

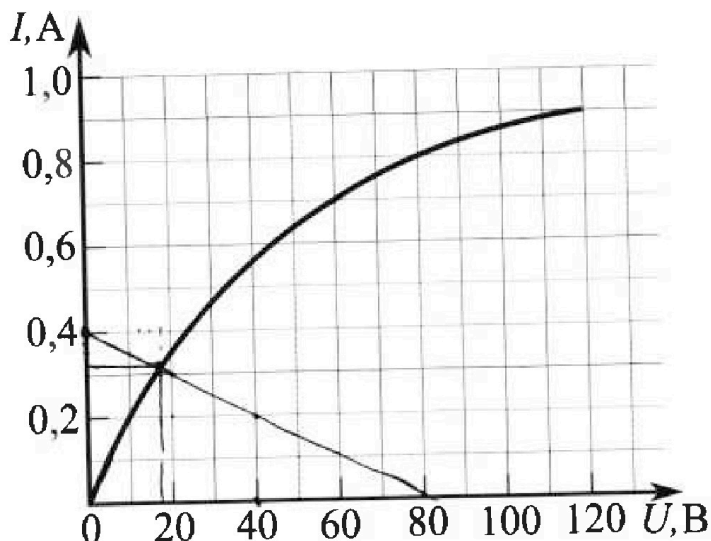
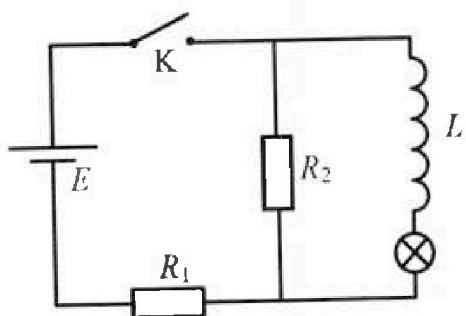
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-08

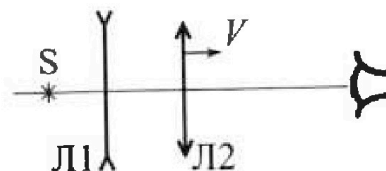
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

- 1) Найти ток I_0 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 $F_1 = -30$ см, у линзы Л2 фокусное расстояние $F_2 = 15$ см. Неподвижный точечный источник света S расположен на расстоянии $d = 45$ см от неподвижной линзы Л1. Линза Л2 удаляется от Л1 с постоянной скоростью $V = 9$ 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 $L = 6$ см?
- 3) Найти скорость U (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет $L = 6$ см.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-08

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

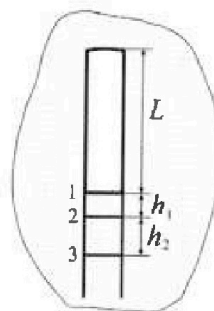


1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы $3m$, скорость $3V_0$, масса второй шайбы m , скорость V_0 . Угол между направлениями скоростей 60° . К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина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

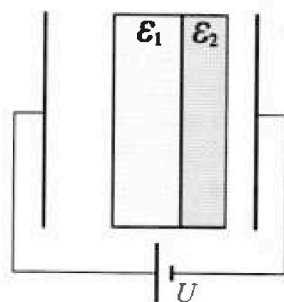
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Температура в столбе влажного воздуха установилась $t_1 = 37^\circ\text{C}$, в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко поднимают 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 $h_1 = 10$ мм. После этого уровень воды начал медленно двигаться до уровня 3, опустившись на $h_2 = 40$ мм. 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 $P_1 = 47$ мм. рт. ст., при температуре t_2 равно $P_2 = 467$ 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 .

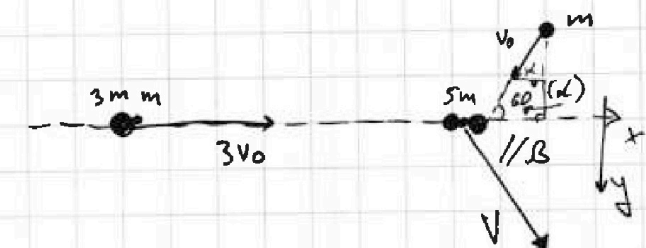


- 1) Найти напряженность электрического поля E в правом воздушном зазоре конденсатора.
- 2) Найти заряд Q положительно заряженной обкладки конденсатора.
- 3) Найти связанный (поляризационный) заряд q на границе соприкосновения пластин.

