



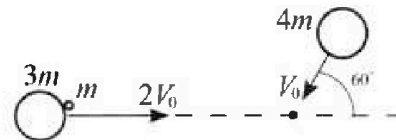
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-07

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

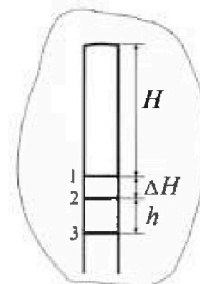


1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы $3m$, скорость $2V_0$, масса второй шайбы $4m$, скорость V_0 . Угол между направлениями скоростей 60° . К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина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

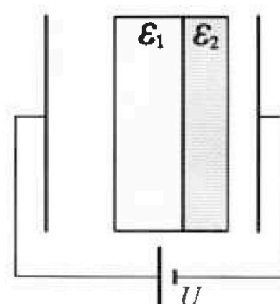


1) Найти расстояние ΔH между первым и вторым уровнями.

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

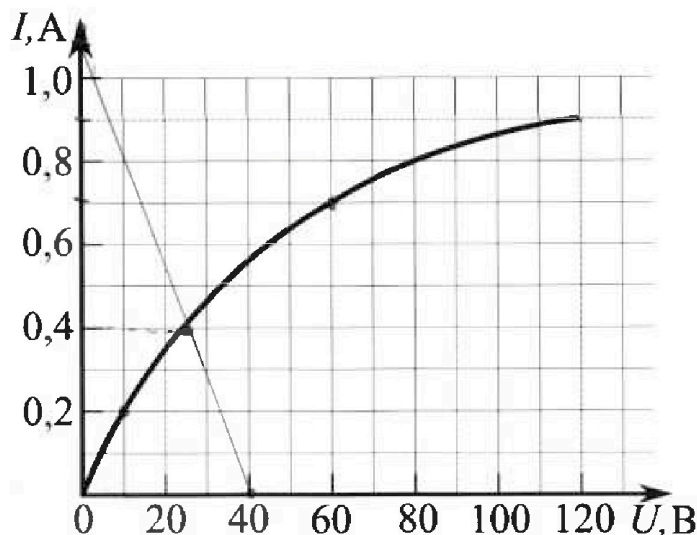
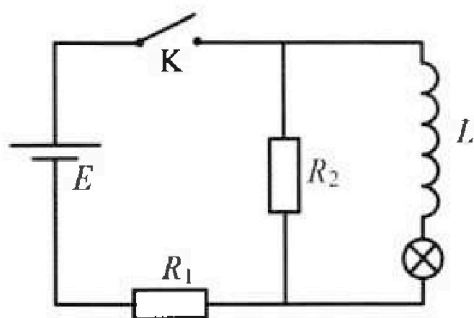
Вариант 11-07



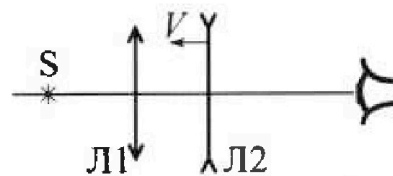
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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_0 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.

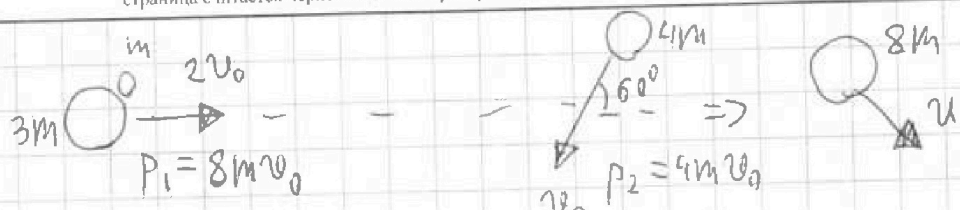
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

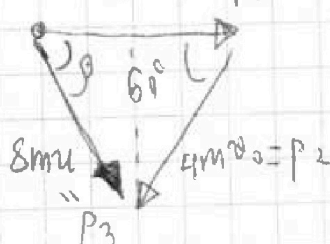
МФТИ

m, v_0
 $\alpha = 60^\circ$
 $u = ?$
 $E_0 = ?$
 $u_{\text{отн}} = ?$



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

верен ЗСН. $\sum \vec{p} = \text{const}$
 $8mv_0 = p_1$



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

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

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

$$4u^2 = 3v_0^2 \quad \left[u = \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 \right]$$

