



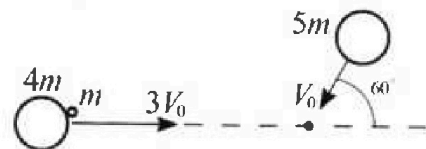
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-06



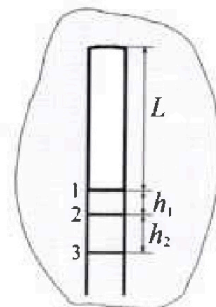
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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  $60^\circ$ . 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  $2E_0/3$  (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.

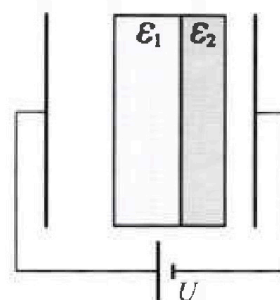
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Температура в столбе влажного воздуха установилась  $t_1 = 33^\circ\text{C}$ , в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко 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

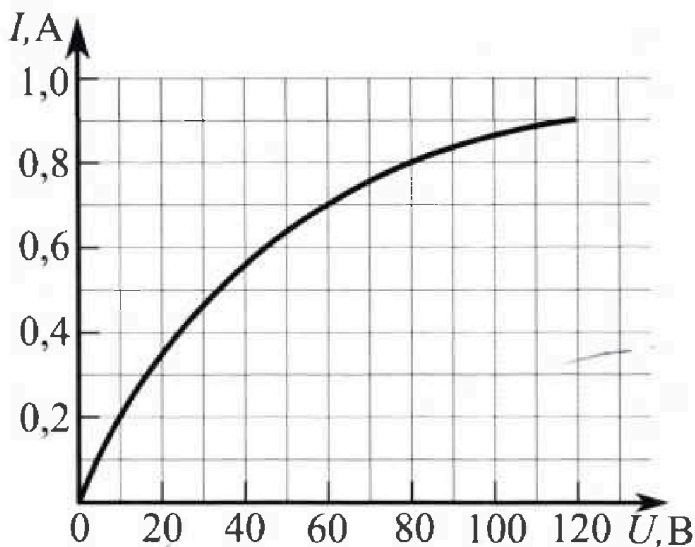
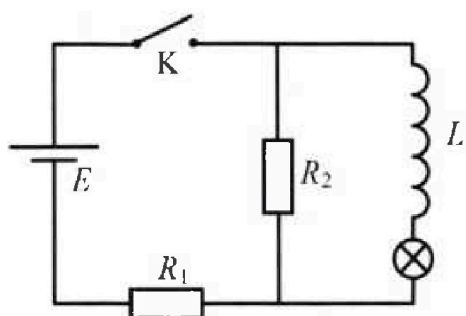
Вариант 11-06



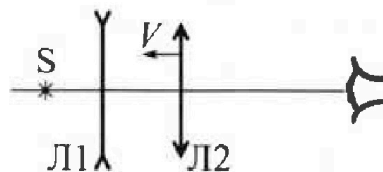
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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.



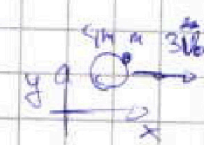
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

$$\begin{cases} 5mv_0 \cdot (3 - \cos 60^\circ) = 4mu_{1x} + 6mu_{2x} \\ -5mv_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 4mu_{1y} + 6mu_{2y} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{25}{4}v_0 = 4u_{1x} + 6u_{2x} \\ -\frac{5\sqrt{3}}{2}v_0 = 4u_{1y} + 6u_{2y} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} u_{2x} = \frac{25}{24}v_0 - \frac{2}{3}u_{1x} \\ u_{2y} = -\frac{5\sqrt{3}}{12}v_0 - \frac{2}{3}u_{1y} \end{cases}$$

