



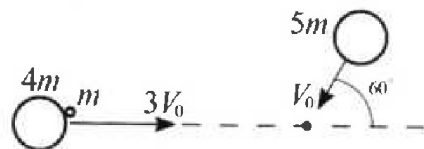
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-06

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

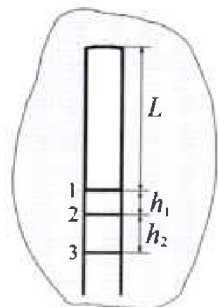


1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы  $4m$ , скорость  $3V_0$ , второй шайбы  $5m$ , скорость  $V_0$ . Угол между направлениями скоростей  $60^\circ$ . К первой шайбе прикреплен кусочек 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.

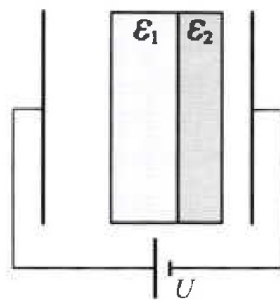
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Температура в столбе влажного воздуха установилась  $t_1 = 33^\circ\text{C}$ , в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко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

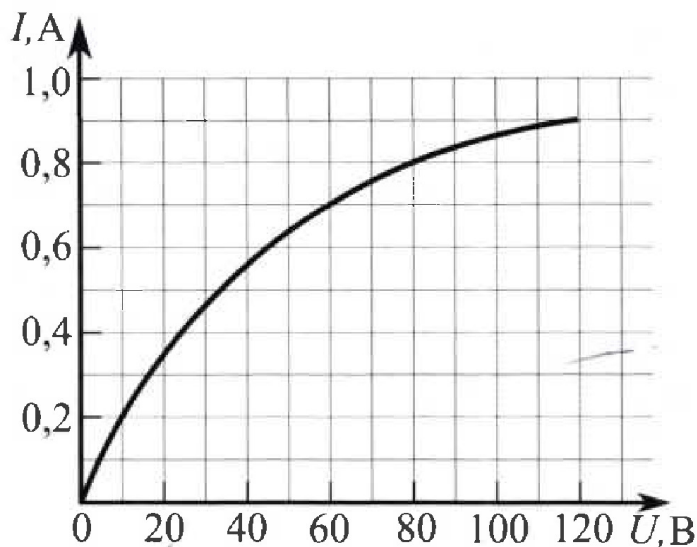
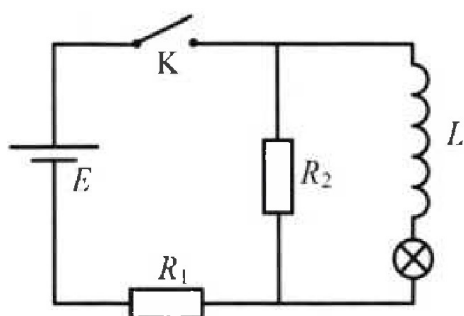
Вариант 11-06

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

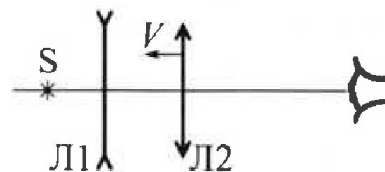


4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные,  $L = 0,5$  Гн,  $E = 120$  В,  $R_1 = 150$  Ом,  $R_2 = 750$  Ом. Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

- 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.



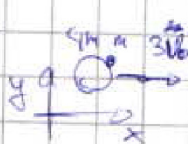
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

|                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input checked="" 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!



ИИ

Пусть конечная скорость системы  $\vec{u}$ .

Тогда по ЗСИ (внешних сил нет  $\rightarrow$  ЗСИ - выполн.)

