



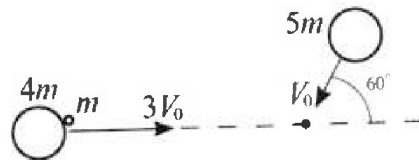
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 .



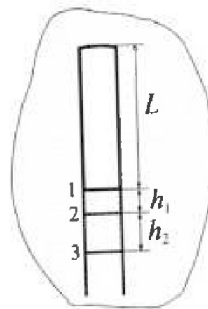
1) Найдите скорость шайб, если после столкновения они приклеились друг к другу.

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.

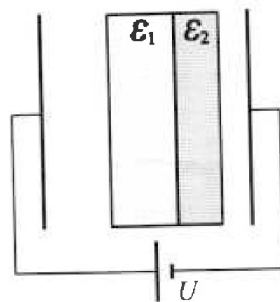


1) Найти высоту L столба влажного воздуха в пробирке до нагревания.

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

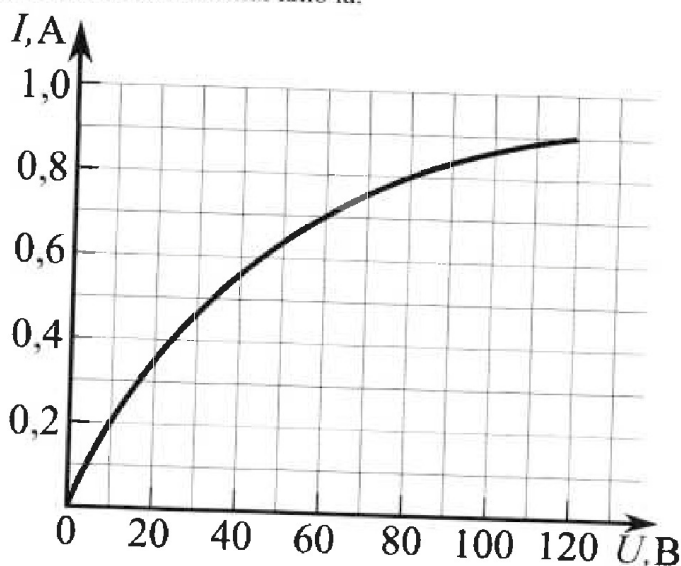
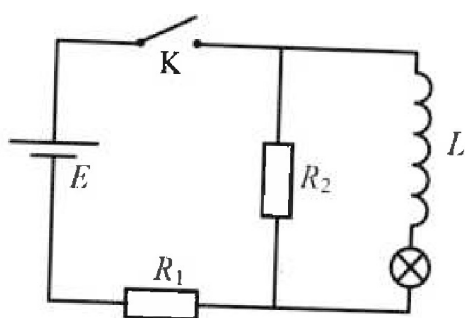
Вариант 11-06

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

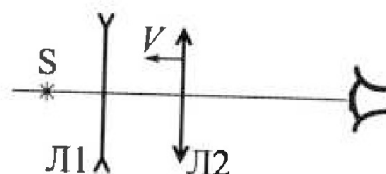


4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные, $L = 0,5$ Гн, $E = 120$ В, $R_1 = 150$ Ом, $R_2 = 750$ Ом. Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

- 1) 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 $F_1 = -10$ 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) Найти 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,

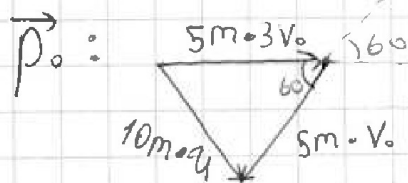
решение которой представлено на странице:

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!

1) В плоскости рисунка внешние силы на нашу систему не действуют $\Rightarrow$ сохраняется импульс системы



$$(10mu)^2 = (5mV_0)^2 + (5mV_0)^2 - 2 \cdot 5mV_0 \cdot 5mV_0 \cdot \cos 60^\circ$$

$$100m^2u^2 = 25m^2V_0^2 + 25m^2V_0^2 - 25m^2V_0^2$$

теорема косинусов

$$100m^2u^2 = 25m^2V_0^2 + 25m^2V_0^2 - 15m^2V_0^2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$100u^2 = 250V_0^2 - 75V_0^2 = 175V_0^2$$

$$u^2 = \frac{175V_0^2}{100}$$

$$u = \frac{V_0}{2} \cdot \sqrt{7}$$

2) $E_0 = E_{\text{нач}} - E_{\text{кон}} \quad (\text{Закон сохранения энергии})$

$$E_0 = \frac{5m \cdot (3V_0)^2}{2} + \frac{5m \cdot V_0^2}{2} - \frac{5m \cdot \left(\frac{V_0}{2} \cdot \sqrt{7}\right)^2}{2} = \frac{5m}{2} (9V_0^2 + V_0^2)$$

$$- 5m \cdot \frac{7V_0^2}{4} = \frac{5m}{2} \cdot 10V_0^2 - \frac{35mV_0^2}{24} = \frac{100mV_0^2}{4} - \frac{35mV_0^2}{4}$$