$$25mv_0^2 = \frac{4mu_1^2}{2} + \frac{6mu_2^2}{2} + \frac{2}{3}E_0$$

$$u_2^2 = u_{2x}^2 + u_{2y}^2, u_1^2 = u_{1x}^2 + u_{1y}^2$$

$$25mv_0^2 = \frac{2mu_1^2}{2} + \frac{2mu_2^2}{2} + 3m \left( \frac{25}{24}v_0 - \frac{2}{3}u_{1x} \right)^2 + 3m \left( -\frac{5\sqrt{3}}{12}v_0 - \frac{2}{3}u_{1y} \right)^2 + \frac{2}{3}E_0$$

$$25mv_0^2 = 2mu_1^2 + 2mu_2^2 + 3m \cdot \frac{625}{24^2}v_0^2 - 3m \cdot 2 \cdot \frac{50}{24}v_0 u_{1x} + 3m \cdot \frac{4}{9}u_{1x}^2 + 3m \cdot \frac{25 \cdot 3}{12^2}v_0^2 + 3m \cdot \frac{4}{9}u_{1y}^2 + 2m \cdot \frac{5\sqrt{3}}{12}v_0 u_{1y} + \frac{2}{3}E_0$$

$$25mv_0^2 = \left(2 + \frac{4}{3}\right)mu_1^2 + \left(2 + \frac{4}{3}\right)mu_2^2 + mv_0^2 \left( \frac{5 \cdot 625}{576} + \frac{3 \cdot 25 \cdot 3}{144} + \frac{65}{36} \right) + mv_0 \left( \frac{50}{12}u_{1x} + \frac{5\sqrt{3}}{3}u_{1y} \right)$$

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



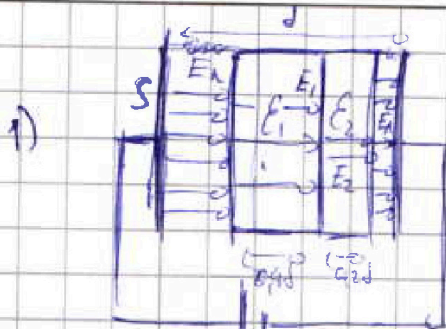
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

$$E_n = E_n$$

Поле в каждой из областей

$$E_0 = U/d$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\Rightarrow C_n = \frac{\epsilon_1 \epsilon_2 \epsilon_0 S}{(0,9 \epsilon_1 \epsilon_2 + 0,9 \epsilon_1 + 0,2 \epsilon_1) d} = \frac{2 \cdot 6 \cdot \epsilon_0 S}{(0,9 \cdot 2 \cdot 6 + 0,9 \cdot 6 + 0,2 \cdot 6) d} = \frac{12 \epsilon_0 S}{7,6 d} = \frac{110 \epsilon_0 S}{76 d}$$

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

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

3)



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

гранича сред

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





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

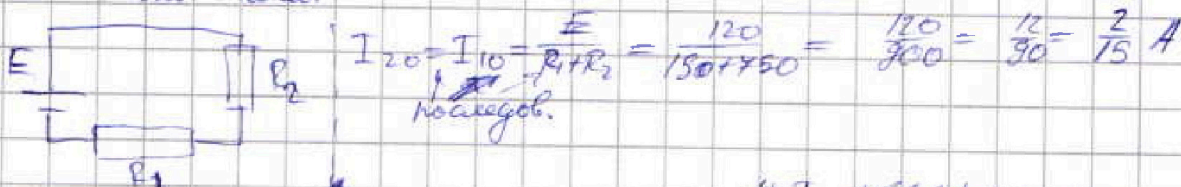
МФТИ

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



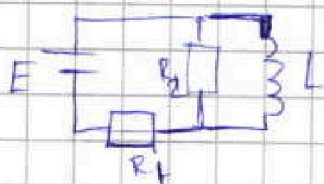
№4

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



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

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



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

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

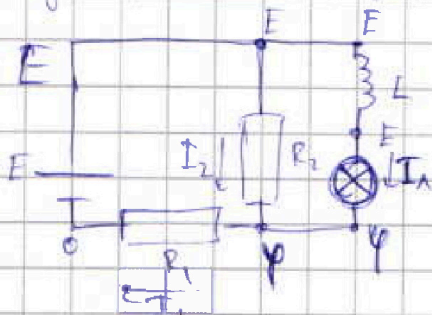
$$L \dot{I}_L = I_{20} R_2 = \frac{E R_2}{R_1 + R_2}$$

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

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

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

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



$$I_1 = I_2 + I_A$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Пересечение  $I_A = E - \frac{6}{5} U_A$  и ВАХ катушки даёт силу тока.



