

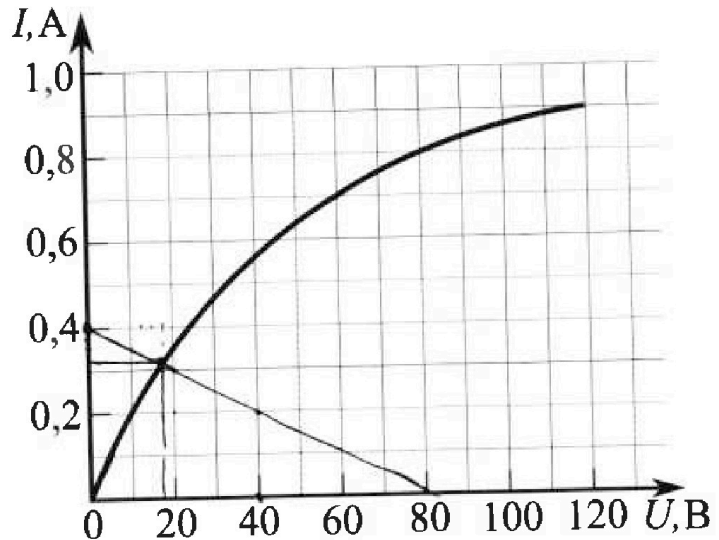
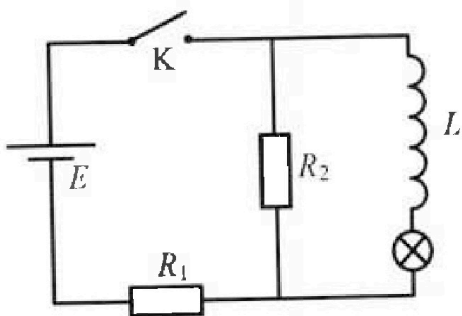
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-08

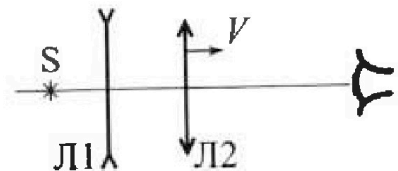
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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  $I_{20}$  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  $F_1 = -30$  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.



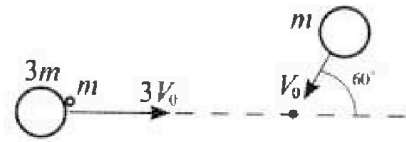
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-08

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

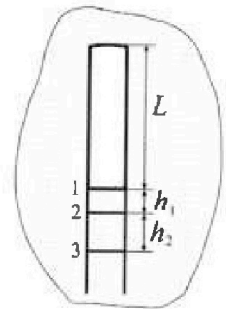


1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы  $3m$ , скорость  $3V_0$ , масса второй шайбы  $m$ , скорость  $V_0$ . Угол между направлениями скоростей  $60^\circ$ . К первой шайбе прикреплен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

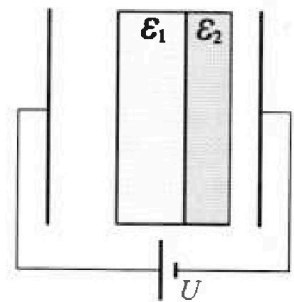
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Температура в столбе влажного воздуха установилась  $t_1 = 37^\circ\text{C}$ , в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко 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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

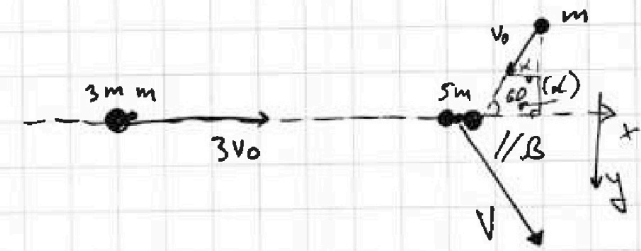
Отметьте крестиком номер задачи,

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 шайбы скользят  
 движ. как одно тело и  
 их скорости  $V$  равны  
 $\vec{V}$  с horiz. составля. угол  $\beta$ .