$$= \frac{65mV_0^2}{4}$$

3) $\frac{2}{3}E_0 = E_{\text{нач}} - E_{\text{кон}}; \quad E_{\text{кон}} = E_{\text{нач}} - \frac{2}{3}E_0$

$$E_{\text{кон}} = \frac{5m \cdot 9V_0^2}{2} + \frac{5m \cdot V_0^2}{2} - \frac{2}{3} \cdot \frac{65mV_0^2}{4}$$

$$E_{\text{кон}} = \frac{45mV_0^2}{2} + \frac{5mV_0^2}{2} - \frac{65mV_0^2}{6} = \frac{135mV_0^2}{6} + \frac{15mV_0^2}{6} - \frac{65mV_0^2}{6}$$

$$E_{\text{кон}} = \frac{85}{6} mV_0^2 = \frac{4m \cdot u_1^2}{2} + \frac{6m \cdot u_2^2}{2} = 2mu_1^2 + 3mu_2^2$$

$$\frac{85}{6} mV_0^2 = 2mu_1^2 + 3mu_2^2 \quad (\text{запишем})$$

$$u_{\text{отн}}^2 = (u_{1x} - u_{2x})^2 + (u_{1y} - u_{2y})^2 = u_{1x}^2 + u_{2x}^2 - 2u_{1x}u_{2x} + u_{1y}^2 + u_{2y}^2 - 2u_{1y}u_{2y}$$

$$u_{\text{отн}}^2 = u_1^2 + u_2^2 - 2(u_{1x}u_{2x} + u_{1y}u_{2y})$$

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!

Импульс также сохранился

$$10m \cdot \left(\frac{10m \cdot V_0 \sqrt{7}}{2} \right)^2 = (4m \cdot u_{1x} + 6m \cdot u_{2x})^2 + (4m \cdot u_{1y} + 6m \cdot u_{2y})^2$$

$$25 \cdot 7 \cdot m^2 V_0^2 = 16m^2 u_{1x}^2 + 36m^2 u_{2x}^2 + 2 \cdot 24m^2 \cdot u_{1x} u_{2x} + 16m^2 u_{1y}^2$$

$$+ 36m^2 u_{2y}^2 + 2 \cdot 24m^2 u_{1y} u_{2y}$$

$$175 V_0^2 = 16 u_{1x}^2 + 36 u_{2x}^2 + 48 u_{1x} u_{2x} + 16 u_{1y}^2 + 36 u_{2y}^2 + 48 u_{1y} u_{2y}$$

$$175 V_0^2 - 16(u_{1x}^2 + u_{1y}^2) - 36(u_{2x}^2 + u_{2y}^2) = 48(u_{1x} u_{2x} + u_{1y} u_{2y})$$

$$175 V_0^2 - 16 u_1^2 - 36 u_2^2 = 48(u_{1x} u_{2x} + u_{1y} u_{2y})$$

Выразим из выше: $2(u_{1x} u_{2x} + u_{1y} u_{2y}) = \frac{u_1^2 + u_2^2 - u_{отн}^2}{2}$

$$\Rightarrow 175 V_0^2 - 16 u_1^2 - 36 u_2^2 = 24 \cdot \frac{u_1^2 + u_2^2 - u_{отн}^2}{2}$$

$$175 V_0^2 - 16 u_1^2 - 36 u_2^2 = 12 u_1^2 + 12 u_2^2 - 12 u_{отн}^2$$

$$175 V_0^2 - 28 u_1^2 - 48 u_2^2 + 12 u_{отн}^2 = 0$$

Ответ: $u = \frac{V_0}{2} \cdot \sqrt{7}$

$$E_0 = \frac{65 m V_0^2}{4}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

2 1) ~~до нагревания - пар насыщенный~~

т.к. ~~А именно~~ первый процесс происходит ~~быстро~~, то
пар насыщенный ~~для~~ t_1 не успел конденсироваться
($v = \text{const}$)

$$P_1 \cdot L S = v_0 R t_1 \Rightarrow \frac{v_0 R}{S} = \frac{P_1 L}{t_1}$$

$$(P_1 + p g h_1)(L + h_1) S = v_0 R t_2$$

$$P_1 L S + P_1 h_1 S + p g h_1 L S + p g h_1^2 S = t_2 \cdot \frac{v_0 R}{S} = t_2 \cdot \frac{P_1 L}{t_1}$$

$$P_1 L + P_1 h_1 + p g h_1 L + p g h_1^2 = t_2 \cdot \frac{P_1 L}{t_1}$$

$$P_1 = \rho_{\text{пар}} g \cdot x, \text{ где } x = 38 \text{ мм}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{пар}} g x L + \rho_{\text{пар}} g x h_1 + p g h_1 L + p g h_1^2 = L \cdot \frac{t_2}{t_1} \cdot \rho_{\text{пар}} g x$$

