

**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**

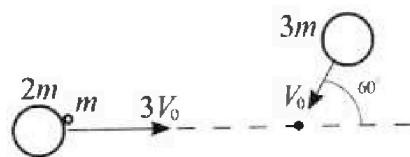
**Вариант 11-05**



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

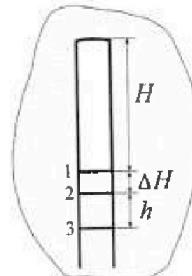
1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы  $2m$ , скорость  $3V_0$ , масса второй шайбы  $3m$ , скорость  $V_0$ . Угол между направлениями скоростей  $60^\circ$ .

К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина массы  $m$ .



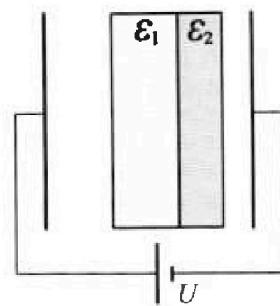
- 1) Найдите скорость шайб, если после столкновения они приклеились друг к другу.
  - 2) На какую величину  $E_0$  увеличится внутренняя энергия системы после такого столкновения?
  - 3) Известно, что произошел такой удар, что шайбы не слиплись, а пластилин полностью прилип к правой шайбе. При этом внутренняя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

2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Столб влажного воздуха имеет длину  $H = 8$  см, температура установилась  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ , в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко поднимают до температуры  $t_2 = 57^\circ\text{C}$ , сохраняя прежнее давление. При этом вода в пробирке быстро опустилась с уровня 1 до уровня 2. После этого уровень воды начал медленно двигаться до уровня 3, опустившись на  $h = 10,3$  мм. Изменением гидростатического давления на границе «воздух – вода» в пробирке можно пренебречь.



- 1) Найти расстояние  $\Delta H$  между первым и вторым уровнями.
  - 2) Найти давление в пробирке  $P_0$ . Ответ дать в мм. рт. ст.
- Примечание:* давление насыщенного пара воды при температуре  $t_1$  равно  $P_1 = 27$  мм. рт. ст., при температуре  $t_2$  равно  $P_2 = 130$  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  $\epsilon_1 = 2$ , толщина  $d/3$ , у другой пластины  $\epsilon_2 = 3$ , толщина  $d/4$ . У обеих пластин площадь каждой из двух поверхностей равна  $S$ . Конденсатор подключен к источнику с напряжением  $U$ .



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

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.

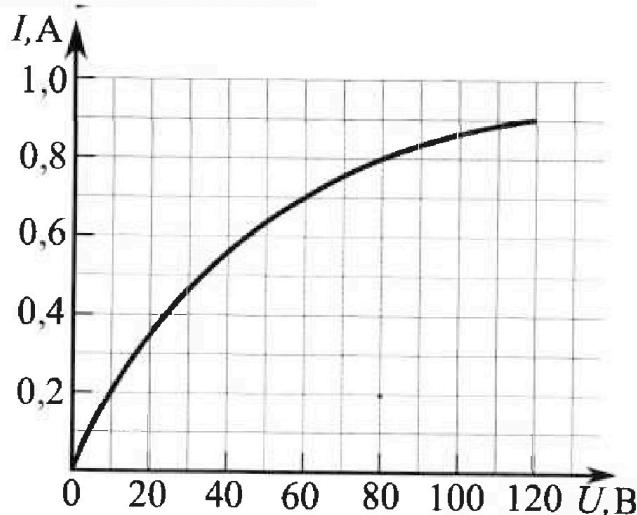
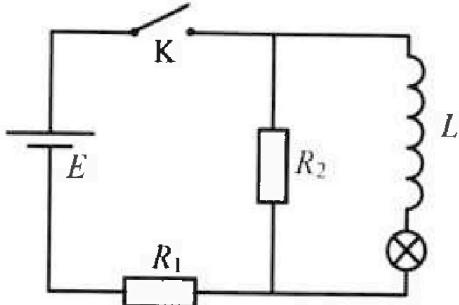
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**

**Вариант 11-05**

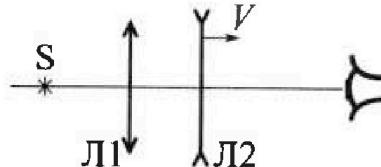
*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные,  $L = 0,4 \text{ Гн}$ ,  $E = 120 \text{ В}$ ,  $R_1 = 100 \Omega$ ,  $R_2 = 400 \Omega$ . Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

- 1) Найти то  $I_{10}$  через  $R_1$  сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти скорость возрастания тока через катушку сразу после замыкания ключа.
- 3) Найти ток через лампочку в установившемся режиме после замыкания ключа.



5. Главные оптические оси двух тонких линз совпадают. У линзы Л1 фокусное расстояние  $F_1 = 10 \text{ см}$ , у линзы Л2 фокусное расстояние  $F_2 = -20 \text{ см}$ . Неподвижный точечный источник света S расположен на расстоянии  $d = 40 \text{ см}$  от неподвижной линзы Л1. Линза Л2 удаляется от Л1 с постоянной скоростью  $V = 2,5 \text{ см/с}$ . Изображение источника рассматривают со стороны линзы Л2 (см. рис.).



