

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.

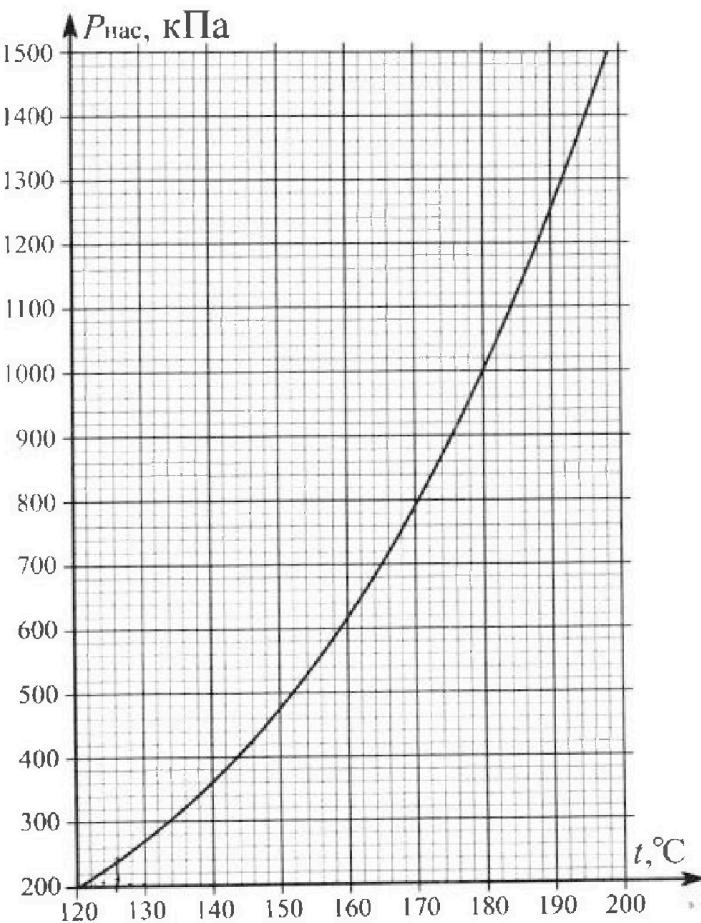
2) На каком расстоянии S_3 от места выстрела снаряд упадет на пол при третьем выстреле?

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 остается 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 φ_2 в сосуде после установления термодинамического равновесия.



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024**

Вариант 11-05



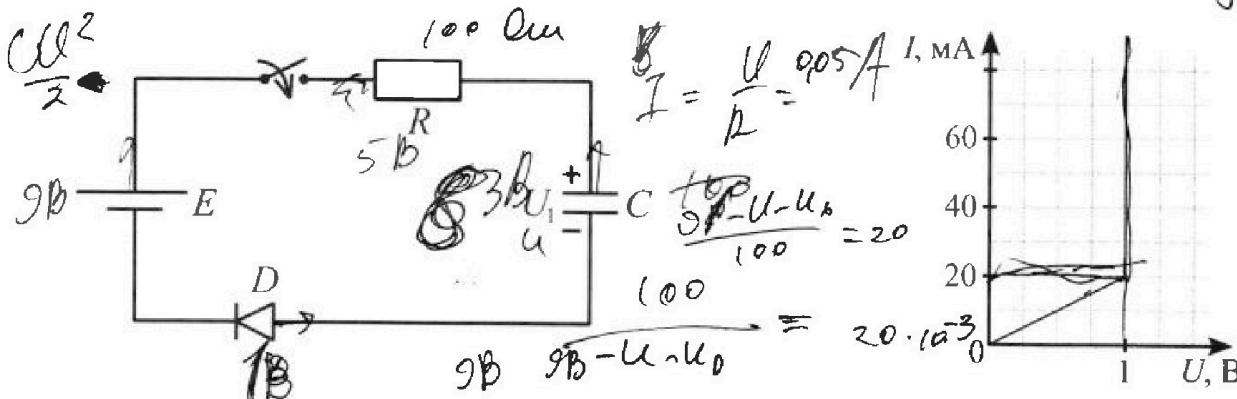
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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.

$$I_2 = 20 \text{ mA}$$

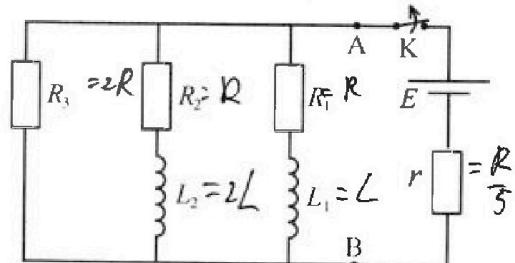
- 1) Найти ток I_1 в цепи сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти напряжение U_2 на конденсаторе в момент, когда ток в цепи станет $I_2 = 20$ мА.
- 3) Какое количество теплоты Q выделится на резисторе после замыкания ключа?

