



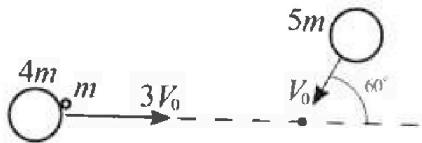
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



Вариант 11-06

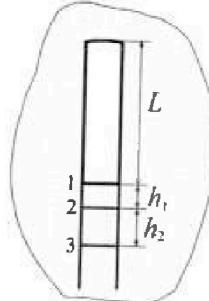
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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.

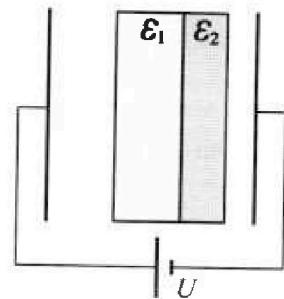
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Температура в столбе влажного воздуха установилась $t_1 = 33^\circ\text{C}$, в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко поднимают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

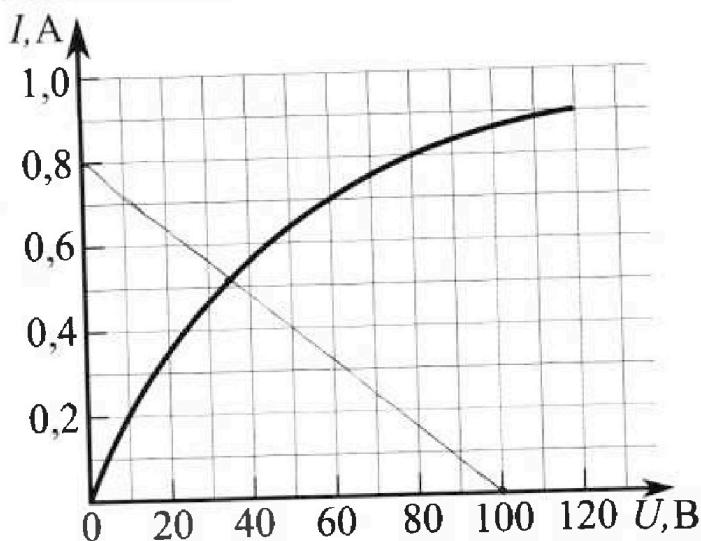
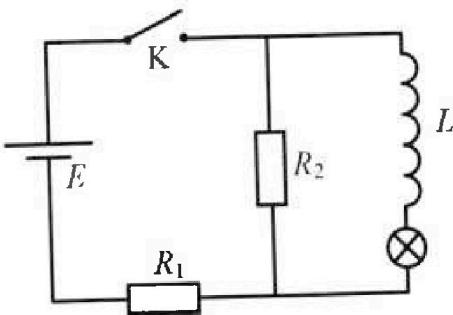
Вариант 11-06



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

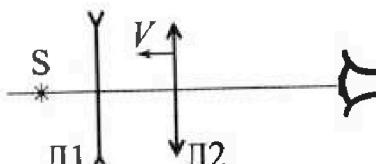
4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные, $L = 0,5 \text{ Гн}$, $E = 120 \text{ В}$, $R_1 = 150 \Omega$, $R_2 = 750 \Omega$. Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

- 1) Найти и 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 $F_1 = -10 \text{ см}$, у линзы Л2 фокусное расстояние $F_2 = 15 \text{ см}$. Неподвижный точечный источник света S расположен на расстоянии $d = 20 \text{ см}$ от неподвижной линзы Л1. Линза Л2 приближается к Л1 с постоянной скоростью $V = 2 \text{ см/с}$. 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 $L = 25 \text{ см}$?
- 3) Найти скорость U (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет $L = 25 \text{ см}$.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Дано:

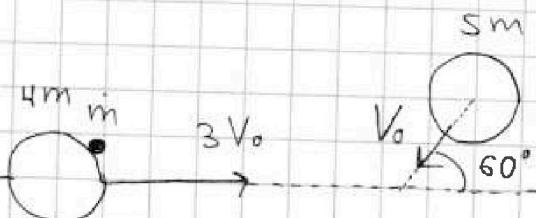
$$4m, 3V_0 \\ 5m, V_0 \\ d = 60^\circ \\ m$$

- 1) $U - ?$
- 2) $E_0 - ?$
- 3) $V_{\text{доп}} - ?$

Решение:

~1.

