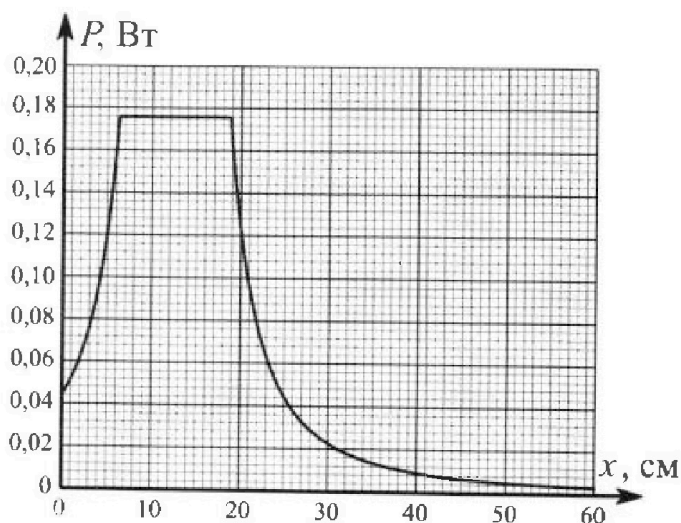
- 1) Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_1$  при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке  $L_1$  сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд  $q_3$ , протекший через резистор  $R_3$  после размыкания ключа.



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  $a = 32$  см от источника расположили тонкую линзу радиусом  $R = 2$  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  $R \ll a$ .

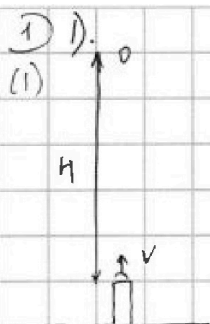




1  2  3  4  5  6  7

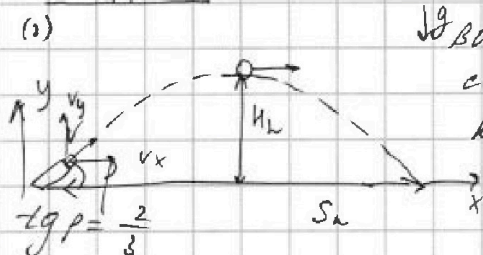
СТРАНИЦА 1 ИЗ 3

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!



найдем скорости шарика при вылете из трубки.  
по ЗСЭ:  $\dots$  пусть  $m$  - масса шарика,  
 $v$  - его скорости в нач. момент времени.  
по ЗСЭ:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$$



во втором случае шарик вылетает  
с той же скоростью  $v_0$  под углом  $\varphi$   
к горизонту.

по 2 закону Ньютона:

$$m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$y: -mg = may$$

$ay = -g$  - движение равноус.

$$tg p = \frac{vy_0}{vx_0} = \frac{2}{3}$$

$$2 vx_0 = 3 vy_0$$

$$v^2 = vy_0^2 + vx_0^2 = \frac{4}{9} vx_0^2 + vx_0^2 = \frac{13}{9} vx_0^2 = \frac{13}{4} vy_0^2$$

из формулам равноуск. движ-ия:

$$vy = vy_0 + ay t \Rightarrow vy = vy_0 - g t$$

$$vx = vx_0 + ax t \Rightarrow vx = vx_0$$

Пусть шарик достиг до своей верхней точки траектории за время  $t_0$ . Тогда в этот момент считаем  $vy(t_0) = 0 \Rightarrow vy_0 - g t_0 = 0 \Rightarrow t_0 = \frac{vy_0}{g}$

За время  $t_0$  шарик пролетит по оси  $x$   $S_1$ :

$$S_1 = t_0 \cdot vx_0 = \frac{vy_0 \cdot vx_0}{g}$$

Шарик движется равноускоренно по параболе  $\Rightarrow$

$$S_1 = \frac{1}{2} S_2 \Rightarrow S_2 = \frac{2 vy_0 vx_0}{g} = \frac{2 \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} v \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} v}{g} =$$

$$= \frac{12 v^2}{13 g} = \frac{12 \cdot 2gh}{13 g} = \frac{24}{13} h =$$

$$= \frac{24}{13} \cdot \frac{13}{3} =$$

$$= 8 \text{ м}$$



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  
2 ИЗ 3

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!

