



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



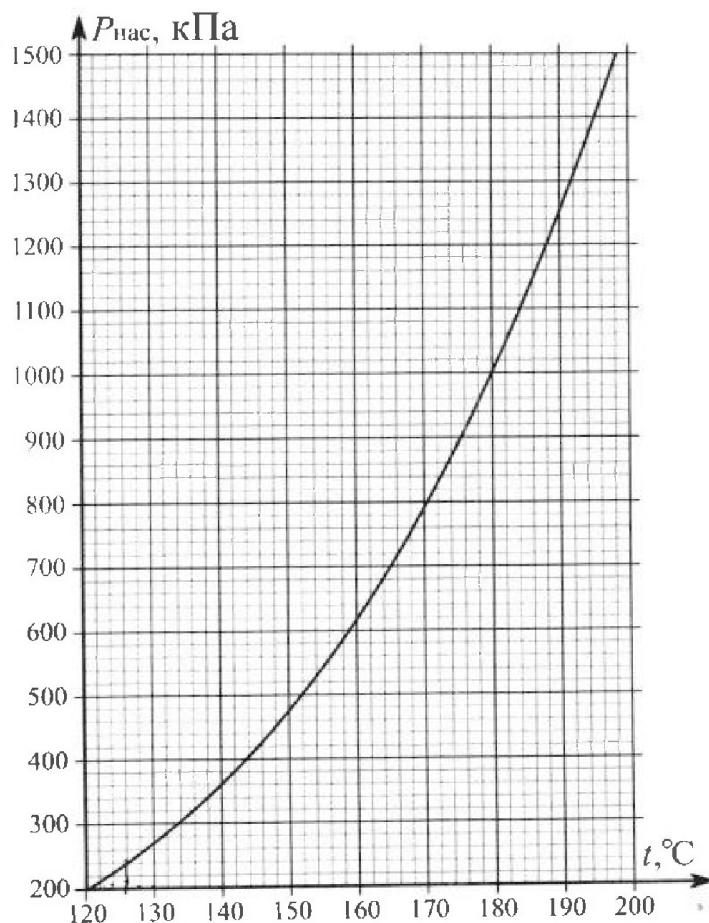
1. Из игрушечной пушки стреляют три раза одним и тем же снарядом. Масса пушки без снаряда в 4 раза больше массы снаряда. Первый раз пушку закрепляют, а ствол направляют вертикально вверх. В результате выстрела снаряд поднялся на высоту $H = 13/3$ м. Во второй раз пушку закрепляют на горизонтальном полу,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

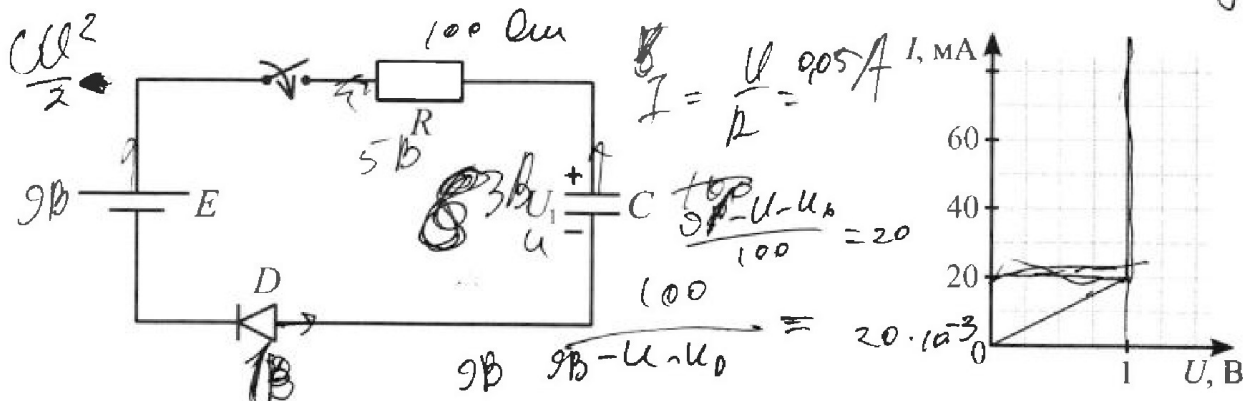
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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.

