

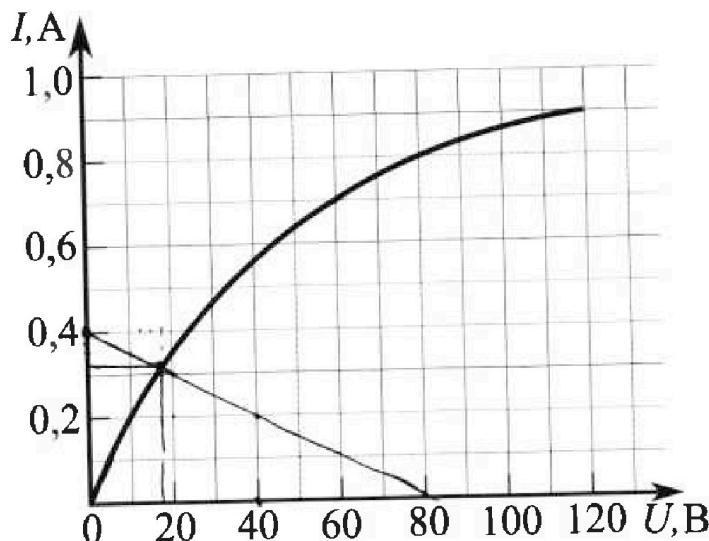
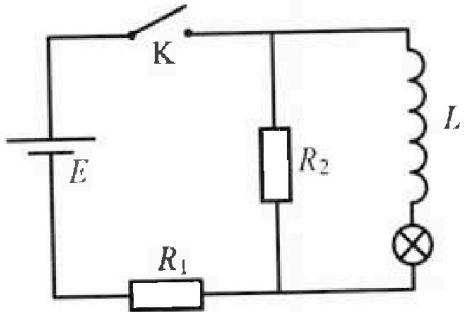
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 11-08

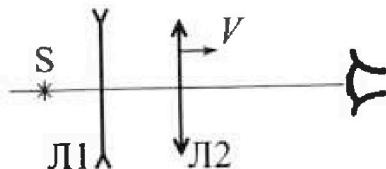
*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.*

4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные, $L = 0,8 \text{ Гн}$, $E = 120 \text{ В}$, $R_1 = 300 \Omega$, $R_2 = 600 \Omega$. Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

- 1) Найти то к I_{20} через R_2 сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти скорость возрастания тока через лампочку сразу после замыкания ключа.
- 3) Найти ток через катушку в установившемся режиме после замыкания ключа.



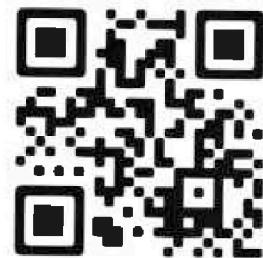
5. Главные оптические оси двух тонких линз совпадают. У линзы Л1 фокусное расстояние $F_1 = -30 \text{ см}$, у линзы Л2 фокусное расстояние $F_2 = 15 \text{ см}$. Неподвижный точечный источник света S расположен на расстоянии $d = 45 \text{ см}$ от неподвижной линзы Л1. Линза Л2 удаляется от Л1 с постоянной скоростью $V = 9 \text{ мм/с}$. Изображение источника рассматривают со стороны линзы Л2 (см. рис.).



- 1) На каком расстоянии x_0 от линз будет изображение, когда Л1 и Л2 были вплотную друг к другу?
- 2) На каком расстоянии x от линзы Л2 будет изображение, когда расстояние между линзами станет $L = 6 \text{ см}$?
- 3) Найти скорость U (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет $L = 6 \text{ см}$.



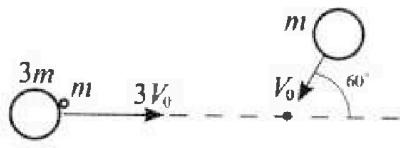
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



Вариант 11-08

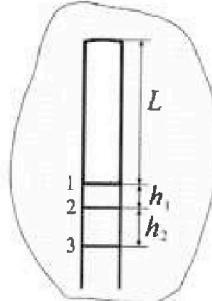
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы $3m$, скорость $3V_0$; масса второй шайбы m , скорость V_0 . Угол между направлениями скоростей 60° . К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина массы m .



- 1) Найдите скорость шайб, если после столкновения они приклеились друг к другу.
 - 2) На какую величину E_0 увеличится внутренняя энергия системы после такого столкновения?
 - 3) Известно, что произошел такой удар, что шайбы не слиплись, а пластилин полностью прилип к правой шайбе. При этом внутренняя энергия системы увеличилась на величину $E_0/3$ (см. предыдущий пункт задачи). Найдите модуль скорости одной шайбы относительно другой после такого удара.
- Движения шайб до и после удара поступательные. В ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

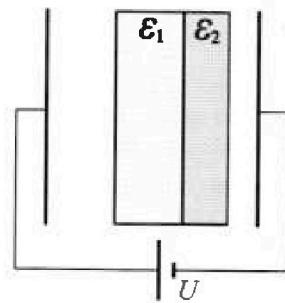
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Температура в столбе влажного воздуха установилась $t_1 = 37^\circ\text{C}$, в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко поднимают до температуры $t_2 = 87^\circ\text{C}$, сохраняя прежнее давление. При этом вода в пробирке быстро опустилась с уровня 1 до уровня 2 на $h_1 = 10 \text{ mm}$. После этого уровень воды начал медленно двигаться до уровня 3, опустившись на $h_2 = 40 \text{ mm}$. Изменением гидростатического давления на границе «воздух – вода» в пробирке можно пренебречь.