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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



После удара шайбы слипаются
движ. как одно тело и
их скорости V равны
 $\vec{V}$ с horiz. составля. x и y .

1) З.С.У.: $x: 4m \cdot 3v_0 - mv_0 \cos \alpha = 5mv \cos \beta$
 $y: mv_0 \sin \alpha = 5mv \sin \beta$
 $\alpha = 60^\circ$

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

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

2) ~~З.С.У.~~ Урав. баланса энергии:

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

$$1 \cdot \frac{4 \cdot 9v_0^2}{2} + \frac{1}{2}v_0^2 = \frac{133}{5 \cdot 2} v_0^2 + \frac{2E_0}{mv_0^2}$$

$$34 = \frac{133}{5} + \frac{2E_0}{mv_0^2}$$

$$\frac{2E_0}{mv_0^2} = \frac{185 - 133}{5} = \frac{52}{5}, \Rightarrow \frac{E_0}{mv_0^2} = \frac{26}{5}, \Rightarrow E_0 = \frac{26}{5} mv_0^2$$

3)



З.С.У.:

$$\begin{cases} x: 4m \cdot 3v_0 - mv_0 \cos \alpha = 3mv_{1x} + 2mv_{2x} \\ y: mv_0 \sin \alpha = 3mv_{1y} + 2mv_{2y} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{23v_0}{2} = 3v_{1x} + 2v_{2x} \\ \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 = 3v_{1y} + 2v_{2y} \end{cases}$$

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!

3.С.З:

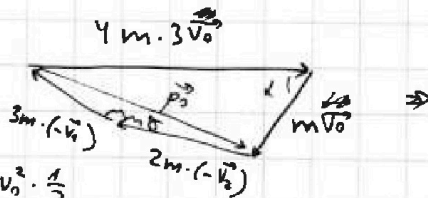
$$\frac{4m \cdot (3V_0)^2}{2} + \frac{mV_0^2}{2} = \frac{3m \cdot (V_{1x}^2 + V_{1y}^2)}{2V_0^2} + \frac{2m(V_{2y}^2 + V_{2x}^2)}{2V_0^2} + \frac{E_0}{3mV_0^2}$$

$$\frac{36}{2} + \frac{1}{2} = \frac{3(V_{1x}^2 + V_{1y}^2)}{2V_0^2} + \frac{2(V_{2y}^2 + V_{2x}^2)}{2V_0^2} + \frac{26}{15} \cdot 2$$

$$37 = \frac{3(V_{1x}^2 + V_{1y}^2)}{V_0^2} + \frac{2(V_{2x}^2 + V_{2y}^2)}{V_0^2} + \frac{52}{15}$$

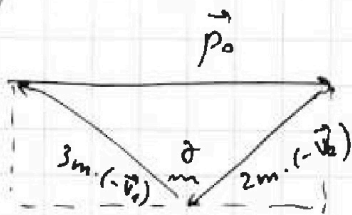
$$\left(\frac{503}{15} V_0^2 = \right) 3(V_{1x}^2 + V_{1y}^2) + 2(V_{2x}^2 + V_{2y}^2) = 3V_1^2 + 2V_2^2$$

3.С.У. (Векторно):



$$p_0^2 = (12mV_0)^2 + (mV_0)^2 - 2 \cdot 12mV_0 \cdot \frac{1}{2}$$

$$p_0^2 = 145m^2V_0^2 - 12m^2V_0^2 = 133m^2V_0^2, \Rightarrow p_0 = \sqrt{133}mV_0 \quad (\text{по 1. косинусов})$$



По 1. косинусов:

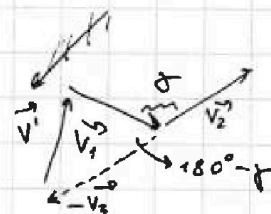
$$p_0^2 = 4m^2V_2^2 + 9m^2V_1^2 - 2 \cdot 2mV_2 \cdot 3mV_1 \cos \gamma$$

$$133m^2V_0^2 = 4m^2V_2^2 + 9m^2V_1^2 - 12m^2V_1V_2 \cos \gamma$$

$$133 = 4 \cdot \left(\frac{V_2}{V_0}\right)^2 + 9 \cdot \left(\frac{V_1}{V_0}\right)^2 - 12 \cdot \frac{V_1}{V_0} \cdot \frac{V_2}{V_0} \cdot \cos \gamma$$

