



# Олимпиада «Физтех» по физике,

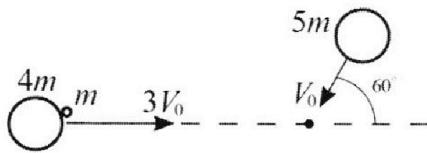
февраль 2023



## Вариант 11-06

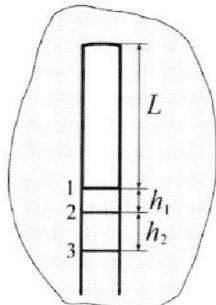
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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.

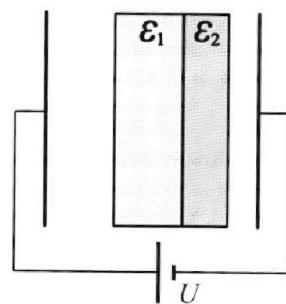
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Температура в столбе влажного воздуха установилась  $t_1 = 33^\circ\text{C}$ , в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко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

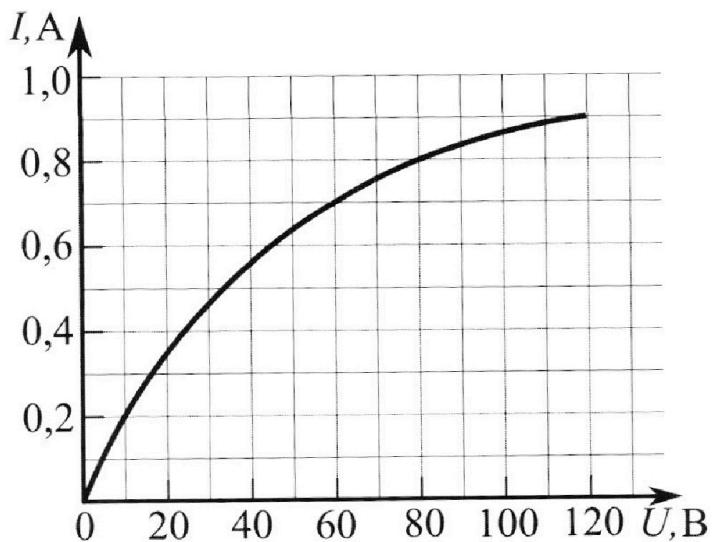
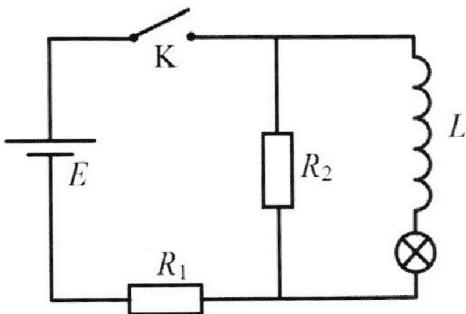
**Вариант 11-06**

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

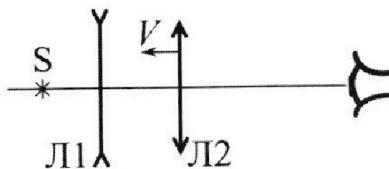


4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные,  $L = 0,5 \text{ Гн}$ ,  $E = 120 \text{ В}$ ,  $R_1 = 150 \Omega$ ,  $R_2 = 750 \Omega$ . Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

- 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  $F_1 = -10 \text{ см}$ , у линзы Л2 фокусное расстояние  $F_2 = 15 \text{ см}$ . Неподвижный точечный источник света S расположен на расстоянии  $d = 20 \text{ см}$  от неподвижной линзы Л1. Линза Л2 приближается к Л1 с постоянной скоростью  $V = 2 \text{ см/с}$ . 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  $L = 25 \text{ см}$ ?
- 3) Найти скорость  $U$  (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет  $L = 25 \text{ см}$ .

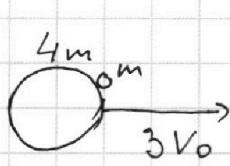


- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

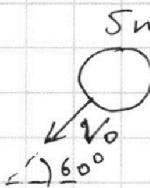
**МФТИ**

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

№1



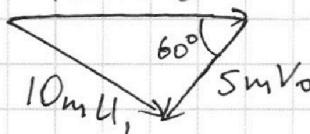
$U_1$  - скорость шайбы после соуд. в 1 п.