$$L (\rho_{\text{пар}} x + p h_1 - \frac{t_2}{t_1} \cdot \rho_{\text{пар}} x) = -\rho_{\text{пар}} x h_1 - p h_1^2$$

$$L = \frac{\rho_{\text{пар}} x h_1 + p h_1^2}{\frac{t_2}{t_1} \cdot \rho_{\text{пар}} x - \rho_{\text{пар}} x - p h_1} = \frac{13600 \cdot 38 \cdot 15 + 1000 \cdot 15^2}{\frac{3240}{306} \cdot 13600 \cdot 38 - 13600 \cdot 38 - 1000 \cdot 15} \text{ мм}$$

$$= \frac{13,6 \cdot 38 \cdot 15000 + 15000 \cdot 15}{306 \cdot 13600 \cdot 38 - 13600 \cdot 38 - 1000 \cdot 15}$$

Ответ

$$P_0 \cdot L S = v_0 R t_1$$

$$P_0 \cdot (L + h_1) S = v_0 R t_2$$

$$\Rightarrow \frac{L}{L + h_1} = \frac{t_1}{t_2}$$

$$L t_2 = L t_1 + t_1 h_1$$

$$L (t_2 - t_1) = t_1 h_1$$

$$L = \frac{306 \cdot 306 \cdot 306 \cdot 15 \text{ мм}}{34} = 153,15$$

$$\frac{153 \cdot 15}{17} \text{ мм}$$

Ответ



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!

$$Q - \frac{2q}{5 \cdot 3} - \frac{q}{5 \cdot 6} = \frac{q \cdot \epsilon_0 \epsilon_2}{d}$$

$$\frac{30}{17} \cdot \frac{\epsilon_0 \epsilon_2 q}{d} - \frac{\epsilon_0 \epsilon_2 q}{d} \cdot \frac{17}{17} = q \left(\frac{84}{45} + \frac{1}{30} \right) = q \cdot \frac{1}{6}$$

$$q = 6 \cdot \frac{13}{17} \frac{\epsilon_0 \epsilon_2 q}{d} = \frac{78}{17} \frac{\epsilon_0 \epsilon_2 q}{d}$$

Ответ: 1) $E = \frac{30q}{17d}$ 2) $Q = \frac{30}{17} \cdot \frac{\epsilon_0 \epsilon_2 q}{d}$

3) $q = \frac{78}{17} \cdot \frac{\epsilon_0 \epsilon_2 q}{d}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

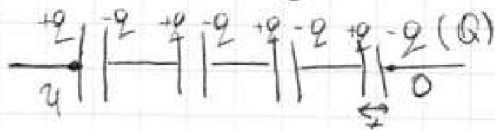
МФТИ

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

★ 13 1) ~~По краям пластин, которые создают электрическое поле, внутри себя не вылетает на внешнее поле~~

$$\Rightarrow E_{\text{внутри}} = 0$$

1) ~~из приведенной на графике системы эквивалентных~~
четырёх последовательно соединённых конденсаторов.



(если мысленно наложить тонкую пластину с диэлектриком и между ними)

$$Q = C_{\text{общ}} \cdot U$$

(не по, что было)

$$C_{\text{общ}} = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4}}$$

$$= \frac{1}{\frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_1 \frac{2d}{5}} + \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_2 \frac{d}{5}} + \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_1 \frac{2d}{5}} + \frac{1}{\epsilon_0 \epsilon_2 \frac{d}{5}}}$$

$$= \frac{1}{\frac{5}{2\epsilon_0 \epsilon_1 d} + \frac{5}{\epsilon_0 \epsilon_2 d} + \frac{5}{2\epsilon_0 \epsilon_1 d} + \frac{5}{\epsilon_0 \epsilon_2 d}}$$

$$= \frac{1}{\frac{5}{\epsilon_0 d} \left(\frac{2}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} + \frac{2}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} \right)} = \frac{1}{\frac{5}{\epsilon_0 d} \left(2 + \frac{2}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} \right)}$$

$$C_{\text{общ}} = \frac{\epsilon_0 d}{5 \left(2 + \frac{2}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} \right)}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{30}{17} \cdot \frac{\epsilon_0 d}{5} \cdot U$$

$$E_{\text{внутри}} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{6 \cdot Q}{17 \cdot \epsilon_0 S}$$

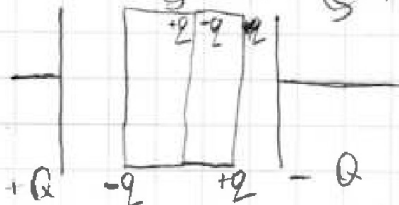
$$\Rightarrow E_{\text{внутри}} = \frac{30 U}{17 d}$$

2) $Q = q = \frac{30}{17} \cdot \frac{\epsilon_0 d}{5} \cdot U$

(не по, что было)

3)

$$U = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{2d}{5} + \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{5} + \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{2d}{5} + \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{5}$$



$$U = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{2d}{5} + \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{5} + \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{2d}{5} + \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{5}$$

$$U = \frac{d}{\epsilon_0 S} \left(Q - \frac{2Q}{5\epsilon_1} - \frac{Q}{5\epsilon_2} \right)$$

