

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

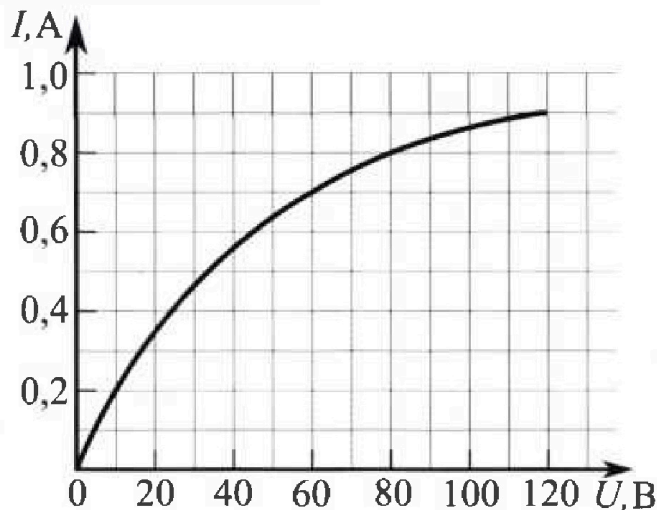
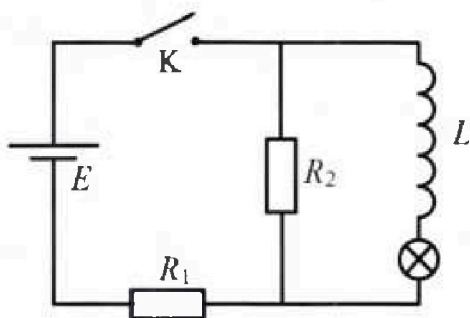
Вариант 11-05

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

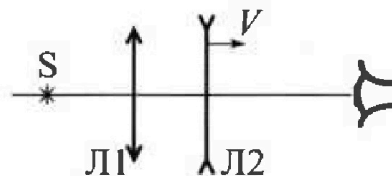


4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные,  $L = 0,4$  Гн,  $E = 120$  В,  $R_1 = 100$  Ом,  $R_2 = 400$  Ом. Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{10}$  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  $F_1 = 10$  см, у линзы Л2 фокусное расстояние  $F_2 = -20$  см. Неподвижный точечный источник света S расположен на расстоянии  $d = 40$  см от неподвижной линзы Л1. Линза Л2 удаляется от Л1 с постоянной скоростью  $V = 2,5$  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  $L = 10$  см?
- 3) Найти скорость  $U$  (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет  $L = 10$  см.



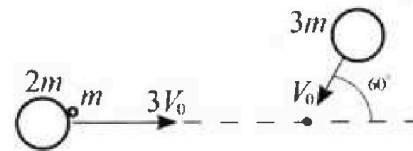
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-05



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

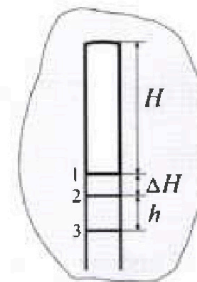
1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы  $2m$ , скорость  $3V_0$ , масса второй шайбы  $3m$ , скорость  $V_0$ . Угол между направлениями скоростей  $60^\circ$ .



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.

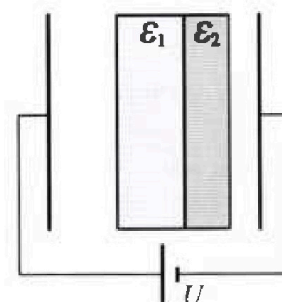
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Столб влажного воздуха имеет длину  $H = 8$  см, температура установилась  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ , в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру 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.

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!

