



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

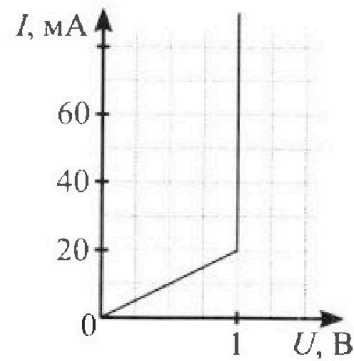
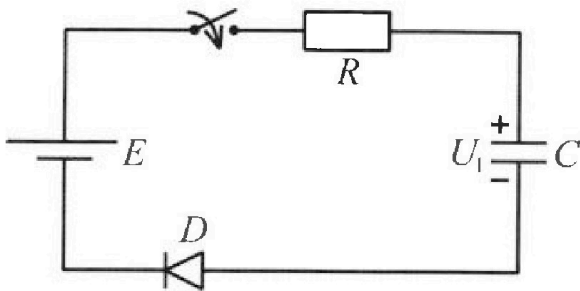
## Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

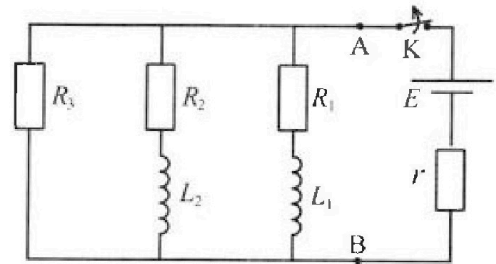
3. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E = 9$  В,  $R = 100$  Ом,  $C = 60$  мкФ, конденсатор заряжен до напряжения  $U_1 = 3$  В. Вольтамперная характеристика диода  $D$  приведена на рисунке. Ключ разомкнут, затем ключ замыкают.

- 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?



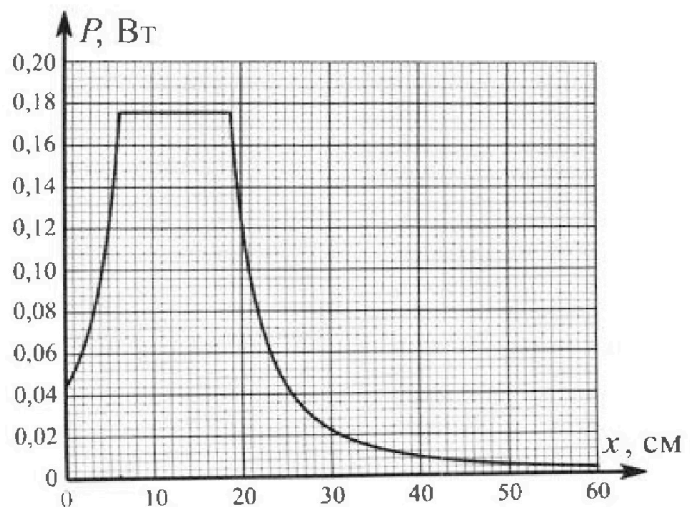
4. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника  $E$ ,  $R_1 = R_2 = R$ ,  $R_3 = 2R$ ,  $r = R/5$ ,  $L_1 = L$ ,  $L_2 = 2L$ . Ключ  $K$  замкнут, режим в цепи установился.

- 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  $R \ll a$ .



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

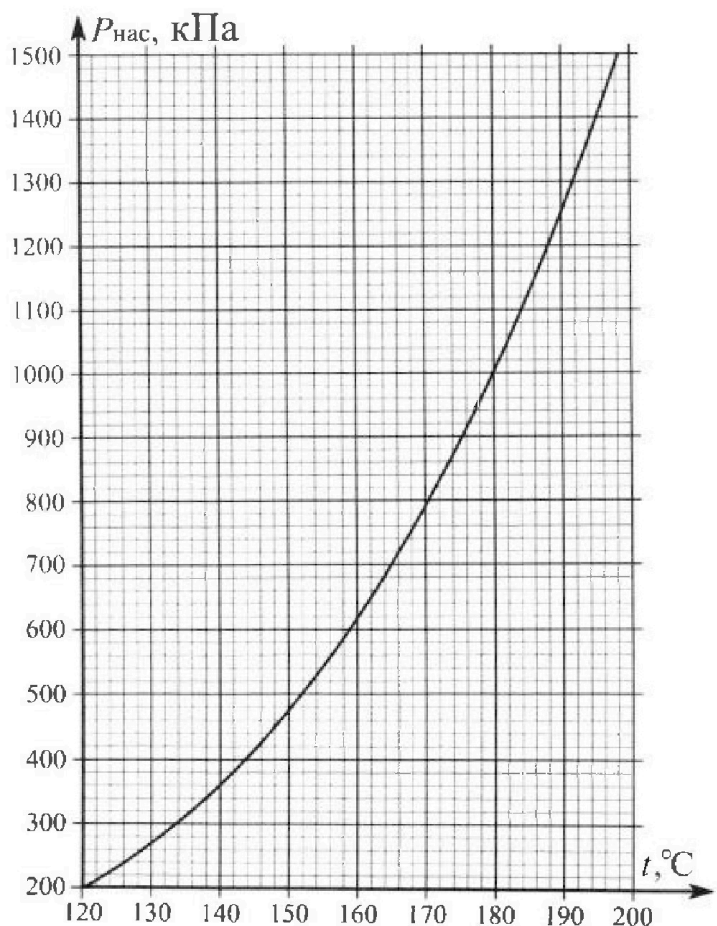
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 4 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту  $H = 13/3$  м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном 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  $C_{V1} = 5R/2$  (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.







