



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

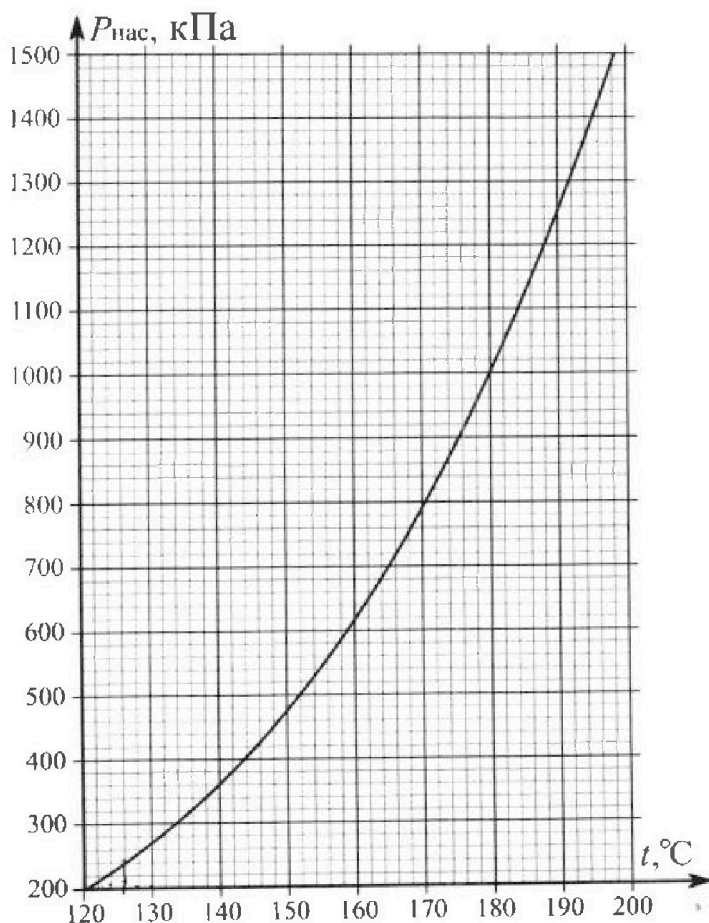
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 4 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту  $H = 13/3$  м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном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



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

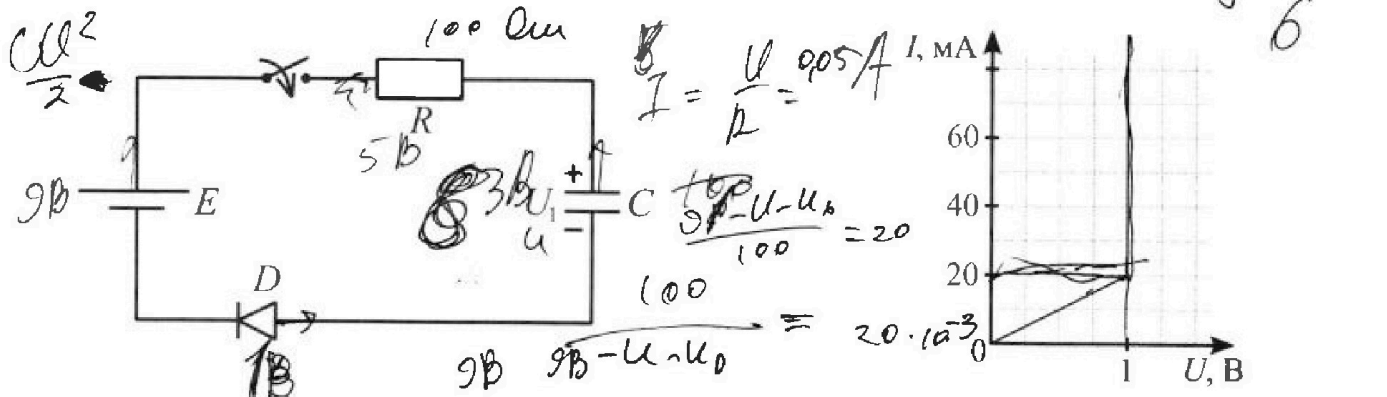
## Вариант 11-05

*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.

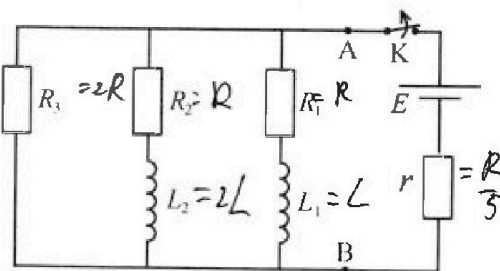
$$I_2 = 20 \text{ мА}$$

- 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.

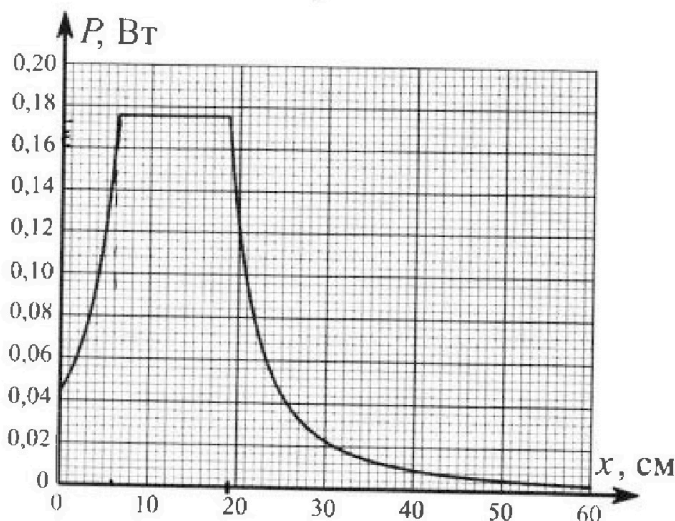
- 1) Найти ток  $I_0$  через катушку  $L_1$  при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке  $L_1$  сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд  $q_3$ , протекший через резистор  $R_3$  после размыкания ключа.