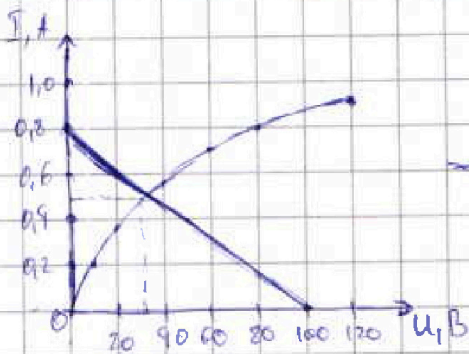
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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:

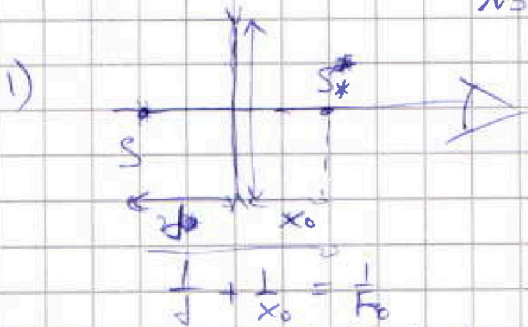
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

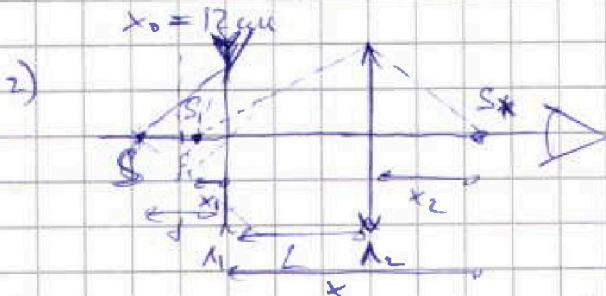


NS



Максимум отбиты в высоту =  
 $\Rightarrow D_0 = D_1 + D_2 = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} =$   
 $= -\frac{1}{10} + \frac{1}{15} = -\frac{3}{30} + \frac{2}{30} = -\frac{1}{30}$   
 $F_0 = \frac{1}{D_0} = -30 \text{ см}$

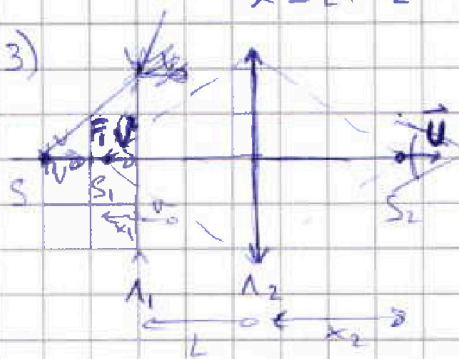
$\frac{1}{d} + \frac{1}{x_0} = \frac{1}{F_0}$   
 $x_0 = \left| \frac{d F_0}{d - F_0} \right| = \left| \frac{20 \cdot (-30)}{20 - (-30)} \right| = \left| \frac{-600}{50} \right| = -\frac{60}{5} = -12 \text{ см} \Rightarrow 12 \text{ см}$



$x = L + x_2$   
 $\frac{1}{L+x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{F_2}$   
 $\frac{1}{d} + \frac{1}{x_1} = \frac{1}{F_1}$   
 $x_1 = \left| \frac{d F_1}{d - F_1} \right| = \left| \frac{20 - (-10)}{20 - (-10)} \right| = \frac{200}{30} = \frac{20}{3} \text{ см}$   
 $x_2 = \frac{(x_1 + L) F_2}{(x_1 + L) - F_2} = \frac{(\frac{20}{3} + 25) \cdot 15}{\frac{20}{3} + 25 - 15} =$

