

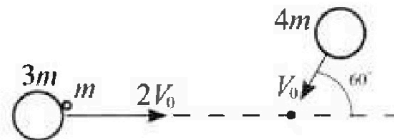
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-07

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

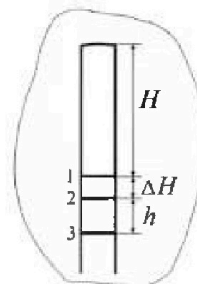


1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы $3m$, скорость $2V_0$, масса второй шайбы $4m$, скорость V_0 . Угол между направлениями скоростей 60° . К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина массы m .



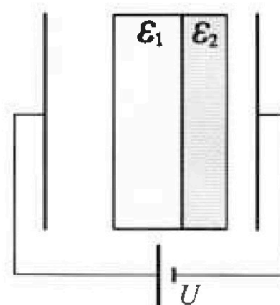
- √1) Найдите скорость шайб, если после столкновения они приклеились друг к другу.
 - √2) На какую величину E_0 увеличится внутренняя энергия системы после такого столкновения?
 - 3) Известно, что произошел такой удар, что шайбы не слиплись, а пластилин полностью прилип к правой шайбе. При этом внутренняя энергия системы увеличилась на величину $2E_0/5$ (см. предыдущий пункт задачи). Найдите модуль скорости одной шайбы относительно другой после такого удара.
- Движения шайб до и после удара поступательные. В ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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



- 1) Найти расстояние ΔH между первым и вторым уровнями. ✓
 - 2) Найти давление в пробирке P_0 . Ответ дать в мм. рт. ст.
- Примечание:* давление насыщенного пара воды при температуре t_1 равно $P_1 = 15$ мм. рт. ст., при температуре t_2 равно $P_2 = 305$ мм. рт. ст.

3. В плоский конденсатор с площадью обкладок S и расстоянием между ними d помещены параллельно обкладкам и напротив них две соприкасающиеся пластины (см. рис.). У одной пластины диэлектрическая проницаемость $\epsilon_1 = 3$, толщина $d/2$, у другой пластины $\epsilon_2 = 4$, толщина $d/3$. У обеих пластин площадь каждой из двух поверхностей равна S . Конденсатор подключен к источнику с напряжением U .



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

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

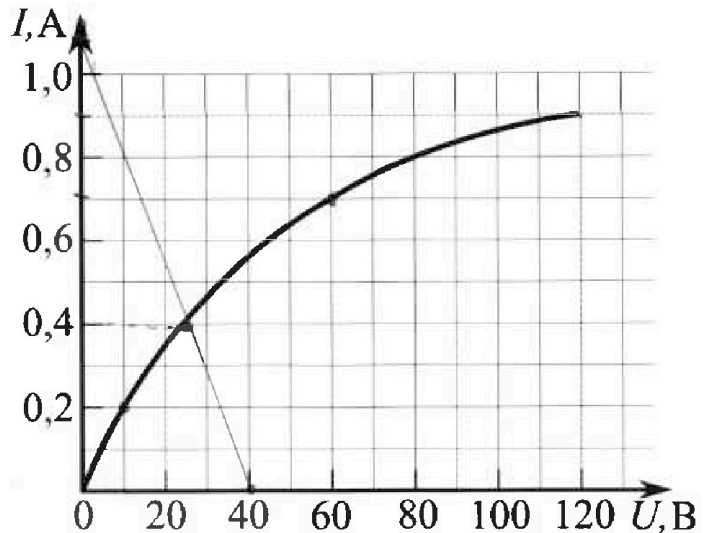
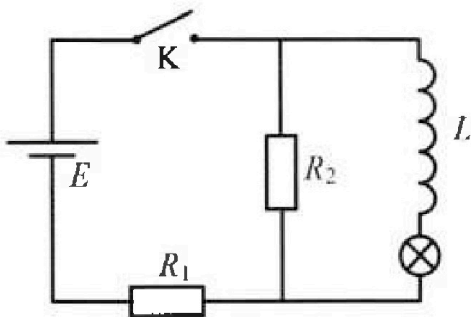
Вариант 11-07

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

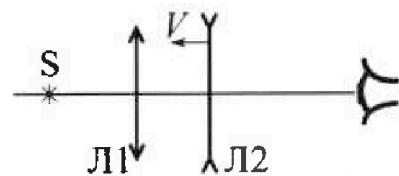


4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные, $L = 0,25$ Гн, $E = 120$ В, $R_1 = 100$ Ом, $R_2 = 50$ Ом. Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

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



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



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

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!

1)