2) По условию известно, что шарик вылетает под некоторым углом к горизонту. В двух случаях он вылетает под углом  $\alpha$  к горизонту, поэтому по ЗСЭ:

$$\frac{k\alpha^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

В третьем случае шарик вылетает под углом  $\alpha$  к горизонту  $\Rightarrow$  он после вылета шарика для приобретения какой-то скорости:

$$\frac{k\alpha^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{4mv_2^2}{2}$$

по ЗСМ:

$4mv_2 = mv_{x0}$  (по оси  $y$  этот закон не выполняется, т.к. пушка не подпрыгивает и сила реакции опоры)

Шарик вылетает под углом  $\rho$  к горизонту.

$$\tan \rho = \frac{v_{y0}}{v_{x0}} = \frac{2}{3} \Rightarrow v_{y0} = \frac{2}{3} v_{x0}$$

$$v_1^2 = v_{x0}^2 + v_{y0}^2 = v_{x0}^2 + \frac{4}{9} v_{x0}^2 = \frac{13}{9} v_{x0}^2$$

$$v_{x0} = \frac{3}{\sqrt{13}} v_1$$

$$4mv_2 = \frac{3}{\sqrt{13}} mv_1$$

$$v_2 = \frac{3}{4\sqrt{13}} v_1$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{4mv_2^2}{2}$$

$$v^2 = v_1^2 + 4v_2^2 = v_1^2 + 4 \cdot \frac{9}{4 \cdot 13} v_1^2 =$$

$$= \frac{52+9}{52} v_1^2 = \frac{61}{52} v_1^2 \Rightarrow v_1^2 = \sqrt{\frac{52}{61}} v$$

Аналогично 1- пушке,  $S_3 = \frac{2v_{y0} \cdot v_{x0}}{g}$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 ИЗ 3

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!

$$\begin{aligned} \text{в)} \quad 2 \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} v_1 \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} v_1 &= \frac{12 v_1^2}{13g} = \frac{\sqrt{2}^4 \cdot 12 \cdot v_1^2}{61 \cdot 13g} \\ &= \frac{48}{61} \cdot \frac{v^2}{g} = \frac{48}{61} \cdot \frac{25H}{g} = \frac{96 \cdot H}{61} = \frac{96 \cdot 32}{61} \cdot \frac{13}{3} \\ &= \frac{416}{61} \text{ м.} \end{aligned}$$



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!

2

1) над поршнем находится влажный воздух (т.е. сухой воздух + водяной пар).  
т.к.  $\varphi = 100\%$ , то водяной пар считается насыщенным и при  $t = 100^\circ\text{C}$  имеет давление  $p_0$ .

$p_{\text{ВВ}} = p_{\text{СВ}} + p_{\text{ВП}}$   
 Давление влаж. воздуха = Давление сух. воздуха + Давление вод. паров

$$p_1 = \frac{F}{S} = \frac{150\text{H}}{10 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 15 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$\frac{p_1}{p_0} = \frac{15 \cdot 10^4}{10^5} = 1,5$$

2)  $p_{\text{ВВ}} = p_{\text{СВ}} + p_{\text{ВП}}$   
 $1,5 p_0 = p_{\text{СВ}} + p_0 \Rightarrow 0,5 p_0 = p_{\text{СВ}}$

по закону Менделеева - Клапейрона:

$$p_{\text{СВ}} \cdot V = \nu_{\text{СВ}} R T \Rightarrow 0,5 p_0 V = \nu_{\text{СВ}} R T$$

$$p_{\text{ВВ}} \cdot V = \nu_{\text{ВВ}} R T \Rightarrow 1,5 p_0 V = \nu_{\text{ВВ}} R T$$

$$N_1 = \nu_{\text{СВ}} \cdot N_A$$

$$N_2 = \nu_{\text{ВВ}} \cdot N_A$$

$$\frac{\nu_{\text{СВ}}}{\nu_{\text{ВВ}}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{2}$$



