



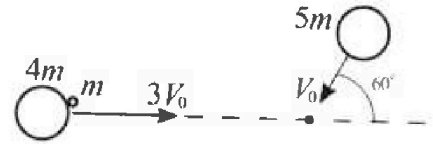
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-06



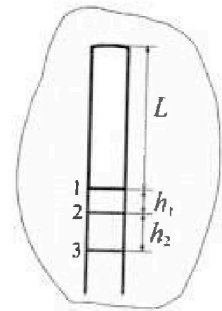
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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  $60^\circ$ . К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина массы  $m$ .



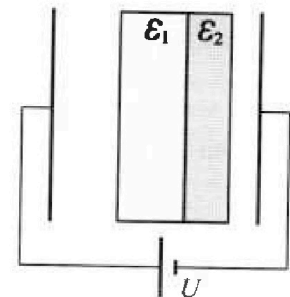
- 1) Найдите скорость шайб, если после столкновения они приклеились друг к другу.
  - 2) На какую величину  $E_0$  увеличится внутренняя энергия системы после такого столкновения?
  - 3) Известно, что произошел такой удар, что шайбы не слиплись, а пластилин полностью прилип к правой шайбе. При этом внутренняя энергия системы увеличилась на величину  $2E_0/3$  (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

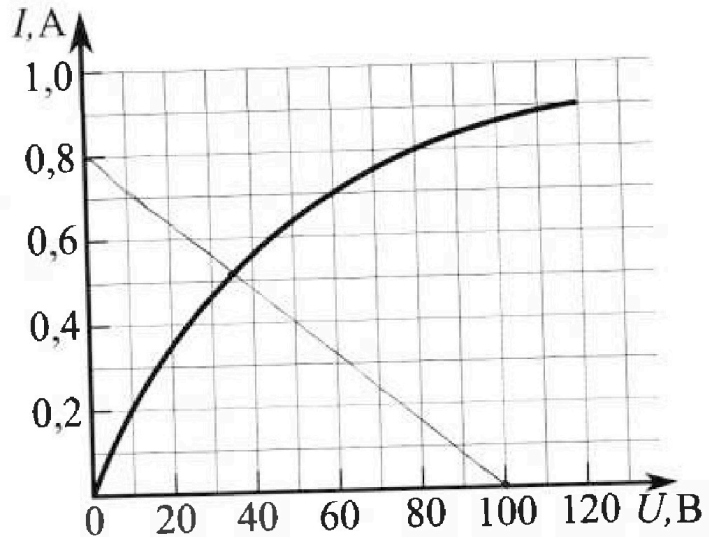
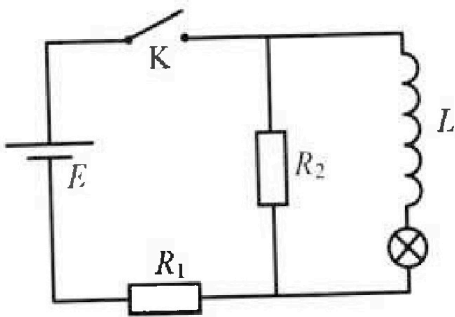
Вариант 11-06

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

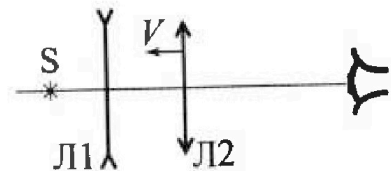


4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные,  $L = 0,5$  Гн,  $E = 120$  В,  $R_1 = 150$  Ом,  $R_2 = 750$  Ом. Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

- 1) Найдите ток  $I_{20}$  через  $R_2$  сразу после замыкания ключа.
- 2) Найдите скорость возрастания тока через лампочку сразу после замыкания ключа.
- 3) Найдите 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) Найдите 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

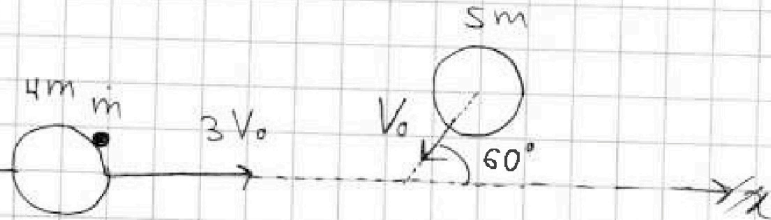
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

