



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

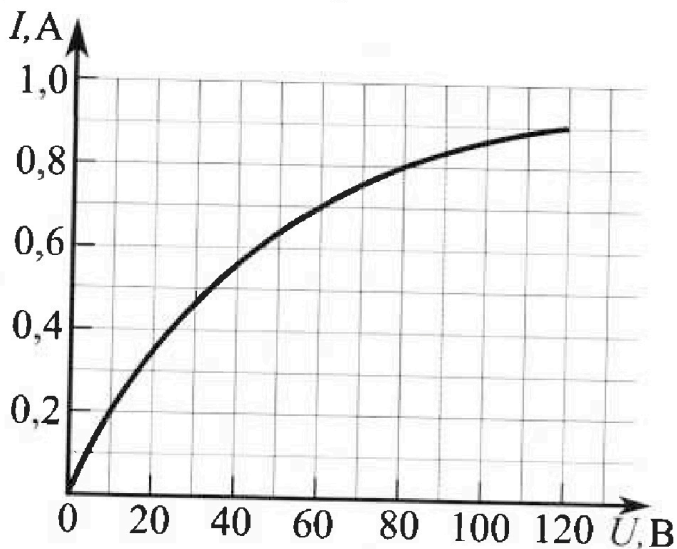
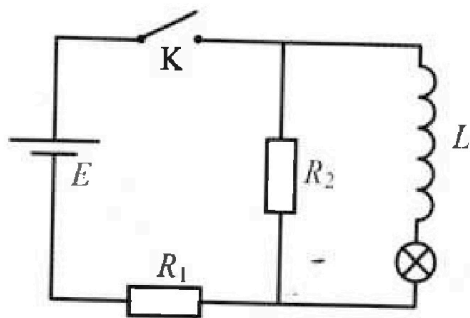
Вариант 11-07



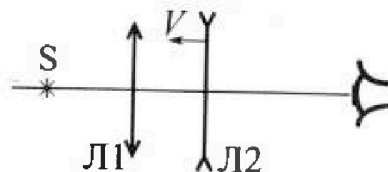
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные, $L = 0,25$ Гн, $E = 120$ В, $R_1 = 100$ Ом, $R_2 = 50$ Ом. Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

- 1) Найти ток I_{10} через R_1 сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти скорость возрастания тока через катушку сразу после замыкания ключа.
- 3) Найти ток через лампочку в установившемся режиме после замыкания ключа.



5. Главные оптические оси двух тонких линз совпадают. У линзы Л1 фокусное расстояние $F_1 = 20$ см, у линзы Л2 фокусное расстояние $F_2 = -10$ см. Неподвижный точечный источник света S расположен на расстоянии $d = 10$ см от неподвижной линзы Л1. Линза Л2 приближается к Л1 с постоянной скоростью $V = 1$ см/с. Изображение источника рассматривают со стороны линзы Л2 (см. рис.).



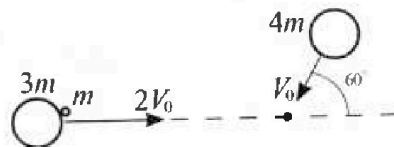
- 1) На каком расстоянии x_0 от линз будет изображение, когда Л2 приблизится вплотную к Л1?
- 2) На каком расстоянии x от линзы Л2 будет изображение, когда расстояние между линзами станет $L = 20$ см?
- 3) Найти скорость U (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет $L = 20$ см.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-07

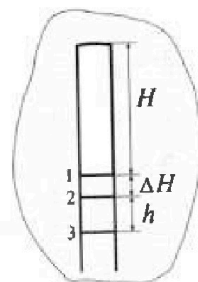
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

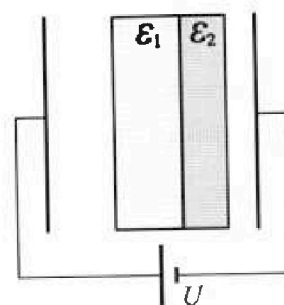
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Столб влажного воздуха имеет длину $H = 30$ см, температура установилась $t_1 = 17^\circ\text{C}$, в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко поднимают до температуры $t_2 = 77^\circ\text{C}$, сохраняя прежнее давление. При этом вода в пробирке быстро опустилась с уровня 1 до уровня 2. После этого уровень воды начал медленно двигаться до уровня 3, опустившись на $h = 10$ см. Изменением гидростатического давления на границе «воздух – вода» в пробирке можно пренебречь.



- 1) Найти расстояние ΔH между первым и вторым уровнями.
- 2) Найти давление в пробирке P_0 . Ответ дать в мм. рт. ст.

Примечание: давление насыщенного пара воды при температуре t_1 равно $P_1 = 15$ мм. рт. ст., при температуре t_2 равно $P_2 = 305$ 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 $d/2$, у другой пластины $\epsilon_2 = 4$, толщина $d/3$. У обеих пластин площадь каждой из двух поверхностей равна S . Конденсатор подключен к источнику с напряжением U .



- 1) Найти напряженность электрического поля E в левом воздушном зазоре конденсатора.
- 2) Найти заряд Q положительно заряженной обкладки конденсатора.
- 3) Найти связанный (поляризационный) заряд q на границе соприкосновения пластин.

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

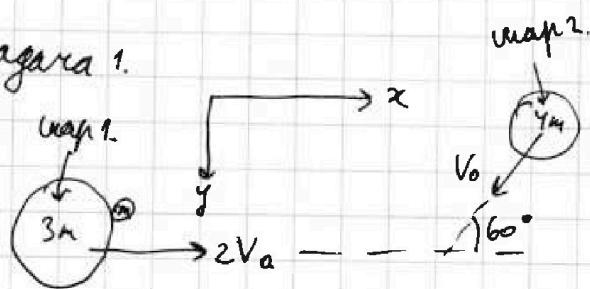
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

Задача 1.