1)  $\text{ДЛЗ СЧ И: } \vec{P}_{\text{пост}} = \text{const}$

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

$$15mV_0$$



$$P_1 = (4m+m)3V_0$$

$$P_2 = 5mV_0$$

$$P_3 = (5m+m+4m)U_1$$

ДЛЗ кинематики найдём  $10mU_1$ :

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

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

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

2)  $\text{ДЛЗ СЧ: } E_{k_1} + E_{k_2} = E_{k_C} + E_0$

$$E_{k_1} = \frac{(4m+m)(3V_0)^2}{2}; E_{k_2} = \frac{5mV_0^2}{2}; E_{k_C} = \frac{(4m+m+5m)U_1^2}{2}$$

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

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

3)  $U_2$  - скорость первой шайбы после удара

$U_3$  - скорость второй шайбы после удара

$U'$  - отн. скорость шайб

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

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

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

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"/> |

**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

$$T_1 = 273 + t_1 = 3\overset{06}{10} K$$

$V_0$  - объем в нач. мом. (ур. воды 1)

$V_1$  - объем при уровне воды 2

$V_2$  - объем при уровне воды 3

По ур-ию Менделесева - Капеллерова:

$$\rho_0 V_0 = \rho_1 V_1 T_1$$

$$\rho_0 V_0 = \rho_2 V_2 T_2 \quad (\text{т.к. } \Delta \rho \approx 0)$$

1ое изменение высоты происходит быстро  $\Rightarrow$  за это время не успевает испаряться вода  $\Rightarrow \omega_1 = \omega_2$ )

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

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

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

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

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

$\omega_B$  - кон-во воздуха  $\rho_B$ , и  $\rho_{B2}$  - его давление при  $h_1$  и  $h_2$

$\omega_{n1}$  - кон-во пара при  $h_1$ ,  $\rho_1$  - его давление

$\omega_{n2}$  - кон-во пара при  $h_2$ ,  $\rho_2$  - его давление

При уровне  $h_1$ ,  $\omega_{n1} = \omega_{n0} \Rightarrow \rho_1$ -его давл. (т.к. не успев испаряться достаточное кон-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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

По закону Дарси-Менгина:

$$P_0 = P_{B1} + P_1 = P_{B2} + P_2 \quad (\text{т.к. } \Delta p_{\text{тур}} \approx 0)$$

Из ур-ия Менг.-Кл. для воздуха при  $h_1$  и  $h_2$ :

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

$$\rho_{B2} \frac{V_2}{V_1} + P_1 = P_{B2} + P_2$$

$$\rho_{B2} \left( \frac{V_2}{V_1} - 1 \right) = P_2 - P_1$$

$$\rho_{B2} = \frac{(P_2 - P_1) V_1}{V_2 - V_1}$$

$$P_0 = P_2 + \rho_{B2} = P_2 + \frac{(P_2 - P_1) V_1}{V_2 - V_1}$$

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

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

$$P_0 = P_2 + \frac{(P_2 - P_1) (L + h_1)}{h_2} = 205 + \frac{(205 - 15) \left( 15 \frac{155}{17} + 15 \right)}{16,7} =$$

$$\approx 170 \text{ mm. рт. ст.}$$

Ответ:  $L \approx \frac{15 \cdot 155}{17} \text{ мм} = 135 \text{ мм}; P_0 = \frac{1705}{1700} \text{ мм рт. ст.}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

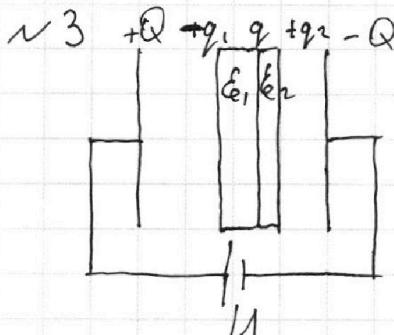
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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<sub>1</sub>; q<sub>2</sub> - начиризационные заряды  
от 1 и 2 диэлектр. пластин соп-  
вместившись

$$q = q_1 - q_2$$

Т.к. начиризационные заряды каждого  
из пластин равны по мод. и противоположны по знаку,  
их поле в воздушных зазорах компенсируются,  
и это поле в возд. зазорах зависит только от  
зарядов на конденсаторе. (в обеих зазорах E)