- 1) Найти высоту L столба влажного воздуха в пробирке до нагревания.
- 2) Найти давление в пробирке P_0 . Ответ дать в мм. рт. ст.

Примечание: давление насыщенного пара воды при температуре t_1 равно $P_1 = 47 \text{ мм. рт. ст.}$, при температуре t_2 равно $P_2 = 467 \text{ мм. рт. ст.}$

3. В плоский конденсатор с площадью обкладок S и расстоянием между ними d помещены параллельно обкладкам и напротив них две соприкасающиеся пластины (см. рис.). У одной пластины диэлектрическая проницаемость $\epsilon_1 = 2$, толщина $d/2$, у другой пластины $\epsilon_2 = 4$, толщина $d/4$. У обеих пластин площадь каждой из двух поверхностей равна S . Конденсатор подключен к источнику с напряжением U .



- 1) Найти напряженность электрического поля E в правом воздушном зазоре конденсатора.
- 2) Найти заряд Q положительно заряженной обкладки конденсатора.
- 3) Найти связанный (поляризационный) заряд q на границе соприкосновения пластин.

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



1

2

3

4

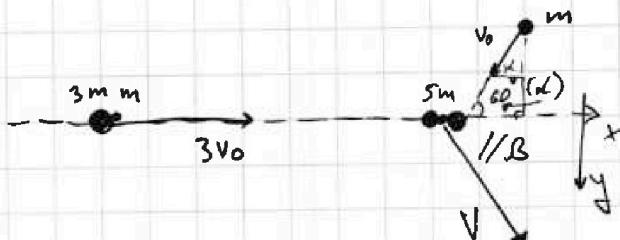
5

6

7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



После удара шайба движется

движ. как одно тело и
их. скорости V разны

\vec{V} с гориз. состав. $v \cos \beta$.

$$1) \text{ З.С.У.: } x: 4m \cdot 3v_0 - mv_0 \cdot \cos \theta = 5mv \cos \beta$$

$$y: \left\{ \begin{array}{l} mv_0 \sin \theta = 5mv \sin \beta \\ \theta = 60^\circ \end{array} \right. \Rightarrow$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 12v_0 - \frac{1}{2}v_0 = 5v \cos \beta \\ \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 = 5v \sin \beta \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \frac{23}{2}v_0 = 5v \cos \beta \\ \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 = 5v \sin \beta \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \frac{23^2}{4}v_0^2 = 25v^2 \cos^2 \beta \\ \frac{3}{4}v_0^2 = 25v^2 \sin^2 \beta \end{array} \right.$$

$$\frac{23^2 + 3}{25 \cdot 4} v_0^2 = v^2, \Rightarrow v^2 = \frac{532}{100} v_0^2 = \frac{133}{25} v_0^2, \Rightarrow v = \frac{\sqrt{133}}{5} v_0$$

2) ~~З.С.У.~~ Уравнение энергии:

$$\frac{4m \cdot (3v_0)^2}{2} + \frac{m \cdot v_0^2}{2} = \frac{5m \cdot \frac{133}{25} v_0^2}{2} + \frac{E_0}{m}$$

$$1 \cdot \frac{4 \cdot 9v_0^2}{2} + \frac{1}{2}v_0^2 = \frac{133}{5 \cdot 2} v_0^2 + \frac{2E_0}{m v_0^2}$$

$$3 \neq = \frac{133}{5} + \frac{2E_0}{m v_0^2}$$

$$\frac{2E_0}{m v_0^2} = \frac{185 - 133}{5} = \frac{52}{5}, \Rightarrow \frac{E_0}{m v_0^2} = \frac{26}{5}, \Rightarrow E_0 = \frac{26}{5} m v_0^2$$

3)

$$x: 4m \cdot 3v_0 - mv_0 \cdot \cos \theta = 3mv_{1x} + 2mv_{2x}$$

$$y: mv_0 \sin \theta = 3mv_{1y} + 2mv_{2y}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{23v_0}{2} = 3v_{1x} + 2v_{2x} \\ \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 = 3v_{1y} + 2v_{2y} \end{array} \right.$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$3.C.7.: \frac{4m \cdot (3v_0)^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} \leq \frac{3m \cdot (v_{1r}^2 + v_{1y}^2)}{2v_0^2} + \frac{2m(v_{2y}^2 + v_{2x}^2)}{2v_0^2} + \frac{E_0}{3mv_0^2}$$

$$\cancel{\frac{36}{2}} + \frac{1}{2} = \frac{36}{2} + \frac{1}{2} \leq \frac{3(v_{1r}^2 + v_{1y}^2)}{2v_0^2} + \frac{2(v_{2y}^2 + v_{2x}^2)}{2v_0^2} + \frac{26}{15} \quad | \cdot 2$$