1)

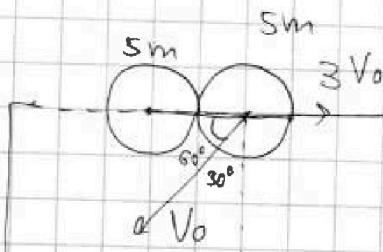


$\rightarrow x$

Ox

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

у.



$Ox: 5m \cdot 3V_0 -$

$$\rightarrow 5m \cdot V_0 \cdot \cos 60^\circ = \\ = 10m U_x \Rightarrow$$

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

$$\Rightarrow U_x = \frac{5}{4} V_0.$$

у

$$Oy: 5m \cdot 3V_0 \cdot \cos 30^\circ = 10m U_y \Rightarrow \frac{5\sqrt{3}}{2} V_0 = \\ = 10 U_y \Rightarrow U_y = \frac{\sqrt{3}}{4} V_0.$$

$$U = \sqrt{U_x^2 + U_y^2} = \sqrt{\frac{25}{16} V_0^2 + \frac{3}{16} V_0^2} = V_0 \sqrt{\frac{28}{16}} = V_0 \sqrt{\frac{7}{4}} = \\ = V_0 \frac{\sqrt{7}}{2}.$$

2) Запишем ЗСЭ:

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

$$45mV_0^2 + 5mV_0^2 = \frac{70}{4} mV_0^2 + E_0 \Rightarrow E_0 = 50mV_0^2 - 17,5mV_0^2 = \\ = 32,5mV_0^2$$

Св. 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 ЗСИ: ω_1 (предложение)
Пусть U_1 - скорость первой шайбы по
оси z , U_2 - скорость второй шайбы.

$$Ox: 5m \cdot 3V_0 = 5m \cdot \frac{U_{1x}}{2} + 5m \cdot \frac{U_{2x}}{2} \quad (1)$$

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

$$\text{Запишем ЗСЭ: } \frac{5m \cdot (3V_0)^2}{2} + \frac{5mV_0^2}{2} \leq \frac{4mU_1^2}{2} + \frac{6mU_2^2}{2} + \frac{2E_0}{3} \quad (3)$$

$$50mV_0^2 = 4mU_1^2 + 6mU_2^2 + \frac{4E_0}{3} = 4mU_1^2 + 6mU_2^2 + \frac{130mV_0^2}{3}$$

$$\frac{20}{3}mV_0^2 = 4mU_1^2 + 6mU_2^2 \Rightarrow \frac{10}{3}V_0^2 = 2U_1^2 + 3U_2^2 \quad (3)$$

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

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

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

$$U_{0mx} = U_{2x} - U_{1x} \quad \rightarrow U_{0mx}^2 = U_{2x}^2 + U_{1x}^2 - 2U_{2x}U_{1x} \quad | + \\ U_{0my} = U_{2y} - U_{1y} \quad \rightarrow U_{0my}^2 = U_{2y}^2 + U_{1y}^2 - 2U_{2y}U_{1y}$$

$$U_{0mn}^2 = U_{2x}^2 + U_{2y}^2 + U_{1x}^2 + U_{1y}^2 - 2(U_{2x}U_{1x} + U_{2y}U_{1y}) \quad (4)$$

$$(81) \frac{625}{4}V_0^2 = 16U_{1x}^2 + 48U_{1x}U_{2x} + 36U_{2x}^2 \quad | +$$

$$(82) \frac{25}{4}V_0^2 = 16U_{1y}^2 + 48U_{1y}U_{2y} + 36U_{2y}^2 \quad | +$$

$$\frac{200}{4}V_0^2 = 16U_1^2 + 36U_2^2 + 48U_{1x}U_{2x} + U_{1y}U_{2y}$$

$$2U_{0mn}^2 + U_{1y}U_{2y} = k$$

если предложение



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

н1 (предложение)

$$48k = \frac{700}{4} V_o^2 - 16U_1^2 - 36U_2^2 \Rightarrow k = \frac{700}{48 \cdot 4} V_o^2 - \frac{U_1^2}{3} - \frac{3}{4} U_2^2$$

$$(4) U_{\text{ном}}^2 = U_1^2 + U_2^2 - 2 \cdot k \quad k = U_1^2 + U_2^2 - \frac{700}{96} V_o^2 + \\ + \frac{2U_1^2}{3} + \frac{3}{2} U_2^2 = \frac{5U_1^2}{3} + \frac{5U_2^2}{2} - \frac{700}{96} V_o^2.$$