1) З.С.У.:  $x: \begin{cases} 4m \cdot 3v_0 - m v_0 \cos \alpha = 5m V \cos \beta \\ m v_0 \sin \alpha = 5m V \sin \beta \end{cases} \Rightarrow$   
 $\alpha = 60^\circ$

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

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

2) ~~З.С.У.~~ Урав. баланса энергии:

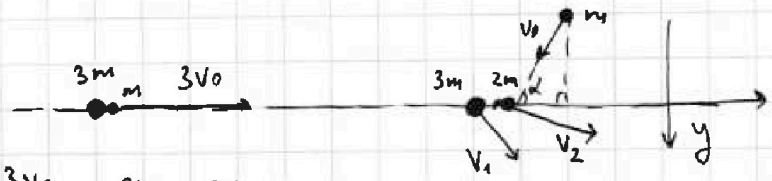
$$\frac{4m \cdot (3v_0)^2}{2} + \frac{m \cdot v_0^2}{2} = \frac{5m \cdot \frac{133}{25} v_0^2}{2} + \frac{E_0}{m}$$

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

$$34 = \frac{133}{5} + \frac{2E_0}{m v_0^2}$$

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

3)



З.С.У.:  
 $x: \begin{cases} 4m \cdot 3v_0 - m v_0 \cos \alpha = 3m V_{1x} + 2m V_{2x} \\ m v_0 \sin \alpha = 3m V_{1y} + 2m V_{2y} \end{cases}$

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



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:

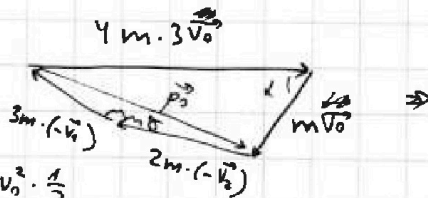
$$\frac{4m \cdot (3v_0)^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{3m \cdot (v_{1x}^2 + v_{1y}^2)}{2v_0^2} + \frac{2m(v_{2y}^2 + v_{2x}^2)}{2v_0^2} + \frac{E_0}{3mv_0^2}$$

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

$$37 = \frac{3(v_{1x}^2 + v_{1y}^2)}{v_0^2} + \frac{2(v_{2x}^2 + v_{2y}^2)}{v_0^2} + \frac{52}{15}$$

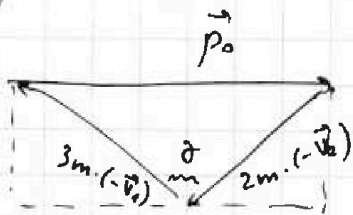
$$\left( \frac{503}{15} v_0^2 = \right) 3(v_{1x}^2 + v_{1y}^2) + 2(v_{2x}^2 + v_{2y}^2) = 3v_1^2 + 2v_2^2$$

3.С.У. (Векторно):



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

$$p_0^2 = 145m^2v_0^2 - 24m^2v_0^2 = 133m^2v_0^2, \Rightarrow p_0 = \sqrt{133}mv_0 \text{ (по 1. косинусам)}$$



по 1. косинусам:

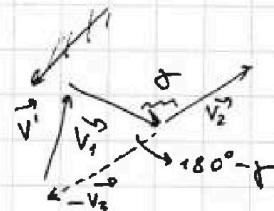
$$p_0^2 = 4m^2v_2^2 + 9m^2v_1^2 - 2 \cdot 2mv_2 \cdot 3mv_1 \cos \alpha$$

$$133m^2v_0^2 = 4v_2^2 + 9v_1^2 - 12v_1v_2 \cos \alpha$$

$$133 = 4 \cdot \left(\frac{v_2}{v_0}\right)^2 + 9 \cdot \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^2 - 12 \cdot \frac{v_1}{v_0} \cdot \frac{v_2}{v_0} \cdot \cos \alpha$$

Справыивают  $\vec{v}' = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$  (1. сгл. 2)

$$\begin{cases} v'^2 = v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2 \cos \alpha \text{ (по 1. косинусам)} \\ 2v_1v_2 \cos \alpha = \frac{4v_2^2 + 9v_1^2 - 133v_0^2}{6} \end{cases}$$



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

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

 МФТИ



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!