E<sub>1</sub> - поле в 1 диэлектрике

E<sub>2</sub> - поле во 2 диэлектрике

Процессом пребывания заряд q<sub>0</sub> от левой пластины  
к правой. При этом мы совершим работу A=q<sub>0</sub>U  
Найдем эту работу из сч. A=E q<sub>0</sub> · (d - d/5 - 2d/5) +  
+ E<sub>1</sub> · 2d/5 · q<sub>0</sub> + E<sub>2</sub> · d/5 · q<sub>0</sub> = q<sub>0</sub>U

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

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

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

2) Чистотик не создаёт, а только перераспределяет заряды, потому что обеих обкладок находятся одинаковой по модулю заряд (Q)

Как складно в 1 пластина, начиризационные заряды  
не впитают на них 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"/> |

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

МФТИ

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

3) На поле ~~внешней~~ <sup>один</sup> пластине внешним зарядом на обкладках конд. и находящ. заряды этой пластины.

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

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

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

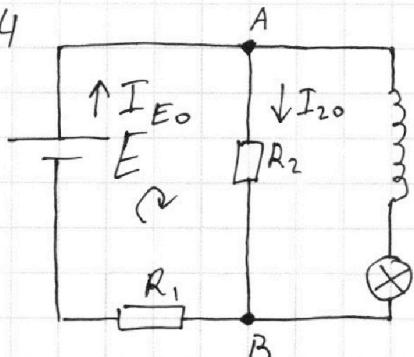
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

~4



$I_{L0}$  - ток через  $L$  в нач. мом.

1) Если  $I_{L0} \neq 0$ , то

$$\frac{dI_{L0}}{dt} \rightarrow \infty ; |E_i| = L \left| \frac{dI_{L0}}{dt} \right| \rightarrow$$

$\rightarrow \infty$   $E_i$  - эдс индукции

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

$I_{E0}$  - ток через  $E$  в нач. мом.

По 1 правилу Кирхгофа для узла A:

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

По 2 правилу Кирхгофа:

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

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

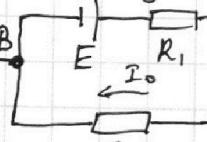
2) Т.к.  $I_{L0} = I_A = 0$  ( $I_A$ -ток в ветви),  $U_A = 0$

$$U_{R2} = U_L + U_A = U_L = -E_i = L \frac{dI_{L0}}{dt} = L \cdot \frac{dI_n}{dt}$$

$$U_{R2} = R_2 \cdot I_{20} = \frac{ER_2}{R_1 + R_2} = L \cdot \frac{dI_n}{dt}$$

$$\frac{dI_n}{dt} = \frac{ER_2}{L(R_1 + R_2)} = 200 \frac{\text{A}}{\text{C}}$$

3) В 3-м решении все токи постоянны,  $\Rightarrow \frac{dI_n}{dt} = 0 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow E_i = 0$ , катушку можно заменить проводником

Рассмотрим цепь  как источник

$$c E^* u r^* ( \xrightarrow{*} )$$

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



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**

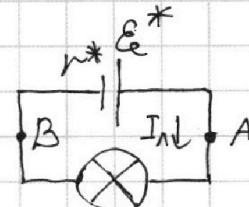
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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

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

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

Теперь схема выглядит так:



Рассмотрим ВАХ ист.

$$U_L = U_{\text{ист}}^*$$

$$E_e^* = -r^* I_1 = U_{\text{ист}}$$

$$I_1 = \frac{E_e^* - U_{\text{ист}}}{r^*} = 1,25 \text{ А} - \frac{U_L}{100 \Omega} \text{ - график - ука-} \\ \text{зан, пересекающий ось } U \text{ в } U = 125 \text{ В, } \text{ и с} \\ \text{л. накр. козг. } k = -\frac{1}{100} \text{ А} \Omega^{-1}$$

Пересечением ВАХ ист. и линии будем искать  
решение, из графика это  $I_1 \approx 0,68 \text{ А}$

$$I_L = I_1 = 0,68 \text{ А}$$

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



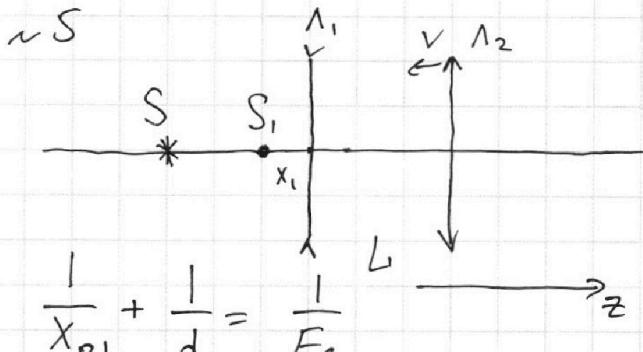
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



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

$$x_0 = |x_{01}| = 12 \text{ см}$$

(знакус означает минимум изобр.)