$\sqrt{1}$  (прог 2)

$$\frac{81}{6} v_0^2 = v_{2z1}^2 + v_{2zy}^2 + v_{4z1}^2 + 2v_{4zy}^2 \quad (1)$$

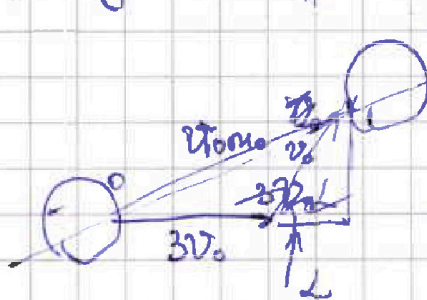
$$\left(\frac{15v_0}{4}\right)^2 = v_{2z1}^2 + 4v_{2z1}v_{4z1} + 4v_{4z1}^2 \quad (2)$$

$$\frac{27}{16} v_0^2 = v_{2zy}^2 + 4v_{2zy}v_{4zy} + 4v_{4zy}^2 \quad (3)$$

$$(1) - (2) \quad \left(\frac{81}{6} - \frac{225}{16}\right) v_0^2 = v_{2zy}^2 + v_{4zy}^2 - 3v_{4z1}^2 - 4v_{2z1}v_{4z1}$$

$$(1) - (3) \quad \left(\frac{81}{6} - \frac{27}{16}\right) v_0^2 = v_{2z1}^2 +$$

Перейдем в "СО" 3m



По теор. кос

$$v_{отт_0}^2 = 9v_0^2 + v_0^2 - 6v_0^2 \cos(180^\circ - 60^\circ)$$

$$v_{отт_0}^2 = 10v_0^2 - 6v_0^2 \cos(20^\circ)$$

$$= 10v_0^2 + 6v_0^2 \cos(60^\circ)$$

$$= 10v_0^2 + 6v_0^2 \cdot \frac{1}{2} = 13v_0^2$$

$$v_{отт_0} = v_0 \sqrt{13}$$

см. прог 3

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

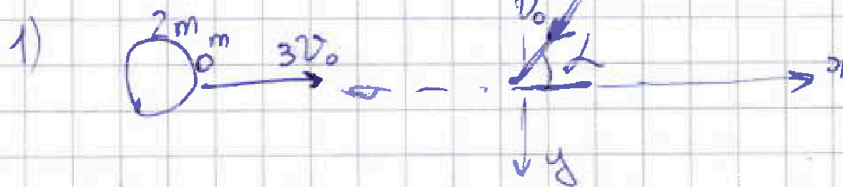
МФТИ

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

Дано  
 $m, v_0$   
 $\alpha = 60^\circ$

1)  $U_1 = ?$   
2)  $E = ?$   
3)

Решение:



$$\text{ЗСИ: } OX: 9m v_0 = 3m v_0 \cos \alpha = 6m U_x$$

$$OY: 3m v_0 \sin \alpha = 6m U_y$$

$$\left\{ \begin{aligned} m v_0 \left( 9 - 3 \cdot \frac{1}{2} \right) &= 6m U_x \\ U_y &= \frac{v_0 \cdot \sqrt{3}}{2} \end{aligned} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} \frac{15}{2} v_0 &= 6 U_x \\ U_y &= \frac{\sqrt{3}}{4} v_0 \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} U_x &= \frac{15}{12} v_0 = \frac{5}{4} v_0 \\ U_y &= \frac{\sqrt{3}}{4} v_0 \end{aligned} \right.$$

$$U_1^2 = U_x^2 + U_y^2 = v_0^2 \left( \frac{25}{16} + \frac{3}{16} \right) = v_0^2 \left( \frac{28}{16} \right) = \frac{7}{4} v_0^2$$

1. Ответ:  $U_1 = v_0 \frac{\sqrt{7}}{2}$

$$2) \text{ЗСЭ: } \frac{3m \cdot (3v_0)^2}{2} + \frac{3m v_0^2}{2} = \frac{6m U_1^2}{2} + E$$

$$\frac{27m v_0^2}{2} + \frac{3m v_0^2}{2} = \frac{6 \cdot 7}{4 \cdot 2} m v_0^2 + E$$

$$15m v_0^2 - \frac{21}{4} m v_0^2 = E$$

$$\frac{m v_0^2}{4} (60 - 21) = E \quad \text{См прог!}$$

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

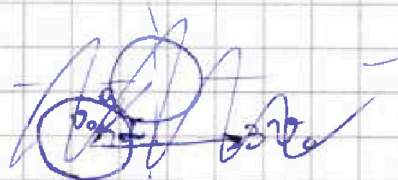
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\sqrt{1} (\text{прзг}) \quad \frac{mV_0^2}{4} (60-21) = E_0$$

$$\text{2. Ответ: } E_0 = \frac{39}{4} mV_0^2$$

3)