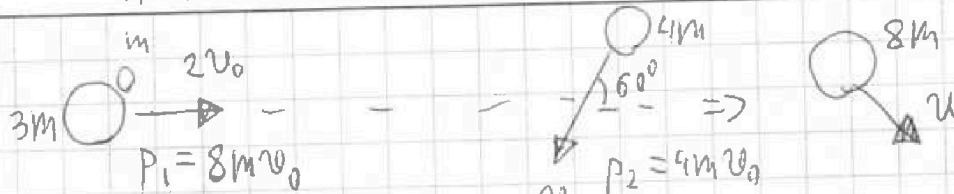
m, v_0

$\alpha = 60^\circ$

$u = ?$

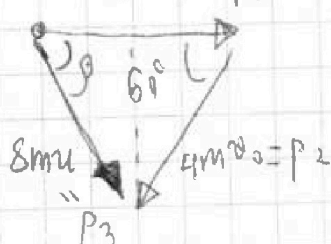
$E_0 = ?$

$u_{\text{отн}} = ?$



1) П.и. система "3m + m + 4m" замкнута

верен ЗСЧ. $\sum \vec{p} = \text{const}$
 $8mv_0 = p_1$ Th. cos



$$p_2^2 = 64m^2v_0^2 + 16m^2v_0^2 - 2 \cdot 8m^2v_0^2 \cdot 4$$

$$\cos 60^\circ = (80 - 32)m^2v_0^2 = 48m^2v_0^2$$

$$64m^2u^2 = 48m^2v_0^2$$

$$4u^2 = 3v_0^2$$

$$\left[u = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0 \right]$$

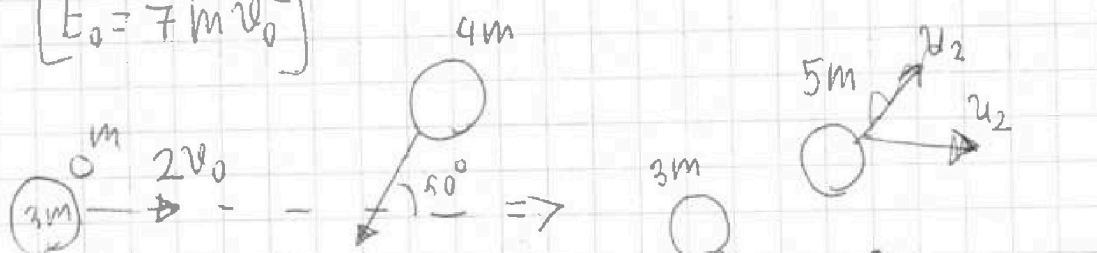
2) ЗСЭ

$$\frac{4m \cdot 4v_0^2}{2} + \frac{4mv_0^2}{2} = E_0 + \frac{8mu^2}{2}$$

$$10mv_0^2 = E_0 + 4m \cdot \frac{3}{4}v_0^2$$

$$\left[E_0 = 7mv_0^2 \right]$$

3)



$$\frac{4m \cdot 4v_0^2}{2} + \frac{4mv_0^2}{2} = \frac{2}{5}E_0 + \frac{3mu_1^2}{2} + \frac{5mu_2^2}{2}$$

$$10mv_0^2 - \frac{14}{5}mv_0^2 = \frac{3mu_1^2}{2} + \frac{5mu_2^2}{2}$$

При неупругом ударе также верен ЗСЧ.

$$\frac{36}{5}mv_0^2 = \frac{3mu_1^2}{2} + \frac{5mu_2^2}{2} \quad \vec{v}_{\text{отн}} = \vec{u}_1 - \vec{u}_2$$



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!

$$\frac{72}{5} v_0^2 = 3u_1^2 + 5u_2^2$$

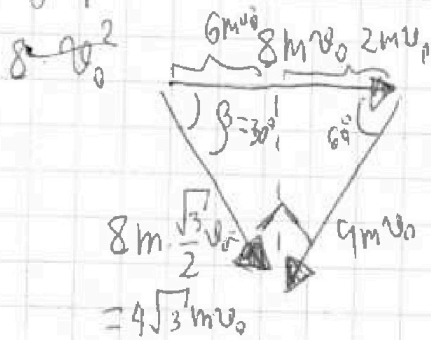
Центр масс

системы движется
со скоростью u

~~В ст. и относительные скорости тел до удара~~

~~и все ударения равны~~

~~из принципа Δ импульсов: $16mv_0^2 = \frac{3}{4}v_0^2 + 64v_0^2 - 2 \cdot 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$~~



$$\cos \beta = \frac{6^2}{9 \cdot \sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \beta = 30^\circ$$

$$64mv_0^2 = 25mu_2^2 + 9mu_1^2 - 30m^2 u_1 u_2 \cos \gamma$$

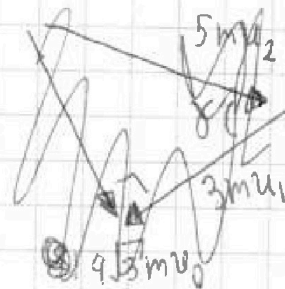
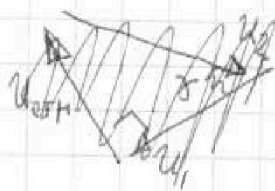
$$v_{отн}^2 = u_1^2 + u_2^2 - 2u_1 u_2 \cos \gamma$$

$$64v_0^2 = 25u_2^2 + 9u_1^2 - 15(u_1^2 + u_2^2 - v_{отн}^2)$$

$$2u_1 u_2 \cos \gamma = u_1^2 + u_2^2 - v_{отн}^2 \quad 64v_0^2 = 10u_1^2 - 6u_2^2 + 15v_{отн}^2$$

$$\frac{144}{5} v_0^2 = 6u_1^2 + 10u_2^2$$

~~$$25u_2^2 = 9u_1^2 + 64v_0^2$$~~



ОТВЕТ: $u = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0 \quad E_0 = 7mv_0^2$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

