



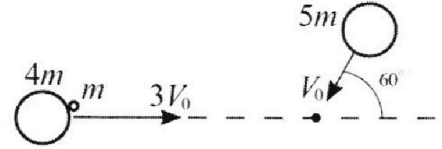
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-06



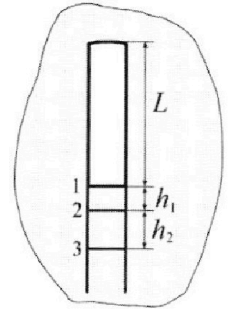
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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.

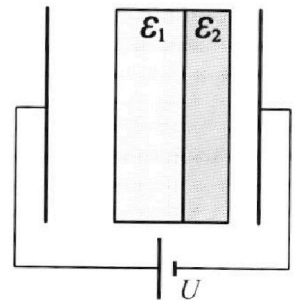
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Температура в столбе влажного воздуха установилась $t_1 = 33^\circ\text{C}$, в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко поднимают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

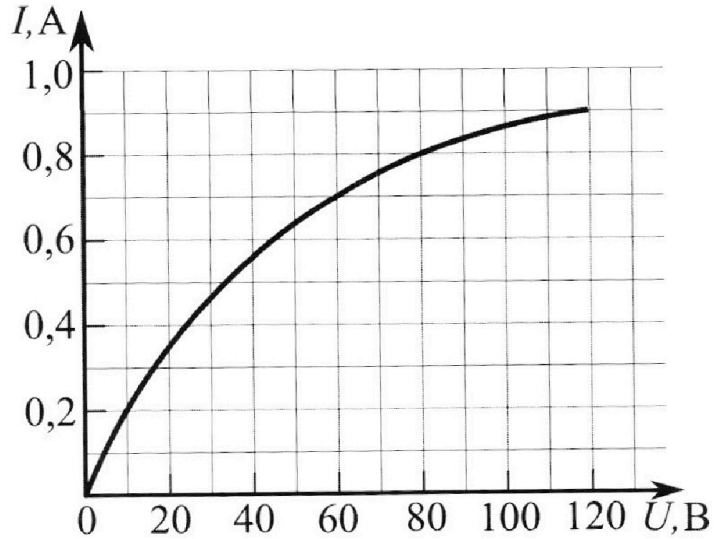
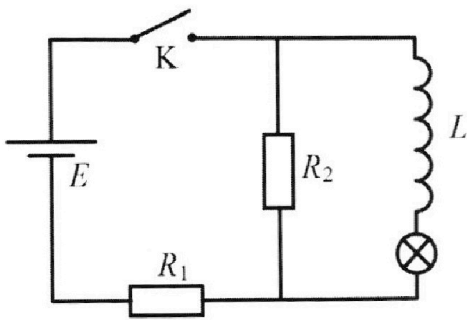
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-06

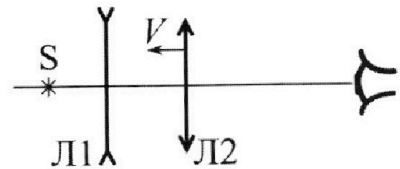
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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.).

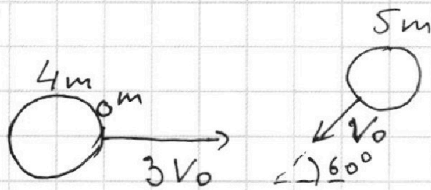


- 1) На каком расстоянии x_0 от линз будет изображение, когда Л2 приблизится вплотную к Л1?
- 2) На каком расстоянии x от линзы Л2 будет изображение, когда расстояние между линзами станет $L = 25$ см?
- 3) Найти скорость U (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет $L = 25$ см.

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!

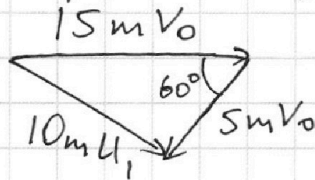
~1



U_1 - скорость шайбы после соед. в 1 н.