(продолжим на графике)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

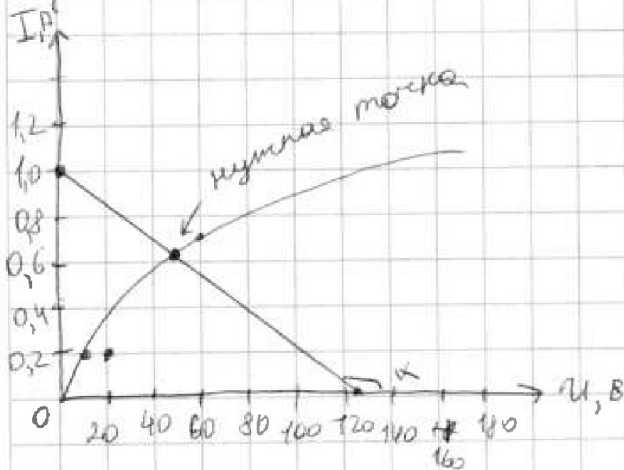
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

Поискать U_0 и I_3 согласно ВАХ лампы

Показать как найденную зависимость (схематично)



$$\lg x \quad I(U_0) = -\frac{1}{125} U_0^{1.5}$$

$$\text{At } \lg x = -\frac{1}{125}$$

$\Rightarrow I$ через катушку $\approx 0,6 \text{ A}$

$$\text{Ответ: } I_{20} = \frac{2}{15} \text{ A}$$

$$I_L \approx 0,6 \text{ A} \quad \frac{I}{I_0} = 200 \frac{\text{A}}{\text{C}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

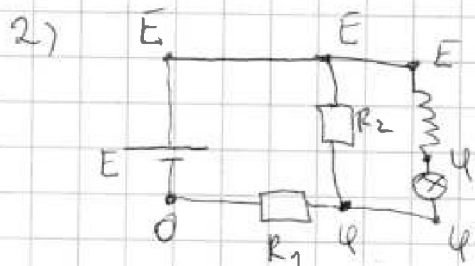
МФТИ

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



~4

L, E, R_1, R_2 1) сразу после замыкания ключа ток через катушку все еще есть $0 \Rightarrow I_{20} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120}{90} = \frac{4}{3} \text{ A}$
 $I_{20} = \frac{2}{15} \text{ A}$



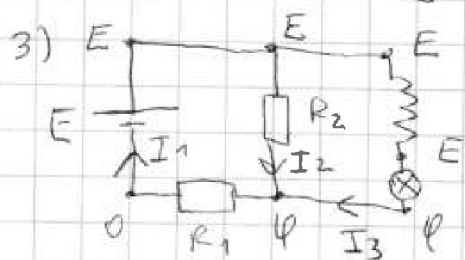
тока через катушку нет $\Rightarrow$
и на катушке нет
напряжения

$$\frac{\varphi - 0}{R_1} = I_{20} \quad \varphi = I_{20} R_1 = \frac{2}{15} \cdot 150$$

$$\varphi = 20 \text{ В}$$

$$\Rightarrow E - \varphi = L \cdot \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{E - \varphi}{L} = \frac{120 - 20}{0,5} = 100 \cdot 2 = 200 \frac{\text{A}}{\text{с}}$$



В установившемся режиме
I через катушку постоянный
 $\Rightarrow U_L = 0$

$I_3 = ?$

$$I_2 + I_3 = I_1; \quad \frac{E - \varphi}{R_2} + I_3(\varphi) = \frac{\varphi}{R_1}$$

$$I_3(\varphi) = \frac{\varphi}{R_1} - \frac{E - \varphi}{R_2} = \varphi \left(\frac{R_2 + R_1}{R_1 R_2} \right) - \frac{120}{750}$$

$$\frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} = \frac{90 + 75}{90 \cdot 75} = \frac{1}{125} \text{ Ом}^{-1}$$

$$I_3(\varphi) = \varphi \cdot \frac{1}{125} - \frac{4}{25}$$

$$U_{\text{на катушке}} = E - \varphi$$

$$I_3(U_0) = \frac{E}{125} - \frac{U_0}{125} - \frac{4}{25} = -\frac{U_0}{125} + \frac{24}{25} - \frac{4}{25} = -\frac{U_0}{125} + \frac{4}{5} \text{ (A)}$$

(продолжение на другой листе)

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!

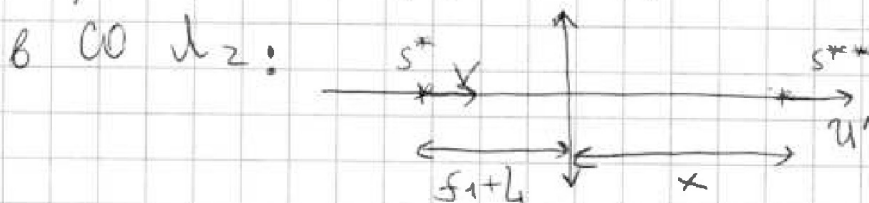
т.к. $f_1 + L > f_2$, то изображение будет действительным.

