



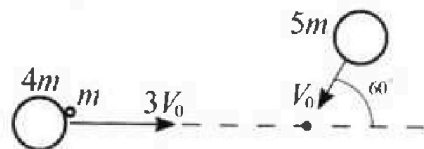
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-06



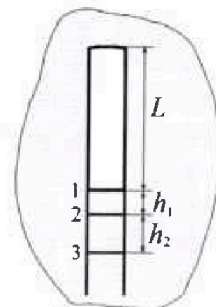
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы $4m$, скорость $3V_0$, второй шайбы $5m$, 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 $2E_0/3$ (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.

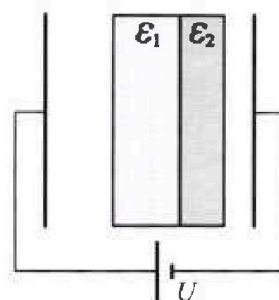
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Температура в столбе влажного воздуха установилась $t_1 = 33^\circ\text{C}$, в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко поднимают до температуры $t_2 = 67^\circ\text{C}$, сохраняя прежнее давление. При этом вода в пробирке быстро опустилась с уровня 1 до уровня 2 на $h_1 = 15$ мм. После этого уровень воды начал медленно двигаться до уровня 3, опустившись на $h_2 = 16,7$ 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 $P_1 = 38$ мм. рт. ст., при температуре t_2 равно $P_2 = 205$ 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 $\epsilon_1 = 3$, толщина $2d/5$, у другой пластины $\epsilon_2 = 6$, толщина $d/5$. 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.



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

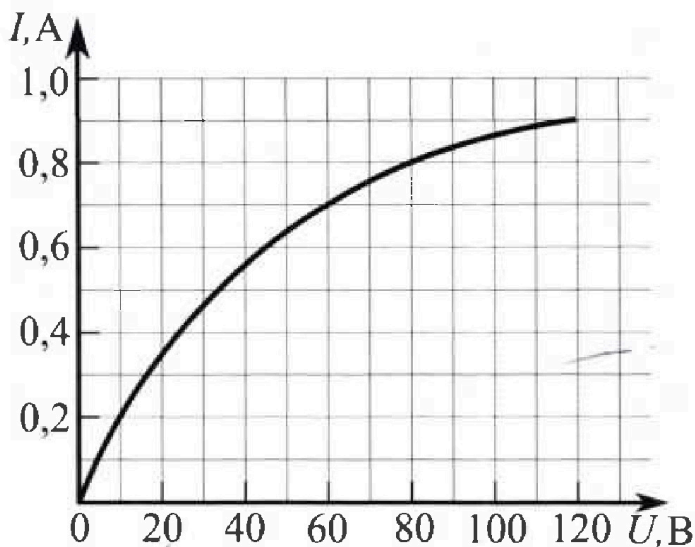
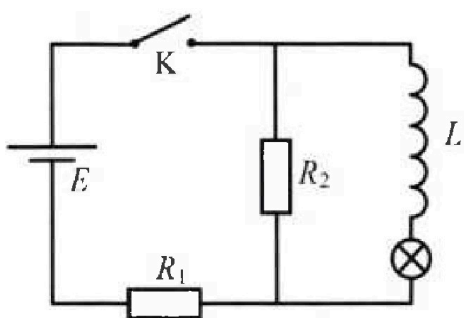
Вариант 11-06



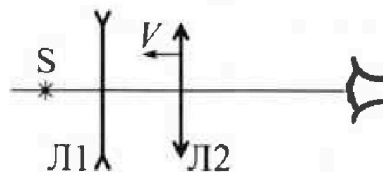
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные, $L = 0,5$ Гн, $E = 120$ В, $R_1 = 150$ Ом, $R_2 = 750$ Ом. Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

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



5. Главные оптические оси двух тонких линз совпадают. У линзы Л1 фокусное расстояние $F_1 = -10$ см, у линзы Л2 фокусное расстояние $F_2 = 15$ см. Неподвижный точечный источник света S расположен на расстоянии $d = 20$ см от неподвижной линзы Л1. Линза Л2 приближается к Л1 с постоянной скоростью $V = 2$ см/с. Изображение источника рассматривают со стороны линзы Л2 (см. рис.).