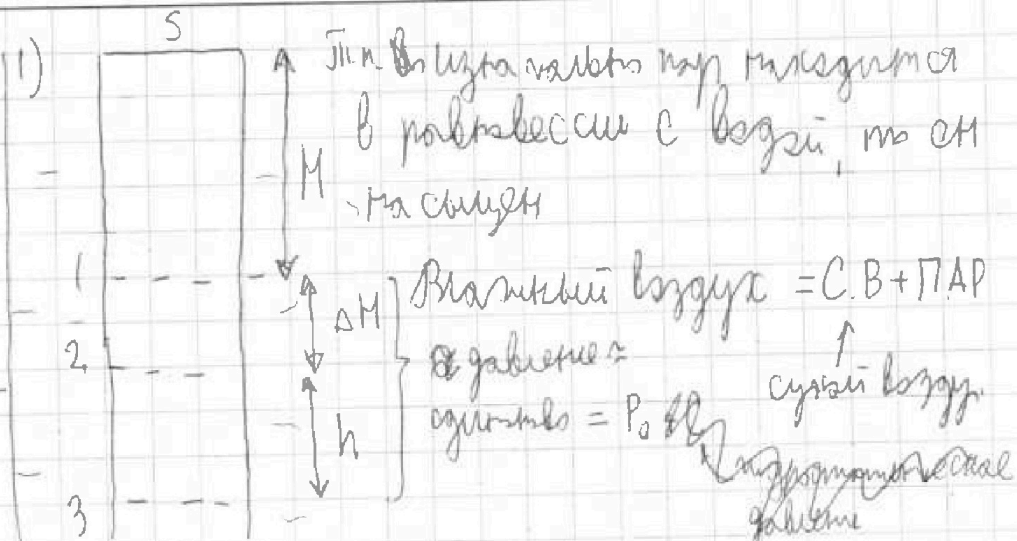
МФТИ



- 1 2 3 4 5 6 7

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

- 2)
 $T_1 = 290 \text{ K}$
 $H = 30 \text{ см}$
 $T_2 = 350 \text{ K}$
 $h = 10 \text{ см}$
 1) $\Delta H = ?$
 2) $P_0 = ?$



В 1 положении: $P_1 S H = \nu_{\text{п}} R T_1$ - пар
 $P_{\text{с.в.}} S H = \nu_{\text{с.в.}} R T_1$ - сухой воздух
 $P_1 + P_{\text{с.в.}} = P_0$

При резком увеличении температуры пар не успевае
 сть на расширение и сжимается в процессе
 увеличения объема.

В 3 положении. П.А.Р. $P_2 S (H + \Delta H + h) = \nu_{\text{п}} R T_2$
 $P_{\text{с.в.}} S (H + \Delta H + h) = \nu_{\text{с.в.}} R T_2$
 $P_2 + P_{\text{с.в.}} = P_0$

В положении 2: пар не на сжимает,
 $P_{\text{с.в.}} S (H + \Delta H) = \nu_{\text{с.в.}} R T_2$ при быстром увеличении
 температуры, молекулы воздуха не успевают
 расширяться.

$P_{\text{п.а.р.}} S (H + \Delta H) = \nu_{\text{п}} R T_2$ $P_{\text{п.а.р.}} + P_{\text{с.в.}} = P_0$



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!

$$P_{\text{ПАРА}} + P_{\text{С.В.}2} = P_1 + P_{\text{С.В.}1} = P_0 \quad \frac{P_{\text{ПАРА}}}{P_{\text{С.В.}1}} = \frac{P_1}{P_{\text{С.В.}1}} \quad P_{\text{ПАРА}} = P_1 \cdot \frac{P_{\text{С.В.}2}}{P_{\text{С.В.}1}}$$

$$P_{\text{С.В.}2} = \frac{J_{\text{С.В.}2} R}{S} \cdot \frac{T_2}{M + \Delta M} \quad P_{\text{С.В.}1} = \frac{J_{\text{С.В.}1} R}{S} \cdot \frac{T_1}{M} \quad P_{\text{ПАРА}} = P_1 \cdot \frac{T_2 M}{(M + \Delta M) T_1}$$

$$\frac{P_{\text{С.В.}1}}{P_{\text{С.В.}2}} = \frac{T_1 (M + \Delta M)}{T_2 M} \quad P_{\text{С.В.}2} = \frac{T_2 M}{T_1 (M + \Delta M)} \cdot P_{\text{С.В.}1}$$

~~$P_1 \frac{T_2 M}{(M + \Delta M) T_1} + P_1 \frac{T_2 M}{T_1 (M + \Delta M)} = P_1 + P_{\text{С.В.}1}$~~ ~~$P_{\text{С.В.}1} = \frac{T_1 (M + \Delta M)}{T_2 M} P_{\text{С.В.}2}$~~

$$P_1 \frac{T_2 M}{(M + \Delta M) T_1} + \frac{T_2 M}{T_1 (M + \Delta M)} P_{\text{С.В.}1} = P_1 + P_{\text{С.В.}1} \Rightarrow \frac{T_2 M}{(M + \Delta M) T_1} = 1$$

$$T_2 M = T_1 M + T_1 \Delta M \quad \Delta M = M \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1} =$$

$$\frac{P_{\text{С.В.}2} \cdot (M + \Delta M + h)}{T_2} = \frac{P_{\text{С.В.}1} \cdot M}{T_1} \quad P_{\text{С.В.}1} + P_1 = P_{\text{С.В.}2} + P_2$$

$$P_{\text{С.В.}2} = \frac{P_{\text{С.В.}1} \cdot M \cdot T_2}{T_1 (M + \Delta M + h)} \quad P_{\text{С.В.}1} + P_1 = P_{\text{С.В.}1} \frac{T_2 M}{T_1 (M + \Delta M + h)} + P_2$$

$$P_{\text{С.В.}1} \left(1 - \frac{T_2 M}{T_1 (M + \Delta M + h)} \right) = P_2 - P_1 \quad P_{\text{С.В.}1} = \frac{P_2 - P_1}{1 - \frac{T_2 M}{T_1 (M + \Delta M + h)}}$$

$$P_0 = P_1 + \frac{P_2 - P_1}{1 - \frac{T_2 M}{T_1 (M + \Delta M + h)}}$$

ОТВЕТ:

$$\Delta M = M \frac{T_2 - T_1}{T_1} \approx 6 \text{ см}$$

$$P_0 = P_1 + \frac{P_2 - P_1}{1 - \frac{T_2 M}{T_1 (M + \Delta M + h)}} \approx 1275 \text{ мВт} \cdot \text{см.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