1) Направим ось x и y .

По зак. сокр. импульса:

$$4m \cdot 2V_0 = 4m \cdot V_0 \cdot \cos 60^\circ = 8m \cdot V_x \quad (1)$$

V_x - скорость шаровых
шайб после удара по оси x .

Для оси y :

$$4m \cdot V_0 \cdot \sin 60^\circ = 8m \cdot V_y \quad (2) \quad V_y - \text{скорость шаровых шайб}$$

после удара по оси y .

Из уравнений (1) и (2) находим:

$$V_x = \frac{3V_0}{4}; \quad V_y = \frac{\sqrt{3}V_0}{4}$$

Полная скорость в лаб. системе отсчёта будет равна

$$\sqrt{\frac{9V_0^2}{16} + \frac{3V_0^2}{16}} = \sqrt{\frac{12V_0^2}{16}} = \frac{\sqrt{3}V_0}{2}$$

$$2) \text{ Начальная энергия системы: } \frac{4m \cdot (2V_0)^2}{2} + \frac{4m \cdot V_0^2}{2} = 10mV_0^2$$

Конечная энергия системы (после столкновения):

$$\frac{8m \cdot \left(\frac{\sqrt{3}V_0}{2}\right)^2}{2} = \frac{24mV_0^2}{8} = 3mV_0^2$$

$$E_0 = E_{\text{кон}} - E_{\text{нар}} = 3mV_0^2 - 10mV_0^2 = -7mV_0^2$$

3) Перейдём в систему отсчёта шара №1. До столкно-
вения:

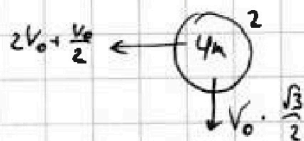
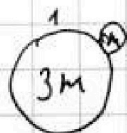
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

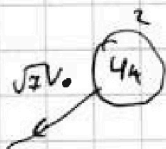
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



v_2 - полная скорость
шара 2 в системе отсчета
шара 1 до столкновения.

$$v_2 = \sqrt{\frac{3v_0}{4} + \frac{25v_0}{4}} = \sqrt{\frac{28v_0}{4}} = \sqrt{7} v_0.$$

Имеем:



По закону сохранения
импульса:

$$4m \cdot \sqrt{7}v_0 = 3m \cdot v_1 + 5m \cdot v_{2c} \quad (3)$$

v_1 - скорость шара 1 после столк-
новения.

v_{2c} - скорость шара 2 после столкно-
вения.

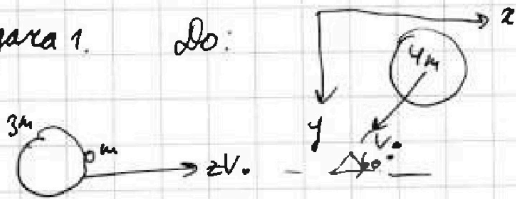
Закон сохранения энергии:

$$\frac{4m \cdot (\sqrt{7}v_0)^2}{2} + \frac{2E_0}{5} = \frac{3m \cdot v_1^2}{2} + \frac{5m \cdot v_{2c}^2}{2} \quad (4)$$

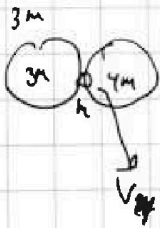
1 2 3 4 5 6 7

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

Задача 1. До:



После:



1) Закон сохранения импульса

Для оси x:

$$4m \cdot 2V_0 - 4m \cdot V_0 \cdot \cos 60 = 8m \cdot V_x$$

$$8mV_0 - 2mV_0 = 8m \cdot V_x \quad (1)$$

Для оси y:

$$4m \cdot V_0 \cdot \sin 60 = 8m \cdot V_y$$

$$2mV_0 \cdot \sqrt{3} = 8m \cdot V_y \quad (2)$$

Решаем (1) и (2):

$$V_x = \frac{6V_0}{8} = \frac{3V_0}{4}$$

$$V_y = \frac{mV_0\sqrt{3}}{4m} = \frac{V_0\sqrt{3}}{4}$$

$$V_{\text{полн. удара}} = \sqrt{\frac{9V_0^2}{16} + \frac{3V_0^2}{16}} = \sqrt{\frac{12V_0^2}{16}} = \sqrt{\frac{3V_0^2}{4}} = \frac{\sqrt{3}V_0}{2}$$

2) Начальная энергия:

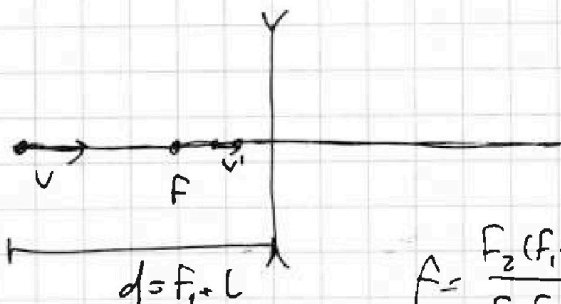
$$\frac{4m \cdot (2V_0)^2}{2} + \frac{4m \cdot V_0^2}{2} = \frac{16mV_0^2}{2} + \frac{4mV_0^2}{2} = 10mV_0^2$$

Конечная энергия:

$$\frac{8m \cdot \left(\frac{\sqrt{3}V_0}{2}\right)^2}{2} = \frac{8 \cdot \frac{3V_0^2}{4}}{2} = \frac{2 \cdot 3V_0^2}{2} = 3V_0^2$$

$$E_0 = 3mV_0^2 - 10mV_0^2 = -7mV_0^2$$

$v' < v$



$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F}$$

$$0 = \frac{1}{d^2} \cdot v + \frac{1}{\rho^2} \cdot v'$$

$$d^{-1} = \frac{1}{\rho^2} v' = \frac{1}{d^2} \cdot v$$

$$F = \frac{F_2(F_1 + l)}{F_1 + F_2 + l}$$

$$\frac{F}{d} = \left(\frac{F_2}{F_1 + F_2 + l} \right) \cdot v$$



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!