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

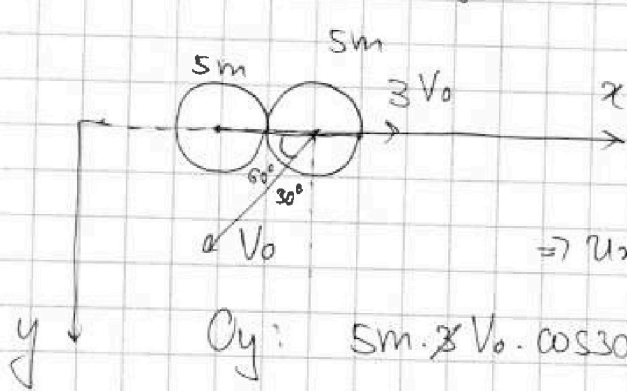
Решение:

~1.



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

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



$$Ox: 5m \cdot 3V_0 - 5m \cdot V_0 \cdot \cos 60^\circ = 10m u_x \Rightarrow 15V_0 - \frac{5}{2}V_0 = 10u_x \Rightarrow u_x = \frac{5}{4}V_0$$

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

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

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

МФТИ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

или прояснимся.



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!

$n$  (продолжение)

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

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

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

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

Ответ: 1)  $u = \frac{V_0 \sqrt{7}}{2}$ ; 2)  $\epsilon_0 = 32,5 \text{ мВолт}^2$



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

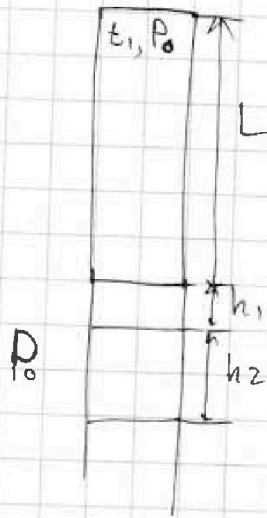
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

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

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

Решение:  $\sim 2$



Пусть  $P$  - давление на этой высоте,  $S$  - площадь поперечного сечения трубки. П.и. трубка находится в таком состоянии, точно дано, то пар в ней насыщенный. Уровень воды системы пока находится в равновесии  $\Rightarrow P = P_0$ .

Внутри трубки находится воздух  $\Rightarrow P_0 = P_{\text{п.п.}} + P_{\text{в}}$ , где  $P_{\text{в}}$  - давление воздуха,  $P_{\text{п.п.}}$  - парциальное давление пара.

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

Для воздуха:

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

После быстрого увеличения температуры пар не успевает стать насыщенным.

Для воздуха:  $P_{\text{в.21}} V_1 = \nu_0 R T_2 \Rightarrow P_{\text{в.1}} = \frac{\nu_0 R T_2}{S(L+h_1)}$

Пусть  $P_1'$  - давление пара в этот момент,  $\nu_0$  - кол-во вещества пара перед повышением температуры.

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

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

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

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

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

МФТИ

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

$$\Rightarrow T_2 L = T_1 L + T_1 h_1 \stackrel{\sim 2(\text{продолжение})}{\Rightarrow} L(T_2 - T_1) = T_1 h_1 \Rightarrow$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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!

$$\begin{aligned} & \neq \\ & = \frac{10457091 - 1744200}{5110,2} \stackrel{\text{н2 (продолжение)}}{=} \frac{8712891}{5110,2} = \frac{87128910 \text{ мм}}{51102} \frac{\text{мм}}{\text{мм} \cdot \text{см}} \\ & = \frac{4840495}{2839} = 1705 \text{ мм} \cdot \text{мм} \cdot \text{см}. \end{aligned}$$

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:

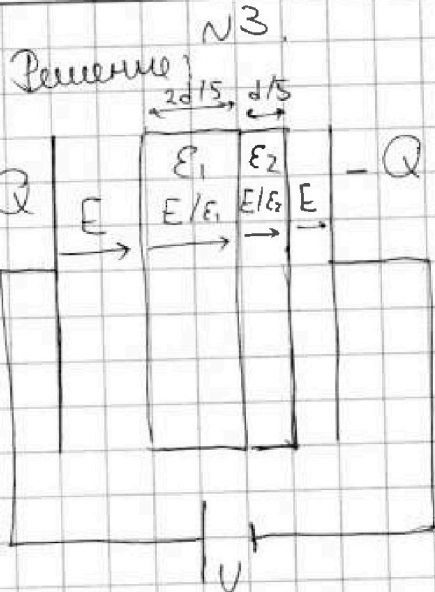
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