$$\frac{1 \cdot 12 - 1 \cdot 13}{3 \cdot 4} = \frac{12 - 4 - 3}{12} = \frac{5}{12}$$



$$\text{ЗСХ: } 9mV_0 - \frac{3}{2}mV_0 = 2mU_{2x} + 4mU_{4x}$$

$$\text{ЗСУ: } \frac{3\sqrt{3}}{2}mV_0 = 2mU_{2y} + 4mU_{4y}$$

$$\text{ЗСЭ: } 15mV_0^2 = \frac{E_0}{2} + \frac{2mU_2^2}{2} + \frac{4mU_4^2}{2}$$

$$15mV_0^2 = \frac{89}{8}mV_0^2 = mU_2^2 + 2mU_4^2$$

$$\frac{81}{8}V_0^2 = U_2^2 + 2U_4^2$$

$$\frac{15}{4}V_0 = U_{2x} + 2U_{4x}$$

$$\frac{3\sqrt{3}}{4}V_0 = U_{2y} + 2U_{4y}$$

см. прзг 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!

1 (прод 3) ЗСИ:  $3m U_{отн_0} = 2m U_{отн_1} + 4m U_{отн_2}$   
ЗСЭ:  $\frac{3m(U_{отн_0})^2}{2} = \frac{E_0}{2} + \frac{2m U_{отн_1}^2}{2} + \frac{4m U_{отн_2}^2}{2}$

Пусть  $отн_1 = 1$  произвольн.

$$3\sqrt{13} v_0 = 2u_1 + 4u_2 \quad (1)$$

$$39v_0^2 = \frac{39}{4}v_0^2 + 4u_1^2 + 4u_2^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{3 \cdot 39}{4} v_0 = 2u_1^2 + 4u_2^2 \\ 3\sqrt{13} v_0 = 2u_1 + 4u_2 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{3 \cdot 39}{4} v_0^2 = 2u_1^2 + 4u_2^2 \cdot 4 \\ 9 \cdot 13 v_0^2 = 4u_1^2 + 16u_1u_2 + 16u_2^2 \end{array} \right.$$

$$3 \cdot 39 = v_0^2 = 8u_1^2 + 16u_2^2$$

$$3 \cdot 39 v_0^2 = 4u_1^2 + 16u_1u_2 + 16u_2^2$$

$$8u_1^2 + 16u_2^2 = 4u_1^2 + 16u_1u_2 + 16u_2^2$$

$$4u_1^2 = 16u_1u_2; \quad 4u_1(u_1 - 4u_2) = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} u_1 = 0 \\ u_1 = 4u_2 \end{array} \right.$$

Подставим в (1)

$$\left\{ \begin{array}{l} 3\sqrt{13} v_0 = 4u_2 \\ 3\sqrt{13} v_0 = 12u_2 \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} u_2 = \frac{3\sqrt{13} v_0}{4} \\ u_1 = 0 \\ u_2 = \frac{3\sqrt{13} v_0}{12} \\ u_1 = \frac{4 \cdot 3\sqrt{13} v_0}{12} \end{array} \right. \text{ см прод 4.}$$

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"/>	<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!

$$U_{\text{отн}} = U_2 - U_1 \quad \text{Отн. скорость одинакова, вне зависи-}$$

мости от ИСО

$$|U_{\text{отн}}| = \begin{cases} \frac{3\sqrt{13}v_0}{4} \\ \frac{3}{4}\sqrt{13}v_0 \end{cases}$$

3. Ответ:  $|U_{\text{отн}}| = \frac{3}{4}\sqrt{13}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

√2 (прог 1)

$$\cancel{V_2} H \frac{V_2 - V_1}{V_2} = \Delta H$$

$$\Delta H = H \frac{V_2 - V_1}{V_2}$$

$$\Delta H = 8 \text{ см} \frac{30}{300} = 8 \text{ см} \cdot \frac{1}{10}$$

1. Ответ  $\Delta H = 0,8 \text{ см}$

2)  $p_0 = p_{b2} + p_1$  (1)