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

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



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

$$p_2 = 5mV_0$$

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

По теореме косинусов найдем $10mU_1$:

$$(10mU_1)^2 = (15mV_0)^2 + (5mV_0)^2 - 2 \cos 60^\circ \cdot 15mV_0 \cdot 5mV_0$$

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

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

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

$$E_{k1} = \frac{(4m+m)(3V_0)^2}{2}; \quad E_{k2} = \frac{5mV_0^2}{2}; \quad E_{kc} = \frac{(4m+m+5m)U_1^2}{2}$$

$$2E_0 = 45mV_0^2 + 5mV_0^2 - \frac{35}{2}mV_0^2$$

$$E_0 = \frac{65}{4}mV_0^2$$

3) U_2 - скорость первой шайбы после удара

U_3 - скорость второй шайбы после удара

U' - отв. скорости шайб

$$|U'| = |U_3 - U_2|$$

$$\text{По ЗСЭ: } \frac{5m(3V_0)^2}{2} + \frac{5mV_0^2}{2} = \frac{4mU_2^2}{2} + \frac{6mU_3^2}{2} + \frac{2}{3}E_0$$

Ответ: $U_1 = \frac{\sqrt{7}}{2} V_0$; $E_0 = \frac{65}{4}mV_0^2$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

№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:

$$\rho_0 V_0 = R \nu_1 T_1$$

$$\rho_0 V_2 = R \nu_2 T_2 \quad (\text{т.к. } \Delta p \approx 0)$$

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

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

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

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

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

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

ν_0 - кол-во воздуха p_0 и p_0 - его давление 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 Дальсона:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\approx 170^5 \text{ мм. рт. ст.}$$

$$\text{Ответ: } L \approx \frac{15 \cdot 58}{17} \text{ мм} \approx 135 \text{ мм}; p_0 \approx \frac{1705}{17} \text{ мм рт. ст.}$$

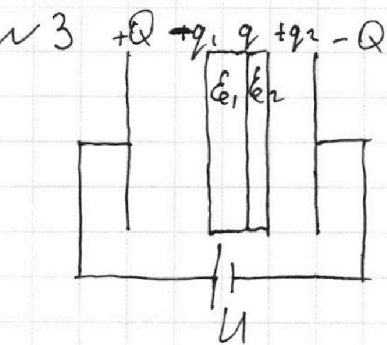
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



1) q_1 ; q_2 - поляризац. заряды
от 1 и 2 диэлектрик. пластин соот-
ветственно

$$q = q_1 - q_2$$

Т.к. поляризац. заряды каждой
из пластин равны по мод. и противоположны по знаку,
их поле в воздушных зазорах компенсируется,
и 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 шл. $A = E q_0 \cdot (d - \frac{d}{5} - \frac{2d}{5}) +$

$$+ E_1 \cdot \frac{2d}{5} \cdot q_0 + E_2 \cdot \frac{d}{5} \cdot q_0 = q_0 U$$

$$E_1 = \frac{E}{\epsilon_1}; E_2 = \frac{E}{\epsilon_2}$$

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

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

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

Как сказано в 1 пункте, поляризац. 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
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

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

3) На поле ^{диэл.} внутри пластин внешнего заряда на обкладках конд. и капарц. заряды этой пластинки.

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

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

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

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

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

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

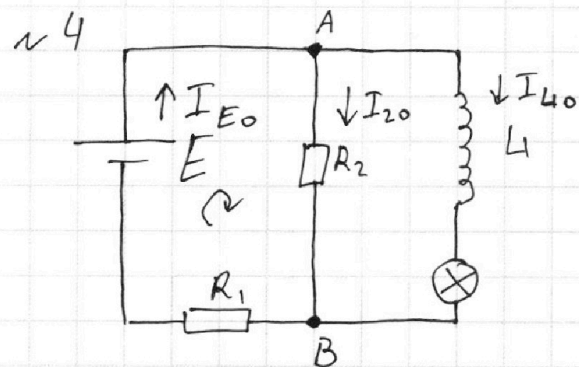
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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. ман.
 1) Если $I_{L0} \neq 0$, то
 $\frac{dI_{L0}}{dt} \rightarrow \infty$; $|\mathcal{E}_i| = L \left| \frac{dI_{L0}}{dt} \right| \rightarrow \infty$
 \mathcal{E}_i - ЭДС индукции

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

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

I_{E0} - ток через E в макс. ман.