$$(1) \Rightarrow U_{1*} \leq (3) \Rightarrow U_1^2 = \frac{10}{3} V_o^2 - 3U_2^2 = \frac{5}{3} V_o^2 - \frac{3}{2} U_2^2$$

$$k = \frac{700}{96} V_o^2 - \frac{5}{9} V_o^2 + \frac{1}{2} U_2^2 - \frac{3}{11} U_2^2 = \frac{700}{96} V_o^2 - \frac{5}{9} V_o^2 - \\ - \frac{1}{4} U_2^2.$$

$$\text{Ответ: 1) } U = \frac{V_o \sqrt{7}}{2}; 2) E_o = 32,5 mV_o^2$$



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

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

МФТИ

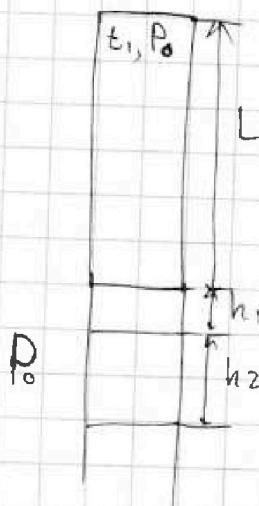
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:
 $t_1 = 33^\circ\text{C}$
 $t_2 = 67^\circ\text{C}$
 $h_1 = 15\text{ мм}$
 $h_2 = 16,7\text{ мм}$
 $P_1 = 38\text{ мм рт. см}$
 $P_2 = 205\text{ мм рт. см}$

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

Решение:

~2.



Пусть P - давление на этой высоте. S -площадь поперечного сечения пробирки. И.и. пробирка находиться в таком состоянии доистечения давления P_0 , то пар в ней насыщенный.

Уровень воды

Система пока находится в равновесии $\Rightarrow P = P_0$.

Внутри пробирки вспышки воздуха $\Rightarrow P_0 = P_{n.p.} + P_p$, где P_p - давление воздуха, $P_{n.p.}$ - пар насыщенной пары.

В начальном состоянии: $P_0 = P_1 + P_{B,0}$.
Давление воздуха:

$$P_{B,0} V_0 = \mathcal{D}_0 R T_1 \Rightarrow P_{B,0} S \cdot L = \mathcal{D}_0 R T_1 \Rightarrow P_{B,0} = \frac{\mathcal{D}_0 R T_1}{S L}$$

После быстрого увеличения температуры пар не успевает стать насыщенным.

$$\text{Давление воздуха: } P_{B,1} V_1 = \mathcal{D}_0 R T_2 \Rightarrow P_{B,1} = \frac{\mathcal{D}_0 R T_2}{S(L+h_1)}$$

Пусть P_1' - давление пара в этом моменте, \mathcal{D}_0 - как-то зависит от предварительного повышения температуры.

$$\text{Изменяя } P_1 V_0 = \mathcal{D}_0 R T_1 \quad | : \quad \frac{P_1' V_1}{P_1 V_0} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow P_1' = P_1 \frac{V_0}{V_1} \frac{T_2}{T_1}$$

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

$$\text{Таким образом } P_0 = P_1' + P_{B,1} = P_1 \frac{L}{(L+h_1)} \cdot \frac{T_2}{T_1} + P_{B,0} \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{L}{L+h_1} =$$

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

из. предположение.

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!

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

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

$$= 9.15 \text{ мм} = 135 \text{ мм}.$$

2) После того, как уровень воды опустился до уровня 3, пар снова стал насыщенным. Тогда $P_0 = P_2 + P_{B,2}$.

$$P_{B,2} V_2 = D_B R T_2 \Rightarrow P_{B,2} = \frac{D_B R T_2}{S(L+h_1+h_2)}.$$

$$P_0 = P_1 + \frac{D_B R T_1}{S L} \Rightarrow \frac{D_B}{S} = \frac{(P_0 - P_1)}{R T_1} L$$

$$P_0 = P_2 + \frac{D_B R T_2}{S(L+h_1+h_2)} \Rightarrow P_0 = P_2 + \frac{(P_0 - P_1) L \cdot R T_2}{R T_1 (L+h_1+h_2)} =$$

$$= P_2 + (P_0 - P_1) \cdot \frac{L}{(L+h_1+h_2)} \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

$$P_0 = P_2 + P_0 \cdot \frac{L T_2}{(L+h_1+h_2) T_1} - P_1 \cdot \frac{L T_2}{(L+h_1+h_2) T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_0 \left(\frac{L T_1 + h_1 T_1 + h_2 T_1 - L T_2}{(L+h_1+h_2) T_1} \right) = P_2 - P_1 \frac{L T_2}{(L+h_1+h_2) T_1}$$

