



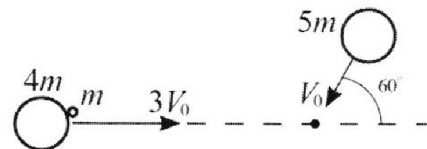
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-06

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

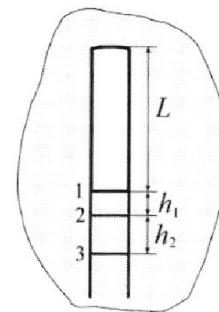


1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы $4m$, скорость $3V_0$, второй шайбы $5m$, скорость V_0 . Угол между направлениями скоростей 60° . К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина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



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

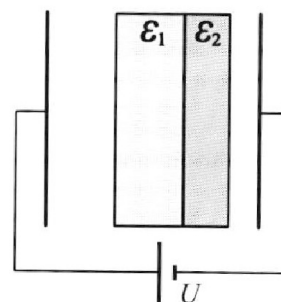
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Температура в столбе влажного воздуха установилась $t_1 = 33^\circ\text{C}$, в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко поднимают до температуры $t_2 = 67^\circ\text{C}$, сохраняя прежнее давление. При этом вода в пробирке быстро опустилась с уровня 1 до уровня 2 на $h_1 = 15$ мм. После этого уровень воды начал медленно двигаться до уровня 3, опустившись на $h_2 = 16,7$ мм. Изменением гидростатического давления на границе «воздух – вода» в пробирке можно пренебречь.



- 1) Найти высоту L столба влажного воздуха в пробирке до нагревания.
- 2) Найти давление в пробирке P_0 . Ответ дать в мм. рт. ст.

Примечание: давление насыщенного пара воды при температуре t_1 равно $P_1 = 38$ мм. рт. ст., при температуре t_2 равно $P_2 = 205$ мм. рт. ст.

3. В плоский конденсатор с площадью обкладок S и расстоянием между ними d помещены параллельно обкладкам и напротив них две соприкасающиеся пластины (см. рис.). У одной пластины диэлектрическая проницаемость $\epsilon_1 = 3$, толщина $2d/5$, у другой пластины $\epsilon_2 = 6$, толщина $d/5$. У обеих пластин площадь каждой из двух поверхностей равна S . Конденсатор подключен к источнику с напряжением U .



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

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

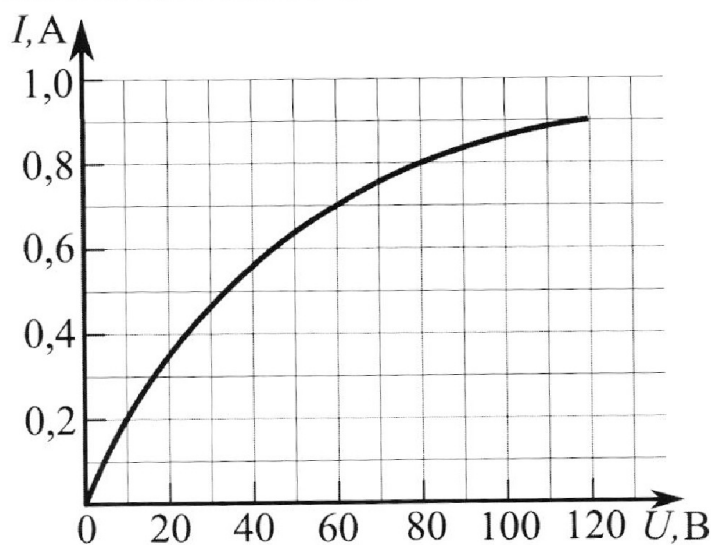
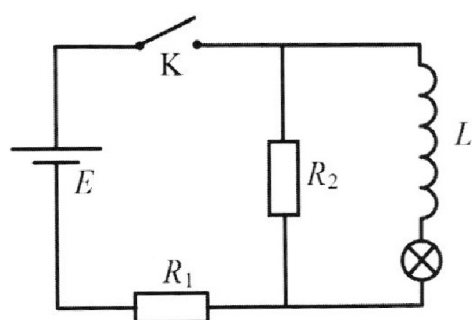
Вариант 11-06



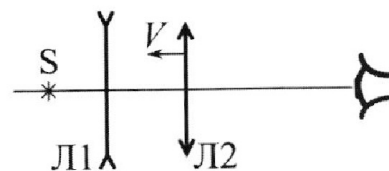
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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

- 1) Найти ток I_{20} через R_2 сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти скорость возрастания тока через лампочку сразу после замыкания ключа.
- 3) Найти ток через катушку в установившемся режиме после замыкания ключа.



5. Главные оптические оси двух тонких линз совпадают. У линзы Л1 фокусное расстояние $F_1 = -10$ см, у линзы Л2 фокусное расстояние $F_2 = 15$ см. Неподвижный точечный источник света S расположен на расстоянии $d = 20$ см от неподвижной линзы Л1. Линза Л2 приближается к Л1 с постоянной скоростью $V = 2$ см/с. Изображение источника рассматривают со стороны линзы Л2 (см. рис.).

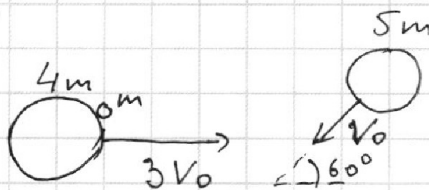


- 1) На каком расстоянии x_0 от линз будет изображение, когда Л2 приблизится вплотную к Л1?
- 2) На каком расстоянии x от линзы Л2 будет изображение, когда расстояние между линзами станет $L = 25$ см?
- 3) Найти скорость U (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет $L = 25$ см.