Задача 2.



1) В пробирке в касальный момент находится $J_{\text{возд}}$ молей воздуха и J_0 молей водяного пара.

S - площадь попереч. сечения пробирки.

Уравнение сост. идеал. газа в нач. момент:

$$P_0 \cdot H \cdot S = (J_{\text{возд}} + J_0) R T_1 \quad (1)$$

Когда мы резко увеличиваем температуру системы, само водяной пар не успевает прийти в равновесие с контактирующей с ним поверхностью воды, сразу после повышения температура J_0 становится меньше.

Уравнение сост. идеал. газа сразу после повышения:

$$P_0 (H + \Delta H) S = (J_{\text{возд}} + J_0) R T_2 \quad (2) \quad \text{Делим (1) на (2):}$$

$$\frac{H}{H + \Delta H} = \frac{T_1}{T_2} \quad \Delta H = H \frac{T_2}{T_1} - H = H \cdot \frac{350}{290} H - H = \frac{35}{29} H - H = \frac{6H}{29} = \frac{6 \cdot 30 \text{ см}}{29} = \frac{180}{29} \text{ см}$$

3) Когда ~~то~~ длина увеличится еще на h , то водяной пар войдет в равновесие с водой, его давление станет P_2 . В самый касальный момент времени его давление равно P_1 . Т.к. во все три момента суммарная

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

1 2 3 4 5 6 7

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

давление воздуха и пара равно P_0 , но
в момент увеличения длины на ΔH давление
сухого воздуха равно $P_0 - P_1$ (ведь пар не успел прийти
в равновесие, его давление не успело измениться при резком
увеличении температуры).

В конечный момент времени давление воздуха равно
 $P_0 - P_2$. Рассмотрим уравнение сост. идеал газа для
сухой воды в моменты уровни 2 и 3:

$$(P_0 - P_1)(H + \Delta H) \cdot S = \nu_{\text{возд}} R t_2 \quad (3)$$

$$(P_0 - P_2)(H + \Delta H + h) \cdot S = \nu_{\text{возд}} R t_2 \quad (4)$$

Делим уравнение (3) и (4):

$$(P_0 - P_1)(H + \Delta H) = (P_0 - P_2)(H + \Delta H + h)$$

Решаем и получаем $P_0 = \frac{P_2 H + P_2 \Delta H + P_2 h - P_1 H - P_1 \Delta H}{h}$, где

$$H = 30 \text{ см} \quad \Delta H = \frac{180}{29} \text{ см} \quad h = 10 \text{ см}$$

$$P_1 = 15 \text{ мм. рт. ст.}, \quad P_2 = 305 \text{ мм. рт. ст.}$$

$$P_0 = 1365 \text{ мм. рт. ст.}$$

Ответ: $\Delta H = 6 \frac{6}{29} \text{ см}$; $P_0 = 1365 \text{ мм. рт. ст.}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

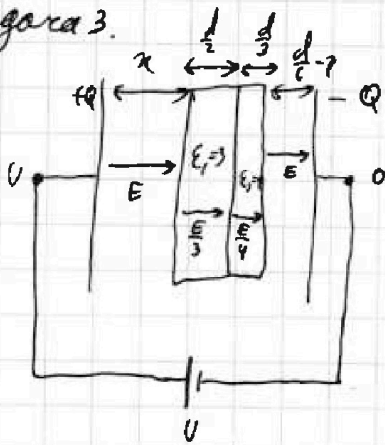
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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. Пиратский QR-код недопустим!

Задача 3.



1) E-поле, которое проходит в воздушных зазорах конденсатора. Разность потенциалов между обкладками конденсатора U, также рассчитывается как:

$$U = E \cdot x + E \left(\frac{d}{6} - x \right) + \frac{E}{3} \cdot \frac{d}{2} + \frac{E}{4} \cdot \frac{d}{3}$$

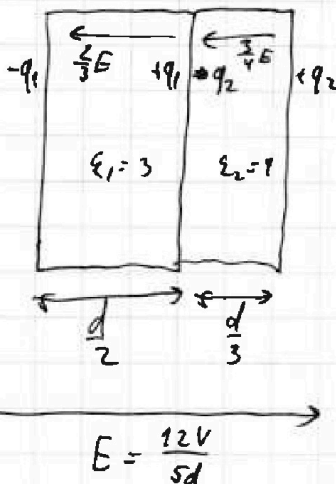
x - расстояние между левой обкладкой и диэлектриком ϵ_1 .

$$\Rightarrow U = E \cdot \frac{d}{6} + E \cdot \frac{d}{6} + E \cdot \frac{d}{12}$$

$$\Rightarrow E = \frac{12U}{5d} - \text{это поле и проходит в воздушных зазорах.}$$

2) Это поле создается зарядами Q и -Q на обкладках: $\frac{Q}{\epsilon_0 \cdot S} = \frac{12U}{5d} \Rightarrow Q = \frac{12U \cdot \epsilon_0 \cdot S}{5d}$ - это заряд на положительной обкладке.