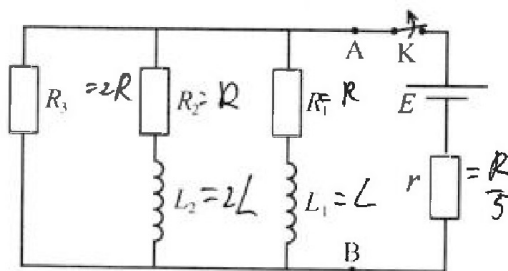
$$I_2 = 20 \text{ мА}$$

- 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.

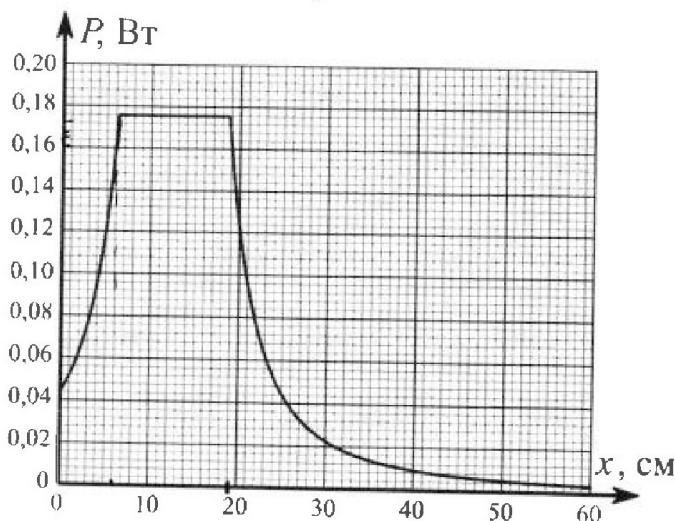
- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 при замкнутом ключе.
- 2) Найти скорость изменения (по модулю) тока в катушке L_1 сразу после размыкания ключа.
- 3) Найти заряд q_3 , протекший через резистор R_3 после размыкания ключа.



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 $R \ll a$.

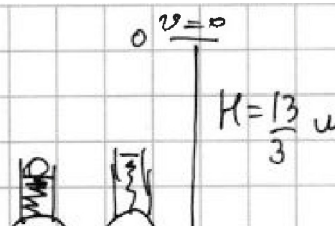




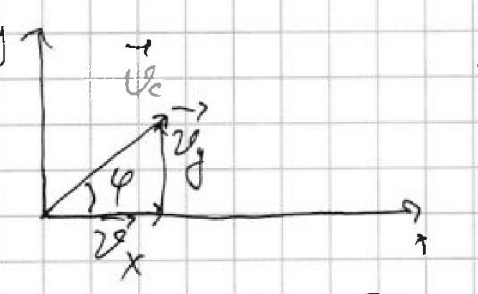
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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 тяжести $= m_c g H$.

ЗСЭ: $\frac{kx^2}{2} = m_c g H = \frac{m_c v_c^2}{2}$ скорость при встрече

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

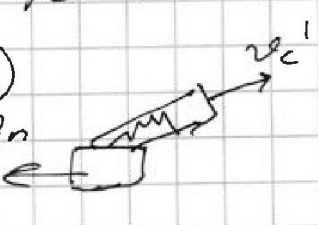
$L = v_x \cdot t$, $t = \frac{2v_y}{g}$, $v_x = v_c \cdot \cos \varphi$
 $v_y = v_c \cdot \sin \varphi$

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

$\cos \varphi = \frac{3}{5}$, $\sin \varphi = \frac{4}{5}$, $gH = \frac{v_c^2}{2}$ (из 1-го)

$\frac{v_c^2}{g} = 2H \Rightarrow L = 4H \cdot \cos \varphi \cdot \sin \varphi = 4 \cdot \frac{13}{3} \cdot \frac{2}{5} \cdot \frac{4}{5} = 8 \text{ м}$

Ответ: 8 м

3)  ЗСЭ: $\frac{kx^2}{2} = m_c g H = \frac{m_c v_c'^2}{2} + \frac{4m_c v_n^2}{2}$