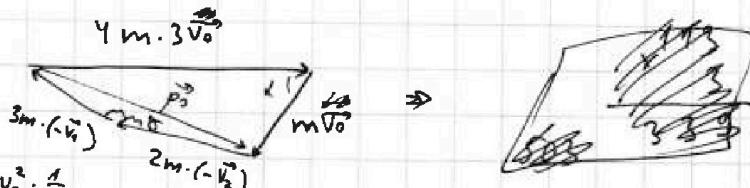
$$3\gamma = \frac{3(v_{1r}^2 + v_{1y}^2)}{v_0^2} + \frac{2(v_{2x}^2 + v_{2y}^2)}{v_0^2} + \frac{52}{15}$$

$$\left(\frac{503}{15} \right) v_0^2 = 3(v_{1r}^2 + v_{1y}^2) + 2(v_{2x}^2 + v_{2y}^2) \approx 3v_1^2 + 2v_2^2 \quad (\star)$$

3.C.8. (Векторно):

$$p_0^2 = (12mv_0)^2 + (mv_0)^2 - 2 \cdot 12mv_0^2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$p_0^2 = 144m^2v_0^2 - 24m^2v_0^2 = 120m^2v_0^2, \Rightarrow p_0 = \sqrt{120}mv_0 \quad (\text{no 2. закон})$$



по 1. косинусов:

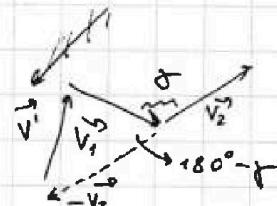
$$p_0^2 = 4m^2v_2^2 + 9m^2v_1^2 - 2 \cdot 2mv_2 \cdot 3mv_1 \cos\delta$$

$$120m^2v_0^2 = 4v_2^2 + 9v_1^2 - 12v_1v_2 \cos\delta$$

$$120 = 4 \cdot \left(\frac{v_2}{v_0}\right)^2 + 9 \cdot \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^2 - 12 \cdot \frac{v_1}{v_0} \cdot \frac{v_2}{v_0} \cdot \cos\delta$$

Справившись $v' = \vec{v}_1 - \vec{v}_2 \quad (\text{с огн. 2})$

$$\begin{cases} v'^2 = v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2 \cos\delta \quad (\text{no 1. косинусов}) \\ 2v_1v_2 \cos\delta = \frac{4v_2^2 + 9v_1^2 - 120v_0^2}{6} \end{cases}$$



$$v'^2 = \frac{6}{6}v_1^2 + \frac{6}{6}v_2^2 + \frac{4}{6}v_2^2 + \frac{9}{6}v_1^2 = \frac{133}{6}v_0^2$$

$$v'^2 = \frac{15}{6}v_1^2 + \frac{10}{6}v_2^2 - \frac{113}{6}v_0^2, \Rightarrow 6v'^2 = 5(3v_1^2 + 2v_2^2) - 113v_0^2$$

$$6v'^2 = 5 \cdot \frac{503}{15}v_0^2 - 113v_0^2 = \frac{503}{3}v_0^2 - 113v_0^2$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$6v'^2 = v_0^2 \cdot \frac{503 - 113 \cdot 3}{3} = \frac{164}{3} \Rightarrow v' = \sqrt{\frac{164}{3 \cdot 6}} v_0$$

Объем: 1) $V = \frac{\sqrt{133}}{5} v_0$; 2) $E_0 = \frac{26}{5} m v_0^2$; 3) $v' = \frac{\sqrt{82}}{3} v_0$.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1' = P_1 + P_{\text{сж}} \\ P_2' = P_2 + P_{\text{сж}} \end{array} \right. \quad (\text{В. полож. 1})$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1' = P_1 + P_{\text{сж}} \\ P_2' = P_2 + P_{\text{сж}} \end{array} \right. \quad (\text{В. полож. 3}) \quad \xrightarrow{\text{по закон. Arch.}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_2' = P_1' + \rho g (h_1 + h_2) \\ \text{возд.} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1' = P_1 + \frac{\partial R T_1}{S L} \\ \text{возд.} \end{array} \right.$$

$$J_{\text{пара}} = \frac{P_1 V_1}{R T_1}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_2' = P_2 + \frac{\partial R T_2}{S (L+h_1+h_2)} \end{array} \right.$$

В. сост. 2: $J_{\text{пара}}$, неизмен.

$$\left\{ \begin{array}{l} P_2' - P_1' = \rho g (h_1 + h_2) \\ P_1' + \rho g h_1 = \frac{\partial R T_2}{S (L+h_1)} + \frac{P_1 V_1 \cdot \partial R T_2}{R T_1 \cdot S (L+h_1)} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1' = P_1 + \frac{\partial R T_1}{S L} \\ \text{возд.} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_2' = P_2 + \frac{\partial R T_2}{S (L+h_1+h_2)} = P_1' + \rho g (h_1 + h_2) \\ \text{возд.} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1' + \rho g h_1 = \frac{\partial R T_2}{S (L+h_1)} + \frac{P_1 V_1}{R T_1} \cdot \frac{\partial R T_2}{S (L+h_1)} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0 - P_1 = \frac{\partial R}{S} \cdot \frac{T_1}{L}, \Rightarrow \frac{\partial R}{S} = \frac{(P_0 - P_1) L}{T_1} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0 + \rho g (h_1 + h_2) - P_2 = \frac{\partial R}{S} \cdot \frac{T_2}{L+h_1+h_2}, \Rightarrow P_0 + \cancel{\rho g (h_1 + h_2)} - P_2 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0 + \rho g h_1 = \frac{\partial R}{S} \cdot \frac{T_2}{L+h_1} + \frac{P_1 L \cdot T_2}{T_1 (L+h_1)} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{P_0 - P_1}{T_1} L \cdot \frac{T_2}{L+h_1+h_2} = P_0 + \rho g (h_1 + h_2) - P_2 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_0 + \rho g h_1 = \frac{(P_0 - P_1) L \cdot T_2}{T_1 (L+h_1)} + \frac{P_1 L \cdot T_2}{T_1 (L+h_1)} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} (P_0 - P_1) L \cdot T_2 = T_1 (L+h_1+h_2) (P_0 - P_2 + \rho g (h_1 + h_2)) \quad (\text{здесь симметрия}) \\ (P_0 + \rho g h_1) T_1 (L+h_1) = P_0 L T_2 \end{array} \right.$$

