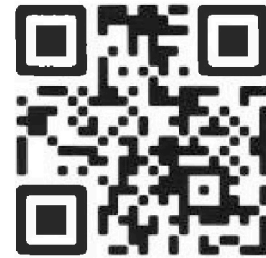




# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-06



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

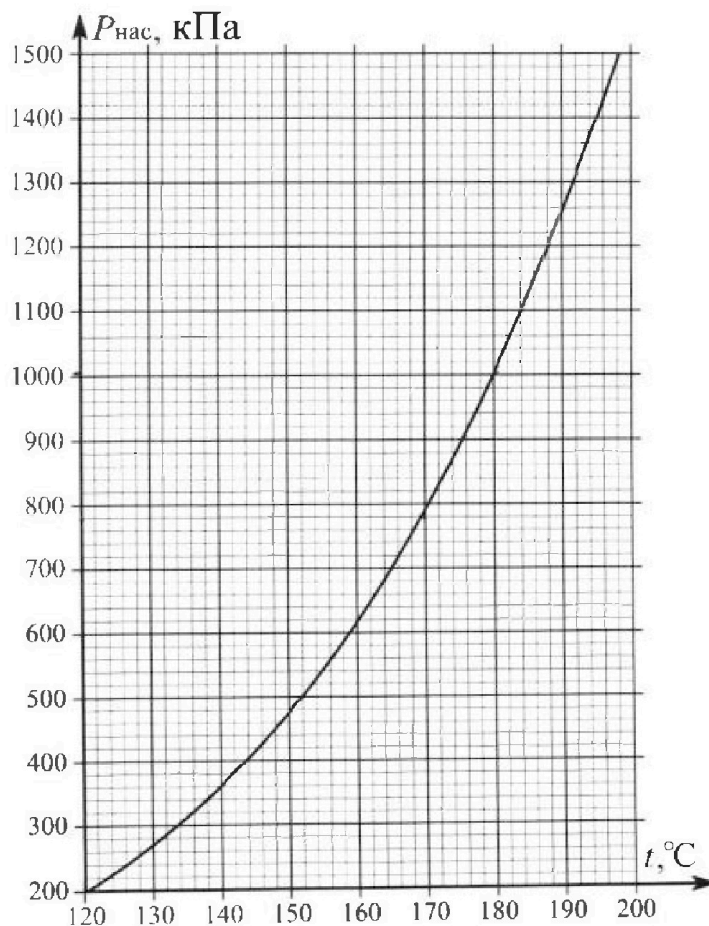
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 3 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту  $H = 13/4$  м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном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

Раз меры пушки и сопротивление воздуха не учитывать. Снаряд вылетает под действием сжатой легкой пружины. Ответы дать в метрах в виде обыкновенной дроби или целого числа.

2. В цилиндрическом теплоизолированном сосуде с площадью основания  $S = 10 \text{ см}^2$  под лёгким, теплоизолированным, способным свободно перемещаться поршнем находится в равновесии влажный воздух с относительной влажностью  $\varphi_1 = 75\%$  при температуре  $t_1 = 100^\circ\text{C}$ . Над поршнем вакуум. Поршень удерживается в равновесии силой  $F = 125 \text{ Н}$ , направленной вдоль оси сосуда внутрь. В некоторый момент времени сила становится равной  $2F$ , и затем остаётся постоянной. Считайте, что нормальное атмосферное давление  $P_0 \approx 100 \text{ кПа}$ . Воздух и водяной пар считать идеальными газами с молярными теплоемкостями при постоянном объеме  $C_{V1} = 5R/2$  (сухой воздух),  $C_{V2} = 3R$  (пар). На рисунке представлена зависимость давления насыщенного пара воды от температуры  $P_{\text{нас}}(t)$ .