3)



q_1, q_2 - заряды на диэлектриках

Внутри диэлектриков создается такое поле, что в диэлектрике

ϵ_1 суммарное поле $\frac{12U}{15d}$

в ϵ_2 $\frac{12U}{60d}$

Имеем:

$$\frac{q_1}{\epsilon_0 S} = \frac{2}{3} \cdot \frac{12U}{5d} \Rightarrow q_1 = \frac{24U \epsilon_0 S}{15d}$$

$$\frac{q_2}{\epsilon_0 S} = \frac{3}{4} \cdot \frac{12U}{5d} \Rightarrow q_2 = \frac{36U \epsilon_0 S}{20d}$$

Волкер. заряд на штифте: $\frac{24U \epsilon_0 S}{15d} - \frac{36U \epsilon_0 S}{20d} = -\frac{7U \epsilon_0 S}{30d}$

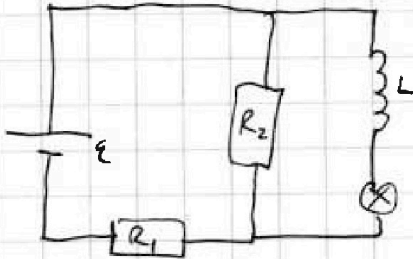
$$\frac{24U \epsilon_0 S}{15d} - \frac{36U \epsilon_0 S}{20d} = -\frac{7U \epsilon_0 S}{30d} = -\frac{7U \epsilon_0 S}{30d}$$



- 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!

~~Задача 2~~ Задача:



1) Сразу после замыкания ключа ток ^{на катушке} ~~увеличивается~~ не может \Rightarrow он через все нулевой.

По II правилу Кирхгофа:

$$\epsilon = I_{10} \cdot R_2 + I_{10} \cdot R_1 \Rightarrow$$

$$I_{10} = \frac{\epsilon}{R_1 + R_2} = \frac{120 \text{ В}}{100 + 50} = \frac{12}{15} \text{ А} = \frac{4}{5} \text{ А} = 0,8 \text{ А}.$$

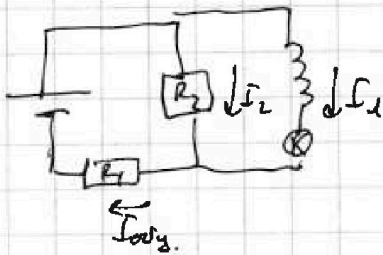
2) Напряжение на катушке равно $I_{10} \cdot R_2$, м.к.

На лампе напряжение = 0.

$$\Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{I_0 R_2}{L} = \frac{40}{0,25 \text{ м}} = 160 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

3) В установившемся режиме ток ~~идет~~ ^{идет} через катушку ~~не~~ ^{идет} через лампу.

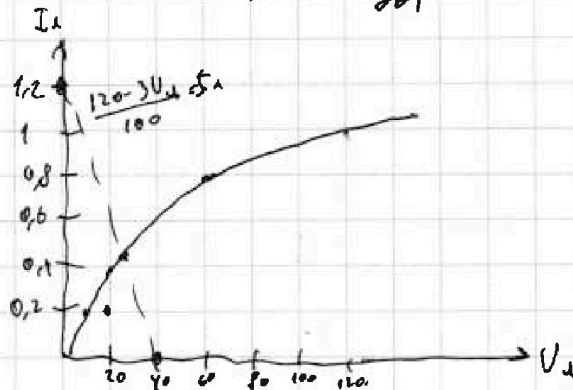
По правилу Кирхгофа:



$$\begin{cases} \epsilon = I_2 \cdot R_2 + I_0 R_1 \\ I_2 \cdot R_2 = U_{\text{лампы}} \\ I_2 + I_{\text{лампы}} = I_0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{120 - 3U_{\text{лампы}}}{100}$$

Точка пересечения в $I_2 = 0,4$
ток через катушку равен 0,4 А.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

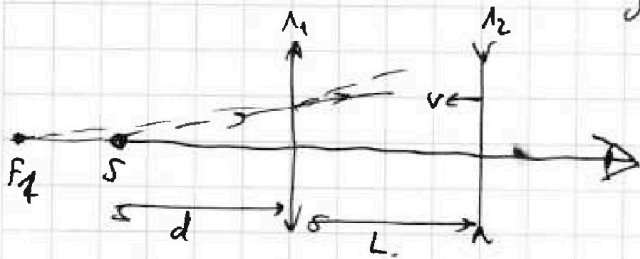
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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. Поиск QR-кода недопустим!

Задача 5.



В линзе L_1 для L_2 создается
мнимое изображение,

Формула тонкой линзы для

L_1 :

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \text{ где } f = 20 \text{ см}$$

$$= F_2.$$

Стойки зрения линзы L_2 , предмет находится на
расстоянии $F_1 + L$, где L - расстояние между линзами.