и здесь P_0
и здесь P_2

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

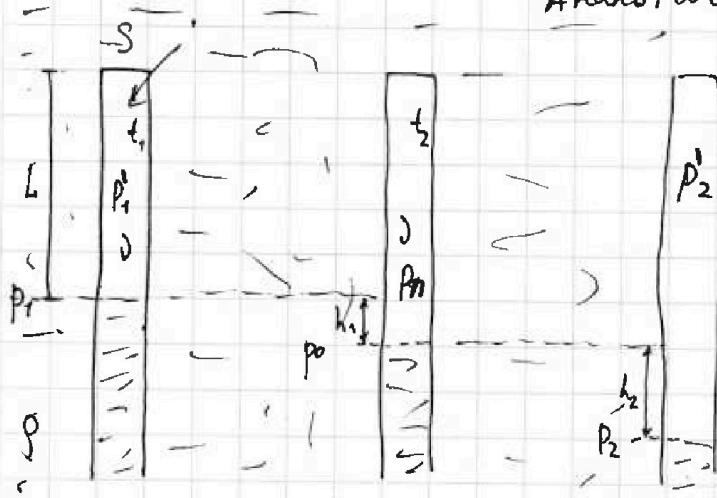
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) В нач. момент пар. нас., т.к. в равновес. с жидкостью.
Аналогично в кон. сост.



По ур. Клап. Менделеева:

$$P_1 V_1 = \rho R T_1$$

При быстр. нагрев. пар пересекал бывш. насыщ.

и несплошн. \Rightarrow

$$P_2 V_2 = \rho R T_2 \text{. Дава}$$

$$\frac{P_1}{P_0} \cdot \frac{L}{L+h_1} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$P_0 = P_1 + \rho g h_1$$

$$P_2 = P_1 + \rho g (h_1 + h_2)$$

При быстр. нагрев. пар пересекал бывш. насыщ.

и при том же \Rightarrow установ. другого
уровня за счёт $\Delta R T_2 > \Delta R T_1$.

Потом в 3 пар нас.

Потом пар снова стал насыщ. и
система вернулась в равновесие

$$2) \rho g = \frac{P_2 - P_1}{h_1 + h_2} = \frac{(467 + 47)}{50 \cdot 10^{-3}} = \frac{467 + 47}{0.05} = \frac{514}{0.05} = 10280 \text{ Н/м}^2$$

$$\text{т.к. в нач. РСЛ. } P_0 = P_1 + \frac{\rho}{\rho_0} h_1 ; P_2 = P_1 + \frac{\rho}{\rho_0} (h_1 + h_2)$$

$$\frac{P_0}{\rho_0} = \frac{P_0 - P_1}{h_1} = \frac{P_2 - P_1}{h_1 + h_2} \Rightarrow \frac{h_1}{h_1 + h_2}$$

$$P_0 h_1 + P_0 h_2 - P_1 h_1 - P_1 h_2 = P_2 h_1 - P_1 h_1 \Rightarrow P_0 (h_1 + h_2) = P_1 h_2 + P_2 h_1$$

$$P_0 = \frac{P_1 h_2 + P_2 h_1}{h_1 + h_2} = \frac{47 \cdot 4 + 467 \cdot 10}{50} = \frac{47 \cdot 4 + 467}{5} = 131 \text{ Н/м}^2$$

$$3) \frac{P_0}{P_1} \cdot \left(1 + \frac{h_2}{L}\right) = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow 1 + \frac{h_2}{L} = \frac{T_2 P_1}{T_1 P_0} \Rightarrow \frac{h_2}{L} = \frac{T_2 P_1}{T_1 P_0} - 1$$

$$L = \frac{h_2}{\frac{T_2 P_1}{T_1 P_0} - 1} ; L = \frac{h_2}{\frac{T_2 P_1 (h_1 + h_2)}{T_1 (P_1 h_2 + P_2 h_1)} - 1} ; L = \frac{10}{\frac{(27+273) \cdot 47}{(37+273) \cdot 131} - 1} = \frac{10}{\frac{1692}{4061} - 1}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\rho_0 + \rho g h_1 = \frac{L T_2}{(L+L_0) T_1} \rho_0 , \Rightarrow \rho_0 \left(\frac{L T_2}{(L+L_0) T_1} - 1 \right) = \rho g h_1$$

$$\rho_0 \cdot \left(\frac{L \cdot 360}{(L+L_0) \cdot 310} - 1 \right) = 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 10^2$$

$$\rho_0 \left(\frac{360}{(10+L) \cdot 31} - 1 \right) = 10^2 , \Rightarrow \boxed{\rho_0 = \frac{10^2}{\frac{360}{(10+L) \cdot 31} - 1}}$$

10.

