



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



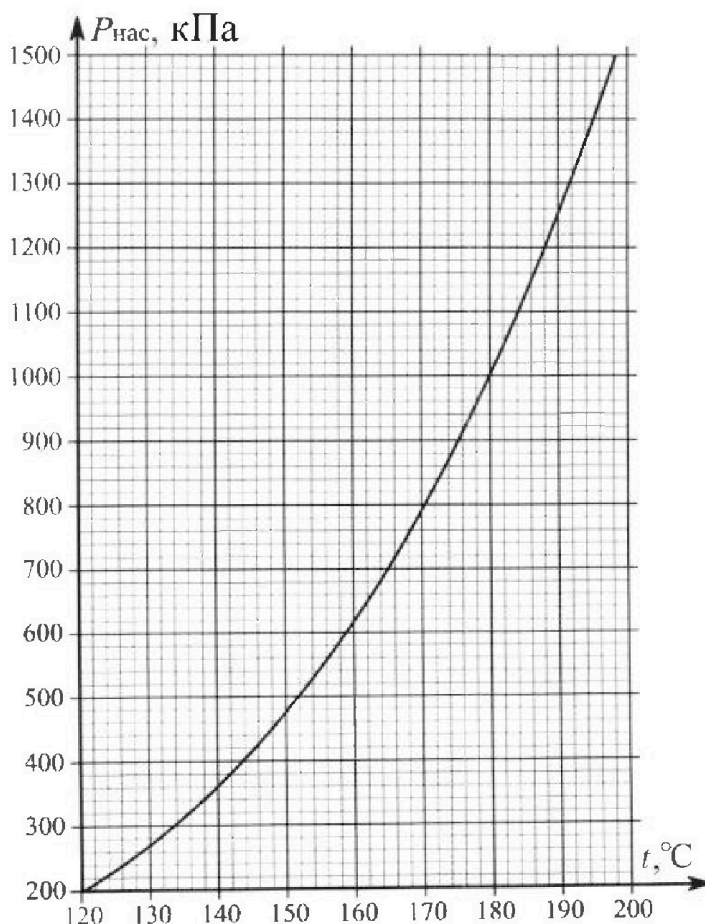
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 4 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту $H = 13/3$ м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу, ствол направляют под углом φ ($\operatorname{tg} \varphi = 2/3$) 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 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 $\varphi_1 = 100\%$ 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 φ_2 в сосуде после установления термодинамического равновесия.





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

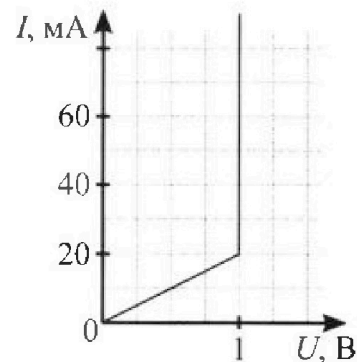
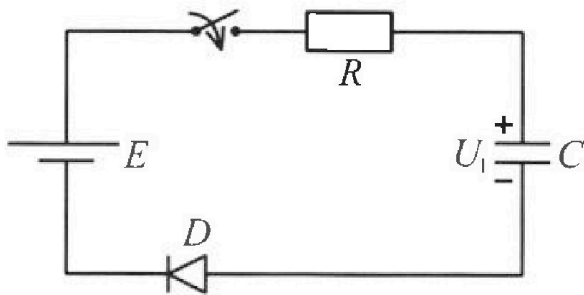
Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



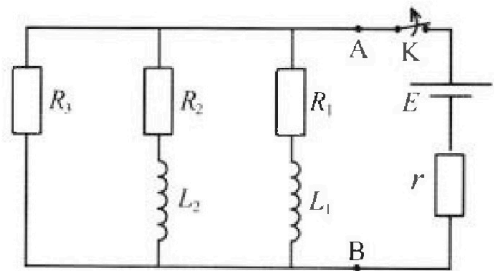
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника $E = 9$ В, $R = 100$ Ом, $C = 60$ мкФ, конденсатор заряжен до напряжения $U_1 = 3$ В. Вольтамперная характеристика диода D приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 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.