Справыивают $\vec{V}' = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$ (по 2. косинусов)

$$\begin{cases} V'^2 = V_1^2 + V_2^2 + 2V_1V_2 \cos \gamma \quad (\text{по 1. косинусов}) \\ 2V_1V_2 \cos \gamma = \frac{4V_2^2 + 9V_1^2 - 133V_0^2}{6} \end{cases}$$



$$V'^2 = \frac{4}{6}V_1^2 + \frac{9}{6}V_2^2 + \frac{4}{6}V_2^2 + \frac{9}{6}V_1^2 - \frac{133}{6}V_0^2$$

$$V'^2 = \frac{15}{6}V_1^2 + \frac{10}{6}V_2^2 - \frac{113}{6}V_0^2, \Rightarrow 6V'^2 = 5(3V_1^2 + 2V_2^2) - 113V_0^2$$

$$6V'^2 = 5 \cdot \frac{503}{15}V_0^2 - 113V_0^2 = \frac{503}{3}V_0^2 - 113V_0^2$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$6V'^2 = V_0^2 \cdot \frac{503 - 113,3}{3} \approx \frac{164}{3} \Rightarrow V' = \sqrt{\frac{164}{3 \cdot 6}} V_0$$

Ответ: 1) $V \approx \frac{\sqrt{133}}{5} V_0$; 2) $E_0 \approx \frac{26}{5} mV_0^2$; 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:

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!

$$\begin{cases} p_1' = p_1 + p_{сх1} & (\text{в. полож. 1}) \\ p_2' = p_2 + p_{сх2} & (\text{в. полож. 3}) \\ p_2' = p_1' + \rho g (h_1 + h_2) \end{cases} \quad \xrightarrow{\text{по Клан.-Мнг.}}$$

$$\begin{cases} p_1' = p_1 + \frac{\rho R T_1}{S L} \\ p_2' = p_2 + \frac{\rho R T_2}{S (L + h_1 + h_2)} \\ p_2' - p_1' = \rho g (h_1 + h_2) \end{cases} \quad \begin{aligned} \nu_{пара} &= \frac{p_1 V_1}{R T_1} \\ \text{в. сост. 2: } \nu_{пара} &\text{ неизмен.} \\ p_1' + \rho g h_1 &= \frac{\rho R T_2}{S (L + h_1)} + \frac{p_1 V_1}{R T_1} \cdot \frac{R T_2}{S (L + h_1)} \end{aligned}$$

$$\begin{cases} p_1' = p_1 + \frac{\rho R T_1}{S L} \\ p_2' = p_2 + \frac{\rho R T_2}{S (L + h_1 + h_2)} = p_1' + \rho g (h_1 + h_2) \\ p_1' + \rho g h_1 = \frac{\rho R T_2}{S (L + h_1)} + \frac{p_1 V_1}{R T_1} \cdot \frac{R T_2}{S (L + h_1)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_0 - p_1 = \left(\frac{\rho R}{S} \right) \cdot \frac{T_1}{L}, \Rightarrow \frac{\rho R}{S} = \frac{(p_0 - p_1) L}{T_1} \\ p_0 + \rho g (h_1 + h_2) - p_2 = \left(\frac{\rho R}{S} \right) \cdot \frac{T_2}{L + h_1 + h_2}, \Rightarrow p_0 + \rho g (h_1 + h_2) - p_2 \\ p_0 + \rho g h_1 = \left(\frac{\rho R}{S} \right) \cdot \frac{T_2}{L + h_1} + \frac{p_1 L T_2}{T_1 (L + h_1)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{(p_0 - p_1) L}{T_1} \cdot \frac{T_2}{L + h_1 + h_2} = p_0 + \rho g (h_1 + h_2) - p_2 \\ p_0 + \rho g h_1 = \frac{(p_0 - p_1) L T_2}{T_1 (L + h_1)} + \frac{p_1 L T_2}{T_1 (L + h_1)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (p_0 - p_1) L T_2 = T_1 (L + h_1 + h_2) (p_0 - p_2 + \rho g (h_1 + h_2)) \\ (p_0 + \rho g h_1) T_1 (L + h_1) = p_0 L T_2 \end{cases} \quad \left(\begin{array}{l} \text{где неизвестно} \\ \text{и габ. } \nu_{пара} \end{array} \right)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