По 1-й правую Кирхгофа для узла А:

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

По 2-й правую 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), $U_A = 0$

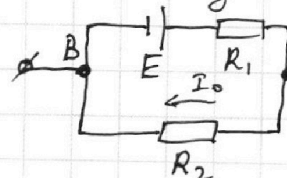
$$U_{R2} = U_L + U_A = U_L = -\mathcal{E}_i = L \frac{dI_{L0}}{dt} = L \cdot \frac{dI_A}{dt}$$

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

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

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

МФТИ

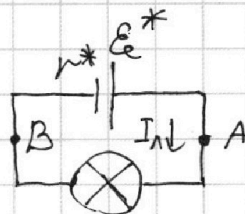
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

Теперь схема выглядит так:



Рассмотрим ВАХ вет.

$$U_L = U_{\text{вет}}^*$$

$$\mathcal{E}^* = -r^* I_L = U_{\text{вет}}$$

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

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

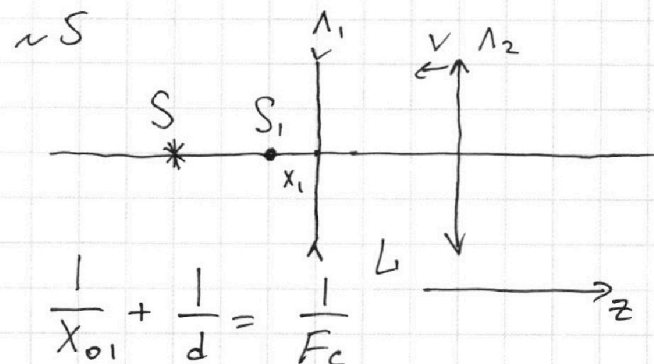
Пересечением ВАХ в вет. и лампы будет усл.
решение, из графика это $I_L \approx 0,68 \text{ А}$

$$I_L = I_A = 0,68 \text{ А}$$

$$\text{Ответ: } I_{20} = \frac{2}{15} \text{ А}; \quad \frac{dI_{10}}{dt} = 200 \frac{\text{А}}{\text{с}}; \quad I_L = 0,68 \text{ А}$$

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!



$$\frac{1}{x_{01}} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_c}$$

$$x_{01} = \frac{F_c \cdot d}{d - F_c} = -12 \text{ см}$$

$$x_0 = |x_{01}| = 12 \text{ см}$$

(минус означает левое 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 (включая изобр. S_1) движется с $V_z = V$

Γ_1 - поперечное ув. изобр. S_1 в Λ_2

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

Γ_{II} - продольное ув. изобр. S_1 в Λ_2 $\Gamma_{II} = \Gamma_1^2$

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

МФТИ

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

монета, ~~в~~ ~~с~~ ~~у~~ ~~б~~ ~~р.~~, ~~на~~ ~~п~~ ~~л.~~ ~~в~~ ~~л~~ ~~2~~, ~~п~~ ~~р~~ ~~е~~ ~~м~~ ~~е~~ ~~н~~ ~~н~~ ~~е~~ ~~т~~ ~~с~~ ~~я~~ ~~н~~ ~~а~~
 $\Gamma_{11} \cdot V \Delta t = v_2' \Delta t$, где v_2' - скорость ~~у~~ ~~б~~ ~~р.~~ в
с.о. Λ_2

$$v_2' = V \cdot \Gamma_{11} = V \cdot \Gamma_1^2$$

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

\vec{v}_2 - ск. ~~у~~ ~~б~~ ~~р.~~

\vec{v}_{Λ_2} - ск. ~~л~~ ~~и~~ ~~н~~ ~~ы~~

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

$$v_{2z} = v_2' - V = V(\Gamma_1^2 - 1) = -2 \left(1 - \frac{171^2}{190^2} \right) \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