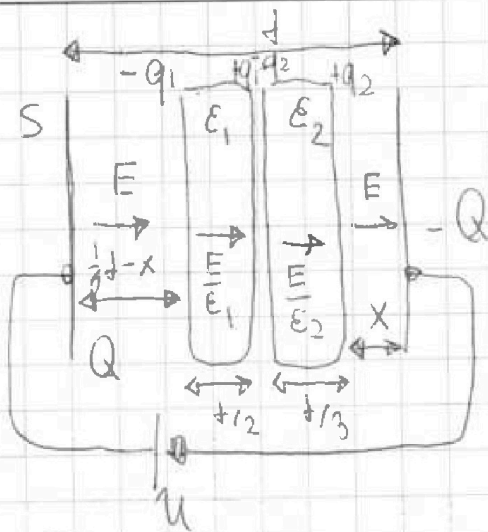
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



- 3]
 S, d, U
 $\epsilon_1 = 3$
 $d/2$
 $\epsilon_2 = 4$
 $d/3$
 $E = ?$
 $Q = ?$
 $q = ?$



$$\sigma = \frac{Q}{S}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

Диэлектрики никак не влияют на распределение поля и заряда вне них.

$$U = \int E \cdot dl = E \cdot d$$

Интегрируем

разность потенциалов

$$\frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{U}{d} \Rightarrow Q = \frac{U \epsilon_0 S}{d}$$

$$\Delta \varphi = E \cdot d$$

$$U = E \left(\frac{1}{6}d - x \right) + \frac{E}{\epsilon_1} \cdot \frac{d}{2} + \frac{E}{\epsilon_2} \cdot \frac{d}{3} + E x$$

Интегрируем по длине диэлектриков

Разность потенциалов:

$$U = E \left(\frac{1}{6}d - x \right) + \frac{E}{\epsilon_1} \cdot \frac{d}{2} + \frac{E}{\epsilon_2} \cdot \frac{d}{3} + E x = \frac{1}{6} E d + \frac{1}{6} E d + \frac{1}{12} E d =$$

$$= \frac{5}{12} E d \Rightarrow$$

$$E = \frac{12U}{5d}$$

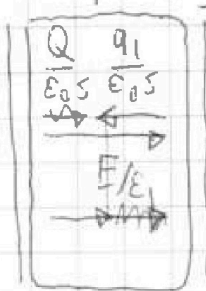
$$\frac{12U}{5d} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

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

Интегрируем

$$\frac{E}{\epsilon_1} + \frac{q_1}{\epsilon_0 S} = E \quad \frac{q_1}{\epsilon_0 S} = \frac{2}{3} E \quad q_1 = \frac{2E \epsilon_0 S}{3}$$

$$\text{Второй диэлектрик: } \frac{E}{\epsilon_2} + \frac{q_2}{\epsilon_0 S} = E$$



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!

$$\frac{E}{4} + \frac{q_2}{\epsilon_0 S} = E \quad \frac{q_2}{\epsilon_0 S} = \frac{3E}{4} \quad q_2 = \frac{3E\epsilon_0 S}{4}$$

$$q = q_1 - q_2 = \left(\frac{2}{3} - \frac{3}{4}\right) E\epsilon_0 S = -\frac{1}{12} E\epsilon_0 S = -\frac{1}{12} \frac{12U}{5d} \epsilon_0 S$$

$$q = -\frac{U\epsilon_0 S}{5d}$$

ОТВЕТ: $E = \frac{12U}{5d}$ $Q = \frac{12U\epsilon_0 S}{5d}$ $q = -\frac{U\epsilon_0 S}{5d}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

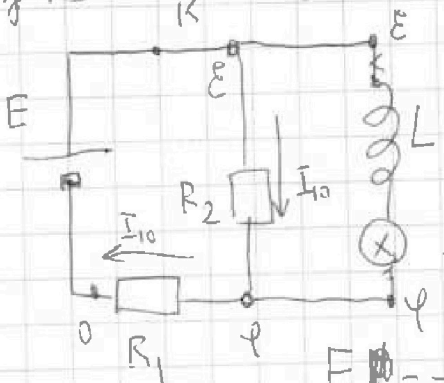
МОТИ

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



4) *Цепь переменного тока* *Сразу мне запомнится ток на катушке = 0*

$L = 0,25 \text{ Гн}$
 $\mathcal{E} = 120 \text{ В} = E$
 $R_1 = 100 \text{ Ом}$
 $R_2 = 50 \text{ Ом}$



$E - \varphi = \frac{\varphi}{R_2} = \frac{\varphi}{R_1}$
 $E - \varphi = \frac{\varphi}{2} \Rightarrow E = \frac{3}{2} \varphi$

- 1) $I_{10} = ?$
- 2) $\left(\frac{dI}{dt}\right)_0 = ?$
- 3) $I_{\otimes} = ?$

$\varphi = \frac{2}{3} E$
 $I_{10} = \frac{E}{3R_2} = \frac{4}{5} \text{ А} = 0,8 \text{ А}$

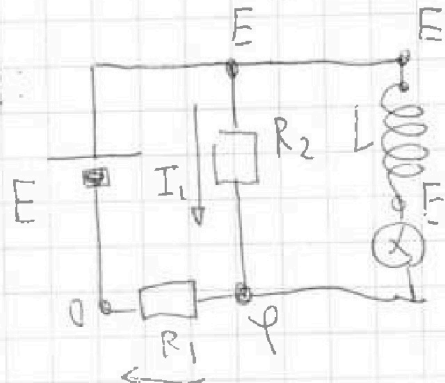
т.к. в начале $I_L = 0$, то $U_{\text{на катушке}} = 0$

