



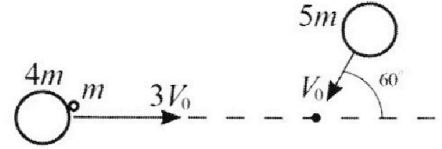
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-06



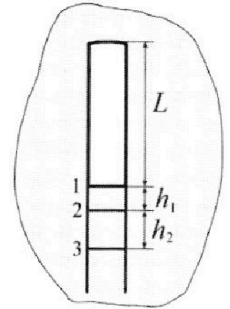
*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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



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

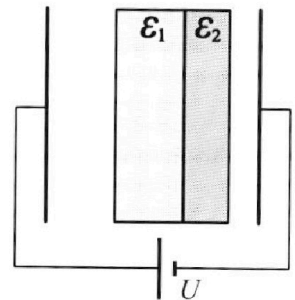
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Температура в столбе влажного воздуха установилась  $t_1 = 33^\circ\text{C}$ , в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко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



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

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

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



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

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.

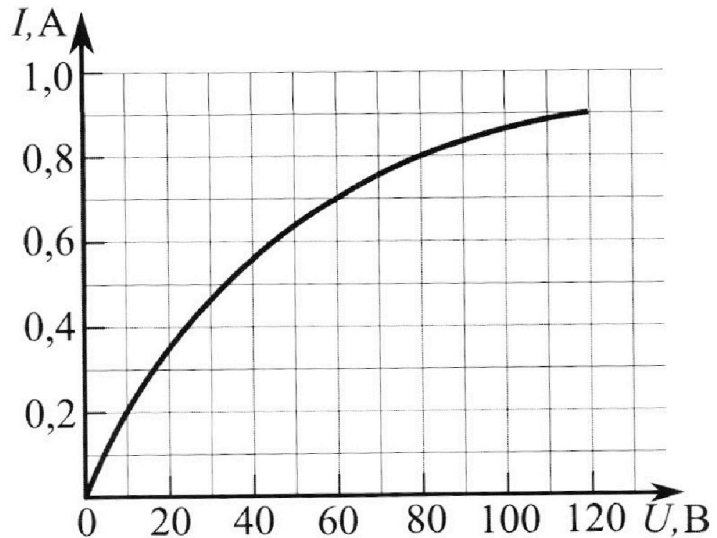
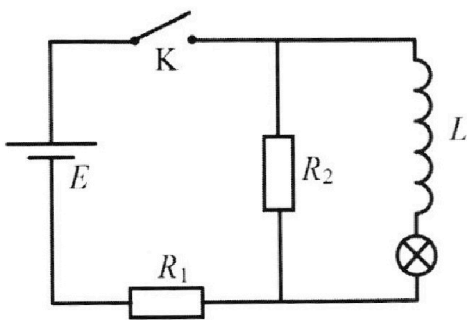
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-06

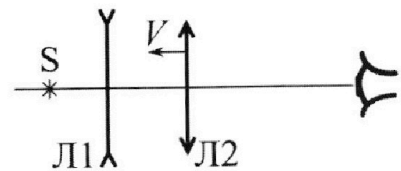
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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

- 1) 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.).

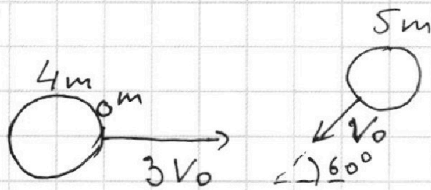


- 1) На каком расстоянии  $x_0$  от линз будет изображение, когда Л2 приблизится вплотную к Л1?
- 2) На каком расстоянии  $x$  от линзы Л2 будет изображение, когда расстояние между линзами станет  $L = 25$  см?
- 3) Найти скорость  $U$  (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет 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

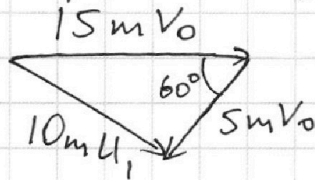
~1



$U_1$  - 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

$\nu_0$  - кол-во воздуха  $p_0$  и  $p_0$  - его давление при  $h_1$  и  $h_2$

$\nu_{n1}$  - кол-во пара при  $h_1$   $p_1$  - его давление

$\nu_{n2}$  - 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  $h_2$ :

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\approx 170^5 \text{ мм. рт. ст.}$$

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

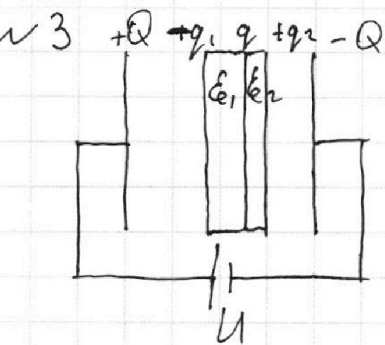
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