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  $R \ll a$ .



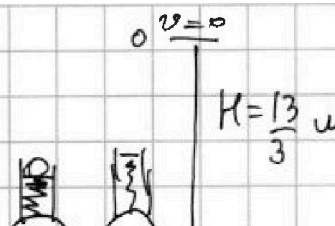




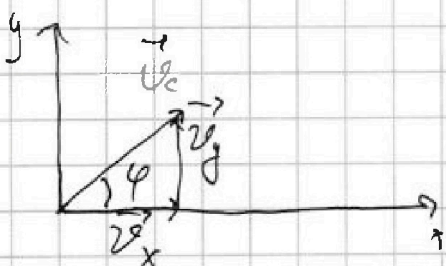
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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)  Энергия пружины  $\frac{kx^2}{2}$ , и сила равна  $= mcgH$ .

ЗСЭ:  $\frac{kx^2}{2} = mcgH = \frac{mcv_c^2}{2}$  скорость при сжатии

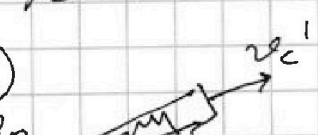
2)   $1 + \tan^2 \varphi = \frac{1}{\cos^2 \varphi}$

$L = v_x \cdot t$ ,  $t = \frac{2v_y}{g}$ ,  $v_x = v_c \cdot \cos \varphi$   
 $v_y = v_c \cdot \sin \varphi$   
 $L = \frac{2v_c^2 \cos \varphi \sin \varphi}{g}$

$\cos \varphi = \frac{3}{\sqrt{13}}$ ,  $\sin \varphi = \frac{2}{\sqrt{13}}$ ,  $v_c = \sqrt{2gH} = \frac{2\sqrt{gH}}{2}$  (н.п.т)

$\frac{v_c^2}{g} = 2H \Rightarrow L = 4H \cdot \cos \varphi \cdot \sin \varphi = 4 \cdot \frac{13}{8} \cdot \frac{2 \cdot 3}{13} = 8 \text{ м}$

Ответ: 8 м

3)  ЗСЭ:  $\frac{kx^2}{2} = mcgH = \frac{mcv_c'^2}{2} + \frac{4mcv_n^2}{2}$

ЗСУ:  $0 = mcv_c' + 4mcv_n$   
 $v_n = -\frac{v_c'}{4}$

$mcgH = \frac{mcv_c'^2}{2} + \frac{4mc}{2 \cdot 4 \cdot 4} v_c'^2$   
 $gH = \frac{5v_c'^2}{8} \Rightarrow v_c' = \frac{2\sqrt{8gH}}{5}$



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!

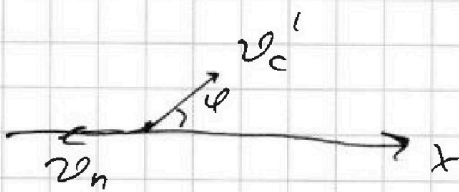
для п.2  $L' = \frac{2v_c'^2 \sin \varphi \cdot \cos \varphi}{g}$

$$\frac{v_c'^2}{g} = \frac{8}{5} \text{ м} \quad \frac{8}{5} \text{ м} \cdot 2 \cdot \frac{2 \cdot 3}{13} = \frac{8 \cdot 4 \cdot 3}{5 \cdot 13} \cdot \frac{13}{3} =$$

$$= \frac{3 \cdot 2}{5} = \frac{64}{10} = 6,4 \text{ м}$$

$S_3 = 6,4 \text{ м}$  ,  $S_2 = 8 \text{ м}$

Ответ:  $S_3 = 6,4 \text{ м}$  ,  $S_2 = 8 \text{ м}$



300 см на Ox:

$$m_c v_c' \cdot \cos \varphi + 4m_c v_n = 0$$

$$v_c' \cdot \cos \varphi = -4v_n$$

$$v_n = -\frac{v_c' \cdot \cos \varphi}{4}$$

$$m g H = \frac{m_c v_c'^2}{2} + \frac{4m_c v_n^2}{2 \cdot 4 \cdot 4}$$

$$gH = \frac{(4 + \cos^2 \varphi) v_c'^2}{8} \quad \cos^2 \varphi = \frac{9}{13}$$

$$gH = \left(4 + \frac{9}{13}\right) \frac{v_c'^2}{8} =$$

$$= \frac{61}{13 \cdot 8} v_c'^2 \quad v_c'^2 = \frac{13 \cdot 8}{61} \quad \left(\frac{1+1}{2}\right) \frac{14}{172} \quad S_3 = \frac{2 v_c'^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g}$$

$$= 2 \cdot \frac{26}{13 \cdot 8} \cdot \frac{13}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3}{13} = \frac{52}{7} \text{ м} = \frac{13}{7} \text{ м} + \frac{3}{7} \text{ м}$$

$$= 2 \cdot \frac{13}{8} \cdot \frac{6}{18} \cdot \frac{18 \cdot 8}{61} = \frac{13 \cdot 8}{61} \text{ м} = \frac{208}{61} \text{ м} = \frac{3 \cdot 69}{61} \text{ м}$$