$$P_0 = \frac{P_2 T_1 (L+h_1+h_2)}{T_1 (L+h_1+h_2) - L T_2} - \frac{P_1 \cdot L T_2}{T_1 (L+h_1+h_2) - L T_2} =$$

$$= P_2 \cdot \frac{306 \cdot 166,7}{306 \cdot 166,7 - 135 \cdot 340} - P_1 \cdot \frac{135 \cdot 340}{306 \cdot 166,7 - 135 \cdot 340} =$$

$$= P_2 \cdot 51010,2 - P_1 \cdot 45900 = \frac{205 \cdot 51010,2 - 38 \cdot 45900}{51010,2} =$$

см. продолжение.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$\frac{1}{\cancel{10457.091} - \cancel{1.744.200}} = \frac{\cancel{8.712891}}{\cancel{5110,2}} = \frac{87128910}{51102}$ ~~мм.~~ ~~рт. см.~~

$= \frac{4840495}{2839} = 1705$ ~~мм.~~ рт. см.

Ответ: 1) $L = 135$ ~~мм.~~; 2) $P_0 = 1705$ ~~мм.~~ рт. 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

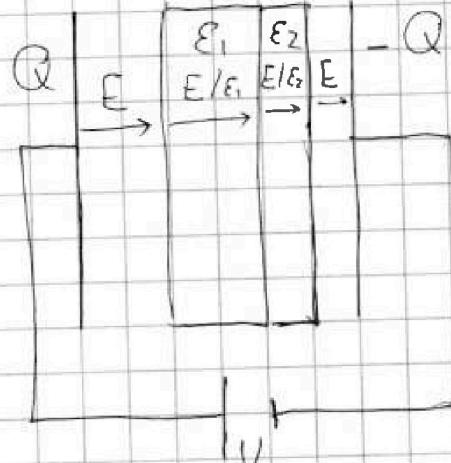
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

№3.

Дано:
 $S, d, \epsilon_1 = 3,$
 $2d/15;$
 $\epsilon_2 = 6; d/15$

Решение:



- 1) $E - ?$
 2) $Q - ?$
 3) $q - ?$

$$1) E \cdot \left(d - \frac{2d}{5} - \frac{d}{5}\right) + \\ + \frac{E}{\epsilon_1} \cdot \frac{2d}{5} + \frac{E}{\epsilon_2} \cdot \frac{d}{5} = \\ = U. \\ E \cdot \frac{2d}{5} + E \cdot \frac{2d}{15} + \\ + E \cdot \frac{d}{30} = U$$

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

$$2) E = \frac{Q}{SE_0} \Rightarrow Q = ESE_0 = \frac{30U}{17d}SE_0.$$

$$3) \quad \begin{array}{c} -q_1 \\ | \\ E \\ | \\ \epsilon_1 \\ | \\ q_1-q_2 \\ | \\ \epsilon_2 \\ | \\ q_2 \end{array} \quad E_1 = \frac{E}{\epsilon_1} \Rightarrow \frac{E}{\epsilon_1} = E - \frac{q_1}{SE_0} \\ E_1 = E - \frac{q_1}{SE_0} \Rightarrow q_1 = E \left(1 - \frac{1}{\epsilon_1}\right) SE_0 = \frac{ESE_0(\epsilon_1 - 1)}{\epsilon_1} \\ = \frac{30U}{17d} \cdot S \cdot E_0 \cdot 2 = \frac{20U}{17d} S E_0$$

$$E_2 = \frac{E}{\epsilon_2} \Rightarrow \frac{E}{\epsilon_2} = E - \frac{q_2}{SE_0} \Rightarrow q_2 = E \left(\frac{\epsilon_2 - 1}{\epsilon_2}\right) SE_0 \Rightarrow \\ E_2 = E - \frac{q_2}{SE_0} \Rightarrow q_2 = \frac{30U}{17d} \cdot 5 \cdot S E_0 = \frac{25U}{17d} S E_0$$

$$Q = q_1 - q_2 = \frac{20U}{17d} S E_0 - \frac{25U}{17d} S E_0 = -\frac{5U}{17d} S E_0$$

$$\text{Ответ: 1) } E = \frac{30U}{17d}; 2) Q = \frac{30U}{17d} S E_0; 3) q = -\frac{5U}{17d} S E_0$$