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!

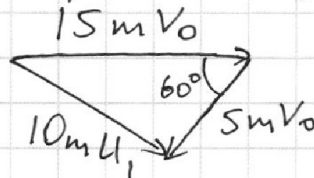
~1



U_1 - скорость шайбы после соед. в 1 н.

1) По ЗСИ: $\vec{p}_{\text{сист}} = \text{const}$

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3$$



$$p_1 = (4m + m) 3V_0$$

$$p_2 = 5m V_0$$

$$p_3 = (5m + m + 4m) U_1$$

По теореме косинусов найдем $10m U_1$:

$$(10m U_1)^2 = (15m V_0)^2 + (5m V_0)^2 - 2 \cos 60^\circ \cdot 15m V_0 \cdot 5m V_0$$

$$100 U_1^2 = 225 V_0^2 + 25 V_0^2 - 75 V_0^2 = 175 V_0^2$$

$$U_1 = \sqrt{\frac{175}{100}} V_0 = \frac{\sqrt{7}}{2} V_0$$

2) По ЗСЭ: $E_{k1} + E_{k2} = E_{kc} + E_0$

$$E_{k1} = \frac{(4m + m) (3V_0)^2}{2}; E_{k2} = \frac{5m V_0^2}{2}; E_{kc} = \frac{(4m + m + 5m) U_1^2}{2}$$

$$2 E_0 = 45m V_0^2 + 5m V_0^2 - \frac{35}{2} m V_0^2$$

$$E_0 = \frac{65}{4} m V_0^2$$

3) U_2 - скорость первой шайбы после удара

U_3 - скорость второй шайбы после удара

U' - обн. скорости шайб

$$|\vec{U}'| = |\vec{U}_3 - \vec{U}_2|$$

$$\text{По ЗСЭ: } \frac{5m(3V_0)^2}{2} + \frac{5m V_0^2}{2} = \frac{4m U_2^2}{2} + \frac{6m U_3^2}{2} + \frac{2}{3} E_0$$

$$\text{Ответ: } U_1 = \frac{\sqrt{7}}{2} V_0; E_0 = \frac{65}{4} m V_0^2$$

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) S - площадь сечения пробирки

$$T_1 = 273 + t_1 = 300 \text{ K}$$

V_0 - объем в нач. мом. (ур. воды 1)

V_1 - объем при уровне воды 2

V_2 - объем при уровне воды 3

По ур-ию Менделеева - Клапейрона:

$$p_0 V_0 = R \nu_1 T_1$$

$$p_0 V_2 = R \nu_2 T_2 \quad (\text{т.к. } \Delta p \approx 0)$$

1-ое изменение высоты происходит быстро ~~т.к.~~ за это время не успевают испариться вода $\Rightarrow \nu_1 = \nu_2 = \nu$

Делим одно на другое, $\frac{V_0}{V_1} = \frac{T_1}{T_2}$

$$V_0 = LS; \quad V_1 = (L + h_1)S$$

$$\frac{V_0}{V_1} = \frac{L}{L + h_1} \quad \frac{V_1}{V_0} = 1 + \frac{h_1}{L} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{h_1}{L} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \Rightarrow L = \frac{h_1 T_1}{T_2 - T_1} = \frac{h_1 T_1}{t_2 - t_1} = \frac{15 \cdot 153}{17} \text{ мм} \approx 135 \text{ мм}$$

2) 2-ое изменение уровня воды происходит за счёт роста давления из-за испарения воды

ν_B - кол-во воздуха p_0, p_1, p_2 - его давления при h_1 и h_2

ν_{n1} - кол-во пара при h_1 p_1 - его давление

ν_{n2} - кол-во пара при h_2 p_2 - его давление

При уровне h_1 $\nu_{n1} = \nu_{n0} \Rightarrow p_1$ - его давл. (т.к. не успело испариться достаточное кол-во воды)

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!

По закону Даламбера:

$$p_0 = p_{B1} + p_1 = p_{B2} + p_2 \quad (\text{т.к. } \Delta p_{\text{шпр}} \approx 0)$$

Из ур-ня Менг.-Кн. для воздуха при h_1 и h_2 :

$$\left. \begin{aligned} R \rho_B T_2 &= p_{B1} V_1 \\ R \rho_B T_2 &= p_{B2} V_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{p_{B1}}{p_{B2}} = \frac{V_2}{V_1}; \quad p_{B1} = p_{B2} \frac{V_2}{V_1}$$

$$p_{B2} \frac{V_2}{V_1} + p_1 = p_{B2} + p_2$$

$$p_{B2} \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) = p_2 - p_1$$

$$p_{B2} = \frac{(p_2 - p_1) V_1}{V_2 - V_1}$$

$$p_0 = p_2 + p_{B2} = p_2 + \frac{(p_2 - p_1) V_1}{V_2 - V_1}$$

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

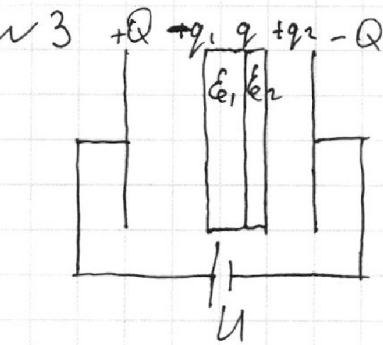
$$V_2 = (L + h_1 + h_2) S$$

$$p_0 = p_2 + \frac{(p_2 - p_1)(L + h_1)}{h_2} = 205 + \frac{(205 - 38) \left(15 \cdot \frac{58}{17} + 15 \right)}{16,7} =$$

$$\approx 1705 \text{ мм. рт. ст.}$$

$$\text{Ответ: } L \approx \frac{15 \cdot 158}{17} \text{ мм} \approx 135 \text{ мм}; \quad p_0 \approx \frac{1705}{1700} \text{ мм рт. ст.}$$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐



1) q_1, q_2 — поляризационные заряды
от 1 и 2 диэлектрик. пластин соот-
ветственно

$$q = q_1 - q_2$$

Т.к. поляризационные заряды каждой
из пластин равны по мод. и противоположны по знаку,
их поля в воздушных зазорах компенсируются,
и ~~то~~ поле в возд. зазорах зависит только от
зарядов на конденсаторе. (в обоих зазорах E)

E_1 — поле в 1 диэлектрике

E_2 — поле во 2 диэлектрике

Пронесём пробный заряд q_0 от левой пластины
к правой. При этом мы совершаем работу $A = q_0 U$

Найдём эту работу из м. $A = E q_0 \cdot (d - \frac{d}{5} - \frac{2d}{5}) +$
 $+ E_1 \cdot \frac{2d}{5} \cdot q_0 + E_2 \cdot \frac{d}{5} \cdot q_0 = q_0 U$

$$E_1 = \frac{E}{\epsilon_1}, \quad E_2 = \frac{E}{\epsilon_2}$$

$$U = E d \left(\frac{2}{5} + \frac{2}{15} + \frac{1}{30} \right) = \frac{17}{30} E d$$

$$E = \frac{30U}{17d}$$

2) Источник не создаёт, а только перераспределя-
ет заряды, поэтому на обеих обкладках нако-
пится одинаковый по модулю заряд (Q)

Как сказано в 1 пункте, поляризационные заряды
не влияют на поле в зазорах, $\Rightarrow E = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$

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!

$$Q = E \epsilon_0 S = \frac{30 U \epsilon_0 S}{17 d}$$

3) На поле ^{внутри} ^{плоской} ^{параллельной} ^{пластины} внешнего заряда на обкладках конд. и параллельно заряда этой пластины.

$$\Rightarrow E - E_1 = \frac{q_1}{\epsilon_0 S} = E \left(1 - \frac{1}{\epsilon_1}\right) = \frac{2}{3} E$$

$$q_1 = \frac{2}{3} E \epsilon_0 S = \frac{20}{17} \frac{U}{d} \cdot \epsilon_0 S$$

$$E - E_2 = \frac{q_2}{\epsilon_0 S} = E \left(1 - \frac{1}{\epsilon_2}\right) = \frac{5}{6} E$$

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

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

$$\text{Ответ: } E = \frac{30}{17} \frac{U}{d}; \quad Q = \frac{30 U \epsilon_0 S}{17 d}; \quad q = -\frac{5}{17} \frac{U}{d} \epsilon_0 S$$

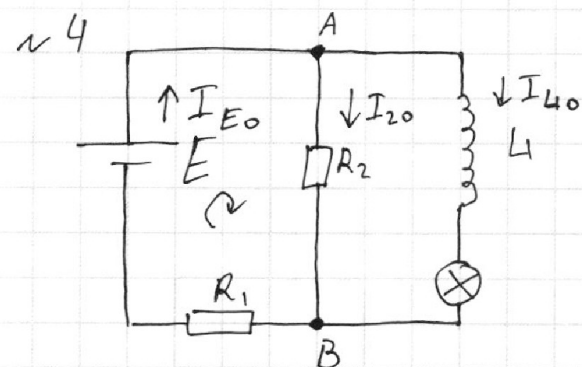
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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_{L0} - ток через L в макс. мом.
1) Если $I_{L0} \neq 0$, то
 $\frac{dI_{L0}}{dt} \rightarrow \infty$; $|\mathcal{E}_i| = L \left| \frac{dI_{L0}}{dt} \right| \rightarrow$

$\rightarrow \infty$ $\mathcal{E}_i$ - ЭДС индукции

Но $\mathcal{E}_i \leq E \Rightarrow I_{L0} = 0$

I_{E0} - ток через E в макс. мом

По 1 правилу Кирхгофа для узла A:

$$I_{E0} = I_{20} + I_{L0} = I_{20}$$

По 2 правилу Кирхгофа:

$$E = I_{20}R_2 + I_{E0}R_1 = I_{20}(R_1 + R_2)$$

$$I_{20} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{2}{15} \text{ A}$$

2) Т.к. $I_{L0} = I_A = 0$ (I_A - ток в лампе), $U_A = 0$

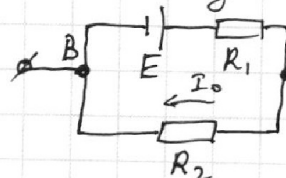
$$U_{R2} = U_L + U_A = U_L = -\mathcal{E}_i = L \frac{dI_{40}}{dt} = L \cdot \frac{dI_A}{dt}$$

$$U_{R2} = R_2 \cdot I_{20} = \frac{E R_2}{R_1 + R_2} = L \cdot \frac{dI_A}{dt}$$

$$\frac{dI_A}{dt} = \frac{E R_2}{L(R_1 + R_2)} = 200 \frac{\text{A}}{\text{с}}$$

3) В уст. режиме все токи постоянны, $\Rightarrow \frac{dI_L}{dt} = 0 \Rightarrow \mathcal{E}_i = 0$, катушку можно заменить проводником

Рассмотрим цепь как источник



с $\mathcal{E}^*$ и r^* ($\mathcal{E}^*$ и r^*)

$$r^* = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 125 \text{ Ом}$$

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!

