



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

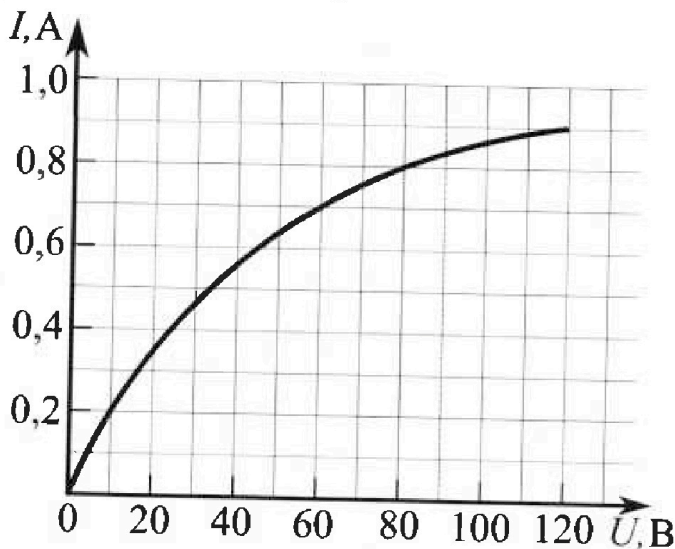
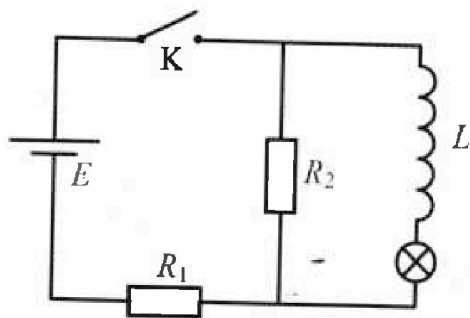
## Вариант 11-07



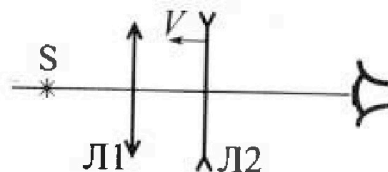
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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.).



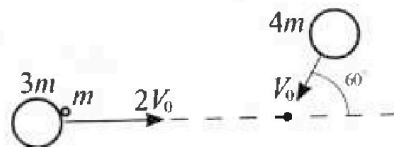
- 1) На каком расстоянии  $x_0$  от линз будет изображение, когда Л2 приблизится вплотную к Л1?
- 2) На каком расстоянии  $x$  от линзы Л2 будет изображение, когда расстояние между линзами станет  $L = 20$  см?
- 3) Найти скорость  $U$  (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет 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

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-07

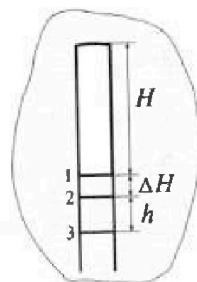
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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  $60^\circ$ . 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  $2E_0/5$  (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.

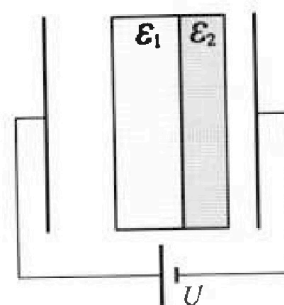
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Столб влажного воздуха имеет длину  $H = 30$  см, температура установилась  $t_1 = 17^\circ\text{C}$ , в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру 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  $\Delta H$  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.