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:

$$L = 0,5 \text{ Дж}$$

$$E = 120 \text{ В}$$

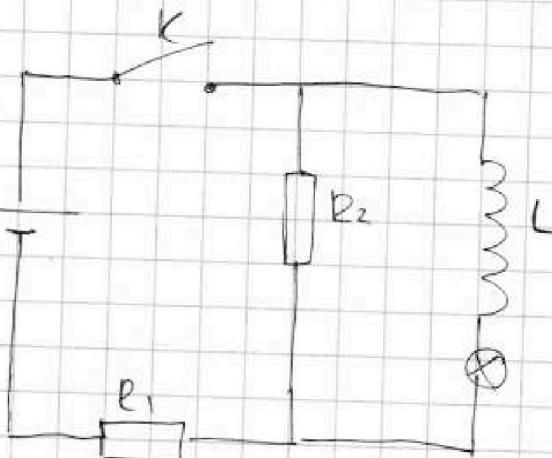
$$R_1 = 150 \Omega$$

$$R_2 = 750 \Omega$$

- 1) $I_{20} - ?$
 2) $\frac{dI_u}{dt} \Big|_{t=0} - ?$
 3) $I_{Ly} - ?$

Решение:

~4.



1) Сразу после замыкания клемма ток через катушку ещё не меняется.

Итогда $I_{20} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120 \text{ В}}{150 \Omega + 750 \Omega} = \frac{120}{900} \text{ А} = \frac{4}{30} \text{ А.} = \frac{2}{15} \text{ А.}$

$$I_{20} = I_{10}.$$

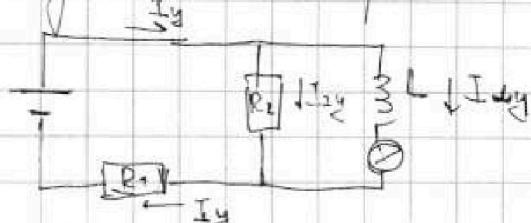
2) В начальный момент напряжение на катушке равно 0. \Rightarrow

$$\begin{aligned} \Rightarrow E &= L \frac{dI_L}{dt} + I_{10} \cdot R_1 \Rightarrow L \frac{dI_L}{dt} = E - I_{10} \cdot R_1 = \\ &= E \left(1 - \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) = E \frac{R_2}{R_1 + R_2} \neq \Rightarrow \frac{dI_L}{dt} = \frac{E}{L} \frac{R_2}{R_1 + R_2}. \end{aligned}$$

давнона и катушки соединены последовательно $\Rightarrow \frac{dI_u}{dt} =$

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

3) В установившемся режиме $V_L = 0, \text{ т.к. } \frac{dI_L}{dt} = 0.$



см. продолжение.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$\text{н} \cup (\text{программное})$

$$I_y = I_{2y} + I_{uy} \Rightarrow I_{2y} = I_y - I_{uy}$$

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

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

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

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

$$= \frac{\mathcal{E} R_2 - U_u (R_1 + R_2)}{R_1 R_2} = \frac{\mathcal{E}}{R_1} - \frac{U_u (R_1 + R_2)}{R_1 R_2} = \frac{120 \text{ В}}{150 \Omega} -$$

$$- \frac{U_u (150 \Omega + 75 \Omega)}{150 \Omega \cdot 75 \Omega} = \frac{4}{5} \text{ A} - \frac{6}{750} U_u \text{ A} = \frac{4}{5} - \frac{U_u}{125} \text{ A}$$

Построим график зависимости I_{uy} (U_u) на данной ка-
рдиоидной кривой пересечений с данными линиями I (V).

Получим, что $U_u = 35 \text{ В}$. 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

данному уравнению. $I_{Ly} = I_{uy} = 0,52 \text{ А}$

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

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:



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

МФТИ

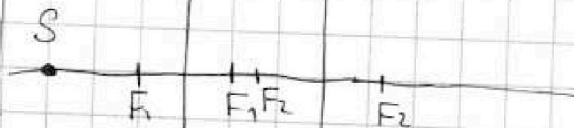
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

Решение:

№ 5.

$$\begin{aligned} F_1 &= -10 \text{ см} \\ F_2 &= 15 \text{ см} \\ d &= 20 \text{ см} \\ V &= 2 \text{ см/с} \\ 2) L &= 25 \text{ см} \\ 3) L &= 25 \text{ см} \end{aligned}$$