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

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

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

2) Запишем ЗСЭ

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

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

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

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

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

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

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

$$25mv_0^2 = 2mu_{1x}^2 + 2mu_{1y}^2 + 3m \cdot \frac{625}{24}v_0^2 - 3m \cdot 2 \cdot \frac{50}{12}v_0 u_{1x} + 3m \cdot \frac{25}{12}v_0^2 + 3m \cdot \frac{25}{12}v_0^2 + 3m \cdot \frac{25}{12}v_0^2 + 3m \cdot \frac{25}{12}v_0^2$$

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

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

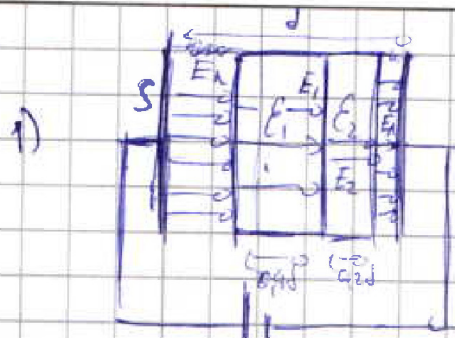
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



N3

$$E_n = E_n$$

начная напряженность без обкладки

$$E_0 = \frac{U}{d}$$

или

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

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

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

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

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

2)  $Q = C U$ ,  $C_p$  — результирующая ёмкость  $C_{ср}, C_1, C_2$  или

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

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

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

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

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

3)

$$\begin{matrix} -q & q \\ + & - \\ -E^2 & +E^2 \\ S & - \end{matrix}$$

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

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

МФТИ

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

$$q = \epsilon_0 S E_n \frac{E_1 - E_2}{E_1 + E_2} = \epsilon_0 S \cdot \frac{3}{2} \frac{U}{d} \cdot \frac{2 - 6}{2 + 6} = \frac{\epsilon_0 S U}{d} \cdot \frac{3(-4)}{8 \cdot 2 \cdot 6} = - \frac{\epsilon_0 S U}{2d}$$

Ответ: 1)  $E_n = \frac{3}{2} \frac{U}{d}$ ; 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:

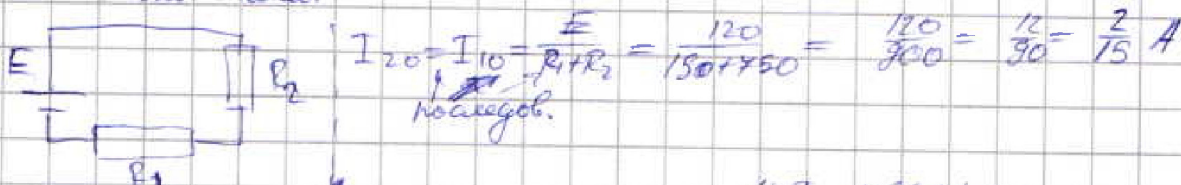
1 2 3 4 5 6 7  
☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

МФТИ

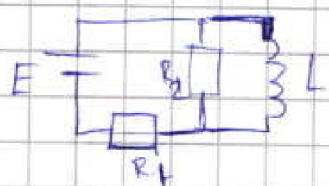
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



- 1) В начальный момент времени ток через катушку  $(I_L)$  не течет  $\rightarrow$  эквив. схема:



- 2) В нач. момент  $I_L = 0 \rightarrow U_L = 0$  эквив. схема  $U_L = U_{R_2} = I_{20} \cdot R_2$



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

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

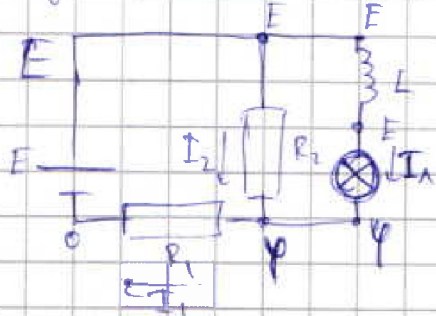
$$L \dot{I}_L = I_{20} R_2 = \frac{E R_2}{R_1 + R_2}$$

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

$$\dot{I}_A = \frac{E R_2}{L(R_1 + R_2)} = \frac{120 \cdot 750}{0,5 \cdot (150 + 750)} = \frac{2 \cdot 1450}{15 \cdot 0,5} = \frac{4 \cdot 305 \cdot 50}{3 \cdot 5} = 200 \text{ A/c}$$

ток через лампочку и катушку одинаков (послед. сог.)