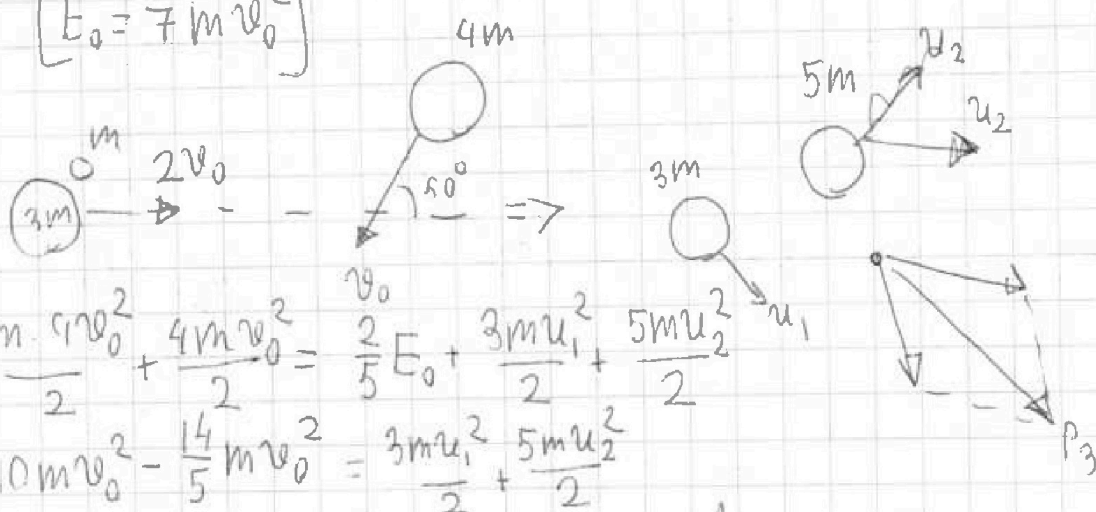
2) ЗСЭ

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

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

$$[E_0 = 7mv_0^2]$$

3)



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

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

При неупругом ударе также верен ЗСН.

$$\frac{36}{5}mv_0^2 = \frac{3mu_1^2}{2} + \frac{5mu_2^2}{2}$$

$$v_{\text{отн}} = u_1 - u_2$$



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!

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

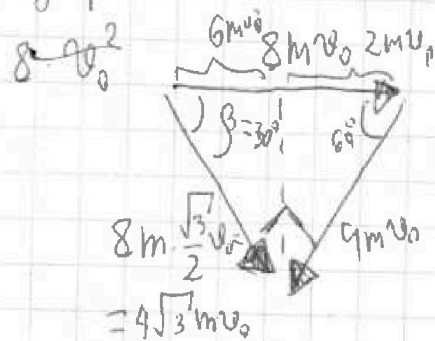
центр масс

система движется
со скоростью u

~~В с.б.м. относительные скорости тел до соударения~~

~~и после соударения равны~~

из принципа Δ импульсов:



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

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

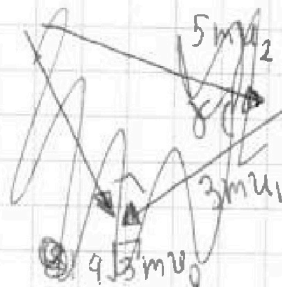
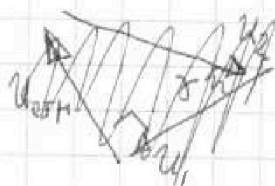
$$v_{отн}^2 = u_1^2 + u_2^2 - 2u_1 u_2 \cos \gamma$$

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

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

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

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



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:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

2)
 $T_1 = 290 \text{ K}$

$H = 30 \text{ см}$

$T_2 = 350 \text{ K}$

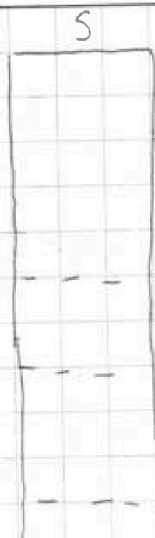
$h = 10 \text{ см}$

1) $\Delta H = ?$

2) $P_0 = ?$

$P_1 = 15 \text{ мм рт. ст.}$

$P_2 = 305 \text{ мм рт. ст.}$



Пар в изотермическом процессе находится в равновесии с воздухом, то он не конденсируется

Влажный воздух = С.В + ПАР
давление смеси воздуха = P_0
давление

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 успевает стать насыщенным и конденсируется в процессе увеличения объема.