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

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



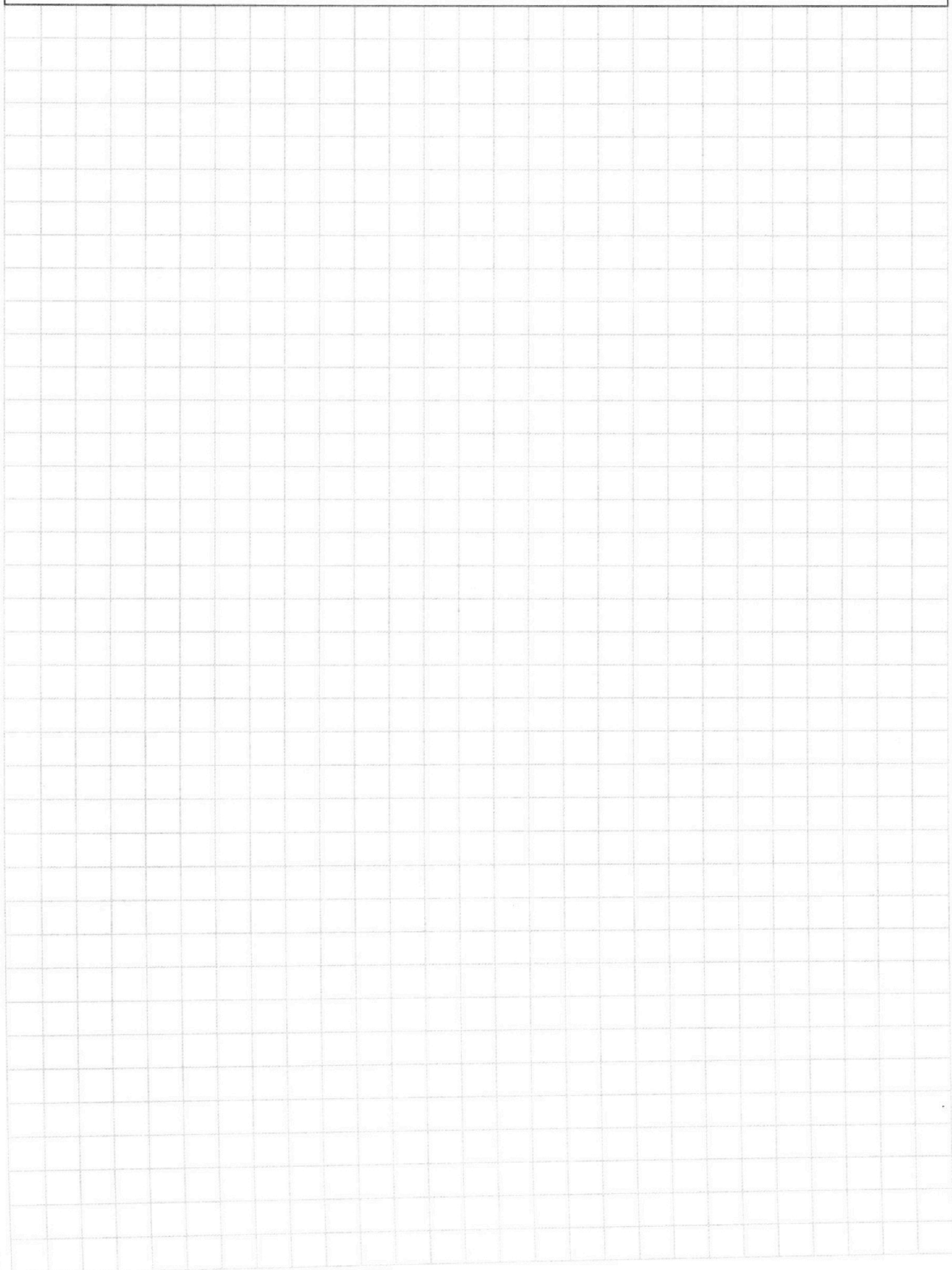
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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!



$$P_{B2} = P_{B1} \frac{v_1}{v_2}$$

$$P_{B1} + P_1 = P_{B1} \frac{v_1}{v_2} + P_2$$

$$P_{B1} \left(1 - \frac{v_1}{v_2}\right) = P_2 - P_1$$

$$P_0 = P_1 + \frac{(P_2 - P_1)v_2}{v_2 - v_1} = \frac{(P_2 - P_1)(b + k_1 + k_2)}{k_2} + P_1 = 172 \cdot \frac{10}{17} \approx 10$$

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

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

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

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

=

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

$$= \frac{959}{3} \text{ мкг ст.}$$

615

$$1500 + 205 =$$

344

$$\approx 360 \text{ мкг ст.}$$

959

ст. ст.

$$\frac{165 \cdot 10}{100} + 38 = 135 + 15 + 15 = 165$$

$$150 - 15 = 135$$

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

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

$$100 \cdot \left(\frac{1}{10} - \frac{1}{15}\right) = \frac{100}{15} \cdot \frac{1}{3} = \frac{100}{45} \cdot 5$$