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



$$I_1 = I_2 + I_A$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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!



$$\Rightarrow I_A \approx 0,52 \text{ A}$$

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

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) 
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{x_0} = \frac{1}{F_0}$$

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

2) 
$$x = L + x_2$$

$$\frac{1}{L + x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{F_2}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{x_1} = \frac{1}{F_1}$$

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

$$x_2 = \frac{(x_1 + L) F_2}{(x_1 + L) - F_2} = \frac{(\frac{20}{3} + 25) \cdot 15}{\frac{20}{3} + 25 - 15} = \frac{95 \cdot 15}{\frac{20}{3} + 10} = \frac{95 \cdot 15}{\frac{50}{3}} = \frac{95 \cdot 15 \cdot 3}{50} = \frac{95 \cdot 3}{10} = \frac{285}{10} = 28.5 \text{ cm}$$

$$x = L + x_2 = 25 + 28.5 = 53.5 \text{ cm}$$

3) 

перейдем в СО линзы  
 движущийся источник S, изображение,  
 которое мы видим движется со скоростью U  
 на расстоянии  $x_1 + L$  от  $\Lambda_2$  со  
 скоростью его изображения  $U \cdot \frac{x_2}{x_1 + L}$

$$x_1 = \frac{20}{3} \text{ cm}$$

$$x_2 = 28.5 \text{ cm}$$

$$U = U \cdot \frac{x_2}{(x_1 + L)^2} = 2 \cdot \frac{28.5^2}{(\frac{20}{3} + 25)^2} = 2 \cdot \frac{95^2 \cdot 3^2}{(20 + 75)^2} = 2 \cdot \frac{95^2}{10^2} = 2 \cdot \frac{9025}{100} = 180.5 \text{ cm/s}$$



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"/> |



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

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

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



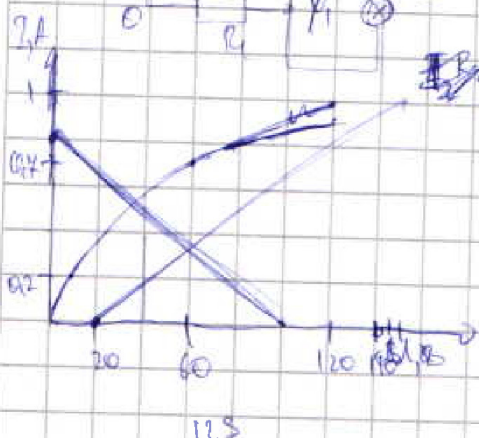
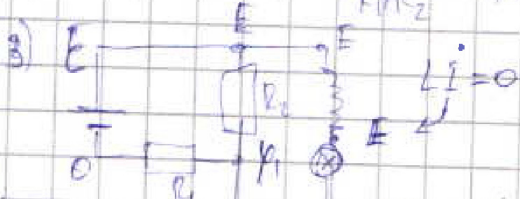
На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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)  $I_{20} = I_0 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120}{150 + 30} = \frac{120}{180} = \frac{2}{3} = \frac{2}{15} A$



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

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

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

$= \varphi_1 \cdot \frac{150 + 30}{150 \cdot 30} - \frac{120}{30} = \frac{\varphi_1}{25} - \frac{4}{1} = \frac{\varphi_1 - 100}{25}$

$\varphi_1 = 200 - 125I$

$LI = IR_2 = \frac{E R_2}{R_1 + R_2} = \frac{120 \cdot 30}{180} = 20$

$I = \frac{E R_2}{L(R_1 + R_2)} = \frac{120 \cdot 30}{180 \cdot 125} = \frac{30}{125} = \frac{6}{25}$