- 1) На каком расстоянии  $x_0$  от линз располагалось изображение, когда Л1 и Л2 были вплотную друг к другу?
- 2) На каком расстоянии  $x$  от линзы Л2 будет изображение, когда расстояние между линзами станет  $L = 10 \text{ см}$ ?
- 3) Найти скорость  $U$  (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет  $L = 10 \text{ см}$ .

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

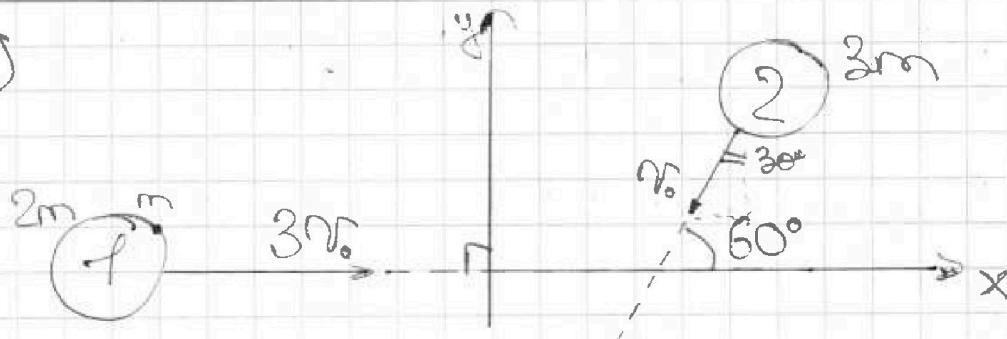


- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                                   | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input 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)



Система движется замкнутой, поэтому  
для спроецировав 3 СИ:

$$(2m+m)\vec{V}_1 + 3m\vec{V}_2 = (2m+m+3m)\vec{V}$$

$\vec{V}$ - скорость шайб после удара;  $|\vec{V}_1| \approx V_0 \cdot 3$ ,  $|\vec{V}_2| = V_0$ .

$$3m\vec{V}_1 + 3m\vec{V}_2 = 6m\vec{V}$$

$$\vec{V}_1 + \vec{V}_2 = 2\vec{V}$$

$$x: V_{1x} + V_{2x} = 2V_x \Rightarrow V_x = \frac{V_{1x} + V_{2x}}{2}$$

$$V_{1x} = 3V_0, V_{2x} = -V_0 \cos 60^\circ = -\frac{V_0}{2}$$

$$V_x = 3V_0 - \frac{V_0}{2} = \frac{6V_0 - V_0}{2} = \frac{5V_0}{4}$$

$$y: V_{1y} + V_{2y} = 2V_y \Rightarrow V_y = \frac{V_{1y} + V_{2y}}{2}$$

$$V_{1y} = 0, V_{2y} = -V_0 \sin 60^\circ = -\frac{\sqrt{3}V_0}{2}$$

$$V_y = 0 - \frac{\sqrt{3}V_0}{2} = -\frac{\sqrt{3}V_0}{4}$$



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 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!

$$\begin{aligned}
 V &= \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{\left(\frac{5V_0}{4}\right)^2 + \left(\frac{-\sqrt{3}V_0}{4}\right)^2} = \\
 &= \sqrt{\frac{25V_0^2 + 3V_0^2}{16}} = \sqrt{\frac{28V_0^2}{16}} = \frac{2\sqrt{7}V_0}{4} = \\
 &= \frac{\sqrt{7}V_0}{2}
 \end{aligned}$$

2)  $E_1$  - механ. энергия системы до удара  
 $E_2$  - механ. энергия системы после удара

По закону сохранения энергии изменение внутренней энергии системы после изменения механической энергии системы равно нулю:

$$\begin{aligned}
 \Delta U + \Delta E &= 0 \quad \Rightarrow \quad \Delta U = E_0 \\
 E_0 &= -\Delta E = -(E_2 - E_1) = \\
 &= E_2 - E_2
 \end{aligned}$$

~~$E_1 = (m+m) \cdot E_k + E_{k0}$~~

$$\begin{aligned}
 E_1 &= \frac{(2m+m)}{2} \cdot (3V_0)^2 + \frac{3m \cdot V_0^2}{2} = \\
 &= \frac{3m}{2} \cdot 9V_0^2 + \frac{3mV_0^2}{2} = \cancel{\frac{27mV_0^2}{2}} \rightarrow \frac{3mV_0^2 + 27mV_0^2}{2} = \\
 &= \frac{30mV_0^2}{2} = 15mV_0^2
 \end{aligned}$$

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 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!

$$E_2 = \frac{(2m+m+3m)}{2} \cdot \left(\frac{\sqrt{F} V_0}{2}\right)^2 = \\ = \frac{6m}{2} \cdot \frac{7}{4} V_0^2 = \cancel{42m} \frac{21m V_0^2}{4}$$

$$E_0 = \cancel{15m V_0^2} + \frac{21m V_0^2}{4} = \cancel{60m V_0^2} - \frac{21m V_0^2}{4} = \\ = \boxed{\frac{39m V_0^2}{4}}$$