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

$$\frac{308}{340} = \frac{349}{340} = \frac{273 + 33}{340}$$

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

$$155 \cdot \frac{1}{17}$$

$$9 \cdot 15 = 135$$

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

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

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

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

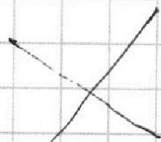
$$= 1705$$

$$9 \cdot 18$$

$$\frac{9 \cdot 18}{10 \cdot 18} = \frac{9}{10}$$

$$2 \cdot 81 = \frac{162}{100}$$

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



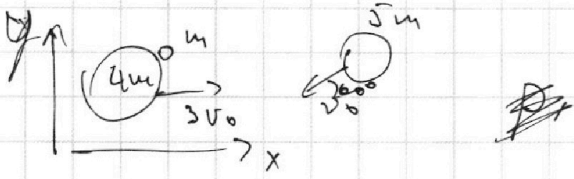
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

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

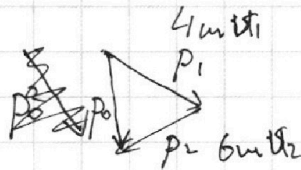
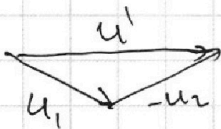
$$u_1 = \sqrt{p_0^2 + 4u_2^2 - 8p_0u_2 \cos \varphi}$$

u_1

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

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

$$\cos \varphi = \frac{-u_1^2 + u_2^2 + p_0^2}{2u_2p_0} = \frac{70}{4} \frac{m^2v_0^2}{m^2v_0^2} = \frac{7}{2} - 1$$



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

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

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

ν_2



$$p = 1000 \frac{m}{m^3}$$

$$\Delta p_{\text{шгр}} \approx 0$$

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

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

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

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

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

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

$$R \nu T_2 = p_0 V_1 \quad R (\nu_B + \nu_n) T_2 = p_0 V_1$$

$$R \nu_2 T_2 = p_0 V_2$$

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

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

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

$\nu_{\text{шгр}}$

~~$\nu_{\text{шгр}}$~~

ν_{n1}

$$R (\nu_B + \nu_n) T_1 = p_0 V_0 = (p_{B1} + p_1) V_0$$

ν_{n2}

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

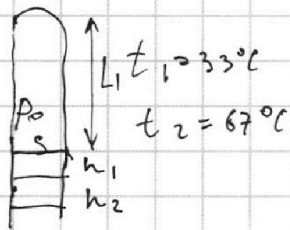
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

2



$$L \cdot S = V$$

$$R \Rightarrow T_1 = p_0 V_0$$

$$R \Rightarrow T_2 = p_0 V_1$$

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

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

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

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

$$R \Rightarrow T_2 = (p_0 + p_2 h_1) V_1$$

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

~~R \Rightarrow T_2 = (p_0 + p_2 h_1) V_1~~

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

$$V_0 = L \cdot S$$

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

$$\frac{\Delta T}{T} = \frac{p_2 - p_1}{R T_2}$$

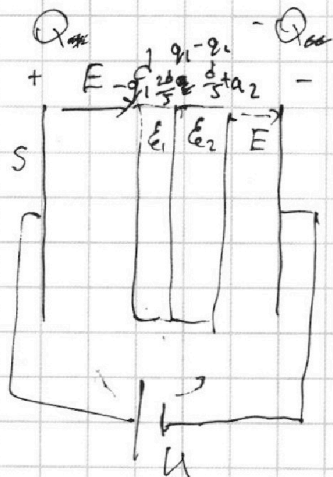
$$V_1 = (L + h_1) S$$

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

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

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

$$L = \frac{h_1 T_1}{T_2 - T_1} = \frac{15 \cdot 300}{34 - 17} = \frac{15 \cdot 300}{17} = \frac{15 \cdot 155}{17}$$



~~E = \frac{E_0}{\epsilon}~~

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

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

$$U = E \cdot \frac{2d}{5} + \frac{E}{\epsilon_1} \cdot \frac{2d}{5} + \frac{E d}{\epsilon_2 5} = Ed \left(\frac{2}{30} + \frac{2}{30} + \frac{1}{30} \right) = \frac{17}{30} Ed$$