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

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

$$\begin{cases} P_1' = P_1 + P_{\text{сх}1} & (\text{в. полож. 1}) \\ P_2' = P_2 + P_{\text{сх}2} & (\text{в. полож. 3}) \end{cases} \xrightarrow{\text{по Кан.-Морг.}}$$

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

$$\begin{cases} P_1' = P_1 + \frac{\rho R T_1}{S L} \\ P_2' = P_2 + \frac{\rho R T_2}{S(L+h_1+h_2)} \\ P_2' - P_1' = \rho g (h_1 + h_2) \end{cases} \quad \nu_{\text{пара}1} = \frac{P_1 V_1}{R T_1}$$

в. сост. 2:  $\nu_{\text{пара}1}$  неизмен.

$$P_1' + \rho g h_1 = \frac{\rho R T_2}{S(L+h_1)} + \frac{P_1 V_1}{R T_1} \cdot \frac{R T_2}{S(L+h_1)}$$

$$\begin{cases} P_1' = P_1 + \frac{\rho R T_1}{S L} \\ P_2' = P_2 + \frac{\rho R T_2}{S(L+h_1+h_2)} = P_1' + \rho g (h_1 + h_2) \\ P_1' + \rho g h_1 = \frac{\rho R T_2}{S(L+h_1)} + \frac{P_1 V_1}{R T_1} \cdot \frac{R T_2}{S(L+h_1)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_0 - P_1 = \left(\frac{\rho R}{S}\right) \cdot \frac{T_1}{L}, \Rightarrow \frac{\rho R}{S} = \frac{(P_0 - P_1)L}{T_1} \\ P_0 + \rho g (h_1 + h_2) - P_2 = \left(\frac{\rho R}{S}\right) \cdot \frac{T_2}{L+h_1+h_2}, \Rightarrow P_0 + \rho g (h_1 + h_2) - P_2 \\ P_0 + \rho g h_1 = \left(\frac{\rho R}{S}\right) \cdot \frac{T_2}{L+h_1} + \frac{P_1 L T_2}{T_1 (L+h_1)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{(P_0 - P_1)L}{T_1} \cdot \frac{T_2}{L+h_1+h_2} = P_0 + \rho g (h_1 + h_2) - P_2 \\ P_0 + \rho g h_1 = \frac{(P_0 - P_1)L T_2}{T_1 (L+h_1)} + \frac{P_1 L T_2}{T_1 (L+h_1)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (P_0 - P_1)L T_2 = T_1 (L+h_1+h_2) (P_0 - P_2 + \rho g (h_1 + h_2)) \\ (P_0 + \rho g h_1) T_1 (L+h_1) = P_0 L T_2 \end{cases} \quad (\text{где неизвестно } \nu_{\text{пара}2} \text{ и } g \text{ в } \nu_{\text{пара}2})$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

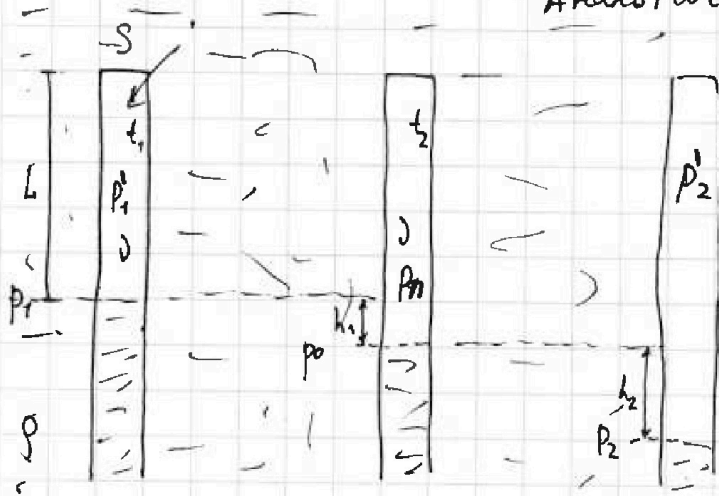
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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!

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



По ур. Клаузиуса:

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

При быстр. нагрев.  $\nu$  не измен.

$$P_0 V_2 = \nu R T_2$$

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

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

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

При быстр. нагрев. нар. перестал быть настич.

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

Потом в 3 нар. нас.