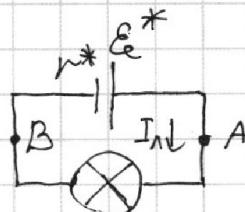


$$\mathcal{E}^* = \varphi_A - \varphi_B = U_{R_2} = I_0 R_2$$

$$I_0 = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

$$\mathcal{E}^* = E \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 100 \text{ В}$$

Теперь схема выглядит так:



Рассмотрим ВАХ ист.

$$\mathcal{E}^* - r^* I_L = U_{ист}$$

$$U_L = U_{ист}$$

$$I_L = \frac{\mathcal{E}^* - U_{ист}}{r^*} = 1,25 \text{ А} - \frac{U_L}{100 \text{ Ом}} \quad \text{— график — пря-}$$

мая, пересекающая ось U в $U = 125 \text{ В}$, ~~пересека~~
~~граф~~ уш. коэф. $k = -\frac{1}{100} \text{ Ом}^{-1}$

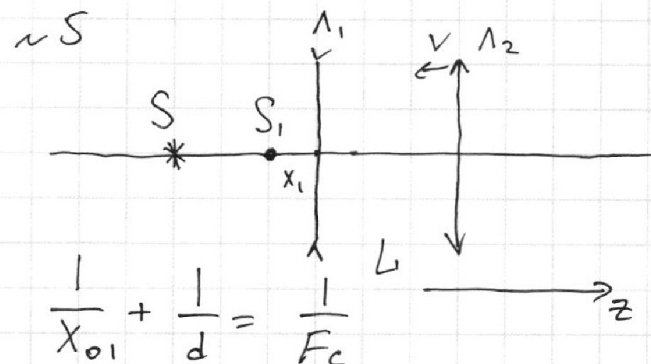
Пересечением ВАХ ист. и лампы будет уст.
режим, из графика это $I_L \approx 0,68 \text{ А}$

$$I_L = I_A = 0,68 \text{ А}$$

Ответ: $I_{20} = \frac{2}{15} \text{ А}; \quad \frac{dI_{L0}}{dt} = 200 \frac{\text{А}}{\text{с}}; \quad I_L = 0,68 \text{ А}$

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!



$$\frac{1}{x_{o1}} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_c}$$

$$x_{o1} = \frac{F_c \cdot d}{d - F_c} = -12 \text{ см}$$

$$x_o = |x_{o1}| = 12 \text{ см}$$

(минус означает мнимое изображение)

- 2) S_1 - изобр., полученное линзой Λ_1 ,
 x_1 - расст. от Λ_1 до S_1 с уч. знака

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_1}$$

$$x_1 = \frac{d \cdot F_1}{d - F_1} = -\frac{20}{3} \text{ см}$$

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{L - x_1} = \frac{1}{F_2} \quad ; \quad x = \frac{(L - x_1) F_2}{L - x_1 - F_2} = 28,5 \text{ см}$$

- 3) Перейдем в с.о. Λ_2 . в ней Λ_2 покоится, а
всё остальное (вспомогат. изобр. S_1) движется
с $V_2 = V$ Γ_1 - поперечное ув. изобр. S_1 в Λ_2

$$\Gamma_1 = \frac{x}{L - x_1} = \frac{57 \cdot 3}{2 \cdot 95} = \frac{171}{190} = \frac{9}{10}$$

$$\Gamma_{||} - \text{продольное ув. изобр. } S_1 \text{ в } \Lambda_2 \quad \Gamma_{||} = \Gamma_1^2$$

Пусть за малое время Δt S_1 переместится на
 $V \Delta t$

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!

масса, ~~в~~ ~~изобр.~~ , науч. в Λ_2 , переместится на

$\Pi_{11} \cdot V \Delta t = v_2' \Delta t$, где v_2' - скорость изобр. в
с.о. Λ_2

$$v_2' = V \cdot \Pi_{11} = V \cdot \Pi_1^2$$

$$\vec{v}_2' = \vec{v}_2 - \vec{v}_{\Lambda_2}$$

$\vec{v}_2$ - ск. изобр.

$\vec{v}_{\Lambda_2}$ - ск. линзы

$$v_2' = v_{2z} + V$$

$$\vec{v}_{2z} = v_2' - V = V(\Pi_1^2 - 1) = -2 \left(1 - \frac{171^2}{190^2} \right) \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

$$U = |v_{2z}| = 2 \cdot \frac{171^2}{190^2} \frac{\text{см}}{\text{с}} = 0,38 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Ответ: $x_0 = 12 \text{ см}$; $x = 28,5 \text{ см}$; $U = 2 \cdot \left(1 - \frac{171^2}{190^2} \right) \frac{\text{см}}{\text{с}} =$
 $0,38 \frac{\text{см}}{\text{с}}$