В 3 положении ПАР: $P_2 S (H + \Delta H + h) = \nu_{\text{П}} R T_2$

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

$P_2 + P_{\text{с.в.}} = P_0$

В положении 2: пар не конденсируется,

$P_{\text{с.в.}} S (H + \Delta H) = \nu_{\text{с.в.}} R T_2$ при быстром увеличении температуры, испаренный воздух не успевает.

температуры, испаренный воздух не успевает.

$P_{\text{ПАР}} S (H + \Delta H) = \nu_{\text{П}} R T_2$

$P_{\text{ПАР}} + P_{\text{с.в.}} = P_0$



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!

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

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

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

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

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

$$T_2 H = T_1 H + T_1 \Delta H \quad \left[\Delta H = H \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1} \right] =$$

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

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

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

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

ОТВЕТ:

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

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

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]

S, d, U

$\epsilon_1 = 3$

$d/2$

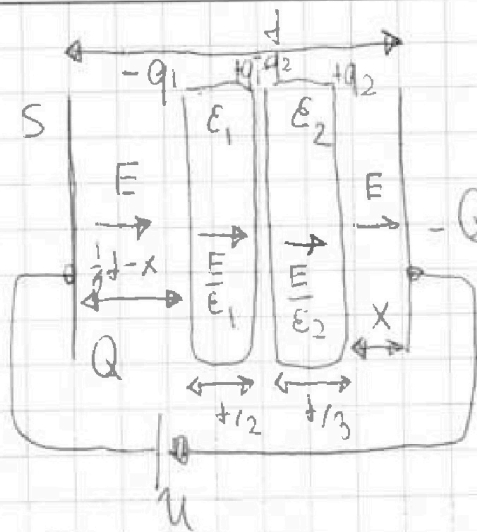
$\epsilon_2 = 4$

$d/3$

$E = ?$

$Q = ?$

$q = ?$



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

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

Диэлектрики никак не влияют на распределение и заряды вне них.

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

нужно.

Потенциал

разность потенциалов

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

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

Потенциал перед диэлектриком

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

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

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

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

Потенциал

диэлектрик



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

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



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!

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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



4)

$$L = 0,25 \text{ Гн}$$

$$\mathcal{E} = 120 \text{ В} = E$$

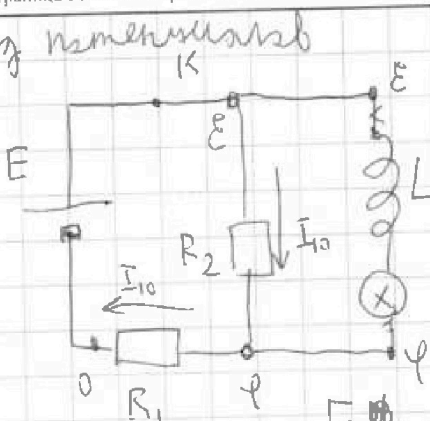
$$R_1 = 100 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 50 \text{ Ом}$$

1) I_{10} - ?

2) $\left(\frac{dI}{dt}\right)_0$ - ?

3) I_{∞} - ?



Сразу после замыкания

ток на катушке = 0

$$I_{10} = \frac{E - \varphi}{R_2} = \frac{\varphi}{R_1}$$

$$R_1 = 2R_2$$

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

$$\varphi = \frac{2}{3} E$$

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

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

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

В установившемся режиме ток через катушку отсутствует и напряжение = 0

В уст. режиме:

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

$$I_1 + I_{\infty} = I_2$$

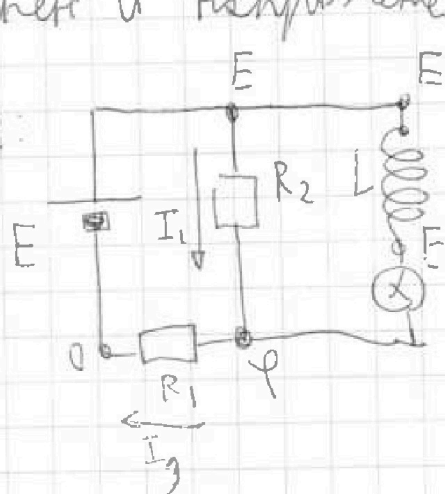
$$\frac{U_{\infty}}{R_2} + I_{\infty} = \frac{E - U_{\infty}}{R_1}$$

$$U_{\infty} + I_{\infty} R_2 = \frac{E - U_{\infty}}{2}$$

$$I_{\infty} R_2 = \frac{E - 3U_{\infty}}{2}$$

$$I_{\infty} = \frac{E}{2R_2} - \frac{3}{2R_2} U_{\infty}$$

- нагрузочная прямая



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

$$I_2 = \frac{\varphi}{R_1}$$

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



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!