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

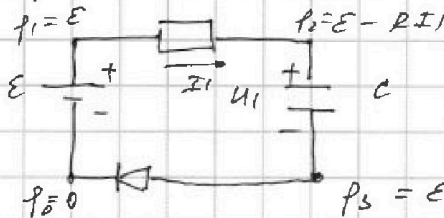
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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

3)

1) Сразу после замыкания ключа напряжение на конденсаторе скачком не изменяется и остается равным  $U_1$ .



по методу потенциалов  
напряжение на диоде  
можно выразить как  
 $U_D = E - RI_1 - U_1$

Предположим, что  $U_D \approx 1В$ . Тогда  $I_1 = \frac{U_D}{50} \Rightarrow 50I_1 = U_D$

$$50I_1 = E - RI_1 - U_1$$

$$50I_1 = 9 - 100I_1 - 3$$

$$150I_1 = 6$$

$$I_1 = \frac{6}{150} A = 0,04 A = 40 mA. \text{ как видно из}$$

ВАХ диода, при таком же напряжении конденсатора равно  $U_D = 1В$ , это противоречит предполож.

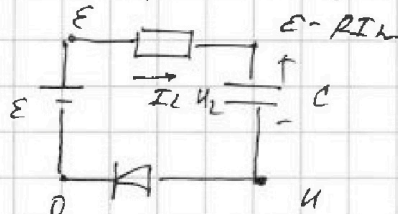
Тогда  $U_D = 1В$ . Отсюда:

$$1 = 9 - 100I_1 - 3$$

$$100I_1 = 5$$

$$I_1 = 0,05 A = 50 mA$$

2) когда ток равен  $I_2 = 20 mA$ ,  $U_D$  все еще равно  $1В$  ( $U_D = U$ ):



Тогда напряжение на конденсаторе равно:

$$U_2 = |E - RI_2 - U| =$$

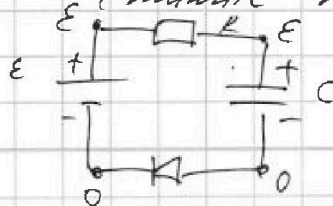
$$= |9 - 100 \cdot 0,02 - 3| =$$

$$= |9 - 2 - 3| = 4В$$

3) когда суммарное заряд конденсатора равно:

$Q = C \cdot U$   
В установившемся режиме тока  $C \cdot U$  конденсатор нет  $\Rightarrow$  нет тока во всей цепи

(также напряжение на диоде равно 0)



тока  $C \cdot U$  резистор нет  $\Rightarrow$

падшие напряжения на нем

равно нулю. Отсюда напряжение

на конденсаторе равно:

$$U_C = E - 0 = E = 9В$$

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!

Медиа прилипли ширине конденсатора равно:

$$\Delta W = W(\epsilon_{\text{ср}}) - W(\epsilon) = \frac{CE^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} =$$

$$= \frac{C}{2} (81 - 9) = 30 \cdot 10^{-6} \cdot 72 \text{ Дж} = 216 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}.$$

Заряд верхней пластины конденсатора сразу после замыкания ключа был  $+CU_1$ .

В установившемся режиме заряд верхней пластины равен  $+C \cdot E$  ( $+CU_1 < +CE$ ).