ОТВЕТ:

Л ВОЛНР.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

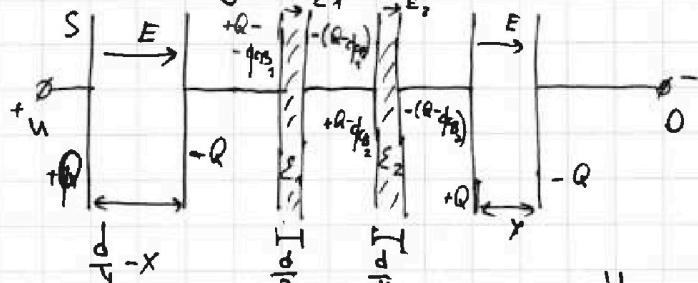


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Т.к. заряды на поз. иллюстрируют, то иск. скажем эквив. следующее:



$$1) E_1 = \frac{E}{\epsilon_1}; E_2 = \frac{E}{\epsilon_2}$$

$$U = E \left(\frac{d}{4} - x \right) + Ex + E_1 \frac{d}{2} + E_2 \frac{d}{4}$$

$$\frac{U}{d} = E \cdot \frac{\textcircled{1}}{4} + \frac{E}{\epsilon_1} \cdot \frac{\textcircled{2}}{2} + \frac{E}{\epsilon_2} \cdot \frac{\textcircled{3}}{4}$$

$$\frac{U}{d} = \frac{E}{4} + \frac{E}{2\epsilon_1} + \frac{E}{4\epsilon_2}$$

$$\frac{U}{d} = E \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2\epsilon_1} + \frac{1}{4\epsilon_2} \right), \Rightarrow$$

$$E = \frac{U}{d \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2\epsilon_1} + \frac{1}{4\epsilon_2} \right)} = \frac{U}{d \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{16} \right)} = \frac{U}{d \left(\frac{8}{16} + \frac{4}{16} \right)} = \frac{16U}{9d}$$

$$2) E = \frac{U}{\epsilon_0 S} = \frac{Q}{S\epsilon_0}, \Rightarrow Q = \epsilon_0 S E = \frac{\epsilon_0 S U}{d \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2\epsilon_1} + \frac{1}{4\epsilon_2} \right)} = \frac{16\epsilon_0 S U}{9d}$$

$$3) E_1 = \frac{Q - q_{CB1}}{S\epsilon_0} = \frac{E}{\epsilon_1}, \Rightarrow Q - q_{CB1} = \frac{S\epsilon_0 E}{\epsilon_1}, \Rightarrow$$

$$q_{CB1} = Q - \frac{S\epsilon_0 E}{\epsilon_1} = Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon_1} \right)$$

$$q_{CB2} = Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon_2} \right)$$

На границе между средами находятся $+q_{CB1}$ и $-q_{CB2}$

$$q = q_{CB1} - q_{CB2} = Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon_1} - 1 + \frac{1}{\epsilon_2} \right) = Q \cdot \left(\frac{1}{\epsilon_2} - \frac{1}{\epsilon_1} \right)$$

$$q = \frac{\epsilon_0 S U}{d \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2\epsilon_1} + \frac{1}{4\epsilon_2} \right)} \cdot \left(\frac{1}{\epsilon_2} - \frac{1}{\epsilon_1} \right) = \frac{16\epsilon_0 S U}{9d} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{2} \right) = \frac{-16\epsilon_0 S U}{9d \cdot 4}$$

~~Ответ: 1) $E = \frac{U}{d \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{2\epsilon_1} + \frac{1}{4\epsilon_2} \right)}$; 2) $Q = \frac{16\epsilon_0 S U}{9d}$; 3) $q = -\frac{4\epsilon_0 S U}{9d}$~~

~~Ответ: 1) $E = \frac{16U}{9d}$; 2) $Q = \frac{16\epsilon_0 S U}{9d}$; 3) $q = -\frac{4\epsilon_0 S U}{9d}$~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$I = \frac{E}{R_1} - \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} u$$

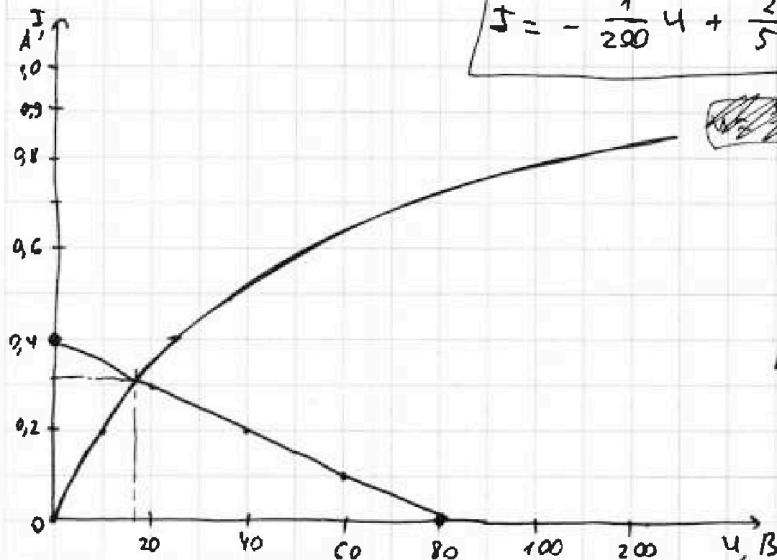
$$I = \frac{12V}{30\Omega} - \frac{\cancel{900}^3}{\cancel{300} \cdot 600} u \quad u = \frac{12}{30} - \frac{1}{200} u$$