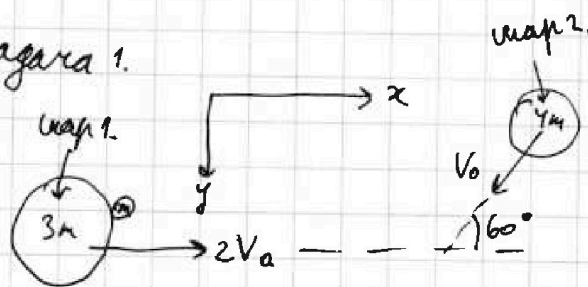
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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) 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:

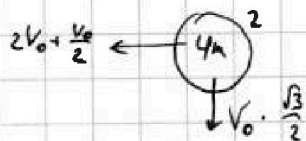
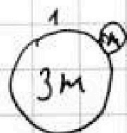
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

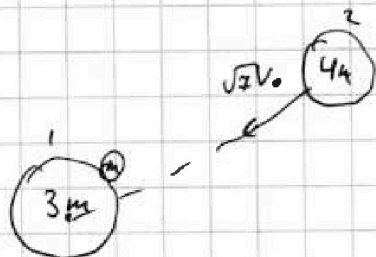
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$v_2$  - 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.

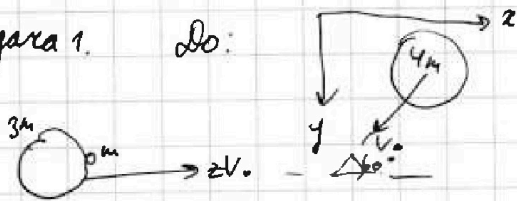
Закон сохранения энергии:

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

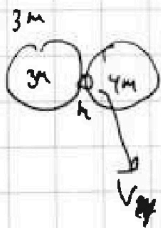
1  2  3  4  5  6  7

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):

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

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

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

2) Начальная энергия:

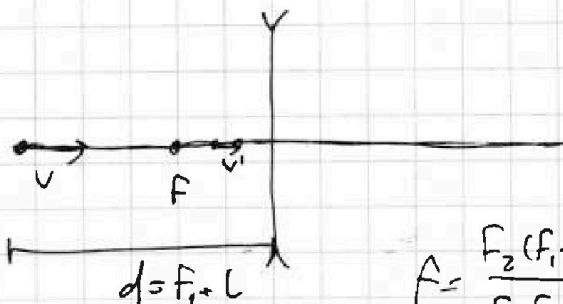
$$\frac{4m \cdot (2V_0)^2}{2} + \frac{4m \cdot V_0^2}{2} = \frac{16mV_0^2}{2} + \frac{4mV_0^2}{2} = 10mV_0^2$$

Конечная энергия:

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

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

$v' < v$



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

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

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

$$F = \frac{F_2(f_1 + l)}{F_1 + F_2 + l}$$

$$\frac{1}{d} = \frac{F_2}{F_1 + F_2 + l} \cdot v' = \frac{F_2}{F_1 + F_2 + l} \cdot \frac{\rho^2}{d^2} \cdot v$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

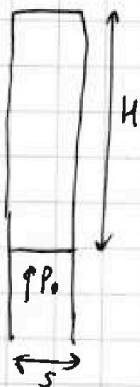
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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:

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!

давление воздуха и пара равно  $P_0$ , но  
в момент увеличения длины на  $\Delta H$  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.

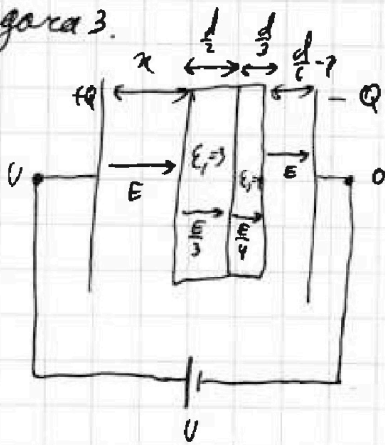
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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:

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

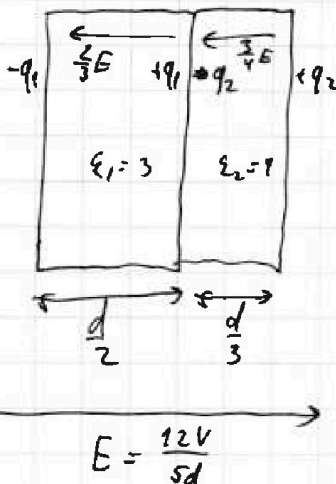
$x$  - расстояние между левой обкладкой и диэлектриком  $\epsilon_1$ .