Ответ:  $S_2 = 8 \text{ м}$  ,  $S_3 = \frac{208}{61} \text{ м}$  ,  $S_3 = \frac{416}{61} \text{ м}$



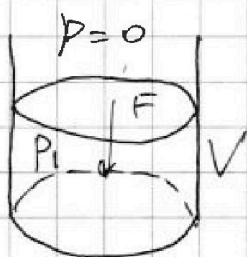


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 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!



а)  $P_1 = \frac{F}{S}$  — равновесие сил.

$$\frac{P_1}{P_0} = \frac{F}{SP_0} = \frac{150 \text{ Н}}{100 \text{ Па} \cdot 10 \cdot 10^{-4}} = 1,5$$

1)  $\frac{P_1}{P_0} = 1,5$ ,  $P_1 = 150 \text{ кПа}$

2) Давление повышается ~~до~~  $P_2 = 1,5 P_1 = 2,25 P_1$  225 кПа

$\Rightarrow CV_1 = 5R \Rightarrow \bar{i} = 5$   $CV_2 = 3R \Rightarrow \bar{i} = 6$

$\Rightarrow$  ЗОЗ:  $\frac{5P_1^6}{2} V + \frac{6P_1^n}{2} V$  ~~Придем к тому же~~

~~Воздух не конденсируется:~~

~~ЗОЗ:  $\frac{5P_1^6}{2} V + \frac{6P_1^n}{2} V = \frac{5P_2^6}{2} V + \frac{6P_2^n}{2} V$~~

~~$T_2^6 = T_2^n$ :  $\frac{P_1^6}{\sqrt{6} \cdot R} = \frac{P_2^n}{\sqrt{n} \cdot R}$   $\frac{P_2^6}{\sqrt{6}} = \frac{P_2^n}{\sqrt{n}}$~~

~~и  $\frac{P_1^6}{1} + P_1^n = P_1$ ,  $P_2^6 + P_2^n = P_2$~~

~~Т.к. вода кипит при  $t = 100^\circ\text{C}$ , то~~

~~$P_1^n = P_0 \Rightarrow P_1^6 = P_1 - P_1^n = 0,5 P_0$~~

~~$P_1^n = 100 \text{ кПа}$   $P_1^6 = 50 \text{ кПа}$~~



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!

$$P_2^b + P_2^n = P_2 = 225 \text{ кПа}$$

$$P_2^b V = \nu B R T_2$$

$$P_2^n V = \nu_n R T_2 \Rightarrow \frac{P_2^n}{P_2^b} = \frac{\nu_n}{\nu B} = 2$$

$$3P_2^b = 225 \text{ кПа} \quad P_2^b = 75 \text{ кПа} \Rightarrow P_2^n = 150 \text{ кПа}$$

$$\frac{P_2^b}{P_1^b} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{75 \text{ кПа}}{50 \text{ кПа}} = 1,5 \Rightarrow$$

$$T_2 = 1,5 T_1 = 1,5 \cdot 373 = 559,5 \text{ К}$$

$$373 \cdot 1,5 = 559,5$$

$$559,5 - 273$$

$$\begin{array}{r} 373 \overline{) 1186,5} \\ \underline{746} \phantom{0} \\ 440 \phantom{0} \\ \underline{746} \phantom{0} \\ 740 \phantom{0} \\ \underline{740} \phantom{0} \\ 0 \phantom{0} \end{array}$$

ЗСЗ

$$Q + \frac{5}{2} \nu B R T_1 + 3 \nu_n R T_1 = \frac{5}{2} \nu B R T_2 + 3 \nu_n R T_2$$

← энергия из за негерметичности

$$\varphi_1 = \frac{p_n}{p_{max}} = \frac{P_n}{P_{max}} = 1$$

$$P_n = p_n R T_1$$

$$P_1^n V = \nu_n R T_1$$

$$P_1^b V = \nu B R T_1$$

$$P_1^n + P_1^b = 150 \text{ кПа}$$

$$P_{max} = 100 \text{ кПа}$$

$$\text{при } t = 100^\circ \text{C}$$

$$\Rightarrow P_1^n = 100 \text{ кПа}, \quad P_1^b = 50 \text{ кПа} \Rightarrow \frac{P_1^n}{P_1^b} = \frac{\nu_n}{\nu B} = \frac{\nu_n \cdot N_A}{\nu B \cdot N_A} = \frac{N_2}{N_1}$$





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  
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!