3) Используя данные в условии задачи

Ответ: 1)  $\frac{\sqrt{F} V_0}{2}$

2)  $\frac{39m V_0^2}{4}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

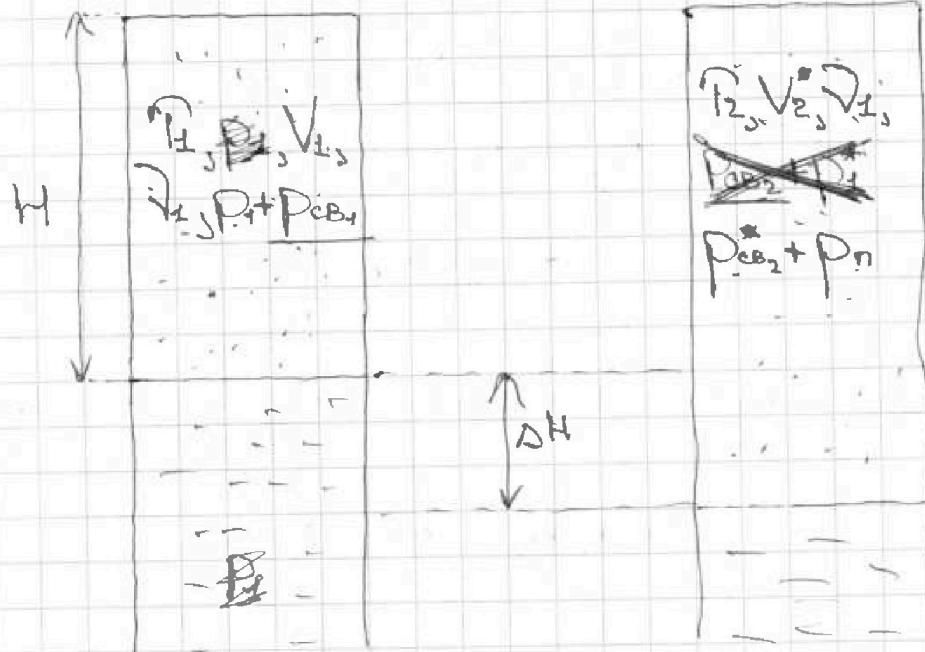


- 1    2    3    4    5    6    7

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

**МФТИ**

1)



Влажный воздух состоит из сухих газов, которые можно считать идеальными, и водяных паров.

П.к. Воздух и вода находятся в равновесии, то водяные пары являются насыщенным и их парциальное давление равно  $P_1 = 27 \text{ ми.рт.ст.}$  при  $t_1 = 27^\circ\text{C}$  ( $T_1 = 300\text{K}$ )

Равнодавление смеси газов

После того как температура резко возрастает до  $t_2 = 57^\circ\text{C}$  ( $T_2 = 330\text{K}$ ) уровень воды опускается, при этом водяной пар становится ненасыщенным, но конденсат не выпадает, т.к. наливается.

По закону Гей-Люссака:  $\frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Огните крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

$$V_1 = SH, V_2^* = S(H + \Delta H)$$

$$\frac{T_2}{SH} = \frac{T_2}{S(H + \Delta H)} \Rightarrow (H + \Delta H) T_2 = T_2 H \\ T_2 H + T_2 \Delta H = T_2 H$$

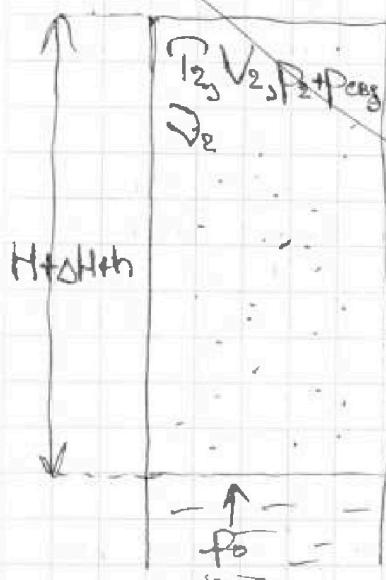
$$T_2 \Delta H = T_2 H (T_2 - T_2) \Rightarrow \Delta H = H \frac{(T_2 - T_2)}{T_2} =$$

$$= 8 \text{ см} \cdot \frac{(320 \text{ K} - 300 \text{ K})}{300 \text{ K}} = 8 \text{ см} \cdot \frac{30 \text{ K}}{300 \text{ K}} = 8 \text{ см} \cdot \frac{1}{10} =$$

$$= 0,8 \text{ см}$$

Ответ:  $\Delta H = 0,8 \text{ см}$

2)



Испарение воды заканчилось,  
водяной пар стал насыщенным

~~$P_0 = P_2 + P_{CB2}$ ; закон Бойля-Мариотта для смеси газов:~~

$$\cancel{P_{CB2} V_1 = P_{CB2}^* V_2^*; \frac{V_2^*}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{320 \text{ K}}{300 \text{ K}} = \frac{8}{9}}$$

$$\cancel{\frac{P_{CB2}}{P_{CB2}^*} = \frac{1,1}{1}}$$

$$\cancel{\frac{P_{CB2} V_1}{T_1} = \frac{P_{CB2}^* V_2^*}{T_2} \Rightarrow P_{CB2} = P_{CB2}^*}$$

$$\cancel{P_{CB2} + P_1 = P_0 \rightarrow P_0 - P_1 = P_{CB2}^*} \quad \cancel{\frac{P_{CB2}}{P_{CB2}^*} = \frac{1,1}{1}}$$