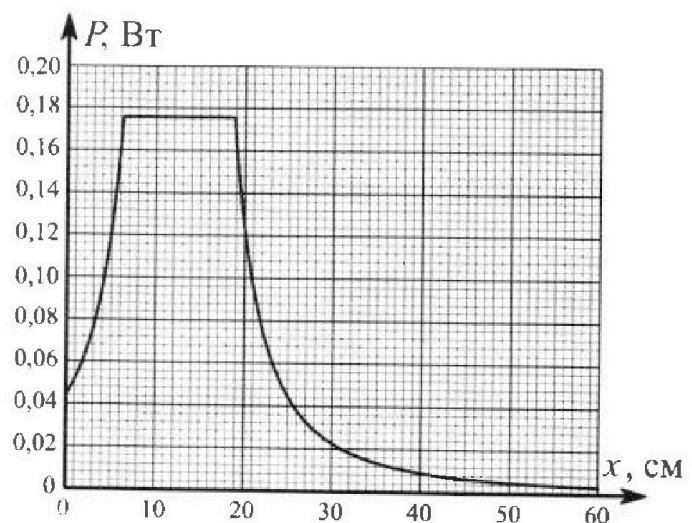
- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке L_1 сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд q_3 , протекший через резистор R_3 после размыкания ключа.



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 $R \ll a$.

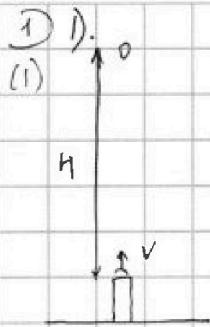




1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

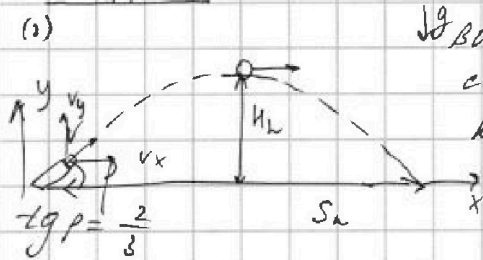
СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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 шара при вылете из трубы.
по ЗСЭ: $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$ пусть m - масса шара,
 v - его скорости в нят. момент времени.
по ЗСЭ:

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



во втором случае шар движется
с той же скоростью v_0 под углом α
к горизонту.

по 2 закону Ньютона:

$$mg = ma$$

$$y: -mg = ma_y$$

$a_y = -g$ - движение
равноус.

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

$$2v_{x0} = 3v_{y0}$$

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

из формулам равноуск. движ-ия:

$$v_y = v_{y0} + a_y t \Rightarrow v_y = v_{y0} - gt$$

$$v_x = v_{x0} + a_x t \Rightarrow v_x = v_{x0}$$

Пусть шар достигнет своей верхней точки
траектории за время t_0 . тогда в этот
момент $v_y(t_0) = 0 \Rightarrow v_{y0} - gt_0 = 0 \Rightarrow t_0 = \frac{v_{y0}}{g}$

За время t_0 шар пройдет по оси x путь S_1 :

$$S_1 = t_0 \cdot v_{x0} = \frac{v_{y0} \cdot v_{x0}}{g}$$

шар движется равноускоренно по параболе $\Rightarrow$

$$S_1 = \frac{1}{2} S_2 \Rightarrow S_2 = \frac{2v_{y0} v_{x0}}{g} = \frac{2 \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} v \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} v}{g} =$$

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

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

$$= 8 \text{ м}$$



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 действием упругой пружины. В первых двух случаях пушка закреплена, поэтому по ЗСЭ:

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

В третьем случае на пушку действует сопротивление по поверхности $\Rightarrow$ она после вылета шарика для приобретения какой-то скорости:

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{4mV_2^2}{2}$$

по ЗСМ:

$$4mV_2 = mV_{1x0} \quad (\text{по оси } y \text{ этот закон не выполняется, т.к. пушка не подпрыгивает из-за большой силы реакции опоры})$$

Шарик вылетает под углом φ к горизонту.

$$\tan \varphi = \frac{V_{1y0}}{V_{1x0}} = \frac{2}{3} \Rightarrow V_{1y0} = \frac{2}{3} V_{1x0}$$

$$V_1^2 = V_{1x0}^2 + V_{1y0}^2 = V_{1x0}^2 + \frac{4}{9} V_{1x0}^2 = \frac{13}{9} V_{1x0}^2$$

$$V_{1y0} = \frac{3}{\sqrt{13}} V_1$$

$$4mV_2 = \frac{3}{\sqrt{13}} 4mV_1$$

$$V_2 = \frac{3}{4\sqrt{13}} V_1$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{4mV_2^2}{2}$$

$$V^2 = V_1^2 + 4V_2^2 = V_1^2 + 4 \cdot \frac{9}{4 \cdot 13} V_1^2 = \frac{52+9}{52} V_1^2 = \frac{61}{52} V_1^2 \Rightarrow V_1^2 = \sqrt{\frac{52}{61}} V$$

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



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.