- 1) Найти отношение начального равновесного давления  $P_1$  к  $P_0$ .
- 2) Найти в сосуде отношение числа молекул воды  $N_2$  к числу молекул сухого воздуха  $N_1$ .
- 3) Найти отношение температуры  $T_2$  после установления термодинамического равновесия к начальной температуре  $T_1$ . Температуры  $T_2$  и  $T_1$  по шкале Кельвина. Ответ дать в виде обыкновенной дроби.
- 4) Найти относительную влажность воздуха  $\varphi_2$  в сосуде после установления термодинамического равновесия.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

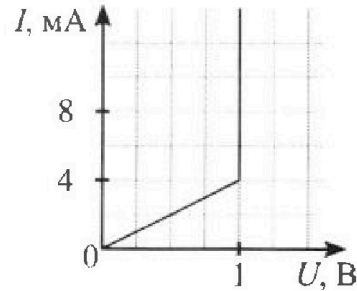
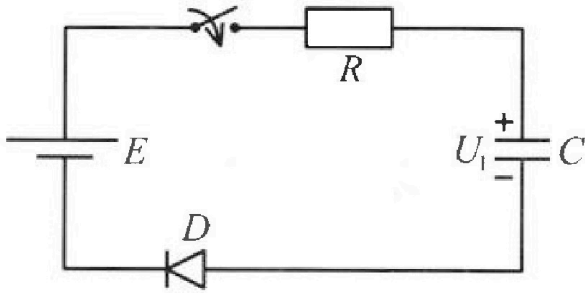
## Вариант 11-06

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



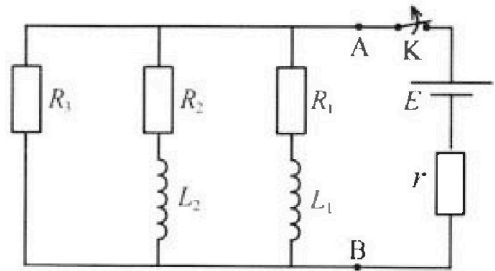
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E = 8$  В,  $R = 500$  Ом,  $C = 200$  мкФ, конденсатор заряжен до напряжения  $U_1 = 4$  В. Вольтамперная характеристика диода  $D$  приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 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.

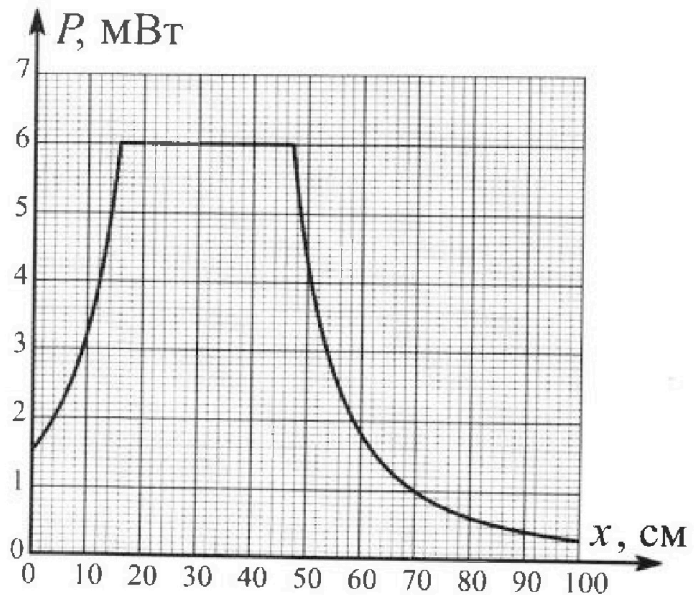
- 1) Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_2$  при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке  $L_2$  сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд  $q_3$ , протекший через резистор  $R_3$  после размыкания ключа.



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  $R \ll a$ .



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

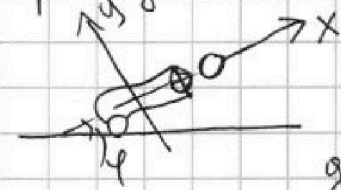
СТРАНИЦА  
1 ИЗ 2

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!

1) Масса пушки без пороха  $3m$ , а масса пороха  $m$ . Пусть в первом случае заряд вылетел со скоростью  $V$  из пушки, тогда:

$$H = \frac{V^2}{2g} \Rightarrow V = \sqrt{2gH}$$

П.к. пушка во втором случае никак не изменилась, но с-но II з-ку Ньютона в импульсной форме в проекции на ось  $Ox$ :



$N\Delta t = mV$ , т.к. в первом и втором случае  $N\Delta t$  равны, то скорости, переданная пороху также равна, значит дальность во втором случае равна:

$S_2 = V \cos \varphi T$ , а  $T = \frac{2V \sin \varphi}{g}$ , значит

$$S_2 = \frac{2V^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g} = \frac{V^2 \sin 2\varphi}{g}$$