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

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

$$q_1 = \frac{2}{3} E \epsilon_0 S = \frac{2}{3} \cdot \frac{30}{17} \cdot \frac{4}{d} \cdot \epsilon_0 S = \frac{20}{17} \cdot \frac{4}{d} \epsilon_0 S$$

$$q_2 = \frac{5}{6} E \epsilon_0 S = \frac{5}{6} \cdot \frac{30}{17} \cdot \frac{4}{d} \cdot \epsilon_0 S = \frac{25}{17} \cdot \frac{4}{d} \epsilon_0 S$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

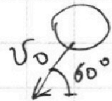
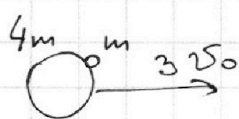
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

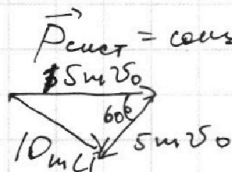


$$50mV_0^2 = 4mU_1^2 + 6mU_2^2 + \frac{5}{3}mV_0^2 \quad 45mV_0^2 + 5mV_0^2 = 4mU_1^2 + 6mU_2^2 + \frac{2}{3}E_0$$



$$15mV_0^2 - 2,5mV_0^2 = 12,5mV_0^2$$

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



$$\frac{5mV_0\sqrt{3}}{2} = \frac{5mV_0}{4}$$

$$= \frac{V_0\sqrt{3}}{4}$$

$$\frac{\sqrt{25+9}}{4}$$

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

$$100m^2U^2 = 225m^2V_0^2 + 25m^2V_0^2 - 2 \cdot \cos 60^\circ \cdot 75m^2V_0^2 = \frac{175}{2}m^2V_0^2$$

$$100m^2U^2 = 175m^2V_0^2$$

$$U = \sqrt{\frac{175}{100}} V_0 = \sqrt{\frac{7}{4}} V_0 = \frac{\sqrt{7}}{2} V_0$$

$$15mV_0 - 2,5mV_0 =$$

$$= \frac{12,5mV_0}{10m} =$$

$$= \frac{5}{4}mV_0$$

2) $\vec{p}_0 = 3C\partial$

$$\frac{5m \cdot (3V_0)^2}{2} + \frac{5mV_0^2}{2} = E_0 + \frac{10mU^2}{2}$$

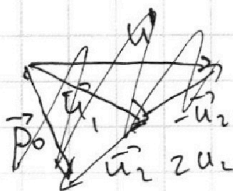
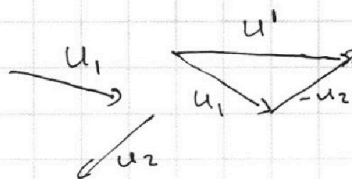
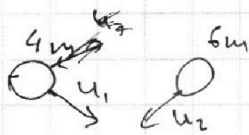
$$150 - 65 = 85$$

$$85mV_0^2 = 12mU_1^2 + 18mU_2^2 \quad 2E_0 = 45mV_0^2 + 5mV_0^2 = 10 \cdot \frac{7}{4}mV_0^2$$

$$2E_0 = \frac{65}{2}mV_0^2$$

$$E_0 = \frac{65}{4}mV_0^2$$

3)



$$25mV_0^2 - \frac{2E_0}{3} = \frac{4mU_1^2}{2} + \frac{6mU_2^2}{2}$$

$$2mU_1^2 + 3mU_2^2$$

$$25mV_0^2 - \frac{65}{6}mV_0^2 = 2mU_1^2 + 3mU_2^2$$

$$+50 - 65$$

$$\frac{85}{6}mV_0^2 - 2mU_1^2 = 3mU_2^2$$

$$U_2^2 =$$

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

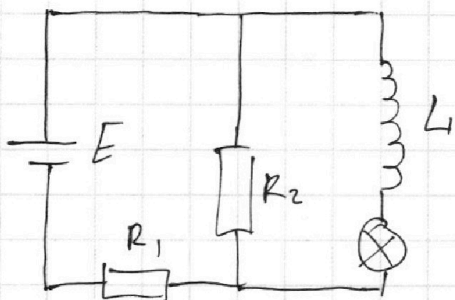
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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. $\frac{dI}{dt} \rightarrow \infty \Rightarrow \epsilon_{инд} \rightarrow \infty$, невозможно