ЗСМ: $0 = m_c v_c' + 4m_c v_n$

$v_n = -\frac{v_c'}{4}$

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

$gH = \frac{v_c'^2}{8} + \frac{v_n^2}{5}$

$gH = \frac{5v_c'^2}{8} + \frac{v_n^2}{5}$

$gH = \frac{5v_c'^2}{8} + \frac{v_c'^2}{20}$

$gH = \frac{13v_c'^2}{20}$

$v_c' = \sqrt{\frac{20gH}{13}}$

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

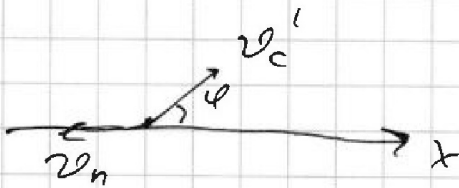
$$\frac{v_c'^2}{g} = \frac{8 H}{5} \quad \frac{8 H \cdot 2 \cdot \frac{2 \cdot 3}{13}}{5} = \frac{8 \cdot 4 \cdot 3}{5 \cdot 13} \cdot \frac{13}{3} =$$

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

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

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

ЗСН на Ox :



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

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

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

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

$$g H = \frac{(4 + \cos^2 \varphi) v_c'^2}{8}$$

$$\cos^2 \varphi = \frac{4}{9} \cdot \frac{9}{13}$$

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

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

$$= \frac{2 \cdot \frac{26}{147} \cdot \frac{13}{3} \cdot \frac{2 \cdot 3}{13}}{13} = \frac{52}{327} \text{ м} = \frac{1}{3} \text{ м} + \frac{3}{7} \text{ м}$$

$$= 2 \cdot \frac{13}{3} \cdot \frac{6^2}{18} \cdot \frac{18 \cdot 8}{61} = \frac{18 \cdot 13}{61} \text{ м} = \frac{208}{61} \text{ м} = 3 \frac{4}{61} \text{ м}$$

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

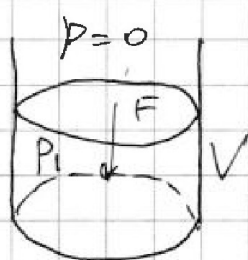


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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.

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

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

2) Давление повышается $\Rightarrow P_2 = 1,5 P_1 = 2,25 P_1 = 225 \text{ кПа}$

$\Rightarrow C_{V1} = 5 \frac{R}{2} \Rightarrow i = 5$ $C_{V2} = 3R \Rightarrow i = 6$

$\Rightarrow$ ЗОЗ: $\frac{5 P_1^6}{2} V + \frac{6 P_1^n}{2} V$ — предположим, что

температура не изменяется:

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

$$5 \sqrt[6]{P_1} + 6 P_1^n \cdot V_n = 5 \sqrt[6]{P_2} + 6 \sqrt[6]{P_2} V_n$$

$T_2^6 = T_2^n$: $\frac{P_2^6}{\sqrt[6]{P_2} \cdot R} = \frac{P_2^n}{\sqrt[6]{P_2} \cdot R}$ $\frac{P_2^6}{\sqrt[6]{P_2}} = \frac{P_2^n}{\sqrt[6]{P_2}}$

и $\frac{P_2^6}{\sqrt[6]{P_2}} + P_2^n = P_1$, $P_2^6 + P_2^n = P_2$

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!

$$\frac{V_n}{V_6}$$

2

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

$$P_2^b V = V_6 R T_2$$

$$P_2^n V = V_n R T_2 \Rightarrow \frac{P_2^n}{P_2^b} = \frac{V_n}{V_6} = 2$$

$$3P_2^b = 225 \text{ кПа}$$

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

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

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

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

$$559,5 - 273$$

$$\begin{array}{r} 373 \\ \times 1,5 \\ \hline 186,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 373 \\ + 186,5 \\ \hline 559,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 559,5 \\ - 273 \\ \hline 286,5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 559,5 \\ - 273 \\ \hline 286,5 \end{array}$$

3С2

$$Q + \frac{5}{2} V_6 R T_1 + 3 V_n R T_1 = \frac{5}{2} V_6 R T_2 + 3 V_n R T_2$$

энергия из за негерметичности

$$\varphi_1 = \frac{P_n}{P_{\text{max}}} = \frac{P_n}{P_{\text{max}}} = 1$$

$$P_1^n + P_1^b = 150 \text{ кПа}$$

$$P_n = \frac{P_n}{P_{\text{max}}} R T_1$$

$$P_1^n V = V_n R T_1$$

$$P_1^b V = V_6 R T_1$$

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

$$\Rightarrow P_1^n = 100 \text{ кПа}, P_1^b = 50 \text{ кПа}$$

$$\Rightarrow \frac{P_1^n}{P_1^b} = \frac{V_n}{V_6} = \frac{V_n \cdot N_A}{V_6 \cdot N_A} = \frac{N_2}{N_1}$$



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!