$$I = -\frac{1}{200} u + \frac{2}{5}$$

$$\cancel{I=20-\frac{1}{200}u+0.1}$$

$$I = 0,3 + \frac{0,1}{3} = \frac{30}{3} A$$

$$\text{Ответ: 1) } I_{20} = \frac{2}{15} A; \\ 2) \frac{dI}{dt} = 100 \frac{A}{s}; \quad 3) I = \frac{1}{3} A$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

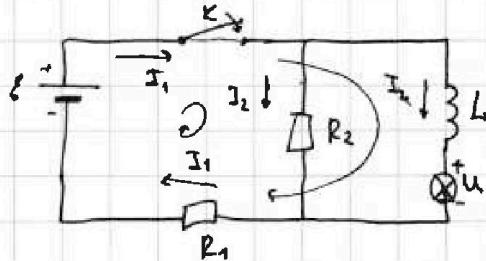
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Использование QR-кода недопустимо!



$$i) \text{ No 2. №. кир.: } \begin{cases} E = L \cdot \frac{dI}{dt} + U + I_1 R_1 \\ E = I_2 R_2 + I_3 R_1 \end{cases}$$

$$\text{No 1 нр. кир.: } I_1 = I_2 + I_3$$

В нач. момента времени $I_3 = 0$, по графику $U = 0$; $I_{10} = I_{20}$

$$U = E = I_{20}(R_1 + R_2), \Rightarrow I_{20} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120V}{90\Omega} = \frac{4}{3}A = \frac{2}{15}A$$

2) В нач. момента $U(I)$ на лампочке зависит линейно,

$$\# \frac{U}{I} = k \quad (\text{tg угла наклона}), \quad k = \frac{0,2}{0,8} = \frac{1}{4} = \frac{1}{50} \frac{A}{V}$$

$$\text{ХОДЯТ } \frac{dI}{dt}. \quad L \frac{dI}{dt} = E - U - \frac{(I_1 R_1)}{I_2 R_2}, \Rightarrow$$

$$L \frac{dI}{dt} = E - \frac{I}{k} - I_{20} R_1, \quad \text{т.к. } I_{\max}, \text{ т.о.}$$

$$L \frac{dI}{dt} = E - I_{20} R_1 = E - \frac{ER_1}{R_1 + R_2} = \frac{ER_2}{R_1 + R_2}, \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{ER_2}{L(R_1 + R_2)}$$

$$\boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{120 \cdot 600}{0,8 \cdot (900)} = \frac{40}{0,8} = 50 = \frac{40 \cdot k}{0,4 \cdot \frac{1}{5}} = \frac{10}{0,1} = 100 \frac{A}{s}}$$

$$(Умножим на I_{20} R_2 = L \frac{dI}{dt} + \frac{I}{k}), \Rightarrow I_{20} R_2 \frac{dI}{dt} = L dI + \frac{I}{k} dt, \Rightarrow$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{I_{20} R_2}{L} = \frac{ER_2}{L(R_1 + R_2)} \quad \text{-аналогично}$$

$$3) \text{ В уст. резисторе. } \frac{dI}{dt} = 0, \Rightarrow \begin{cases} E = U + I_1 R_1 \\ E = I_2 R_2 + I_3 R_1 \end{cases}$$

$$I_2 = \frac{E - I_1 R_1}{R_2}, \Rightarrow I = I_1 + \frac{-E + I_1 R_1}{R_2} = \frac{I_1 R_2 + I_1 R_1 - E}{R_2} = \frac{I_1 (R_1 + R_2) - E}{R_2}$$

~~$$I_1 = I_2 R_2 = I_1 (R_1 + R_2) - E, \Rightarrow I_1 = \frac{I_1 R_2 + E}{R_1 + R_2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I + \frac{E}{R_1 + R_2}$$~~

$$E = U + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I + \frac{ER_1}{R_1 + R_2}, \Rightarrow I = \frac{E}{R_1 R_2} (R_1 + R_2) - \frac{E}{R_2} - \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} U$$

