



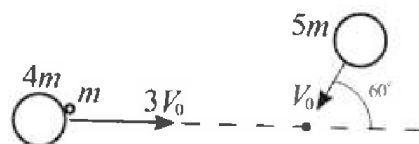
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-06

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

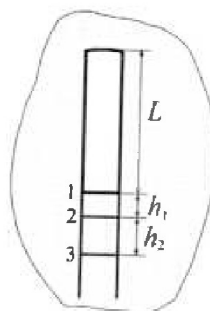


1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы $4m$, скорость $3V_0$, второй шайбы $5m$, скорость V_0 . Угол между направлениями скоростей 60° . К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина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

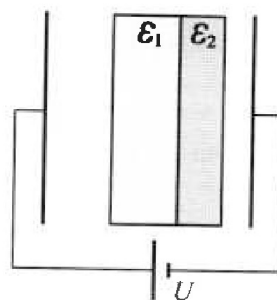
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Температура в столбе влажного воздуха установилась $t_1 = 33^\circ\text{C}$, в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко поднимают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

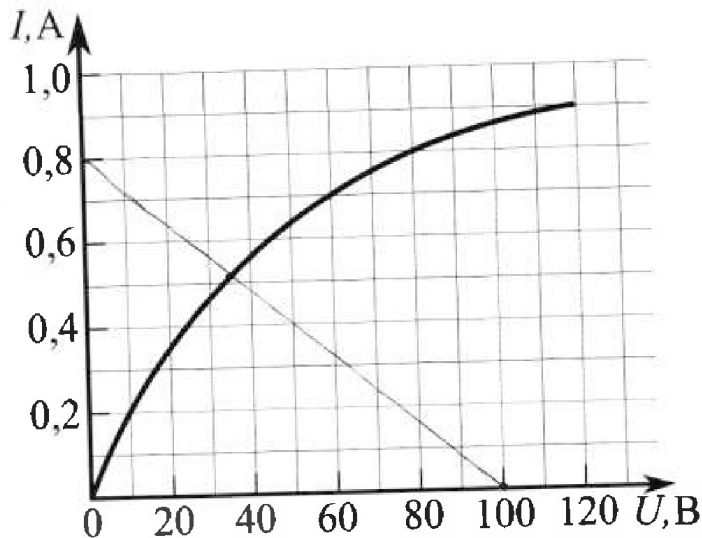
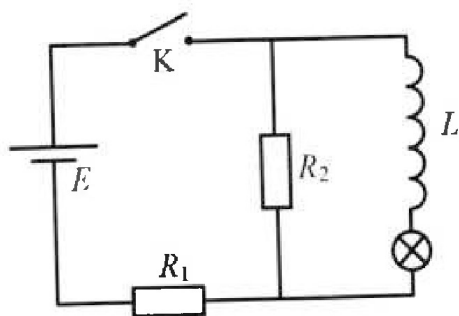
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-06

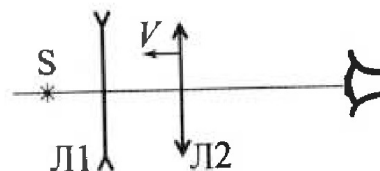
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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!

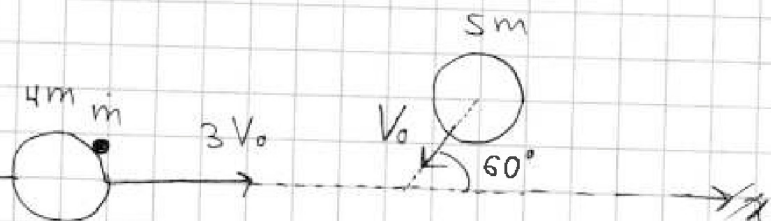
Дано:

$4m, 3V_0$
 $5m, V_0$
 $\alpha = 60^\circ$
 m

Решение:

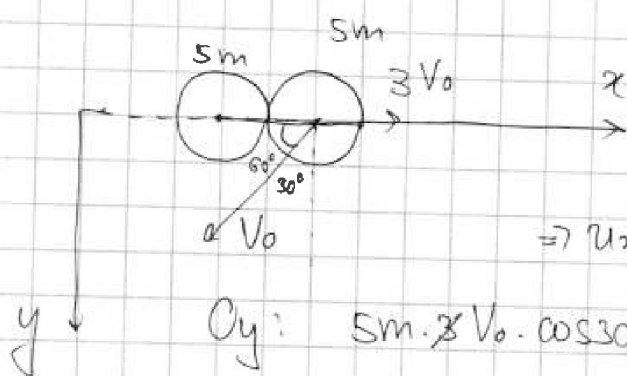
~1.

1)



- 1) u - ?
- 2) E_0 - ?
- 3) $u_{\text{отн}}$ - ?