$U_L = E - \varphi = \frac{E}{3} = L \left(\frac{dI}{dt}\right)_0 \Rightarrow \left(\frac{dI}{dt}\right)_0 = \frac{E}{3L} = \frac{160}{\text{с}}$

В установившемся режиме ток через катушку отсутствует и напряжение = 0

В уст. режиме:

$E - \varphi = U_{\otimes}$
 $I_1 + I_{\otimes} = I_2$



$I_1 = \frac{E - \varphi}{R_2}$
 $I_2 = \frac{\varphi}{R_1}$

$\frac{U_{\otimes}}{R_2} + I_{\otimes} = \frac{E - U_{\otimes}}{R_1}$

$\varphi = E - U_{\otimes}$

$U_{\otimes} + I_{\otimes} R_2 = \frac{E - U_{\otimes}}{2} \Rightarrow I_{\otimes} R_2 = \frac{E - 3U_{\otimes}}{2} \Rightarrow I_{\otimes} = \frac{E}{2R_2} - \frac{3}{2R_2} U_{\otimes}$

- нагрузочная прямая



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!

$$I_{\alpha}(u) = \frac{6}{5} A - \frac{3}{100} u_{\alpha} \text{ м}^{-1} \text{ при } I_{\alpha} = 0 \quad u_{\alpha} = 40 \text{ В}$$

из ВАХ, получаем, что $(I_{\alpha} = 0,4 \text{ А})$, а при $I_{\alpha} = 0$ $u = 0$
 $I = 1,2 \text{ А}$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{E}{3R_2} = 0,8 \text{ А}$

2) $\left(\frac{dI}{dt}\right)_0 = \frac{E}{3L} = 150 \frac{\text{А}}{\text{с}}$

3) $I_{\alpha} = 0,4 \text{ А}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

5]

1) Когда линзы рассматриваются совместно

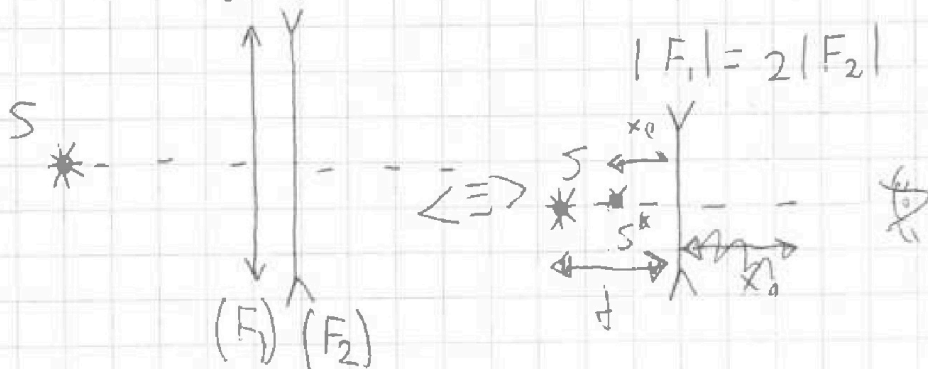
$$F_1 = 20 \text{ см}$$

$$F_2 = +10 \text{ см}$$

$$d = 10 \text{ см}$$

$$v = 1 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

1) $x_0 = ?$



Одна реальная или мнимая система

2) $x = ?$

$$L = 20 \text{ см}$$

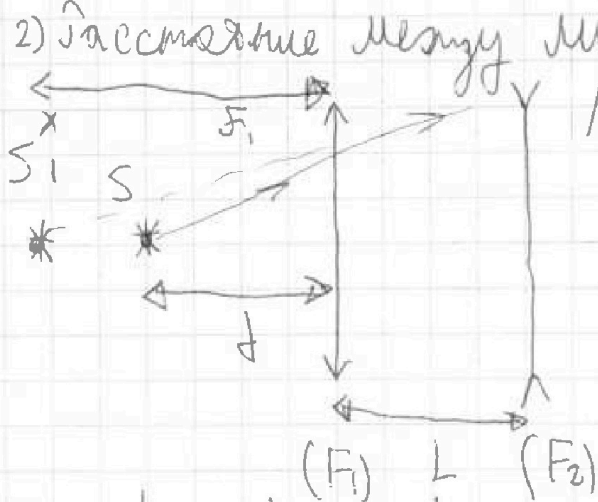
$$\frac{1}{F_{\text{совм}}} = D_{\text{совм}} = D_1 + D_2 = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{20} + \frac{1}{10} = \frac{1}{20} + \frac{2}{20} = \frac{3}{20}$$

$$F_{\text{совм}} = \frac{20 \cdot 10}{20 + 10} = \frac{200}{30} = \frac{20}{3} \text{ см}$$

3) $u = ?$

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{x_0} = -\frac{1}{F_1} \Rightarrow \frac{1}{x_0} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F_1} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} = \frac{3}{20}$$

2) Рассматриваем линзы отдельно



$$\Lambda_1: \frac{1}{d} - \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} \Rightarrow \frac{1}{f_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{F_1} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} = \frac{3}{20}$$

$d < F_1 \Rightarrow$ мнимое изображение в объективе линзы

$$\Lambda_2: \frac{1}{L + f_1} - \frac{1}{f_2} = -\frac{1}{F_2} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{1}{L + f_1} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{20 + 10} + \frac{1}{10} = \frac{1}{30} + \frac{1}{10} = \frac{4}{30} = \frac{2}{15}$$

$$f_2 = x = \frac{15}{2} = 7.5 \text{ см} \Rightarrow \boxed{x = 8 \text{ см}}$$

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!