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!

N 1  
 $K = 13 \text{ м}$   
 $M = 4 \text{ м}$

d)  $\text{tg } \varphi = \frac{2}{3} \rightarrow \cos^2 \varphi = \frac{9}{13}$

$\cos \varphi = \frac{3}{\sqrt{13}}$

$\sin \varphi = \frac{2}{\sqrt{13}}$

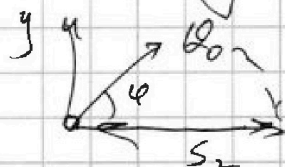
$\text{tg } \varphi = \frac{2}{3}$  1) В первом случае:

$v_0$  - нач. скорость снаряда

$[v_0^2 = 2gK]$

$\sin 2\varphi = 2 \sin \varphi \cos \varphi = \frac{12}{13}$

2) Если пушка закреплена:  $v_y = v_0 \sin \varphi$



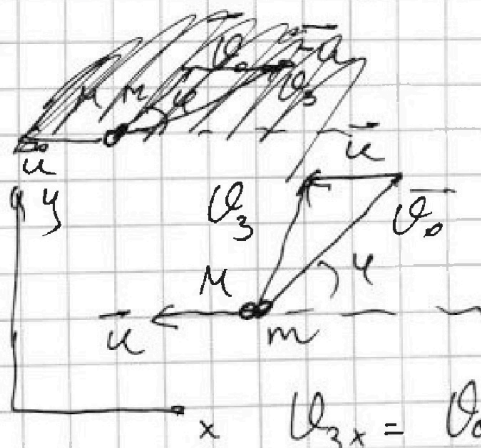
$\text{time} = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g}$   $v_x = v_0 \cos \varphi$

$S_2 = v_x \text{time} = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g}$

$S_2 = 2K \sin 2\varphi = 2 \cdot \frac{13}{3} \cdot \frac{12}{13} = 8 \text{ м}$   $[S_2 = 8 \text{ м}]$

3) Будем считать что отн. ко пушке снаряд вылетает с  $v_0$  под углом  $\varphi$

т.к. для системы "м + М"  $K_{внеш. x} = 0$ , выполняется ЗИИ по оси x в СО земли



$v_3$  - скорость снаряда в СО земли

ЗИИ:

$m v_0 \cos \varphi - m u = M u$

$v_0 \cos \varphi = 5u$

$u = \frac{v_0 \cos \varphi}{5}$

$v_{3x} = v_0 \cos \varphi - u = \frac{4}{5} v_0 \cos \varphi$

$v_{3y} = v_0 \sin \varphi$   $\text{time} = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g}$

$[S_3 = 2v_0 \frac{\sin \varphi}{g} \cdot \frac{4}{5} v_0 \cos \varphi = \frac{4}{5} \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g} = \frac{4}{5} S_2 = \frac{32}{5} \text{ м}]$

Ответ: 1)  $S_2 = 8 \text{ м}$  2)  $S_3 = \frac{32}{5} \text{ м}$ .



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  
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!

$S = 10^{-3} \text{ м}^2$  1)  $\downarrow F$   $\gamma_{\text{ст. равновесия}} \rho_1 = \frac{F}{S} = \frac{150}{10^{-3}} = 150000 \text{ Па}$

$T_1 = 373 \text{ К}$

$\varphi_1 = 100\%$

$F = 150 \text{ Н}$

$F \rightarrow 1,5F$

$\rho_0 = 10^5 \text{ Па}$

$C_{\text{вып}} = \frac{5}{2} R$

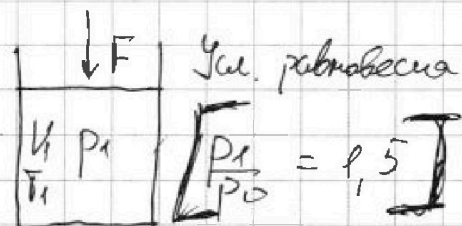
$C_{\text{вб}} = 3R$

1)  $\frac{\rho_1}{\rho_0} = ?$

2)  $\frac{N_2}{N_1} = ?$

3)  $\frac{T_2}{T_1} = ?$

4)  $\varphi_2 = ?$



2)  $\frac{N_2}{N_1} = \frac{N_2}{N_1} \cdot \frac{N_A}{N_A} = \frac{V_2}{V_1} ; \rho_1 V_1 = 3V_1 R T_1$

$\rho_1$  3-х Давидсона  $\rho_1 = \rho_{b1} + \rho_{c1}$

$\rho_{b1} = 100 \text{ кПа}$  т.к.  $T = 373 \text{ К}$   $\varphi_1 = 100\%$

$\rho_b$  - давление вод. пара

$\rho_c$  - давление сухого воздуха

$\rho_{c1} = 50 \text{ кПа} = \frac{1}{2} \rho_0$

$\rho_2 V_2 = 2R T_2$   $\rho_2 V_1 = \rho_1 R T_2$   $\frac{V_2}{V_1} = \left[ \frac{N_2}{N_1} = \frac{\rho_{b1}}{\rho_{c1}} = 2 \right]$