$p_0 = p_{b3} + p_2$  (2)

$$(2) - (1) \quad (p_{b3} - p_{b2}) + (p_2 - p_1) = 0 \quad \Rightarrow \quad p_2 - p_1 = p_{b2} - p_{b3}$$

$$p_2 - p_1 = \frac{\nu R T_2}{S(H + \Delta H)} - \frac{\nu R T_2}{S(H + \Delta H + h)}$$

$$\frac{S}{\nu R} = \frac{T_2}{p_2 - p_1} \left( \frac{1}{H + \Delta H} - \frac{1}{H + \Delta H + h} \right)$$

$$\frac{S}{\nu R} = \frac{T_2}{p_2 - p_1} \frac{h}{(H + \Delta H + h)(H + \Delta H)} \quad \left| \frac{H + \Delta H (p_2 - p_1)}{h} = \frac{\nu R T_2}{S} \right.$$

$$p_0 = p_{b3} + p_2 = p_2 + \frac{\nu R T_2}{S(H + \Delta H + h)}$$

$$p_0 = p_2 + (p_2 - p_1) \frac{H + \Delta H}{h}$$

см. прог 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!

$\sqrt{2}$  (прод 2)

$$p_0 = (130 + (130 - 27) \cdot \frac{80 + 8}{10,3}) \cdot \frac{103}{103} = (130 + 103 \cdot \frac{880}{103}) \text{ мм рг. ст.}$$
$$= (130 + 880) \text{ мм рг. ст.}$$

2. Ответ:  $p_0 = 1010$  мм рг. ст.



1  2  3  4  5  6  7

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

√2 Дано

$H = 8 \text{ см}$

$t_1 = 27^\circ\text{C}$

$t_2 = 57^\circ\text{C}$

$h = 10,3 \text{ см}$

$p_1 = 27 \text{ мм рт.ст}$

$p_2 = 130 \text{ мм рт.ст}$

Решение:

①  $T_1, SH, p_0 = p_{v1} + p_{n1}$

( $v$  - воздуха)  
( $n$  - пара воды)



- 1)  $\Delta H = ?$
- 2)  $p_0 = ?$

Сразу после подкаты температура газа расширится, т.к. пробирка находится долго, то  $p_{n1} = p_1$  (пар насыщен)

②  $T_2, S(H + \Delta H), p_0 = p_{v2} + p_{n2}$



Затем пар стал насыщенным и  $p_{n3} = p_2$  (пар насыщен)

③  $T_2, S(H + \Delta H + h), p_0 = p_{v3} + p_{n3}$



1)  ~~$\Delta H$~~   $p_{v1} = \frac{\nu RT_1}{SH_1}$   $p_{v2} = \frac{\nu RT_2}{S(H + \Delta H)}$   $\Rightarrow \frac{H_2}{T_1} = \frac{H + \Delta H}{T_2}$   
 $p_0 = p_{v1} + p_1 = p_{v2} + p_1 \Rightarrow p_{v1} = p_{v2}$

~~$H$~~   ~~$H - H$~~   $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\Delta H}{T_2}$   $\frac{T_2}{T_1} H - H = \Delta H$  см. прод.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

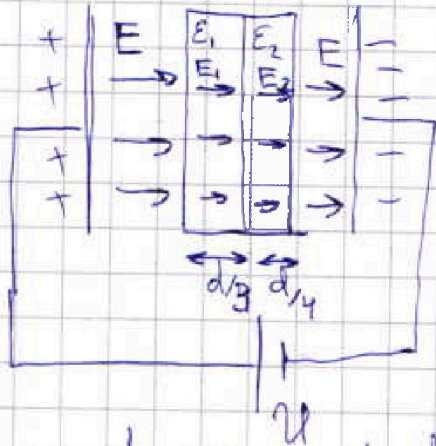
МФТИ

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



№3 Дано:  
 $S, d, U$   
 $\epsilon_1 = 2; \epsilon_2 = 3$

- 1)  $E = ?$   
 2)  $Q = ?$   
 3)  $q = ?$



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

$$E_1 = \frac{E}{2} \quad E_2 = \frac{E}{3}$$

$$1) U = E_1 \cdot \frac{d}{3} + E_2 \cdot \frac{d}{4} + E \left( d - \frac{d}{3} - \frac{d}{4} \right)$$

$$U = \frac{E d}{6} + \frac{E d}{12} + \frac{E d \cdot 5}{12} = \frac{E d}{12} (2 + 1 + 5) = \frac{8}{12} E d$$