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

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

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

$\epsilon_1$  суммарное поле  $\frac{12U}{15d}$

в  $\epsilon_2$   $\frac{12U}{60d}$

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

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

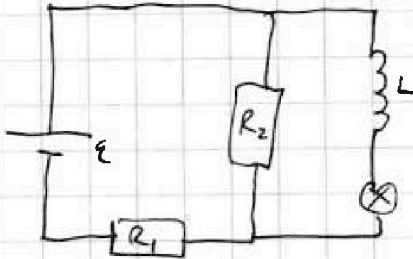




- 1  2  3  4  5  6  7

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 <sup>на катушке</sup> ~~увеличивается~~ не может  $\Rightarrow$  он через все нулевой.

По II правилу Кирхгофа:

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

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

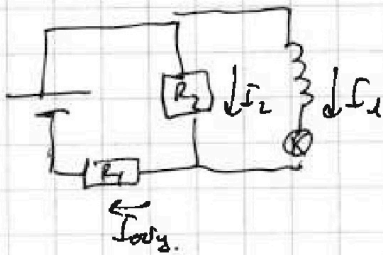
2) Напряжение на катушке равно  $I_{10} \cdot R_2$ , м.к.

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~~ <sup>идет</sup> через катушку ~~не~~ <sup>идет</sup> через лампу.

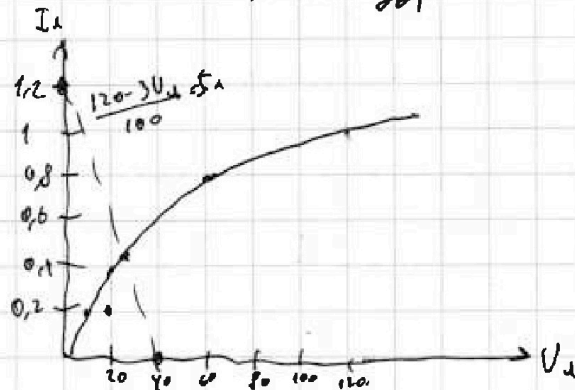
По правилу Кирхгофа:



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

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

Точка пересечения  $I_2 = 0,4$   
ток через катушку равен  $0,4 \text{ А}$ .



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

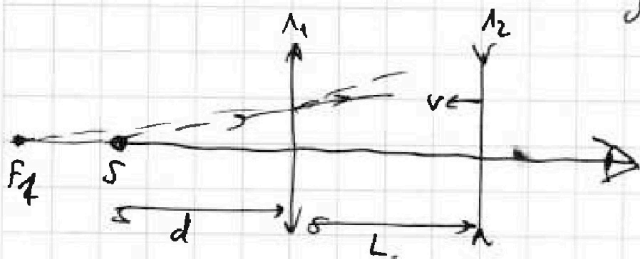
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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. Поря QR-кода недопустима!

Задача 5.



В линзе  $L_1$  для  $L_2$  создается  
мнимое изображение,

Формула тонкой линзы для

$L_1$ :

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

$$= F_1.$$

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:  $\Gamma = \frac{A}{a} = \frac{F_2(F_1 + L)}{F_1 + F_2 + L}$