Следовательно, с источника ЭДС перенесен заряд  $q^* = C(E - U_1)$ , но идет направленно действие сил. Медиа работа источника равна:

$$A = q^* \cdot E = CE(E - U_1)$$

по ЗЭЭ:

$$A = \Delta W + Q \Rightarrow Q = A - \Delta W = CE(E - U_1) - \frac{C}{2}(E^2 - U_1^2) = C \left( E^2 - U_1 E - \frac{1}{2}E^2 + \frac{1}{2}U_1^2 \right) =$$

$$= C \left( \frac{1}{2}E^2 - U_1 E + \frac{1}{2}U_1^2 \right) = \frac{1}{2}C(E^2 - 2U_1 E + U_1^2)$$

$$= \frac{1}{2}C(E - U_1)^2 = \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot 10^{-6} \cdot (9 - 3)^2 =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 60 \cdot 10^{-6} \cdot 36 = 108 \cdot 10^{-5} \text{ Дж} = 1,08 \text{ мДж}$$



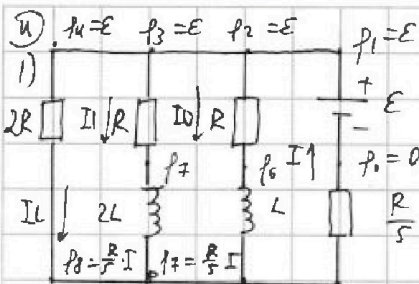


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 3

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



В установившемся режиме напряжения на обеих катушках равны 0.  
Пусть  $z_1$  катушку  $L_1$  течет ток  $I_1$ ,  $z_2$  резистор  $R_3 = 2R$  течет ток  $I_2$ , а  $z_3$  источник ток  $I$ .

по ЗСЗ:  $\varphi_6 = \frac{R}{5} I$   $\varphi_5 = \frac{R}{5} I$  ток  $I$ .  
 $I = I_0 + I_1 + I_2$

из рисунка по методу потенциалов следует, что:

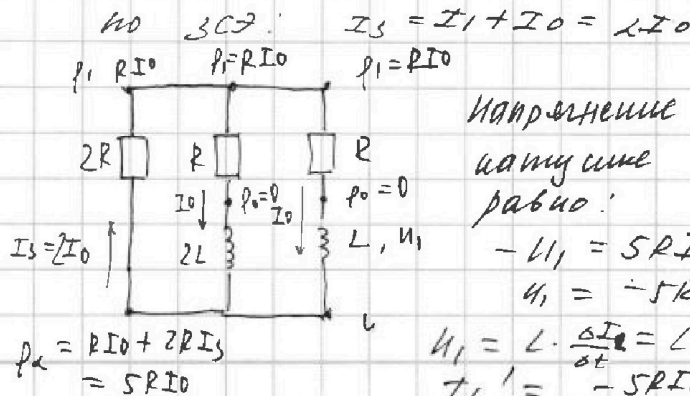
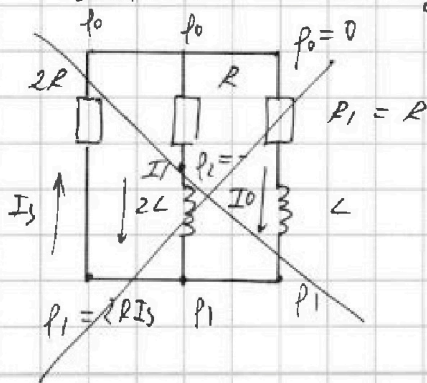
$$\left. \begin{aligned} \varphi_4 - \varphi_0 &= \varepsilon - \frac{R}{5} I = 2R I_1 \\ \varphi_3 - \varphi_7 &= \varepsilon - \frac{5}{5} R I = R I_1 \\ \varphi_2 - \varphi_6 &= \varepsilon - \frac{R}{5} I = R I_0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_1 = I_0 = 2 I_2$$

$$\begin{aligned} I_0 + I_0 + \frac{I_0}{5} &= I \\ \frac{5}{2} I_0 &= I \\ I_0 &= \frac{2}{5} I \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon - \frac{R}{5} I &= R \cdot \frac{2}{5} I \\ 5\varepsilon - RI &= 2RI \\ 5\varepsilon &= 3RI \\ I &= \frac{5\varepsilon}{3R} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_0 &= \frac{2}{5} \cdot \frac{5}{3} \cdot \frac{\varepsilon}{R} = \\ &= \frac{2\varepsilon}{3R} \end{aligned}$$