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{f_1 + L} + \frac{1}{x} \quad x \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f_2} - \frac{1}{f_1 + L} = \frac{1}{15} - \frac{1}{\frac{20}{3} + \frac{75}{3}}$$

$$x \frac{1}{f_2} = \frac{1^{19}}{15} - \frac{3^{13}}{95} = \frac{19}{285} - \frac{9}{285} = \frac{10}{285} = \frac{2}{57}$$

$$\Rightarrow x \frac{1}{f_2} = \frac{57}{2} \text{ см} = 28,5 \text{ см}$$

3) рассмотрим предмет S^* , u_2 и S^{**} — изображение в системе

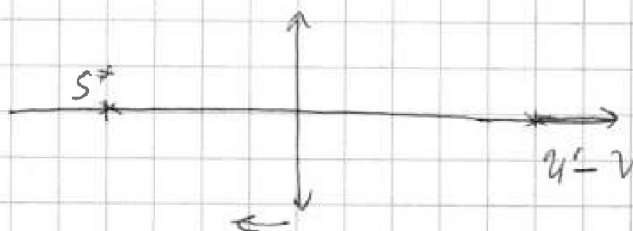


Из формулы такой линзы следует, что $u \uparrow \uparrow v$

$$u' = f^2 \cdot v = \left(\frac{x}{f_1 + L} \right)^2 \cdot v = \left(\frac{\frac{57}{2}}{\frac{20}{3} + \frac{75}{3}} \right)^2 \cdot x \cdot 2 \text{ см/с} =$$

$$= \left(\frac{57 \cdot 3}{2 \cdot 95} \right)^2 \cdot 2 \text{ см/с}$$

Обратно в ЛСО:



$$u = u' - v = \left(\frac{57 \cdot 3}{2 \cdot 95} \right)^2 \cdot 2 \frac{\text{см}}{\text{с}} - 2 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 2 \frac{\text{см}}{\text{с}} \left(\frac{57 \cdot 3}{2 \cdot 95} - 1 \right) \left(\frac{57 \cdot 3}{2 \cdot 95} + 1 \right)$$

$$= 2 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \left(\frac{57 \cdot 3 - 2 \cdot 95}{190} \right) \left(\frac{57 \cdot 3 + 2 \cdot 95}{190} \right) = 2 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{-19 \cdot 361}{190 \cdot 190}$$

$$= 2 \frac{\text{см}}{\text{с}} \cdot \frac{-361}{950} = -\frac{361}{950} \frac{\text{см}}{\text{с}} \Rightarrow \text{в обратную сторону}$$

Ответы: $x_0 = 12 \text{ см}$; $x = 28,5 \text{ см}$; $u = \frac{361}{950} \frac{\text{см}}{\text{с}}$

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!

~ 5. 1) Когда λ_2 встроено к λ_1 - это конструкция эквивалентная одной линзе, оптическая сила которой равна сумме оптических сил λ_1 и λ_2

$$D_1 = D_{\text{экв}} = D_1 + D_2 \neq \text{т.к.}$$

$$\frac{1}{F_{\text{экв}}} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{-10 \text{ см}} + \frac{1}{15 \text{ см}} = \frac{-3}{30 \text{ см}} + \frac{2}{30 \text{ см}} = \frac{-1}{30 \text{ см}}$$

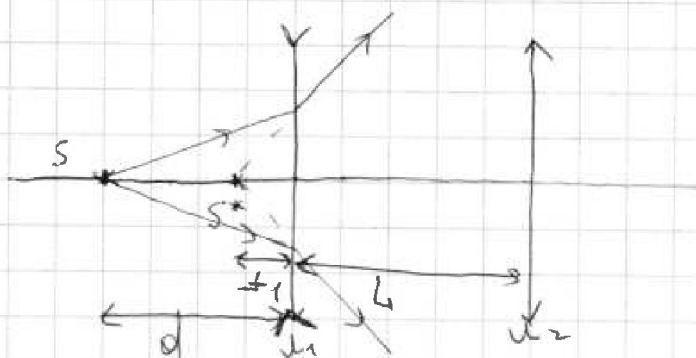
$$F_{\text{экв}} = \frac{30 \text{ см}}{-1} = -30 \text{ см} - \text{рассеивающая}$$

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{F_{\text{экв}}} = \frac{1}{d} - \frac{1}{x_0}$, т.к. λ_1 рассеивающая линза даёт мнимое изображение

$$\frac{1}{x_0} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F_{\text{экв}}} = \frac{F_{\text{экв}} - d}{F_{\text{экв}} d}$$

$$x_0 = \frac{-30 \text{ см} \cdot 20 \text{ см}}{-30 \text{ см} - 20 \text{ см}} = \frac{30 \cdot 20 \text{ см}}{30 + 20} = 12 \text{ см}$$