$$2 = \frac{1}{2} - U - R_0$$



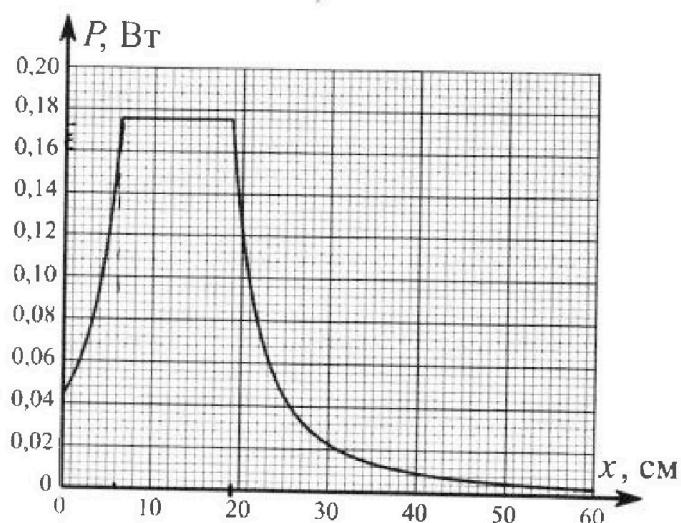
4. В цепи (см. рис.) ЭДС идеального источника E , $R_1 = R_2 = R$, $R_3 = 2R$, $r = R/5$, $L_1 = L$, $L_2 = 2L$. Ключ K замкнут, режим в цепи установился.

- 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 $R \ll a$.

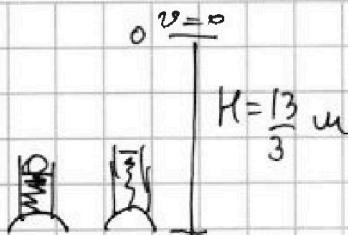
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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)

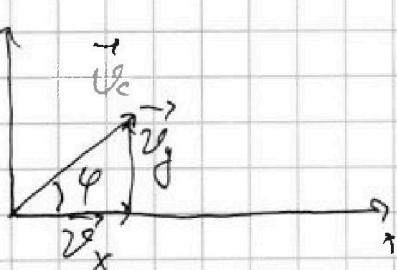


$$x = \frac{13}{3} \text{ м}$$

Энергия пружинное $\frac{kx^2}{2}$, и она равна $m_c g H$.

$$\text{Задача: } \frac{kx^2}{2} = m_c g H = \frac{m_c v_c^2}{2} \text{ при скорости}$$

2)



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

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

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

$$v_y = v_c \cdot \sin \varphi$$

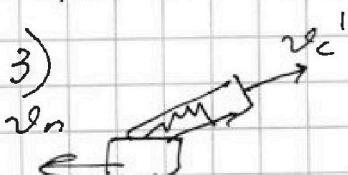
$$t = \frac{2v_y}{g} : \quad L = \frac{2v_c^2 \cos \varphi \sin \varphi}{g}$$

$$\cos \varphi = \frac{3}{\sqrt{13}}, \sin \varphi = \frac{2}{\sqrt{13}}, gH = \frac{v_c^2}{2} (y \cdot n \cdot 1)$$

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

Ответ: 8 м

3)



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

$$\text{Задача: } 0 = m_c v_c' + 4m_c v_n$$

$$m_c g H = \frac{m_c v_c'^2}{2} + \frac{4m_c v_n^2}{2 \cdot 4 \cdot 4} \quad gH = \frac{52v_c'^2}{8} \quad H = \frac{v_c'^2}{g}$$

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



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

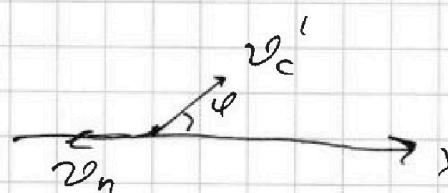
~~$$диск \text{ №} 2 \quad h' = 2 v_c'^2 \sin \varphi \cdot \cos \varphi$$~~

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

$$= \frac{32}{5} = \frac{64}{10} = 6,4 \text{ м}$$~~

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

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



ЗСИ по Оx:

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

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

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

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

$$mgH = \frac{m_c v_c'^2}{2} + \frac{4 m_c v_n^2}{2 \cdot 4 \cdot 4}$$

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

$$= \frac{61}{13 \cdot 8} v_c'^2 \quad v_c'^2 = \frac{13 \cdot 8}{61} \quad , \quad S_3 = \frac{2 v_c'^2 \sin \varphi \cos \varphi}{g} =$$

$$= -2 \cdot \frac{26}{144} \cdot \frac{3}{13} \cdot \frac{2 \cdot 3}{13} = \frac{52}{7} \text{ м} = \frac{113}{7} \text{ м} + \frac{3}{7} \text{ м}$$