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 пластинки  
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 <sup>диэл.</sup> внутри пластин выделен заряд на  
областях конд. и диэлектрич. заряды этой пла-

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

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

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

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

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

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

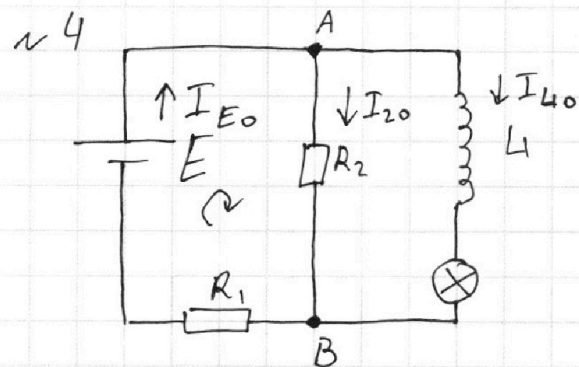
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

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:

$$I_{E0} = I_{I0} + I_{L0} = I_{I0}$$

По 2-й правую Кирхгофа:

$$E = I_{I0} R_2 + I_{E0} R_1 = I_{I0} (R_1 + R_2)$$

$$I_{I0} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{2}{15} \text{ A}$$

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

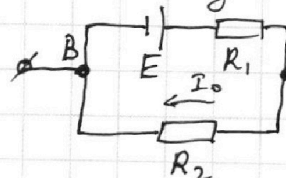
$$U_{R2} = U_L + U_A = U_L = -\mathcal{E}_i = L \frac{dI_{L0}}{dt} = L \cdot \frac{dI_A}{dt}$$

$$U_{R2} = R_2 \cdot I_{I0} = \frac{E R_2}{R_1 + R_2} = L \cdot \frac{dI_A}{dt}$$

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

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

МФТИ

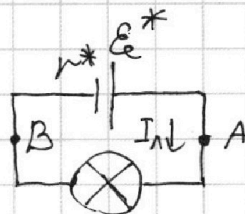
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

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~~  $U_{\text{вет}}$   $k = -\frac{1}{100} \text{ Ом}^{-1}$

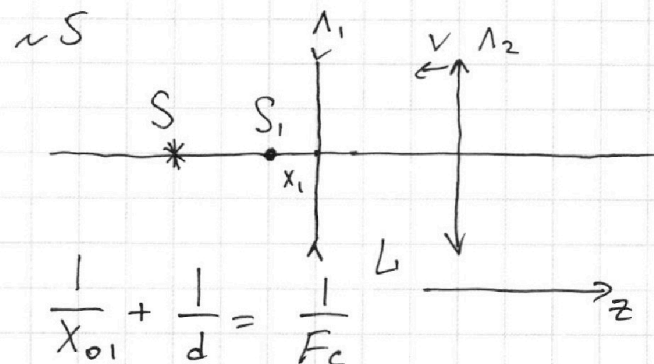
Пересечением ВАХ в вет. и лампы будет вет.  
режим, из графика это  $I_L \approx 0,68 \text{ А}$

$$I_L = I_A = 0,68 \text{ А}$$

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

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  $\Lambda_1$

$x_1$  - расст. от  $\Lambda_1$  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.  $\Lambda_2$ . в ней  $\Lambda_2$  покоится, а всё остальное (включая изобр.  $S_1$ ) движется с  $V_z = V$

$\Gamma_1$  - поперечное ув. изобр.  $S_1$  в  $\Lambda_2$

$$\Gamma_1 = \frac{x}{L - x_1} = \frac{57 \cdot 3}{2 \cdot 35} = \frac{171}{190} = \frac{9}{10}$$

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

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

1) ~~устанавливаем~~  
составленные взаимную  
линзы можно заменить  
экв. линзой с  $D_c = D_1 + D_2$

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

$$D_2 = \frac{1}{F_2} = \frac{100}{15} \text{ диоптр}$$

$$F_c = \frac{1}{D_c} = \frac{1}{D_1 + D_2} = -30 \text{ см}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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.~~, паучи. в  $\Lambda_2$ , переместится на  
 $\Gamma_{11} \cdot V \Delta t = v_2' \Delta t$ , где  $v_2'$  - скорость убодр. в  
с.о.  $\Lambda_2$

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

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

$\vec{v}_2$  - ск. убодр.