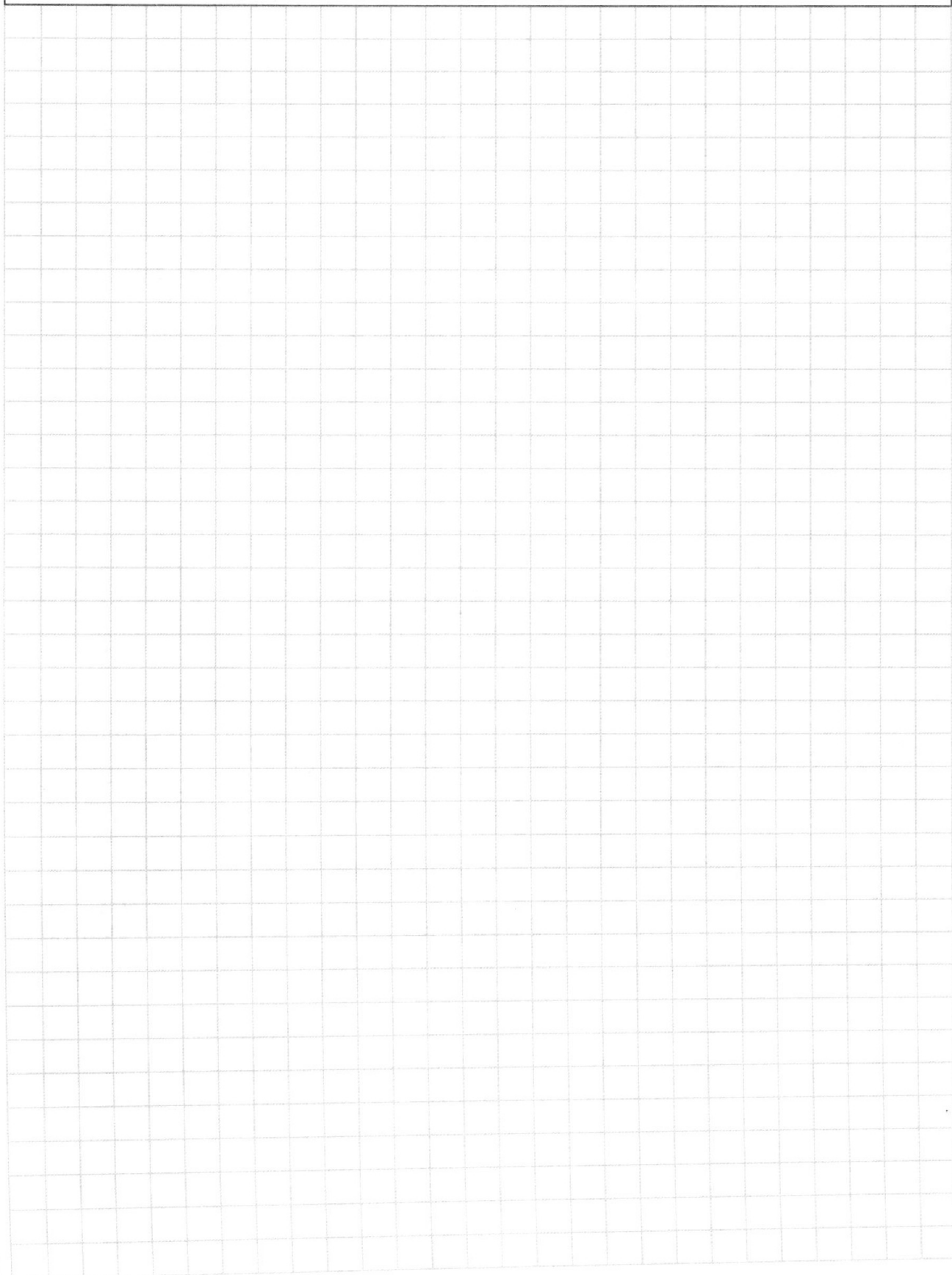
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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!



$$p_{n2} = p_{n1} \frac{v_1}{v_2}$$

$$p_{n1} + p_1 = p_{n1} \frac{v_1}{v_2} + p_2$$

$$p_{n1} \left(1 - \frac{v_1}{v_2}\right) = p_2 - p_1$$

$$p_0 = p_1 + \frac{(p_2 - p_1)v_2}{v_2 - v_1} = \frac{(p_2 - p_1)(b + k_1 + k_2)}{k_2} + p_1 = 172 \cdot 17 \approx 10$$

$$\approx 38 \text{ м.р.ст.} + 10 \cdot 165 \text{ м.р.ст.} \approx 1700 \text{ м.р.ст.} = 1705$$

$$\frac{(205 - 38) \left(\frac{172}{17}\right) 15}{16,7} + 205$$

$$\frac{205 - 38}{16,7} \left(\frac{172}{15}\right) =$$

$$= \frac{172 \cdot 2}{3} + 205 =$$

$$= \frac{344 + 615}{3} =$$

$$= \frac{959}{3} \text{ м.р.ст.}$$

$$\frac{615}{3} \approx 360 \text{ м.р.ст.}$$

$$1500 + 205 =$$

$$959$$

$$\frac{165 \cdot 10}{135 + 15 + 15} + 38 = 165$$

$$150 - 15 = 135$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{135 + 15}{135}$$

$$\frac{150}{135}$$

$$100 \cdot \left(\frac{1}{10} - \frac{1}{15}\right) = \frac{100}{15} \cdot 5$$

$$-\frac{1}{30} = \frac{1}{20} + \frac{1}{12}$$

$$\frac{308}{340} = \frac{349}{340}$$

$$\frac{9}{10}$$

$$155 \cdot 17$$

$$9 \cdot 15 = 135$$

$$\frac{12 - 2082}{20 \cdot 12} = \frac{56}{56}$$

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

$$25 - \frac{35}{4}$$

$$205 + 10 \cdot \frac{135 + 15}{150} = 1705$$

$$\frac{9 \cdot 18}{10 \cdot 18} = \frac{9}{10} \quad 2 \cdot 81 = \frac{162}{100}$$