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!

$$P_0 + P_{CB2} + P_0 \Rightarrow P_{CB2} = P_0 - P_0$$

$$\frac{P_0 - P_0}{P_0 - P_0} = \frac{l_1 l_2}{l_1 l_2} \Leftrightarrow P_0 - P_0 + l_1 l_2 P_0 - l_1 l_2 P_0 = l_1 l_2 P_0 - l_1 l_2 P_0$$

~~$$P_0 = l_1 l_2 P_0 - l_1 l_2 P_0 =$$~~

~~$$= l_1 l_2 \cdot 27 \text{ миллир.с} - l_1 l_2 \cdot 10 \cdot l_3 30 \text{ миллир.с}$$~~

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

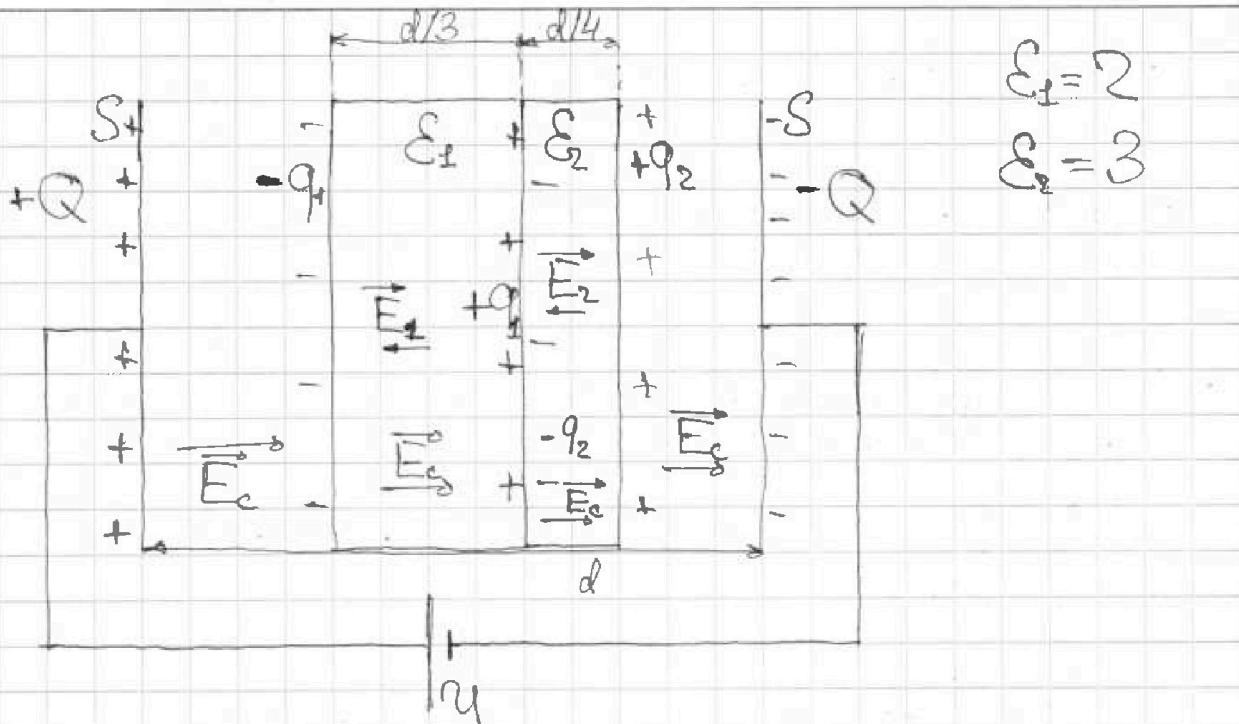
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



$E_c$  - напряженность поля, создаваемого  
однородно распределенным  
зарядом.

$$E_c = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$E_2, E_1$  - напряженности полей, создаваемых  
единично распределенными зарядами  $\epsilon_2, \epsilon_1$   
соответственно.

$$E_2 = \frac{q_2}{\epsilon_0 S}, \quad E_1 = \frac{q_1}{\epsilon_0 S}$$

$$\begin{aligned} 1) \quad U &= E_c \left( d - \left( \frac{d}{3} + \frac{d}{4} \right) \right) + (E_c - E_1) \cdot \frac{d}{3} + (E_c - E_2) \cdot \frac{d}{4} = \\ &= E_c \left( \frac{12d}{12} - \frac{4d+3d}{12} \right) + \frac{E_c d - E_1 d}{3} + \frac{E_c d - E_2 d}{4} \end{aligned}$$



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 checked="" 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!