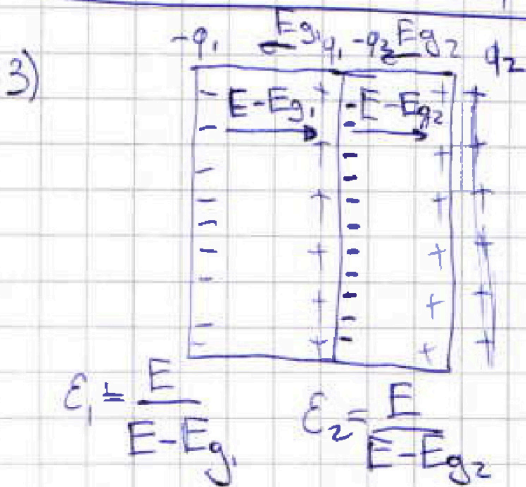
$$U = \frac{2}{3} E d$$

$$E = \frac{3U}{2d}$$

1. Ответ:  $E = \frac{3U}{2d}$

$$2) E = \frac{Q}{S \epsilon_0} ; \frac{3U}{2d} = \frac{Q}{S \epsilon_0} ; Q = \frac{3 \epsilon_0 U S}{2d}$$

2. Ответ:  $Q = \frac{3 \epsilon_0 U S}{2d}$



$E_g$  - поле создаваемое дипольными поляризованными зарядами

$$\epsilon_1 = \frac{E}{E - E_{g1}}$$

$$\epsilon_2 = \frac{E}{E - E_{g2}}$$

$$\frac{1}{\epsilon_i} = 1 - \frac{E_{gi}}{E} ; E_{gi} = E \left( 1 - \frac{1}{\epsilon_i} \right)$$

$$E_{gi} = E \frac{\epsilon_i - 1}{\epsilon_i} \text{ см. п. 209.}$$

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!

$$\sqrt{3}(\text{пог}) \quad E_{g_1} = E \cdot \frac{2-1}{2} = \frac{1}{2} E$$

$$E_{g_2} = E \cdot \frac{3-1}{3} = \frac{2}{3} E$$

$$E_{g_i} = \frac{q_i}{S \epsilon_0} \quad q_i = E_{g_i} S \epsilon_0$$

$$\left. \begin{array}{l} q_1 = \frac{1}{2} E S \epsilon_0 \\ q_2 = \frac{2}{3} E S \epsilon_0 \end{array} \right\} \Rightarrow q = E S \epsilon_0 \left( \frac{3}{6} - \frac{4}{6} \right)$$

$$q = q_1 - q_2 \quad q = -\frac{1}{6} S \epsilon_0 \cdot \frac{3U}{2d}$$

3. Ответ:  $q = -\frac{1}{4} \frac{\epsilon_0 S U}{d}$

---

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 (прод 2)

$$I = \frac{I_1}{U_1} \quad \text{и} \quad U_1 = \frac{I_1}{I}$$

$$\text{Пусть } R_1 = \frac{1}{2} \quad U_1 = I_1 R_1$$

$$E = I_1 R_1 + I_1 R_2 \left( \frac{R_1 + R_2}{R_2} \right)$$

подставим численные значения

$$\text{подставим (2) в (3)} \quad I_1 = I_2 + I_2 \frac{R_2}{R_1} \quad I_1 = I_2 \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

$$120 \text{ В} = I_1 \cdot 100 \frac{\text{В}}{\text{А}} + U_1 \frac{5}{4} \quad | \cdot 100 \frac{\text{А}}{\text{В}}$$

$$I_1 = 1,2 \text{ А} - \frac{U_1 \text{ А}}{80 \text{ В}}$$

$$I_1 = 0, \text{ при } U_1 = 1,2 \cdot 80 \text{ В} = 96 \text{ В}$$

Это есть  $I_1(U)$  — есть прямая от  $(1,2 \text{ А}; 0 \text{ В})$ , до  $(0 \text{ А}; 96 \text{ В})$ , теперь нужно найти т. пересечения  $I_1(U)$  с ВАХ лампы так будет легче искать если ток. Т.к. в аудитории мне запретили чертить на графике (то значение будет дано примерное (линейки) (точка забрали))

3. Ответ  $I_1 \approx 0,6 \text{ А}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

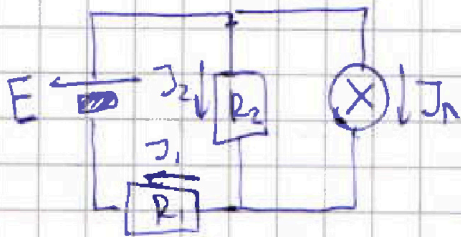
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

№ 4 (прод.)