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{100 \text{ кПа}}{50 \text{ кПа}} = 2, \quad Q + \frac{5}{2} \nu_b R T_1 + 3 \nu_n R T_1 = \frac{5}{2} \nu_b R T_2 + 3 \nu_n' R T_2$$

← Энергия из-за конденсации

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

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

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

$$\varphi_2 = \frac{P_2^n}{P_{\text{нас}}}$$

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

← Энергия из-за конденсации

$$\nu_n = 2 \nu_b$$

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

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

$$1 - \frac{398}{373 \cdot 4,59}$$

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

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

$$\Rightarrow P_2^b = \frac{399}{373} P_1^b, \quad P_1^b \Rightarrow P_2^n = P_2 - P_2^b = \frac{399}{373} P_0$$

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

$$\varphi_2 = \frac{P_2^n}{P_{\text{нас}}} = \frac{4,5 \cdot 373 - 399}{373 \cdot 2}$$

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

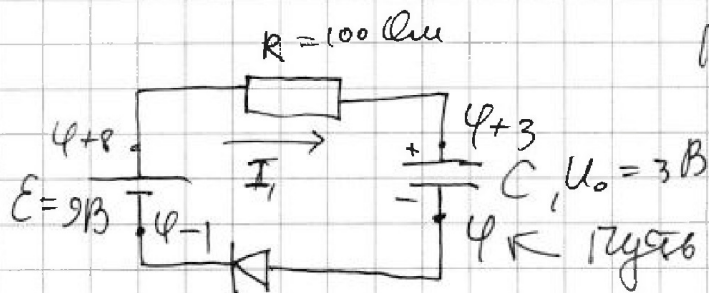


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

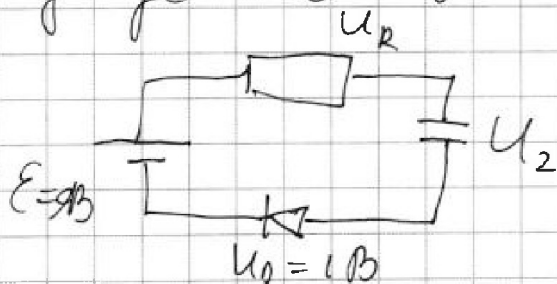


Предположим, что
 $I_D = 1B \Rightarrow I_0 > 20mA$

$$U_R = \phi + 8 - \phi + 3 = 5B, I_0 = \frac{U_R}{R} = \frac{5B}{100 \Omega} =$$

$= 50 \mu A \Rightarrow I_0 > 20 \mu A$, предположение верное. 1) $I_0 = 50 \mu A$

2) При $I_D = I_2 = 20 \mu A$, напряжение на диоде всё ещё 1B:



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

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

$$2B = 8B - U_2$$

$$U_2 = 6B$$

$$2) U_2 = 6B$$

3) После $U_2 \Rightarrow U_3 > U_2$ $I_D < 20 \mu A \Rightarrow$

диод будет, как резистор с $R_D = \frac{1B}{20 \mu A} = \frac{1000}{20} \Omega =$

$= 50 \Omega$, и конденсатор будет заряжаться

$$\text{до } U_C = E = 9B$$

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



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!

до U_2 :
 $U_R = 8 - U_C$, $I = \frac{U_D}{R} = \frac{8 - U_C}{R}$

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

$Q_D = U_D \cdot q$, а после U_2 :