2)  $S_1$ - изобр., полученная линзой  $L_1$ ,  
 $x_1$ - расст. от  $L_1$  до  $S_1$  с у+ знака

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

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

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

3) Перенесём в с.о.  $L_2$ . В ней  $L_2$  покоятся, а  
всё оставшееся (внешняя изобр.  $S_1$ ) движется  
с  $v_2 = v$

$\Gamma_1$ - параллельное ув. изобр.  $S_1$  в  $L_2$

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

$\Gamma_{||}$ - параллельное ув. изобр.  $S_1$  в  $L_2$   $\Gamma_{||} = \Gamma_1^2$

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

1) Установка изобр.  
составленные видимые  
лизы можно заменить  
экв. линзой с  $D_c = D_1 + D_2$

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

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

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

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"/> |

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

 МФТИ

может, ~~то~~ изобр. движ. в  $A_2$ , приводящееся к  
 $R_{II} \cdot V \Delta t = v_2' \Delta t$ , где  $v_2'$  - скорость изобр. в  
с. о.  $A_2$

$$v_2' = V \cdot R_{II} = V \cdot R_1^2$$

$$\vec{v}_2' = \vec{v}_2 - \vec{v}_{A_2} \quad \vec{v}_2' - \text{ск. изобр.}$$

$\vec{v}_{A_2}$  - ск. земли

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

$$\exists v_{2z} = v_2' - V = V(R_1^2 - 1) = -2 \left( \frac{171^2}{190^2} \right) \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

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

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

$$= \cancel{0,38} \frac{\text{см}}{\text{с}}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                               |                               |                               |                               |                               |                               |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1<br><input type="checkbox"/> | 2<br><input type="checkbox"/> | 3<br><input type="checkbox"/> | 4<br><input type="checkbox"/> | 5<br><input type="checkbox"/> | 6<br><input type="checkbox"/> | 7<br><input type="checkbox"/> |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|

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

 МФТИ



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$P_{B_2} = P_{B_1} \frac{V_1}{V_2}$$

$$P_{B_1} + P_1 = P_0 \frac{V_1}{V_2} + P_2$$

$$P_{B_1} \left(1 - \frac{V_1}{V_2}\right) = P_2 - P_1$$

$$P_0 = P_1 + \frac{(P_2 - P_1)V_2}{V_2 - V_1} = \frac{(P_2 - P_1)(b + h_1 + h_2)}{h_2} + P_1 = 172 \frac{17}{17} \approx 10 = \frac{959}{3} \text{ мПа}$$

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

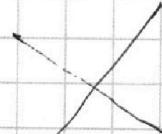
$$\frac{165 \cdot 10}{100} + 38 = 165 + 38 = 165 \quad 150 - 15 = 135$$

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

$$\frac{306}{340} = \frac{34.9}{34 \cdot 10}$$

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

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



$$\frac{(205 - 38) \left( \frac{172}{17} \right) 15}{167} + 205$$

$$\begin{aligned} & 205 - 38 \\ & 167 \left( \frac{172}{17} \right) = \\ & = \frac{172 \cdot 2}{3} + 205 = \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 10 \cdot \frac{172 \cdot 15}{17} = \\ & = \frac{344 + 615}{3} = \\ & = \frac{959}{3} \text{ мПа} \\ & 1500 + 205 = 344 \approx 360 \text{ мПа} \\ & 959 \text{ мПа} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 100 \cdot \left( \frac{1}{60} - \frac{1}{15} \right) = \frac{500}{150} \cdot 5 \\ & -\frac{1}{30} = \frac{1}{20} \rightarrow \frac{1}{12} \\ & 12 - 2052 \\ & \frac{30 \cdot 12}{5 \cdot 6} \end{aligned}$$