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

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

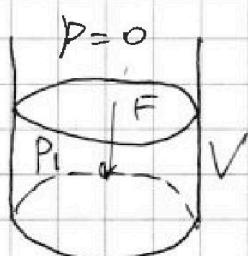


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$1) P_1 = \frac{F}{S} \quad \text{— равновесие сме.}$$

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

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

$$2) \text{Давление повысилось } \Rightarrow P_2 = 1,5 P_1 = 225 \text{ kPa}$$

$$\Rightarrow C_V = \frac{5k}{2} \Rightarrow \gamma = 5 \quad C_V = 3R \Rightarrow \gamma = 6$$

$$\Rightarrow \text{ЗСД: } \frac{5}{2} P_1^{\frac{6}{5}} V + \frac{6}{2} P_1^n V \quad \text{Принципиально, то}$$

$$\text{Решение конкретную есть: } \frac{P_2^n}{P_1^n} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1^{\frac{6}{5}}}{P_2^{\frac{6}{5}}} \quad ;$$

$$\text{ЗСД: } \frac{5}{2} P_1^{\frac{6}{5}} V + \frac{6}{2} P_1^n V = \frac{5}{2} \sqrt[6]{P_2} \cdot P_1^{\frac{6}{5}} V + \frac{6}{2} \sqrt[6]{P_2} P_1^n V$$

$$5 \sqrt[6]{P_1} P_1^{\frac{6}{5}} + 6 P_1^n V = 5 \sqrt[6]{P_2} P_2^{\frac{6}{5}} + 6 P_2^n V$$

$$T_2^{\frac{6}{5}} = T_1^n \cdot \frac{P_2^{\frac{6}{5}}}{\sqrt[6]{P_1} \cdot R} = \frac{P_2^n \cdot V}{V_1 \cdot R} = \frac{P_2^{\frac{6}{5}}}{V_1} = \frac{P_2^n}{V_1}$$

$$\text{и } P_1^{\frac{6}{5}} + P_1^n = P_1 \quad , \quad P_2^{\frac{6}{5}} + P_2^n = P_2$$

T.k. вода кипит при $t = 100^\circ\text{C}$, то

$$P_1^{\frac{6}{5}} = P_0 \Rightarrow P_1^{\frac{6}{5}} = P_1 - P_0 = 0,5 P_0$$

$$P_1^n = 100 \text{ kPa} \quad P_1^{\frac{6}{5}} = 50 \text{ kPa}$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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

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

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

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

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

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

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

~~$$= 573 \cdot 1,5 - 223$$~~

~~$$559 - 223$$~~

~~$$\begin{array}{r} 373 \\ 2 \\ \hline 186,5 \end{array}$$~~

~~$$\begin{array}{r} 373 \\ 186 \\ \hline 186 \end{array}$$~~

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

3С2

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

~~затрачено из-за неподвижности~~

$$\varphi_1 = \frac{P_1^n}{P_{\text{расc}}} = \frac{P_1^n}{P_{\text{расc}}} = 1$$

~~$$P_n = \frac{P_1^n}{P_{\text{расc}}} R T_1$$~~

~~$$P_1^n \cdot V = V_n R T_1$$~~

$$P_1^n + P_1^b = 150 \text{ kPa}$$

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

$$P_{\text{расc}} = 100 \text{ kPa} \text{ при } t = 100^\circ\text{C} \Rightarrow \frac{P_1^n}{P_1^b} = \frac{V_n}{V_6} = \frac{V_n N_A}{V_6 N_A} = \frac{N_2}{N_1}$$

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

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.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{100 \text{ кг газа}}{50 \text{ кг газа}} = 2, \quad \cancel{\frac{5}{2} \sqrt{6} R T_1 + 3 V_n R T_1 = \frac{5}{2} \sqrt{6} R T_2 + 3 V_n' R T_2}$$

Упрощение из-за конденсации

$$P_2^b V = \sqrt{6} R T_2 \quad P_2^b + P_2^n = P_2 \quad P_2^b V = \sqrt{6} R T_2 \\ P_2^n V = V_n' R T_2$$

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

$$\frac{Q}{P_{\text{нас}}} = \frac{P_2^n}{P_1} \quad Q + \frac{5}{2} \sqrt{6} R T_1 + 3 V_n R T_1 = \frac{5}{2} \sqrt{6} R T_2 + 3 V_n' R T_2$$