3) После  $\gamma_{\text{ст. равновесия}} \rho_2 = \frac{1,5F}{S} = 1,5 \rho_1$   
 За время  $\gamma_{\text{ст. равновесия}} A = 1,5F \left| \frac{\Delta V}{S} \right| = 1,5 \rho_1 |\Delta V|$   
 $A$  - работа внешней силы  
 $\Delta V = V_2 - V_1$   $V_2 < V_1$   $|\Delta V| = V_1 - V_2$

$\rho_2 V_2 = (V_2 + V_1) R T_2 = 3V_1 R T_2$

т.к. соулг тепло изолирован  $Q = 0$

И нач тер равновесии  $A = \Delta U$   $\Delta U = \frac{5}{2} R V_1 \Delta T + 3R V_2 \Delta T = \frac{14}{2} V_1 R (T_2 - T_1)$

$1,5 \rho_0 (V_1 - V_2) = \frac{14}{2} V_1 R T_2 - \frac{14}{2} V_1 R T_1$

$1,5 \rho_0 V_1 - \rho_2 V_2 = \frac{14}{2} V_1 R T_2 - \frac{14}{2} V_1 R T_1$

$4,5 V_1 R T_1 - 3 V_1 R T_2 = \frac{14}{2} V_1 R T_2 - \frac{14}{2} V_1 R T_1$   $\left[ \frac{T_2}{T_1} = \frac{26}{23} \right]$

$13 T_1 = 11,5 T_2$





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  
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!

$$4) p_1 V_1 = 3 p_1 R T_1$$

$$p_2 V_2 = 1,5 p_1 V_2 = 3 V_1 R T_2$$

$$1,5 \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{26}{23}$$

$$V_2 = \frac{52}{69} V_1 = \frac{26}{23} \cdot \frac{2}{3} V_1$$

Для сухого воздуха

$$\frac{p_{c1} V_1}{T_1} = \frac{p_{c2} V_2}{T_2}$$

$$p_{c2} = p_{c1} \frac{T_2}{T_1} \frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{2} p_0 \frac{26}{23} \frac{3}{2} \frac{23}{26}$$

$$p_{c2} = \frac{3}{4} p_0 = 0,75 p_0$$

$$p_2 = 1,5 p_1 = 2,25 p_0$$

$$p_{b2} = p_2 - p_{c2} = 1,5 p_0 = 150 \text{ мм рт.ст.}$$

$$T_2 \approx 421,5 \text{ К}$$

$$t_2 \approx 148,5^\circ \text{C}$$

$$p_{\text{нас}_2}(t_2 = 148,5^\circ \text{C}) \approx 450 \text{ мм рт.ст.}$$

$$\varphi_2 = \frac{p_{b2} \cdot 100\%}{p_{\text{нас}_2}} = \frac{150 \cdot 100\%}{450} \approx 33\%$$

$$\boxed{\varphi_2 = 33\%}$$

$\varphi_2 < 100\%$ , поэтому пар не конденсируется,

поэтому предположим, что

$$V_{\text{сух}} + V_{\text{вог}} = 3 V_1 \text{ верно,}$$

$i \cdot V = \text{const}$

Ответ: 1)  $\frac{p_1}{p_0} = 1,5$

2)  $\frac{V_2}{V_1} = 2$

3)  $\frac{T_2}{T_1} = \frac{26}{23}$

4)  $\varphi_2 = 33\%$



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 3  $\mathcal{E} = 9\text{ В}$

$R = 100\ \Omega$

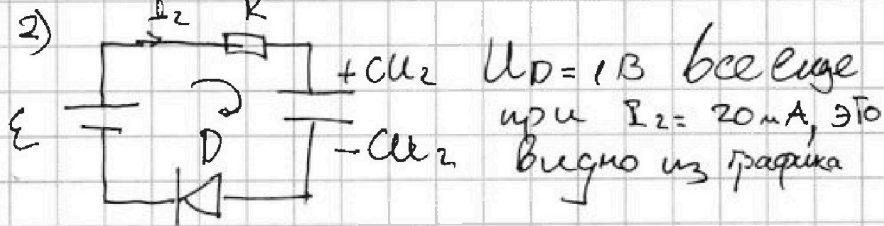
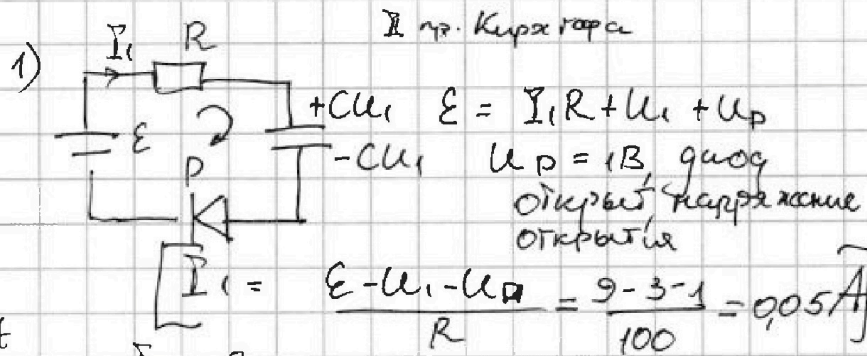
$C = 6 \cdot 10^{-5}\ \text{Ф}$