3) Рассчитать расстояние между мизами L



$$v_2 = \Gamma^2 v$$

$$\Gamma = \frac{f_2}{f_1 + L} = \frac{8}{40} = \frac{1}{5}$$

$$v_2 = \frac{v}{25}$$

Перейдем обратно в ЛСО + v

$$u = v - v_2 = \frac{24}{25} v$$

$$u = v - v_2$$

ОТВЕТ: $X_0 = \frac{20}{3} \text{ см}$ $x = 8 \text{ см}$ $u = \frac{24}{25} \cdot \frac{\text{см}}{\text{с}}$

$$X_0 = \frac{F_1 d}{F_1 + d} \quad X = \frac{|F_2| \left(L + \frac{F_1 d}{F_1 - d} \right)}{|F_2| + L + \frac{F_1 d}{F_1 - d}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



$$1 - \frac{10}{13} = \frac{3}{13}$$

$$U_{\text{отн}}^2 = U_2^2 + U_1^2 - 2U_1U_2 \cos \delta = 290 \cdot 13 + \frac{290 \cdot 13}{3}$$

64M

$$15 + \frac{290}{1 - \frac{10000}{13770}}$$

$$\begin{array}{r} 290 \\ \times 13 \quad 2 \\ \hline 870 \\ 290 \\ \hline 3770 \end{array}$$

$$1 - \frac{10000}{13770} = \frac{3}{103}$$

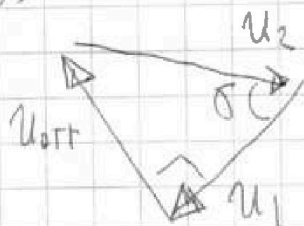
$$15 + \frac{290}{1 - \frac{10500}{13350}}$$

$$\frac{13-10}{13} = \frac{3}{13}$$

$$+ \frac{1260}{15} = \frac{1275}{15}$$

$$\frac{3770}{3} = \frac{1260}{17}$$

$\delta = 90^\circ$



$$3U_2^2 - 10U_1^2 = 15U_{\text{отн}}^2$$

$$25U_2^2 + 9U_1^2 = 69 \frac{10000}{13770} U_{\text{отн}}^2$$

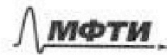
$$25U_2^2 - 9U_1^2 = 10U_1^2 - 6U_2^2 + 15U_{\text{отн}}^2$$

$$25U_2^2 - 9U_1^2$$

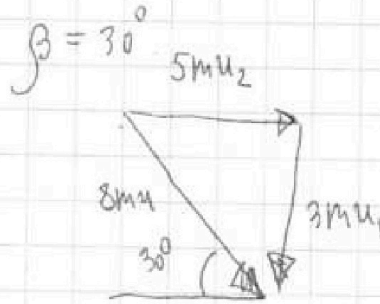
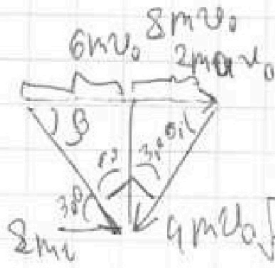
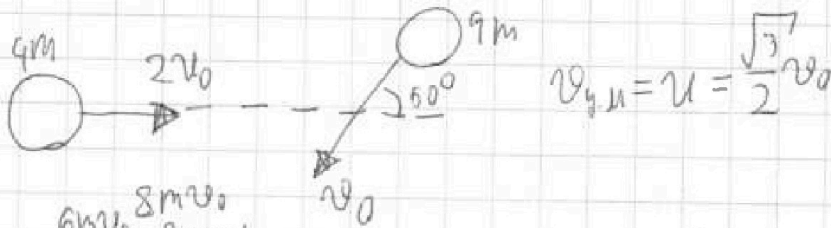
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

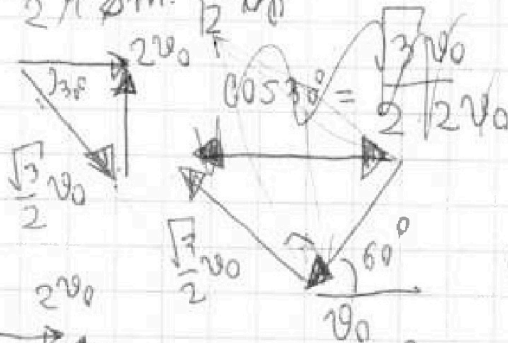
- 1 2 3 4 5 6 7



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



$$\cos \beta = \frac{6mv_0}{2 \cdot 8m \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} v_0} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

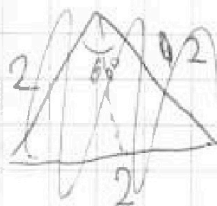


$$u_1^2 = 4v_0^2 + \frac{3}{4}v_0^2 - 2 \cdot 2v_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} v_0 \cdot \cos 30^\circ$$

$$= 4v_0^2 + \frac{3}{4}v_0^2 - 4 \cdot 3v_0^2 = \frac{(20-12)}{4} v_0^2 = 2v_0^2$$

$$\frac{3}{4} + 2 = \frac{11}{4}$$

$$\sum \vec{p} = 0 =$$



$$\cos 60^\circ = \frac{2^2 + 2^2 - 2^2}{2 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:



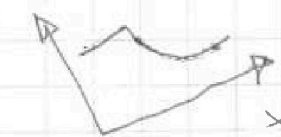
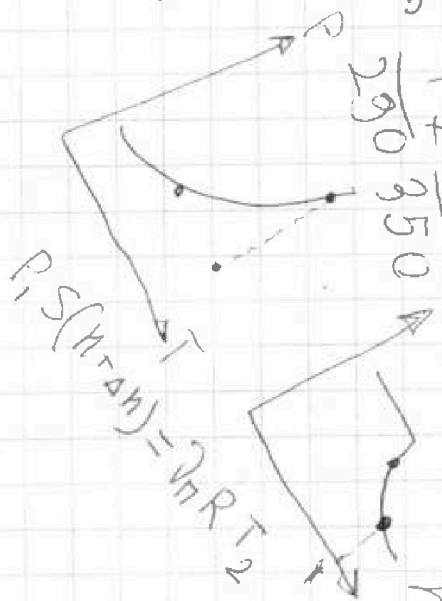
- 1 2 3 4 5 6 7



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

$$307. \frac{4m \cdot 4v_0^2}{2} + \frac{4m v_0^2}{2} = \frac{2}{5} \frac{E}{v_0} + \frac{3m u_1^2}{2} + \frac{5m u_2^2}{2}$$

$$8m v_0^2 + 2m v_0^2 = \frac{2}{5} E$$



$$P_1 S(H + \Delta H) = \rho g R T_2$$

$$P_1 S(H + \Delta H) = \rho g R T_2$$

$$P_1 S(H + \Delta H) = \rho g R T_2$$

$$\frac{12090}{8.50} = 5$$

$$\frac{20 \cdot 4 \cdot 40}{6 \cdot 120} = 5$$

$$\frac{6}{5} = P_1 + P_{cR1}$$

$$\frac{2 \cdot 50}{7 \cdot P_{cR1}}$$

$$\frac{3}{50} = \frac{100}{100}$$

$$\frac{2 \cdot 6}{5} = \frac{3 \cdot 2}{100}$$

$$\frac{2}{10} = \frac{101}{100}$$

$$\frac{2}{10} = \frac{3}{100} u$$

$$1 = 1,2 - \frac{3}{100} u$$

$$\frac{20}{3} = u$$

$$\frac{P_1 S(H + \Delta H)}{\rho g R T_2} = \frac{P_1 S(H + \Delta H)}{\rho g R T_2}$$

$$\frac{2 \cdot 20}{3} = \frac{P_1 S(H + \Delta H)}{\rho g R T_2}$$

$$\frac{12}{3} = \frac{9}{10} = \frac{80}{3} u$$

$$u = \frac{80}{3}$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

$$\frac{2090}{4 + 2 \cdot 27} = 77$$

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

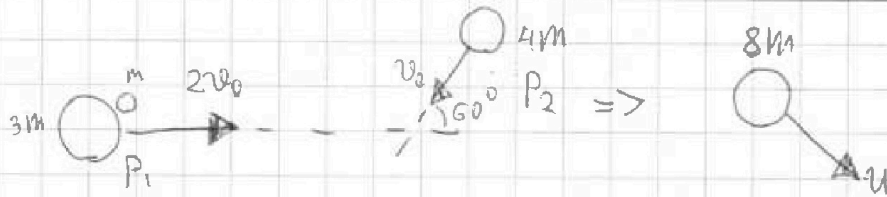
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

m, v_0

$d = 60^\circ$

$u = ?$

$E_0 = ?$



1) III к. системы $3m + m + 4m$ "замкнутой", m

ЗСЧ: $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3 = \text{const}$

$|\vec{p}_1| = 8mv_0$ $|\vec{p}_2| = 4mv_0$

$|\vec{p}_3| = 8m u$

по Th. cos. $\frac{1}{2}$

$c^2 = a^2 + b^2 + 2ab \cos \theta$
 $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \theta$

$p_3^2 = 64m^2 v_0^2 + 16m^2 v_0^2 - 8 \cdot 4m^2 v_0^2 \cos 60^\circ =$

$= 80m^2 v_0^2 - 16m^2 v_0^2 = 64m^2 v_0^2$ $80m^2 v_0^2 - 32m^2 v_0^2$

$p_3 = 8m v_0 = 8m u \Rightarrow [v_0 = u]$

2) ЗСЧ (мех.энер. + мех.имп.)

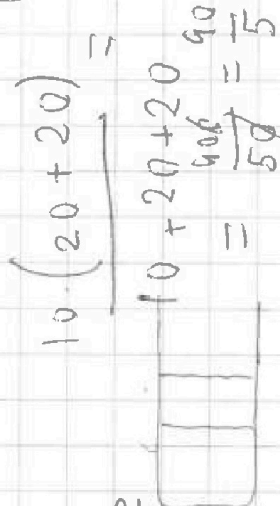
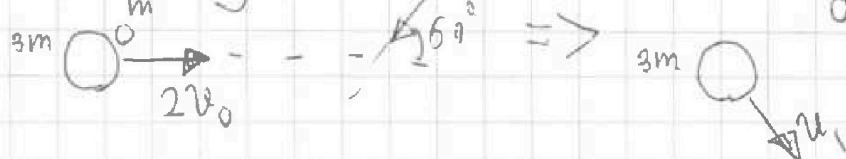
$\frac{4m(2v_0)^2}{2} + \frac{4m \cdot v_0^2}{2} = E_0 + \frac{8m u^2}{2}$

$\frac{4m \cdot 4v_0^2}{2} + \frac{4m v_0^2}{2} = E_0 + \frac{8m v_0^2}{2}$

$E_0 = 8m v_0^2 + 2m v_0^2 - 4m v_0^2 = 6m v_0^2$

$[E_0 = 6m v_0^2]$

3)