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!

$$\begin{aligned} & \left(\frac{2 \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} v_1 \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} v_1}{g} \right) = \frac{12 v_1^2}{13g} = \frac{\cancel{52}^4 \cdot 12 \cdot v_1^2}{61 \cdot \cancel{13} g} = \\ & = \frac{48}{61} \cdot \frac{v_1^2}{g} = \frac{48}{61} \cdot \frac{25 \text{ м}}{g} = \frac{96 \cdot \text{м}}{61} = \frac{96 \cdot 32}{61} \cdot \frac{13}{3} = \\ & = \frac{416}{61} \text{ м.} \end{aligned}$$



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!

2

1)

над поршнем находится влажный воздух
(т.е. сухой воздух + водяной пар).

т.к. $\phi = 100\%$, 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 в. давление сух. воздуха < давление вод. паров

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

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

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:

$$p_{\text{св}} \cdot V = \nu_{\text{св}} R T$$

$$0,5 p_0 V = \nu_{\text{св}} R T$$

$$p_{\text{вп}} \cdot V = \nu_{\text{вп}} R T$$

$$1,5 p_0 V = \nu_{\text{вп}} R T$$

$$N_1 = \nu_{\text{св}} \cdot N_A$$

$$N_2 = \nu_{\text{вп}} \cdot N_A$$

$$\frac{\nu_{\text{св}}}{\nu_{\text{вп}}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{2}$$



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.

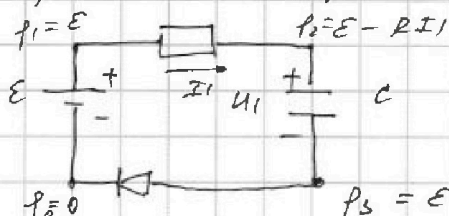
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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 меняется и остается равным 0.



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

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

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

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

$$150I_1 = 6$$

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

ВАХ диода, при таком токе напряжение конденсатора равно $U_D = 1\text{В}$, что противоречит предполож.

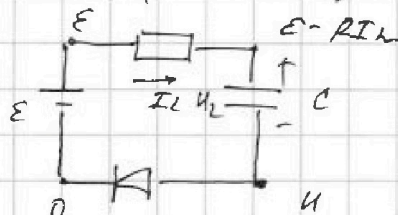
Тогда $U_D = 1\text{В}$. Отсюда:

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

$$100I_1 = 5$$

$$I_1 = 0,05 \text{ А} = 50 \text{ мА}$$

- 2) когда ток равен $I_2 = 20 \text{ мА}$, U_D все еще равно 1В ($U_D = U$):



Тогда напряжение на
конденсаторе равно:

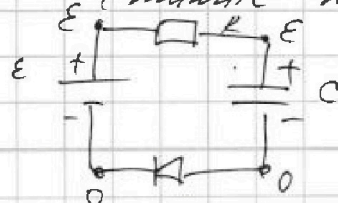
$$U_2 = |E - RI_2 - U| =$$

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

$$= |9 - 2 - 3| = 4 \text{ В}$$

- 3) когда установившееся значение тока I_3 конденсатор
нет $\Rightarrow$ нет тока во всей цепи

В установившемся режиме тока I_3 конденсатор
нет $\Rightarrow$ нет тока во всей цепи
(тогда напряжение на диоде равно 0)



тока I_3 резистор нет $\Rightarrow$
напряжение на резисторе
равно нулю. Отсюда напряжение
на конденсаторе равно:
 $U_C = E - 0 = E = 9 \text{ В}$



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!

тогда прилипли ширине конденсатора равно:

$$\Delta W = W(t_{\text{уст}}) - W(0) = \frac{CE^2}{2} - \frac{CU_1^2}{2} =$$

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

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

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

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

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

по ЗСЭ:

$$A = \Delta W + Q \Rightarrow Q = A - \Delta W = CE(E - U_1) - \frac{C}{2}(E^2 - U_1^2) = C\left(E^2 - U_1E - \frac{1}{2}E^2 + \frac{1}{2}U_1^2\right) =$$

$$= C\left(\frac{1}{2}E^2 - U_1E + \frac{1}{2}U_1^2\right) = \frac{1}{2}C(E^2 - 2U_1E + U_1^2)$$

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

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



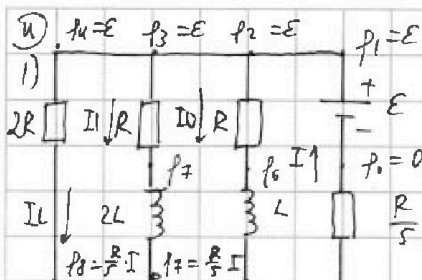
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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/l катушку L_1 течет ток I_1 , z/l резистор $R_3 = 2R$ течет ток I_L , а z/l источник ток I .