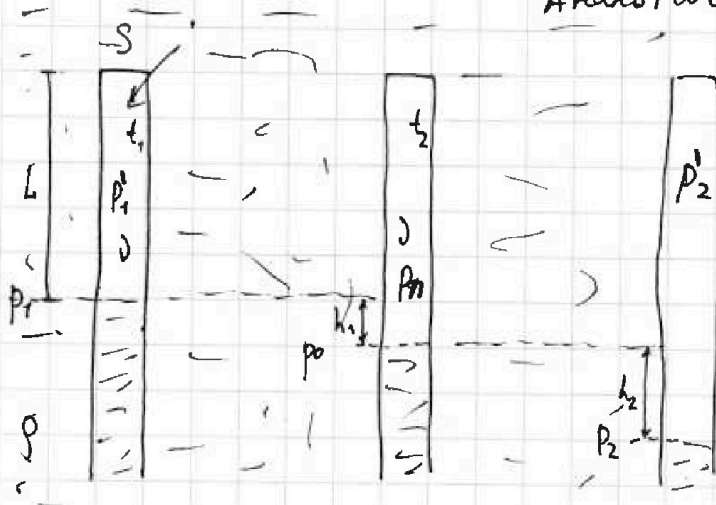
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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. Поря QR-кода недопустима!

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



По ур. Клаузиуса-Менделеева:

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

При быстр. нагрев.
 ν не измен.

$$P_0 V_2 = \nu R T_2$$

$$\frac{P_1}{P_0} = \frac{L}{L+h_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$P_0 = P_1 + \rho g h_2$$

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

При быстр. нагрев. нар. перестал быть насыщен.

и при том же ν устан. другой
уровень за счёт $\nu R T_2 > \nu R T_1$.

Потом в 3 нар. нас.

Потом нар. снова стал насыщен. и
система пришла в равновесие

$$2) \rho g = \frac{P_2 - P_1}{h_1 + h_2} = \frac{(287 + 47) \cdot 100 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-3}} = 467 + 47 = 514 \text{ Па}$$

т.к. в м.м. рсф. $P_0 = P_1 + \frac{\rho}{\rho_{\text{от}}} h_1$; $P_2 = P_1 + \frac{\rho}{\rho_{\text{от}}} (h_1 + h_2)$

$$\frac{\rho}{\rho_{\text{от}}} = \frac{P_0 - P_1}{h_1} = \frac{P_2 - P_1}{h_1 + h_2} \Rightarrow \rho h_1 + \rho h_2$$

$$\rho_0 h_1 + \rho h_2 - \rho_1 h_1 - \rho_1 h_2 = \rho_2 h_1 - \rho_1 h_1 \Rightarrow \rho_0 (h_1 + h_2) = \rho_1 h_2 + \rho_2 h_1$$

$$P_0 = \frac{\rho_1 h_2 + \rho_2 h_1}{h_1 + h_2} = \frac{47 \cdot 40 + 467 \cdot 10}{50} = \frac{47 \cdot 4 + 467}{5} = 131 \text{ мм рт.ст.}$$

$$u_3 \otimes \frac{P_0}{P_1} \cdot \left(1 + \frac{h_1}{L}\right) = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow 1 + \frac{h_1}{L} = \frac{T_2 P_1}{T_1 P_0} \Rightarrow \frac{h_1}{L} = \frac{T_2 P_1}{T_1 P_0} - 1$$

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



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. Порта QR-кода недопустима!

$$p_0 + \rho g h_1 = \frac{4 T_2}{(L + l_1) T_1} p_0, \Rightarrow p_0 \left(\frac{4 T_2}{(L + l_1) T_1} - 1 \right) = \rho g h_1$$

$$p_0 \cdot \left(\frac{4 \cdot 360}{(L + 10) \cdot 310} - 1 \right) = 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 10^2$$