2)



S - действительный предмет для λ_1 , т.к. от него на линзу падает расходящийся пучок света

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} - \frac{1}{S_1} \quad \frac{1}{S_1} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F_1} = \frac{F_1 - d}{F_1 d}$$

$$S_1 = \frac{F_1 d}{F_1 - d} = \frac{+10 \cdot 20}{+10 - 20} = \frac{200}{-10} = -20 \text{ см}$$

S^* - действительный предмет для λ_2 , т.к. от него на линзу λ_2 падает расходящийся пучок света

(продолжение на другой листе)



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

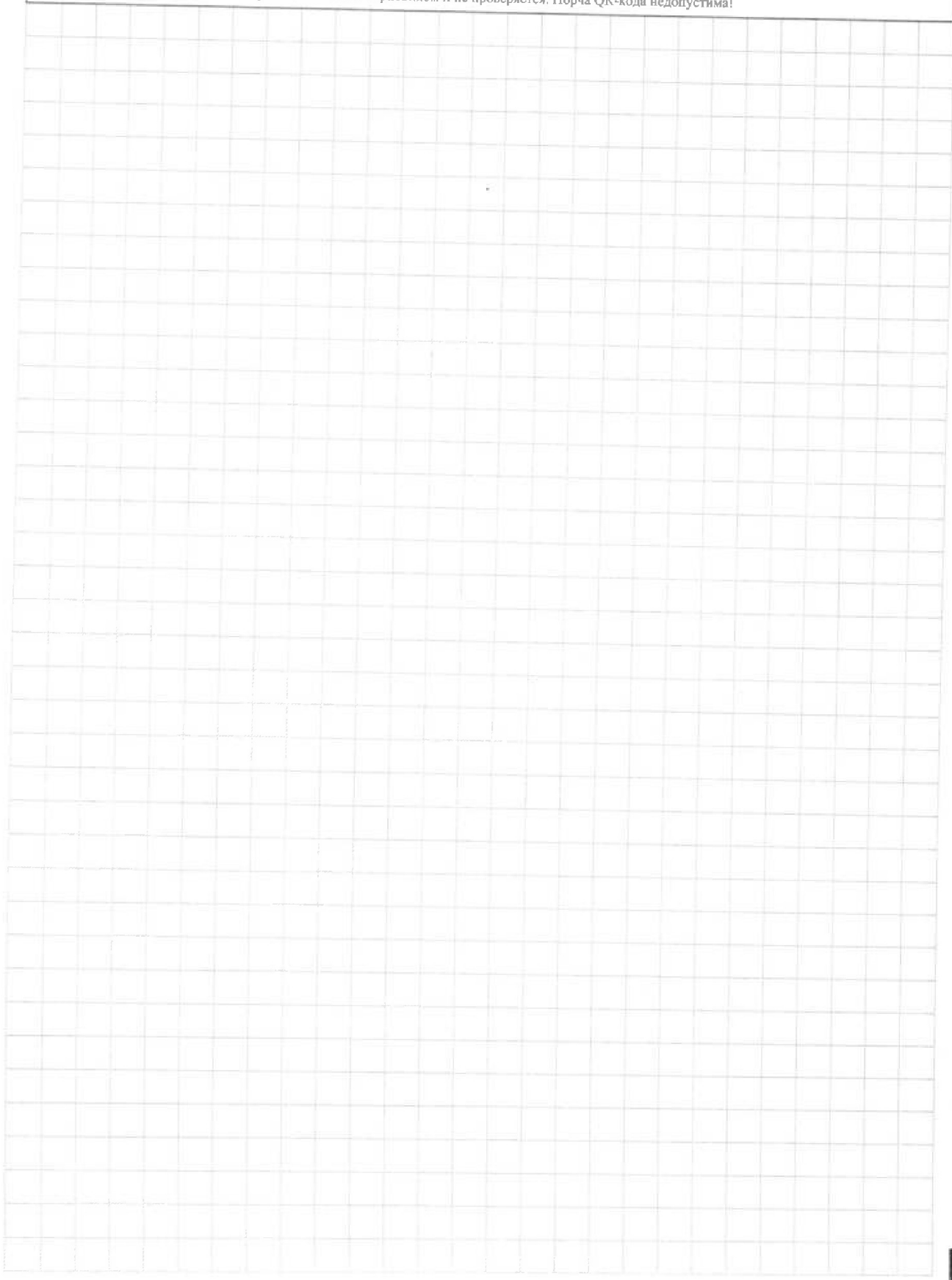
5
☐

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	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!