Запишем ЗСЭ в проекции на ось Ox , соединяющую центры шаров перед столкновением, и на перпендикулярную ей ось Oy .



$$Ox: 5m \cdot 3V_0 - 5m \cdot V_0 \cdot \cos 60^\circ = 10m u_x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 15V_0 - \frac{5}{2}V_0 = 10u_x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow u_x = \frac{5}{4}V_0$$

$$Oy: 5m \cdot 3V_0 \cdot \cos 30^\circ = 10m u_y \Rightarrow \frac{5\sqrt{3}}{2}V_0 =$$

$$10u_y \Rightarrow u_y = \frac{\sqrt{3}}{4}V_0$$

$$u = \sqrt{u_x^2 + u_y^2} = \sqrt{\frac{25}{16}V_0^2 + \frac{3}{16}V_0^2} = V_0 \sqrt{\frac{28}{16}} = V_0 \sqrt{\frac{7}{4}} = \frac{V_0 \sqrt{7}}{2}$$

2) Запишем ЗСЭ:

$$5m \cdot (3V_0)^2 + 5m \cdot V_0^2 = 10m u^2 + E_0 \cdot 2$$

$$45mV_0^2 + 5mV_0^2 = \frac{70}{4}mV_0^2 + E_0 \Rightarrow E_0 = 50mV_0^2 - 11,5mV_0^2 =$$

$$= 38,5mV_0^2$$

См. продолжение.

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!

МФТИ

3) Запишем ЗСЭ: Пусть u_1 — скорость первой шайбы после удара, u_2 — скорость второй шайбы.

$$Ox: 5m \cdot 3V_0 \cos \frac{\pi}{6} - 5m \cdot \frac{V_0}{2} = 4m \cdot u_{1x} + 6m \cdot u_{2x} \quad (1)$$

$$Oy: 5m \cdot \frac{V_0 \sqrt{3}}{2} = 4m u_{1y} + 6m u_{2y} \quad (2)$$

$$\text{Запишем ЗСЭ: } \frac{5m \cdot (3V_0)^2}{2} + \frac{5m V_0^2}{2} = \frac{4m u_1^2}{2} + \frac{6m u_2^2}{2} + \frac{2E_0}{3} \quad (3)$$

$$50m V_0^2 = 4m u_1^2 + 6m u_2^2 + \frac{4E_0}{3} = 4m u_1^2 + 6m u_2^2 + \frac{130}{3} m V_0^2$$

$$\frac{20}{3} m V_0^2 = 4m u_1^2 + 6m u_2^2 \Rightarrow \frac{10}{3} V_0^2 = 2u_1^2 + 3u_2^2 \quad (3)$$

$$(1) \quad \frac{25}{2} V_0 = 4u_{1x} + 6u_{2x}$$

$$(2) \quad \frac{5\sqrt{3}}{2} V_0 = 4u_{1y} + 6u_{2y}$$

$$(3) \quad \frac{10}{3} V_0^2 = 2u_{1x}^2 + 2u_{1y}^2 + 3u_{2x}^2 + 3u_{2y}^2$$

$$V_{cmx} = u_{2x} - u_{1x} \Rightarrow V_{cmx}^2 = u_{2x}^2 + u_{1x}^2 - 2u_{2x}u_{1x} \quad | +$$

$$V_{cm y} = u_{2y} - u_{1y} \Rightarrow V_{cm y}^2 = u_{2y}^2 + u_{1y}^2 - 2u_{2y}u_{1y}$$

$$V_{cm}^2 = u_{2x}^2 + u_{2y}^2 + u_{1x}^2 + u_{1y}^2 - 2(u_{2x}u_{1x} + u_{2y}u_{1y}) \quad (4)$$

$$(31) \quad \frac{625}{4} V_0^2 = 16u_{1x}^2 + 48u_{1x}u_{2x} + 36u_{2x}^2 \quad | +$$

$$(2) \quad \frac{25}{4} V_0^2 = 16u_{1y}^2 + 48u_{1y}u_{2y} + 36u_{2y}^2$$

$$\frac{700}{4} V_0^2 = 16u_1^2 + 36u_2^2 + 48(u_{1x}u_{2x} + u_{1y}u_{2y})$$

$$\text{Пусть } u_{1x}u_{2x} + u_{1y}u_{2y} = k$$

или проигнорировать.



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!

н1 (продолжение)

$$48k = \frac{700}{4} V_0^2 - 16u_1^2 - 36u_2^2 \Rightarrow k = \frac{700}{48 \cdot 4} V_0^2 - \frac{u_1^2}{3} - \frac{3}{4} u_2^2$$

$$(4) \quad u_{ампл}^2 = u_1^2 + u_2^2 - 2 \cdot \cancel{k} \cdot k = u_1^2 + u_2^2 - \frac{700}{96} V_0^2 + \frac{2u_1^2}{3} + \frac{3}{2} u_2^2 = \frac{5u_1^2}{3} + \frac{5u_2^2}{2} - \frac{700}{96} V_0^2$$

$$(1) \Rightarrow u_1 \neq (3) \Rightarrow u_1^2 = \frac{10}{3} V_0^2 - 3u_2^2 = \frac{5}{3} V_0^2 - \frac{3}{2} u_2^2$$

$$k = \frac{700}{96} V_0^2 - \frac{5}{9} V_0^2 + \frac{1}{2} u_2^2 - \frac{3}{4} u_2^2 = \frac{700}{96} V_0^2 - \frac{5}{9} V_0^2 - \frac{1}{4} u_2^2$$

$$\text{Ответ: } 1) u = \frac{V_0 \sqrt{7}}{2} ; 2) E_0 = 32,5 \text{ мВ}^2$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