$U_1 = 3\text{ В}$

1)  $I_1 = ?$

2)  $U_2$  при  $I_2 = 20\ \text{мА}$

3)  $Q = ?$



II пр. Кирхгофа

$$\mathcal{E} = I_2 R + U_2 + U_D \quad U_2 = \mathcal{E} - U_D - I_2 R = 9 - 1 - 20 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 = 6\text{ В}$$

3) Разобьем задачу на две части  
 $Q = Q_1 + Q_2$

$U_2 = 6\text{ В}$

3.1)  $U_D = 1\text{ В}$  пока  $I = I_2$ , т.е.  $U_C$  меньше от  $U_D$

$P_D = I U_D$

$Q_D = U_D q_1$

$\Delta Q$  - заряд протекший через диод  
 Закон излучения энергии

$Q_1$  вая пока  $U_D = 1\text{ В}$ , т.е. это диод с напряжением открытия

$Q_2$  вая когда  $0 \leq U_D \leq 1\text{ В}$ , т.е. диод ведет себя как резистор с  $R_D = \frac{U}{I} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-3}} = 50\ \Omega$

$R_D$  получили из графика

$\Delta Q = C U_2 - C U_1$

$$\mathcal{E} \Delta q = Q_1 + U_D q_1 + \frac{C U_2^2}{2} - \frac{C U_1^2}{2}$$

$$C(\mathcal{E} - U_D)(U_2 - U_1) - \frac{C}{2}(U_2^2 - U_1^2) = Q_1$$

$$Q_1 = C \left( (\mathcal{E} - U_D)(U_2 - U_1) - \frac{U_2^2 - U_1^2}{2} \right) = 6 \cdot 10^{-5} \left( (9 - 1)(6 - 3) - \frac{6^2}{2} + \frac{3^2}{2} \right) =$$





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.

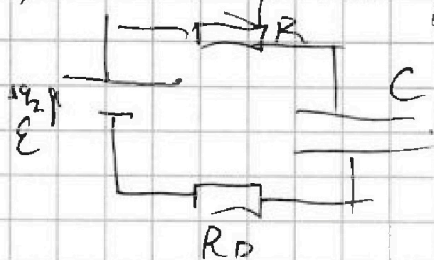
1  2  3  4  5  6  7

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!

$$= 6 \cdot 10^{-5} (24 - 18 + 4,5) = 6 \cdot 10,5 \cdot 10^{-5} = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 6,3 \text{ мкДж}$$

3.2) конденсатор заряжается до  $\mathcal{E}$



$$\Delta q_2 = C\mathcal{E} - CU_2$$

$R = 2R_0$ , поэтому Г.К  
при нач. соед.  $I_R = I_0$   
соедет.  $(\Delta Q = I^2 R t)$

$$Q_R = 2Q_0 = Q_2$$

в цепи выделяется 3-м изм энергии  $Q_R + Q_0 = \frac{3}{2} Q_R = \frac{3}{2} Q_2$

$$\mathcal{E} \Delta q_2 = \frac{3}{2} Q_2 + \frac{C\mathcal{E}^2}{2} - \frac{CU_2^2}{2}$$

$$C \left( \mathcal{E}(\mathcal{E} - U_2) - \frac{\mathcal{E}^2}{2} + \frac{U_2^2}{2} \right) = \frac{3}{2} Q_2$$

$$Q_2 = \frac{2}{3} C \left( (\mathcal{E}(\mathcal{E} - U_2) - \frac{\mathcal{E}^2}{2} + \frac{U_2^2}{2}) \right) = \frac{2}{3} \cdot 6 \cdot 10^{-5} \cdot \left( 9(9-6) - \frac{9^2}{2} + \frac{6^2}{2} \right) =$$

$$= 4 \cdot 10^{-5} (27 - 40,5 + 18) = 4 \cdot 4,5 \cdot 10^{-5} = 1,8 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 1,8 \text{ мкДж}$$

$$Q = Q_1 + Q_2 = 6,3 + 1,8 = 8,1 \text{ мкДж}$$

Ответ: 1)  $I_1 = 50 \text{ мА}$

$Q_0$  - энергия выд.  
на диоде

2)  $U_2 = 6 \text{ В}$

$\Delta q_1$  - заряд прошедший  
через диод, пока

3)  $Q = 8,1 \text{ мкДж}$

$U_D = 1 \text{ В}$

$\Delta q_2$  - заряд прошедший

через цепь, пока  $0 \leq U_D < 1 \text{ В}$



1  2  3  4  5  6  7

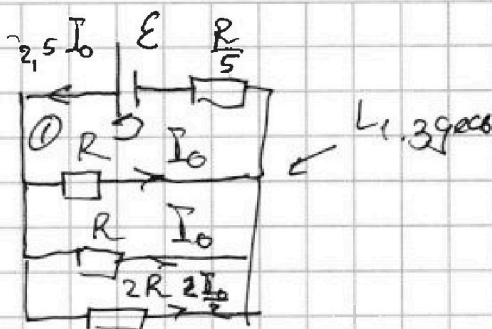
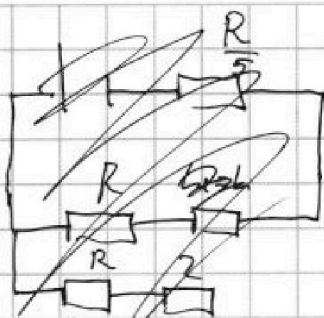
СТРАНИЦА  
1 из 2

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!