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



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

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

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

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

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

$$3) \begin{matrix} -q_1 & +q_1 - q_2 & +q_2 \\ \epsilon_1 & \epsilon_2 \end{matrix} \quad E_1 = \frac{E}{\epsilon_1} \Rightarrow \frac{E}{\epsilon_0 \epsilon_1} = E - \frac{q_1}{S\epsilon_0}$$

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

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

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

$$E_2 = E - \frac{q_2}{S\epsilon_0} \Rightarrow \frac{E}{\epsilon_2} = E - \frac{q_2}{S\epsilon_0} \Rightarrow q_2 = E \left( \epsilon_2 - 1 \right) \cdot S\epsilon_0$$

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

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

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



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:

$$L = 0,5 \text{ Гн}$$

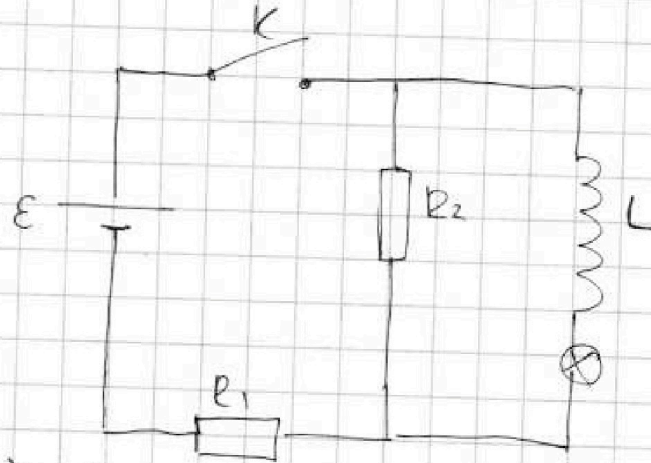
$$E = 120 \text{ В}$$

$$R_1 = 150 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 750 \text{ Ом}$$

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.  $\Rightarrow$

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

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!

$$I_y = I_{2y} + I_{uy} \Rightarrow I_{2y} \stackrel{\sim u \text{ (проекции)}}{=} I_y - I_{uy}$$

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

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

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

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

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

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

Построим график зависимости  $I_{uy}(U_u)$  на данн. и найдем точку пересечения с данными нами графиком  $I(U)$ .

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

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

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

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

$$3) I_{Ly} \approx 0,52 \text{ А.}$$



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:

$$F_1 = -10 \text{ см}$$

$$F_2 = 15 \text{ см}$$

$$d = 20 \text{ см}$$

$$V = 2 \text{ см/с}$$

$$2) L = 25 \text{ см}$$

$$3) L = 25 \text{ см}$$

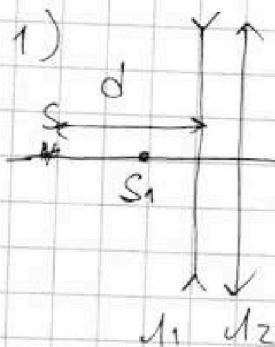
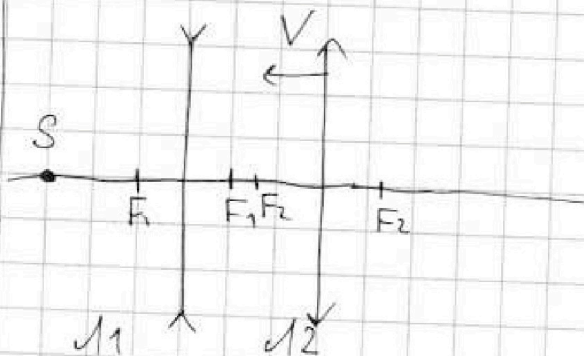
$$1) x_0 = ?$$

$$2) x = ?$$

$$3) V = ?$$

Решение:

NS.