$$U = \frac{12E_{cd} - 7E_{ad}}{12} + \frac{7E_{cd} - E_{1d}}{12} - \frac{E_{2d}}{3}$$

$$U = E_{cd} - \frac{E_{1d}}{3} - \frac{E_{2d}}{4} \quad (1)$$

2) Напряженность, имея в гидролитике  
изменяется в раз

$$\mathcal{E}_1: \frac{E_c}{E_1} = E_c - E_1 \quad \mathcal{E}_2: \frac{E_c}{E_2} = E_c - E_2$$

$$E_1 = E_c - \frac{E_c}{\mathcal{E}_1}$$

$$E_2 = E_c - \frac{E_c}{\mathcal{E}_2}$$

$$E_1 = E_c \left( \frac{\mathcal{E}_1 - 1}{\mathcal{E}_1} \right)$$

$$E_2 = E_c \left( \frac{\mathcal{E}_2 - 1}{\mathcal{E}_2} \right)$$

С учетом того, что  $\mathcal{E}_1 = 2$ ,  $\mathcal{E}_2 = 3$  полу-  
чили:  $E_1 = \frac{E_c}{2}$ ,  $E_2 = \frac{2E_c}{3}$  (2)

Система уравнений (1) и (2):

$$\begin{cases} U = E_{cd} - \frac{E_{1d}}{3} - \frac{E_{2d}}{4} \\ E_1 = \frac{E_c}{2}, E_2 = \frac{2E_c}{3} \end{cases} \rightarrow U = E_{cd} - \frac{E_{cd}}{6} - \frac{2E_{cd}}{9}$$

$$U = 54E_{cd} - 9E_{cd} - 12E_{cd}$$

$$U = 54E_{cd} - 21E_{cd} = \frac{33E_{cd}}{54} = \frac{11E_{cd}}{18}$$

$$E_c = \frac{18U}{11d}, E_c = E$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                                   | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <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!

3) Ил.к.  $E_c = \frac{18U}{1fd}$ ,  $E_c = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$ , то

$$\frac{18U}{1fd} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow Q = \frac{18\epsilon_0 S U}{1fd}$$

4) Найдем  $E_1$  и  $E_2$ :

$$E_1 = E_c = \frac{18U}{1fd} \cdot \frac{1}{2} = \frac{9U}{1fd}, E_2 = 2E_c = 2 \cdot \frac{18U}{3} =$$

$$= \frac{12U}{1fd}$$

Найдем заряды  $q_1$  и  $q_2$ :

$$E_1 = \frac{q_1}{\epsilon_0 S} \Rightarrow q_1 = E_1 \epsilon_0 S = \frac{9U}{1fd} \cdot \epsilon_0 S = \frac{9\epsilon_0 S U}{1fd}$$

$$E_2 = \frac{q_2}{\epsilon_0 S} \Rightarrow q_2 = E_2 \epsilon_0 S = \frac{12U}{1fd} \cdot \epsilon_0 S = \frac{12\epsilon_0 S U}{1fd}$$

Полезризационный заряд  $q$  равен:

$$q = q_1 + (-q_2) = \frac{9\epsilon_0 S U}{1fd} - \frac{12\epsilon_0 S U}{1fd} = \frac{-3\epsilon_0 S U}{1fd}$$

Ответ: 1)  $\frac{18U}{1fd}$  ( $E = E_c$ )

2)  $\frac{12\epsilon_0 S U}{1fd}$

3)  $-\frac{3\epsilon_0 S U}{1fd}$

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!

$$U_L(0) = -E - \varphi(0), U_L(0) = L \cdot I_L(0)$$

$$-E - \varphi(0) = L \cdot I_L(0) \Rightarrow I_L(0) = \frac{-E - \varphi(0)}{L}$$

Задаче Ома для  $R_1$ :  $I_{10} = \frac{\varphi(0) - 0}{R_1} = \frac{\varphi(0)}{R_1} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow \varphi(0) = I_{10} R_1 = \frac{12}{50} A \cdot 120 \Omega = 24 V$

Итогда  $I_L(0) = \frac{-120V - 24V}{0,4 \Omega} = \frac{96}{0,4} \frac{A}{C} = 240 A$

2) В установившемся режиме напряжение  
на катушке равно нулю

Рассмотрим переменные.

$$\left\{ \begin{array}{l} I = I_2 + I_L \Rightarrow I_L = I - I_2 = \frac{\varphi}{R_2} - \frac{-E - \varphi}{R_2} \\ I_2 = \frac{-E - \varphi}{R_2} \\ I = \frac{\varphi \cdot 0}{R_1} = \varphi \Rightarrow \varphi = I R_2 \end{array} \right.$$

$U$ -напряжение на плаунже,  $U = -E - \varphi$   
 $\varphi = -E - U$

$$I_L = \frac{-U + E}{R_2} - \frac{U}{R_2}$$

$$I_L = -\frac{U}{R_2} + \frac{E}{R_2} - \frac{U}{R_2} = -\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)U + \frac{E}{R_2}$$

$$96 \cdot \frac{10}{4} = 24 \cdot 10 = 240$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