- 1) $x_0 - ?$
- 2) $x - ?$
- 3) $V - ?$

$$\begin{aligned} 1) & \quad \frac{1}{d} - \frac{1}{b_1} = +\frac{1}{F_1} \\ & \quad \frac{1}{b_1} - \frac{1}{x_0} = \frac{1}{F_2} \\ & \quad \frac{1}{d} - \frac{1}{x_0} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} \Rightarrow \end{aligned}$$

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

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

$$2) \quad L = 25 \text{ см} \Rightarrow L = |F_1| + |F_2|.$$

$$\begin{aligned} & \quad \frac{1}{d} - \frac{1}{b_1} = \frac{1}{F_1} \quad (1) \\ & \quad \frac{1}{L+b_1} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F_2} \quad (2) \\ & \quad \frac{1}{d} = \frac{1}{F_1} - \frac{1}{b_1} = \frac{F_1 - d}{d F_1} \Rightarrow \\ & \quad b_1 = \frac{d F_1}{F_1 - d} = \frac{20 \text{ см} \cdot (-10) \text{ см}}{-10 \text{ см} - 20 \text{ см}} = \frac{-200 \text{ см}^2}{-30 \text{ см}} = \frac{20}{3} \text{ см. Продолжение.} \end{aligned}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

~5 (продолжение)

$$(2) \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{F_2} - \frac{1}{L+b_1} = \frac{L+b_1 - F_2}{F_2(L+b_1)} \Rightarrow x = \frac{F_2(L+b_1)}{L+b_1 - F_2} = \\ = \frac{15(25 + \frac{20}{3})}{25 + \frac{20}{3} - 15} \text{ см} = 28,5 \text{ см.}$$

3) Видим, когда $L = 25 \text{ см}$, расстояние от S_1 до

минимум U_2 равно $b_2 = L + b_1$.

Перейдём в CO минимум U_2 . В ней скорость точки S_1 равна

$$v_x = V.$$

$$\frac{1}{b_2} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F_2} \mid \frac{d}{dt} \\ -\frac{\dot{b}_2}{b_2^2} - \frac{\dot{x}}{x^2} = 0 \Rightarrow \dot{x} = -\dot{b}_2 \left(\frac{x}{b_2}\right)^2 \Rightarrow v_x = V \left(\frac{x}{b_2}\right)^2 \Rightarrow \\ \Rightarrow U = V \left(\frac{x}{b_2}\right)^2 = V \cdot \left(\frac{28,5}{25 + \frac{20}{3}}\right)^2 = \left(\frac{57 \cdot 3}{2(45+20)}\right)^2 V = \left(\frac{57 \cdot 3}{190}\right)^2 V = \\ = \frac{171}{190^2} V$$

$$\text{Ответ: 1) } r_0 = 15 \text{ см; 2) } x = 28,5 \text{ см; 3) } U = \frac{171}{190^2} V.$$

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 | 51102

$$\begin{array}{r} \overline{51102} \\ -48 \\ \hline 31 \\ -30 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 525 \times 51102 \\ \times 2839 \\ \hline 17034 \quad 19873 \end{array} \quad + \quad \begin{array}{r} 51102 \\ 45 \\ \hline 0 \end{array} \quad - \quad \begin{array}{r} 255510 \\ 204408 \\ \hline 2299590 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 4840495 \\ 2839 \\ \hline 20014 \\ -19873 \\ \hline 13135 \\ 2839 \\ \hline 5 \end{array}$$

$\times 51102$

$$q = Cu.$$

$$\frac{25}{4} V_o^2 = 16U_{1x}^2 + 24U_{1x}U_{2x} + 36U_{2x}^2 \quad | \quad \begin{array}{r} 14195 \\ + \end{array}$$

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

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

$$\frac{10}{3} V_o^2 = 2U_1^2 + 3U_2^2 \quad \begin{array}{l} U_{2x} \Rightarrow U_{1x} + U_{2x} \text{ и } \\ 871289106 \end{array} \quad | \quad \begin{array}{r} 14521485 \\ -6 \\ \hline 27 \\ -31 \\ \hline 30 \\ -12 \\ \hline 18 \end{array}$$

$$\frac{36}{48} \leq \frac{6}{8} = \frac{3}{4} \quad | \quad \begin{array}{r} 24 \\ -31 \\ \hline 30 \\ -12 \\ \hline 18 \end{array} \quad | \quad \begin{array}{r} 51102 \\ 1705 \\ \hline 255510 \end{array}$$