по ЗСЗ: $\varphi_6 = \frac{R}{5} I$ $\varphi_5 = \frac{R}{5} I$

$$I = I_0 + I_1 + I_L$$

из рисунка по методу потенциалов следует, что:

$$\varphi_4 - \varphi_0 = \varepsilon - \frac{R}{5} I = 2R I_L$$

$$\varphi_3 - \varphi_7 = \varepsilon - \frac{5R}{5} I = R I_1$$

$$\varphi_2 - \varphi_6 = \varepsilon - \frac{R}{5} I = R I_0$$

$$\Rightarrow I_1 = I_0 = 2 I_L$$

$$I_0 + I_0 + \frac{I_0}{2} = I$$

$$\frac{5}{2} I_0 = I$$

$$I_0 = \frac{2}{5} I$$

$$\varepsilon - \frac{R}{5} I = R \cdot \frac{2}{5} I$$

$$5\varepsilon - RI = 2RI$$

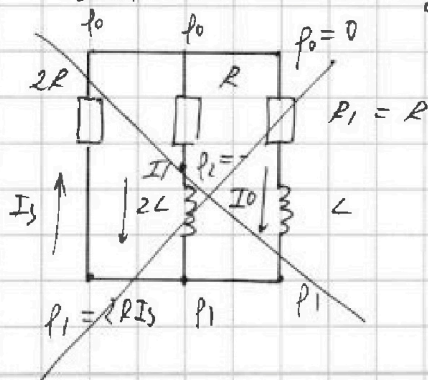
$$5\varepsilon = 3RI$$

$$I = \frac{5\varepsilon}{3R}$$

$$I_0 = \frac{2}{5} \cdot \frac{5}{3} \cdot \frac{\varepsilon}{R} =$$

$$= \frac{2\varepsilon}{3R}$$

2) сразу после размыкания ключа ток на катушках скачком не уменьшается:

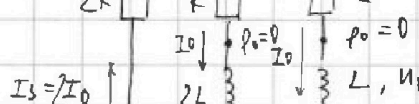


по ЗСЗ: $I_3 = I_1 + I_0 = 2 I_0$

$$\varphi_1 = R I_0$$

$$\varphi_1 = R I_0$$

$$\varphi_1 = R I_0$$



$$\varphi_4 = R I_0 + 2R I_3$$

$$= 5R I_0$$

Напряжение на катушке L_1 равно:

$$-U_1 = 5R I_0$$

$$U_1 = -5R I_0$$

$$U_1 = L \cdot \frac{dI_0}{dt} = L I_0'$$

$$I_0' = \frac{-5R I_0}{L} = -\frac{5R}{L} I_0$$

- скорость убывающего тока



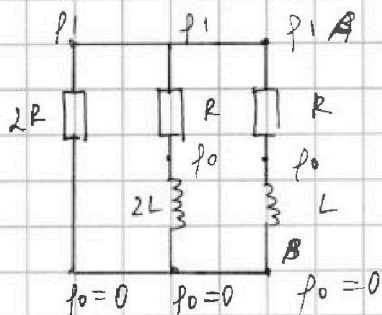
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

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.

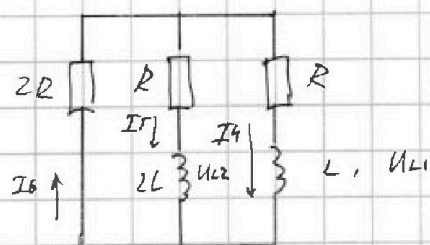


Если $R_1 > 0$, то в каждой ветви цепи ток идет сверху вниз (от большего потенциала к меньшему). Тогда все токи вытекают в н. В и не входят в нее $\Rightarrow$ прот.-е ЗСЗ.

Если $R_1 < 0$, то в каждой ветви цепи ток идет снизу вверх (от большего потенциала к меньшему), втекают в н. А и не вытекают из нее $\Rightarrow$ прот.-е.