2) сразу после размыкания ключа ток на катушке с индуктивностью не уменьшается:



Напряжение на катушке  $L_1$  равно:

$$\begin{aligned} -U_1 &= 5R I_0 \\ U_1 &= -5R I_0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_1 &= L \cdot \frac{\Delta I_0}{\Delta t} = L I_0' \\ I_1' &= \frac{-5R I_0}{L} = -\frac{5R}{L} I_0 \end{aligned}$$

- скорость изменения тока  $\frac{3L}{3L}$

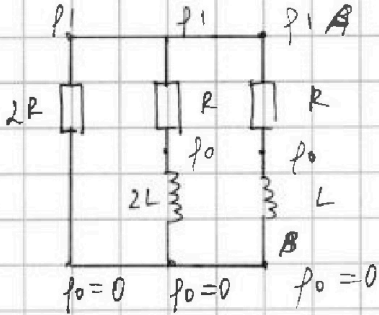


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

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!

и)  
3) Рассмотрим установившийся режим после замыкания ключа: напряжения на катушках равны нулю.

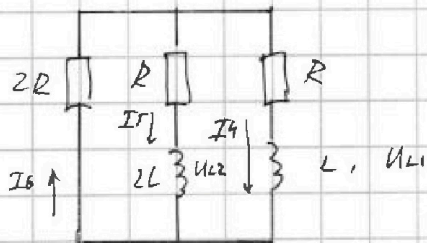


Если  $\rho_1 > 0$ , то в каждой ветви цепи ток идет сверху вниз (от большего потенциала к меньшему). Тогда все токи вытекают в н. В и не вытекают из нее  $\Rightarrow$  прот.-е ЗСЗ.

Если  $\rho_1 < 0$ , то в каждой ветви цепи ток идет снизу вверх (от большего потенциала к меньшему), вытекают в н. А и не вытекают из нее  $\Rightarrow$  прот.-е.

Отсюда  $\rho_1 = 0$ , ток в цепи отсутствует (это можно считать иначе, что  $I_{2L} < 0$  и  $I_{L} < 0 \Rightarrow$  токи на катушках направлены до нуля).

Рассм. установившееся состояние цепи:



Все ветви обтекаются параллельно между собой. Отсюда следует:

$$2R \cdot I_6 = RI_5 + 2L \frac{\Delta I_5}{\Delta t} = RI_4 + L \frac{\Delta I_4}{\Delta t}$$

$q_1$  - заряд, протекший  
т.е.  $R_1 = R$ ,

$q_2$  - заряд, протекший  
т.е.  $R_2 = R$ .

$q_3$  - заряд, протекший  
т.е.  $R_3 = 2R$

$$RI_5 + 2L \frac{\Delta I_5}{\Delta t} = RI_4 + L \frac{\Delta I_4}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$$

$$RI_5 \Delta t + 2L \Delta I_5 = RI_4 \Delta t + L \Delta I_4$$

просуммируем обе части равенства:

$$R \cdot q_2 + 2L(I_{5k} - I_{5н}) = R \cdot q_1 + L(I_{4k} - I_{4н})$$

В итоге все токи в цепи равны нулю:

$$R \cdot q_2 + 2L(0 - I_0) = R \cdot q_1 + L(0 - I_0)$$

$$R q_2 - 2L I_0 = R q_1 - L I_0$$

$$q_1 = \frac{R q_2 - L I_0}{R}$$



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  
3 ИЗ 3

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

в)