87128910 | 14521485

$$\begin{array}{r} 51102 \\ -8517 \\ \hline 4840495 \end{array} \quad | \quad \begin{array}{r} 2839 \\ -2839 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4840495 \\ -51102 \\ \hline 4729473 \end{array} \quad | \quad \begin{array}{r} 2839 \\ -2839 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4729473 \\ -8517 \\ \hline 4840495 \end{array} \quad | \quad \begin{array}{r} 2839 \\ -2839 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4840495 \\ -51102 \\ \hline 4729473 \end{array} \quad | \quad \begin{array}{r} 2839 \\ -2839 \\ \hline 0 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$\begin{array}{r} -3000 \\ \hline -150 -300 + 200 \end{array} \quad \begin{array}{r} -3000 \\ \hline -250 \end{array} = \frac{3000}{250} = 12 \text{ см}$$

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

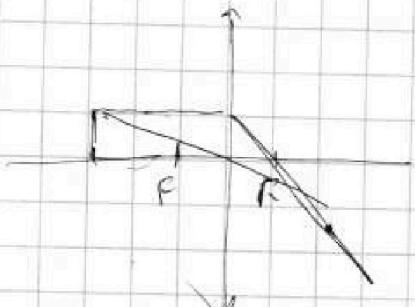
$$\frac{15(25 + \frac{20}{3})}{25 + \frac{20}{3} - 15} = \frac{3(25 + \frac{20}{3})}{5 + \frac{4}{3} - 3} =$$

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

$$V_{12} = V_x - V_{50} \Rightarrow V_{12} = V$$

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

$$\frac{57}{2(25 + 20)} = \frac{57 \cdot 3}{2(75 + 20)} =$$



$$95 \times 2 = 190$$

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

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 57 \\ \hline 3 \\ \hline 171 \end{array}$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

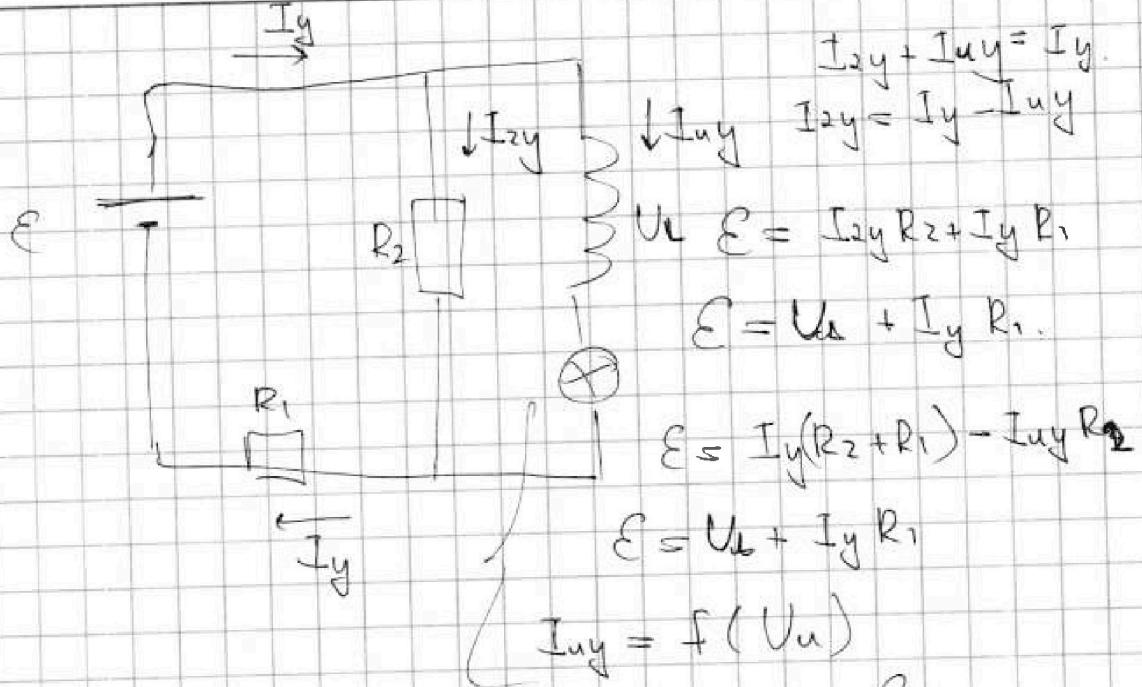
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 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