$$p_0 \left(\frac{36 L}{(10 + L) \cdot 31} - 1 \right) = 10^2, \Rightarrow$$

$$p_0 = \frac{10^2}{\frac{36 L}{(10 + L) \cdot 31} - 1}$$

ОТВЕТ: $\rightarrow$

$\hookrightarrow$ ВОЗДУХ

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

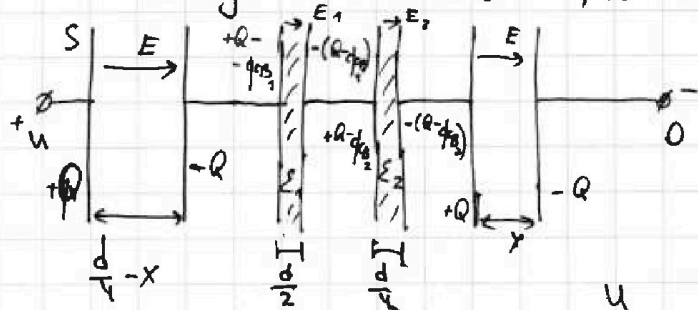
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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



Т.к. заряды на пов. пластин, то иск. схема эквив. следующей:



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

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

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

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

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

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

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

$$3) E_1 = \frac{Q - q_{св1}}{S\epsilon_0} = \frac{E}{\epsilon_1}, \Rightarrow Q - q_{св1} = \frac{S\epsilon_0 E}{\epsilon_1}, \Rightarrow$$

$$q_{св1} = Q - \frac{S\epsilon_0 E}{\epsilon_1} = Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon_1} \right)$$

$$q_{св2} = Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon_2} \right)$$

На границе между средами находятся $+q_{св1}$ и $-q_{св2}$

$$q = q_{св1} - q_{св2} = Q \left(1 - \frac{1}{\epsilon_1} - 1 + \frac{1}{\epsilon_2} \right) = Q \left(\frac{1}{\epsilon_2} - \frac{1}{\epsilon_1} \right)$$

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

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

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 ☐



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



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

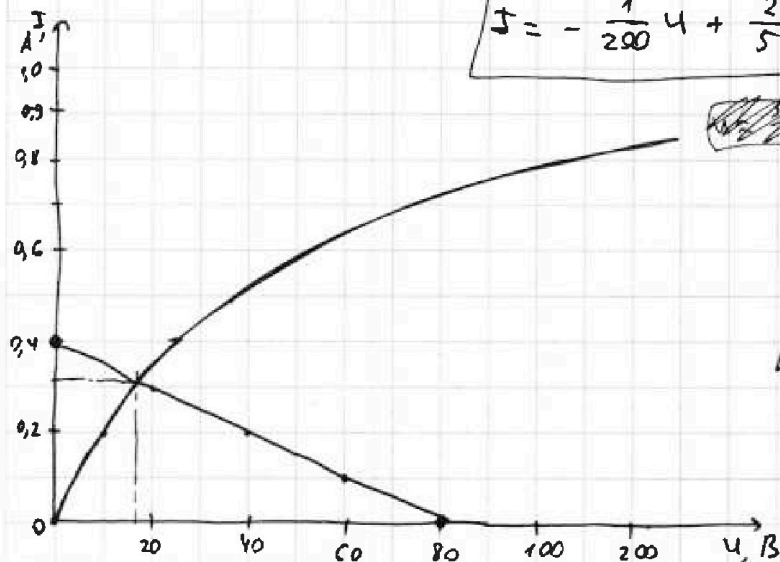
$$I = \frac{12V}{30\Omega} - \frac{300}{300 \cdot 600} u = \frac{12}{30} - \frac{1}{200} u$$

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

$$I = 0,3 + \frac{0,1}{3} = \frac{10}{3} A$$

Ответ: 1) $I_{20} = \frac{2}{15} A$;

2) $\frac{dI}{dt} = 100 \frac{A}{с}$; 3) $I = \frac{1}{3} A$.



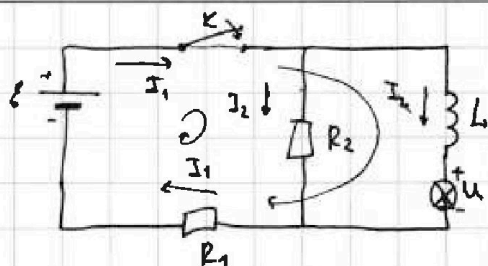
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$1) \text{ По 2 нр. Кир: } \begin{cases} \mathcal{E} = L \cdot \frac{dI_3}{dt} + U + I_1 R_1 \\ \mathcal{E} = I_2 R_2 + I_1 R_1 \end{cases}$$

$$\text{По 1 нр. Кир: } I_1 = I_2 + I_3$$

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

$$U \quad \mathcal{E} = I_{20}(R_1 + R_2), \Rightarrow I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2} = \frac{120 \text{ В}}{900 \text{ Ом}} = \frac{4}{30} \text{ А} = \frac{2}{15} \text{ А}$$