Формула тонкой линзы для L_2 :

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{F_1 + L} + \frac{1}{f}, \Rightarrow f = \frac{F_2(F_1 + L)}{F_1 + F_2 + L} \text{ Для } L=0$$

получаем $\frac{F_1 F_2}{F_1 + F_2} = \frac{20}{3} \text{ см.}$

Для $L=20$ получаем $\frac{40}{5} = 8 \text{ см.}$

3) поперечное увеличение для 2й линзы: $\Gamma = \frac{A}{a} = \frac{F_2(F_1 + L)}{F_1 + L}$

$= \frac{F_2}{F_1 + F_2 + L}$

Относительно линзы предмет движется со

скоростью V , \Rightarrow изображение со скоростью $\left(\frac{F_2}{d}\right)^2 \cdot V$

$= \frac{F_2^2}{(F_1 + F_2 + L)^2} \cdot V$ Если же перейдем обратно в ЛС,

то получим

$$\frac{F_2^2 V}{(F_1 + F_2 + L)^2} = V = \frac{10^2 \cdot 1 \text{ см/с}}{(10 + 20 + 20)^2} = 1 \text{ см/с.}$$

$= \frac{100}{2500} - 1 = \frac{1}{25} - \frac{25}{25} = -\frac{24}{25} \text{ см/с}$ Ответ: 1) $\frac{20}{3} \text{ см}$ 2) 8 см 3) $\frac{24}{25} \text{ см}$



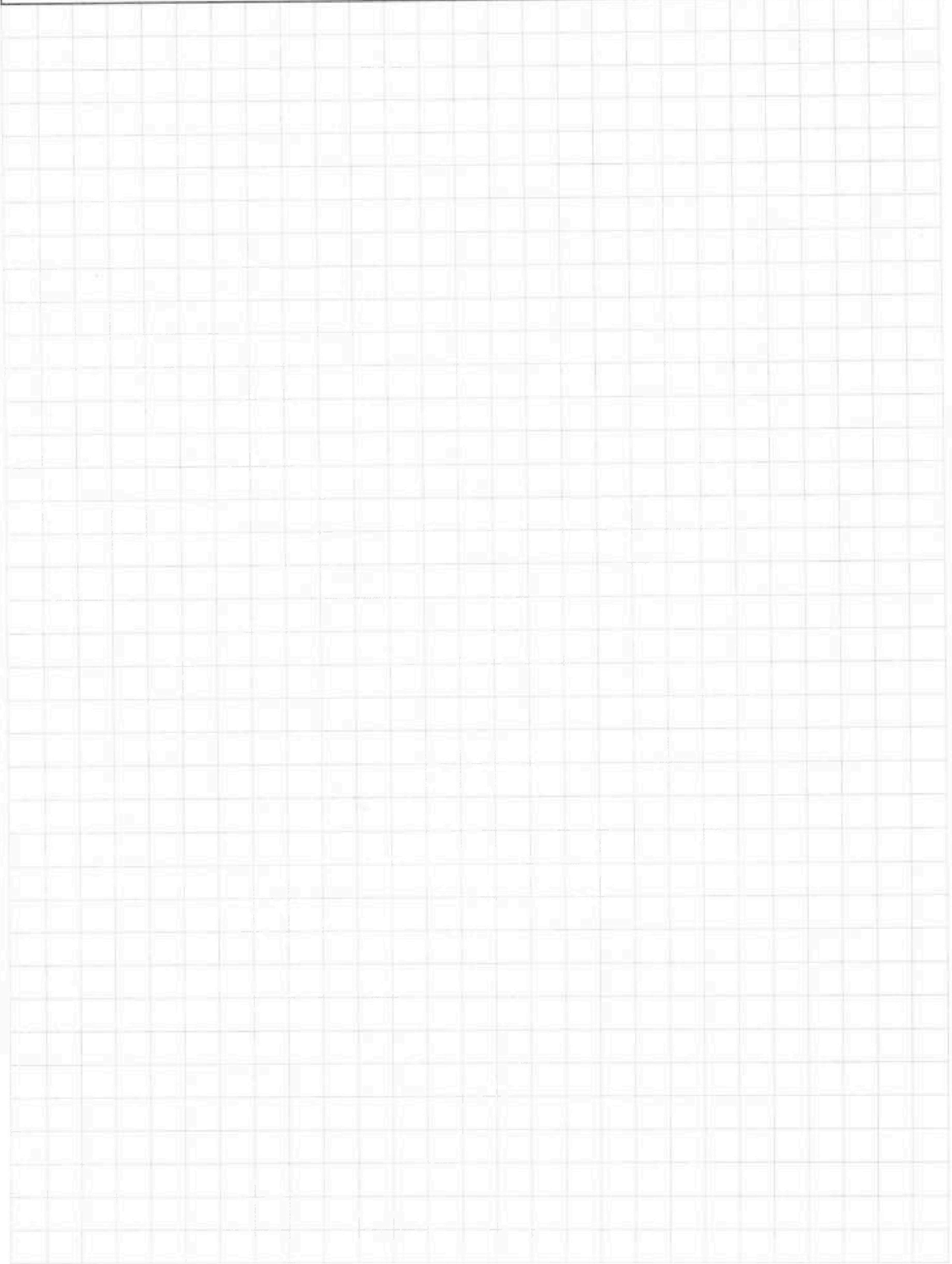
На одной странице можно оформлять **только одну задачу.**

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 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!



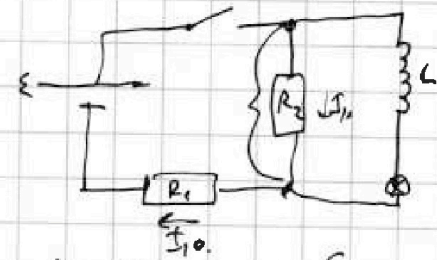
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