Потом нар снова стал настич. и система пришла в равновесие

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

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

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

$$\rho_0 h_1 + \rho_0 h_2 - P_1 h_1 - P_1 h_2 = P_2 h_1 - P_1 h_1 \Rightarrow P_0 (h_1 + h_2) = P_1 h_2 + P_2 h_1$$

$$P_0 = \frac{P_1 h_2 + P_2 h_1}{h_1 + h_2} = \frac{47 \cdot 40 + 467 \cdot 10}{50} = \frac{47 \cdot 4 + 467}{5} = 131 \text{ мм рсф.т}$$

$$u_3 \otimes \frac{P_0}{P_1} \cdot \left(1 + \frac{h_2}{L}\right) = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow 1 + \frac{h_2}{L} = \frac{T_2 P_1}{T_1 P_0} \Rightarrow \frac{h_2}{L} = \frac{T_2 P_1}{T_1 P_0} - 1$$

$$L = \frac{h_2}{\frac{T_2 P_1}{T_1 P_0} - 1}; L = \frac{h_1}{\frac{T_2 P_1}{T_1 (P_1 h_2 + P_2 h_1)} - 1}; L = \frac{10}{\frac{(27+273) \cdot 47}{(37+273) \cdot 131} - 1} = \frac{10}{\frac{1697}{4061} - 1}$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

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

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

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

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

Ответ:  $\rightarrow$

$\rightarrow$  1304 Па.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

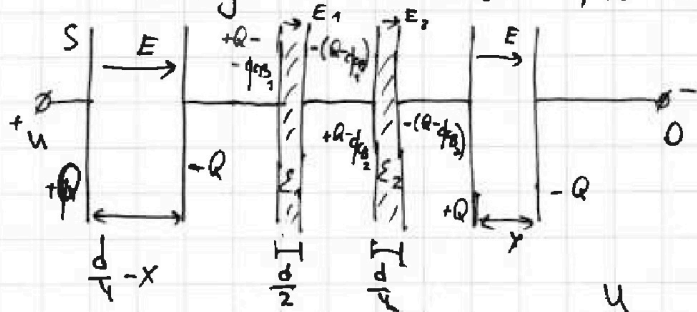
1  2  3  4  5  6  7

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. скрем эквив. следующей:



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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



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

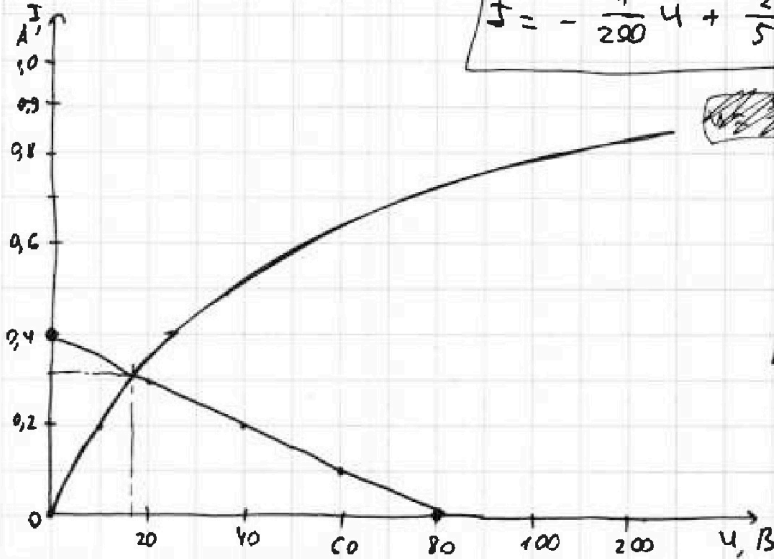
$$I = \frac{12V}{30\Omega} - \frac{900}{300 \cdot 600} u = \frac{12}{30} - \frac{1}{200} u$$

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

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

Ответ: 1)  $I_{20} = \frac{2}{15} A$ ;

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





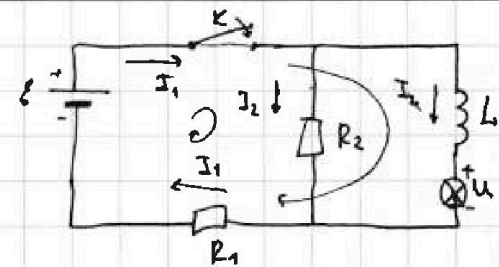
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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,

$$\# \frac{I}{U} = k \text{ (tg угла наклона касательной)}, k = \frac{0,2}{10} = \frac{0,1}{5} = \frac{1}{50} \frac{\text{А}}{\text{В}}$$

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

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

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

$$\frac{dI}{dt} = \frac{120 \cdot 600}{0,8 \cdot (900)} = \frac{120 \cdot 0,6^2}{0,8 \cdot 9,1} = \frac{40 \cdot k}{9,1 \cdot k} = \frac{10}{9,1} = 100 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

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

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

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

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!