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

$$U = k I \quad (k \text{ — угл. наклона}), \quad k = \frac{0,2}{10} = \frac{0,1}{5} = \frac{1}{50} \frac{\text{В}}{\text{А}}$$

$$\text{Хотят } \frac{dI}{dt}. \quad L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - U - I_1 R_1, \Rightarrow$$

$$L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - \frac{I}{k} - I_{20} R_2, \quad \text{т.к. } I \text{ мал, то}$$

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

$$\frac{dI}{dt} = \frac{120 \cdot 600}{0,8 \cdot (900)} = \frac{120 \cdot 0,2}{0,8 \cdot 9,1} = \frac{40 \cdot k}{9,1 \cdot k} = \frac{40}{9,1} = 100 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$(\text{или же } I_{20} R_2 = L \frac{dI}{dt} + \frac{I}{k}, \Rightarrow I_{20} R_2 dt = L dI + \frac{I}{k} dt, \Rightarrow$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{I_{20} R_2}{L} = \frac{\mathcal{E} R_2}{L(R_1 + R_2)} \text{ — аналогично})$$

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

Ток через лампочку $I = I_1 - I_2$

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

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

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

$$V = \frac{dL}{dt}$$

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

$$u = 15 \cdot 75 \cdot 9 \cdot \frac{-9 \cdot 75 + 30 - 70 \cdot \left(\frac{30 \cdot 75}{75} + 6 \right)}{(-9 \cdot 75 + 30 \cdot 75)^2}$$

$$u = 15 \cdot 75 \cdot 9 \cdot \frac{775 - 70 \cdot 24}{775^2} = \frac{15 \cdot 75 \cdot 9 \cdot (775 - 70 \cdot 24)}{775^2}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 9 \\ \hline 675 \\ \hline 75 \\ \times 1350 \\ \hline 13500 \\ \hline 1550 \\ - 675 \\ \hline 775 \end{array}$$

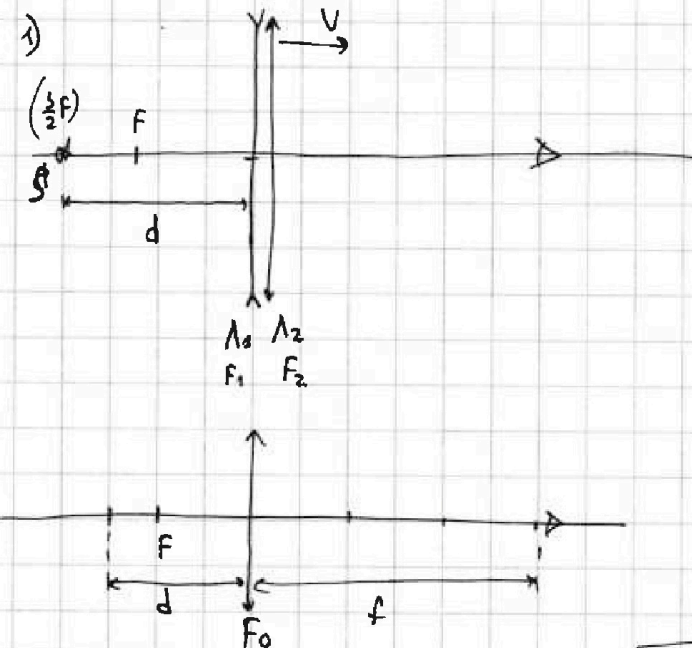
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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. Поря QR-кода недопустима!