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

из ВАХ, получаем, что $[I_a = 0,4 \text{ A}]$, а при $I_a = 0$ $u = 0$
 $I = 1,2 \text{ A}$

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

2) $\left(\frac{dI}{dt}\right)_0 = \frac{E}{3L} = 160 \frac{\text{A}}{\text{с}}$

3) $I_a = 0,4 \text{ A}$

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. Нормы QR-кода недопустима!



5]

$$F_1 = 20 \text{ см}$$

$$F_2 = +10 \text{ см}$$

$$d = 10 \text{ см}$$

$$v = 1 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

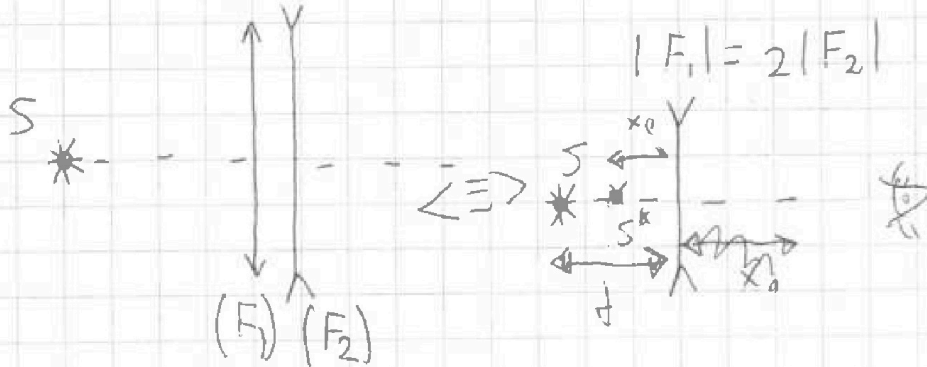
1) $x_0 = ?$

2) $x = ?$

$$L = 20 \text{ см}$$

3) $u = ?$

1) Когда линзы рассматриваются совместно



Одна линза скомбинирована

$$\frac{1}{F_{\text{сум}}} = D_{\text{сум}} = D_1 + D_2 = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{2F_2} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{2 \cdot 20} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{40}$$

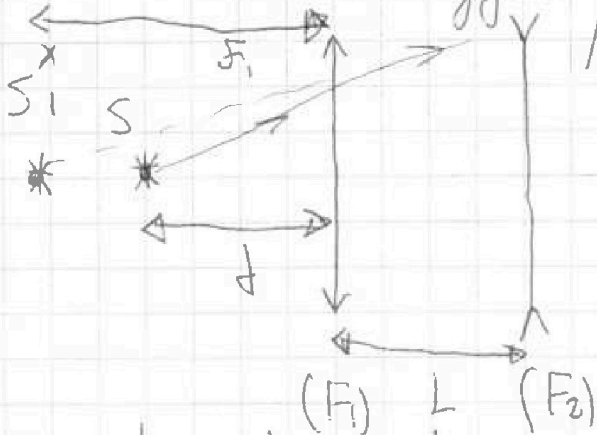
$$F_{\text{сум}} = 2F_2 = 40 \text{ см}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{x_0} = -\frac{1}{2F_2} = -\frac{1}{F_1} \Rightarrow \frac{1}{x_0} = -\frac{1}{F_1} - \frac{1}{d} = -\frac{1}{20} - \frac{1}{10} = -\frac{3}{20}$$

$$\frac{1}{x_0} = \frac{1}{10 \text{ см}} + \frac{1}{20 \text{ см}} = \frac{3}{20 \text{ см}} \Rightarrow x_0 = \frac{20}{3} \text{ см}$$

$$x_0 = \frac{F_1 d}{F_1 + d}$$

2) Рассматриваем линзы отдельно



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

$$f_1 = -20 \text{ см}$$

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

$$\Lambda_2: \frac{1}{L + f_1} + \frac{1}{f_2} = -\frac{1}{F_2} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = -\frac{1}{F_2} - \frac{1}{L + f_1} = -\frac{1}{20} - \frac{1}{20 + (-20)} = -\frac{1}{20} - \frac{1}{0} = -\frac{1}{20}$$

$$f_2 = x = \frac{|F_2|(L + \frac{F_1 d}{F_1 + d})}{|F_2| + L + \frac{F_1 d}{F_1 + d}} \Rightarrow x = 8 \text{ см}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