- 1) На каком расстоянии x_0 от линз будет изображение, когда Л2 приблизится вплотную к Л1?
- 2) На каком расстоянии x от линзы Л2 будет изображение, когда расстояние между линзами станет $L = 25$ см?
- 3) Найдите скорость U (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет $L = 25$ см.

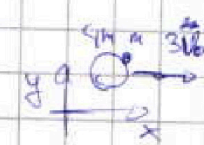
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Пусть конечная скорость системы \vec{u} .
Тогда по ЗСИ (внешних сил нет \rightarrow ЗСИ - сохранен.)

$$\begin{cases} (4m+m)3v_0 - 5mv_0 \cdot \cos 60^\circ = 10mu_x \\ (4m+m) \cdot 0 - 5m \cdot v_0 \cdot \sin 60^\circ = 10mu_y \end{cases}$$

$$\begin{cases} 5mv_0(3 - \cos 60^\circ) = 10mu_x \\ -5mv_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 10mu_y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_x = \frac{v_0}{2} \cdot (3 - \frac{1}{2}) = \frac{5}{4}v_0 \\ u_y = -\frac{\sqrt{3}}{4}v_0 \end{cases}$$

$$u = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} = \sqrt{\left(\frac{5}{4}v_0\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{4}v_0\right)^2} = \sqrt{\frac{25}{16}v_0^2 + \frac{3}{16}v_0^2} = \sqrt{\frac{28}{16}v_0^2} = \sqrt{\frac{7}{4}}v_0 \Rightarrow u = \frac{\sqrt{7}}{2}v_0$$

2) Запишем ЗСЭ

$$\frac{(4m+m)(3v_0)^2}{2} + \frac{5m \cdot v_0^2}{2} = \frac{10mu^2}{2} + E_0$$

$$\frac{5m \cdot 9v_0^2}{2} + \frac{5mv_0^2}{2} = \frac{10mu^2}{2} + E_0$$

$$E_0 = \frac{50mv_0^2}{2} - \frac{10m \cdot \left(\frac{\sqrt{7}}{2}v_0\right)^2}{2} = 25mv_0^2 - 5mv_0^2 \cdot \frac{7}{4} = \frac{100 - 35}{4}mv_0^2 \Rightarrow$$

$$E_0 = \frac{65}{4}mv_0^2$$

3) Запишем ЗСИ и ЗСЭ, \vec{u}_1 - скорость тела 4m после столкновения, \vec{u}_2 - скорость тела 5m

$$\begin{cases} 5mv_0 \cdot (3 - \cos 60^\circ) = 4mu_{1x} + 5mu_{2x} \\ -5mv_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 4mu_{1y} + 5mu_{2y} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{25}{4}v_0 = 4u_{1x} + 5u_{2x} \\ -\frac{5\sqrt{3}}{2}v_0 = 4u_{1y} + 5u_{2y} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_{2x} = \frac{25}{24}v_0 - \frac{2}{3}u_{1x} \\ u_{2y} = -\frac{5\sqrt{3}}{12}v_0 - \frac{2}{3}u_{1y} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} 25mv_0^2 &= \frac{4mu_1^2}{2} + \frac{5mu_2^2}{2} + \frac{2}{3}E_0 \\ u_2^2 &= u_{2x}^2 + u_{2y}^2, u_1^2 = u_{1x}^2 + u_{1y}^2 \\ 25mv_0^2 &= \frac{2mu_1^2}{2} + \frac{2mu_2^2}{2} + 3m \left(\frac{25}{24}v_0 - \frac{2}{3}u_{1x} \right)^2 + 3m \left(-\frac{5\sqrt{3}}{12}v_0 - \frac{2}{3}u_{1y} \right)^2 + \frac{2}{3}E_0 \end{aligned}$$

$$25mv_0^2 = 2mu_1^2 + 2mu_2^2 + 3m \cdot \frac{625}{24^2}v_0^2 - 3m \cdot 2 \cdot \frac{50}{24}v_0 u_{1x} + 3m \cdot \frac{4}{9}u_{1x}^2 + 3m \cdot \frac{25 \cdot 3}{12^2}v_0^2 + 3m \cdot \frac{20}{3}v_0 u_{1y} + 3m \cdot \frac{4}{9}u_{1y}^2 + \frac{2}{3}E_0$$

$$25mv_0^2 = \left(2 + \frac{4}{3}\right)mu_1^2 + \left(2 + \frac{4}{3}\right)mu_2^2 + mv_0^2 \left(\frac{5 \cdot 625}{576} + \frac{3 \cdot 25 \cdot 3}{144} + \frac{65}{6} \right) + mv_0 \left(\frac{50}{12}u_{1x} + \frac{5\sqrt{3}}{3}u_{1y} \right)$$