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{100 \text{ кПа}}{50 \text{ кПа}} = 2, \quad \text{и} \quad \frac{5 \nu_b R T_1 + 3 \nu_n R T_1}{2} = \frac{5 \nu_b R T_2 + 3 \nu_n' R T_2}{2}$$

Энергия из-за конвекции

$$P_2^b V = \nu_b R T_2 \quad P_2^b \cdot P_2^n = P_2 \quad P_2^b V = \nu_b R T_2$$

$$P_2^n V = \nu_n' R T_2 \quad P_2^n V = \nu_n' R T_2$$

~~$$\frac{5}{2} P_2^b V + 3 P_2^n V = \frac{5}{2} P_2 V$$~~

$$Q = \frac{P_2^n}{P_{\text{нас}}} = 1 - \frac{P_2^b}{P_2}$$

$$Q + \frac{5 \nu_b R T_1 + 3 \nu_n R T_1}{2} = \frac{5 \nu_b R T_2 + 3 \nu_n' R T_2}{2}$$

Энергия из-за конвекции

$$\nu_n = 2 \nu_b$$

$$P_2 V = (\nu_b + \nu_n') R T_2$$

$$P_1 V = (\nu_b + \nu_n) R T_1$$

~~$$Q = \frac{P_2^n}{P_{\text{нас}}} = 1 - \frac{P_2^b}{P_2}$$~~

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{126 + 273}{100 + 273} = \frac{399}{373} \Rightarrow \frac{P_2^b}{P_1^b} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{399}{373}$$

$$\Rightarrow P_2^b = \frac{399}{373} P_1^b \Rightarrow P_2^n = P_2 - P_2^b = \frac{399}{373} P_0 - \frac{399}{373} P_0 = \frac{399}{373} P_0 \left(1 - \frac{399}{373}\right)$$

$$= 2,25 P_0 - \frac{399}{373} \cdot \frac{P_0}{2} = \frac{4,5 \cdot 373 - 399}{373 \cdot 2} P_0$$

насос

$$Q_2 = \frac{P_2^n}{P_{\text{нас}}} = \frac{4,5 \cdot 373 - 399}{373 \cdot 2} P_0$$

$$= 1 - \frac{266}{3 \cdot 373} = \frac{1119 - 266}{3 \cdot 373} = \frac{853}{1119}$$

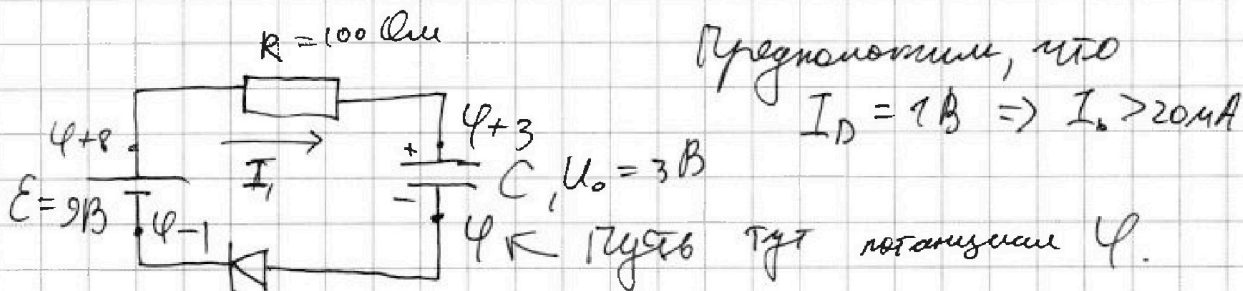
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

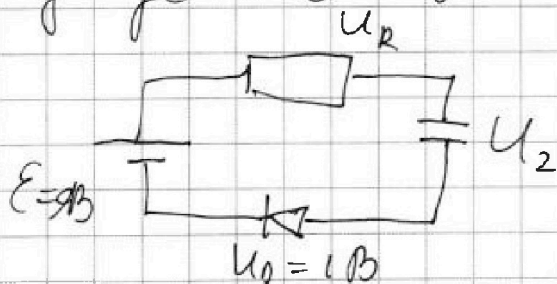
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$U_R = \varphi + 8 - \varphi + 3 = 5B, I_0 = \frac{U_R}{R} = \frac{5B}{100 \text{ Ом}} =$$

$= 50 \text{ mA} \Rightarrow I_0 > 20 \text{ mA}$ , предположение верное. 1)  $I_0 = 50 \text{ mA}$

2) Пусть  $I_D = I_2 = 20 \text{ mA}$ , напряжение на диоде всё ещё  $1B$ :



$$U_R = I_2 \cdot R = 2B$$

$$U_R = \varphi + 8 - \varphi - U_2 = 8 - U_2$$

$$2B = 8B - U_2$$

$$U_2 = 6B$$

2)  $U_2 = 6B$

3) После  $U_2 \Rightarrow U_3 > U_2$   $I_D < 20 \text{ mA} \Rightarrow$

диод будет, как резистор с  $R_D = \frac{1B}{20 \text{ mA}} = \frac{1000}{20} \text{ Ом} =$

$= 50 \text{ Ом}$ , и конденсатор будет заряжаться

по  $U_C = E = 9B$

$$I = C \frac{dU_C}{dt} = C U_C, \text{ по } U_2 = 1B, N_D = U_D \cdot I, N_R = I \cdot U_R$$



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!