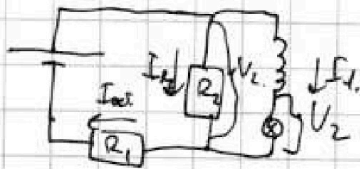
$$E = (R_1 + R_2) \cdot I_{10}$$

$$I_{10} = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 120 \\ -50 \\ \hline 6000 \\ 500 \\ \hline 6500 \end{array}$$

$$V = I_{10} \cdot R_2 = \frac{E}{R_1 + R_2} \cdot R_2 = \frac{E R_2}{R_1 + R_2}$$

$$V = L \cdot \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} \quad \frac{dI}{dt} = \frac{V}{L} = \frac{E R_2}{L(R_1 + R_2)}$$



$$E = I_{R_2} R_2 + I_{\text{ind}} R_1$$

$$I_{R_2} R_2 = U_d$$

$$I_{R_2} + I_{\text{ind}} = I_{\text{tot}}$$

$$E = U_d + I_{\text{tot}} R_1 \quad I_{R_2} = \frac{U_d}{R_2} \quad I_{\text{tot}} = \frac{E - U_d}{R_1}$$

$$I_{\text{ind}} = I_{\text{tot}} - I_{R_2}$$

$$I_{\text{ind}} = \frac{E - U_d}{R_1} - \frac{U_d}{R_2} = \frac{(E - U_d) R_2 - U_d R_1}{R_1 R_2}$$

$$= \frac{E R_2 - U_d R_2 - U_d R_1}{R_1 R_2} = \frac{E R_2 - U_d (R_1 + R_2)}{R_1 R_2}$$

$$= \frac{120 \cdot 50 - U_d (100 + 50)}{100 \cdot 50} =$$

$$= \frac{6000 - U_d \cdot 150}{5000} = \frac{600 - U_d \cdot 15}{500} = \frac{120 - 3U_d}{100} = I_4$$

$$\frac{15}{100} = 0,15$$

$$\frac{30}{100}$$

$$\frac{120 - 180}{-7 \cdot 100} = \frac{-60}{-700} = \frac{6}{70} = \frac{3}{35}$$

$$120 - 3 \cdot 30 = 120 - 90 = 30 \quad \frac{30}{100} = 0,3$$

$$\frac{120 - 3 \cdot 45}{100} = \frac{120 - 135}{100} = \frac{-15}{100} = -0,15$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

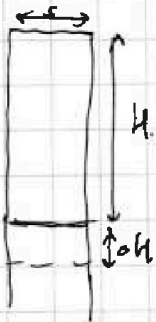
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$P_0 S \cdot H = (J_{\text{вз}} + J_{\text{выс}}) \cdot R \cdot t_1$$

$$\frac{290}{150}$$

$$P_0 \cdot S(H + \Delta H) = (J_{\text{вз}} + J_{\text{выс}}) \cdot R \cdot t_2$$

$$\frac{H}{H + \Delta H} = \frac{t_1}{t_2} = \frac{290}{350}$$

$$H + \Delta H = \frac{35}{29} H \quad \Delta H = \frac{35-29}{29} H = \frac{6}{29} H$$

В манометре ΔH давление пара.

P_1

у воздуха: $P_0 - P_1$

$$(P_0 - P_1) \cdot S(H + \Delta H) = J_{\text{в}} \cdot R \cdot t_2$$

$$\frac{50}{40}$$

В манометре h давление:

$$(P_0 - P_2) \cdot S(H + \Delta H + h) = J_{\text{в}} \cdot R \cdot t_2$$

P_2 , у воздуха: $P_0 - P_2$

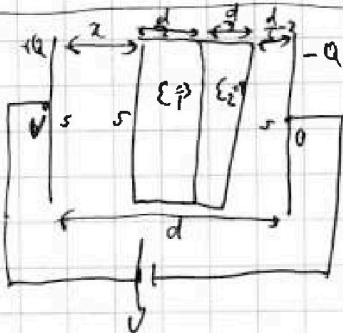
$$P_0 - P_1(H + \Delta H) = (P_0 - P_2)(H + \Delta H + h)$$

$$P_2 H + P_2 \Delta H - P_1 H - P_1 \Delta H = P_0 h + P_2 h - P_2 \Delta H - P_2 h$$

$$\frac{24}{96 - 102} = \frac{-14}{60} = -\frac{7}{30}$$

$$P_2 H + P_2 \Delta H + P_2 h - P_1 H - P_1 \Delta H = P_0 h$$

$$P_0 = \frac{P_2 H + P_2 \Delta H + P_2 h - P_1 H - P_1 \Delta H}{h}$$



$$\frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot x + \frac{Q}{\epsilon_0 S} \left(\frac{d}{6} - x\right) + \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{2} + \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{3}$$

$$d - x - \frac{d}{2} - \frac{d}{3} = \frac{3d}{6} - \frac{2d}{6} - x = \frac{d}{6} - x$$

$$= \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{6} + \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{3d}{6} + \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{2d}{6} =$$

$$= \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{6} + \frac{Q}{3\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{2} + \frac{Q}{9\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{3} =$$

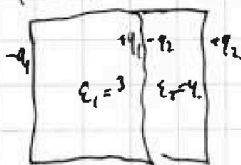
$$= \frac{2Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{12} + \frac{2Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{12} + \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{12} =$$

$$= \frac{5Qd}{12\epsilon_0 S} = U$$

$$Q = CV$$

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{Q}{\frac{5Qd}{12\epsilon_0 S}}$$

$$= \frac{12\epsilon_0 S}{5d}$$



$$\frac{q_1}{\epsilon_0 S} = \frac{2}{3} \cdot \frac{12V}{5d}$$

$$q_1 = \frac{24V \cdot \epsilon_0 S}{15d}$$

$$\frac{q_2}{\epsilon_0 S} = \frac{3}{4} \cdot \frac{12V}{5d} = \frac{36V}{20d}$$

$$q_1 - q_2 = \frac{24V \epsilon_0 S}{15d} - \frac{36V \epsilon_0 S}{20d} = \frac{24 \cdot 4V \epsilon_0 S}{60d} - \frac{36 \cdot 3V \epsilon_0 S}{60d}$$