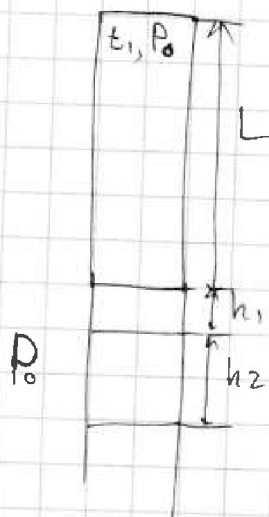
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$\begin{aligned} t_1 &= 33^\circ \text{C} \\ t_2 &= 67^\circ \text{C} \\ h_1 &= 15 \text{ мм} \\ h_2 &= 16,7 \text{ мм} \\ P_1 &= 38 \text{ мм рт.ст.} \\ P_2 &= 205 \text{ мм рт.ст.} \end{aligned}$$

- 1) L - ?
- 2) P_0 - ?

Решение:



Пусть P - давление на этой глубине, S - площадь поперечного сечения трубки. Ж.и. трубка находится в таком состоянии, что пар в ней насыщенный.

Уровень воды системы не находится в равновесии $\Rightarrow P = P_0$.

Внутри трубки влажный воздух $\Rightarrow P_0 = P_{ж.п.} + P_{в.}$, где $P_{в.}$ - давление воздуха, $P_{ж.п.}$ - давление насыщенного пара.

В начальном состоянии: $P_0 = P_1 + P_{в.0}$.

Для воздуха:

$$P_{в.0} V_0 = \nu_0 R T_1 \Rightarrow P_{в.0} S \cdot L = \nu_0 R T_1 \Rightarrow P_{в.0} = \frac{\nu_0 R T_1}{SL}$$

После быстрого увеличения температуры пар не успевает выйти насыщенный.

Для воздуха: $P_{в.2} V_1 = \nu_0 R T_2 \Rightarrow P_{в.1} = \frac{\nu_0 R T_2}{S(L+h_1)}$

Пусть P_1' - давление пара в этот момент, ν_0 - кол-во вещества пара перед повышением температуры.

Тогда
$$\begin{aligned} P_1 V_0 &= \nu_0 R T_1 \\ P_1' V_1 &= \nu_0 R T_2 \end{aligned} \quad | : \quad \frac{P_1' V_1}{P_1 V_0} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow P_1' = P_1 \frac{V_0}{V_1} \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

$$= P_1 \frac{L}{(L+h_1)} \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

Тогда
$$P_0 = P_1' + P_{в.1} = P_1 \frac{L}{(L+h_1)} \cdot \frac{T_2}{T_1} + P_{в.0} \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{L}{L+h_1}$$

$$= \frac{T_2}{T_1} \frac{L}{(L+h_1)} (P_1 + P_{в.0}) \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} \frac{L}{(L+h_1)} = 1 \Rightarrow$$

и. продолжение.

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!

МФТИ

$$\Rightarrow T_2 L = T_1 L + T_1 h_1 \Rightarrow L(T_2 - T_1) = T_1 h_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{T_1 h_1}{T_2 - T_1} = \frac{(33+273) \cdot 15 \text{ мм}}{34} = 15 \text{ мм} \cdot \frac{306}{34} =$$

$$= 9 \cdot 15 \text{ мм} = 135 \text{ мм}.$$

2) После того, как уровни воды опустятся до уровня 3,
пар снова станет насыщенным. Тогда $p_0 = p_2 + p_{в.2}$.

$$p_{в.2} V_2 = \nu_2 R T_2 \Rightarrow p_{в.2} = \frac{\nu_2 R T_2}{S(L+h_1+h_2)}.$$

$$p_0 = p_1 + \frac{\nu_1 R T_1}{S L} \Rightarrow \frac{\nu_1}{S} = \frac{(p_0 - p_1) L}{R T_1}$$

$$p_0 = p_2 + \frac{\nu_2 R T_2}{S(L+h_1+h_2)} \Rightarrow p_0 = p_2 + \frac{(p_0 - p_1) L \cdot R T_2}{R T_1 (L+h_1+h_2)} =$$

$$= p_2 + (p_0 - p_1) \cdot \frac{L}{(L+h_1+h_2)} \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

$$p_0 = p_2 + p_0 \cdot \frac{L T_2}{(L+h_1+h_2) T_1} - p_1 \cdot \frac{L T_2}{(L+h_1+h_2) T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_0 \left(\frac{L T_1 + h_1 T_1 + h_2 T_1 - L T_2}{(L+h_1+h_2) T_1} \right) = p_2 - p_1 \frac{L T_2}{(L+h_1+h_2) T_1}$$

$$p_0 = \frac{p_2 T_1 (L+h_1+h_2)}{T_1 (L+h_1+h_2) - L T_2} - \frac{p_1 \cdot L T_2}{T_1 (L+h_1+h_2) - L T_2} =$$

$$= p_2 \cdot \frac{306 \cdot 166,7}{306 \cdot 166,7 - 135 \cdot 340} - p_1 \cdot \frac{135 \cdot 340}{306 \cdot 166,7 - 135 \cdot 340} =$$

$$= \frac{p_2 \cdot 51010,2 - p_1 \cdot 45900}{510,2} = \frac{205 \cdot 51010,2 - 38 \cdot 45900}{510,2} =$$

см. продолжение.