Упрощение из-за конденсации

$$V_n = 2 \sqrt{6}$$

$$P_2 V = (\sqrt{6} + V_n') R T_2$$

$$P_1 V = (\sqrt{6} + V_n) R T_1 \quad 1 - \frac{399}{373 \cdot 4,59}$$

~~$$Q = 3(\sqrt{6} - V_n') R T_1 - \frac{5}{2} \sqrt{6} R T_2 + 6$$~~

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{12,6 + 27,3}{100 + 27,3} = \frac{399}{373} \Rightarrow \frac{P_2^b}{P_1^b} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{399}{373}$$

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

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

$$\frac{Q_2}{P_{\text{нас}}} = \frac{P_2^n}{P_1} = \frac{4,5 \cdot 373 - 399}{373 \cdot 2} \cdot P_0$$

$$= 1 - \frac{26,6}{3 \cdot 373} = \frac{1119 - 26,6}{3 \cdot 373} = \frac{1053}{1119}$$

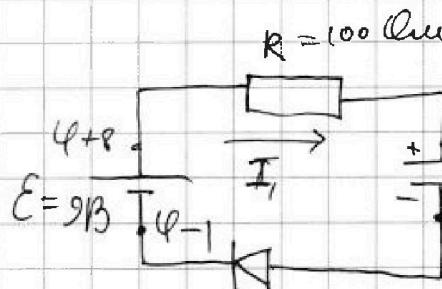


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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

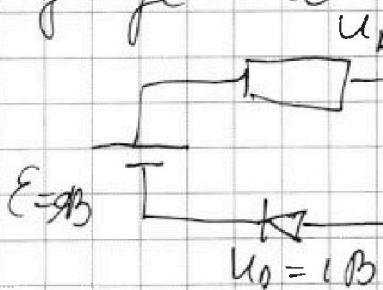
$$I_D = 1 \text{ A} \Rightarrow I_o > 20 \text{ mA}$$

Чтобы получить тут логарифмич. ф.

$$U_R = Q + 8 - (Q + 3) = 5 \text{ V}, Z_o = \frac{U_R}{R} = \frac{5 \text{ V}}{100 \text{ Ohm}} =$$

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

2) При $I_{D2} = I_2 = 20 \text{ mA}$, напряжение на диоде всё ещё 1 V:



$$U_R = I_2 \cdot R = 2 \text{ V}$$

$$U_R = Q + 8 - Q - U_2 =$$

$$2 \text{ V} = 8 \text{ V} - U_2$$

$$U_2 = 6 \text{ V}$$

$$2) U_2 = 6 \text{ V}$$

3) Но же $U_2 \Rightarrow U_3 > U_2 \quad I_{D3} < 20 \text{ mA} \Rightarrow$

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

= 50 Ohm, и конденсатор будет заряжаться

$$\text{то } U_C = E = 9 \text{ V}$$

$$I = C \frac{dU_C}{dt} = C \dot{U}_C, \quad \text{то } U_2 = \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}}, \quad N_D = U_D \cdot I, \quad N_R = I \cdot U_R$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$R U_R = 8 - U_C ; \quad I = \frac{U_0}{R} = \frac{8 - U_C}{R}$$

$$dQ_D = N_D dE = U_0 \cdot \frac{dq}{dt} dt = U_0 dq$$

$$Q_D = U_0 \cdot q , \text{ а } \text{после } U_2 :$$

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

$$\Rightarrow Q_R = 2 Q_D$$

Тогда 3С2 по U_2 :

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

$$q' = U_0 \cdot q + Q_{R1} + \frac{C(U_2^2 - U_1^2)}{2}$$

$$q(E - U_0) - \frac{C(U_2^2 - U_1^2)}{2} = Q_{R1}$$

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

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

$$3С2 \text{ после } U_2 : q = C(U_3 - U_2) = 180 \text{ мкКл} \\ U_3 = 9B$$

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

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

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

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

$$\text{Ответ: } I = 50 \text{ мА}, \quad U_2 = 6 \text{ В}, \quad Q = 870 \text{ мкДн}.$$

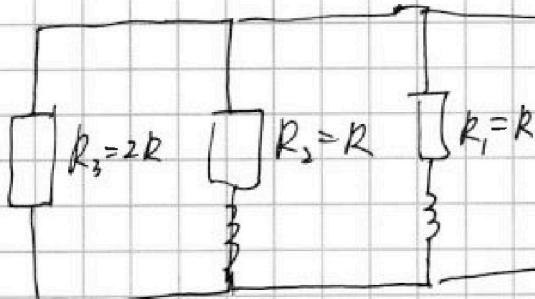
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