Ответ: 1) $u = \frac{\sqrt{7}}{2}v_0$
2) $E_0 = \frac{65}{4}mv_0^2$

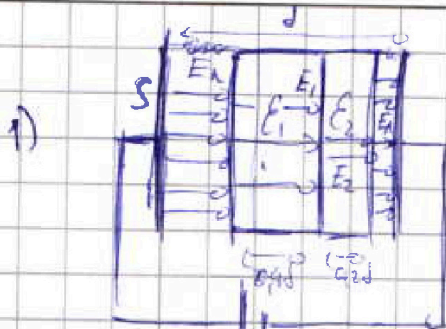
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 чертовиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



N3

$$E_n = E_n$$

Ноль напряженности в области

$$E_0 = U$$

~~$E_0 = U$~~

$$E_{ср} = E_n \cdot (1 - 0,9 - 0,2) + E_1 \cdot 0,9 + E_2 \cdot 0,2$$

$$E_1 = \frac{E_n}{\epsilon_1}, E_2 = \frac{E_n}{\epsilon_2}$$

$$E_0 = E_n \cdot 0,9 + E_n \frac{0,9}{\epsilon_1} + E_n \cdot \frac{0,2}{\epsilon_2} = E_n \left(0,9 + \frac{0,9}{\epsilon_1} + \frac{0,2}{\epsilon_2} \right)$$

~~$$U = E_n \cdot 0,9 + E_n \frac{0,9}{\epsilon_1} + E_n \cdot \frac{0,2}{\epsilon_2}$$~~

$$E_n = \frac{U}{d} \cdot \frac{1}{0,9 + \frac{0,9}{\epsilon_1} + \frac{0,2}{\epsilon_2}} = \frac{U}{d} \cdot \frac{1}{0,9 + \frac{0,9}{2} + \frac{0,2}{3}} = \frac{U}{d} \cdot \frac{10}{4 + 2 + \frac{2}{3}} = \frac{U \cdot 30}{d \cdot 12 + 6d} = \frac{3U}{2d}$$

2) $Q = C U$, C_n — результирующая ёмкость $C_{ср} = C_1 \parallel C_2 \parallel C_3$

$$C_{ср} = \frac{\epsilon_0 S}{0,9d}, C_1 = \frac{\epsilon_1 \epsilon_0 S}{0,9d}, C_2 = \frac{\epsilon_2 \epsilon_0 S}{0,2d}$$

$$\frac{1}{C_n} = \frac{1}{C_{ср}} + \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{0,9d}{\epsilon_0 S} + \frac{0,9d}{\epsilon_1 \epsilon_0 S} + \frac{0,2d}{\epsilon_2 \epsilon_0 S} = \frac{0,9d(\epsilon_2 \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_1 \epsilon_2)}{\epsilon_1 \epsilon_2 \epsilon_0 S} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_n = \frac{\epsilon_1 \epsilon_2 \epsilon_0 S}{(0,9d(\epsilon_2 \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_1 \epsilon_2))} = \frac{2 \cdot 6 \cdot \epsilon_0 S}{(0,9 \cdot 2 \cdot 6 + 0,9 \cdot 6 + 0,2 \cdot 2)d} = \frac{12 \epsilon_0 S}{4,6d} = \frac{110 \epsilon_0 S}{46d}$$

$$= \frac{60}{38} \frac{\epsilon_0 S}{d} = \frac{30}{19} \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$Q = C U = \frac{30}{19} \frac{\epsilon_0 S U}{d}$$

3)



$$q_{пол} = E \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right) \Rightarrow q_{пол} = \epsilon_0 S E \left(1 - \frac{1}{\epsilon} \right)$$

$$q = +q_{пол1} - q_{пол2} = \epsilon_0 S E_n \left(1 - \frac{1}{\epsilon_1} - 1 + \frac{1}{\epsilon_2} \right) = \epsilon_0 S E_n \frac{\epsilon_2 - \epsilon_1}{\epsilon_1 \epsilon_2}$$



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!