$\mathcal{E}, L, R$  1)

$I_0 = ?$

$\left| \frac{dI_1}{dt} \right|_{t=0} = ?$   $q_3 = ?$



В уст режиме  $U_{L1} = U_{L2} = 0$  т.е.  
катушки = идеальный проводник  
или  $I_{np}$  Кирхгофа

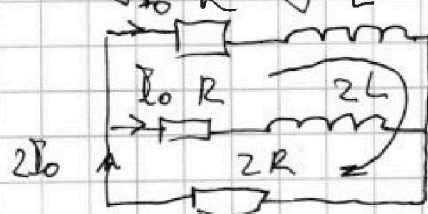
Рассчитаем токи и запишем II кр. Кирхгофа

для ① 
$$\mathcal{E} = 2,5 I_0 R + I_0 R = \frac{3}{2} I_0 R$$

после разложения  
катора 
$$I_0 = \frac{2}{3} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

2) Сразу ток через катушки увеличится не  
много, тогда

Запишем II кр. Кирхгофа для ②

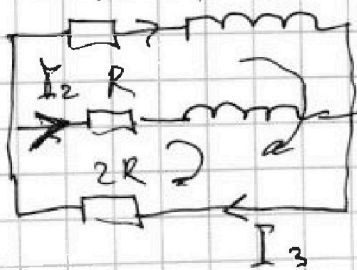


② 
$$-L \frac{dI_1}{dt} \Big|_{t=0} = I_0 R + 4 I_0 R = 5 \cdot \frac{2}{3} \mathcal{E} = \frac{10}{3} \mathcal{E}$$

$$\left| \frac{dI_1}{dt} \right|_{t=0} = \frac{10}{3} \frac{\mathcal{E}}{L}$$

3) В уст момент

вз кр. Кирхгофа



$$\begin{cases} I_3 = I_1 + I_2 \\ I_1 R + L \frac{dI_1}{dt} + 2 I_3 R = 0 \\ I_2 R + 2 L \frac{dI_2}{dt} + 2 I_3 R = 0 \end{cases}$$

$$L \frac{dI_1}{dt} + 2 L \frac{dI_2}{dt} + 5 I_3 R = 0 \quad / \cdot dt$$

$$dq_3 = I_3 dt$$

$$L \frac{dI_1}{dt} + 2 L \frac{dI_2}{dt} = -5 R dq_3$$





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!

Пронтегрируем от момента сразу после размыкания до каждого состояния ( $I_1 = I_2 = I_3 = 0$ )

$$L \int_{I_0}^0 \sqrt{I_1} + 2L \int_{I_0}^0 \sqrt{I_2} = -5R \int_0^{q_3} dq_3$$

$$L(0 - I_0) + 2L(0 - I_0) = -5R(q_3 - 0)$$

$$-3L I_0 = -5R q_3 \quad q_3 = \frac{3L}{5} \frac{I_0}{R} = \frac{3LE}{5R^2} \cdot \frac{2}{3}$$

$$\left[ q_3 = \frac{2LE}{5R^2} \right]$$

Ответ: 1)  $I_0 = \frac{2}{3} \frac{E}{R}$

2)  $\left| \frac{dI_1}{dt} \right|_{t=0} = \frac{10E}{3L}$

3)  $q_3 = \frac{2LE}{5R^2}$

$I_1$  - ток через  $L$

$I_2$  - ток через  $2L$

$I_3$  - ток через  $2R$



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

$$d = a = 32 \text{ см}$$

$$R = 2 \text{ см}$$

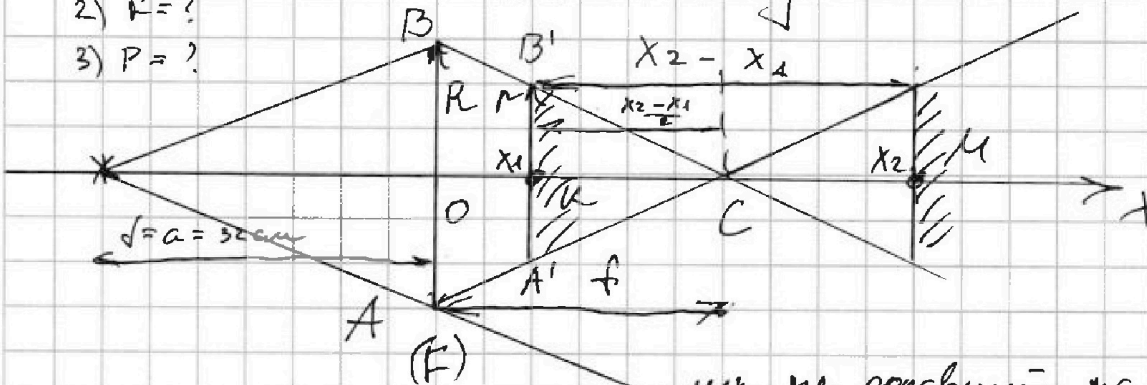
1)  $r = ?$

2)  $F = ?$

3)  $P = ?$

$d =$  расстояние до источника (предмета)