$I_2 = \frac{E - \varphi_1}{R_2}$   
 $I_1 = I_2 + I_0$

$I_1 = I_2 + I_0 = \frac{E - \varphi_1}{R_2} + I_0 = \frac{\varphi_1 - 100}{25} + \frac{2}{15} = \frac{\varphi_1 - 100}{25} + \frac{2}{15}$

$= \frac{\varphi_1 - 100}{25} + \frac{2}{15} = \frac{3\varphi_1 - 300 + 20}{75} = \frac{3\varphi_1 - 280}{75}$

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

| $I(A)$ | 0.2 | 0.25 | 0.4 | 0.45 | 0.8 | 0.9 |
|--------|-----|------|-----|------|-----|-----|
|--------|-----|------|-----|------|-----|-----|

| $U(V)$ | 10 | 20 | 60 | 75 | 20 | 120 |
|--------|----|----|----|----|----|-----|
|--------|----|----|----|----|----|-----|

| $E - \varphi_1$ | 110 | 180 | 60 | 50 | 40 | 0 |
|-----------------|-----|-----|----|----|----|---|
|-----------------|-----|-----|----|----|----|---|

| $R_2$ | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
|-------|----|----|----|----|----|----|
|-------|----|----|----|----|----|----|

| $I_2$ | 3.6 | 6.0 | 2.0 | 1.6 | 1.3 | 0 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|---|
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|---|

$\varphi_1 = 200 - 125I$

$\varphi_1 = 60 \quad I(120 - 20) = 100$

$\varphi_1$

100

0.35

110

0.2

80

1.25

90

$\varphi_1 \cdot \sqrt{60} = 0.4$

$0.3 \cdot \sqrt{100} = 0.4$

$2.4 \sqrt{5} = 0.8$

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

$\frac{0.8}{5} = \frac{U}{125} + \frac{125}{5}$

$U = 9 \cdot 20 = 180$

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

$I_1 = I_2 + I_0$

$I_1 = I_2 + I_0 = \varphi_1 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) + \frac{E}{R_2}$

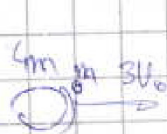
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!



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

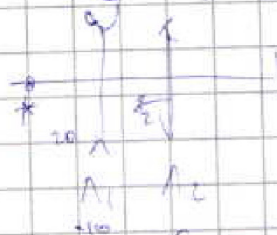
$$p_x = 5m v_0 - 5m v_0 \cos \frac{\pi}{3} = 5m v_0 (1 - \cos \frac{\pi}{3}) = \frac{25}{2} m v_0$$

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

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

$$10m u_x = \frac{25}{2} m v_0$$

$$10m u_y = -\frac{5\sqrt{3}}{2} m v_0$$



$$-\frac{1}{F_1} - \frac{1}{F_2} + \frac{1}{F_3} = \frac{1}{F_4}$$

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

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

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

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

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

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

$$\frac{5 \cdot 29}{8} - 50 = 5 \left( \frac{29}{8} - 10 \right) = 5 \cdot \frac{80 - 79}{8} = \frac{5}{8} \cdot 1 = \frac{25B}{8}$$



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

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

29  
25

$$(25 - 1)^2 = 625 - 25 - 2 + 1 = 600$$

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

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

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

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

$$\varphi_1 = E - U = \frac{120}{150} - \frac{U \cdot 80}{450 \cdot 150} = \frac{8}{175}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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 ток

$$u = \frac{\sqrt{2}}{2} U_0$$

$$10 \text{ м} \frac{\sqrt{2}}{2} = u$$

$$\frac{q U_0}{4} = \frac{4 \mu \text{ м} \cdot u_{1x} + u_{2x} \cdot 4 \mu \text{ м}}{10 \text{ м}} \cdot 10$$

$$\frac{25}{2} \frac{q U_0}{4} = 4 \mu \text{ м} + 6 \mu \text{ м}$$

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!