$$q = \epsilon_0 S E_n \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 + \epsilon_2} = \epsilon_0 S \cdot \frac{3U}{2d} \cdot \frac{2-6}{2+6} = \frac{\epsilon_0 S U}{d} \cdot \frac{3(-4)}{8} = -\frac{\epsilon_0 S U}{2d}$$

Ответ: 1) $E_n = \frac{3U}{2d}$; 2) $Q = \frac{30}{19} \frac{\epsilon_0 S U}{d}$; 3) $q = -\frac{\epsilon_0 S U}{2d}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

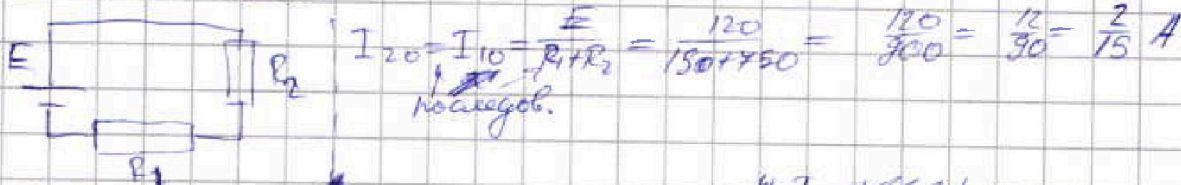
МФТИ

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



№4

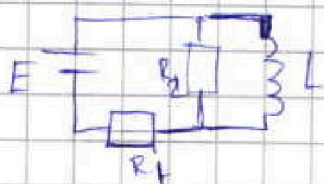
1) В начальный момент времени ток через катушку (I_L) не течёт → эквив. схема:



$$I_{20} = I_{10} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120}{150 + 750} = \frac{120}{900} = \frac{12}{90} = \frac{2}{15} \text{ A}$$

↑
последов.

2) В начальный момент $I_L = 0 \rightarrow U_L = 0$ эквив. схема $U_L = U_{R_2} = I_{20} \cdot R_2$ напряжение на катушке



$$U_L = U_{R_2} = I_{20} \cdot R_2$$

$$U_L = L \dot{I}_L$$

$$L \dot{I}_L = I_{20} R_2 = \frac{E R_2}{R_1 + R_2}$$

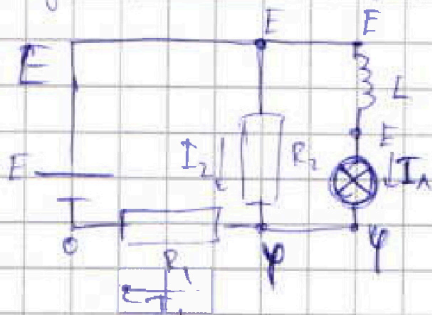
$$\dot{I}_L = \frac{E R_2}{L(R_1 + R_2)} = \dot{I}_A$$

$$\dot{I}_A = \frac{E R_2}{L(R_1 + R_2)} = \frac{120 \cdot 750}{0,5 \cdot (150 + 750)}$$

↑
ток через лампочку и катушку от начального (послед. сог.)

$$= \frac{2 \cdot 1450}{15 \cdot 0,5} = \frac{4 \cdot 308 \cdot 50}{3 \cdot 5} = 200 \text{ A/c}$$

3) Пусть $R_1 = R \rightarrow R_2 = SR$. Ток установится $\rightarrow L \dot{I}_L = 0$. Нарисуем картинку потерь U_{L1}



$$I_1 = I_2 + I_A$$

$$I_1 = \frac{U - 0}{R}$$

$$I_2 = \frac{E - U}{SR}$$

$$\frac{U}{R} = \frac{E - U}{SR} + I_A, U_A = E - U$$

$$I_A = \frac{U}{R} - \frac{E - U}{SR} = \frac{E - U_A}{R} - \frac{E - E + U_A}{SR} = \frac{E}{R} - \frac{U_A}{R} - \frac{U_A}{SR} = \frac{E}{R} - \frac{6U_A}{5R}$$

$$I_A(U_A) = I_A = \left(\frac{E}{R} - \frac{6U_A}{5R} \right)$$

$$I_A = 0 \rightarrow E = \frac{6}{5} U_A \rightarrow U_A = \frac{5}{6} E = 400 \text{ B}$$

$$U_A = 0 \rightarrow I = \frac{E}{R} = \frac{120}{150} = \frac{4}{5} \text{ A}$$

Пересечение $I_A = \frac{E - \frac{6}{5} U_A}{R}$ и ВАХ лампочки даст силу тока.