по ЗСЗ:

$$q_3 = q_2 + q_1 = q_2 + \frac{Rq_2 - LI_0}{R} = \frac{2Rq_2 - LI_0}{R}$$

$$2PI_0 = RI_1 + 2L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$$

$$2R I_0 \Delta t = R \cdot I_1 \Delta t + 2L \Delta I$$

$$q_2 = \frac{Rq_2 + LI_0}{2R}$$

просуммируем обе части равенства:

$$2R \cdot q_3 = R \cdot q_2 + 2L(I_0 - I_1)$$

$$2R \cdot q_3 = R \cdot q_2 - 2LI_0$$

$$2R \cdot q_3 = R \cdot \frac{Rq_2 + LI_0}{2R} - 2LI_0$$

$$2Rq_3 = \frac{Rq_2}{2} + \frac{L}{2} I_0 - 2LI_0 \quad | \cdot 2$$

$$3Rq_3 = -3LI_0$$

$$q_3 = -\frac{LI_0}{R} = \frac{-L \cdot 2E}{5R \cdot R} = \frac{-2EL}{5R^2}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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

5)

1) ~~каждый~~ на линзу падает какая-то часть лучей, которые в ней преломляются.

Когда датчик расположен рядом с линзой ( $x=0$ ), то на него попадают सभी лучи (т.е.  $v < R$ ). Когда датчик находится в фокусе линзы, то на него попадают все преломляющиеся лучи. считая, что мощность  $P$ , регистрируемая датчиком, прямо пропорционально зависит от кол-ва лучей, то получаем:

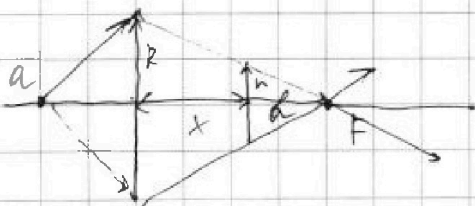
$$\frac{N_0}{NF} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{0,044}{0,176} = \frac{1}{4}$$

(при максимальной мощности со датчик попадают все лучи)

на линзу падает  $NF$  лучей при расстоянии от нее до источника, равном  $a$ . когда датчик расположен от источника на расстоянии  $a$ , то на него падает только  $N_0$  лучей. Отсюда следует, что кол-во лучей, попадающих на линзу и датчик соотносится, как площади их поперечностей:

$$\frac{\pi r^2}{\pi a^2} = \frac{NF}{N_0} = \frac{1}{4} \Rightarrow r = 1 \text{ см}$$

2) когда линза ~~оная~~ датчик оказывается на  $x = 6 \text{ см}$  от линзы, то на него попадают все преломляющиеся лучи:



пусть  $r$ -е от датчика до фокуса равно  $b$ . тогда:

$$\frac{b}{x+b} = \frac{r}{F} = \frac{1}{2}$$

$$2b = x+b \Rightarrow b = x = 6 \text{ см}$$

$$F = 2x = 12 \text{ см}$$





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

- 1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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

**Черновик**

$E + z = \frac{mv^2}{2}$   
 $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{4mv^2}{2}$   
 $P_1 = \frac{F}{S} = \frac{150}{10 \cdot 10^{-4}} = \frac{15 \cdot 10^4}{10^5} = 15$   
 $360 - 140 = 220$   
 $P = \Delta T +$   
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{f}$   
 $\Delta F = A$   
 $\frac{1}{32} + \dots$   
 $1.5 \cdot 1.5 P_0 = P_{CB} + P_{П}$   
 $1.5 P_0 = P_{CB} + P_0$   
 $176/44 = 4$   
 $176/16 = 11$   
 $15 \cdot 1.5 P_0 = \frac{2CBRT_2}{v}$



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

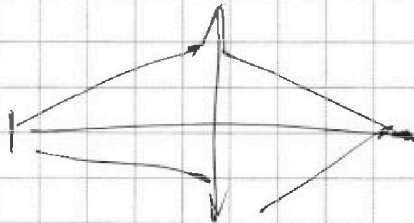
5

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!