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

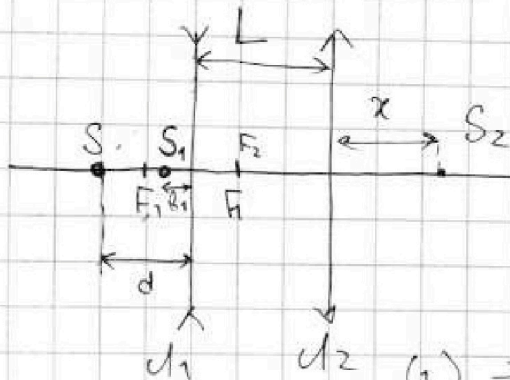
$$\frac{1}{b_1} - \frac{1}{x_0} = \frac{1}{F_2}$$

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

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

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

2)



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

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

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

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

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

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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" 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!

МФТИ

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

3) В момент, когда  $L = 25 \text{ см}$ , расстояние от  $S_1$  до  
милл  $M_2$  равно  $b_2 = L + b_1$ .  
Перейдем в СО милл  $M_2$ . В ней 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)  $r_0 = 12 \text{ см}$ ; 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

**МОТИ**

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



$$87128910 \mid 51102 \quad - \begin{array}{r} 51102 \\ -48 \\ \hline 31 \\ -30 \\ \hline 1 \end{array} \quad \begin{array}{r} 6 \\ 8517 \end{array}$$

$$525 \cdot 51102 + 51102 = 2839 \cdot 51102 + 51102$$

$$17034 \quad 19873 \quad 204408 \quad 2299590$$

$$\begin{array}{r} 4840495 \\ -2839 \\ \hline 20014 \\ -19873 \\ \hline 13175 \\ +414 \\ \hline 2839 \\ \hline 1905 \end{array}$$

$$q = CU$$

$$\frac{25}{4} V_0^2 = 16U_{1x}^2 + 24U_{1x}U_{2x} + 36U_{2x}^2 \quad \left| \begin{array}{l} 14195 \\ + \end{array} \right.$$

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

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

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

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

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

$$87128910 = 14521485$$

$$\begin{array}{r} 51102 \\ 14521485 \mid 3 \\ -12 \\ \hline 25 \\ -24 \\ \hline 42 \\ -12 \\ \hline 115 \\ -115 \\ \hline 1000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4840495 \\ 8517 \mid 3 \\ -6 \\ \hline 25 \\ -24 \\ \hline 1 \\ -1 \\ \hline 27 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 871289106 \\ -6 \\ \hline 27 \\ -24 \\ \hline 31 \\ -30 \\ \hline 1 \\ -1 \\ \hline 2 \\ -2 \\ \hline 0 \\ -0 \\ \hline 0 \\ -0 \\ \hline 0 \\ -0 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 14521485 \\ 51102 \\ 1705 \\ 255510 \end{array}$$



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!

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

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

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

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

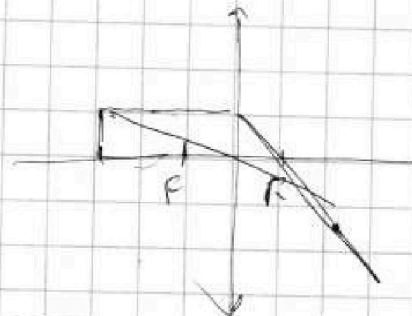
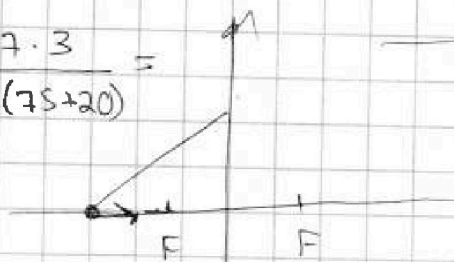
$$\times 9,5$$