$$\text{Byzг решение}$$

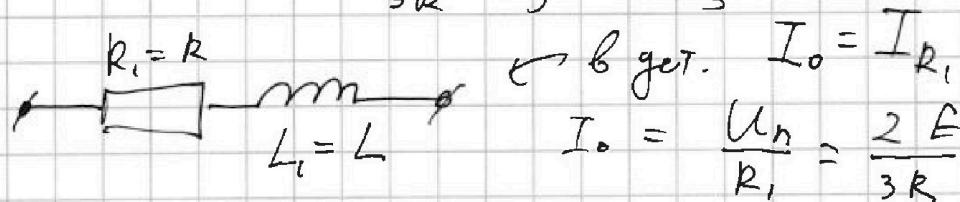
$$U_{L_1} + U_{L_2} = 0$$

$$r = \frac{R}{5}$$

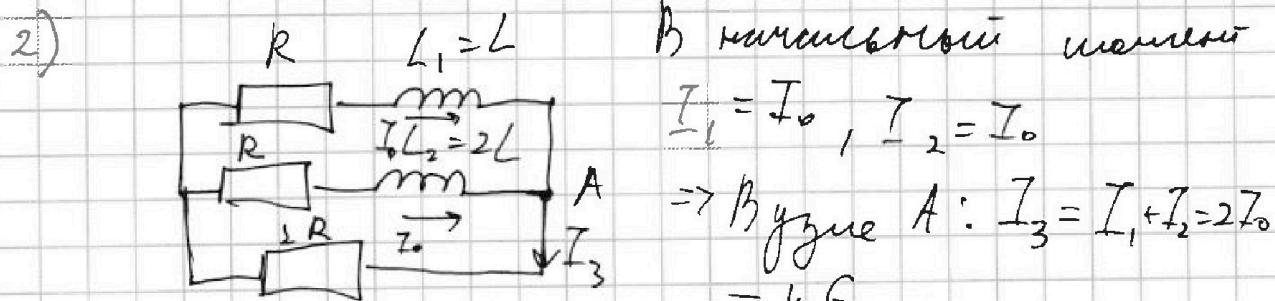
$$R_{\text{eq}} \neq \frac{1}{R_n} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}, \quad \frac{1}{R_n} = \frac{5}{2R} \quad R_n = \frac{2}{5}R$$

$$R_s = r + R_n = \frac{3}{5}R, \quad I_s = \frac{E}{R_{\text{eq}}} = \frac{5E}{3R}$$

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



$$1) \quad I_0 = \frac{2E}{3R}, \quad \text{также тек в на } L_2, \quad \text{так } R_1 = R_2$$



By начальными условиями

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

$$\Rightarrow \text{Byzгие A: } I_3 = I_1 + I_2 = 2I_0 \\ = 4E$$

$$U_{3A} = U_{3A} - \text{т.к. параллельное: } \frac{3R}{3R}$$

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

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

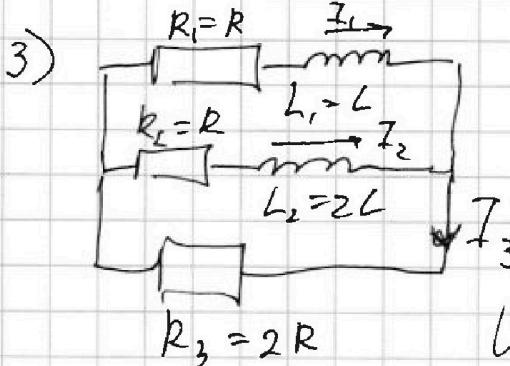


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$\varphi_3 = I_3 \cdot t$$

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

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

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

$$\begin{cases} L_1 \cdot \dot{I}_1 = 2RI_1 + 2R I_2 - RI_1 = 2RI_1 + RI_2 \\ L_2 \cdot \dot{I}_2 = 2RI_1 + 2R I_2 - RI_2 = 2RI_1 + RI_2 \end{cases}$$

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

$$\frac{d\varphi_3 \cdot 3R}{dt} = L \cdot \frac{dI_1}{dt} + 2L \cdot \frac{dI_2}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$d\varphi_3 \cdot 3R = L dI_1 + 2L dI_2$$

Продифференцируем. $3\varphi_3 R = L I_0 + 2L I_0 \rightarrow$

6 юнитский
имеет L_1 и L_2
разделяется.

$$\varphi_3 = \frac{LI_0}{R} = L \cdot \frac{2E}{3R \cdot R} = \frac{2}{3} \frac{LE}{R^2}$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{2E}{3R}$, 2) $\dot{I}_1 = \frac{2E}{L}$, 3) $\varphi_3 = \frac{2}{3} \frac{LE}{R^2}$

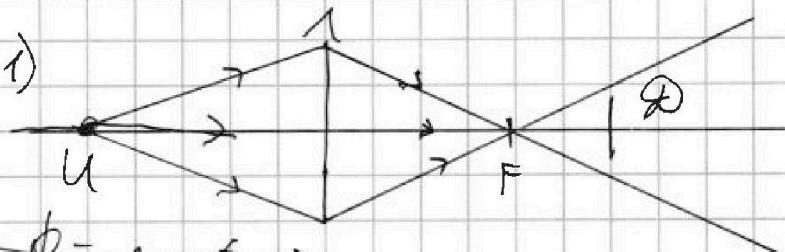
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