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{12\epsilon_0 S U}{5d} = \frac{12V}{5d}$$

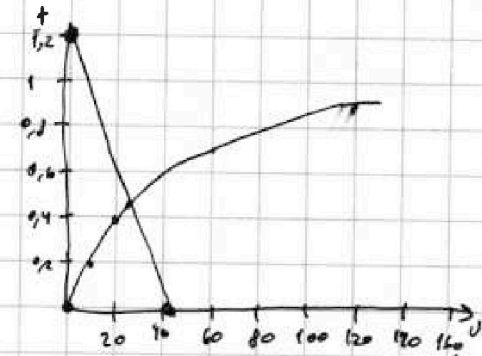
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

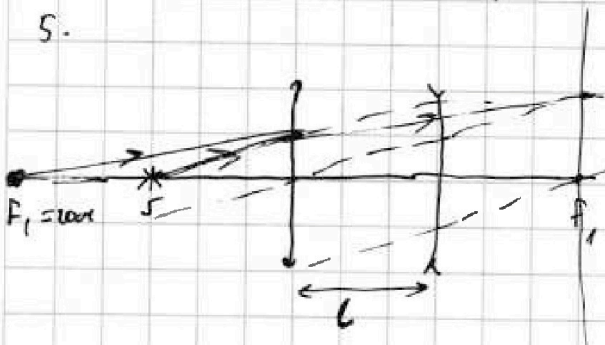


$$760 \text{ мкм. ум. ум.} = 10^5 \text{ Па.}$$

$$15 \text{ мм. ум. см.}$$

$$\frac{760}{15} = \frac{10^5}{P} \quad P = \frac{15 \cdot 10^5}{760}$$

5.



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

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{F_1 + L} + \frac{1}{F_2} = \frac{F_2 + F_1 + L}{F_2(F_1 + L)}$$

$$A = \frac{F_2 \cdot F_1}{F_1 + F_2} = \frac{10 \cdot 20}{10 + 20} = \frac{200}{30}$$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{20} + \frac{1}{F} \quad \frac{1}{F} = \frac{20}{200} - \frac{10}{200} = \frac{10}{200}$$

$$A = 20 \quad \frac{2}{10}$$

$$-\frac{1}{10} = \frac{1}{20} - \frac{1}{F}$$

$$-\frac{20}{200} - \frac{10}{200} = -\frac{1}{F}$$

$$\frac{3}{200} \quad \boxed{F = \frac{200}{3} \text{ см}}$$

$$\frac{2}{40 \text{ см}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{20} - \frac{1}{10} = \frac{1}{10} - \frac{1}{F}$$

$$-\frac{1}{20}$$

$$2) \frac{20 + 10 + 20}{10(20 + 20)} =$$

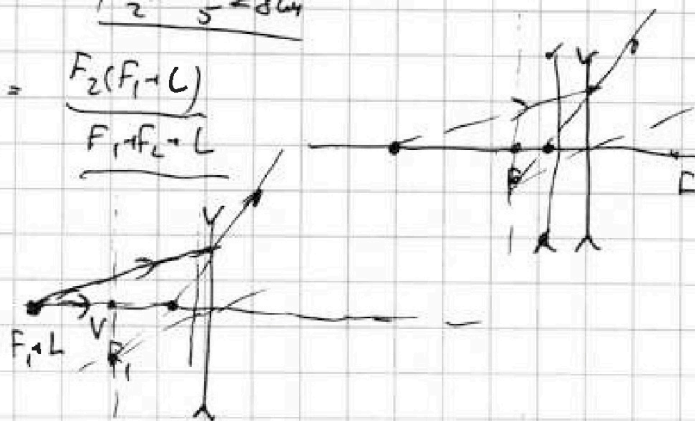
$$= \frac{50}{10 \cdot 40} = \frac{5}{40}$$

$$F_2 = \frac{40}{5} = 8 \text{ см}$$

$$3) \quad F \text{ от центра } L_2 = \frac{F_2(F_1 + L)}{F_1 + F_2 + L}$$

$$\left(-\frac{1}{F}\right) = \left(\frac{1}{d} - \frac{1}{F}\right)$$

$$0 = \frac{1}{d}$$



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. Порча QR-кода недопустима!



$$4\sqrt{2}V_0 = 3U_1 + 5U_{2c}$$

$$4\sqrt{2}V_0 = 3U_1 + 5U_{2c}$$

$$U_{2c} = \frac{4\sqrt{2}V_0 - 3U_1}{5}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 14 \\ \times 5 \\ \hline 70 \\ \times 4 \\ \hline 56 \end{array}$$

$$14mV_0^2 = \frac{2 \cdot 7mV_0^2}{5}$$

$$\frac{70mV_0^2 - 14mV_0^2}{5} =$$

$$\frac{56mV_0^2}{5} = \frac{3mU_1^2}{2} + \frac{5m \cdot 2U_{2c}^2}{2}$$

$$\frac{34U_1^2}{2} = \frac{5 \cdot (16 - 2U_0^2 - 2 \cdot 3U_1 \cdot 4\sqrt{2}U_0 + 9U_1^2)}{2}$$

$$\frac{56V_0^2}{5} = \frac{3U_1^2}{2} + 5$$

$$P_{0H} = P_{0\Delta H} - P_{1H} - P_{1\Delta H} = P_{0H} + P_{0\Delta H} + P_{0h} - P_{2H} - P_{2\Delta H} - P_{2h}$$

$$P_{2H} + P_{2\Delta H} + P_{2h} - P_{1H} - P_{1\Delta H}$$

h.