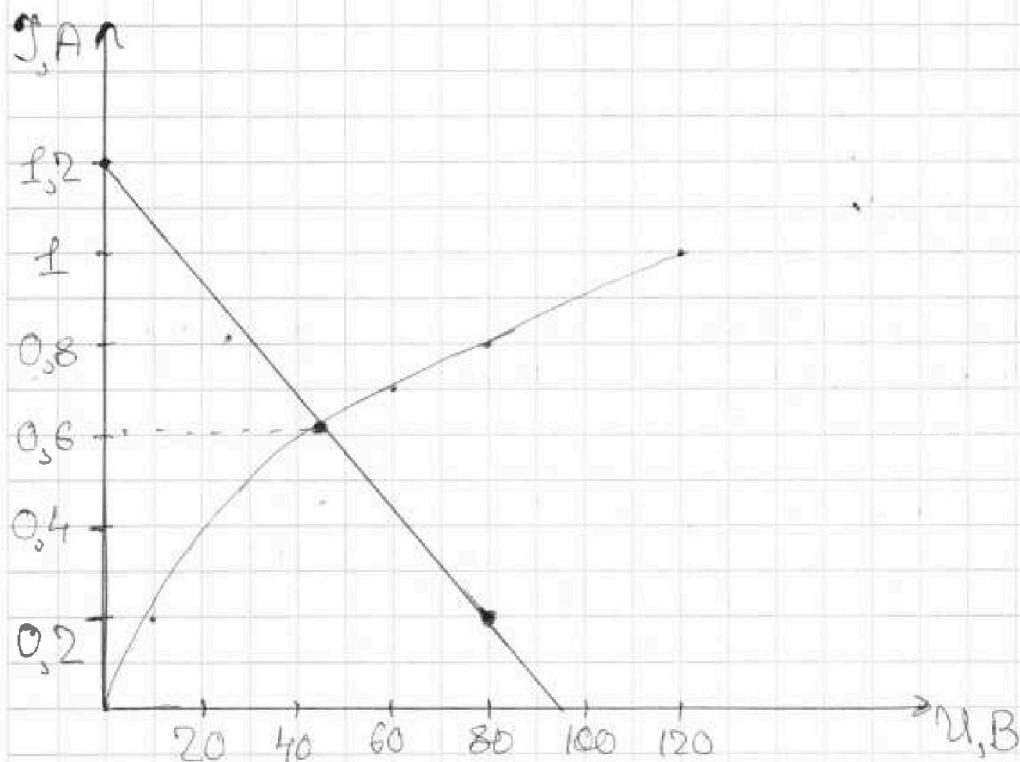
- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

$$I_L = - \left( \frac{1}{100 \text{ Ом}} + \frac{1}{400 \text{ Ом}} \right) \cdot U + \frac{120 \text{ В}}{1000 \text{ Ом}}$$

$$I_L = - \frac{5}{400 \text{ Ом}} \cdot U + 1,2 \text{ А} = - \frac{U \text{ [В]}}{80 \text{ Ом}} + 1,2 \text{ А}$$



Ответ: 1) 0,24 А

2) 240  $\frac{\text{А}}{\text{с}}$

3) 0,6 А

$$\frac{45}{80} = \frac{9}{16} \quad \frac{9}{16} \cdot \frac{16}{10} = \frac{45}{80} + \frac{12}{10} \quad \Rightarrow \frac{U}{80} = 0,6 \quad U = 80 \cdot \frac{6}{10} = 48$$

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"/> |

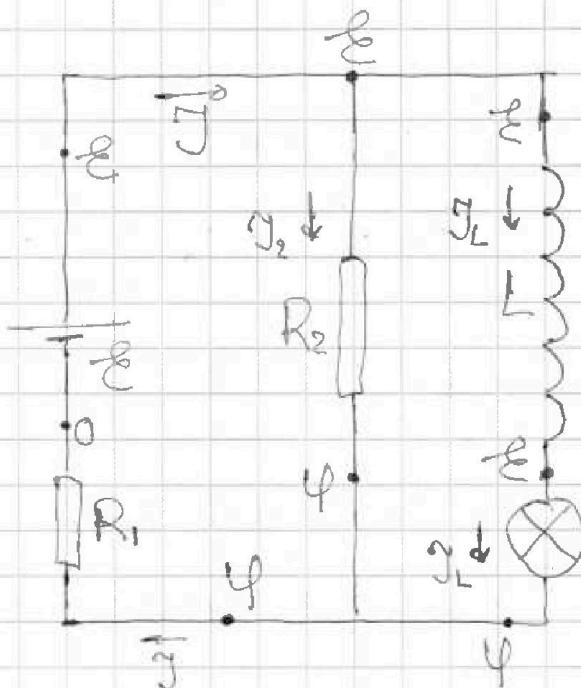
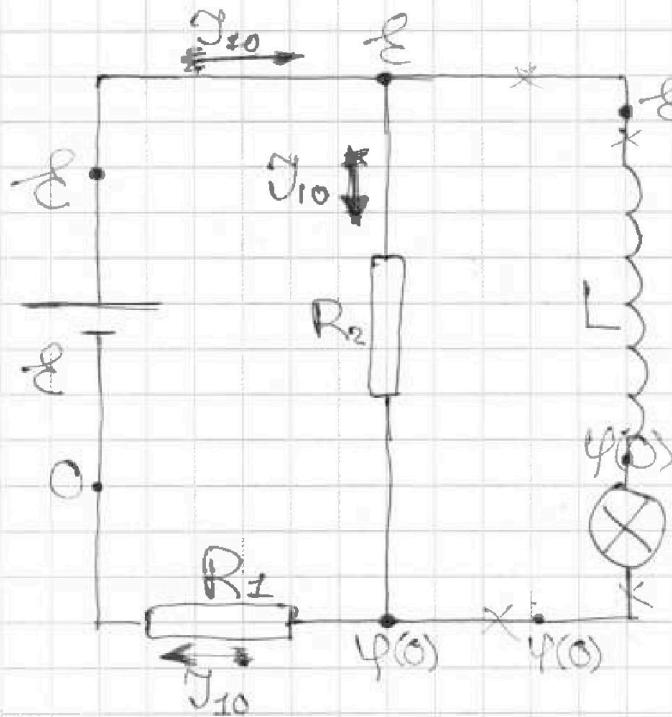
МФТИ