$\vec{v}_{\Lambda_2}$  - ск. монеты

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

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

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

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



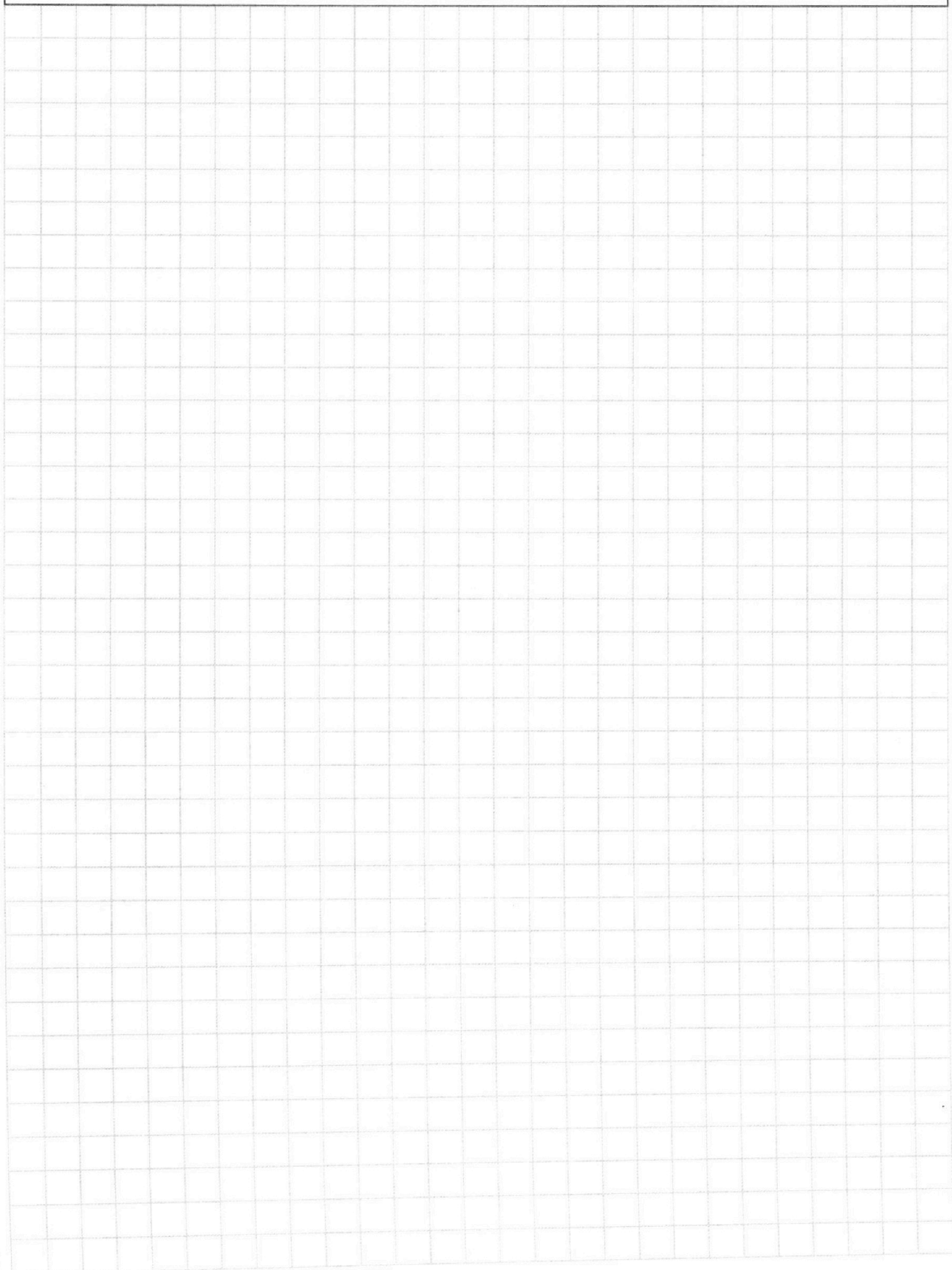
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= \frac{959}{3} \text{ мкг ст.}$$

$$615$$

$$1500 + 205 =$$

$$959$$

$$\text{мкг ст.}$$

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

$$150 - 15 = 135$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$9 \cdot 15 = 135$$

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

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

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

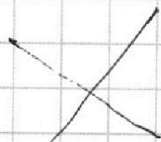
$$= 1705$$

$$9 \cdot 19$$

$$\frac{9 \cdot 19}{10 \cdot 19} = \frac{9}{10}$$

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

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



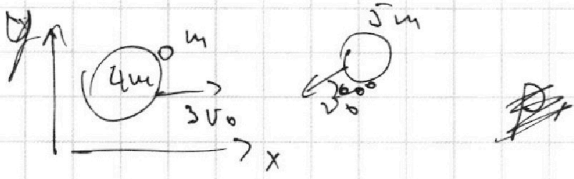
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