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

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



перейдем в СО наблюдателя  
 и увидим источник S, изображение,  
 которое ~~идет~~ движется относительно  
 U на расстоянии  $x_1 + L$  от  $\Lambda_2$  со  
 скоростью его изображения  $U - U \frac{x_1}{x_1 + L}$

$x_1 = \frac{20}{3} \text{ см}$   
 $x_2 = 28,5 \text{ см}$   
 $U = U \cdot \frac{(x_1 + L)^2}{(x_1 + L)^2} = 2 \cdot \frac{28,5^2}{(\frac{20}{3} + 25)^2} = 2 \cdot \frac{95^2 \cdot 3^2}{10^2} = 2 \cdot \frac{95^2}{10^2} = 2 \cdot \frac{9025}{100} = 180,5 \text{ см}$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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)  $u = 1,61 \text{ см/с}$ .



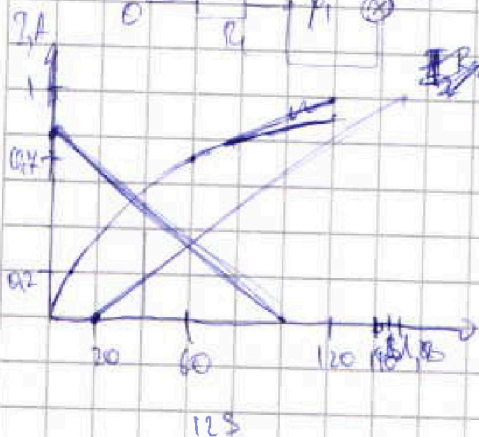
На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
 Отметьте крестиком номер задачи,  
 решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

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



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

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

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

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

$$\varphi_1 = 20 \text{ В} = \frac{60}{125}$$

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

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

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

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

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

$$\frac{60}{125} = \frac{\varphi_1 - 20}{125}$$

$$\frac{60}{125} = \frac{96}{125} = \frac{8}{25}$$

$$0,8 - \frac{4}{25} = 0,8 - 0,16 = 0,64$$

$$0,8 - \frac{4}{25} = 0,64$$

$$\frac{64}{5} = \frac{4}{125} + 125$$

$$U = 9 \cdot 20 = 180$$

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

$$I_1 = I_2 + I_A$$

$$I_A = I_1 - I_2 = \varphi_1 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) - \frac{E}{R_2}$$

$I$ (A)	0,2	0,35	0,4	0,45	0,8	0,9
$U$ (V)	10	20	60	75	80	120
$\varphi_1$ (V)	110	150	60	50	40	0
$R_1$ (Ω)	90	75	90	30	20	XX
$R_2$ (Ω)	125	125	125	125	125	125
	420	490	320	240		
	1000	1100	1000	1000	1000	

$$I_1 R_2 = U_A$$

$$I_1 = I_2 + I_A$$

$$I_A = I_1 - I_2$$

$$I_1 = I_2 + I_A$$

$$I_A = I_1 - I_2 = \varphi_1 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) - \frac{E}{R_2}$$



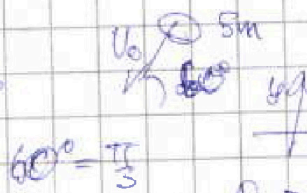
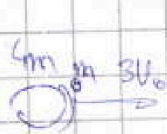
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

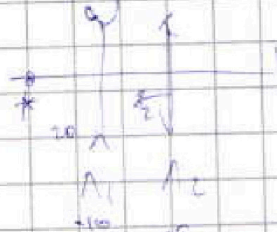
$$p_x = 5m v_0 - 5m v_0 \cos \frac{\pi}{3} = 5m v_0 (1 - \cos \frac{\pi}{3}) = \frac{25}{2} m v_0$$

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

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

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

$$20 m u_y = -\frac{5\sqrt{3}}{2} m v_0$$



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

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

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

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

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

$$-\frac{1}{10} + \frac{1}{15} =$$

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

$$50 \frac{m v_0^2}{2} + E_0 = 10 \cdot \frac{29}{16} \cdot \frac{m v_0^2}{2} + E_0 \quad \frac{1}{20} +$$