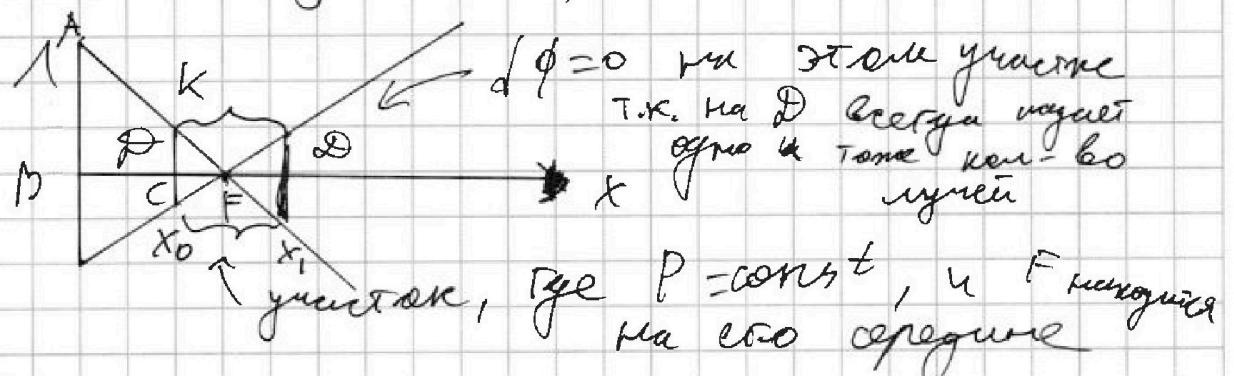
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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



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

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



By graphically $x_0 = 6 \text{ cm}$, $x_1 = 19 \text{ cm}$

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

$$\Rightarrow \frac{F - x_0}{F} = \frac{r}{R} = \frac{6,5}{12,5} = \frac{r}{2} \quad \begin{matrix} \text{подобие} \\ \Delta ABF \end{matrix} \quad \text{и } \Delta KCF$$

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

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

3) $P = 0,176 \text{ Вт}$ — мощность проектируемой
источником на плоскость — это мощность

излучающей δS ($R \gg a$) или же δS — Площадь
 угла $\delta \Omega = \frac{\delta S \cdot \cos \alpha}{R^2}$ $\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{r^2}{R^2}}}$

$$\pi r^2 \text{ смешает с } \delta S$$



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

$$dS = \frac{dS}{R^2} = \frac{\pi D^2}{a^2} \Rightarrow \cancel{\frac{dP}{dS}} \cancel{\times} \quad P_0 = \frac{dP}{dS} \cdot \cancel{\epsilon} \cancel{W} \pi$$

$$P_0 = \cancel{\pi \rho f^2} \cdot \frac{P \cdot a^2}{\pi D^2} \cdot \cancel{\epsilon} \cancel{W} = P \cdot 32 \cdot 32 \cdot \cancel{\alpha_i} = (\text{площадь})(\text{стенка})(\text{коэффициент})$$

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

$$\times \begin{array}{r} 1 \\ 0 \\ 7 \\ 6 \\ \hline 1 \\ 0 \\ 9 \\ 3 \\ 6 \\ \hline 1 \\ 8 \\ 0 \\ , \\ 2 \\ 2 \\ 4 \end{array} \text{ Bt}$$

Ответ: 1) $r = 1,04 \text{ см}$

$$176 + 0,176 \cdot 24 \quad 2) F = 12,5 \text{ см}$$

$$\times \begin{array}{r} 3 \\ 2 \\ 1 \\ 7 \\ 6 \\ \hline 1 \\ 0 \\ 9 \\ 3 \\ 6 \\ \hline 1 \\ 8 \\ 0 \\ , \\ 2 \\ 2 \\ 4 \end{array} \text{ Bt}$$

$$+ \begin{array}{r} 3 \\ 5 \\ 2 \\ \hline 1 \\ 8 \\ 0 \\ , \\ 2 \\ 2 \\ 4 \end{array}$$



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!