700 совпадения

$$F_1 = 10 \text{ см} - \text{ради}$$

$$67 + 273 = 240$$

1-ый

$$F_2 = 15 \text{ см}$$

2-ый

$$\begin{array}{r} 99 \\ \times 3 \\ \hline 285 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 190 \overline{) 15} \\ - 15 \\ \hline 40 \end{array}$$

 $L = 25 \text{ см} - \text{найти диаметр}$

$$\begin{array}{r} 285 \overline{) 15} \\ - 15 \\ \hline 190 \\ + 95 \\ \hline 285 \\ \hline 0 \end{array}$$

57

$$\begin{array}{r} 171 \\ 190 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 285 \overline{) 5} \\ - 25 \\ \hline 35 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 171 \\ 190 \end{array}$$

изменилось

$$\begin{aligned} p_1 &\rightarrow p_2 \\ L &\rightarrow L + h_1 \\ \gamma &= \text{const?} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 19 \\ \hline 135 \\ + 15 \\ \hline 285 \end{array}$$

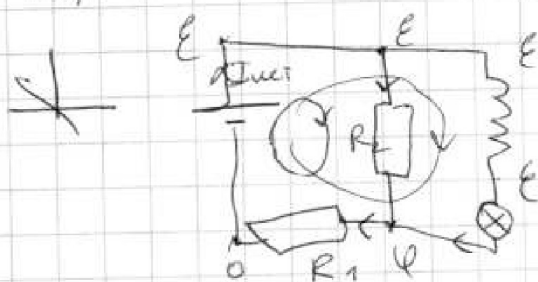
$$95 = 5 \cdot 19$$

нар. б.м. насаждения

$$t_1 \rightarrow t_2$$

в уст. режиме $U_1 = 0$

$$\Rightarrow U_{\text{лампы}} = U_2$$



$$E = U_2 + U_1$$

$$E = U_{\text{лампы}} + U_1$$

$$\begin{array}{r} 120 \overline{) 15} \\ - 10 \\ \hline 20 \end{array}$$

153

17

$$\frac{E - U}{R_2} + U_{\text{лампы}}(U) = \frac{U}{R_1}$$

$$I_{\text{лампы}}(U) = \frac{U}{R_1} - \frac{E}{R_2} + \frac{U}{R_2} = -\frac{E}{R_2} + U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{R_2 + R_1}{R_1 R_2} = \frac{750 + 150}{750 \cdot 150} = \frac{900}{750 \cdot 150} = \frac{12}{75} \text{ A}$$

$$\frac{1}{75 \cdot 150} = \frac{1}{125} \quad -\frac{12}{75} \text{ A} + \frac{U}{125} \text{ A}$$

$$U_0 = E - U = 120 - U$$

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

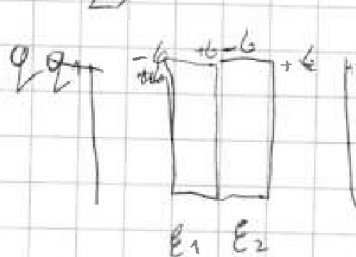
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$0,2 = -\frac{10}{125} + \frac{4}{5} = -\frac{2}{25} + \frac{4}{5} = -\frac{2}{25} + \frac{20}{25} = \frac{18}{25}$$

$$0,7 = -\frac{12}{125} + \frac{4}{5} = -\frac{12}{25} + \frac{20}{25} = \frac{8}{25} \quad \frac{5}{20} = \frac{1}{4}$$

$$0,8 = -\frac{16}{125} + \frac{4}{5} = -\frac{16}{25} + \frac{20}{25} = \frac{4}{25} = 0,16$$

$$0,9 = -\frac{24}{125} + \frac{20}{25} =$$

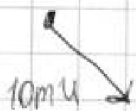


$U = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} \cdot 2 \cdot \frac{2d}{5} +$
заряд, который индуцируется
в диэлектрике
на границе
на внешнее
поле

$$U_1 - U_2 = 65 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{65 \text{ mV}^2}{4} =$$

5

$$150 - 60 - 5 = 90 - 5 = 85$$



U_{1x}

13600 · 138

$$10m U_x = 4m \cdot U_{1x} + 6m U_{2x}$$

$$+ 10 U_y = 4 U_y + 6 U_y$$

$$5(U_x + U_y) = 2(U_{1x} + U_{1y}) + 3(U_{2x} + U_{2y})$$

$$W_{отн}^2 = (U_{1x} - U_{2x})^2 + (U_{1y} - U_{2y})^2 =$$

$$5 \cdot (U_x + U_y) = 2 U_{1x} + 2 U_{1y} + 3 U_{2x} + 3 U_{2y}$$

$$= U_{1x}^2 - 2 U_{1x} U_{2x} + U_{2x}^2 + U_{1y}^2 + U_{2y}^2 - 2 U_{1y} U_{2y}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