В установившемся режиме  $\dot{I}_L = 0 \Rightarrow U_L = 0$ ,  
тогда катушку можно заменить проводом



$$I_2 R_2 =$$

$$U_L \text{ ВДХ } I = \frac{I_n}{U_n}$$

$$E = I_2 R_2 + I_1 R_1 \quad (1)$$

$$I_2 R_2 = I_n R_n \quad (2)$$

$$I_1 = I_2 + I_n \quad (3)$$

Нам нужно выразить

$R_n$  или  $\frac{I_n}{U_n}$ , по рисунку  
можно будет

найти  $I_n$

$$\text{Подставим (2) в (3): } I_1 = I_2 + I_2 \frac{R_2}{R_n}$$

$$I_1 = I_n + I_n \frac{R_n}{R_2}; \quad I_1 = I_n \frac{R_2 + R_n}{R_2} \quad (4)$$

Подставим в (1) - (2) и (4)

$$E = I_n R_n + I_n \frac{R_n}{R_2} (R_2 + R_n); \quad E$$

$$E = I_n \frac{R_2 R_n + R_n R_2 + R_n R_n}{R_2} \quad I_n R_n = U_n$$

$$E = I_n R_n + I_n R_n \frac{(R_1 + R_2)}{R_2} \quad \text{см. прод. 2}$$

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!

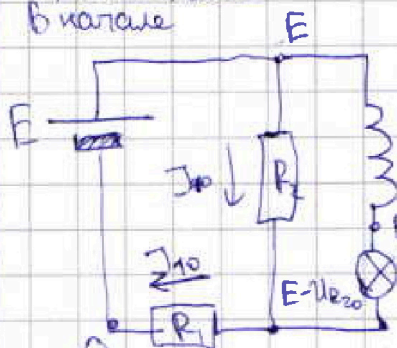


№ 4 Дано:

$L = 0,4 \text{ Гн}$   
 $E = 120 \text{ В}$   
 $R_1 = 100 \Omega$   
 $R_2 = 400 \Omega$   
 ВАХ лампы.

- 1)  $J_{10} - ?$
- 2)  $J_L - ?$
- 3)  $J_A - ?$

Решение:



1) В нач. моменте  $J_{L0}$  через  $L$  равен нулю.

$$J_{10} = J_{20} + J_{L0}$$

$$J_{10} = J_{20}$$

$$E = J_{10} R_1 + J_{20} R_2 \quad \boxed{J_{10} = \frac{E}{R_1 + R_2}}$$

$$J_{10} = \frac{120}{500} \text{ А} = 0,24 \text{ А}$$

1. Ответ:  $J_{10} = 0,24 \text{ А}$

2) Т.к.  $J_{L0} = 0$ , то  $U_L = 0$  (из ВАХ лампы)

$$U_{R_2} = U_{L0} = L \dot{J}_{L0} \quad \dot{J}_{L0} = \frac{J_{10} R_2}{L}$$

$$\dot{J}_{L0} = \frac{E}{L} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\dot{J}_{L0} = \frac{120 \text{ В}}{0,4 \text{ Гн}} \frac{400}{500} = \frac{1200}{4} \cdot \frac{4}{5} \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

$$\dot{J}_{L0} = 240 \text{ А/с}$$

2. Ответ:  $\dot{J}_{L0} = 240 \text{ А/с}$

См. прод 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

МФТИ

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

№5 (прод)

т.к.  $L < f_1$ , то  $S_1$  (изображение от  $L_1$ ) будет мнимым.