Прямая на графике означает, что все лучи, попавшие на линзу попадают в датчик



лучи не попавший на линзу не попадет на датчик

от  $x_1$  до  $x_2$  все лучи попадают на датчик из графика

$$x_1 = 6 \text{ см}$$

$$x_2 = 19 \text{ см}$$

C - середина KM из симметрии

$$f = x_1 + \frac{x_2 - x_1}{2} = \frac{x_1 + x_2}{2} = \frac{6 + 19}{2} = 12,5 \text{ см}$$

1) Ф-ла тонкой линзы

$$\frac{1}{d=a} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \quad \frac{f}{F} = \frac{f+a}{fa}$$

$$F = \frac{fa}{f+a} = \frac{12,5 \cdot 32}{12,5 + 32} = \frac{400}{44,5} = \frac{800}{89} \text{ см} = \frac{8}{89} \text{ м}$$

$x_2 > F > x_1 \Rightarrow d > F$ , поэтому все хорошо

2) из  $\triangle ABC \sim \triangle A'B'C'$

$$\frac{r}{6,5} = \frac{R}{12,5} \quad r = \frac{13}{25} R = \frac{52}{100} R = 0,52 R = 0,84 \text{ см}$$

$$[r = 0,84 \text{ см}]$$



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.

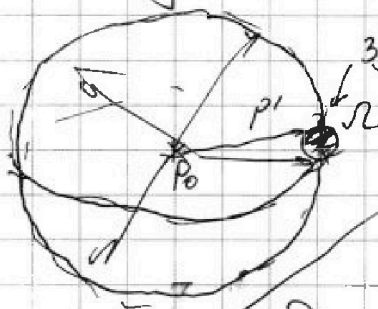


1  2  3  4  5  6  7

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) т.к.  $R \ll a$ , то телесный угол под которым видно линзу из источника  $\Omega = \frac{RR^2}{a^2}$



здесь линза  $\Omega$ -полный телесный угол

$$\frac{P_0}{4R} = \frac{P'}{\Omega}$$

$P' = 0,148 \text{ Вт}$  -  
мощность света,  
падающего  
на линзу

$$P_0 = P' \frac{4R \cdot a^2}{RR^2} = P' \frac{4a^2}{R^2}$$

т.к. свет распр  
во все стороны равномерно

$$P_0 = \frac{2^2 \cdot 32^2}{2^2} \cdot 0,148 = 2^{10} \cdot 0,148 =$$

$$= 1024 \cdot 0,148 = 182,3 \text{ Вт}$$

Ответ: 1)  $r = 0,84 \text{ см}$

2)  $F = \frac{8}{89} \text{ м}$

3)  $P_0 = 182,3 \text{ Вт}$



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!

1

$$\frac{\sin \varphi}{9} + \ell \quad \frac{13}{9} = \frac{1}{\cos^2 \varphi} \quad \cos^2 \varphi = \frac{9}{13} \quad \sin^2 \varphi = \frac{4}{13}$$

$$\cos \varphi = \frac{3}{\sqrt{13}} \quad \sin \varphi = \frac{2}{\sqrt{13}}$$

$$\sin 2\varphi = \frac{12}{13}$$

3  $4 \cdot 10^{-5}$

$$12.5 \cdot 2^3 \cdot 4^2 \cdot 400$$
$$2^{10} \cdot 1024 \cdot 0.148$$
$$\begin{array}{r} 1024 \cdot 0.148 \\ \underline{8192} \\ 4168 \\ \underline{1024} \\ 18272 \end{array}$$



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!