$\Rightarrow I_L = 0$

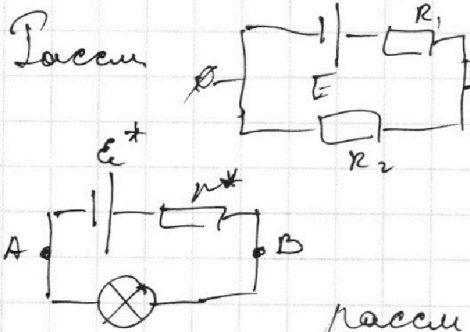
$I_{R2} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120}{30 + 15} = \frac{2}{15} \text{ A}$

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

$U_{R2} = I_{R2} \cdot R_2 = \frac{E R_2}{R_1 + R_2} = |U_L| = \int |\epsilon_i| = L \dot{I} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{E R_2}{R_1 + R_2} = L \dot{I} ; \dot{I} = \frac{E R_2}{(R_1 + R_2) L} = \frac{120 \cdot 750}{800 \cdot 0,15} = 8,25 = 2004 \text{ C}$

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



как эк. вет. с r^* и E^*

$r^* = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{150 \cdot 750}{1500} = 125$

$E^* = \frac{E}{R_1 + R_2} \cdot R_2 = \frac{120}{800} \cdot 750 = 112,5$

рассм. $U_{BA} = U_A$

$U_{BA} = E^* - I r^*$

$U_A = U_{BA} = 112,5 \text{ В} - I \cdot 100 \text{ Ом} -$

из графика, $I_A = 0,68 \text{ A}$

$I_L = I_A = 0,68 \text{ A}$

$I r^* = E^* - U_{BA}$

$I = 1,25 - \frac{U_{BA}}{100}$

$k = -\frac{1}{100} \text{ Ом}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

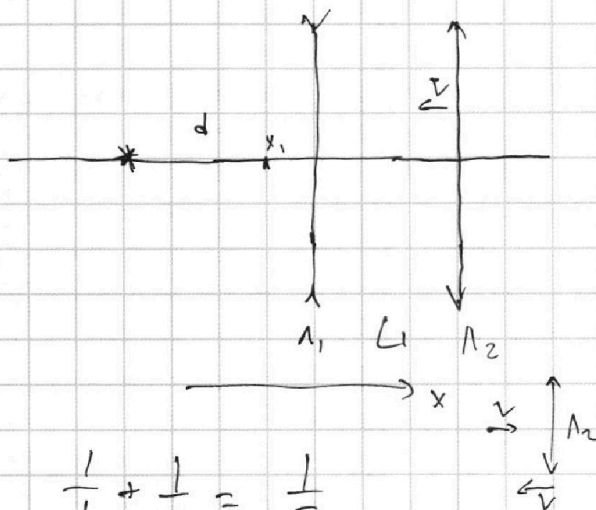
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

~5



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

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

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

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

2)

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

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

$$x_1 = \frac{d F_1}{d - F_1} = \frac{20 \cdot (-10)}{2 - 30} = -\frac{20}{28} \text{ см} = -\frac{5}{7} \text{ см}$$

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

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

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

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

$$x = \frac{F_2 (b - x_1)}{b - x_1 - F_2} = \frac{15 \cdot (25 + \frac{5}{7})}{25 + \frac{5}{7} - 15} = \frac{15 \cdot \frac{180}{7}}{10 + \frac{5}{7}} = \frac{15 \cdot 180}{70 + 5} = \frac{2700}{75} = 36 \text{ см}$$

$$x_0 = \frac{F_c d}{d - F_c} = \frac{-30 \cdot 20}{20 - (-30)} = -\frac{600}{50} = -12 \text{ см}$$

3) $\beta \in \text{с.о. } \Lambda_2 \quad \Gamma_1 = \frac{x_1}{d} = \frac{1}{3}$

у. x_1 едем со ск. V на Λ_2

$$\Gamma_{12} = \left(\frac{F x_1 + L}{x} \right) = \left(\frac{\frac{15}{3}}{\frac{36}{2}} \right) = \frac{57 \cdot 3}{2 \cdot 95} = \frac{171}{190}$$

\Rightarrow у 2 преобразуем за dt $dx_2 = dx_1 + \Gamma_{12} dx_1 = dx_1 \cdot \Gamma_{12}^2$

$$v_2^1 = v_1^1 \cdot \Gamma_{12}^2 = V \cdot \Gamma_{12}^2$$

$$v_{2x} = -V + V \cdot \Gamma_{12}^2 = V(\Gamma_{12}^2 - 1) = V$$

150
21
171
180
10