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

$\Rightarrow Q_R = 2Q_D$

Тогда ЗСЭ до U_2 :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

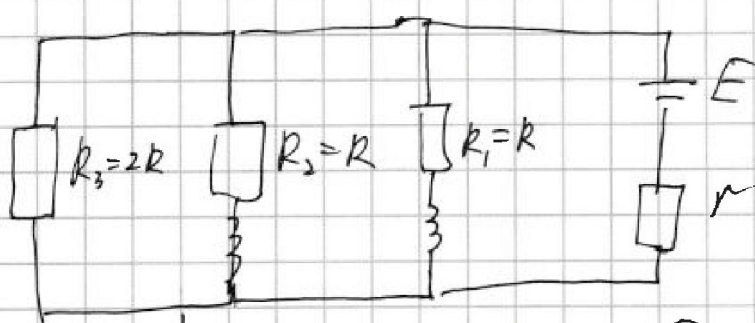


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

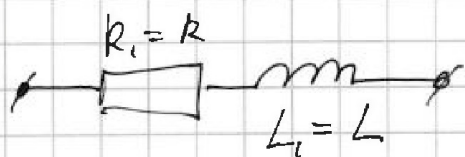


В узле
 $U_{L1} + U_{L2} = 0$

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

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

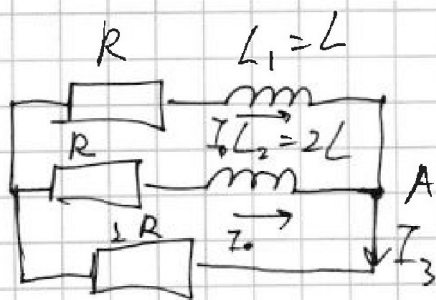
$$U_n = I_{\Sigma} \cdot R_n = \frac{5E}{3R} \cdot \frac{2R}{5} = \frac{2}{3} E$$



В узле. $I_0 = I_{R1}$
 $I_0 = \frac{U_n}{R_1} = \frac{2E}{3R}$

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

2)



В начальный момент

$$I_1 = I_0, \quad I_2 = I_0$$

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

$U_{R1} = U_{R3}$ — т.к. параллельно:

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

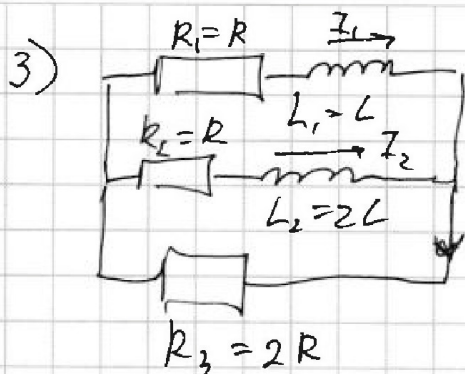
$$U_1 = L_1 \dot{I}_1, \quad \dot{I}_1 = \frac{U_1}{L_1} = \frac{2E}{L}, \quad 2) \dot{I}_1 = \frac{2E}{L}$$



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!



$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$q_3 = I_3 \cdot t$$

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

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

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

$$\begin{cases} L_1 \cdot \dot{I}_1 = 2R I_1 + 2R I_2 - R I_1 = 2R I_2 + R I_1 \\ + \\ L_2 \cdot \dot{I}_2 = 2R I_1 + 2R I_2 - R I_2 = 2R I_1 + R I_2 \end{cases}$$

$$L \dot{I}_1 + 2L \dot{I}_2 = 3R I_3$$

$$\frac{d}{dt} q_3 \cdot 3R = L \cdot \frac{dI_1}{dt} + 2L \frac{dI_2}{dt} \quad | \cdot dt$$

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

Продифференцируем. $3q_3 R = L I_0 + 2L I_0$ ↗

в конечном
моментах L_1 и L_2
разрушаются.

$$q_3 = \frac{L I_0}{R} = \frac{L \cdot 2E}{3R \cdot R} = \frac{2}{3} \frac{LE}{R^2}$$