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

Относительно линзы предмет движется со

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

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

то получим

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

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



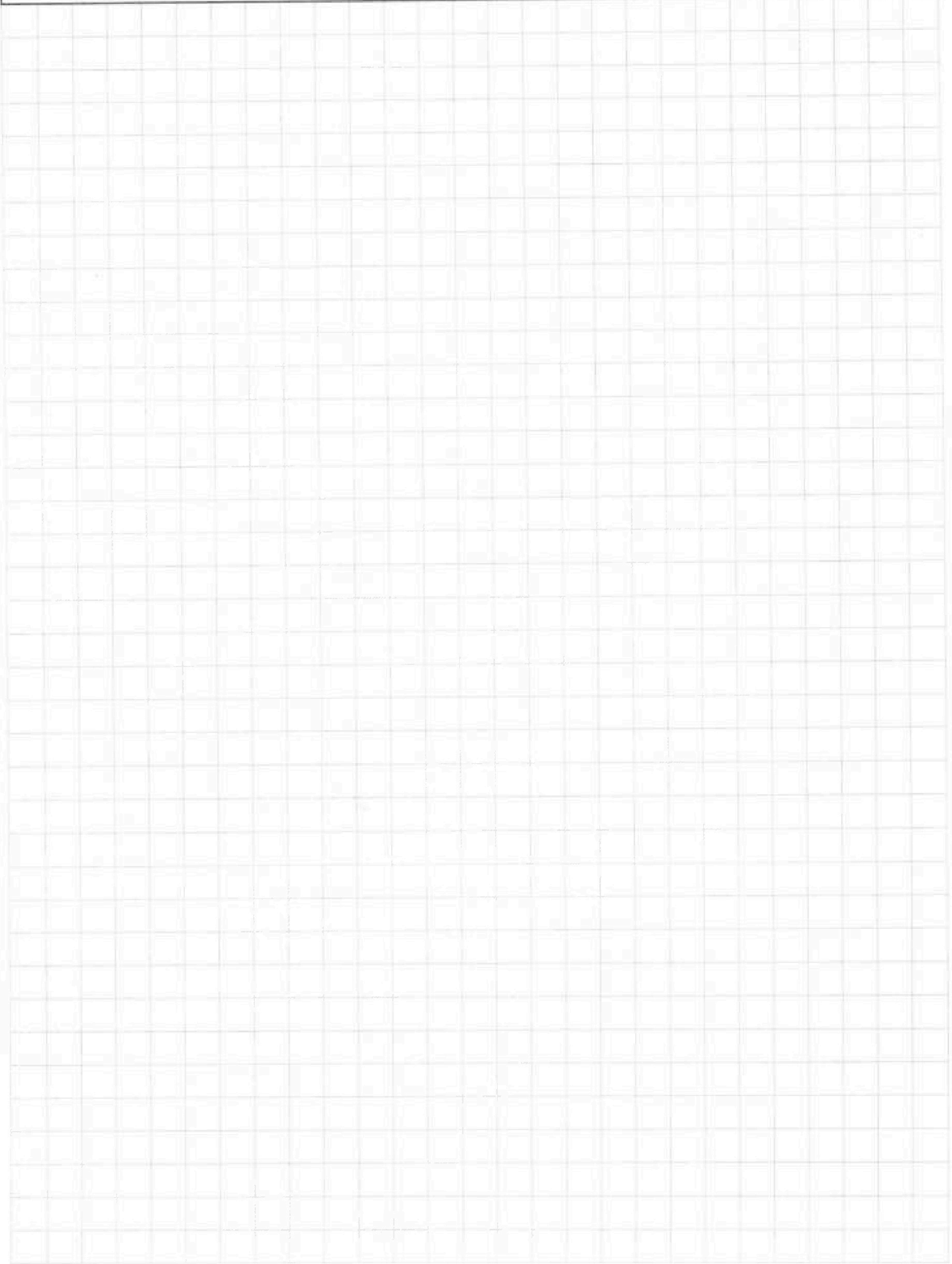
На одной странице можно оформлять **только одну задачу.**

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!



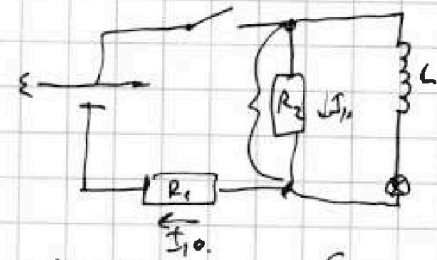
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



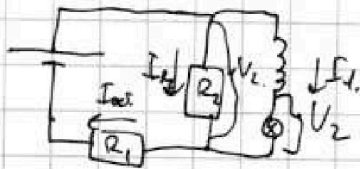
$$E = (R_1 + R_2) \cdot I_{10}$$

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

$$\begin{array}{r} 1 \\ 120 \\ - 50 \\ \hline 6000 \\ - 5000 \\ \hline 1000 \end{array}$$