$$19 \cdot \frac{81}{100}$$

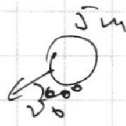
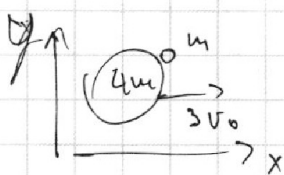
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$85v_0^2 = 12u_1^2 + 18u_2^2$$

$$p_0^2 = \frac{70m^2v_0^2}{4}$$

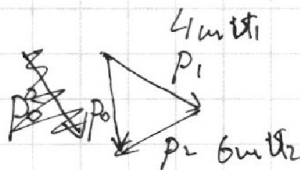
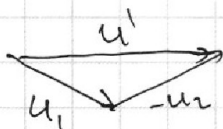
$$u_1 = \sqrt{p_0^2 + 4u_2^2 - 8p_0u_2 \cos 45^\circ}$$

u_1

$$u_1^2 = \frac{85v_0^2 - 18u_2^2}{12} = \frac{85}{12}v_0^2 - \frac{3}{2}u_2^2$$

$$\frac{p_0^2}{m^2} + u_2^2 - 2p_0u_2 \cos 45^\circ = u_1^2$$

$$\cos 45^\circ = \frac{-u_1^2 + u_2^2 + p_0^2}{2u_2p_0} = \frac{70}{4} \frac{m^2v_0^2}{m^2v_0^2} = \frac{\sqrt{2}}{2} - 1$$



$$\frac{155}{17} \cdot 15 \neq 15 \quad \frac{p_{B2}}{p_{B1}} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$= \frac{172}{17} \cdot 15$$

$$p_0 - p_1 = p_{B1} = \frac{R \rho_0 T_1}{V_0}$$

$$p_0 - p_{B2} = p_2$$

$$R \rho_0 T_2 = p_{B1} V_2$$

$$R \rho_0 T_2 = (p_0 - p_{B2}) V_2 =$$

$$R \rho_0 T_1 = p_0 V_0 = (p_{B1} + p_1) V_0 = p_2 V_2$$

$$R \rho_0 T_2 = p_0 V_1 = (p_{B1} + p_2) V_1$$

$$R \rho_0 T_2 = p_0 V_2 = (p_{B2} + p_2) V_2$$

$$R \rho_0 T_2 = p_0 V_1 \quad R (\rho_{B1} + \rho_1) T_2 = p_0 V_1$$

$$R \rho_0 T_2 = p_0 V_2$$

$$\rho_n = \frac{p_1 V_1}{R T_1}$$

$$R \rho_B T_1 = p_{B1} V_0$$

$$R \rho_B T_2 = p_{B1} V_0$$

$$\rho_{B1}$$

$$\rho_{B1}$$

$$\rho_{B2}$$

$$R (\rho_B + \rho_n) T_1 = p_0 V_0 = (p_{B1} + p_1) V_0$$

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

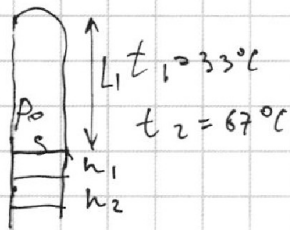
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

2



$$L \cdot S = V$$

$$R \Rightarrow T_1 = p_0 V_0$$

$$R \Rightarrow T_2 = p_0 V_1$$

$$\frac{R \Rightarrow}{p_0} = \frac{V_0}{T_1}$$

$$R \Rightarrow (T_2 - T_1) = p_0 (V_1 - V_0)$$

$$R \Rightarrow T_1 = p_0 V_0 = (p_0 + p_1) V_0$$

$$\frac{V_0}{T_1} (T_2 - T_1) = V_1 - V_0 \quad \frac{67}{33}$$

$$R \Rightarrow T_2 = (p_0 + p_1 h_1) V_1$$

$$\frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{V_1 - V_0}{V_0}$$

$$\frac{R \Rightarrow}{V} = \frac{p_2 - p_1}{R T_2}$$

$$R \Rightarrow T_2 = (p_2 - p_1) V$$

$$V_0 = L \cdot S$$

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

$$\frac{T_2}{T_1} - 1 = \frac{V_1}{V_0} - 1$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_1}{V_0} = \frac{L + h_1}{L}$$

$$\frac{T_2}{T_1} = 1 + \frac{h_1}{L} \quad V_1 = V_0 \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{h_1}{L} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \quad 2 \Rightarrow 3 + 33$$

$$L = \frac{h_1 T_1}{T_2 - T_1} = \frac{15 \cdot 330}{34 - 17} = \frac{15 \cdot 155}{17}$$

$$U = E \cdot \frac{2d}{5} + \frac{E}{\epsilon_1} \cdot \frac{2d}{5} + \frac{E d}{\epsilon_2 5}$$

$$= E d \left(\frac{12}{30} + \frac{24}{30} + \frac{1}{30} \right) =$$

$$= \frac{17}{30} E d$$

$$E_n = \frac{q_1}{\epsilon_0 S} = E \left(1 - \frac{1}{\epsilon_1} \right) = \frac{2}{3} E$$