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

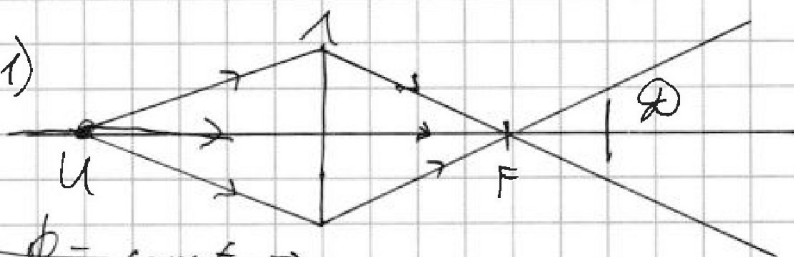


1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

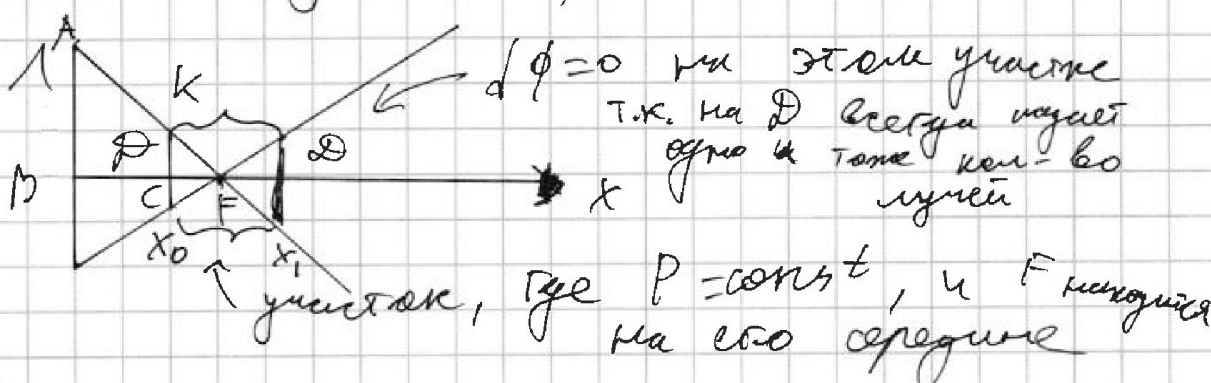
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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



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

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



Из графика $X_0 = 6 \text{ см}$, $X_1 = 19 \text{ см}$

$$F = X_0 + \frac{X_1 - X_0}{2} = 6 + \frac{19 - 6}{2} = 6 + 6,5 = 12,5 \text{ см}$$

$$\Rightarrow \frac{X_1 - X_0}{F - X_0} = \frac{r}{R} = \frac{6,5}{12,5} = \frac{r}{2} \quad \leftarrow \text{по подоб. } \triangle ABF \text{ и } \triangle KCF$$

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

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

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

площадь dS ($R \ll a$) или же dS — телесный угол $d\Omega = \frac{dS \cdot \cos \alpha}{R^2}$ $\cos \alpha = 1$, 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!

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

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

(площадь сферы (полный телесный угол))

$$= 0,176 \text{ Вт} \cdot 32 \cdot 32 = 1024 \cdot 0,176 \text{ Вт} =$$

$$\times \begin{array}{r} 1024 \\ 0,176 \\ \hline 180,224 \end{array} = 180,224 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $r = 1,04 \text{ см}$

$$2) F = 12,5 \text{ см}$$

$$3) P_0 = 180,224 \text{ Вт}$$

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

$$\times \begin{array}{r} 0,176 \\ 24 \\ \hline 4224 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 180,224 \text{ Вт} \\ 352 \\ \hline 4224 \end{array}$$

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!

$$P_2^b + P_2^n = P_2$$

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

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

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

$$P_2^n \cdot V = \nu_n R T_2 \Rightarrow (P_2^b + P_2^n) V = (\nu_b + \nu_n) R T_2$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

предположим, что
какая-то часть
газа сгорела

3СЭ:

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

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

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

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

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



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!

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{2} M_n = 4 \quad P_2 n = 2 A_3 \quad 75 \quad 150 \quad 0 = m_c v_c + 4 m_c v_1$$

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{m_c v_c^2}{2} + \frac{4 m_c v_1^2}{2} = 2 m c g H$$

$$F_H = m_c v_c$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 1,5 = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{kx^2}{2} = \frac{m_c v_c^2}{2}$$

$$v_c t - \frac{g t^2}{2} = \frac{13}{3} \text{ м}$$

$$v_c t - \frac{g t^2}{2} = \frac{13}{3} \text{ м}$$

$$v_c t - \frac{g t^2}{2} = \frac{13}{3} \text{ м}$$

$$v_c^2 = 2 g H$$

$$v_c = \sqrt{2 g H}$$

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

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

$$v_c \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} = v_y$$

$$v_c \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} = v_x$$

$$v_x t = L$$

$$L = \frac{3 v_c}{\sqrt{13}} \cdot \frac{4 v_c}{\sqrt{13} g} = \frac{12 v_c^2}{13 g}$$