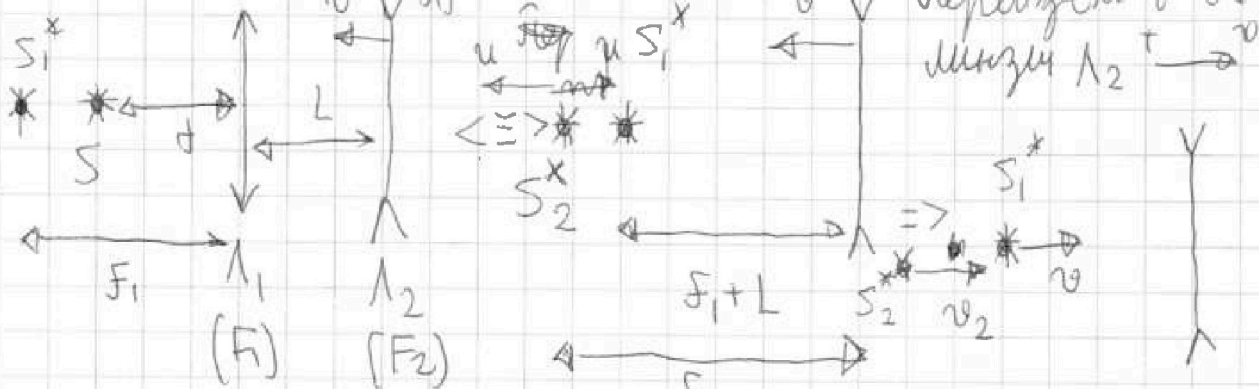
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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 длину линзы L



$$v_2 = \Gamma^2 v$$

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

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

Перейдем обратно в ЛСО + v

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

$$u = v - v_2$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



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

$$u_{\text{отн}}^2 = u_2^2 + u_1^2 - 2u_1u_2 \cos \delta = 15^2 + \frac{290 \cdot 13}{3}$$

64 m

$$15 + \frac{290}{1 - \frac{10000}{13350}}$$

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

$$1 - \frac{10000}{13350} = \frac{3}{103}$$

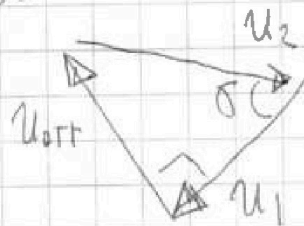
$$15 + \frac{290}{1 - \frac{10500}{13350}}$$

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

$$\begin{array}{r} 1260 \\ + 15 \\ \hline 1275 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3770 \quad 3 \\ \hline 1260 \\ \hline 6 \quad 17 \end{array}$$

$\delta = 90^\circ$



$$3u_2^2 - 10u_1^2 = 15v_{\text{отн}}^2$$

$$25u_2^2 + 9u_1^2 = 64 \cdot \frac{10}{13} \cdot 2$$

$$25u_2^2 - 9u_1^2 = 10u_1^2 - 6u_2^2 + 15v_{\text{отн}}^2$$

$$25u_2^2 - 9u_1^2$$

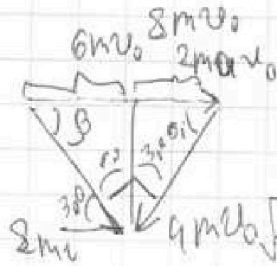
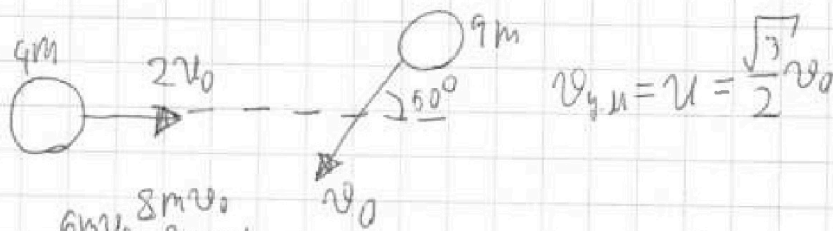
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