На одной странице можно оформлять **только** одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$x = \frac{F_2(d - F_1) \left(-\frac{F_1 d}{d - F_1} + L \right)}{(L - F_2)(d - F_1) - F_1 d} \quad \cancel{\frac{dx}{dt} = F_2(d - F_1)}.$$

$$u = F_2(d - F_1) \cdot \frac{\frac{dL}{dt} \cdot ((L - F_2)(d - F_1) - F_1 d) - (d - F_1) \cdot \frac{dL}{dt} \left(-\frac{F_1 d}{d - F_1} + L \right)}{((L - F_2)(d - F_1) - F_1 d)^2},$$

$$v = \frac{dL}{dt} \quad v \cdot \frac{(L - F_2)(d - F_1) - F_1 d - (d - F_1)v \left(-\frac{F_1 d}{d - F_1} + L \right)}{((L - F_2)(d - F_1) - F_1 d)^2}$$

$$t^t \quad u = 15 \cdot 75 \cdot g \frac{g(-9 \cdot 75 + 30) - 40 \cdot g \left(\frac{30 \cdot 75}{75 - 6} + 6 \right)}{(-9 \cdot 75 + 30 \cdot 75)^2}$$

$$u = 15 \cdot 75 \cdot g \frac{475 - 40 \cdot 24}{775^2} = \frac{15 \cdot 75 \cdot g \cdot (775 - 40 \cdot 24)}{775^2}$$

$$\frac{75}{675},$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 9 \\ \hline 675 \\ \begin{array}{r} 750 \\ \hline 1350 \\ \begin{array}{r} 1350 \\ \hline 675 \end{array} \end{array} \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

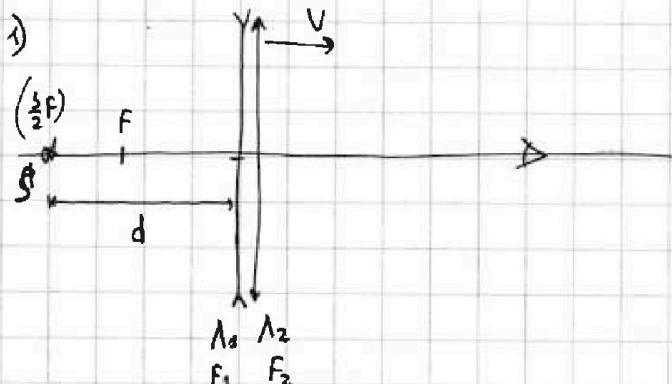
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



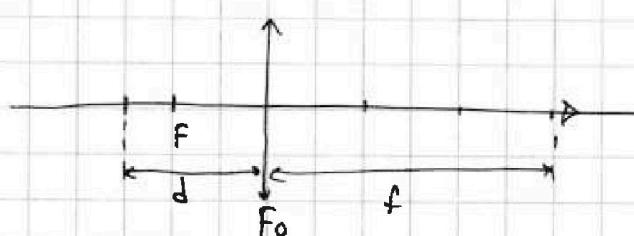
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{F_0}$$

$$\frac{1}{F_0} = -\frac{1}{30} + \frac{2}{30} = \frac{1}{30}$$

$$F_0 = 30 \text{ cm}$$

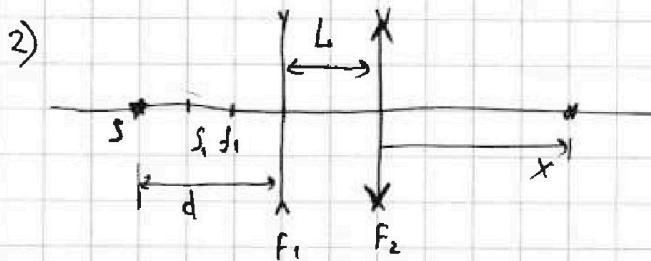


$$\frac{1}{F_0} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \Rightarrow$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F_0}, \Rightarrow$$

$$\frac{1}{f} = \frac{F_0 - d}{d F_0}, \Rightarrow f = \frac{d F_0}{F_0 - d}$$

$$x_0 = \frac{45 \cdot 30}{15} = 90 \text{ cm}$$



$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f_1}, \Rightarrow$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F_1}$$

$$\frac{1}{f_1} = \frac{F_1 - d}{F_1 d} = \frac{d - F_1}{-F_1 d}$$

$$f_1 = \frac{-F_1 d}{d - F_1} = \frac{30 \cdot 45^3}{45 - 30} = 18 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{f_1 + L} + \frac{1}{x}$$

$$f_1 + L > F_2$$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{f_1 + 6} + \frac{1}{x}, \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{15} - \frac{1}{24} = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{5} - \frac{1}{8} \right)$$

$$\frac{1}{x} = \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5 \cdot 8}, \Rightarrow x = 40 \text{ cm}$$

$$3) u = \frac{dx}{dt} \quad \frac{1}{x} = \frac{1}{F_2} - \frac{1}{f_1 + L} = \frac{f_1 + L - F_2}{F_2 (f_1 + L)}$$

$$x = \frac{F_2 (f_1 + L)}{f_1 + L - F_2} = \frac{F_2 (f_1 + L)}{f_1 + L - F_2} = \frac{F_2 \left(\frac{-F_1 d}{d - F_1} + L \right)}{L - F_2 + \frac{-F_1 d}{d - F_1}}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 23 \\ \hline 1 \quad 6 \quad 9 \\ 4 \quad 6 \\ \hline 5 \quad 2 \quad 9 \\ 3m \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 532 \\ \hline 532 \end{array}$$

$$L_2 = \frac{h_1}{\frac{T_2 \cdot P_1}{T_1 \cdot P_0} - 1}$$

$$\textcircled{1} \quad m \cdot \frac{P_0}{P_1} \cdot \frac{L_1 h_1}{L_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{P_0}{P_1} \left(1 + \frac{h_1}{L_1} \right) = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\begin{aligned} 1 + \frac{h_1}{L_1} &= \frac{T_2 \cdot P_1}{T_1 \cdot P_0} \\ \frac{h_1}{L_1} &= \frac{T_2 \cdot P_1}{T_1 \cdot P_0} - 1 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 910 \\ 503 \\ - 339 \\ \hline 164 \end{array}$$