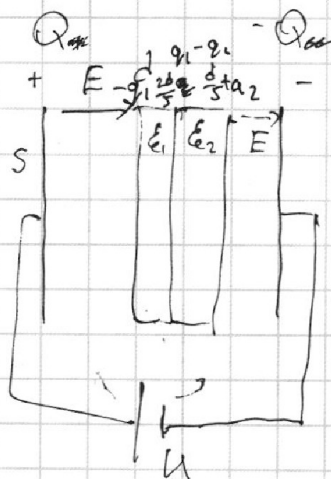
$$Q = \frac{304 \epsilon_0 S}{17 d}$$

$$E = \frac{304}{17 d}$$

$$q_1 = \frac{2}{3} E \epsilon_0 S = \frac{2}{3} \cdot \frac{304}{17} \cdot \frac{4}{d} \cdot \epsilon_0 S = \frac{25}{17} \cdot \frac{4}{d} \epsilon_0 S$$

$$q_2 = \frac{5}{6} E \epsilon_0 S = \frac{5}{6} \cdot \frac{304}{17} \cdot \frac{4}{d} \cdot \epsilon_0 S = \frac{25}{17} \cdot \frac{4}{d} \epsilon_0 S$$

$$q = q_1 - q_2 = -\frac{5}{17} \cdot \frac{4}{d} \epsilon_0 S$$



$$E_1 = \frac{E_0}{\epsilon_1}$$

$$E_2 = \frac{E_0}{\epsilon_2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

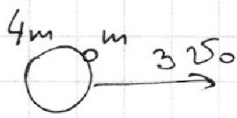
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

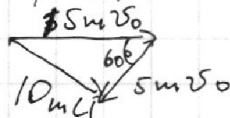


$$50mv_0^2 = 4mu_1^2 + 6mu_2^2 + \frac{25}{3}mv_0^2 + 5mv_0^2 = 4mu_1^2 + 6mu_2^2 + \frac{21}{3}E_0$$



$$15mv_0^2 - 2,5mv_0^2 = 12,5mv_0^2$$

1) $\vec{p}_{\text{сист}} = \text{const}$



$$5mv_0\sqrt{3}$$

$$\frac{5mv_0\sqrt{3}}{2} = \frac{v_0\sqrt{3}}{4}$$

$$\sqrt{\frac{25+3}{4}}$$

$$\frac{2\sqrt{7}}{4} = \frac{\sqrt{7}}{2}$$

$$100m^2u^2 = 225m^2v_0^2 + 25m^2v_0^2 - 2 \cdot \cos 60^\circ \cdot 75m^2v_0^2 = \frac{175}{2}m^2v_0^2$$

$$100m^2u^2 = 175m^2v_0^2$$

$$u = \sqrt{\frac{175}{100}}v_0 = \sqrt{\frac{7}{4}}v_0 = \frac{\sqrt{7}}{2}v_0$$

$$15mv_0 - 2,5mv_0 =$$

$$= \frac{12,5mv_0}{10m} = \frac{5}{4}mv_0$$

2) $\vec{p}_{\text{сист}} = \text{const}$

$$\frac{5m \cdot (3v_0)^2}{2} + \frac{5mv_0^2}{2} = E_0 + \frac{10mu^2}{2}$$

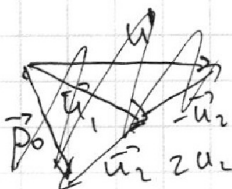
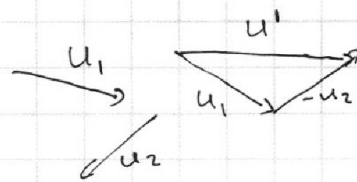
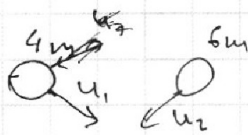
$$150 - 65 = 85$$

$$85mv_0^2 = 12mu_1^2 + 2E_0 = 45mv_0^2 + 5mv_0^2 + 10 \cdot \frac{7}{4}mv_0^2$$

$$2E_0 = \frac{65}{2}mv_0^2$$

$$E_0 = \frac{65}{4}mv_0^2$$

3)



$$25mv_0^2 - \frac{2E_0}{3} = \frac{2mu_1^2}{2} + \frac{6mu_2^2}{2}$$

$$2mu_1^2 + 3mu_2^2$$

$$25mv_0^2 - \frac{65}{6}mv_0^2 = 2mu_1^2 + 3mu_2^2$$

$$+50 - 65$$

$$\frac{85}{6}mv_0^2 - 2u_1^2 = 3u_2^2$$

$$u_2^2 =$$

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

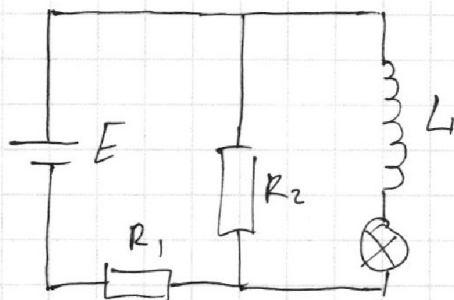
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

~ 4



1) т.к. $\frac{dI}{dt} \rightarrow \infty \Rightarrow \epsilon_{\text{инд}} \rightarrow \infty$, невозможно

$$\Rightarrow I_L = 0$$

$$I_{R2} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120}{30 + 15} = \frac{2}{15} \text{ A}$$

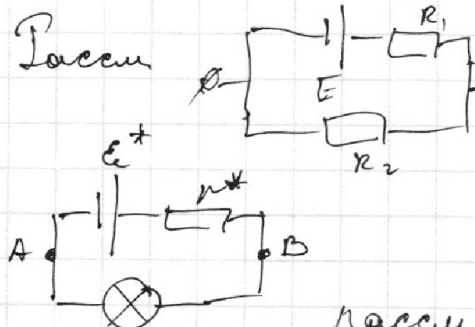
$$2) I_L = 0 \Rightarrow U_A = 0 \Rightarrow U_{R2} = U_L$$

$$U_{R2} = I_{R2} \cdot R_2 = \frac{E R_2}{R_1 + R_2} = U_L = \epsilon_i = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{E R_2}{R_1 + R_2} = L \dot{I} ; \dot{I} = \frac{E R_2}{(R_1 + R_2) L} = \frac{120 \cdot 750}{800 \cdot 0.15} = 8.25 = 2004 \text{ C}$$