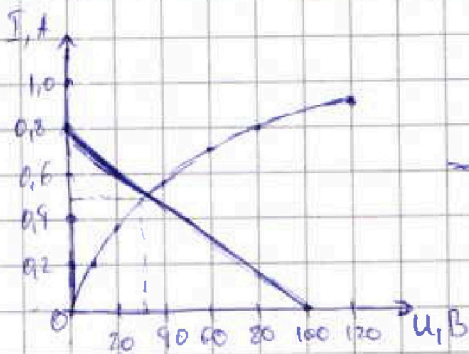
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\Rightarrow I_A \approx 0,52 A$$

Ответ: 1) $\frac{2}{15} A$; 2) $200 A/c$; 3) $0,52 A$.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

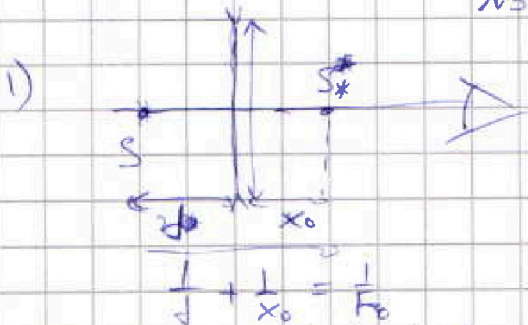
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

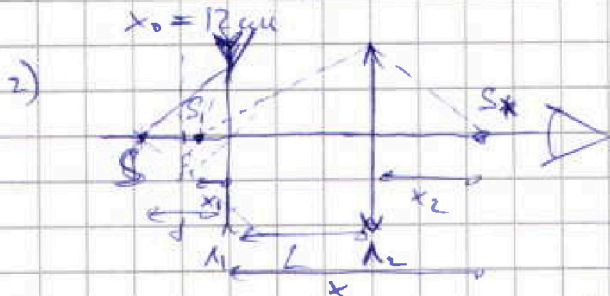


NS



Максимальная высота \rightarrow
 $\Rightarrow D_0 = D_1 + D_2 = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} =$
 $= -\frac{1}{10} + \frac{1}{15} = -\frac{3}{30} + \frac{2}{30} = -\frac{1}{30}$
 $F_0 = \frac{1}{D_0} = -30 \text{ см}$

$x_0 = \left| \frac{d F_0}{d - F_0} \right| = \left| \frac{20 \cdot (-30)}{20 - (-30)} \right| = \left| \frac{-600}{50} \right| = -\frac{60}{5} = -12 \text{ см} \Rightarrow 12 \text{ см}$



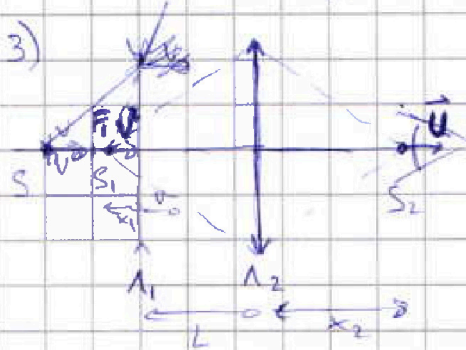
$x = L + x_2$
 $\frac{1}{L+x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{f_2}$
 $\frac{1}{d} + \frac{1}{x_1} = \frac{1}{f_1}$

$x_1 = \left| \frac{d F_1}{d - F_1} \right| = \left| \frac{20 - (-10)}{20 - (-10)} \right| = \frac{200}{30} = \frac{20}{3} \text{ см}$

$x_2 = \frac{(x_1 + L) F_2}{(x_1 + L) - F_2} = \frac{(\frac{20}{3} + 25) \cdot 15}{\frac{20}{3} + 25 - 15} =$

$= \frac{20 + 75}{\frac{20}{3} + 10} = \frac{95 \cdot 3}{50} = \frac{95 \cdot 3}{50} =$
 $= \frac{95 \cdot 3}{10} = \frac{285}{10} = 28,5 \text{ см}$