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

1) Сразу после  
закрытия ключа

2) Установ. режим



1) Сразу после закрытия ключа ток через  
капакитору и индукту не пойдет

По закону Ома для первое цепи:

$$I_{10} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120V}{100\Omega + 100\Omega} = \frac{12}{200} A = 0,24A$$

Н.к. ток через индукту не пойдет то нап-  
ряжение Ома не равно нулю (из ВАХ  
напряжения)

Рассмотрим погрешность.

$U_L(0)$  - напряжение на катушке сразу  
после закрытия ключа

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

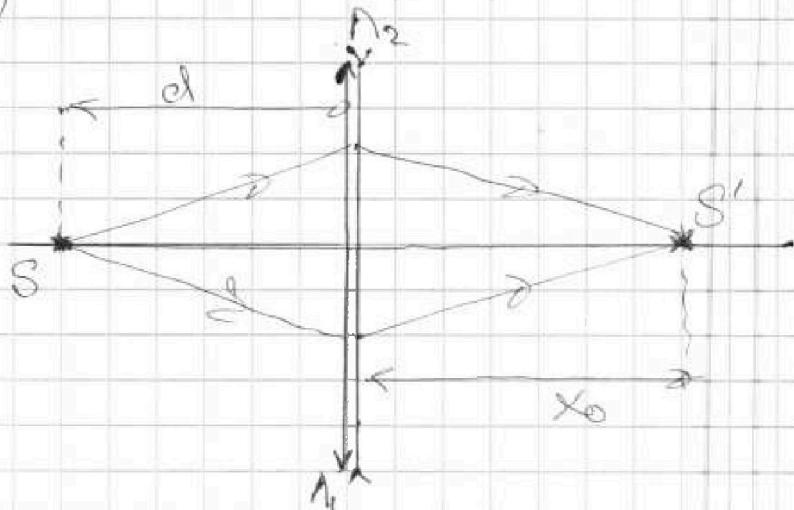
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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-кодов недопустима!

1)



$$F_1 = 10 \text{ см}$$
$$F_2 = 20 \text{ см}$$
$$d = 40 \text{ см}$$
$$V = 2,5 \text{ см/с}$$

Система выполнена при помощи линз с фокусами  $F_1$  и  $F_2$ .  
Одновременное действие с оптической системой  $D$ :

$$D = D_1 + D_2 ; D_1 = \frac{l}{F_1} + \frac{-l}{F_2}, D_2 = -\frac{l}{F_2}$$

$$D = \frac{l}{F_1} - \frac{l}{F_2} = \frac{l}{10 \text{ см}} - \frac{l}{20 \text{ см}} = \frac{20 \text{ см} - 10 \text{ см}}{200 \text{ см}^2} = \frac{10 \text{ см}}{200} =$$

$$= \frac{1 \text{ см}}{20} = 0,05 \text{ см} \quad F = \frac{l}{D} = 20 \text{ см}$$

Рассчитаем положение изображения:  $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} + \frac{1}{d}$ ,

$$f = x_0 \Rightarrow \frac{1}{x_0} = \frac{1}{F} + \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{x_0} = \frac{1}{10} - \frac{1}{20} = \frac{1}{d} - \frac{1}{F}$$

$$x_0 = \frac{Fd}{d-F} = \frac{20 \text{ см} \cdot 40 \text{ см}}{40 \text{ см} - 20 \text{ см}} = 40 \text{ см}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

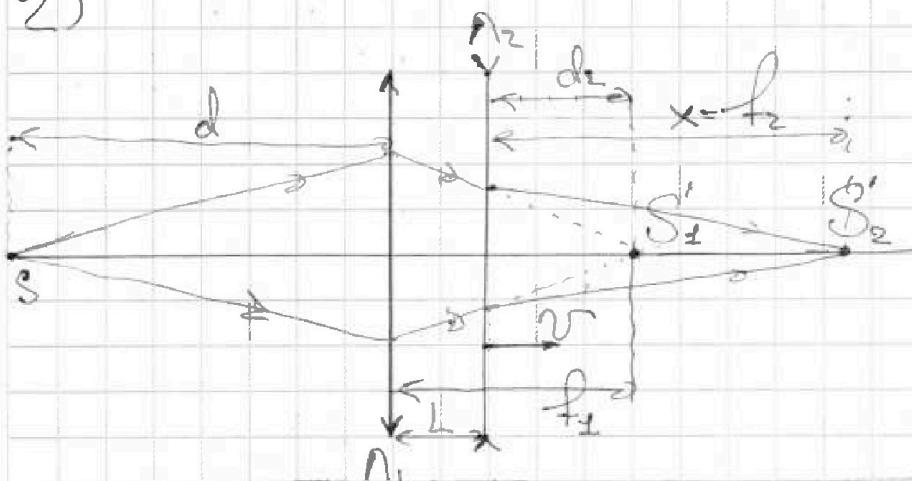
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

2)



$S'$  - изображение предмета  $S$  в зеркале  $L_2$ .