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

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

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

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

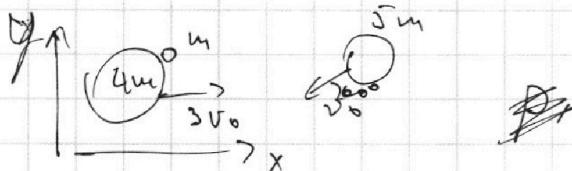
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



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

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

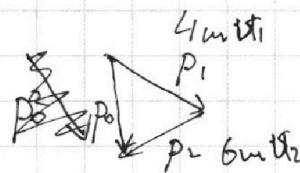
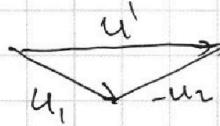
$$u^2 = \sqrt{p_0^2 + 2u_2^2 - 8p_0u_2 \cos\varphi}$$

$u^2$

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

~~$p_0^2 + u_2^2 - 2p_0u_2 \cos\varphi = u_1^2 =$~~

~~$\cos\varphi = \frac{-u_1^2 + u_2^2 + p_0^2}{2u_2p_0} = \frac{\frac{70}{4}m^2v_0^2}{2u_2p_0} \approx \frac{T_2}{T_1} - 1$~~



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

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

$x^2$



$$\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\Delta p_{\text{нагр}} \approx 0 \quad p_0 - p_{B2} = P_2$$

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

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

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

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

$$R \Delta T_2 = p_0 V_2 = (p_{B2} + p_{B1}) V_2$$

$$R \Delta T_2 = p_0 V_1 \quad R (\Delta_B + \Delta_n) T_2 = p_0 V_1$$

$$R \Delta T_2 = p_0 V_2$$

$\Delta_{B0,2}$

$\Delta_{n1}$

$\Delta_{n2}$

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

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

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

~~$\Delta_{B1,2}$~~

~~$R (\Delta_B + \Delta_n) T_1 = p_0 V_0 = (p_{B1} + A) V_0$~~

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

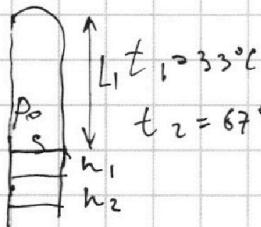


- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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



$$L \cdot S = v$$

$$R \circ T_1 = P_0 V_0$$

$$R \circ T_2 = P_0 \cdot V_1$$

$$\frac{R \circ}{P_0} = \frac{V_0}{T_1}$$

~~$$R \circ (T_2 - T_1) = P_0 (V_1 - V_0)$$~~

$$R \circ T_1 = P_0 V_0 = (P_0 + p_1) V_0$$

$$\frac{V_0}{T_1} (T_2 - T_1) = v_2 - v_0$$

$$R \circ T_2 = (P_0 + pgh_1) V_1$$

$$\frac{T_2 - T_1}{T_1} = \frac{v_2 - v_0}{v_0}$$

~~$$R \circ T_2 = (P_2 - P_1) V$$~~

$$\frac{\Delta \circ}{V} = \frac{P_2 - P_1}{R T_2}$$

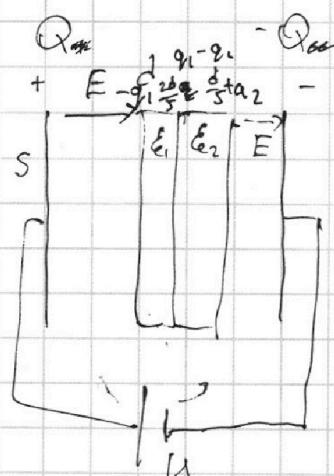
$$V_0 = L - s$$

$$\frac{T_2}{T_1} - 1 = \frac{v_1 - v_0}{v_0} - 1$$

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

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

$$\frac{T_2}{T_1} = 1 + \frac{h_1}{L} \quad V_1 = v_0 \frac{T_2}{T_1}$$



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

$$L = \frac{h_1 T_1}{T_2 - T_1} = \frac{18 \cdot 340}{34 - 17} = \frac{18 \cdot 185}{17}$$