$$\frac{180}{29} = 6 \cdot \frac{6}{29}$$

$$305 \cdot 30 + 305 \cdot \frac{120}{29} + 305 \cdot 10 - 15 \cdot 30 - 15 \cdot \frac{120}{29}$$

10

$$= 305 \cdot 3 + 305 \cdot \frac{12}{29} + 305 - 15 \cdot 3 - 15 \cdot \frac{12}{29} = 305 \cdot 3 + 305 - 15 \cdot 3 + 290 \cdot \frac{12}{29} =$$

$$= 305 \cdot 4 = 45 + 10 \cdot 12 = 1220 - 45 + 120$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ 29 \\ \times 6 \\ \hline 127 \end{array}$$

$$1400 - 35 = 1365$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 305 \\ \times 4 \\ \hline 1220 \\ + 120 \\ \hline 1400 \\ - 35 \\ \hline \end{array}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

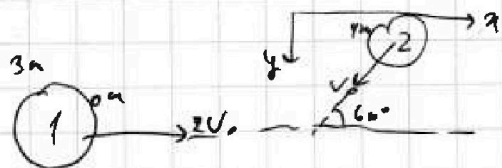
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



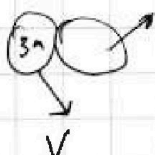
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

3)



$$E_0 = 74 V_0^2$$

$$\frac{2E_0}{5} = 2 \cdot \frac{24 V_0^2}{5} = \frac{48 V_0^2}{5}$$



$$\begin{cases} 1. 44 \cdot 2V_0 - 44 \cdot V_0 \cdot \cos 60 = 34 \cdot V_{1x} + 54 \cdot V_{2x} \\ 2. 44 \cdot V_0 \cdot \sin 60 = 34 \cdot V_{1y} + 54 \cdot V_{2y} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 6V_0 = 3V_{1x} + 5V_{2x} \\ 2\sqrt{3}V_0 = 3V_{1y} + 5V_{2y} \\ \frac{6V_0 - 3V_{1x}}{5} = V_{2x} \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \frac{44 \cdot 4V_0^2}{2} + \frac{44 \cdot V_0^2}{2} &= \frac{34(V_{1x}^2 + V_{1y}^2)}{2} + \frac{54(V_{2x}^2 + V_{2y}^2)}{2} \\ 10V_0^2 &= \frac{3(V_{1x}^2 + V_{1y}^2)}{2} + \frac{5(V_{2x}^2 + V_{2y}^2)}{2} \\ 10V_0^2 + \frac{2E_0}{5} &= \frac{3(V_{1x}^2 + V_{1y}^2)}{2} + \frac{5(V_{2x}^2 + V_{2y}^2)}{2} \end{aligned}$$

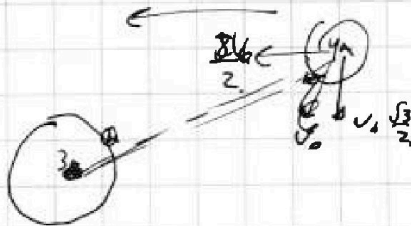
$$\frac{2\sqrt{3}V_0 - 3V_{1y}}{5} = V_{2y}$$

$$10V_0^2 + \frac{2E_0}{5} = \frac{3(V_{1x}^2 + V_{1y}^2)}{2} + 5 \left(\frac{(6V_0 - 3V_{1x})^2}{25} + \frac{(2\sqrt{3}V_0 - 3V_{1y})^2}{25} \right)$$

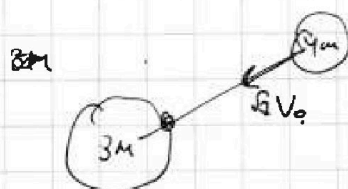
$$10V_0^2 + \frac{2E_0}{5} = \frac{3(V_{1x}^2 + V_{1y}^2)}{2} + \frac{(6V_0 - 3V_{1x})^2 + (2\sqrt{3}V_0 - 3V_{1y})^2}{25}$$

$$10V_0^2 + \frac{2E_0}{5} = \frac{3(V_{1x}^2 + V_{1y}^2)}{2} + \frac{(6V_0 - 3V_{1x})^2 + (2\sqrt{3}V_0 - 3V_{1y})^2}{10}$$

$$2V_0 + V_0 \cdot \cos 60 = 2V_0 + \frac{V_0}{2} = \frac{5V_0}{2}$$



$$\begin{cases} 44 \cdot \frac{5V_0}{2} = 34 \cdot V_{1x} + 54 \cdot V_{2x} \\ 44 \cdot V_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 34 \cdot V_{1y} + 44 \cdot V_{2y} \end{cases} \quad \left. \begin{matrix} \\ \\ \end{matrix} \right\} 10V_0 =$$



$$\frac{25V_0^2}{4} + \frac{3V_0^2}{4} = \frac{2dV_0^2}{4} = \frac{7 \cdot 4 \cdot V_0^2}{4} = 7V_0^2$$

$$V_1 = V_0 \sqrt{2}$$

$$4\sqrt{3}V_0 = 3V_{2y} + 5V_{3y}$$

$$44 \cdot \sqrt{3}V_0 = 34 \cdot V_{2y} + 54 \cdot V_{3y}$$

$$\frac{44 \cdot 3 \cdot V_0^2}{2} + \frac{2E_0}{5} = \frac{34 \cdot V_{2y}^2}{2} + \frac{54 \cdot V_{3y}^2}{2}$$