Из тригонометрии:  $\frac{1}{\cos^2 \varphi} + 1 = \frac{1}{\cos^2 \varphi} \Rightarrow \Rightarrow \cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{tg^2 \varphi + 1}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{g}{2} + 1}} = \frac{2}{\sqrt{13}}$

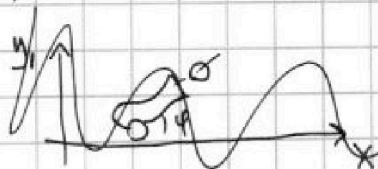
$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = \sqrt{\frac{13 - \frac{4}{13}}{13}} = \frac{3}{\sqrt{13}} \quad ] , \text{значит}$$

$$S_2 = \frac{2 \cdot 2gH}{g} \cdot \sin 2\varphi = 2H \cdot \frac{2 \cdot 2 \cdot 3}{13} = \frac{8 \cdot 3 \cdot 13}{4 \cdot 13} = 6 \text{ м}$$

~~Второй случай:  $v = 3mV \cos \varphi$~~

$$\Delta v = mV \cos \varphi = 3mV$$

$$v \cos \varphi = 3H$$



~~В скорости пороха после вылета,  $v$  - скорость пушки после вылета пороха,~~



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!

2) П. к. пушка не может двигаться  
вниз, то проекция скорости на  
Oy остается такой же  ~~$v \sin \varphi$~~

$v \sin \varphi$ , значит проекция на OX равна

$$v \frac{\sin \varphi}{\tan \varphi} = v \cos \varphi, \text{ значит } S_3 = S_2 = \textcircled{6 \text{ м}}$$

Ответ: 1) 6 м ; 2) 6 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.

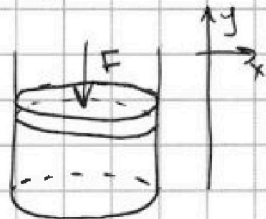
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА

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!

н2 1)



С-но II з-ну Ньютона  $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ :

$$O_y: F = P_1 S \Rightarrow P_1 = \frac{F}{S}, \text{ где } P_1 -$$

начальное давление

$$\frac{P_1}{P_0} = \frac{F}{S P_0} = \frac{125 \text{ Н}}{100.000 \text{ Па} \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 125$$

2)  $P_1 = P_{b1} + P_{n1}$ , где  $P_{b1}$  - начальное давление сухого воздуха, а  $P_{n1}$  - начальное давление водяного пара.  $P_{n1} = \frac{\nu_1}{100\%} P_0$

$P_{b1} = nKT = \frac{N_1}{V_1} kT_1$ ,  $V_1$  - объем сосуда,  $T_1$  - начальная температура

$$P_{n1} = \frac{N_2}{V_1} kT_1, \text{ значит } \frac{N_2}{N_1} = \frac{P_{n1} V_1 kT_1}{kT_1 P_{b1} V_1} = \frac{P_{n1}}{P_{b1}}$$

$$= \frac{P_1 - P_{n1}}{P_{n1} + 0,25 P_0} = \frac{P_1}{0,75 P_0} - 0,75 = \frac{125 P_0}{0,75 P_0} - 0,75 = 166,67 - 0,75 = 165,92$$

(124,25)

$$3) 2F = (P_{b2} + P_{n2}) S$$

С-но I началу термодинамики:

$Q = A + \Delta U$ , т.к. сосуд теплоизолирован,

то  $Q = 0$ , а работа равна  $2F \Delta x$ ,

где  $\Delta x$  - перемещение поршня,  $\Delta x = \frac{V_2 - V_1}{S}$

$$2F \Delta x = 3R \nu_1 (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} R \nu_2 (T_2 - T_1)$$



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!

Максимум  $pV^\gamma = \text{const}$ , где  $\gamma = \frac{i+2}{f}$  - где  $i$  - число степеней свободы

$$pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R} \Rightarrow p = \frac{\nu R T}{V}$$

$$\Rightarrow \frac{\nu R T}{V} V^\gamma = \text{const} \Rightarrow T V^{\gamma-1} = \text{const}$$

$$T_1 \cdot (V_1)^{\gamma-1} = T_2 \cdot (V_2)^{\gamma-1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$$

$$\frac{2F}{5} \nu R \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) = 3 \nu R \ln (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \nu R \ln (T_2 - T_1) + \nu R T_1$$