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!

$$\begin{aligned} & \approx \frac{10457091 - 1.744.200}{5110,2} = \frac{8712891}{5110,2} = \frac{87128910}{51102} \frac{\text{мм}}{\text{мм} \cdot \text{см}} \\ & = \frac{4840495}{2839} = 1705 \text{ мм} \cdot \text{мм} \cdot \text{см}. \end{aligned}$$

Ответ: 1) $L = 135 \text{ мм}$; 2) $\rho_0 = 1705 \text{ мм} \cdot \text{мм} \cdot \text{см}$.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

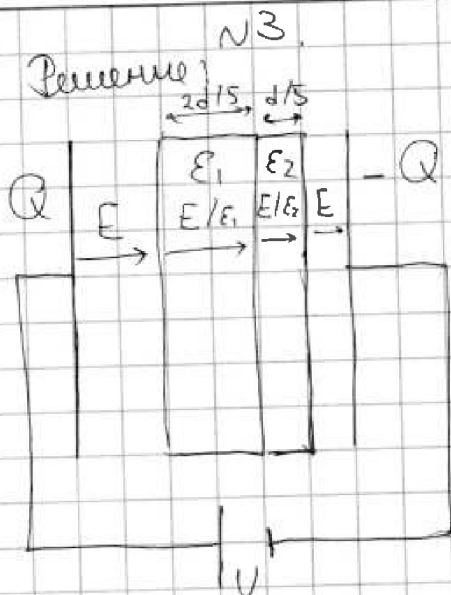
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Дано:

$S, d, \epsilon_1 = 3,$
 $2d/5;$
 $\epsilon_2 = 6, d/5$

Решение:



1) E - ?

2) Q - ?

3) q - ?

$$1) E \cdot \left(d - \frac{2d}{5} - \frac{d}{5} \right) + \frac{E}{\epsilon_1} \cdot \frac{2d}{5} + \frac{E}{\epsilon_2} \cdot \frac{d}{5} = U$$

$$E \cdot \frac{2d}{5} + E \cdot \frac{2d}{15} + E \cdot \frac{d}{30} = U$$

$$\frac{12Ed + 4Ed + Ed}{30} = U \Rightarrow 17Ed = 30U \Rightarrow E = \frac{30U}{17d}$$

$$2) E = \frac{Q}{S\epsilon_0} \Rightarrow Q = ES\epsilon_0 = \frac{30U S \epsilon_0}{17d}$$

3).



$$E_1 = \frac{E}{\epsilon_1}$$

$$E_1 = E - \frac{q_1}{S\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow q_1 = E \left(1 - \frac{1}{\epsilon_1} \right) S\epsilon_0 = \frac{ES\epsilon_0(\epsilon_1 - 1)}{\epsilon_1}$$

$$= \frac{30U S \epsilon_0 \cdot 2}{17d \cdot 3} = \frac{20US\epsilon_0}{17d}$$

$$E_2 = \frac{E}{\epsilon_2}$$

$$E_2 = E - \frac{q_2}{S\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow \frac{E}{\epsilon_2} = E - \frac{q_2}{S\epsilon_0} \Rightarrow q_2 = E \left(\epsilon_2 - 1 \right) S\epsilon_0$$

$$\Rightarrow q_2 = \frac{30U \cdot 5 \cdot S\epsilon_0}{17d \cdot 6} = \frac{25US\epsilon_0}{17d}$$

$$q = q_1 - q_2 = \frac{20US\epsilon_0}{17d} - \frac{25US\epsilon_0}{17d} = -\frac{5US\epsilon_0}{17d}$$

Ответ: 1) $E = \frac{30U}{17d}$; 2) $Q = \frac{30US\epsilon_0}{17d}$; 3) $q = -\frac{5US\epsilon_0}{17d}$



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!

Дано:

$$L = 0,5 \text{ Гн}$$

$$E = 120 \text{ В}$$

$$R_1 = 150 \text{ Ом}$$

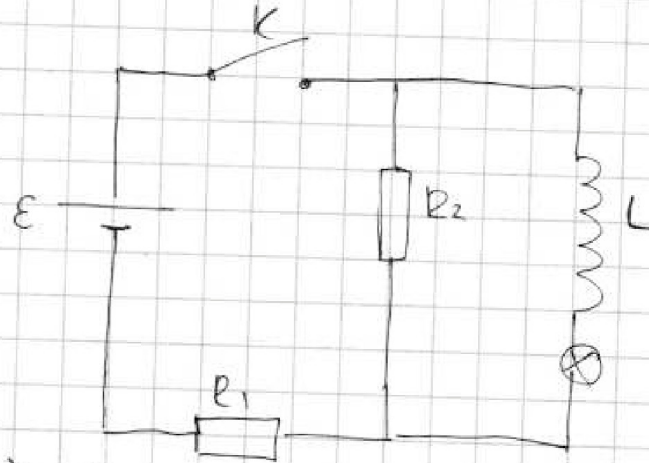
$$R_2 = 750 \text{ Ом}$$

Решение:

№ 4.