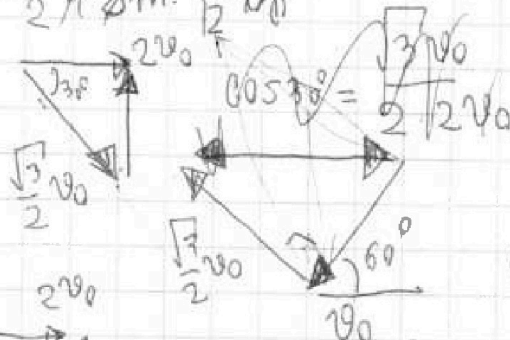
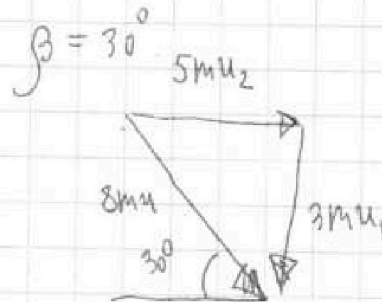
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



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

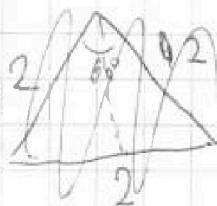


$$u_1^2 = 4v_0^2 + \frac{3}{4}v_0^2 - 2 \cdot 2v_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}v_0 \cos 30^\circ$$

$$= 4v_0^2 + \frac{3}{4}v_0^2 - 4v_0^2 \cos 30^\circ = \frac{(20-12)}{4}v_0^2 = 2v_0^2$$

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

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



$$0^2 = 9 + 4 - 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

МФТИ

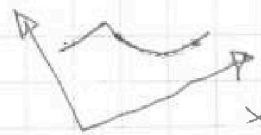
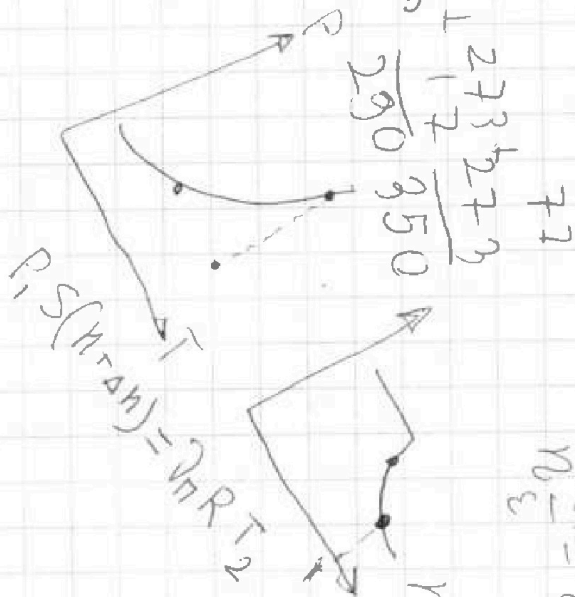


- 1 ☒ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

$$307. \frac{4m v_0^2}{2} + \frac{4m v_0^2}{2} = \frac{2}{5} E_0 + \frac{3m u_1^2}{2} + \frac{5m u_2^2}{2}$$

$$8m v_0^2 + 2m v_0^2 = \frac{2}{5} E_0$$



$$P_1 S(H + \Delta H) = \eta R T$$

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

$$P_1 = \frac{2}{5} E_0$$

$$P_2 = \frac{3}{5} E_0$$

$$P_3 = \frac{4}{5} E_0$$

$$P_4 = \frac{5}{5} E_0$$

$$P_5 = \frac{6}{5} E_0$$

$$P_6 = \frac{7}{5} E_0$$

$$P_7 = \frac{8}{5} E_0$$

$$0.9 = 1.2$$

$$1.2 = 1.5$$

$$1.5 = 1.8$$

$$1.8 = 2.1$$

$$2.1 = 2.4$$

$$2.4 = 2.7$$

$$2.7 = 3.0$$

$$3.0 = 3.3$$

$$3.3 = 3.6$$

$$3.6 = 3.9$$

$$3.9 = 4.2$$

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!