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

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



$$E = I_2 R_2 + I_{0L} R_1$$

$$I_2 R_2 = U_2$$

$$I_2 + I_L = I_{0L}$$

$$E = U_2 + I_{0L} R_1 \quad I_2 = \frac{U_2}{R_2} \quad I_{0L} = \frac{E - U_2}{R_1}$$

$$I_L = I_{0L} - I_2$$

$$I_L = \frac{E - U_2}{R_1} - \frac{U_2}{R_2} = \frac{(E - U_2) R_2 - U_2 R_1}{R_1 R_2}$$

$$= \frac{E R_2 - U_2 R_2 - U_2 R_1}{R_1 R_2} = \frac{E R_2 - U_2 (R_1 + R_2)}{R_1 R_2}$$

$$= \frac{120 \cdot 50 - U_2 (100 + 50)}{100 \cdot 50} =$$

$$= \frac{6000 - U_2 \cdot 150}{5000} = \frac{600 - U_2 \cdot 15}{500} = \frac{120 - 3U_2}{100} = I_4$$

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

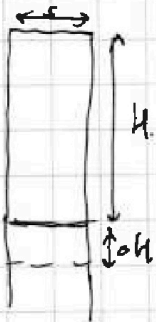
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$P_{0,1} \cdot S \cdot H = (J_{\text{вз}} + J_{\text{выс}}) \cdot R \cdot t_1$$

$$\frac{11}{22} \cdot \frac{12}{150}$$

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

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

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

В манометре ΔH давлении пара.

В<sub>1</sub>

у воздуха:  $P_0 - P_1$

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

$$\frac{50}{28} \cdot \frac{12}{150}$$

В манометре h давлении:

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

$P_2$ , у воздуха:  $P_0 - P_2$

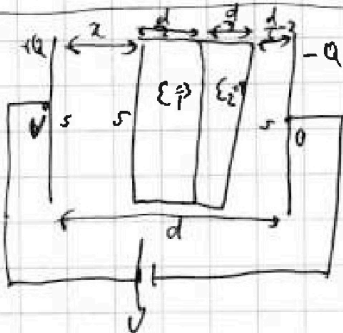
$$P_0 - P_1(H + \Delta H) = (P_0 - P_2)(H + \Delta H + h)$$

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

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

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

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



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

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

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

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

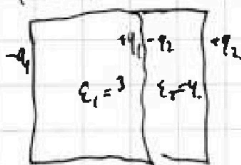
$$= \frac{2Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{12} + \frac{2Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{12} + \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{12} =$$

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

$$Q = CV$$

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

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



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

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

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

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

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

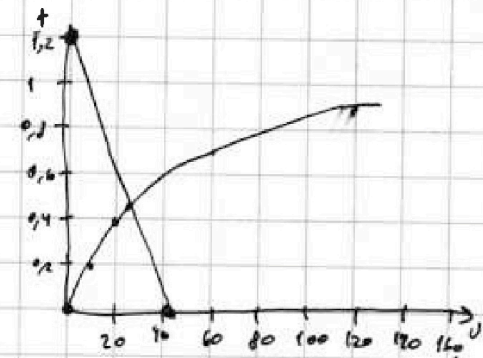
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

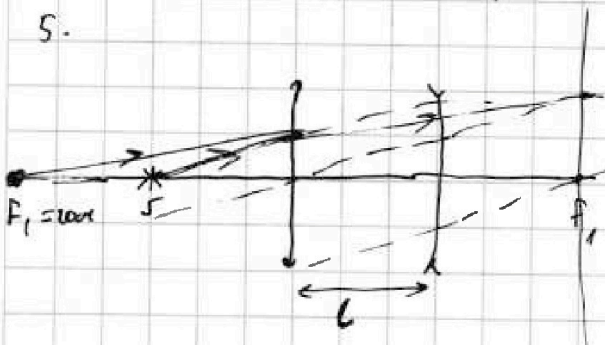


$$760 \text{ мкм} \cdot \text{м} \cdot \text{см} = 10^5 \text{ Па}$$

$$15 \text{ мм} \cdot \text{м} \cdot \text{см}$$

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

5.