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

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

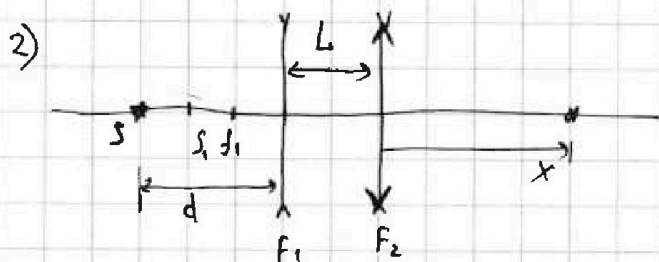
$$F_0 = 30 \text{ cm}$$

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

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

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

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



$$2) \quad \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f_1}, \Rightarrow$$

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

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

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

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

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

$$f_1 + L > F_2$$

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 23 \\ \hline 169 \\ 469 \\ \hline 529 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 529 \\ 3 \\ \hline 532 \end{array}$$



$$L = \frac{h_1}{T_1 \rho_1} - 1$$

①

$$\frac{p_0}{p_1} \cdot \frac{L + h_1}{L} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{p_0}{p_1} \left(1 + \frac{h_1}{L}\right) = \frac{T_2}{T_1}$$

$$1 + \frac{h_1}{L} = \frac{T_2 \cdot p_1}{T_1 \cdot p_0}$$

$$\frac{h_1}{L} = \frac{T_2 \cdot p_1}{T_1 \cdot p_0} - 1$$

$$\begin{array}{r} 1910 \\ 503 \\ - 339 \\ \hline 164 \end{array}$$

$$x: 4m \cdot 3v_0 = mv_0 \cdot \sin \alpha = 4mv \cos \beta$$

$$y: \begin{cases} 4m \cdot 3v_0 - mv_0 \cos \alpha = 5mv \cos \beta \\ mv_0 \sin \alpha = 5mv \sin \beta \end{cases}$$

$$12v_0 - v_0 \cos \alpha = 5v \cos \beta$$

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

$$\begin{array}{r} 532 \mid 4 \\ -4 \\ \hline 13 \\ -12 \\ \hline 12 \end{array}$$

$$\begin{cases} \frac{23}{10} v_0 = v \cos \beta \\ \frac{\sqrt{3} v_0}{10} = v \sin \beta \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{23^2 + 3}{100} v_0^2 = v^2$$

$$v = \frac{\sqrt{532}}{10} v_0$$

$$2) \frac{4m \cdot 9v_0^2}{2} + \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} 5m \cdot 532 v_0^2 + Q$$

$$\begin{array}{r} 37 \\ \times 5 \\ \hline 185 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -185 \\ -133 \\ \hline 52 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 44 \\ \hline 252 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 532 \mid 2 \\ -4 \\ \hline 13 \\ -12 \\ \hline 12 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 133 \mid 5 \\ -10 \\ \hline 33 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 37 \\ \times 15 \\ \hline 185 \\ + 37 \\ \hline 555 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 555 \\ 15 \\ \hline 555 \\ - 52 \\ \hline 503 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 360 \cdot 47 \\ 310 \cdot 131 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 144 \\ \times 1692 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 131 \\ \times 31 \\ \hline 131 \\ 4061 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 164 \mid 2 \\ -16 \\ \hline 4 \end{array}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

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

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

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

$$- \frac{40}{200} + \frac{2}{5} = -\frac{1}{5} + \frac{2}{5}$$

$$\frac{131 - 44}{10} = \frac{42}{50}$$

$$- \frac{10}{200} + \frac{2}{5} = -\frac{2}{5} + \frac{2}{5}$$

$$\frac{131}{10} - \frac{44}{10} = \frac{87}{10}$$

$$\mathcal{I}_2 = \frac{17,5}{600}$$

$$87,5 = 42 \cdot 10$$

$$\mathcal{I}_1 = \frac{17,5}{600} + \frac{1}{3}$$

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

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

$$17,5$$

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

$$\mathcal{I}_2 = \frac{50 + 100}{3 \cdot 600 \cdot 2} = \frac{1}{6} \text{ A}$$

$$\mathcal{I}_1 = \frac{1}{6} + \frac{2}{6} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 300 + \frac{500}{3} = 150 + 17 = 167$$

$$50/3$$

$$U = \mathcal{I}_2 R_2$$

$$120 = U + \frac{300 \cdot 600}{900} \mathcal{I} + \frac{120 \cdot 300}{1 \cdot 3 \cdot 400}$$

$$80 = U + \frac{300 \cdot 2^2}{3 \cdot 600} \mathcal{I}, \Rightarrow 80 = U + 200 \mathcal{I} \quad | :20$$

$$\mathcal{I} = \frac{2}{5} - \frac{U}{200}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{U}{200} + \mathcal{I}$$

$$\frac{131}{393}$$

$$\frac{10 \cdot 31 \cdot 131}{36 \cdot 44 - 31 \cdot 131} = 1692$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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