$$\begin{aligned} P_2^B + P_2^n &= P_2 \quad P_1^B \cdot V = \gamma_B R T_1 \\ P_2^B \cdot V &= \gamma_B R T_2 \quad P_2^n \cdot V = \gamma_n R T_2 \\ P_2^n \cdot V &= V_n R T_2 \Rightarrow (P_2^B + P_2^n) V = (\gamma_B + \gamma_n) R T_2 \\ \frac{P_2^B}{P_1^B} &= \frac{T_2}{T_1} \quad P_2 V = (\gamma_B + \gamma_n) R T_2 \\ \frac{V_2}{N_1} &= \frac{V_2 \cdot N_A}{\gamma_1 \cdot N_A} = \frac{V_2}{\gamma_1} = \frac{V_n}{\gamma_B} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{P_1^B}{P_1^n} &= \frac{P_1^n}{P_1} = \gamma_n \quad \gamma_B = \frac{N_2}{N_1} = 2 \\ P_2^B \cdot V &= \gamma_B R T_2 \quad \text{предположим, что} \\ P_2^n \cdot V &= V_n R T_2 \quad \text{исходное соотношение} \\ P_2^B + P_2^n &= P_2 \Rightarrow P_1 V = (\gamma_B + \gamma_n) R T_1 \\ P_2 \cdot V &= (\gamma_B + \gamma_n') R T_2 \end{aligned}$$

3C3:

$$\frac{5}{2} \gamma_B R T_1 + 3 V_n R T_1 = \frac{5}{2} \gamma_B R T_2 + 3 V_n' R T_2$$

3C3:

$$\frac{5}{2} \gamma_B R T_1 + 3 V_n R T_1 = \frac{5}{2} \gamma_B R T_2 + 3 V_n' R T_2$$

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

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

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

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$m_c g H = \frac{m_c v_c^2}{2} + \frac{4 m_c \cdot \left(\frac{v_0}{4}\right)^2}{2} \quad 61 \text{ } \cancel{13}$$

$$2 g H = v_c^2 + \frac{v_0^2}{4} = \frac{5}{4} v_0^2 \quad 19 \text{ } \cancel{15}$$

$$\frac{180 \cdot 6}{180 - 900} = 180 \quad C_{WT} = \frac{2}{3} R(T_2 - T_1)$$

$$\frac{12}{13} \quad \frac{v_0^2}{4} = \frac{12}{13} \cdot \frac{13}{3} = 4 \quad R = \frac{2}{3} \frac{R}{T_2 - T_1}$$

$$Q = \frac{C}{t} \quad \frac{0,02}{5} = 0,004 \quad = \frac{2}{3} \frac{R}{T_2 - T_1} = \frac{2}{3} \frac{R}{298 - 273} = 4,8 \mu$$

$$F = 150 \text{ N} \quad P_r = 10000 \text{ Pa} \quad C_{V1} = 5 \text{ R}$$

$$F = \frac{P_r}{S} = \frac{150}{10 \cdot 10^{-4}} = 15 \cdot 10^4 \quad C_{V2} = 3R^2$$

$$P_r = 150000 \text{ Pa} \quad Q_1 = 100 \% \quad t_1 + 100^\circ \text{C}$$

$$123 \quad 15 \cdot 10^4 \quad 10^2$$

$$18 - 0,009 = 0,146 \quad 150000 \quad 10^2$$

$$P_1 = n_1 k T_1 \quad 10^2 \quad 10^2$$

$$P_2 = n_2 k T_2 \quad 10^2 \quad 10^2$$

$$n_1 = \frac{52+9}{8} = \frac{61}{8} \quad \frac{61}{61} + \frac{16}{48} = \frac{16}{208}$$

$$n_2 = 0,69 + 0,81 = 1,50 \quad - 0,801$$

$$C_v = 60 \text{ J/K} \quad 10^2$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\begin{aligned}
 \frac{P_2}{P_1} &= \frac{1}{2} M_h = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_2 n = 2 A_3}{M_C 3 P_2 = 225} \stackrel{+5}{\cancel{B}} \stackrel{150}{\cancel{O}} = m_C v_C^2 + 4 m_C v_1^2 \\
 \frac{kx^2}{2} &= \frac{m_C v_C^2}{2} + \frac{4 m_C v_1^2}{2} = \boxed{\text{Diagram of a spring-mass system}} \\
 \ddot{x} &= m_C \ddot{v}_C \\
 \frac{T_2}{T_1} &= 1.5 = \frac{T_2}{T_1} \\
 \frac{kx^2}{2} &= \frac{m_C v_C^2}{2} \\
 \ddot{x} &= m_C \ddot{v}_C \\
 \ddot{x} &= -g t^2 \\
 \ddot{v}_C t - \frac{g t^2}{2} &= \frac{13}{3} \text{ m} \\
 v_C t - \frac{g t^2}{2} &= \frac{13}{3} \text{ m} \\
 v_C - g t &= 0 \\
 v_C t - \frac{g t^2}{2} &= \frac{13}{3} \text{ m} \\
 g t &= v_C \quad v_C = g t \\
 v_C t - \frac{v_C t}{2} &= \frac{13}{3} \text{ m} \\
 v_C t &= \frac{13}{3} \text{ m} \\
 v_C &= \frac{13}{3} \text{ m} \\
 v_C &= \sqrt{2 g H} \\
 v_C &= \sqrt{2 g H} t \\
 v_C \cdot \frac{2}{\sqrt{13}} &= v_y \\
 v_y t &= 2 v_y = \frac{4 v_C}{\sqrt{13} g} = \frac{4 v_C}{\sqrt{13} g} \\
 v_C \cdot \frac{3}{\sqrt{13}} &= v_x \\
 v_x t &= L \quad L = \frac{3 v_C}{\sqrt{13}} \cdot 4 v_C = \frac{12 v_C^2}{\sqrt{13}} = \frac{12}{\sqrt{13}} \cdot \frac{13}{3} = \frac{24}{\sqrt{13}} \cdot \frac{13}{3} = 8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