$$\frac{2F}{5 \nu R T_1} \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) = 3 \ln (T_2 - T_1) + \frac{5}{2} \ln (T_2 - T_1) + T_1$$

$$\frac{2F}{5 \nu R T_1} \ln \left( \frac{V_2}{V_1} \right) = \frac{11}{2} \ln (T_2 - T_1) + T_1$$

$$\frac{2F}{5 \nu R T_1} \ln \left( \frac{V_1}{V_1 k^{\frac{1}{2}}} \right) = (3 \ln + \frac{5}{2} \ln) (k - 1) + T_1$$

$$\frac{2F}{5 \nu R T_1} \ln \left( k^{-\frac{1}{2}} \right) = (3 \ln + \frac{5}{2} \ln) (k - 1) + T_1$$

$$V = \frac{\nu R T}{p} \Rightarrow \frac{T}{p^{\gamma-1}} = \text{const}$$

$$\frac{T_1}{p_{b1}^{\gamma-1}} = \frac{T_2}{p_{b2}^{\gamma-1}} \Rightarrow p_{b2} = p_{b1} \sqrt[\gamma]{\frac{T_2}{T_1}} = p_{b1} \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = p_{b1} \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{i+2}{2}}$$

$$\frac{2F}{5} = p_{b2} + p_{n2}, \text{ м.к. } T_2 > T_1, \text{ то } \varphi_2 = 100\%$$

$$\frac{2F}{5} = p_{b1} \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^{\frac{i+2}{2}} + p_{n2} \text{ где зависимость } p_{n2}(T)$$

где  $p_{n2}$  - парциальное давление

$$\frac{2 \cdot 125}{5} = 125 \cdot \left(\frac{T_2}{373}\right)^{\frac{1+2}{2}} + 100000 \left(\frac{T_2}{373}\right)^{\frac{1+2}{2}}$$

Ответ: 1) 125 ; 2) 124,75 ; 4) 100%.



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!

$$\Delta q = (\varepsilon - u_1) C$$

$$\text{З} (\exists) : \varepsilon \Delta q = \Delta W_C + Q' \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q' = \varepsilon \Delta q - \Delta W_C = C \varepsilon^2 - C u_1 \varepsilon - \frac{C \varepsilon^2}{2} + \frac{C u_1^2}{2} =$$

$$= C \left( \frac{\varepsilon^2}{2} - u_1 \varepsilon + \frac{u_1^2}{2} \right) = \frac{C}{2} (\varepsilon - u_1)^2 = \frac{100 \mu\text{Дж}}{1000000}$$

~~Эквивалентное сопротивление  $R_{\text{экв}} = 320 \text{ Ом}$   $R_{\text{экв}} = \frac{3 \cdot 2 \cdot 10^3}{3} \text{ Ом}$~~

Ответ: 1)  $6 \text{ мА}$ ; 2)  $5 \text{ В}$ ; 3)  $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$

$Q'$  - запас энергии, выделяющейся суммой  $Q_D$  - запас энергии, выделяющейся на диоде и  $Q_R$ .

$Q_D$  - энергия теплоотвода, выделяющаяся на диоде при постоянной напряженности ( $I > 4 \text{ мА}$ ) и при  $I < 4 \text{ мА}$

В первом случае  $Q_{D1} = U_{D1} \cdot \Delta q = U_{D1} (u_1 + u_2) C$ ,  
где  $U_{D1} = U_B$

Во втором случае  $Q_{D2} = \sum I_R^2 R_D t_2 = Q_{R2} \frac{R_D}{R_{\text{экв}}}$ ,  
где  $I_R$  - ток через резистор  $R_D$  - сопротивление

диода ( $R_D = \frac{U_{D1}}{I_2}$ ),  $t_2$  - время изменения силы тока от  $4 \text{ мА}$  до  $0 \text{ А}$ .  $Q_{R2}$  - энергия, выделяющаяся на резисторе за  $t_2$

$$\text{З} (\exists) : \varepsilon C (u_2 - u_1) = Q_{D1} + Q_{R1} + \frac{C(u_2^2 - u_1^2)}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_{R1} = \varepsilon C (u_2 - u_1) - U_{D1} C (u_2 - u_1) - \frac{C}{2} (u_2^2 - u_1^2) =$$