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

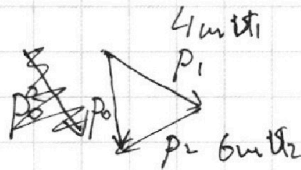
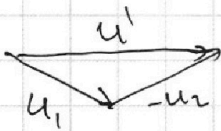
$$u_1 = \sqrt{p_0^2 + 2u_2^2 - 8p_0u_2 \cos \varphi}$$

$u_1$

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

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

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



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

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

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

$u_2$



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

$$\Delta p_{угр} \approx 0$$

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

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

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

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

$$R \Delta T_2 = p_0 V_1 = (p_{B1} + p_{B2}) V_1$$

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

$$R \Delta T_2 = p_0 V_1 \quad R (\Delta T_{B1} + \Delta T_1) T_2 = p_0 V_1$$

$$R \Delta T_2 T_2 = p_0 V_2$$

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

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

$$R \Delta T_2 = p_{B2} V_0$$

$\Delta T_{B1}$

~~$\Delta T_1$~~

$\Delta T_1$

$$R (\Delta T_2 + \Delta T_1) T_1 = p_0 V_0 = (p_{B1} + p_1) V_0$$

$\Delta T_2$

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

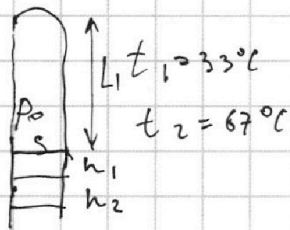
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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

2



$$L \cdot S = V$$

$$R \Rightarrow T_1 = p_0 V_0$$

$$R \Rightarrow T_2 = p_0 V_1$$

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

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

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

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

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

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

~~R \Rightarrow T\_2 = (p\_0 + p\_2 h\_1) V\_1~~

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

$$V_0 = L \cdot S$$

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

$$\frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{p_2 - p_1}{\rho T_2}$$

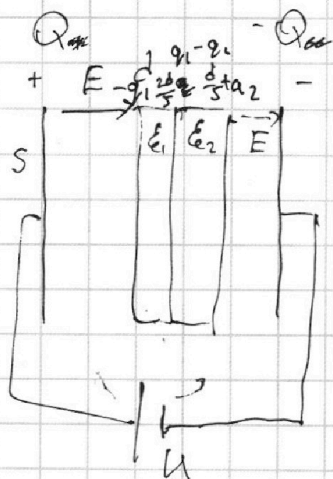
$$V_1 = (L + h_1) S$$

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

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

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

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



~~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:

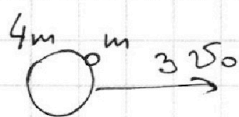
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

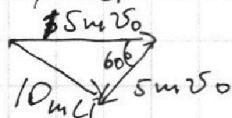


$$50mV_0^2 = 4mU_1^2 + 6mU_2^2 + \frac{45}{3}mV_0^2 \quad 45mV_0^2 + 5mV_0^2 = 4mU_1^2 + 6mU_2^2 + \frac{4}{3}E_0$$



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

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



$$\frac{5mV_0\sqrt{3}}{2} = \frac{V_0\sqrt{3}}{4}$$

$$\frac{85 \cdot 20}{4} = \frac{2\sqrt{7}}{4} = \frac{\sqrt{7}}{2}$$

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

$$\frac{12,5mV_0}{10m} = \frac{5}{4}mV_0 = \frac{5}{4}mV_0$$

$$100m^2U^2 = 225m^2V_0^2 + 25m^2V_0^2 - 2 \cdot \cos 60^\circ \cdot 75m^2V_0^2 = \frac{12,5mV_0}{10m} = \frac{5}{4}mV_0$$

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

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

$$\frac{12,5mV_0}{10m} = \frac{5}{4}mV_0$$

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

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

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

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

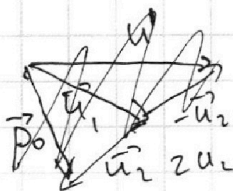
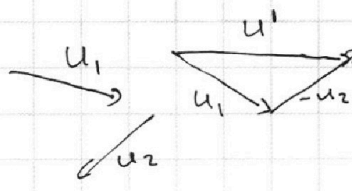
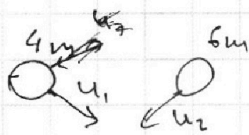
$$150 - 65 = 85$$

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

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

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

3)