$x = L + x_2 = 25 + 28,5 = 53,5 \text{ см}$



перейдем в СО линзы
 и рассмотрим источник S, изображение,
 которое мы видим движется со скоростью U
 на расстоянии $x_1 + L$ от Λ_2 со
 скоростью его изображения $U \cdot \frac{x_2}{x_1 + L}$

$x_1 = \frac{20}{3} \text{ см}$
 $x_2 = 28,5 \text{ см}$
 $U = U \cdot \frac{x_2}{x_1 + L} = 2 \cdot \frac{28,5^2}{(\frac{20}{3} + 25)^2} = 2 \cdot \frac{95^2 \cdot 3^2}{10^2} = 2 \cdot \frac{95^2}{10^2} =$



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 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!

$$= \frac{2 \cdot 21}{100} = \frac{161}{100} = 1,61 \text{ см/с}$$

Ответ: 1) $x_0 = 12 \text{ см}$,
2) $x = 53,5 \text{ см}$,
3) $u = 1,61 \text{ см/с}$.



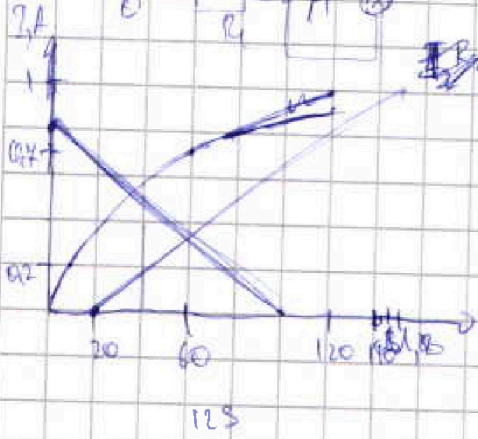
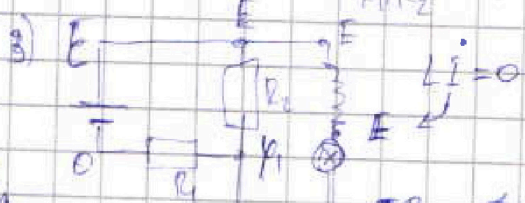
На одной странице можно оформлять только одну задачу.
 Отметьте крестиком номер задачи,
 решение которой представлено на странице:

- 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!

1) $I_{20} = I_0 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120}{150 + 750} = \frac{120}{900} = \frac{4}{30} = \frac{2}{15} \text{ A}$



$$\frac{E - \varphi_1}{R_2} + I(E - \varphi_1) = I_1 \frac{\varphi_1 - 0}{R_1}$$

$$I(E - \varphi_1) = \varphi_1 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) - \frac{E}{R_2}$$

$$I(E - \varphi_1) = \varphi_1 \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} - \frac{E}{R_2}$$

$$= \varphi_1 \cdot \frac{900}{50 \cdot 750} - \frac{120}{750} = \frac{9 \varphi_1}{25 \cdot 125} - \frac{4}{25} = \frac{\varphi_1 - 20}{125}$$

$$LI = IR_2 = \frac{E R_2}{R_1 + R_2} = 0$$

$$I = \frac{E R_2}{L(R_1 + R_2)} = \frac{4 \cdot 50 \cdot 750}{125 \cdot 900} = \frac{30}{40} = \frac{3}{4} \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{E - \varphi_1}{R_2}$$

$$I_1 = I_2 + I_1$$

$$I_1 = I_2 + I_1 = \frac{E - \varphi_1}{R_2} + I_1(E - \varphi_1) = \frac{\varphi_1 - 0}{R_1} = I_1(E - \varphi_1) = \frac{\varphi_1(R_1 + R_2)}{R_1 R_2} - \frac{E}{R_2}$$

$$= \varphi_1 \cdot \frac{900}{50 \cdot 750} - \frac{120}{750} = \frac{9 \varphi_1}{25 \cdot 125} - \frac{4}{25} = \frac{\varphi_1 - 20}{125} \text{ (A)}$$