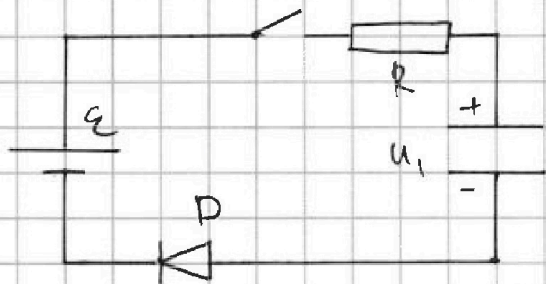
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

v3



1) C-по II правилу Кирхгофа:

$$\mathcal{E} = I_1 R + U_1 + U_D$$

где  $U_D$  - напряжение на диоде в  $\varphi$ -ный момент

$$U_D = \begin{cases} I_1 \cdot 250 \text{ В} & \text{при } I_1 \in [0 \text{ А}; 4 \text{ мА}] \\ 1 \text{ В} & \text{при } I_1 \in (4 \text{ мА}; +\infty) \end{cases}$$

Проверим оба случая:

$$\text{I } 8 \text{ В} = I_1 (250 \Omega + 500 \Omega) + U_1 \Rightarrow$$

$\Rightarrow I_1 = \frac{4}{750} \text{ А} > \frac{4}{1000} \text{ А}$ , не входит в промежуток  $[0 \text{ А}; 4 \text{ мА}]$ , значит этот вариант не находим

$$\text{II } 8 \text{ В} = I_1 \cdot 500 \Omega + 1 \text{ В} + U_1 \Rightarrow I_1 = (6 \text{ мА}) \in (4 \text{ мА}; +\infty)$$

значит  $\varphi$ -ный вариант находим.

2) Поок в цепи  $4 \text{ мА} \rightarrow U_D = 1 \text{ В}$ , значит

$$\mathcal{E} = I_2 R + U_2 + U_D \Rightarrow U_2 = \mathcal{E} - U_D - I_2 R =$$

$$= 8 \text{ В} - 1 \text{ В} - \frac{4 \cdot 500}{1000} \text{ В} = 5 \text{ В}$$

3) Режим полностью установившийся, когда напряжение на конденсаторе  $U_C = \mathcal{E}$ , значит заряд, который прошёл через источник равен:





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!

$$= C(u_2 - u_1) \left( \varepsilon - u_D - \frac{u_2 + u_1}{2} \right)$$

$$Q' = Q_{R_1} + Q_{R_2} \left( 1 + \frac{R_D}{R} \right) \Rightarrow Q_{R_2} = \frac{(Q' - Q_{R_1})R}{R + R_D} =$$

$$= \frac{\left( \frac{C}{2} (\varepsilon - u_1)^2 - \frac{C}{2} (u_2 - u_1) (2\varepsilon - 2u_D - u_2 - u_1) \right) R}{R + R_D}$$

$$= \frac{CR}{2} \cdot \frac{(\varepsilon - u_1)^2 - (u_2 - u_1)(2\varepsilon - 2u_D - u_2 - u_1)}{R + R_D}, \text{ значим}$$

$$Q = Q_{R_1} + Q_{R_2} = \frac{C}{2} \left( \frac{R}{R + R_D} \left( (\varepsilon - u_1)^2 - (u_2 - u_1)(2\varepsilon - 2u_D - u_2 - u_1) \right) + (u_2 - u_1)(2\varepsilon - 2u_D - u_2 - u_1) \right) =$$

$$= \frac{200 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}}{2} \left( \frac{50}{75} \left( 16 - \frac{5}{5} (16 - 2 - 5 - 4) \right) + (5) \right) \text{ В}^2 =$$

$$= \left( \frac{550}{75} + 5 \right) \cdot 10^{-4} \text{ Дж} = \frac{975}{75} \cdot 10^{-4} \text{ Дж} = 13 \cdot 10^{-4} \text{ Дж}$$

Ответ: 1) 6 мА ; 2) 5 В ; 3)  $13 \cdot 10^{-4}$  Дж



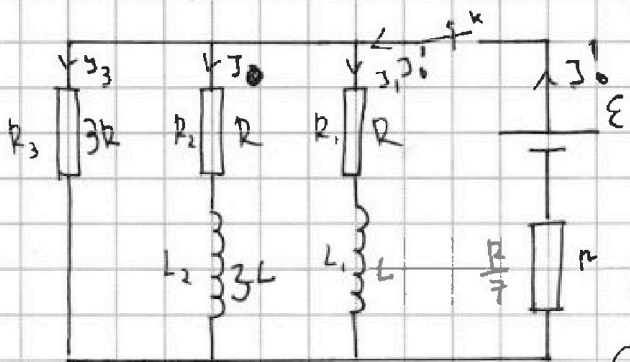
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