$$U_R = 8 - U_C, \quad I = \frac{U_D}{R} = \frac{8 - U_C}{R}$$

$$dQ_D = N_D d\epsilon = U_D \cdot dq \cdot dt = U_D dq$$

$$Q_D = U_D \cdot q, \quad \text{а после } U_2:$$

$$N_D = I^2 \cdot R_D \quad N_R = I^2 \cdot R \quad \frac{R}{R_D} = 2$$

$$\Rightarrow Q_R = 2Q_D$$

Тогда ЗСЭ по  $U_2$ :

$$q = C(U_2 - U_1) = 60 \cdot 10^{-6} \cdot 3B = 180 \text{ мкКл}$$

$$q\mathcal{E} = U_D \cdot q + Q_{R1} + \frac{C(U_2^2 - U_1^2)}{2}$$

$$q(E - U_D) - \frac{C(U_2^2 - U_1^2)}{2} = Q_{R1}$$

$$10^{-6} \cdot 180 \cdot 8 \text{ Дж} - \frac{60 \cdot 10^{-6} (36 - 9) \text{ Дж}}{2} = Q_{R1}$$

$$(8 \cdot 180 - 30 \cdot 25) \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = Q_{R1} = 690 \text{ мкДж}$$

$$\text{ЗСЭ после } U_2: \quad q = C(U_3 - U_2) = 180 \text{ мкКл} \\ U_3 = 9 \text{ В}$$

$$q\mathcal{E} = 1,5Q_{R2} + \frac{C(U_3^2 - U_2^2)}{2},$$

$$1,5Q_{R2} = (180 \cdot 9 - 30 (81 - 36)) \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$$

$$Q_{R2} = (180 \cdot 6 - 20 \cdot 45) \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$$

$$Q_{R2} = 180 \text{ мкДж} \quad Q = Q_{R2} + Q_{R1} = 870 \text{ мкДж}$$

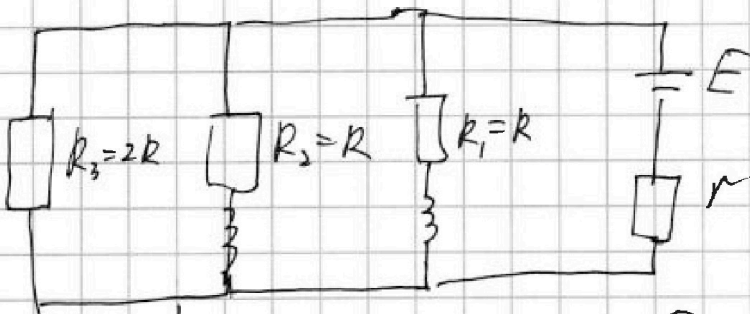
Ответ:  $I_0 = 50 \text{ мА}$ ,  $U_2 = 6 \text{ В}$ ,  $Q = 870 \text{ мкДж}$ .



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!

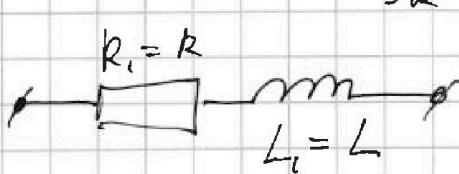


В узле решиме  
 $U_{L1} + U_{L2} = 0$

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

$R_{\Sigma} = r + R_n = \frac{3}{5} R, \quad I_{\Sigma} = \frac{E}{R_{\Sigma}} = \frac{5E}{3R}$

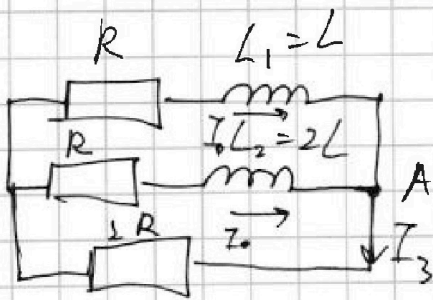
$U_n = I_{\Sigma} \cdot R_n = \frac{5E}{3R} \cdot \frac{2R}{5} = \frac{2}{3} E$



в вет.  $I_0 = I_{R1}$   
 $I_0 = \frac{U_n}{R1} = \frac{2E}{3R}$

1)  $I_0 = \frac{2E}{3R}$ , такой же ток и на  $L_2$ , так  $R_1 = R_2$

2)



В начальной момент

$I_1 = I_0, \quad I_2 = I_0$

$\Rightarrow$  В узле A:  $I_3 = I_1 + I_2 = 2I_0 = \frac{4E}{3R}$

$U_{L1} = U_{L2}$  — т.к. параллельные:

$I_3 \cdot R_3 = U_1 + I_1 \cdot R, \quad \frac{8E}{3} - \frac{2E}{3} = U_1 = 2E$

$U_1 = L_1 \dot{I}_1, \quad \dot{I}_1 = \frac{U_1}{L_1} = \frac{2E}{L}, \quad 2) \dot{I}_1 = \frac{2E}{L}$

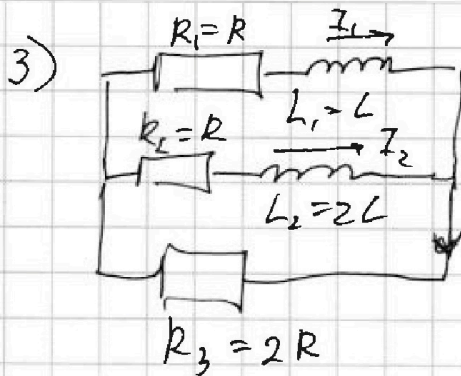




1  2  3  4  5  6  7

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!