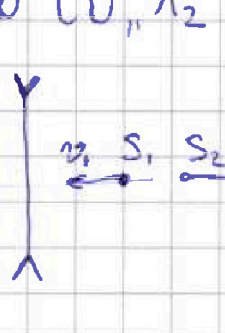
$$-\frac{1}{(f_1 - L)} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F_2} \Rightarrow \frac{1}{f_2} = \frac{-F_2(f_1 - L)}{(f_1 + L) - F_2}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{-20 \text{ см} \left( \frac{40}{3} - 10 \right)}{\left( \frac{40}{3} - 10 \right) + 20} = \frac{-20 \text{ см} \cdot 10}{3 \left( \frac{10}{3} + 20 \right)} = \frac{-200 \text{ см}}{70}$$

$$f_2 = \frac{20 \text{ см} \left( \frac{40}{3} - 10 \right)}{\left( 10 - \frac{40}{3} \right) + 20} = \frac{20 \cdot 10 \text{ см}}{3 \left( -\frac{10}{3} + 20 \right)} = \frac{200 \text{ см}}{50} = 40 \text{ см}$$

$\alpha = f_2$  2. Ответ:  $\alpha = 40 \text{ см}$  (справа)

3) Перейдем в  $CO_1L_2$



$$f_1 = \frac{F_2(L - f_1)}{(L - f_1) - F_2} \quad \left| \frac{d(\cdot)}{dt} \right.$$

$$v_2 = \frac{d(f_1)}{dt} \left( \frac{F_2(L - f_1)}{(L - f_1) - F_2} \right)'$$

$$\sqrt{v_2^2} = \sqrt{v_1^2} \left| \frac{F_2}{(L - f_1) - F_2} - \frac{F_2(L - f_1)}{(L - f_1) - F_2} \right| \quad \sqrt{v_2^2} = 4v_1 \left( \frac{F_2}{(L - f_1) - F_2} \right)^2$$

см. прод. 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!

№5 Дано: / Решение:

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

- 1)  $x_0$  - ?
- 2)  $x_1 = 10 \text{ см}$
- 3)  $x$  - ?  
 $u$  - ?

1) По закону сложения оптических сил,  
если линзы стоят вплотную, то  
их оптические силы складываются:

$$\frac{1}{x_0} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2}; \quad \frac{1}{x_0} + \frac{1}{d} = \frac{F_1 + F_2}{F_1 F_2}$$

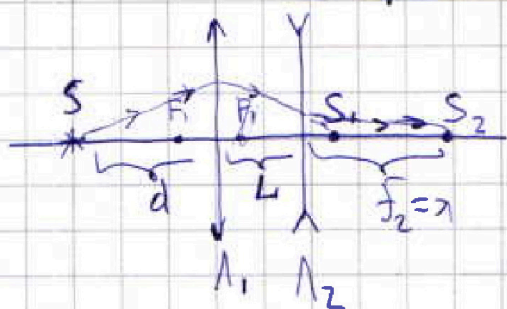
$$x_0 = \left( \frac{F_1 + F_2}{F_1 F_2} - \frac{1}{d} \right)^{-1}$$

$$x_0 = \left( \frac{10 - 20}{-20 \cdot 10 \text{ см}} - \frac{1}{40 \text{ см}} \right)^{-1} = \left( \frac{-10}{-200} - \frac{1}{40} \right)^{-1} \text{ см} =$$

$$= \left( \frac{1}{20} - \frac{1}{40} \right)^{-1} \text{ см} = \left( \frac{1}{40} \right)^{-1} \text{ см} = 40 \text{ см}$$

1. Ответ  $x_0 = 40 \text{ см}$  (слева)

2)



Найдем изображение от первой линзы

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} \Rightarrow f_1 = \frac{F_1 d}{d - F_1} = \frac{10 \text{ см} \cdot 40 \text{ см}}{40 \text{ см} - 10 \text{ см}} = \frac{400}{30} \text{ см}$$
$$= \frac{40}{3} \text{ см}$$

см. прил. 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

МФТИ

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

$\sqrt{5}$  (прог 2)

$$u_{\text{отн}} = \frac{F_2}{L + F_1 - F_2}$$

$$|u| = 2,5 \text{ см/с} \left( \frac{-20}{10 - \frac{40}{3} + 20} \right)^2 =$$

$$= \frac{5}{2} \text{ см/с} \cdot \left( \frac{20 \cdot 3}{30 - 40 + 60} \right)^2 =$$

$$= \frac{5}{2} \text{ см/с} \cdot \left( \frac{60}{50} \right)^2 = \frac{5}{2} \text{ см/с} \cdot \frac{36}{25} = \frac{18}{5} \text{ см/с} = 3,6 \text{ см/с}$$