- 1) $I_{20} = ?$
- 2) $\left. \frac{dI_L}{dt} \right|_{t=0} = ?$

- 3) $I_{Lg} = ?$



1) Сразу после замыкания ключа ток через катушку еще не течет.

$$\text{Тогда } I_{20} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120 \text{ В}}{150 \text{ Ом} + 750 \text{ Ом}} = \frac{120}{900} \text{ А} = \frac{40}{30} \text{ А} = \frac{4}{3} \text{ А} = \frac{2}{1,5} \text{ А}.$$

$I_{20} = I_{10}$

- 2) В начальный момент напряжение на катушке равно 0.

$$\Rightarrow E = L \frac{dI_L}{dt} + I_{10} R_1 \Rightarrow L \frac{dI_L}{dt} = E - I_{10} R_1 = E \left(1 - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) = E \frac{R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow \frac{dI_L}{dt} = \frac{E R_2}{L (R_1 + R_2)}$$

Катушка и резистор соединены последовательно $\Rightarrow \frac{dI_L}{dt} =$

$$= \frac{dI_L}{dt} = \frac{E R_2}{L (R_1 + R_2)} = \frac{120 \text{ В} \cdot 750 \text{ Ом}}{0,5 \text{ Гн} (150 \text{ Ом} + 750 \text{ Ом})} = 200 \text{ А/с}.$$

- 3) В установившемся режиме $U_L = 0$, т.е. $\frac{dI_L}{dt} = 0$.



см. продолжение.

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!

$I_y = I_{2y} + I_{uy} \Rightarrow I_{2y} = I_y - I_{uy}$ ^{и (применение)}

$$\mathcal{E} = I_{2y} R_2 + I_y R_1 \Rightarrow I_y (R_2 + R_1) - I_{uy} R_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{uy} = \frac{I_y (R_1 + R_2) - \mathcal{E}}{R_2}$$

$$\mathcal{E} = U_u + I_y R_1 \Rightarrow I_y = \frac{\mathcal{E} - U_u}{R_1}$$

$$I_{uy} = \frac{\left(\frac{\mathcal{E} - U_u}{R_1} \right) (R_1 + R_2) - \mathcal{E}}{R_2} = \frac{(\mathcal{E} - U_u)(R_1 + R_2) - \mathcal{E} R_1}{R_1 R_2} =$$

$$= \frac{\mathcal{E} R_2 - U_u (R_1 + R_2)}{R_1 R_2} = \frac{\mathcal{E}}{R_1} - \frac{U_u (R_1 + R_2)}{R_1 R_2} = \frac{120 \text{ В}}{1500 \Omega} -$$

$$- \frac{U_u (1500 \Omega + 750 \Omega)}{1500 \Omega \cdot 750 \Omega} = \frac{4}{5} \text{ А} - \frac{6 U_u}{750} \text{ А} = \frac{4}{5} - \frac{U_u}{125}$$

Построим график зависимости $I_{uy}(U_u)$ на данн. и най-
дем точку пересечения с данным нам графиком $I(U)$.

Получим, что $U_u \approx 35 \text{ В}$. Тогда $I_{uy} = \frac{4}{5} - \frac{35}{125} =$

$$= \frac{4}{5} - \frac{7}{25} = 0,8 - 0,28 = 0,52 \text{ А. Это соответствует}$$

данным графика. $I_{Ly} = I_{uy} = 0,52 \text{ А}$

Ответ: 1) $I_{20} = \frac{2}{15} \text{ А}$; 2) $\left. \frac{dI_u}{dt} \right|_{t=0} = 200 \text{ А/с}$;

3) $I_{Ly} \approx 0,52 \text{ А}$.



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. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$F_1 = -10 \text{ см}$$

$$F_2 = 15 \text{ см}$$

$$d = 20 \text{ см}$$

$$V = 2 \text{ см/с}$$

$$2) L = 25 \text{ см}$$

$$3) L = 25 \text{ см}$$

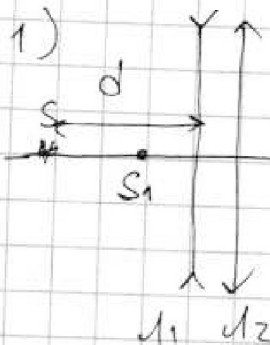
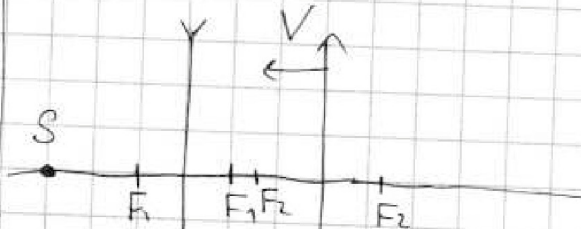
$$1) x_0 = ?$$

$$2) x = ?$$

$$3) V = ?$$

Решение:

NS.