~ 4 1)



В установленном  
режиме  $\varepsilon_{in} = 0$ ,  
тогда ток через  $L_2$   
равен току через  $R_2$ ,  
с-но II правило Кирхгофа:

$$\varepsilon = J_0' \frac{R}{7} + J_1 R \quad (1)$$

$$\varepsilon = J_0' \frac{R}{7} + J_0 R \quad (2) \rightarrow J_1 = J_0$$

$$\varepsilon = J_0' \frac{R}{7} + 3J_3 R \quad (3) \rightarrow J_3 = \frac{J_0}{3}$$

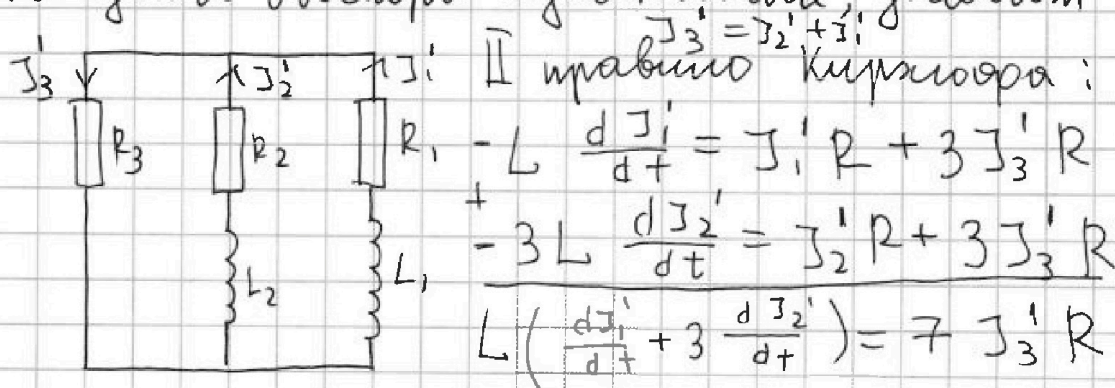
$J_0'$  - установленный ток  
через  $\varepsilon \Rightarrow \Delta C$ ,  $J_0$  - ток  
через  $R_2$ ,  $J_3$  - ток через  $R_3$

с-но I правило Кирхгофа:  $J_0' = J_1 + J_0 + J_3 =$   
 $= J_0 + J_0 + \frac{J_0}{3} = \frac{7}{3} J_0 \quad (4)$

тогда (4) в (2):  $\varepsilon = \frac{7}{3} J_0 \cdot \frac{R}{7} + J_0 R = \frac{4}{3} J_0 R \Rightarrow$

$$\Rightarrow J_0 = \frac{3 \varepsilon}{4 R}$$

3) При размыкании ключа ток через катушки не успевает быстро измениться, значит



II правило Кирхгофа:  $J_3' = J_2' + J_1'$

$$-L \frac{dJ_1'}{dt} = J_1' R + 3J_3' R$$

$$+ 3L \frac{dJ_2'}{dt} = J_2' R + 3J_3' R$$

$$L \left( \frac{dJ_1'}{dt} + 3 \frac{dJ_2'}{dt} \right) = 7 J_3' R$$



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  
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!

$$j_1' + j_2' = j_3' \quad | : dt$$

$$q_1 + q_2 = q_0$$

$$-L (dj_1' + 3dj_2') = 7j_3' R dt$$

$$+L (j_0 + 3j_0) = 7q_0 R \Rightarrow q_0 = \frac{4Lj_0}{7R} =$$

$$= \frac{4L \cdot 3 \varepsilon}{11 R \cdot 7R} = \frac{3}{7} \frac{L \varepsilon}{R^2}$$

2) III-к. во время размыкания ключа

через  $L_1$  и  $L_2$  текут равные токи, но

$\dot{j}_1 = \dot{j}_2$  - скорости изменения токов через  $L_1$  и  $L_2$  соответственно.