3) В уст. режиме $I_L = 0 \Rightarrow U_L = \epsilon_i = 0$

Рассм



как эк. вет. с ϵ^* и r^*

$$r^* = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{150 \cdot 750}{150 + 750} = 125$$

$$\epsilon^* = \frac{E}{R_1 + R_2} \cdot R_2 = \frac{120}{800} \cdot 750 = 100$$

рассм. $U_{BA} = U_A$

$$U_{BA} = \epsilon^* - I r^*$$

$$U_A = U_{BA} = 125 \text{ В} - I \cdot 100 \text{ Ом} -$$

из графика, $I_A = 0.68 \text{ A}$

$$I_L = I_A = 0.68 \text{ A}$$

$$I r^* = \epsilon^* - U_{BA}$$

$$I = 1.25 - \frac{U_{BA}}{100} \quad \begin{matrix} U_{BA} = 125 \text{ В} \\ I = 0 \end{matrix}$$

$$k = -\frac{1}{100} \text{ Ом}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

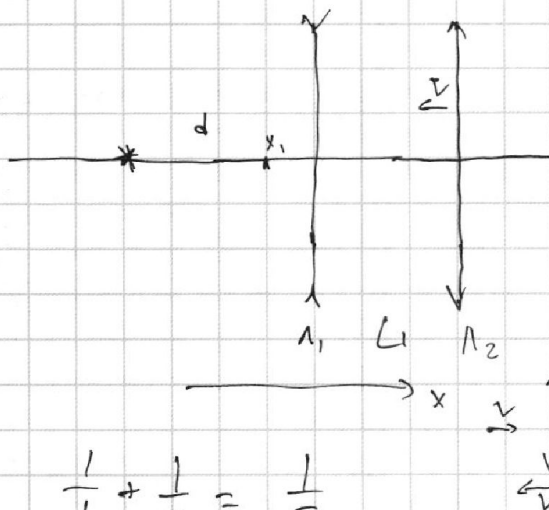
решение которой представлено на странице:

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



$$1) D_1 = \frac{1}{F_1} = -10 \text{ гатр}$$

$$D_2 = \frac{1}{F_2} = \frac{1}{0,15} = \frac{100}{15} \text{ гатр}$$

$$D_c = D_1 + D_2 = -\frac{100}{10} + \frac{100}{15} = 100 \left(\frac{10 - 15}{150} \right) = -\frac{100 \cdot 5}{150} = -\frac{100}{3}$$

$$F_c = \frac{1}{D_c} = -30 \text{ см}$$

$$\frac{1}{F_c} = \frac{1}{d} + \frac{1}{x_0}$$

$$\frac{1}{x_0} = \frac{d - F_c}{F_c d}$$

$$x_0 = \frac{F_c d}{d - F_c} = \frac{0}{80} = -12 \text{ см}$$

$$\frac{1}{x_1} = \frac{d - F_1}{d F_1}$$

$$x_1 = \frac{d F_1}{d - F_1} = \frac{20 \cdot (-10)}{2 - 10} = -\frac{20}{8} = -2,5 \text{ см}$$

$$\frac{1}{-x_1 + L} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F_2}$$

$$\frac{1}{x} = \frac{L - x_1 - F_2}{F_2 (L - x_1)}$$

$$x = \frac{F_2 (L - x_1)}{L - x_1 - F_2} = \frac{15 \cdot (25 + \frac{20}{3})}{25 + \frac{20}{3} - 15} = \frac{15 \cdot (25 + \frac{20}{3})}{10 + \frac{20}{3}} = \frac{15 \cdot (25 + \frac{20}{3})}{\frac{30 + 20}{3}} = \frac{15 \cdot (25 + \frac{20}{3})}{\frac{50}{3}} = \frac{15 \cdot 25 + 15 \cdot \frac{20}{3}}{\frac{50}{3}} = \frac{375 + 100}{\frac{50}{3}} = \frac{475}{\frac{50}{3}} = \frac{475 \cdot 3}{50} = \frac{1425}{50} = 28,5$$

$$2) \text{ По } \theta \text{ с. о. } \Lambda_2 \quad \Gamma_1 = \frac{x_1}{d} = \frac{1}{3}$$

$$\Gamma_2 = \frac{F(x_1 + L)}{x} = \frac{F(\frac{20}{3} + 25)}{28,5} = \frac{F \cdot \frac{77}{3}}{28,5} = \frac{57 \cdot 3}{2 \cdot 95} = \frac{57}{2 \cdot 95}$$

$$\Rightarrow \text{из 2 уравнений } \Gamma_1 \text{ и } \Gamma_2 \text{ } dx_2 = dx_1 \cdot \Gamma_{1,2} = dx_1 \cdot \Gamma_2^2$$

$$v_2^1 = v_1^1 \cdot \Gamma_2^2 = V \cdot \Gamma_2^2$$

$$v_{2x} = -V + V \cdot \Gamma_2^2 = V(\Gamma_2^2 - 1) = V$$

$$\begin{array}{r} 150 \\ 21 \\ 171 \\ 180 \\ 10 \end{array}$$