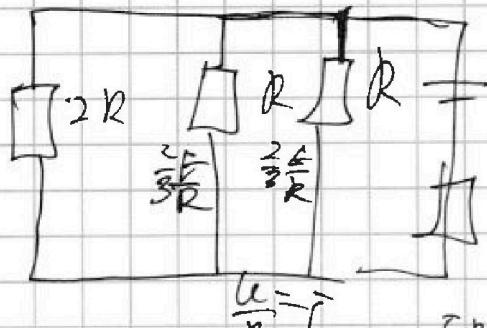


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

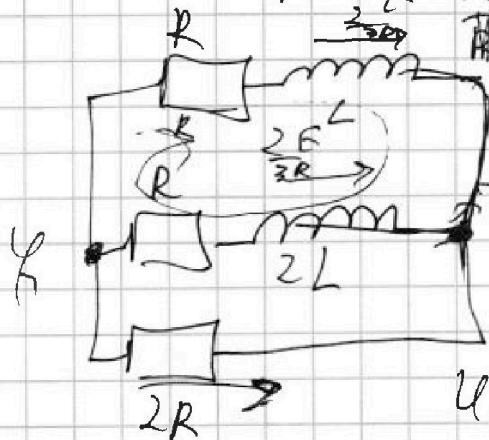
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



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

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

$$U = I R$$

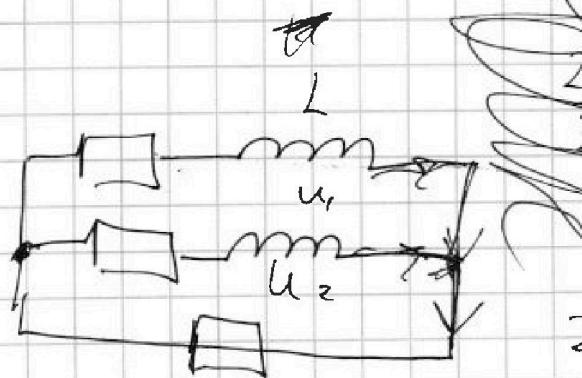


$$U_1 = L \frac{dI_1}{dt}$$

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

$$\frac{2E}{3R}$$

$$3R \cdot \frac{2E}{3R} \cdot \frac{R}{2L} = \frac{4E}{3R}$$



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

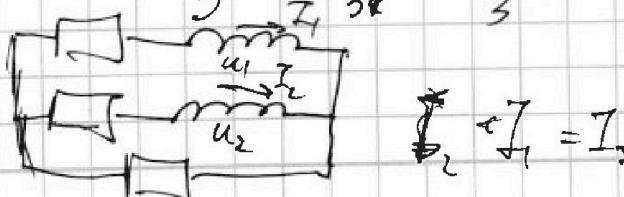
$$2 \frac{dI_2}{dt} = \frac{dI_1}{dt}$$

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

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

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

$$\frac{2E}{L} \cdot t = 2,$$



$$I_2 \cdot \frac{dI_1}{dt} = I_2$$

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.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$I_3 R - I_1 R = U_1$$

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

$$I_3 = I_2 + I_1$$

$$I_3 R - I_2 R = U_2$$

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

$$I_3 \cdot t = q_3$$

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

$$P = nkT$$

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

$$\rho V = \gamma P T$$

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

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

$$q_1 + q_2 = q_3$$

$$\frac{\rho \text{ст} \cdot \rho \text{ж} \cdot \rho \text{в}}{252} \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{4}$$

и

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

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

$$2I_1 R + I_1 R = L I_1$$

$$3 I_3 R = L I_1 + 2L I_2$$

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

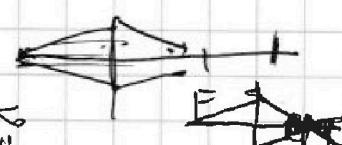
$$3 q_3 R = L I_1 + 2L d I_2$$

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

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

$$q_3 = \frac{L I_1 + 2L I_2}{3 R}$$

$$160000 V = 1 R$$



$$\rho = \frac{m}{\rho r}$$

$$4,2$$

$$0,4$$

$$19-6=13$$

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

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

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