$$9B = 1B + I_1 R + 3B$$

$$8B = I_1 R$$

$$I_1 = \frac{5}{100} = 0,05 \text{ A}$$

$$20 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2$$

$$2B + 1B + U_c = 9B$$

$$\frac{8}{89}$$

$$800$$

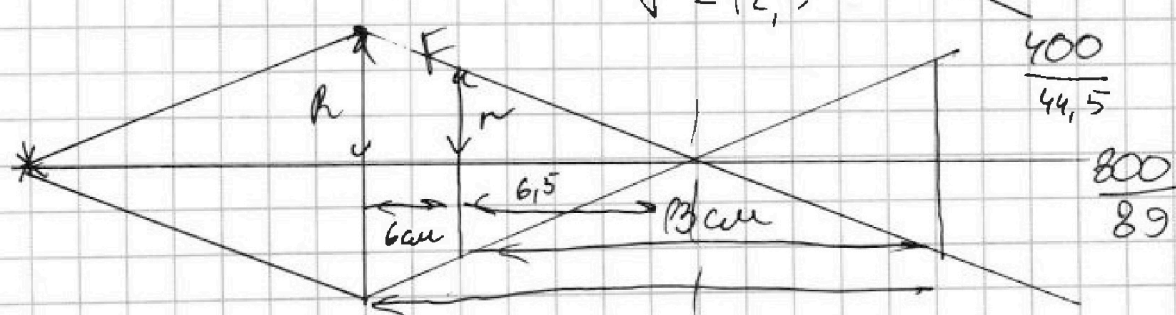
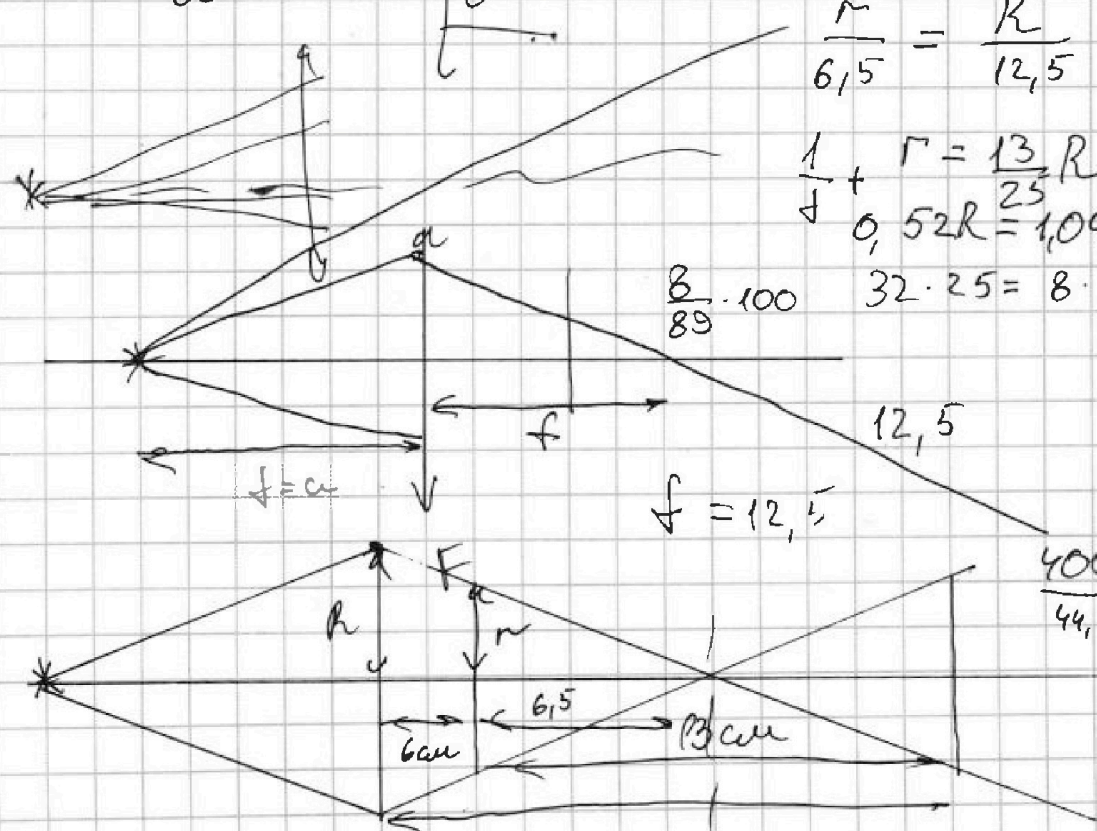
$$U_c = 6B$$

$$\frac{r}{6,5} = \frac{R}{12,5}$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{f} = \frac{1}{R} \Rightarrow R = 1,04 \text{ cm}$$

$$\frac{8}{89} \cdot 100$$

$$32 \cdot 25 = 8 \cdot 100$$



$$\frac{1}{32} + \frac{1}{12,5} = \frac{1}{f}$$

$$2 \left( \frac{12,5 + 32}{32 \cdot 25} \right)$$

$$\frac{49}{32 \cdot 25}$$

$$25 + 64$$

$$\frac{32 \cdot 25}{49}$$

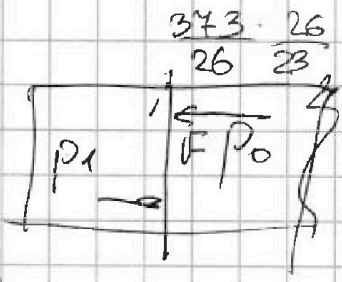


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



42  
1024  
0146  
8202  
4168  
1024  
182282

8,5  
 $13 \sqrt{V_1 R T_1} = 11,3 \sqrt{V_2 R T_2}$   
 $T_2 = \frac{26}{23} \cdot \frac{52}{69}$   
 $\frac{3}{2} = \frac{26}{23}$