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

$U_D = \varepsilon - RI_1 - U_C$   
 $U_C = \frac{1}{C} \int I_1 dt$   
 $U_C = \frac{1}{3L} \int I_1 dt$   
 $U_C = \frac{10\varepsilon}{3L}$   
 $RI_1 - U_C = \frac{2\varepsilon}{3R}$   
 $U_D = RI_1 - U_C$   
 $I_1 = 90 \cdot U_D$   
 $\frac{I_1}{40} = RI_1 - U_C$   
 $I_1 = 4000 I_1 - 3$   
 $3989 I_1 = 3$   
 $1333 I_1 = 1$   
 $I_1 = 0,04 \text{ A}$

$RI_1 - U = 100 \cdot 20 \cdot 10^{-5} - 1$   
 $RI_1 - U = 2 - 1 = 1$   
 $\frac{I_1}{20} = RI_1 - U$   
 $I_1 = 20 \cdot 100 I_1 - U_1$   
 $I_1 = 2000 I_1 - 3$   
 $1989 I_1 = 3$   
 $RI_1 - U = \frac{RI_1}{5}$   
 $U_D = R \cdot 20 U_D - U_1$   
 $20 \cdot 10^{-5} = 0,02 \times 50 U_D$   
 $U_D = \varepsilon - RI_1 - U_1$   
 $50 I_1 = 9 - 100 I_1 - 3$   
 $50 I_1 = 3$   
 $I_1 = \frac{3}{50} = \frac{6}{100} = 0,06$   
 $R + U_1 + R_L I_1 = 0$





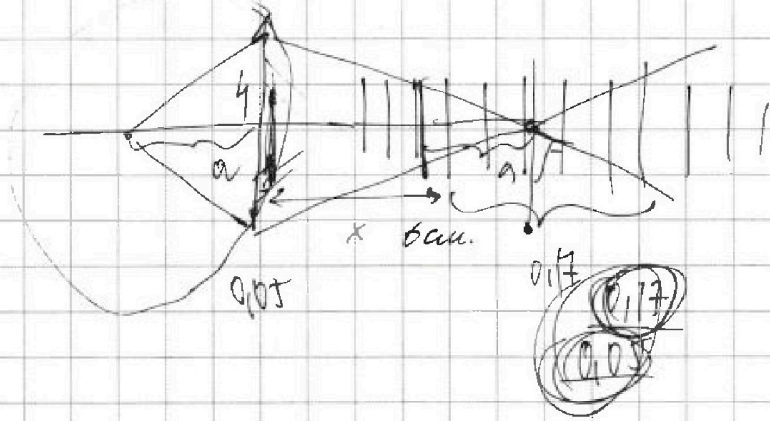
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

Черновик



$$\frac{a}{x+a} = \dots$$





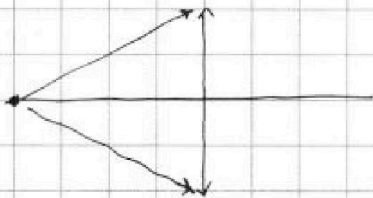
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

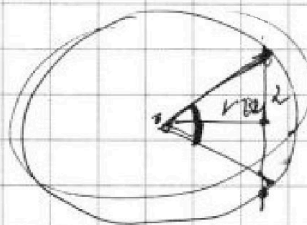
Р3)



лучи из источника расходятся во все стороны. Лучи падают на  $\perp$  плоскости, цилиндрической поверхности, приходится  $d$  лучей. Отражаются от сферой  $pa$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 16 \\ +16 \\ \hline 196 \\ +16 \\ \hline 216 \end{array}$$

$$\text{tg} \alpha = \frac{1}{16}$$

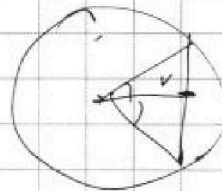


$$\sqrt{16^2 + 1^2} R_c$$

$$d \cdot p$$

17

$$\begin{array}{r} 1 \\ 256 \\ \hline 2 \\ \hline 512 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} +32 \\ +32 \\ \hline +154 \\ 96 \\ \hline 1024 \end{array}$$

$$511 \overline{) 17}$$

$$511 \overline{) 19} \\ \underline{31} \\ 31$$

$$\begin{array}{r} +1024 \\ +4 \\ \hline 1028 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 19 \\ +3 \\ \hline 7 \end{array} \quad \begin{array}{r} 19 \\ 19 \end{array}$$