II Правило Кирхгофа:

$$L \dot{j} = j_1' R + 3j_3' R$$

$$3L \dot{j} = j_2' R + 3j_3' R$$

$$4L \dot{j} = 7j_3' R, \text{ т.к. в ветви с } R_3 \text{ нет}$$

катушки, то  $j_3' = j_3 = \frac{\varepsilon}{4R}$ , тогда

$$\dot{j} = \frac{7 \varepsilon}{16 R L}$$

Ответ: 1)  $\frac{3 \varepsilon}{4R}$ , 2)  $\frac{7 \varepsilon}{16 L}$  3)  $\frac{3}{7} \frac{L \varepsilon}{R^2}$

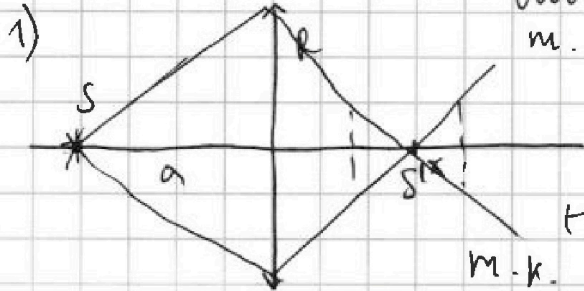


1  2  3  4  5  6  7

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



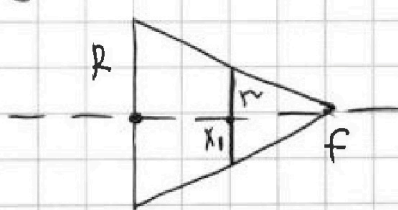
линза является собирающей,  
т.к. график зависимости  
излучения рассеивающей  
линзы представляет  
собой некоторую постан-  
но убывающую ф-цию,  
т.к. кол-во лучей, дошедших  
до диска с увеличением радиуса  
лишь увеличивается.

$P \sim N$ , где  $N$  - число лучей,  
дошедших до диска, а  $S$  - мощность  
от источника равно, только если  
диск находится на равном расстоянии  
от изображения, значит

$$f = \frac{x_1 + x_2}{2} = \frac{16 + 48}{2} \text{ см} = 32 \text{ см}$$

$$x_1 = 16 \text{ см}, x_2 = 48 \text{ см}$$

мощность начинает уменьшаться, когда  
число лучей, дошедших до диска уменьшается,  
значит мы ищем:



$$\frac{f}{x_1} = \frac{R}{r} \Rightarrow r = \frac{R x_1}{f} = \frac{3 \text{ см} \cdot 16 \text{ см}}{32 \text{ см}} = 1,5 \text{ см}$$

2) По Ф-ле тонкой линзы:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{a} = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{fa}{f+a} = \frac{32 \cdot 48 \text{ см}}{32 + 48} = \frac{8 \cdot 6 \cdot 32 \text{ см}}{80}$$

$$= 19,2 \text{ см}$$



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  
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) Мощность источника равна  $P_{\max} = 6 \text{ мВт}$

Ответ: 1) 1,5 см

2) 19,2 см

3) 6 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  
\_\_ 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!

$$p = \frac{nV}{nKT} \quad \frac{12500}{75} = \frac{2500}{15} = \frac{500}{3} \quad 1 = \frac{497}{3}$$

$$\frac{1}{9 \cdot 10^{-3}} = \frac{12500}{75} \quad \frac{12500}{75} \Big| \frac{75}{15} \frac{5}{15}$$

$$0,25 \cdot 10^3 = 250$$

$$8 = 1 + 4 + 3 + 500$$

$$J = \frac{3}{500} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$8 = 4 + J(250 + 500) =$$

$$= J = \frac{4}{750} \approx \frac{4}{1000}$$

$$P_{b2} + P_{n2} \quad V' = JRT_2$$

$$\frac{2FS}{3} V' = JRT_2$$

$$J_0 R + L \frac{dJ_0}{dt} =$$

$$J_1 R - L \frac{dJ_0}{dt} + 3L \frac{dJ_0}{dt} - \frac{J}{6} R = 0$$

$$2L \frac{dJ_0}{dt} = 0$$

$$\frac{FV}{S} = JRT_1$$

$$\frac{2V'}{V} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$Q = Q_{p1} + Q_{R1} + Q_{R2} + Q_{R2} \left( P_{b2} \cdot \frac{R_D}{R_E} \right)$$