$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$q_3 = I_3 \cdot t$$

$$U_1 = U_2 = U_3 = I_3 \cdot R_3$$

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 + L_1 \cdot \dot{I}_1$$

$$U_2 = I_2 \cdot R_2 + L_2 \cdot \dot{I}_2$$

$$\begin{cases} L_1 \cdot \dot{I}_1 = 2RI_1 + 2RI_2 - RI_1 = 2RI_2 + RI_1 \\ + \\ L_2 \cdot \dot{I}_2 = 2RI_1 + 2RI_2 - RI_2 = 2RI_1 + RI_2 \end{cases}$$

$$L\dot{I}_1 + 2L\dot{I}_2 = 3RI_3$$

$$\frac{dq_3}{dt} \cdot 3R = L \cdot \frac{dI_1}{dt} + 2L \frac{dI_2}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$dq_3 \cdot 3R = L dI_1 + 2L dI_2$$

Продифференцируем.  $3q_3 R = LI_0 + 2LI_0$

в конечном  
моментах  $L_1$  и  $L_2$   
разрядятся.

$$q_3 = \frac{LI_0}{R} = \frac{L \cdot 2E}{3R \cdot R} = \frac{2}{3} \frac{LE}{R^2}$$

Ответ: 1)  $I_0 = \frac{2E}{3R}$ , 2)  $\dot{I}_1 = \frac{2E}{L}$ , 3)  $q_3 = \frac{2}{3} \frac{LE}{R^2}$

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.

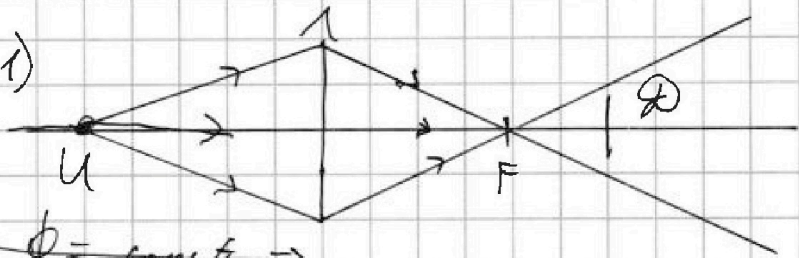


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 из 2

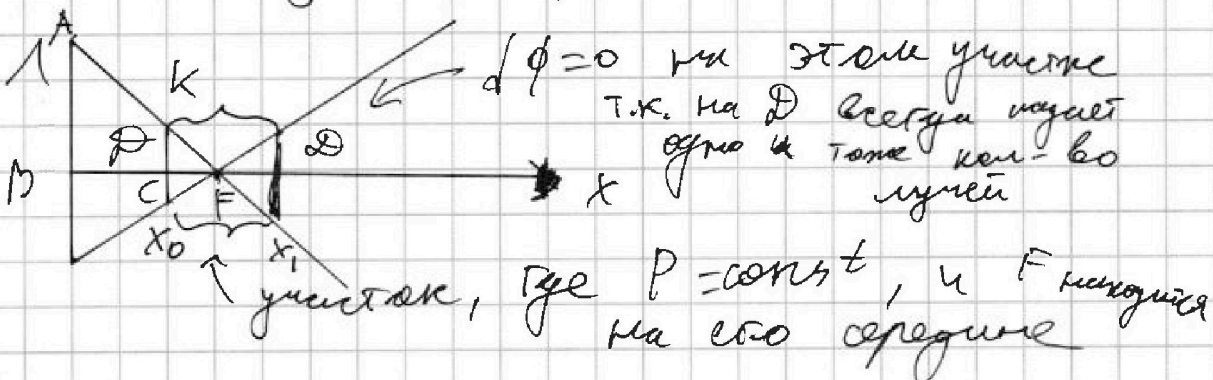
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\Phi = \frac{E}{t}, I = \frac{\Phi}{S} \quad 1)$$



$P = \text{const}$ , когда  $\Phi = \text{const} \Rightarrow$

$$\frac{dP}{dx} = 0, \text{ когда } d\Phi = 0, \text{ т.к. } S = \text{const} \Rightarrow :$$



Из графика  $x_0 = 6 \text{ см}$ ,  $x_1 = 19 \text{ см}$

$$F = x_0 + \frac{x_1 - x_0}{2} = 6 + \frac{19 - 6}{2} = 6 + 6,5 = 12,5 \text{ см}$$

$$\Rightarrow \frac{F - x_0}{F} = \frac{r}{R} = \frac{6,5}{12,5} = \frac{r}{2} \quad \leftarrow \text{по подобию } \Delta ABF \text{ и } \Delta KCF$$

$$r = \frac{13}{12,5} \text{ см} = \frac{26}{25} \text{ см} = 1,04 \text{ см}$$

1)  $r = 1,04 \text{ см}$     2)  $F = 12,5 \text{ см}$

3)  $P = 0,176 \text{ Вт}$  — мощность проецируемая источниками на линзу — это малая

площадь  $dS$  ( $R \ll a$ ) или же  $dS$  — телесный угол  $d\Omega = \frac{dS \cdot \cos \alpha}{R^2}$  т.к.  $\cos \alpha = 1$ , т.к.  $\vec{n}$  коллинеарен с  $dS$





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!

$$dS = \frac{dS}{R^2} = \frac{\pi D^2}{a^2} \Rightarrow \frac{dP}{dS} \cdot \pi \quad P_0 = \frac{dP}{dS} \cdot 4\pi$$

$$P_0 = \frac{\pi R^2}{d^2} \cdot \frac{P \cdot a^2}{\pi R^2} \cdot 4\pi = \frac{P \cdot 32 \cdot 32 \cdot 4}{4} \text{ Вт}$$