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



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

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

29  
25

$$(25 - 1)^2 = 25 m v_0^2 = \frac{4m u_{1x}^2}{2} + \frac{4m u_{1y}^2}{2} + \frac{6m u_{2x}^2}{2} + \frac{6m u_{2y}^2}{2} + 2 \cdot \frac{E_0}{2}$$

$$= 625 - 25 \cdot 2 + 1 =$$

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

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

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

$$\varphi_1 = E - U = \frac{170}{150} - \frac{U}{\frac{1}{35} + \frac{1}{5}} = \frac{170}{175} - \frac{U}{\frac{4}{35}} = \frac{170}{175} - \frac{35U}{4}$$

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"/>

МФТИ

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

Эмиссия

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

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

$$\frac{e}{4} v_0 = \frac{4 \mu \mu_0 n + \mu_0 n}{10 \text{ м}} \cdot 10$$

$$\frac{25}{2} \frac{e}{4} v_0 = 4 \mu_0 + 6 \mu_0$$



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!



$$pV = \nu RT$$

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

$$pV_1 = \nu RT$$

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

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

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

$$240 - 4U_0 = 980 - 49U_0$$

$$45U_0 = 980 - 240 = 740$$

$$U_0 = \frac{740}{45} = \frac{148}{9} = 16 \frac{4}{9}$$

$$k = \sqrt{\frac{20 - U_0}{0,09}} = \sqrt{\frac{20 - \frac{148}{9}}{0,09}} = \sqrt{\frac{\frac{180 - 148}{9}}{0,09}} = \sqrt{\frac{32}{0,81}} = \frac{\sqrt{32}}{0,9} = \frac{4\sqrt{2}}{0,9} = \frac{40\sqrt{2}}{9} = \frac{1,2}{0,9} = \frac{12}{9} = \frac{4}{3}$$

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

$$\left(\frac{4}{3} U_x + \frac{25}{4} U_0\right)^2$$

$$p_1 + p_2 =$$

$$Q = c_p \nu RT$$

po. dV -  
p - const

$$0,9 \cdot 12 = 4,8$$

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

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

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

$$0,09 = \frac{1000}{g} \cdot (600 - 16 \frac{4}{9}) =$$

$$= \frac{200}{g} \cdot 43 \frac{5}{9} = \frac{2000}{g} - \frac{3600 \cdot 2745}{g} =$$

$$= \frac{2000 \cdot 992}{g}$$

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

$$E_A = E_n$$

$$E_0 d = U$$

$$c_p \nu dT =$$

$$\nu R \Delta T = A \quad 34$$

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

$$\frac{E_n}{E_1} \left( \frac{0,9}{E_1} + \frac{0,2}{E_2} + 0,9 \right) = E_0 d$$

$$E_n \frac{U}{d \left( \frac{0,9}{E_1} + \frac{0,2}{E_2} + 0,9 \right)}$$

$$\left( 1 - \frac{0,9}{E_1} - \frac{0,2}{E_2} \right) E_0 = 0,4 (E_A + E_n) = 0,4 E_n$$

$$E_n = \frac{1 - \frac{0,9}{E_1} - \frac{0,2}{E_2}}{0,4} \frac{U}{d}$$

$$S \frac{d^2 E}{dt^2} = E^2 E - E =$$

$$= E^2 (E - 1)$$

$$E \left( 1 - \frac{1}{E} \right)$$

$$E^2 = \frac{E}{E}$$

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!

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

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

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

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

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

$$\frac{85}{6} mU_0^2 = \frac{625}{128} U_0^2 - \frac{75}{8} U_0 U_x + \frac{9}{2} U_x^2 + \frac{275}{32} U_0^2 + \frac{45\sqrt{3}}{4} U_0 U_y + \frac{9}{2} U_y^2 + 3mU_x^2 + 3mU_y^2$$

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

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

8 m  
4 m