$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{F_1 L} - \frac{1}{f}$$

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

$$A = \frac{F_2 \cdot F_1}{F_1 F_2} = \frac{10 \cdot 20}{10 \cdot 20} = \frac{200}{200} = 1$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

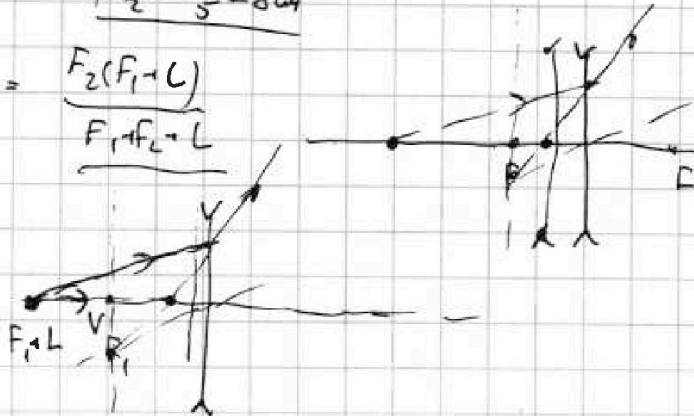
$$= \frac{50}{10 \cdot 40} = \frac{5}{40}$$

$$f_2 = \frac{40}{5} = 8 \text{ см}$$

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

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

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



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,

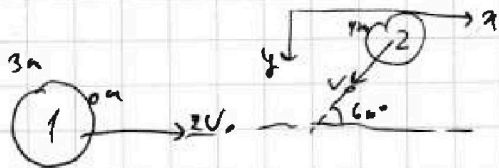
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



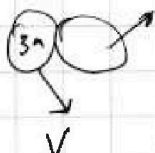
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

3)



$$E_0 = 74 V_0^2$$

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



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

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

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

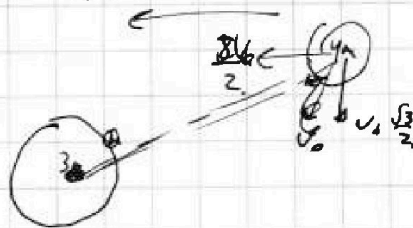
$$\frac{2\sqrt{3}V_0 - 3V_{1y}}{5} = V_{2y}$$

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

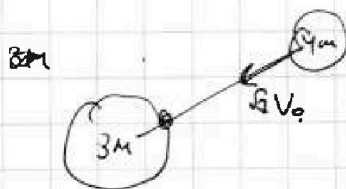
$$10V_0^2 + \frac{2E_0}{5} = \frac{3(V_{1x}^2 + V_{1y}^2)}{2} + \frac{(6V_0 - 3V_{1x})^2 + (2\sqrt{3}V_0 - 3V_{1y})^2}{5}$$

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

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



$$\begin{cases} 44 \cdot \frac{5V_0}{2} = 34 \cdot V_{12} + 54 \cdot V_{22} \\ 44 \cdot V_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 34 \cdot V_{1y} + 44 \cdot V_{2y} \end{cases} \quad \left. \begin{matrix} \\ \\ \end{matrix} \right\} 10V_0 =$$



$$\frac{25V_0^2}{4} + \frac{3V_0^2}{4} = \frac{24V_0^2}{4} = \frac{7 \cdot 4 \cdot V_0^2}{4} = 7V_0^2$$

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

$$4\sqrt{3}V_0 = 3V_{22} + 5V_{2y}$$

$$44 \cdot \sqrt{2}V_0 = 34 \cdot V_{22} + 54 \cdot V_{2y}$$

$$\frac{44 \cdot 2 \cdot V_0^2}{2} + \frac{2E_0}{5} = \frac{34 \cdot V_{22}^2}{2} + \frac{54 \cdot V_{2y}^2}{2}$$