(площадь сферы (полный телесный угол))

$$= 0,176 \text{ Вт} \cdot 32 \cdot 32 = 180,224 \text{ Вт}$$

$$\begin{array}{r} 180,224 \\ \times 0,176 \\ \hline 1281568 \\ 1261568 \\ \hline 3163136 \end{array}$$

Ответ: 1)  $r = 1,04 \text{ см}$

2)  $F = 12,5 \text{ см}$

3)  $P_0 = 180,224 \text{ Вт}$

$$176 + 0,176 \cdot 24$$

$$\begin{array}{r} 176 \\ \times 0,176 \\ \hline 128 \\ 126 \\ \hline 316 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 176 \\ \times 0,176 \\ \hline 128 \\ 126 \\ \hline 316 \\ 352 \\ \hline 3163136 \end{array}$$



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!

$$P_2^b \cdot P_2^n = P_2$$

$$P_1^b \cdot V = \nu_B R T_1$$

$$P_2^b \cdot V = \nu_B R T_2$$

$$P_2^n \cdot V = \nu_n R T_1$$

$$P_2^n \cdot V = \nu_n R T_2 \Rightarrow$$

$$(P_2^b + P_2^n) V = (\nu_B + \nu_n) R T_2$$

$$\frac{P_2^b}{P_1^b} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$P_2 V = (\nu_B + \nu_n) R T_2$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{\nu_2 \cdot N_A}{\nu_1 \cdot N_A} = \frac{\nu_2}{\nu_1} = \frac{\nu_n}{\nu_B}$$

$$\frac{P_1^b}{P_1^n} = \frac{P_1^b}{P_1^n} = \frac{\nu_n}{\nu_B} = \frac{N_2}{N_1} = 2$$

$$P_2^b \cdot V = \nu_B R T_2$$

$$P_2^n \cdot V = \nu_n R T_2$$

$$P_2^b + P_2^n = P_2 \Rightarrow$$

$$P_1 V = (\nu_B + \nu_n) R T_1$$

$$P_2 \cdot V = (\nu_B + \nu_n') R T_2$$

*предположим, что  
какая-то часть  
легче сконцентрировалась*

3СЭ:

$$\frac{5}{2} \nu_B R T_1 + 3 \nu_n R T_1 = \frac{5}{2} \nu_B R T_2 + 3 \nu_n' R T_2$$

$$3СЭ: \frac{5}{2} \nu_B R T_1 + 3 \nu_n R T_1 = \frac{5}{2} \nu_B R T_2 + 3 \nu_n' R T_2$$

$$\frac{5}{2} P_1^b V + 3 P_1^n V = \frac{5}{2} P_2^b V + 3 P_2^n V$$

$$\frac{5}{2} P_2^b + 3 P_2^n = \frac{5}{2} \cdot 50 \text{ кПа} + 300 \text{ кПа} = 425 \text{ кПа}$$

$$P_2 + P_2^n = P_2 = 225 \text{ кПа} \quad 3 P_2 - \frac{P_2^b}{2} = 425 \text{ кПа}$$





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!

$$W_{\text{гид}} = \frac{m_c v_c^2}{2} + 4 m_c \cdot \left(\frac{v_c}{4}\right)^2$$

$$2 g H = v_c^2 + \frac{v_c^2}{4} = \frac{5 v_c^2}{4}$$

$$\frac{180}{1000} - \frac{900}{1000} = 180$$

$$\frac{180}{13} = \frac{v_c^2}{4}$$

$$v_c^2 = \frac{12}{13}$$

$$v_c = \sqrt{\frac{12}{13}}$$

$$F = 150 \text{ Н}$$

$$P = \frac{F \cdot v_c}{5} = \frac{150 \cdot \sqrt{\frac{12}{13}}}{5} = 15 \cdot 10^4 = 150000 \text{ Вт}$$

$$P_1 = 150000 \text{ Па}$$

$$C_{V1} = 5R$$

$$C_{V2} = 3R^2$$

$$\varphi_1 = 100\%$$

$$Q_{\text{гид}} = \frac{5}{2} R (T_5 - T_1)$$

$$Q_{\text{гид}} = \frac{5}{2} R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{\text{гид}} = \frac{5}{2} R (T_3 - T_1)$$