I (A)	0.2	0.35	0.4	0.45	0.8	0.9
U (V)	10	20	60	75	80	120
φ_1 (V)	110	150	60	50	40	0
R_2 (Ω)	90	75	90	30	20	XX
	125	125	125	125	125	
	420	490	320	240		
	1000	1100	1000	1000	1000	

$$IR_2 = U_1$$

$$I_1 = I_2 + I_1$$

$$I_1 = I_2 R_2$$

$$I_1 = \frac{\varphi_1}{R_2}$$

$$I_1 = I_2 + I_1$$

$$I_1 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{E}{R_2}$$

$$\frac{60}{125} = \frac{9 \varphi_1}{25 \cdot 125} - \frac{4}{25}$$

$$0.8 - \frac{\varphi_1}{125} = 0$$

$$\frac{100}{125} = \frac{\varphi_1}{125} + \frac{4}{25}$$

$$U = 9 \cdot 20 = 100$$

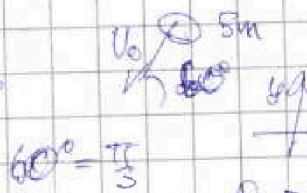
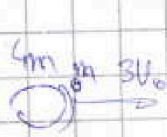
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$60^\circ = \frac{\pi}{3}$$

$$p_x = 5m v_0 - 5m v_0 \cos \frac{\pi}{3} = 5m v_0 (1 - \cos \frac{\pi}{3}) = \frac{25}{2} m v_0$$

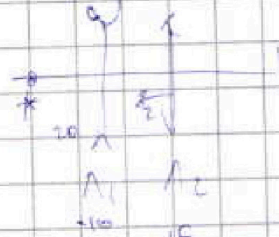
$$p_y = -5m v_0 \sin \frac{\pi}{3} = -5m v_0 \frac{\sqrt{3}}{2} = -\frac{5\sqrt{3}}{2} m v_0$$

$$x = x_1$$

$$\frac{1}{x_1} = \frac{1}{F_1} - \frac{1}{F_2}$$

$$20 m v_0 = \frac{25}{2} m v_0$$

$$20 m v_0 = \frac{25}{2} m v_0$$



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

$$u_x = \frac{5}{4} v_0$$

$$u_y = -\frac{\sqrt{3}}{4} v_0$$

$$u = \sqrt{\left(\frac{5}{4}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{4}\right)^2} v_0 = \sqrt{\frac{25}{16} + \frac{3}{16}} v_0 = \frac{\sqrt{29}}{4} v_0$$

$$\frac{5m v_0^2}{2} + \frac{5m v_0^2}{2} + E_0 = \frac{10m v_0^2}{2} + E_0$$

$$-\frac{1}{10} + \frac{1}{15} = -\frac{3+2}{30} = -\frac{1}{20}$$

$$50 \frac{m v_0^2}{2} + E_0 = 10 \cdot \frac{29}{16} \cdot \frac{m v_0^2}{2} + E_0$$

$$\frac{5 \cdot 29}{8} - 50 = 5 \left(\frac{29}{8} - 10 \right) = 5 \cdot \frac{80 - 29}{8} = \frac{5}{8} \cdot 51 = \frac{255}{8} m v_0^2$$



$$p_x = \frac{25}{2} m v_0 = 4m u_{1x} + 6m u_{2x}$$

$$p_y = -\frac{5\sqrt{3}}{2} m v_0 = 4m u_{1y} + 6m u_{2y}$$

29
25

$$(25 - 1)^2 = 25^2 - 2 \cdot 25 \cdot 1 + 1 = 625 - 50 + 1 = 576$$

$$\frac{25 m v_0^2}{2} = \frac{4m u_{1x}^2}{2} + \frac{4m u_{1y}^2}{2} + \frac{6m u_{2x}^2}{2} + \frac{6m u_{2y}^2}{2} + \frac{2}{3} E_0$$

$$\sqrt{(u_{1x} - u_{2x})^2 + (u_{1y} - u_{2y})^2} = ?$$

$$\frac{\varphi_1}{R_1} - \frac{E - \varphi_1}{R_1} = \varphi_1 \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) - \frac{E}{R_1} = \frac{\varphi_1 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2} - \frac{E}{R_2} =$$

$$I(E - \varphi_1) = \frac{E \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) - \frac{E}{R_1}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} - \frac{E}{R_2} = \frac{E}{R_1} - \frac{E(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2} = \frac{E}{R_1} - \frac{E}{R_1} = 0$$

$$\varphi_1 = E - U = \frac{170}{150} - \frac{U}{175} = \frac{170}{150} - \frac{U}{175}$$

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!