$$\frac{1}{d} - \frac{1}{b_1} = + \frac{1}{F_1}$$

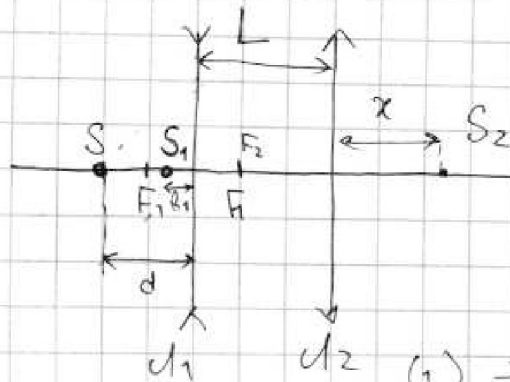
$$\frac{1}{b_1} - \frac{1}{x_0} = \frac{1}{F_2}$$

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{x_0} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{x_0} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F_1} - \frac{1}{F_2} = \frac{F_1 F_2 - d F_2 - d F_1}{d F_1 F_2} \Rightarrow x_0 = \frac{d F_1 F_2}{F_1 F_2 - d F_2 - d F_1}$$

$$= \frac{20 \text{ см} \cdot (-10) \text{ см} \cdot 15 \text{ см}}{-10 \text{ см} \cdot 15 \text{ см} - 20 \text{ см} \cdot 15 \text{ см} - 20 \text{ см} \cdot (-10) \text{ см}} = 12 \text{ см}$$

2)



$$L = 25 \text{ см} \Rightarrow L = |F_1| + |F_2|$$

$$\frac{1}{x} - \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F_1} \quad (1)$$

$$\frac{1}{L + b_1} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F_2} \quad (2)$$

$$(1) \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{F_1 - d}{d F_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow b_1 = \frac{d F_1}{F_1 - d} = \frac{20 \text{ см} \cdot (-10) \text{ см}}{-10 \text{ см} - 20 \text{ см}} = \frac{-200 \text{ см}^2}{-30 \text{ см}} = \frac{20}{3} \text{ см}$$

см. продолжение.

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) $\Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{F_2} - \frac{1}{L+b_1} = \frac{L+b_1-F_2}{F_2(L+b_1)} \Rightarrow x = \frac{F_2(L+b_1)}{L+b_1-F_2} =$
 $= \frac{15(25 + \frac{20}{3})}{25 + \frac{20}{3} - 15} \text{ см} = 28,5 \text{ см.}$

3) В момент, когда $L=25 \text{ см}$, расстояние от S_1 до
 мига A_2 равно $b_2 = L+b_1$.
 Пройдем в CO мига A_2 . Вней скорости точки S_1 равна

$v_x = v$.

$$\frac{1}{b_2} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F_2} \quad \left| \frac{d}{dt} \right|$$

$$-\frac{\dot{b}_2}{b_2^2} - \frac{\dot{x}}{x^2} = 0 \Rightarrow \dot{x} = -\dot{b}_2 \left(\frac{x}{b_2} \right)^2 \Rightarrow v_x = v \left(\frac{x}{b_2} \right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U = v \left(\frac{x}{b_2} \right)^2 = v \cdot \left(\frac{28,5}{25 + \frac{20}{3}} \right)^2 = \left(\frac{57 \cdot 3}{2(75+20)} \right)^2 v = \left(\frac{57 \cdot 3}{190} \right)^2 v =$$

$$= \frac{171^2}{190^2} v$$

Ответ: 1) $x_0 = 12 \text{ см}$; 2) $x = 28,5 \text{ см}$; 3) $U = \frac{171^2}{190^2} v$.

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!



$$87128910 \overline{) 51102} \quad \begin{array}{r} 51102 \\ -48 \\ \hline 31 \\ -30 \\ \hline 10 \end{array} \quad \begin{array}{r} 6 \\ 18517 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 525 \cdot 51102 \\ + 2839 \cdot 51102 \\ \hline 17034 \quad 19873 \end{array} \quad \begin{array}{r} 51102 \\ + 2839 \\ \hline 54041 \end{array} \quad \begin{array}{r} 51102 \\ + 255510 \\ \hline 204408 \end{array} \quad \begin{array}{r} 51102 \\ -42 \\ \hline 45 \\ -42 \\ \hline 3 \end{array}$$

$$\times 51102$$

$$q = CU.$$

$$\frac{25}{4} V_0^2 = 16U_{1x}^2 + 24U_{1x}U_{2x} + 36U_{2x}^2$$

$$\frac{25}{4} V_0^2 = 16U_{1y}^2 + 24U_{1y}U_{2y} + 36U_{2y}^2$$

$$\frac{(25+75)}{4} V_0^2 = 16U_1^2 + 36U_2^2 + 24(U_{1x}U_{2x} + U_{1y}U_{2y})$$