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

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

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

$$+50 - 65$$

$$\frac{85}{6}mV_0^2 - 2U_1^2 = 3U_2^2$$

$$U_2^2 =$$



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

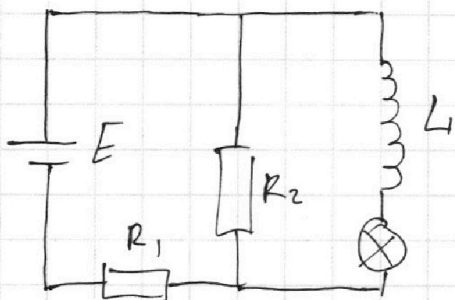
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



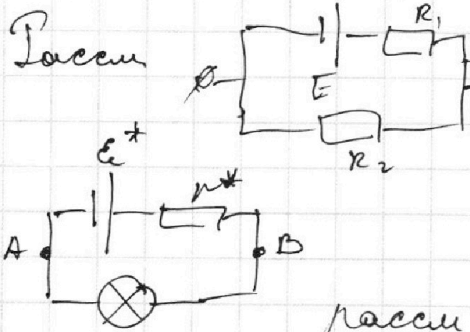
1) т.к.  $\frac{dI}{dt} \rightarrow \infty \Rightarrow \epsilon_{инд} \rightarrow \infty$ , невозможно  
 $\Rightarrow I_L = 0$   
 $I_{20} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120}{30 + 15} = \frac{2}{15} \text{ A}$

2)  $I_L = 0 \Rightarrow U_A = 0 \Rightarrow U_{R_2} = |U_L|$

$U_{R_2} = I_{20} \cdot R_2 = \frac{E R_2}{R_1 + R_2} = |U_L| = |\epsilon_i| = L \dot{I} \Rightarrow$

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

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



как эк. вет. с  $\mathcal{E}^*$  и  $r^*$   
 $r^* = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{150 \cdot 750}{1500} = 125$   
 $\mathcal{E}^* = \frac{E}{R_1 + R_2} \cdot R_2 = \frac{120}{800} \cdot 750 = 112,5$

рассм.  $U_{BA} = U_A$

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

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

из графика,  $I_A = 0,68 \text{ A}$

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

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

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

$k = -\frac{1}{100} \text{ Ом}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

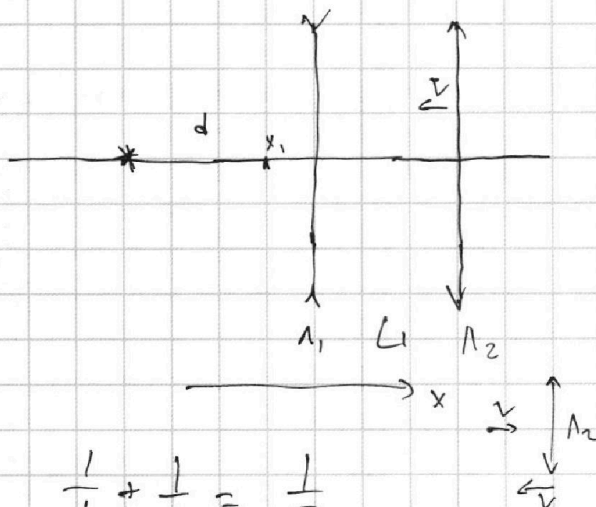
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

~5



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

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

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

$$= -\frac{100 \cdot 5}{150} = -\frac{100}{3}$$

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

2)

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

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

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

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

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

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

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

$$x = \frac{F_2 (b - x_1)}{b - x_1 - F_2} = \frac{15 \cdot (25 + \frac{20}{3})}{25 + \frac{20}{3} - 15} =$$

$$x_0 = \frac{F_c d}{d - F_c} = \frac{-30 \cdot 20}{20 - 30} = -\frac{1200}{-10} = 120 \text{ см}$$

3)  $\beta \in \text{с.о. } \Lambda_2 \quad \Pi_1 = \frac{x_1}{d} = \frac{1}{3}$

у.  $x_1$  едем со ск.  $V$  на  $\Lambda_2$

$$\Pi_{12} = \frac{F x_1 + L}{x} = \left( \frac{15 \cdot \frac{1}{3}}{\frac{57}{2}} \right) = \frac{57 \cdot 3}{2 \cdot 95} =$$

$\Rightarrow$  у 2 урбелам га  $d$   $dx_2 = dx_1 + \Pi_{12} dx_1 = dx_1 \cdot \Pi_{12}^2$

$$v_{21}^1 = v_1^1 \cdot \Pi_{12}^2 = V \cdot \Pi_{12}^2$$

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

150  
21  
171  
180  
10