$$\frac{28,5}{3}$$

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

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

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



$$95 + 2 = 190$$

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

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

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

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

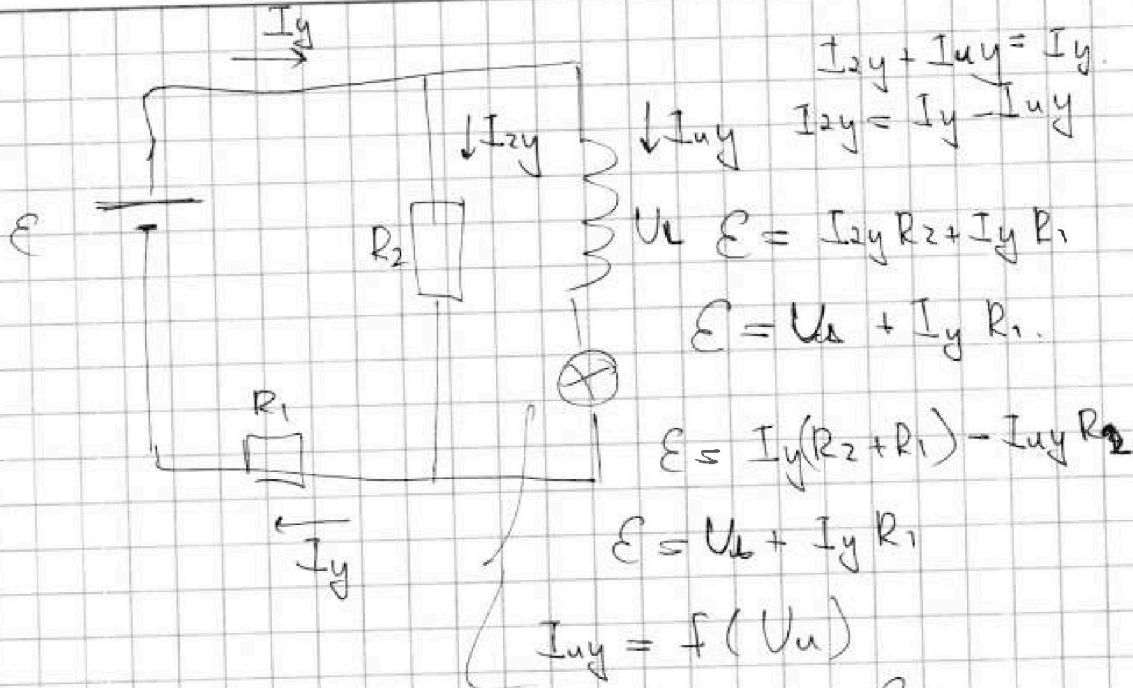
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

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

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

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

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

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

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

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



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!



$$u_{12} = \frac{25}{2} V_0 - 6V_{2\pi}$$

$$p_1 V_0 = \nu_0 R T_1$$

$$p_1 V_1 = \nu_0 R T_2$$

$$V_0 = SL$$

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

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

$$T_1 = (33 + 273)$$

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

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

$$T_1 = 33 + 273 = 306 \text{ К}$$

$$T_2 = 67 + 273 = 340 \text{ К}$$

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

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

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

$$\begin{array}{r} 306 \\ + 166,7 \\ \hline 472,7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10002 \\ + 5001 \\ \hline 15003 \end{array}$$

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

$$\times 205$$

$$\begin{array}{r} 510102 \\ \times 205 \\ \hline 1020204 \\ + 2550510 \\ \hline 10457091,0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51010,2 \\ - 45900,0 \\ \hline 5110,2 \\ \times 5900 \\ \hline 1377 \\ + 367200 \\ \hline 1744200 \end{array}$$

8

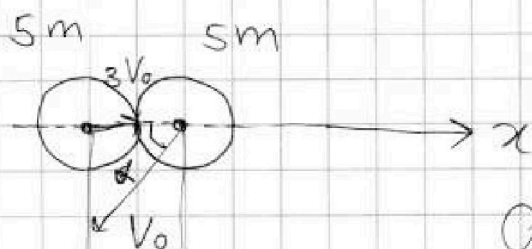
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$O_x: 5m \cdot 3V_0 - 5mV_0 \cdot \cos 60^\circ = 10m \cdot u_x$$

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

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

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

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

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

$$\frac{4}{3} \cdot \frac{65}{2} mV_0^2 =$$

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

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

$$\Rightarrow \frac{2 \cdot 65}{3} mV_0^2 = \frac{130}{3} mV_0^2$$

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

$$30 - \frac{5}{2} = \frac{25}{2} \quad u^2 = \frac{V_0^2 \cdot 7}{4}$$

$$15 - \frac{5}{2} = \frac{30 - 5}{2} = \frac{25}{2} \quad \frac{25}{4} = \frac{20}{4} mV_0^2$$

$$\frac{70}{4} = \frac{35}{2} = 17,5$$

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

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

$$u_{2my} = u_y - u_{1y}$$