1)

m, v_0

$\alpha = 60^\circ$

$u = ?$

$E_0 = ?$

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

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

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

$|\vec{p}_3| = 8mu$

по Th. cos. $\frac{1}{2}$

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

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

$$p_3 = 8mv_0 = 8mu \Rightarrow [v_0 = u]$$

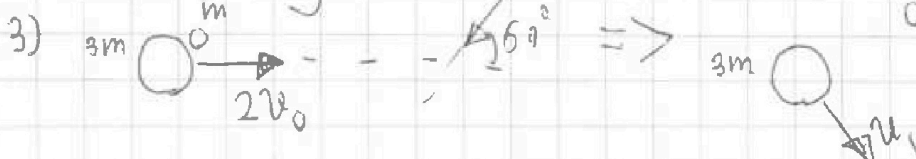
2) ЗСЭ (механика + электромагнетизм)

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

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

$$E_0 = 8mv_0^2 + 2mv_0^2 - 4mv_0^2 = 6mv_0^2$$

$$[E_0 = 6mv_0^2]$$



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!



$$P_1 H = \int_0^H \rho_1 R T_1$$

$$P_{c.v} H = \int_0^H \rho_{c.v} R T_1$$

$$P_{пар} S(H + \Delta H) = \int_0^{H+\Delta H} \rho_1 R T_2$$

$$P_{c.v} S(H + \Delta H) = \int_0^{H+\Delta H} \rho_{c.v} R T_2$$

и-с-у-м.

$$P_1 + P_{c.v} = P_{пар} + P_{c.v} = P_2 + P_{c.v}$$

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

$$P_1 = \frac{\int_0^H \rho_1 R T_1}{SH} \quad P_{c.v} = \frac{\int_0^H \rho_{c.v} R T_1}{SH}$$



$$\begin{array}{r} 10500 \\ 13390 \end{array}$$

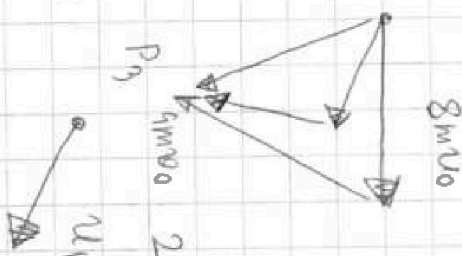
P

$$\frac{\int_0^H \rho_1 R T_1}{H} + \frac{\int_0^H \rho_{c.v} R T_1}{H} = \frac{\int_0^{H+\Delta H} \rho_{c.v} R T_2}{(H+\Delta H)} + \frac{\int_0^{H+\Delta H} \rho_1 R T_2}{(H+\Delta H)}$$

$$\int_0^H \left(\frac{T_1}{H} - \frac{T_2}{H+\Delta H} \right) = \int_0^H \left(\frac{T_2}{H+\Delta H} - \frac{T_1}{H+\Delta H} \right)$$

$$\int_0^H = \int_0^H$$

$$\begin{array}{r} 105000 \backslash 13390 \\ 40,7 \end{array}$$



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

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

$$P_{c.v} + P_1$$

$$P_{c.v} S(H + \Delta H) = \int_0^{H+\Delta H} \rho_{c.v} R T_2$$

$$P_{c.v} S(H + \Delta H) = \int_0^{H+\Delta H} \rho_{c.v} R T_2$$

$$\frac{(H+\Delta H) P_{c.v} = P_{c.v} \int_0^{H+\Delta H} T_1}{T_2}$$



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. Чтение QR-кода невозможно!

$$P_{\text{пара}} = P_1 \frac{T_2 H}{(H + \Delta H) T_1}$$

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

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

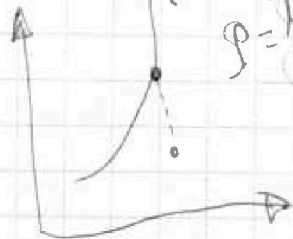
$$P_1 \frac{T_2 H}{(H + \Delta H) T_1} \cdot S(H + \Delta H) = \Delta p_1 R D_2$$

$$350 \cdot 30 = \frac{1050}{13}$$

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

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

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



$$p = \frac{\Delta p R T}{S H}$$

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

$$10,6 + 30$$

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

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

$$P_{\text{пара}} = P_1 \frac{T_2 H}{(H + \Delta H) T_1}$$

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

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

$$30 \cdot \frac{350-290}{290} = 30 \cdot \frac{60}{290} = \frac{180}{290}$$