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

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

$$U = E \cdot \frac{2d}{5} + \frac{E}{\epsilon_1} \cdot \frac{2d}{3} + \frac{E}{\epsilon_2} \cdot \frac{d}{5}$$

$$= Ed \left( \frac{12}{30} + \frac{4}{30} + \frac{1}{30} \right) =$$

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

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

$$= \frac{17}{30} Ed$$

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

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

$$q_2 = \frac{5}{6} E \epsilon_0 S = \frac{5}{6} \cdot \frac{30}{17} \cdot \frac{4}{3} \cdot \epsilon_0 S = \frac{25}{17} \cdot \frac{4}{3} \epsilon_0 S$$

$$q = q_1 - q_2 = -\frac{5}{17} \cdot \frac{4}{3} \epsilon_0 S$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

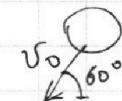
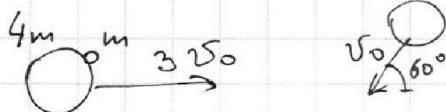


- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

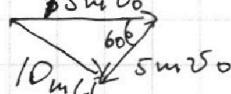
$$50mV_0^2 = 4mu_1^2 + 6mu_2^2 + \frac{25}{3}mv_0^2 \cancel{45mu_1^2} + 5mv_0^2 = 4mu_1^2 + 6mu_2^2 + \frac{4}{3}E_0$$



$$15mV_0^2 - 2,5mu_2^2 = 12,5mu_2^2$$

$\cancel{1,25}V_0$

1)  $\overline{J}\text{to 3CII}$   $P_{\text{смест}} = \cos \alpha t$



$$\frac{5mV_0\sqrt{3}}{2} = \frac{\cancel{80}\sqrt{3}\cancel{20}}{20} = \frac{\sqrt{25+3}}{4} = \frac{\sqrt{28}}{4} = \frac{\sqrt{7}}{2}$$

$$100m^2u^2 = 225m^2v_0^2 + 25m^2u_2^2 - 2 \cdot \cos 60^\circ \cdot 75m^2v_0^2 \approx \frac{\sqrt{5}}{2}$$

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

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

$$15mV_0 - 2,5mu_2^2 = 12,5mu_2^2$$

$$= \frac{12,5mu_2^2}{10m} = \frac{5}{4}u_2^2$$

2)  $\overline{J}\text{to 3CIII}$

$$180 - 65 = 85$$

$$\frac{5m \cdot (3v_0)^2}{2} + \frac{5mu_2^2}{2} = E_0 + \frac{10mu^2}{2}$$

$$85mu_2^2 = 12mu_1^2 + 2E_0 = 45mu_2^2 + 5mu_2^2 - \cancel{10 \cdot \frac{7}{4} mu_2^2}$$

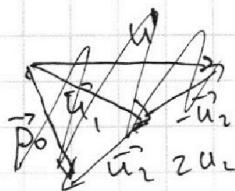
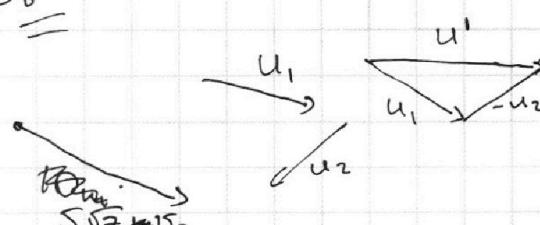
$$+ 18mu_2^2 \quad \cancel{\frac{80}{2}} \quad \cancel{\frac{10}{2}} \quad \cancel{\frac{2}{2}} \quad \cancel{\frac{35}{2}}$$

$$2E_0 = \frac{65}{2}mu_2^2$$

$$E_0 = \frac{65}{4}mu_2^2$$

$\cancel{65}$

3)



$$25mu_2^2 - \frac{2E_0}{3} = \cancel{\frac{65mu_1^2}{2}} + \cancel{\frac{65mu_2^2}{2}}$$

$$2mu_1^2 + 83mu_2^2$$

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

$$\cancel{+50-65} \quad \cancel{\frac{85}{6}mu_2^2} - 2u_1^2 = 3u_2^2$$

$$u_2^2 =$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

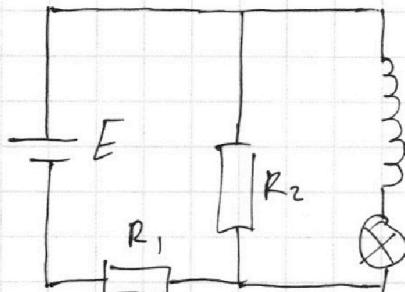
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