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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 9 \\ \hline 675 \\ \\ 45 \\ \times 30 \\ \hline 1350 \\ \\ 1550 \\ - 675 \\ \hline 775 \end{array}$$

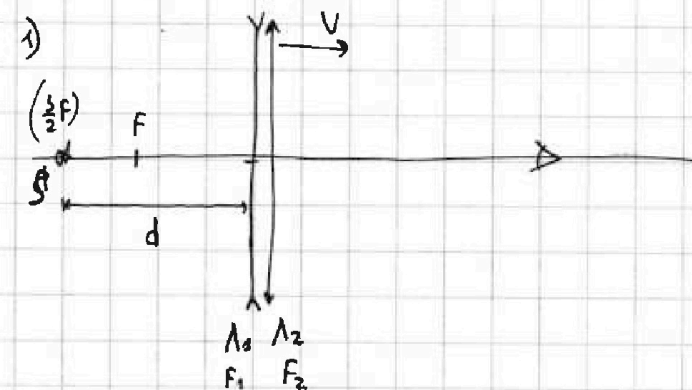
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



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

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

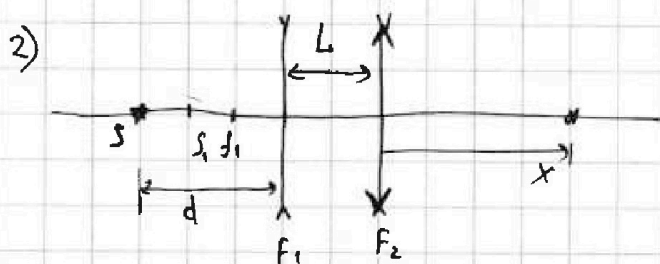
$$F_0 = 30 \text{ см}$$

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

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

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

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



$$2) \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f_2}, \Rightarrow$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F_1}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{F_1 - d}{F_1 d} = \frac{d - F_1}{-F_1 d}$$

$$f_2 = \frac{-F_1 d}{d - F_1} = \frac{30 \cdot 45}{45 - 30} = 18 \text{ см}$$

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



$$f_1 + L > F_2$$

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

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

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

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



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

$\begin{cases} \frac{23}{10} v_0 = v \cos \beta \\ \frac{\sqrt{3} v_0}{10} = v \sin \beta \end{cases} \Rightarrow \frac{23^2 + 3 v_0^2}{100} = v^2 \frac{169}{529}$

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

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

$\frac{37}{185} = \frac{-185}{52} \quad \frac{36}{252} \quad \frac{131}{4061}$

$\frac{37}{185} = \frac{-185}{52} \quad \frac{36}{252} \quad \frac{131}{4061}$

$\frac{555}{15} - \frac{52}{15} = \frac{503}{15}$

$\frac{360 \cdot 47}{310 \cdot 131} - 1 = \frac{36 \cdot 47}{31 \cdot 131} - 1$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7

**МОТИ**

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



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

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

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

$$\begin{array}{r} 2 \\ 36 \\ \times 47 \\ \hline 2252 \\ 414 \\ \hline 1692 \\ \hline 188 \\ + 467 \\ \hline 6555 \\ - 5 \\ \hline 15 \\ - 15 \\ \hline 0 \end{array}$$

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

$$\frac{131 - 47}{10} = \frac{42}{50}$$

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

$$\begin{array}{r} 131 \\ - 47 \\ \hline 84 \end{array}$$

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

$$84 \cdot 5 = 42 \cdot 10$$

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

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

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

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

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

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

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

$$50 \cdot 3$$

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 131 \\ \times 31 \\ \hline 393 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 36 \cdot 47 - 1 \\ \hline 31 \cdot 131 \\ 10 \cdot 31 \cdot 131 \\ \hline 36 \cdot 47 - 31 \cdot 131 \\ \hline 1692 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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