$$\frac{12 v_c^2}{13 g} = \frac{12}{13} \cdot 2 H = \frac{24}{13} \text{ м}$$

$$\frac{24}{13} \text{ м} = \frac{24}{13} \cdot \frac{13}{3} = 8 \text{ м}$$

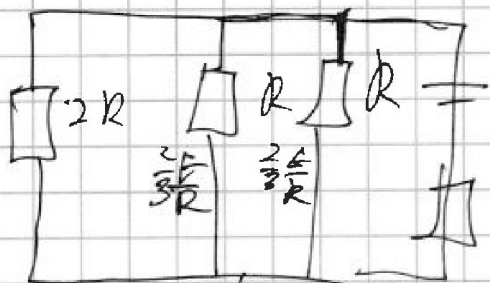


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

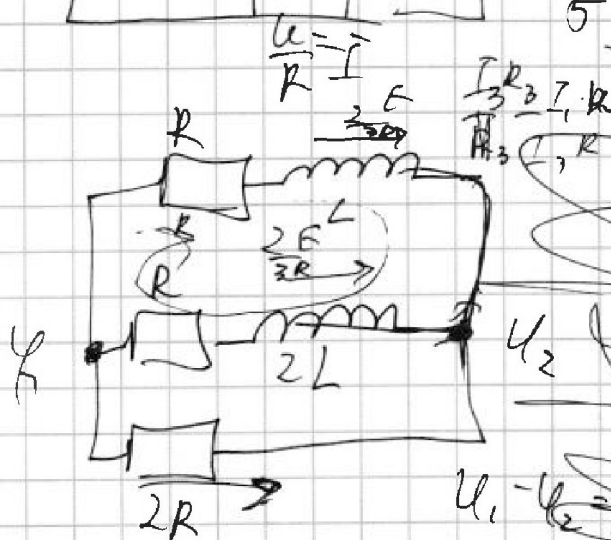


$$\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R} \Rightarrow \frac{1}{\frac{3}{5}R}$$

$$\frac{5}{3}R$$

$$U = I R$$

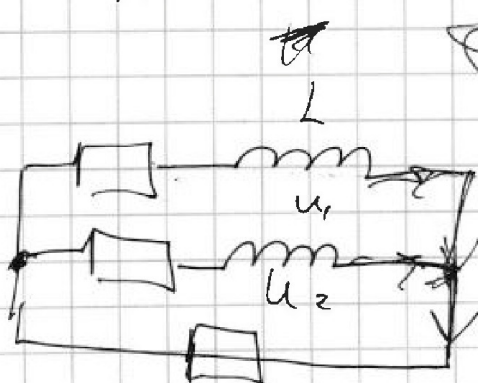
$$\frac{5}{3}R \cdot \frac{5}{3}E = \frac{25}{9}ER$$



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

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

$$\frac{2}{3}E \cdot \frac{R}{3} = \frac{2}{9}ER$$



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

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

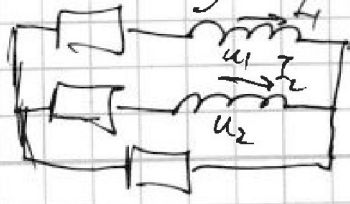
$$2 \frac{dI_2}{dt} = \frac{dI_1}{dt}$$

$$\frac{4}{3}E \cdot 2R = \frac{8}{3}ER = U$$

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

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

$$\frac{2E}{L} I_1 t = q$$



$$I_1 = I_2$$



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
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!

$$I_3 R - I_1 R = U_1$$

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

$$I_3 = I_2 + I_1$$

$$I_3 R - I_2 R = U_2$$

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

$$I_3 \cdot t = q_3$$

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

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

$$\frac{dI}{dt} = \ddot{q}$$

$$U_1 = L \ddot{q}$$

$$U_2 = 2L \ddot{q}$$

$$q_1 + q_2 = q_3$$

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

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

$$3I_1 R$$

$$3I_3 R = L \ddot{I}_1 + 2L \ddot{I}_2$$

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

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

$$3q_3 R = L I_1 + 2L I_2$$

$$3q_3 R = L I_0$$

$$q_3 = \frac{L I_0}{R}$$

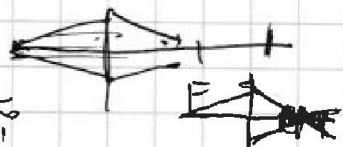
$$I_{0,000} V = I R$$

$$P = n k T$$

$$P V = \nu R T$$

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

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

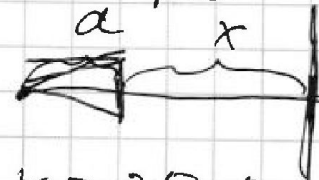


$$v = \frac{m R T}{\mu}$$

$$\frac{4,2}{5} - \frac{0,4}{10} = 0,84$$

$$19 - 6 = 13$$

$$\frac{R}{\rho} = \frac{18,5}{12,5} = 1,48$$



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