Эмиссия

$$n = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

$$10 \text{ м} \frac{\sqrt{3}}{2} = n$$

$$\frac{e}{4\pi\epsilon_0} v_0 = \frac{4\pi\epsilon_0 n^2 + \epsilon_0 n^2}{10 \text{ м}} \cdot 10$$

$$\frac{25}{2} \frac{e}{4\pi\epsilon_0} = 4\epsilon_0 n^2 + \epsilon_0 n^2$$

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!



$$pV = \nu RT$$

$$pV + U_0 = \nu RT + \nu U_0$$

$$pV_1 = \nu RT$$

$$0,09 = k^2 \cdot (20 - U_0)$$

$$0,49 = k^2 \cdot (60 - U_0)$$

$$U_{kx} = \frac{2}{3} U_{kx} - \frac{25}{4} U_0$$

$$\left(\frac{15}{3} U_{kx} + \frac{25}{4} U_0 \right) k$$

$$\frac{0,09}{0,49} = \frac{20 - U_0}{60 - U_0}$$

$$240 - 9U_0 = 980 - 49U_0$$

$$40U_0 = 980 - 240 = 740$$

$$U_0 = \frac{740}{40} = 18,5$$

$$k = \sqrt{\frac{20 - 18,5}{0,09}} = \sqrt{\frac{1,5}{0,09}} = \sqrt{\frac{24,75}{9}} = \frac{\sqrt{24,75}}{3} = \frac{4,97}{3} = 1,65$$

$$Q = c_p \nu RT$$

po. dV - p - const

$$0,9 \cdot 12 = 4,18$$

$$0,9 \cdot 6 = 5,4$$

$$6 + 1,2 = 7,2$$

$$0,12 \cdot 2 = 0,24$$

$$0,09 = \frac{1000}{g} \cdot (600 - 18,5) = \frac{200}{g} \cdot 581,5 = \frac{200 \cdot 581,5}{g} = \frac{116300}{g}$$

$$E_A \quad E_1 \quad L \quad E_2 \quad E_n$$

$$E_A = E_n$$

$$E_0 d = U$$

$$c_p \nu \Delta T = \nu R \Delta T = A$$

$$\frac{E_A}{E_1} \cdot 0,9 + \frac{E_A}{E_2} + \frac{E_n}{E_n} \cdot 0,1 = E_0 d$$

$$\frac{E_n}{E_1} \left(\frac{0,9}{E_1} + \frac{0,1}{E_2} + 0,1 \right) = E_0 d$$

$$E_n \frac{U}{d \left(\frac{0,9}{E_1} + \frac{0,1}{E_2} + 0,1 \right)}$$

$$\left(1 - \frac{0,9}{E_1} - \frac{0,1}{E_2} \right) E_0 = 0,4 (E_A + E_n) = 0,4 E_n$$

$$E_n = \frac{1 - \frac{0,9}{E_1} - \frac{0,1}{E_2}}{0,4} \frac{U}{d}$$

$$S \frac{d^2 E}{dt^2} = E' \cdot E - E = E'(E-1) = E \left(1 - \frac{1}{E} \right) = E - \frac{E}{E}$$

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!



$$\frac{25}{9} U_0 = 4U_x + 6U_y$$

$$U_x = \frac{25}{16} U_0 - \frac{3}{2} U_y$$

$$U_y = -\frac{5\sqrt{3}}{8} U_0 - \frac{3}{2} U_x$$

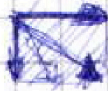
$$25mU_0^2 = 2m(U_x^2 + U_y^2) + 3m(U_{2x}^2 + U_{2y}^2) + \frac{45m}{6} U_0^2$$

$$\frac{150 - 65}{6} mU_0^2 = 2m \left(\frac{25}{16} U_0 - \frac{3}{2} U_y \right)^2 + 3m \left(-\frac{5\sqrt{3}}{8} U_0 - \frac{3}{2} U_x \right)^2 + 3mU_x^2 + 3mU_y^2$$

$$\frac{85}{6} mU_0^2 = \frac{625}{128} U_0^2 - \frac{45}{8} U_0 U_x + \frac{9}{2} U_x^2 + \frac{225}{32} U_0^2 + \frac{45\sqrt{3}}{4} U_0 U_y + \frac{9}{2} U_y^2 + 3mU_x^2 + 3mU_y^2$$

$$U_x = \frac{5}{4} U_0$$

$$U_y = -\frac{5\sqrt{3}}{4} U_0$$



8 m
9 m