$$\frac{10}{3} V_0^2 = 2U_1^2 + 3U_2^2$$

$$U_{2x} = U_{1x} + U_{2x}$$

$$\frac{36}{48} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$$

$$87128910 \overline{) 14521485}$$

$$\begin{array}{r} 51102 \\ 8517 \\ 4840495 \\ \hline 2839 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14521485 \overline{) 3} \\ -12 \\ \hline 25 \\ -24 \\ \hline 42 \\ -42 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 4840495 \overline{) 3} \\ -3 \\ \hline 1 \\ -1 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 8517 \overline{) 3} \\ -3 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 87128910 \overline{) 14521485} \\ -6 \\ \hline 24 \\ -31 \\ \hline 30 \\ -30 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 51102 \\ 1705 \\ \hline 255510 \end{array}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$\frac{-3000}{-150 - 300 + 200} = \frac{-3000}{-250} = \frac{3000}{250} = 12 \text{ см}$$

$$\frac{200}{30} = \frac{20}{3}$$

$$\frac{15(25 + \frac{20}{3})}{25 + \frac{20}{3} - 15} = \frac{3(25 + \frac{20}{3})}{5 + \frac{4}{3} - 3}$$

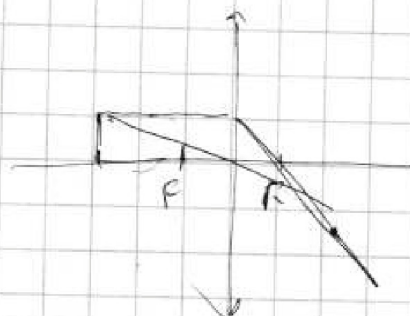
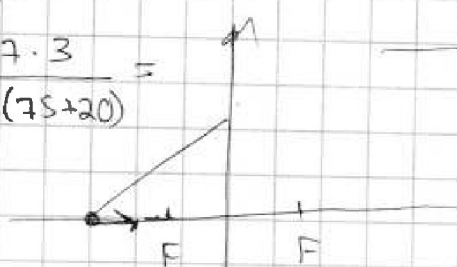
$$= \frac{3(75 + 20)}{15 + 4 - 9} = \frac{3 \cdot (75 + 20)}{10} = 3 \cdot (7,5 + 2) =$$

$$= 3 \cdot 9,5$$

$$v_{12} = v_x - v' = 0 \Rightarrow v_x = v$$

$$\frac{57}{2(25 + \frac{20}{3})} = \frac{1}{2} = -\frac{1}{x^2}$$

$$= \frac{57}{2(\frac{75 + 20}{3})} = \frac{57 \cdot 3}{2(75 + 20)}$$



$$95 \times 2 = 190$$

$$= \frac{750}{900} = \frac{75}{90}$$

$$= \frac{5}{6} \quad \frac{5 \cdot 120}{6 \cdot 0,5} =$$

$$= \frac{120}{6 \cdot 0,1} = \frac{1200}{6} = 200$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ + 57 \\ \hline 171 \end{array}$$

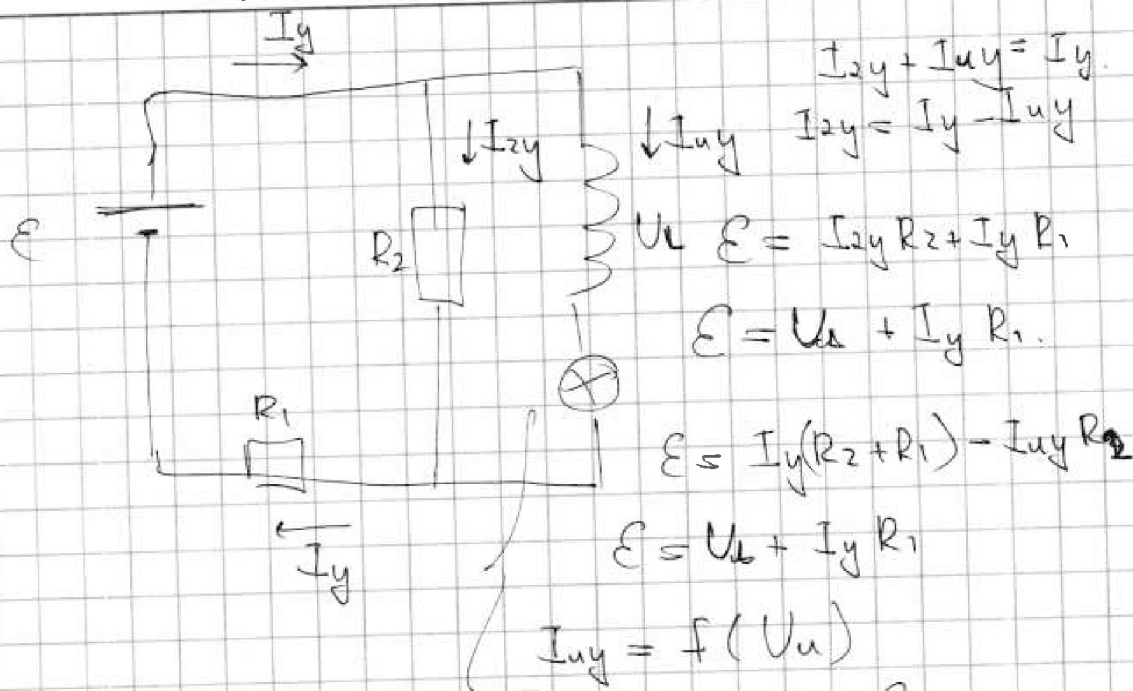
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$I_y = \frac{\mathcal{E} - U_u}{R_1}$$

$$I_{uy} = \frac{I_y (R_1 + R_2) - \mathcal{E}}{R_2} = \frac{(\mathcal{E} - U_u) (R_1 + R_2) - \mathcal{E}}{R_1 R_2}$$