$$P = m c T$$

$$P_1 = m_1 c T_1$$

$$P_2 = m_2 c T_2$$

$$P = P_1 + P_2$$

$$4 \cdot 13 = \frac{52 + 0}{8} = \frac{61}{8}$$

$$P = \frac{61}{8}$$

$$P = 7.625$$

$$100 \text{ Дж}$$

$$10^{-6} \text{ Дж}$$

$$60 \text{ Дж}$$

$$1000 - 150 = 850 + 0.81 = 850.81$$





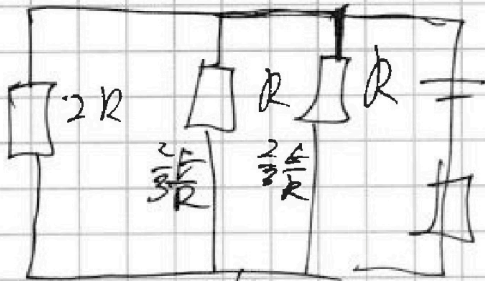


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

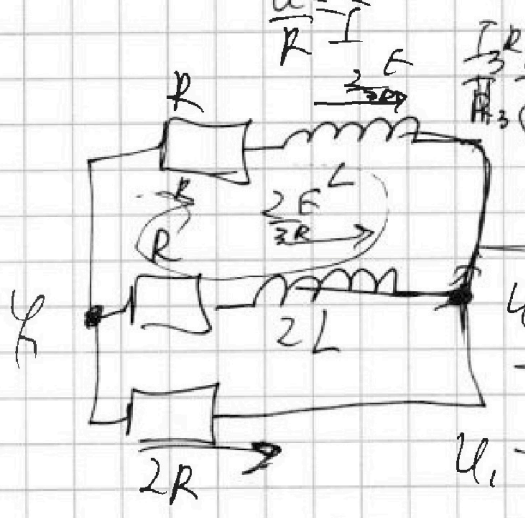


$$\frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{R}{2}$$

$$\frac{1}{\frac{R}{2}} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R} \Rightarrow \frac{R}{3}$$

$$U = I R$$

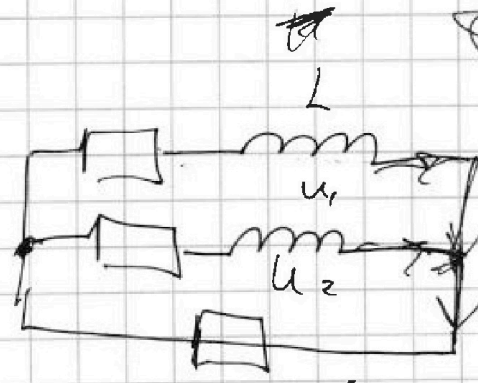
$$\frac{2E}{3} = I \cdot \frac{R}{3} \Rightarrow I = \frac{2E}{R}$$



$$U_1 = L \frac{dI_1}{dt}$$

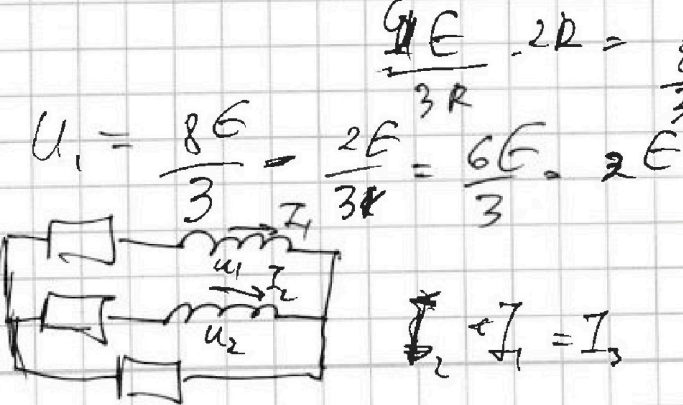
$$U_2 = 2L \frac{dI_2}{dt}$$

$$U_1 - U_2 = \frac{2E}{3R} \cdot R = \frac{2E}{3}$$



$$\frac{2E}{3} + 2L \frac{dI_2}{dt} = \frac{2E}{3} + L \frac{dI_1}{dt}$$

$$2 \frac{dI_2}{dt} = \frac{dI_1}{dt}$$



$$\frac{8E}{3} \cdot 2R = \frac{8E}{3} \cdot 2R = U$$

$$U_1 = \frac{8E}{3} = \frac{2E}{3R} = \frac{6E}{3} = 2E$$

$$2E = L \frac{dI_1}{dt}$$

$$\frac{2E}{L} \int dt = I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{2Et}{L}$$



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!

$$I_3 R - I_1 R = U_1$$

$$U_1 = L \frac{dI_1}{dt}$$

$$I_3 = I_2 + I_1$$

$$I_3 R - I_2 R = U_2$$

$$U_2 = 2L \frac{dI_2}{dt}$$

$$I_3 \cdot t = q_3$$

$$2I_2 R + 2I_1 R - I_1 R = U_1$$

$$2I_2 R + I_1 R = U_1$$

$$P = nKT$$

$$PV = \nu RT$$

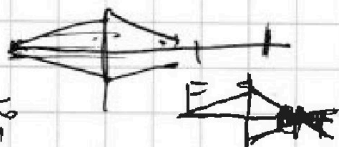
$$\frac{L I_1^2}{2}$$

$$\frac{L I_1^2}{2} + \frac{2L I_2^2}{2}$$

$$q_1 + q_2 = q_3$$

$$2I_2 R + I_1 R = L \dot{I}_1$$

$$2I_1 R + 2I_2 R = 2L \dot{I}_2$$

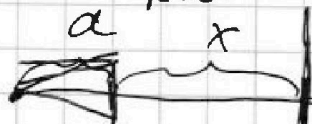


$$v = \frac{m}{\rho} \rho T$$

$$\frac{4,2}{5} = \frac{0,4}{10} = 0,04$$

$$19 - 6 = 13$$

$$\frac{R}{\rho} = \frac{18,5}{12,5} = 3 \times 6 = 12,5$$



$$r = \frac{25}{37} R$$

$$I \cdot R$$

$$3 q_3 R = L \dot{I}_1 + 2L \dot{I}_2$$

$$3 q_3 R = L \dot{I}_1 + 2L \dot{I}_2$$

$$q_3 = \frac{L \dot{I}_1}{R}$$

$$U_{max} = \nu R$$