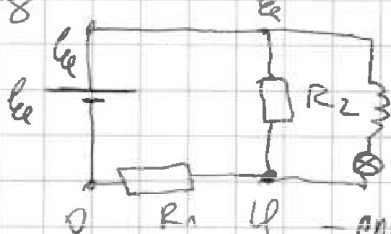
МФТИ

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

$\mathcal{E}_0$ - идеальное

$\mathcal{E}_0$ - идеальное

1 2 3 4 5 6 7

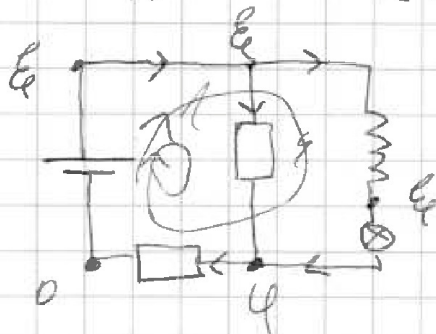


- сразу после замыкания $I_L = 0$

$$\Rightarrow I_{20} = I_0 = \frac{\mathcal{E}_0}{R_1 + R_2}$$

- сразу после замыкания $I_\infty = 0$

$$\Rightarrow U_\infty = 0 \Rightarrow L \dot{I} = \mathcal{E} - U \dots \quad \dot{I} - \text{емк}$$



в установившемся режиме $I_L = \text{const}$
 $\Rightarrow U_L = 0$

$$\text{Кир Киргоф: } \mathcal{E} = U_\infty + \mathcal{E} - U$$

$$\mathcal{E} = U_{\text{ист}} + I_{\text{ист}} R_1$$

$$I_{\text{ист}} = \frac{\mathcal{E} - U}{R_1}$$

$$I_{2\text{уст}} = \frac{\mathcal{E}_0 - U}{R_2}$$

$$I_{\text{ист}} - I_{2\text{уст}} = I_{\text{амп}}$$

$$\mathcal{E} = U_{\text{амп}} + I_{\text{ист}} \cdot R_1$$

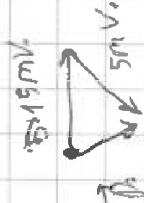
$$\mathcal{E} = I_{2\text{уст}} \cdot R_2 + I_{\text{ист}} \cdot R_1$$

$$I_{\text{ист}} - I_{2\text{уст}} = I_{\text{амп}}$$

$$\vec{P}_0 = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$$

$$\vec{P}_0$$

$$\vec{P}_0 = U_1 - U_2$$



$$0,2 = -\frac{10}{125} + \frac{20}{25}$$

$$0,7 = -\frac{10}{125} + \frac{20}{25}$$

$$0,8 = -\frac{10}{125} + \frac{20}{25}$$

19,25 мВ

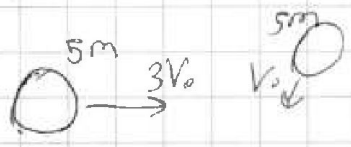
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

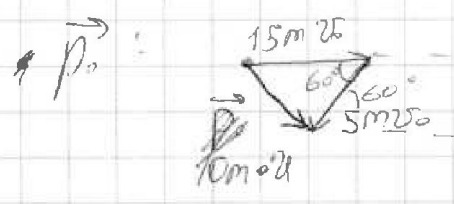
по условию: ~~изначально~~ нет внешних сил

$\Rightarrow$ ЗСЧ. $F_{\text{внеш}} \cdot dt = dP_{\text{сист}}$

1/



$(\vec{V}_1 + \vec{V}_2 + m\vec{g}) = dP_{\text{сист}}$
 поверхность стола: ~~не~~ реакция опоры.



- должны сойтись
 $(10m \cdot u)^2 = \dots$ Упавший.

2) $E_0 = E_{\text{наб}} - E_{\text{кен}}$

3) $\frac{2E_0}{3} \dots$ решу. $\frac{dT}{du} = -\frac{1}{125}$

$\varphi = 120 - U_0$

$\Rightarrow I_{\text{амп}} = -\frac{12}{75} + \frac{120 - U_0}{125}$
 $= -\frac{12}{75} + \frac{120}{125} - \frac{U_0}{125}$
 $= -\frac{12}{75} + \frac{72}{75} = \frac{60}{75} - \frac{U_0}{125}$
 $= \frac{4}{5} - \frac{U_0}{125}$

должны совпасть

заряды все равны

$U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = \frac{q(2d/5 - x)}{\epsilon_0 S} + \frac{q \cdot 2d/5}{\epsilon_0 S} + \frac{q \cdot d/5}{\epsilon_0 S} + \frac{q \cdot x}{\epsilon_0 S}$

$\Rightarrow$ можем найти q

$0,6 = -\frac{459}{425} - \frac{20}{25} = \frac{11}{25}$

$0,5 = -\frac{35}{425} - \frac{20}{25} = \frac{14}{25}$

$10^5 m \cdot \frac{V_0}{2} \dots$
 $\sqrt{7} = 5\sqrt{7} m V_0$
 $250 \cdot 7 m^2 V_0^2 = \dots$
 $4m \cdot U_1^2 + 4m \cdot U_2^2 + 6m \cdot U_2^2 + 6m \cdot U_2^2 + 1.2m$
 $4m \cdot U_1^2 + 4m \cdot U_2^2 + 12m \cdot U_2^2 + 1.2m$
 $250 \cdot 7 m^2 V_0^2 = \dots$