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

$$= \frac{\mathcal{E}}{R_1} - \frac{U_u (R_1 + R_2)}{R_1 R_2} = \frac{120}{150} - \frac{U_u (150 + 750)}{150 \cdot 750} = \frac{4}{5} -$$

$$- \frac{U_u \cdot (1 + 5)}{750} = \frac{4}{5} - \frac{U_u \cdot 6}{750} = \frac{4}{5} - \frac{2 U_u}{250} = \frac{4}{5} - \frac{U_u}{125}$$

$$I = 0,8 - \frac{U_u}{125} \leq 0$$

$$\frac{U_u}{125} = 0,8 \quad U_u = \frac{125 \cdot 4}{5} = 25 \cdot 4 = 100$$

$$I_{uy} = 0,8 - \frac{35}{125} = 0,8 - \frac{7}{25}$$

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!

$$u_{12} = \frac{25}{2} V_0 - 5u_{21}$$

$$p_1 V_0 = \nu_0 R T_1$$

$$p_1 V_1 = \nu_0 R T_2$$

$$V_0 = SL$$

$$V_1 = S(L+h_1)$$

$$\frac{p_{b,1}}{p_{b,0}} = \frac{T_2 \cdot L}{T_1(L+h_1)}$$

$$T_1 = (33 + 273)$$

$$\frac{306}{34} = \frac{153}{17} = 9$$

$$L+h_1+h_2 = 135 \text{ мм} + 15 \text{ мм} + 16,7 \text{ мм} = 166,7 \text{ мм}$$

$$T_1 = 33 + 273 = 306 \text{ К}$$

$$T_2 = 67 + 273 = 340 \text{ К}$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ + 67 \\ \hline 340 \end{array}$$

$$p_2 = 306 \cdot 166,7$$

$$\begin{array}{r} \times 135 \\ 340 \\ \hline + 540 \\ 405 \\ \hline 45900 \end{array}$$

$$\times 205$$

$$\begin{array}{r} \times 51010,2 \\ 205 \\ \hline + 2550510 \\ 1020204 \\ \hline 10457091,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 306 \\ 10457091 \\ - 1744200 \\ \hline 8712891 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 166,7 \\ 306 \\ \hline + 10002 \\ 51010,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 135 \\ 340 \\ \hline + 540 \\ 405 \\ \hline 45900 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 51010,2 \\ 45900,0 \\ \hline 5110,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 367,200 \\ 1377 \\ \hline 1744200 \end{array}$$

8

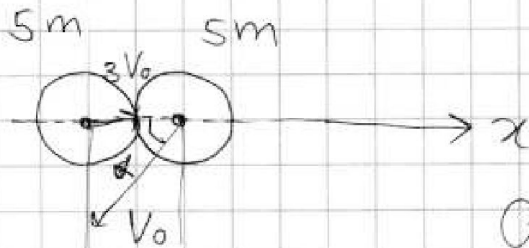
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$O_x: 5m \cdot 3V_0 - 5m V_0 \cdot \cos \alpha = 10m \cdot u_x$$

$$V_0 \cdot \cos \alpha = V_0 \cdot \cos 60^\circ = \frac{V_0}{2}$$

$$15m V_0 - 2,5m V_0 = 10m u_x \Rightarrow 12,5 V_0 = 10 u_x \Rightarrow u_x = 1,25 V_0$$

$$O_y: 5m \cdot V_{0y} = 10m u_y$$

$$V_{0y} = V_0 \cdot \cos 30^\circ = \frac{V_0 \sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{5m V_0 \sqrt{3}}{2} = 10m u_y \Rightarrow u_y = \frac{5\sqrt{3}}{20} V_0 = \frac{\sqrt{3}}{4} V_0$$

$$\frac{4}{3} \cdot \frac{65}{2} m V_0^2 =$$

$$3V_0 - \frac{1}{2} V_0 = 2u_x$$

$$\left(\frac{3}{2} - \frac{1}{4}\right) V_0 = u_x$$

$$= \frac{2 \cdot 65}{3} m V_0^2 = \frac{130}{3} m V_0^2$$

$$32,5 = \frac{65}{2}$$

$$30 - \frac{5}{2} = \frac{30-5}{2} = \frac{25}{2} \quad u^2 = V_0^2 \cdot 2$$

$$15 - \frac{5}{2} = \frac{30-5}{2} = \frac{25}{2} \quad \frac{25}{2} = \frac{20}{4} m V_0^2$$

$$\frac{25}{4} = \frac{35}{2} = 17,5$$

$$u_{2x} = u_{1x} + u_{cmx} \Rightarrow u_{cmx} = u_{2x} - u_{1x}$$

$$\frac{150}{3} - \frac{130}{3} = \frac{20}{3}$$

$$u_{cmx} = u_{2y} - u_{1y}$$