Отсюда $I_1 = 0$, ток в цепи отсутствует (это можно считать очевидным, что $I_{L1} < 0$ и $I_{L2} < 0 \Rightarrow$ токи на катушках направлены во внешнюю).

Рассм. установившееся состояние цепи:



Все ветви обтекаются одинаково.

$$2R \cdot I_1 = R I_2 + 2L \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = R I_3 + L \frac{\Delta I_3}{\Delta t}$$

q_1 - заряд, протекающий
через $R_1 = R$,

q_2 - заряд, протекающий
через $R_2 = R$.

q_3 - заряд, протекающий
через $R_3 = 2R$.

$$\begin{aligned} R I_2 + 2L \frac{\Delta I_2}{\Delta t} &= R I_3 + L \frac{\Delta I_3}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t \\ R I_2 \Delta t + 2L \Delta I_2 &= R I_3 \Delta t + L \Delta I_3 \\ \text{продифференцируем обе части равенства:} \\ R \cdot q_2 + 2L (I_{2k} - I_{2n}) &= R \cdot q_1 + L (I_{3k} - I_{3n}) \end{aligned}$$

В конце 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!

и)

по 3С3:

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

$$2RI_6 = RI_5 + 2L \frac{\Delta I}{\Delta t} \cdot \Delta t$$

$$2R \underbrace{I_6}_{\Delta q_3} = R \cdot \underbrace{I_5}_{\Delta q_2} + 2L \Delta I$$

$$q_2 = \frac{Rq_3 + LI_0}{2R}$$

просуммируем обе части равенства:

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

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

$$2R \cdot q_3 = R \cdot \frac{Rq_3 + LI_0}{2R} - 2LI_0$$

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

$$3Rq_3 = -3LI_0$$

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



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 самые близкие лучи (т.е. $v < R$). Когда датчик находится в фокусе линзы, то на него попадают все преломлявшиеся лучи. Считая, что мощность P , регистрируемая датчиком, прямо пропорционально зависит от кол-ва лучей, то получаем:

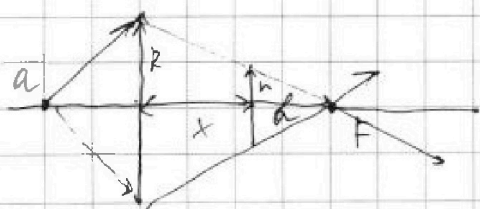
$$\frac{P_0}{P_F} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{0,044}{0,176} = \frac{1}{4}$$

(при максимальной мощности на датчик попадают все лучи).

На линзу падает N_F лучей при расстоянии от нее до источника, равном a . Когда датчик расположен от источника на расстоянии a , то на него падает самый N_0 лучей. Отсюда следует, что кол-во лучей, попавших на линзу и датчик соотносится, как площади их поперечностей:

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

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



Пусть p - е от датчика до фокуса равно b . Тогда:

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

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

$$F = 2x = 12 \text{ см}$$



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.

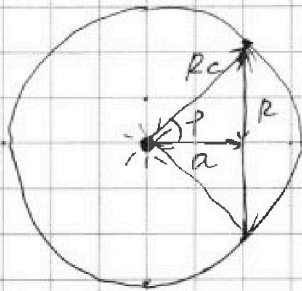


СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!

3)

лучи от источника расходятся в разные стороны. Ограничим их сферой радиуса R . Рассмотрим их-сть, проходящую $\perp$ диаметру этой сферы перп-но плоскости волны и датчика:



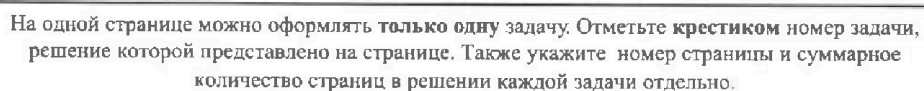
$$\begin{aligned} \text{тогда } R_c &= \sqrt{a^2 + R^2} = \\ &= \sqrt{32^2 + 2^2} = \\ &= 2\sqrt{16^2 + 1} = 2\sqrt{257} \\ \cos \varphi &= \frac{a}{R_c} = \frac{32}{2\sqrt{257}} \\ \cos 2\varphi &= 2\cos^2 \varphi - 1 = \\ &= 2 \cdot \frac{256}{257} - 1 = \\ &= \frac{2 \cdot 256 - 1}{257} = \frac{511}{257} \end{aligned}$$

тогда на сферу попадет:

$\frac{2\pi}{\arccos \frac{511}{257}}$ частей с лучей

тогда $\frac{P_F}{P_0} = \frac{\arccos \frac{511}{257}}{2\pi}$, где P_F - сила света с лучей, к-е попадают на сферу

$$\begin{aligned} P_0 &= P_F \cdot \frac{2\pi}{\arccos \frac{511}{257}} = \\ &= 0,176 \cdot \frac{2\pi}{\arccos \frac{511}{257}} \end{aligned}$$



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!