113

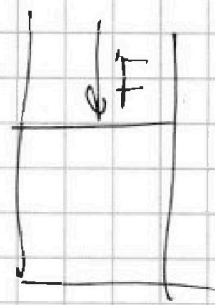
$$p_1 = \frac{F}{S}$$

$$\frac{p_0}{100 \cdot 100} = 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\frac{26}{23} = 1,13$$

$$p_0 V_0 = N_1 k T_0$$

$$\frac{p_0}{2} V_0 = N_2 k T_0$$



$$p_1 = \frac{F}{S} = \frac{150}{10^{-3}} = 150000$$

$$p_1 = 150 \text{ kPa}$$

$$\frac{p_1}{p_0} = 1,5 \quad 1,5 \frac{V_2}{V_1} =$$

$$p_1 V_1 = 3 \sqrt{R T_1}$$

$$p_2 = \frac{p_1 V_1}{V_2} = 3 \sqrt{R T_2}$$

$$p_2 V_2 = 3 \sqrt{R T_2}$$

$$V_2 = 3 \sqrt{R T_2}$$

$$p_1 = p_2 p_0 + p_2$$

$$A = \Delta U$$

$$1,5 F \frac{\Delta V}{S} = \frac{5 R_2}{2} \Delta T + 3 R \cdot 2 \Delta T$$

$$1,5 \sqrt{R T_1} - 3 \sqrt{R T_2} =$$

$$1,5 p_2 (V_1 - V_2)$$

$$1,5 F \frac{\Delta V}{S} = \frac{14}{2} R \Delta T$$

$$p_2 (V_1 - V_2) =$$

$$1,5 p_0 \Delta V = \frac{14}{2} \sqrt{R T_2}$$

$$p_2 V_1 = 373$$

10.10  
421  
-243  
148

$$1,5 p_0 \Delta V = \frac{14}{6} \sqrt{R T_2} = \frac{14}{6} p_0 V_0$$

1119  
343  
343

421,49





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.

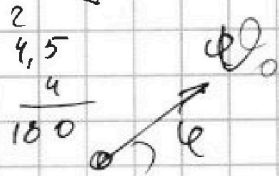
1  2  3  4  5  6  7

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!

ML

$$mg \cdot v_0 = \sqrt{2gk}$$



$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2}{3}$$

$$t_{\text{max}} = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g}$$

$$L = \frac{2v_0^2 \sin^2 \varphi}{g}$$

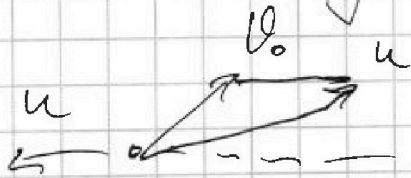
$$\frac{4}{9} + 9 = \frac{1}{\cos^2 \varphi}$$

$$\frac{2 \cdot 13 \cdot 12}{3 \cdot 13} = 8$$

$$\cos^2 \varphi = \frac{9}{13} \quad \sin^2 \varphi = \frac{2}{13}$$

$$\cos \varphi = \frac{3}{\sqrt{13}} \quad \sin 2\varphi = \frac{12}{13}$$

$$S_2 = \frac{2gk \cdot \sin 2\varphi}{g} = 2k \sin 2\varphi = 2 \cdot \frac{13}{3} \cdot \frac{12}{13} = 8k$$



$$4\mu u = m l_0 \cos \varphi + u$$

$$l_0 \cos \varphi = 3u$$

$$u = \frac{l_0 \cos \varphi}{3}$$

$$l_x = \frac{4}{3} l_0 \cos \varphi$$

$$l_y = l_0 \sin \varphi$$

$$t_{\text{max}} = \frac{2l_0 \sin \varphi}{g}$$

$$S_3 = \frac{4}{3} \frac{l_0^2 \sin^2 \varphi}{g} = \frac{8}{3} gk \sin^2 \varphi$$

$$\frac{4}{3}$$

$$\frac{13}{9}$$

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!

1)

$$4 \cdot \frac{32^2}{2^2} = \frac{2^2 \cdot 2^{10}}{2^2} = 2^{10} \cdot 0,148$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} = \frac{5}{2R} \quad R' = \frac{2}{5}R$$

$$U_{R'} = \frac{2}{3}E \quad I_0 = \frac{2}{3} \frac{E}{R}$$

1024 = 0,148

2)

$$I_0 R + U_L + 4 I_0 R = 0$$

$$I_0 R + U_L + U_L = 0$$

$$E_i = 5 I_0 R$$

$$\left| \frac{\Delta I_{L_1}}{\Delta t} \right| = \frac{10E}{3L}$$

$$I_1 R + L \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = 2(I_1 + I_2) R$$

$$I_2 R + 2L \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = 2(I_1 + I_2) R$$

$$I_3 R + L \frac{\Delta I_1}{\Delta t} + 2L \frac{\Delta I_2}{\Delta t} = 4 I_3 R$$

$$L \Delta I_1 + 2L \Delta I_2 = -3 I_3 R$$

$$L(I_1 - I_0) + 2L(I_2 - I_0)$$

$$-3L I_0 = -5R I_3$$

$$6 \cdot 10^{-5} \left( (5-1)(6-3) - \frac{6^2}{2} + \frac{3^2}{2} \right)$$

$$6 \cdot 10^{-5} (24 - 18 + 4,5) = 18$$

$$6 \cdot 10^{-5} \cdot 10,5 = 6,3 \cdot 10^{-6}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 105 \\ \underline{6} \\ 630 \end{array}$$

$$1$$

$$20 \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{1}{20} \cdot 10^3$$

$$\frac{5}{100} = 50 \text{ } \mu\text{e}$$

$$I_3 = \frac{3}{5} \frac{L E}{R^2}$$