$$Q - Q_D = Q_{R1} + Q_{R2} \left( 1 + \frac{R_D}{R_E} \right) \quad P_{b2} V' = J_0 R T_2$$

$$\frac{P_{b1} V_1}{R T_1} = J$$

$$P_{b2} (V_1 - S_A X) = J R T_2 =$$

$$= \frac{P_{b1} V_1}{T_1} T_2$$

$$2 F \Delta X = A_{b1} + A_{n1} + \frac{1}{2} J R (T_2 - T_1)$$

PROBATOR

$$\frac{F}{S} V_1 = J R T_1$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{J R S}{F} + S u c m = h n i s$$

$$h E - h s m - \Delta$$

ATA

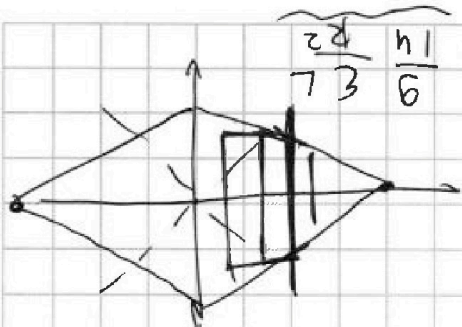


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

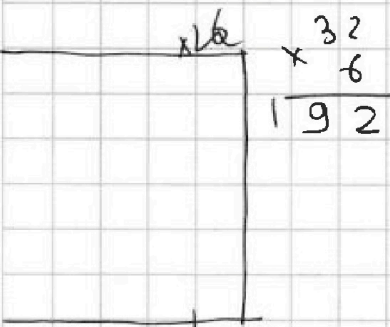
СТРАНИЦА  
из

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!



$$\Rightarrow q = \frac{3L(\gamma_2 + \gamma_1)}{\gamma R} = \frac{3L \left( \frac{2}{3} R \right)}{\gamma R} = \frac{2L}{\gamma} = \frac{14}{9} \frac{R}{L}$$

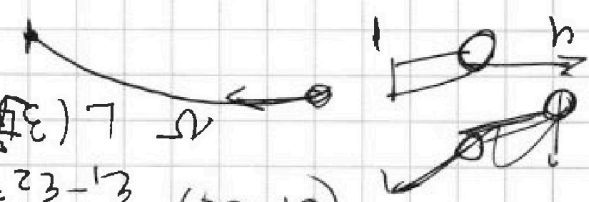
$$\begin{aligned} 3L\gamma_2 &= \gamma_2 R + 3\gamma_3 R \\ 3L\gamma_2 &= \gamma_2 R + 3qR \\ \gamma_2 &= qR + 3qR \end{aligned}$$



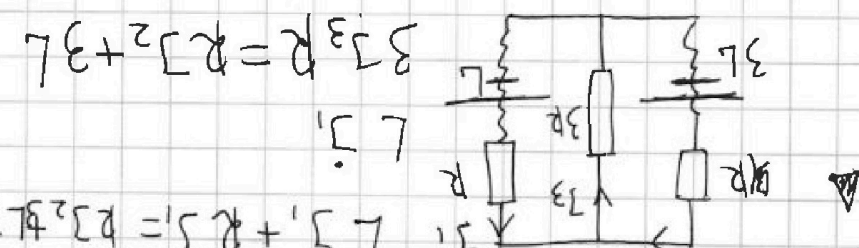
$$\gamma_2 = 3\gamma_1 - \frac{L}{R}$$

$$V \cos \varphi = U \cos \varphi - U \cos \varphi$$

$$M \cos \varphi = 3M U + M U \cos \varphi$$



$$\begin{aligned} \varepsilon_1 - \varepsilon_2 &= (\gamma_1 - \gamma_2) R \\ (\varepsilon_1 + \varepsilon_2) &= \dots \\ \varepsilon_2 &= \gamma_2 R + 3\gamma_3 R \\ \varepsilon_1 &= \gamma_1 R + 3\gamma_3 R \end{aligned}$$



$$\begin{array}{r} 975 \overline{) 25} \\ 75 \quad \underline{225} \\ 75 \quad \underline{225} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{aligned} \gamma_1 + \gamma_2 &= \gamma_3 \\ P &= \gamma V \\ \gamma &= \text{const} \end{aligned}$$



На одной странице можно оформить 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!