$$\textcircled{2} \quad X: 4m \cdot 3v_0 = mv_0 \cdot \sin \alpha = 4mv \cos \beta$$

$$\textcircled{3} \quad 4m \cdot 3v_0 - mv_0 \cos \alpha = 4mv \cos \beta$$

$$y: \quad mv_0 \sin \alpha = mv \sin \beta$$

$$\begin{cases} \frac{24}{2} v_0 \sin \alpha = 5v \sin \beta \\ 12v_0 - v_0 \cos \alpha = 5v \cos \beta \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} - \\ - \end{cases}$$

$$v_0 \sin \alpha = v \sin \beta$$

$$\begin{cases} \frac{23}{10} v_0 = v \cos \beta \\ \frac{\sqrt{3} v_0}{10} = v \sin \beta \end{cases} \Rightarrow \frac{23^2 + 3}{100} v_0^2 = v^2 \frac{16}{52} \quad \boxed{v = \frac{\sqrt{532}}{10} v_0}$$

$$\textcircled{4} \quad \frac{4m \cdot 3v_0^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \frac{8m \cdot 532}{2 + 100} \quad \begin{array}{r} 133 \\ 200 \\ \hline 120 \\ 20 \\ \hline 5 \end{array} \quad \frac{-532}{13} \quad \begin{array}{r} 2 \\ 266 \\ \hline 72 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 37 \\ \hline 185 \\ 185 \\ \hline 0 \end{array} = \begin{array}{r} -185 \\ 133 \\ \hline 52 \\ 52 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ 252 \\ \hline 252 \\ 252 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 5 \\ 193 \\ \hline 133 \\ 133 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 5 \\ 193 \\ \hline 133 \\ 133 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 37 \\ \hline 185 \\ 185 \\ \hline 0 \end{array} \quad \frac{555}{15} - \frac{52}{15} = \frac{503}{15} \quad \begin{array}{r} 144 \\ 1692 \\ \hline 1692 \\ 1692 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 164 \\ 16 \\ \hline 82 \\ 4 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 37 \\ \hline 503 \\ 503 \\ \hline 0 \end{array} \quad \frac{360 \cdot 47}{318 \cdot 131} - 1 = \frac{36 \cdot 47}{318 \cdot 131} - 1 \quad \begin{array}{r} 1692 \\ 4061 \\ \hline 4061 \\ 4061 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$I_{20} R_2 = L \frac{dI}{dt} + \frac{I}{k}, \quad \Rightarrow \quad I_{20} R_2 dt = L dI + \frac{I}{k} dt$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\left(\mathcal{E} - U - \frac{\mathcal{E} R_1}{R_1 + R_2} \right) \cdot \frac{I_1 + I_2}{R_1 R_2} = \mathcal{I}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 R_2} (R_1 + R_2) - \frac{\mathcal{E} R_1 (I_1 + I_2)}{(R_1 + R_2) R_1 R_2} - \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} U$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_2} \left(\frac{R_1 + R_2}{R_1} - 1 \right) - \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} U = \frac{\mathcal{E} R_2}{R_2 R_1} - \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} U$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 47 \\ \hline 252 \\ 144 \\ \hline 188 \\ + 464 \\ \hline 655 \\ - 5 \\ \hline 131 \\ - 15 \\ \hline 8 \end{array}$$

$$- \frac{42}{200} + \frac{2}{5} = - \frac{1}{5} + \frac{2}{5} \quad \frac{131 - 47}{10} = \frac{42}{50} A$$

$$- \frac{131}{200} + \frac{2}{5} = - \frac{2}{5} + \frac{2}{5} \quad \frac{-131}{84} = \frac{131}{84}$$

$$I_2 = \frac{17,5}{600} \quad 84 \cdot 5 = 42 \cdot 10$$

$$I_1 = \frac{17,5}{600} + \frac{1}{3}$$

$$U_1 = \frac{17,5}{2} + 100 = 100 + \frac{17,5}{2}$$

$$I = 100 + \frac{17,5}{2} + 17,5 \quad 17,5$$

$$10 + \frac{2}{3} \cdot 10 = \frac{30 + 20}{3}$$

$$I_2 = \frac{50 + 10}{3 \cdot 600 \cdot 2} = \frac{1}{6} A$$

$$I_1 = \frac{1}{6} + \frac{2}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 300 + \frac{50}{3} = 150 + 17 = 167$$

$$50 \frac{1}{3}$$

$$U = I_2 R_2$$

$$120 = U + \frac{300 \cdot 600}{900} I + \frac{120 \cdot 300}{175 \cdot 600}$$

$$80 = U + \frac{300 \cdot I^2}{3000} \quad \Rightarrow \quad 80 = U + 200 I \quad | : 20$$

$$\frac{10}{36 \cdot 47 - 31 \cdot 131} - 1$$

$$\frac{10}{36 \cdot 47 - 31 \cdot 131} - 1$$

$$I = \frac{2}{5} - \frac{U}{200} \quad \frac{x 131}{3939}$$

$$\frac{1}{20} = \frac{U}{200} + I$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