№ 4



1) Т.к. ~~если~~ если ток в м. и. через катушку  $\neq 0$ ,  
 $\frac{dI}{dt} \rightarrow \infty \Rightarrow \epsilon_{\text{наг}} \rightarrow \infty$ , невозможно  
 $\Rightarrow I_L = 0$

$$I_{20} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{\frac{120}{880}}{\frac{30}{880} + \frac{15}{880}} = \frac{2}{15} A$$

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

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

$$\Rightarrow \frac{E \cdot R_2}{R_1 + R_2} = L \dot{I} ; \dot{I} = \frac{E \cdot R_2}{(R_1 + R_2)L} = \frac{120 \cdot 750}{880 \cdot 0,15} = 8,25 = \frac{200}{25} C$$

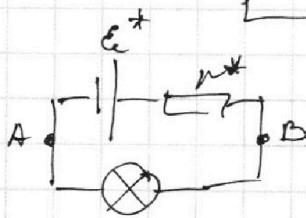
3) В уст. решении  $I_L = 0 \Rightarrow |U_L| = |\epsilon_i| = 0$



После  $\cancel{\text{если}}$  как eq. уст. с н\* и  $\epsilon^*$   
 $r^* = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{150 \cdot 750}{1880} = 125$

$$\epsilon^* = \frac{E}{R_1 + R_2} \cdot R_2 = \frac{120}{880} \cdot 750 = \frac{25}{2} = 125$$

послед.  $U_{BA} = U_A$



$$U_{BA} = \epsilon^* - Ir^*$$

$$U_A = U_{BA} = 125 - I \cdot 100 \Omega -$$

из графика,  $I_A = 0,68 A$  ~~нужна схема~~

$$I_L = I_A = 0,68 A$$

$$Ir^* = \epsilon^* - U_{BA}$$

$$I = 1,25 - \frac{U_{BA}}{100} \quad \begin{matrix} U_{BA}=125 \\ R=0 \end{matrix}$$

$$k = -\frac{1}{100} \Omega$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

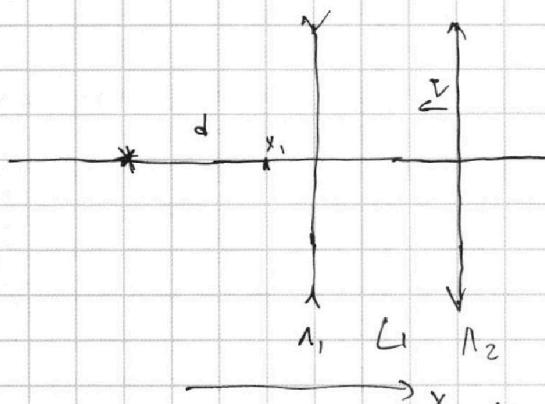
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

~5



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

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

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

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

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

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

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

$$x_1 = \frac{d \cdot F_1}{d - F_1} = \frac{20 \cdot (-10)}{2 \cdot 30} = -\frac{20}{3} \text{ см} \quad \frac{1}{F_c} = \frac{d - F_c}{F_c d}$$

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

$$x_0 = \frac{F_c d}{d - F_c} = -\frac{30 \cdot 20}{80} =$$

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

$$= -\frac{12}{30} \text{ см}$$

$$x = \frac{F_2(L - x_1)}{L - x_1 - F_2} = \frac{15 \cdot (25 + \frac{20}{3})}{25 + \frac{20}{3} - 15} = \frac{15 \cdot 35}{10 + \frac{20}{3}} = \frac{15 \cdot 35}{\frac{50}{3}} = \frac{15 \cdot 35}{50} = 22,5$$

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

$$= \frac{15 \cdot 25}{25 + 20 - 15} = \frac{15 \cdot 25}{30} = 12,5$$

$$\Gamma_{12} = \frac{\Gamma_1 + \Gamma_2}{x} = \frac{\frac{1}{3} + \frac{1}{2}}{\frac{57}{3}} = \frac{57 \cdot 3}{2 \cdot 57} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{3 \cdot 1950}{15 \cdot 95} = \frac{57}{30} = 1,9$$

⇒ в. о. 2 проходит за dt  $dx_2 = dx_1 \cdot \Gamma_{12} = dv_1 \cdot \Gamma_{12}^2$

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

$$\begin{matrix} 150 \\ 21 \\ 171 \\ 180 \end{matrix}$$

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