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} \Rightarrow f_2 = \left( \frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} \right)^{-1} = \frac{df_1}{d-f_1} =$$

$$= \frac{10 \text{ см} \cdot 40 \text{ см}}{40 \text{ см} - 10 \text{ см}} = \frac{10 \text{ см} \cdot 40}{30} = \frac{40 \text{ см}}{3} > L = 10 \text{ см}$$

$S'$  - изображение предмета зеркал  $L_2$ .

$$d_2 = f_2 - L = \frac{40 \text{ см}}{3} - 10 \text{ см} = \frac{40 \text{ см} - 30 \text{ см}}{3} = \frac{10 \text{ см}}{3}$$

Формула тонкой линзы:

$$-\frac{1}{f} = -\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{d_2 f_2}{F_2 - d_2} =$$

$$-\frac{\frac{10 \text{ см} \cdot 20 \text{ см}}{3}}{20 \text{ см} - \frac{10 \text{ см}}{3}} = \frac{10 \cdot 20}{60 - 10} \text{ см} = \frac{200}{50} \text{ см} = 4 \text{ см}$$

$$x = f_2 = 4 \text{ см}$$

$S'$  - изображение предмета  $S'_1$  в зеркале  $L_2$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{F_2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

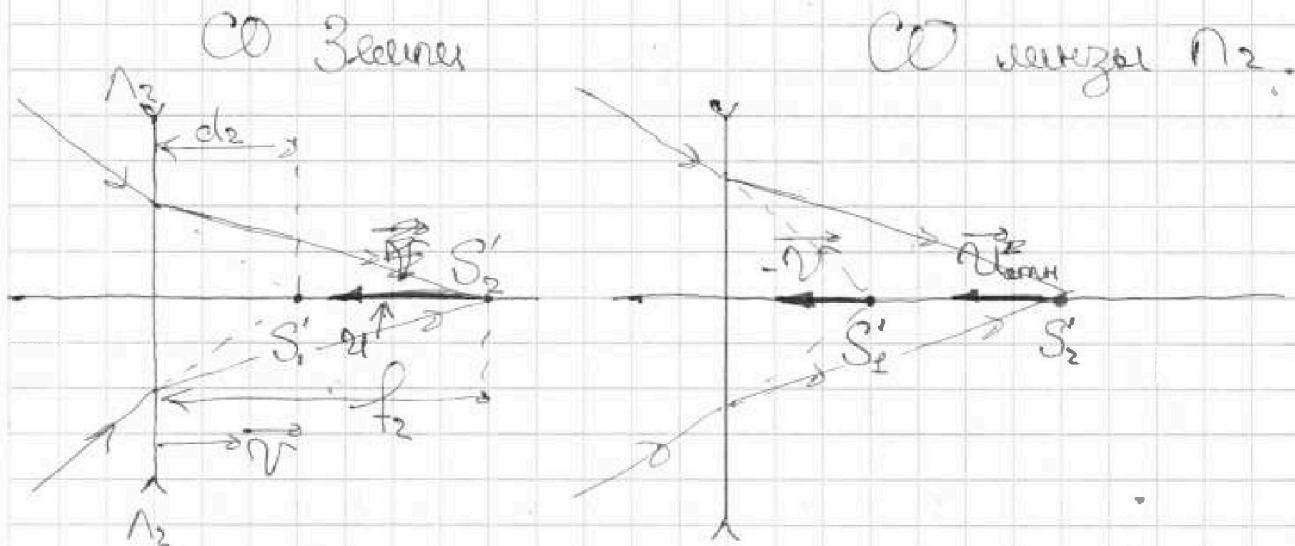


- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

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

3) Переидем в СО линзы  $\text{L}_2$  и рассмотрим движение  $S_1$ , предшествующее  $S_2$ , и это изображение  $S_2'$  в этой СО.



$$U_{\text{лин}} = F \cdot V, F = \frac{f_2}{d_2} = \frac{4 \text{ см}}{\left(\frac{10}{3} \text{ см}\right)} = \frac{12}{10} = 1,2$$

$$U_{\text{лин}} = (1,2)^2 \cdot V = 1,44V$$

$$\text{В ТО ЗСС: } U = U_{\text{лин}} + V$$

$$\begin{array}{l} \overrightarrow{U_{\text{лин}}} \\ \overrightarrow{U} \end{array} \quad U = U_{\text{лин}} - V = 1,44V - V = 0,44V$$

$$U = 0,44 \cdot 2,5 \text{ см/c} = [1,1 \text{ см/c}]$$

Ответ:

1) 40 см

2) 4 см

3) 1,1 см/c

$$0,44 \cdot \frac{5}{2} = 5 \cdot 0,82 = 1,10$$



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"/> |

МФТИ

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