3. ~~Ответ~~  $|u|_{\text{отн}} = 3,6 \text{ см/с}$

Перейдем теперь в СО "Земля"

$$u = u_{\text{отн}} + v$$

$$u = 3,6 \text{ см/с} + 2,5 \text{ см/с} = 6,1 \text{ см/с}$$

3. Ответ:  $6,1 \text{ см/с}$

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"/>

МФТИ

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



Черновик

$$9 - \frac{3}{2} = \frac{18-3}{2} = \frac{15}{2}$$

$$\begin{array}{r} 28 \overline{) 4} \\ 7 \end{array}$$

$$\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2}$$

$$14 + 14 = 28$$

$$\begin{array}{r} 1200 \overline{) 500} \\ 1000 \quad \underline{200} \\ 2000 \end{array}$$

$$\frac{1}{F_1} - \frac{1}{F_2} = \frac{|F_2| - F_1}{F_1 F_2}$$

$$\frac{10}{200} = \frac{1}{20} = \frac{2}{40} - \frac{1}{40} = \frac{1}{40}$$

$$\frac{1}{40} + \frac{1}{40} = \frac{1}{20} \checkmark$$

~~2/19~~

$$\cancel{v_1} = \cancel{v^2} = u = \Gamma^2 v = v \frac{f^2}{d^2}$$

$$\begin{array}{r} .24 \\ 5 \\ \hline 20 \\ 10 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1200 \overline{) 5} \\ 10 \quad \underline{24} \\ 20 \end{array}$$

$$= v \left( \frac{F_2}{d - F_2} \right)^2 = v \left( \frac{F_2}{f(L - f_1) - F_2} \right)^2$$

$$u = v. \quad \begin{array}{r} 18 \overline{) 5} \\ 15 \quad \underline{3} \\ 30 \end{array}$$

$$f_2 = \frac{F_2(L - f_1)}{(L - f_1) - F_2}$$

$$f_2 = \frac{F_2(L - f_1)}{(L - f_1) - F_2} \quad \left| \frac{d(\cdot)}{dt} \right. \quad u = \frac{d(f)}{dt} (\dots)$$

$$u = -v \left( \frac{F_2}{(L - f_1) - F_2} - \frac{F_2(L - f_1)}{((L - f_1) - F_2)^2} \right) = \frac{F_2(L - f_1) - F_2^2 - F_2(L - f_1)}{((L - f_1) - F_2)^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

Черновик:

$R_1 - ?$

$J_1 R_1 - ?$

$$U_4 = 0 \checkmark$$

$$U_1 = \frac{\pi}{4} = 36U_2^2$$

$$\pi = 64U_2^2 + 64U_2^2 + 16U_2^2$$

~~$J_1 = J_2$~~

$$E = U_1 + J_1 R_1 + U_1 \frac{R_1}{R_2} \quad \pi = 128 + 16 = 144$$

$$L = \frac{J_1}{U_1}$$

$$E = J_1 R_1 + U_1 \frac{R_2 + R_1}{R_2}$$

~~$$\frac{E}{J_1} = R_1 + R_2 \frac{R_2 + R_1}{R_2}$$~~

$$\Delta\varphi = 0,01 \mu \cdot 10 \cdot 10,000 = 100 \mu\text{A} \ll 100.000 \mu\text{A}$$

$$\frac{120 - 39}{6} = \frac{81}{8}$$

~~$$a^2 + b^2$$~~

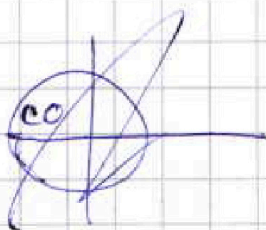
~~$$a + 2$$~~

~~$$a^2 + b^2 + c^2 + d^2$$~~

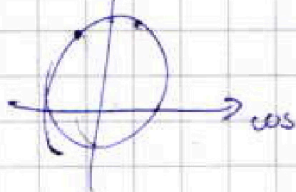
~~$$a + 2c$$~~

~~$$b + 2d$$~~

~~$$(a - b)^2 + (c - d)^2 - ?$$~~



sin



$$\left(\frac{7}{2}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = \frac{49 + 3}{4} = \frac{52}{4} = 13$$