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!



$$P_1 H = \rho_{\text{п}} R T_1$$

$$P_{\text{с.в}} H = \rho_{\text{с.в}} R T_1$$

$$P_{\text{пар}} (H + \Delta H) = \rho_{\text{п}} R T_2$$

$$P_{\text{с.в}} (H + \Delta H) = \rho_{\text{с.в}} R T_2$$

u-c.y.m.

$$P_1 + P_{\text{с.в}} = P_{\text{пар}} + P_{\text{с.в}} = P_2 + P_{\text{с.в}}$$

$$64u^2 = 25u_2^2 + 9u_1^2 - 2$$

$$P_1 = \frac{\rho_{\text{п}} R T_1}{5H} \quad P_{\text{с.в}} = \frac{\rho_{\text{с.в}} R T_1}{5H}$$



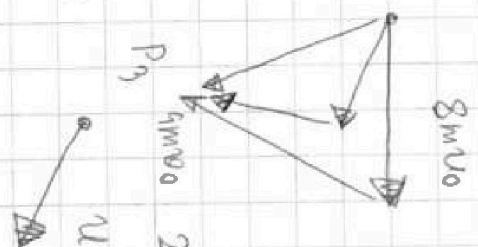
10500	P
13390	

$$10500 \div 13390$$

$$\frac{\rho_{\text{п}} T_1}{H} + \frac{\rho_{\text{с.в}} T_1}{H} = \frac{\rho_{\text{с.в}} T_2}{(H + \Delta H)} + \frac{\rho_{\text{п}} T_2}{(H + \Delta H)}$$

$$\rho_{\text{п}} \left(\frac{T_1}{H} - \frac{T_2}{H + \Delta H} \right) = \rho_{\text{с.в}} \left(\frac{T_2}{H + \Delta H} - \frac{T_1}{H + \Delta H} \right)$$

$$\rho_{\text{п}} = \rho_{\text{с.в}}$$



$$2 \cdot 36 = 9u_1^2 + 5u_2^2$$

$$2 \cdot 36 = 9u_1^2 + 5u_2^2$$

$$P_{\text{с.в}} + P_1$$

$$P_{\text{с.в}} S (H + \Delta H) = \rho_{\text{с.в}} R T_2$$

$$P_{\text{с.в}} S (H + \Delta H) = \rho_{\text{с.в}} R T_2$$

$$\frac{(H + \Delta H) P_{\text{с.в}}}{T_2} = \frac{\rho_{\text{с.в}} (H + \Delta H) T_1}{H}$$

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. Чорка QR-кода недопустима!

$$P_{\text{ПАРА}} = P_1 \frac{T_2 M}{(M + \Delta M) T_1}$$

$$P_1 \frac{T_2 M}{T_1 (M + \Delta M)}$$

$$\frac{305-15}{1 - \frac{350 \cdot 30}{290 \cdot 46}} = \frac{290}{290 \cdot 46 - 350 \cdot 30}$$

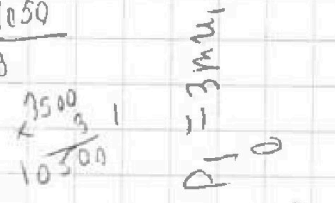
$$P_1 \frac{T_2 M}{(M + \Delta M) T_1} \cdot S(M + \Delta M) = \Delta p_1 R D_2$$

$$350 \cdot 30 = \frac{10500}{13}$$

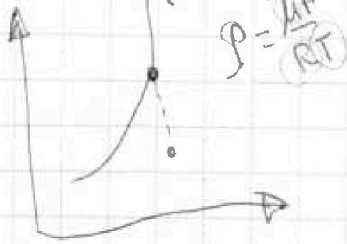
$$P_{c.p.1} = \frac{\Delta c.p. R T_1}{S M}$$

$$P_{c.p.2} = \frac{\Delta c.p. R T_2}{S(M + \Delta M)}$$

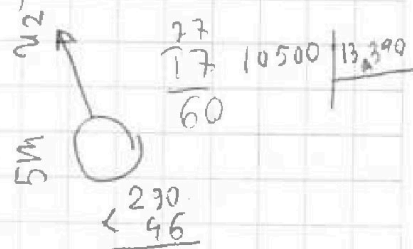
$$P_2 = 5 \text{ мм}$$



$$P_1 \frac{T_2 M}{(M + \Delta M) T_1} + \frac{\Delta c.p. R T_2}{S(M + \Delta M)} = P_1 + \frac{\Delta c.p. R T_1}{S M}$$



$$\frac{P_{c.p.1}}{P_{c.p.2}} = \frac{T_1 (M + \Delta M)}{T_2 M}$$

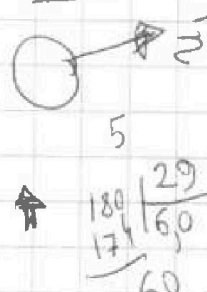


10,6 + 30

$$P_{c.p.1} = P_{c.p.2} \frac{T_1 (M + \Delta M)}{T_2 M}$$

$$P_{c.p.2} = P_1$$

$$P_{\text{ПАРА}} = P_1 \frac{T_2 M}{(M + \Delta M) T_1}$$



$$P_1 \frac{T_2 M}{(M + \Delta M) T_1} + P_{c.p.2} = P_1 + P_{c.p.2} \left(\frac{T_1 (M + \Delta M)}{T_2 M} \right)$$

$$P_{c.p.2} (\chi - 1) = P_1 (\chi - 1)$$

$$30 \cdot \frac{350 - 290}{290} = 30 \cdot \frac{60}{290} = \frac{1800}{290}$$