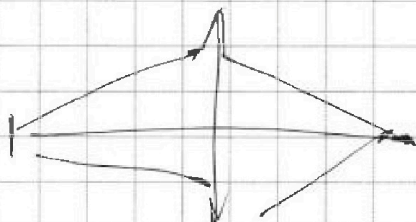


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



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

$$U_1 = E - RI_1 - 3$$

$$U_1 = 100 I_1$$

$$I_1 = 0,04 \text{ A}$$

$$RI_1 - U_1 = -\frac{10E}{3L}$$

$$\frac{I_1}{40} = RI_1 - U_1$$

$$I_1 = 4000 I_1 - 3$$

$$3999 I_1 = 3$$

$$1333 I_1 = 1$$

$$I_1 = 0,00075 \text{ A}$$

4

$$RI_1 - U_1 = 100 \cdot 10^{-3} - 1$$

$$I_1 = 20 \cdot 100 I_1 - U_1$$

$$I_1 = 2000 I_1 - 3$$

$$1999 I_1 = 3$$

$$I_1 = 0,0015 \text{ A}$$

$$U_1 = E - RI_1 - U_1$$

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

$$150 I_1 = 6$$

$$I_1 = 0,04 \text{ A}$$

$$20 \cdot 10^{-3} = 0,02 \times 50 \quad U_1 = 1$$

$$U_1 = E - RI_1 - U_1$$

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

$$50 I_1 = 100 I_1 - 3$$

$$50 I_1 = 3$$

$$I_1 = \frac{3}{50} = \frac{6}{100} = 0,06$$

$$R \quad p_1 + U_1 + R_L I_1 = 0$$



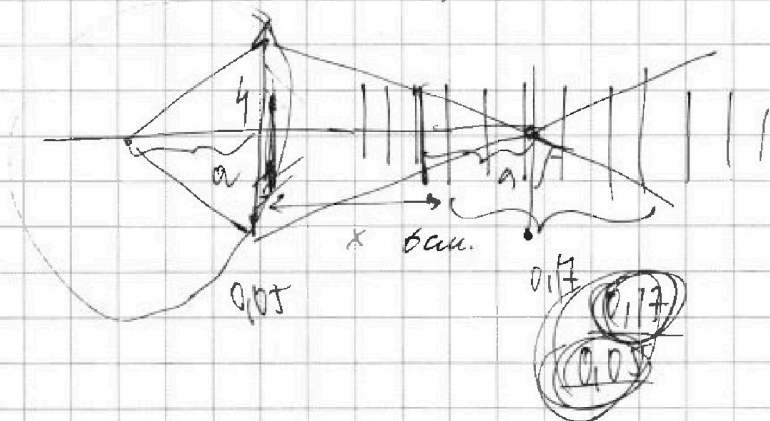
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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



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





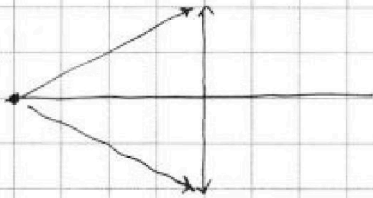
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
из

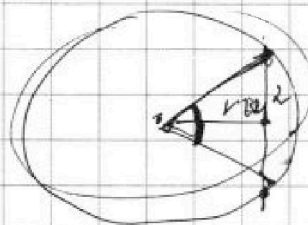
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Р₃)



лучи из источника расходятся
во все стороны. Пусть
на 1° ~~в~~ плоскости,
перпендикулярной диаметру,
приходится α лучей.
Ограничим сферой
ра

$$\begin{array}{r} 3 \\ 16 \\ \times 16 \\ \hline 196 \\ + 16 \\ \hline 256 \end{array}$$



$$\tan \alpha = \frac{1}{16}$$

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

$$\alpha \cdot p$$

17

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

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

$$511 \overline{) 17}$$

$$\begin{array}{r} 511 \overline{) 19} \\ 31 \\ \hline 31 \end{array}$$

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

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

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 19 \\ \hline 38 \\ + 190 \\ \hline 770 \end{array}$$