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

$$I_{uy} = \frac{I_y(R_1 + R_2) - E}{R_2} = \frac{(E - U_L)(R_1 + R_2)}{R_1} - \frac{E}{R_1} =$$
$$= \frac{(E - U_L)(R_1 + R_2) - ER_1}{R_1 R_2} = \frac{E(R_1 + R_2) - ER_1}{R_1 R_2} - \frac{U_L(R_1 + R_2)}{R_1 R_2} =$$

$$= \frac{E}{R_1} - \frac{U_L(R_1 + R_2)}{R_1 R_2} = \frac{120}{150} - \frac{U_L(150 + 750)}{150 \cdot 750} = \frac{4}{5} - \frac{U_L(900)}{150 \cdot 750} = \frac{4}{5} - \frac{U_L}{250} =$$

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

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

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

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

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!

$$U_{12} = \frac{25}{2} V_0 - 6 U_{23}$$

$$\frac{P_{8,1}}{P_{8,0}} = \frac{T_2 \cdot L}{T(L+h_1)}$$

$$P_1 V_0 = P_0 R T_1$$

$$P_1' V_1 = P_0 R T_2$$

$$T_1 = (33+273)$$

$$V_0 = S L$$

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

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

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

$$T_1 = 33 + 273 = 306 \text{ K}$$

$$T_2 = 67 + 273 = 340 \text{ K}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 273 \\ + 67 \\ \hline 340 \end{array}$$

$$D_8 \rightarrow S \rightarrow P_0$$

$$\begin{array}{r} .9\ 10\ .10 \\ - 10\ 4\ 5\ 7\ 0\ 9\ 1 \\ - 1\ 7\ 4\ 4\ 2\ 0\ 0 \\ \hline 8\ 2\ 1\ 2\ 8\ 9\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4\ 4\ 4 \\ 2\ 1\ 6\ 6,7 \\ + 306 \\ \hline 5110,2 \end{array}$$

$$P_2 = 306 \cdot 166,7$$

$$\begin{array}{r} 10002 \\ 501 \\ \hline 51010,2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 135 \\ 340 \\ \hline 540 \\ 405 \\ \hline 145900 \end{array}$$

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

$$\times 205$$

$$\begin{array}{r} 45900 \\ 1138 \\ \hline 445900 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51010,2 \\ 205 \\ + 2550510 \\ \hline 1020204 \\ \hline 104570910 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 367200 \\ 1374 \\ \hline 1244200 \end{array}$$

8

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

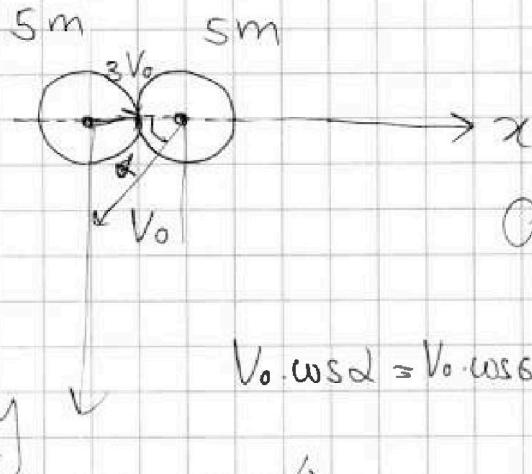
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$$O_x: 5m \cdot 3V_0 - 5mV_0 \cdot \cos\alpha = \\ = 10m \cdot u_x$$

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

$$15mV_0 - 2,5mV_0 = 10m u_x \Rightarrow 12,5V_0 = 10u_x \Rightarrow \\ \Rightarrow u_x = 1,25V_0$$

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

$$\frac{\sin\alpha \cdot V_0 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 5 \cdot 10m} =$$

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

$$\frac{5mV_0 \sqrt{3}}{2} = 10m u_y \Rightarrow u_y = \frac{5\sqrt{3}}{20} V_0 = \frac{\sqrt{3}}{4} V_0$$

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

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

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

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

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

4

$$15 - \frac{5}{2} = \frac{30 - 5}{2} = \frac{25}{2} = \frac{10}{4} m \cdot V_0^2 - 2 = \frac{10}{4} m V_0^2$$

$$\frac{10}{4} = \frac{35}{2} = 17,5$$

$$\text{It is } V_{oy} u_{2x} = u_{1x} + V_{omx} \Rightarrow V_{omx} = u_{2x} - u_{1x}$$

$$\frac{150}{3} - \frac{130}{3} = \frac{20}{3} \quad V_{omy} = u_{2y} - u_{1y}$$