$$0.09 = k^2 (20 - u_0)$$

$$u_x = \frac{2}{3} u_x - \frac{25}{4} u_0$$

$$pV = \nu RT$$

$$pV + u_0 = \nu RT + \frac{1}{2} \nu u_0^2$$

$$0.09 = k^2 (60 - u_0)$$

$$\left( \frac{u}{3} u_x + \frac{25}{4} u_0 \right)$$

$$\frac{0.09}{0.49} = \frac{20 - u_0}{60 - u_0}$$

$$240 - 4u_0 = 980 - 99u_0$$

$$95u_0 = 980 - 240 = 740$$

$$u_0 = \frac{740}{95} = \frac{148}{19} = 7.789$$

$$-\frac{25}{4} u_0$$

$$k = \sqrt{\frac{20 - u_0}{0.49}}$$

$$-\frac{25}{4} u_0$$

$$p_1 + p_2 =$$

$$Q = c_p \nu R T$$

$$p_0 \Delta V$$

$$p = \text{const}$$

$$= \sqrt{\frac{24.5}{0.49}} = \sqrt{\frac{24.5}{0.49}} = \frac{4.95}{0.49} = 10.1$$

$$-\frac{25}{4} u_0$$

$$0.9 - 12 = 4.8$$

$$0.9 - 6 = 2.9$$

$$0.09 = \frac{100.2}{g} \cdot (600 - 16 \frac{39}{g}) =$$

$$6 + 1.2 = 7.2$$

$$7.2 \cdot 2 = 14.4$$

$$= \frac{200}{g} \cdot 43.5 = \frac{200}{g} \cdot \frac{360 + 24.5}{g} =$$

$$= \frac{200 \cdot 384.5}{g}$$

$$E_1, E_2, E_n$$

$$E_n = E_n$$

$$E_0 d = u$$

$$c_p \nu R T =$$

$$\nu R T = A$$

$$\frac{E_1}{E_1} \cdot 0.4 + \frac{E_2}{E_2} \cdot 0.4 + \frac{E_n}{E_n} \cdot 0.4 = 0.4$$

$$\frac{E_n}{E_1} \left( \frac{0.4}{E_1} + \frac{0.4}{E_2} + 0.4 \right) = E_2$$

$$E_n \frac{u}{d \left( \frac{0.4}{E_1} + \frac{0.4}{E_2} + 0.4 \right)}$$

$$\left( 1 - \frac{0.4}{E_1} - \frac{0.4}{E_2} \right) E_0 = 0.4 (E_1 + E_2) = 0.8$$

$$E_n = \frac{1 - \frac{0.4}{E_1} - \frac{0.4}{E_2}}{0.4} \cdot 16$$

$$S_{\text{св}} = \frac{E^2 E - E}{E(E-1)} = \frac{E(1 - \frac{1}{E})}{E} = \frac{E-1}{E}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!

$$\frac{25}{9}U_0 = 4u_x + 6u_y$$

$$u_x = \frac{25}{16}U_0 - \frac{3}{2}u_y$$

$$u_y = -\frac{5\sqrt{3}}{8}U_0 - \frac{3}{2}u_x$$

$$25mU_0^2 = 2m(u_x^2 + u_y^2) + 3m(u_{2x}^2 + u_{2y}^2) + \frac{45}{6}mU_0^2$$

$$\frac{150-65}{6}mU_0^2 = 2m\left(\frac{25}{16}U_0 - \frac{3}{2}u_y\right)^2 + 3m\left(-\frac{5\sqrt{3}}{8}U_0 + \frac{3}{2}u_y\right)^2 + 3u_{2x}^2 + 3u_{2y}^2$$

$$\frac{85}{6}mU_0^2 = \frac{625}{128}U_0^2 - \frac{45}{8}U_0u_{2y} + \frac{9}{2}u_{2x}^2 + \frac{225}{32}U_0^2 + \frac{45\sqrt{3}}{4}U_0u_{2y} + \frac{9}{2}u_{2y}^2$$

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

$$u_y = -\frac{\sqrt{3}}{4}U_0$$

8 m  
9 m

