



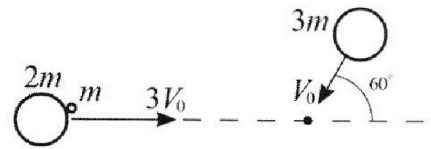
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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  $60^\circ$ .

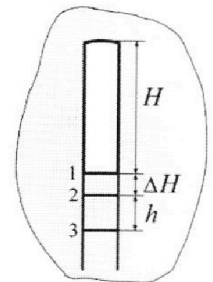


К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина массы  $m$ .

- 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.

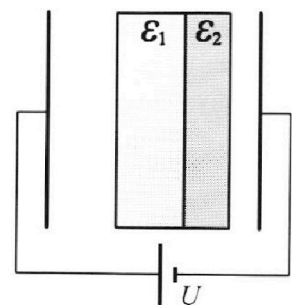
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Столб влажного воздуха имеет длину  $H = 8$  см, температура установилась  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ , в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру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

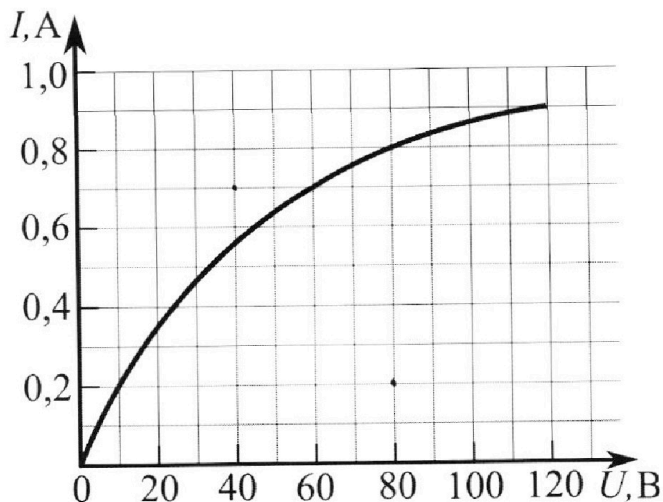
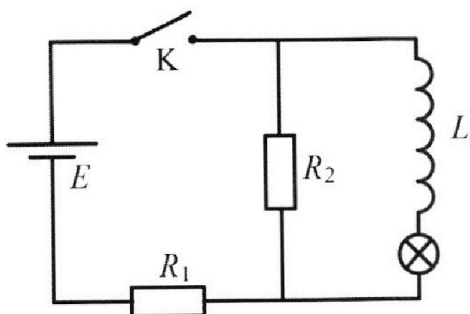
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-05

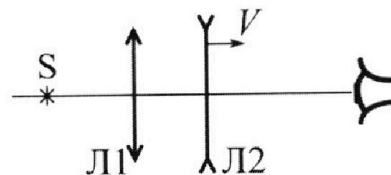
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные,  $L = 0,4$  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.

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

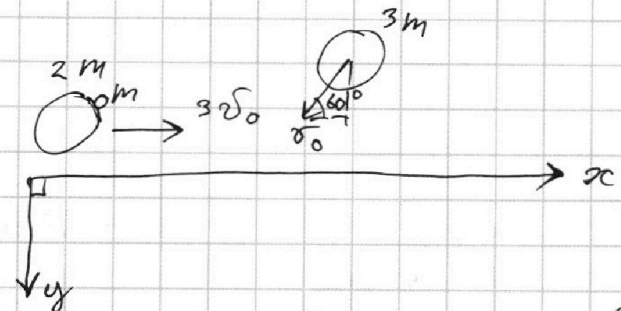
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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)



ЗСУ :

$$y : 3m v_0 \sin 60^\circ = 6m v_y$$
$$x : 3m \cdot 3v_0 - 3m v_0 \cos 60^\circ = 6m v_x$$
$$v_y = v_0 \frac{\sqrt{3}}{4} - \text{после столк.}$$
$$v_x = \frac{3}{4} v_0 - \text{после столк.}$$

$$v = \sqrt{\left(\frac{3}{4} v_0\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{4} v_0\right)^2} = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0 \Rightarrow \text{Ответ: } \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

$$2) \frac{3m \cdot (3v_0)^2}{2} + \frac{3m v_0^2}{2} = \frac{\left(\frac{\sqrt{3}}{2} v_0\right)^2 \cdot 6m}{2} + E_0 - \text{ЗСЭ.}$$

Решая, получаем

$$E_0 = 12,75 m v_0^2$$

$$\text{Ответ: } 12 \frac{3}{4} m v_0^2$$

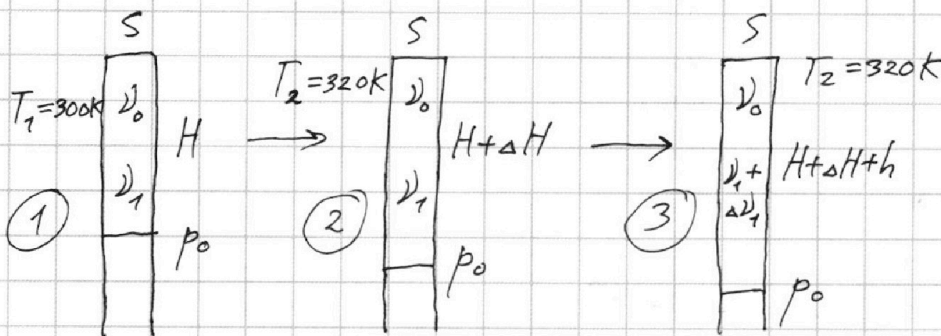
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$p = p_0 = \text{const} ; T_1 = (27 + 273) \text{K} ; T_2 = (57 + 273) \text{K}$$

1) Процесс  $1 \rightarrow 2$  - быстрый  $\Rightarrow$  значит,  
кол-во молекул газа осталось тем же:

$\nu_1$  - кол-во пара,  $\nu_0$  - кол-во воздуха.

$$\begin{cases} p_0 \cdot S H = (\nu_1 + \nu_0) R T_1 \\ p_0 \cdot S (H + \Delta H) = (\nu_1 + \nu_0) R T_2 \end{cases}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{H}{H + \Delta H} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta H = \frac{8}{15} \text{ см}$$

Ответ:  $\frac{8}{15} \text{ см}$

2)  $p_{B1}$ ,  $p_{B2}$  - парц. давление воздуха в проц. 1 и 3.

$$\begin{cases} \nu_0 R T_1 = p_{B1} S H \\ \nu_0 R T_2 = p_{B2} S (H + \Delta H + h) \end{cases}$$

Решая, получаем:  $p_{B2} = p_{B1} \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{H}{H + \Delta H + h}$ .

Уравнение для  $p_0$ :

П.к. в состояниях 1 и 3 пар насыщенней:

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!

$$\begin{cases} p_{\nu 1} + p_1 = p_0 & \text{н.к. в топ состоянии 1 шаг каскада} \\ p_{\nu 2} + p_2 = p_0 & \text{н.к.} \\ p_{\nu 2} = p_{\nu 1} \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{H}{H + \Delta H + h} \end{cases}$$

Решая, получаем

$$p_0 = p_1 + \frac{p_2 - p_1}{1 - \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{H}{H + \Delta H + h}} = 983 \frac{1}{3} \text{ мк. рт. см.}$$

Ответ:  $983 \frac{1}{3}$  мк. рт. см.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

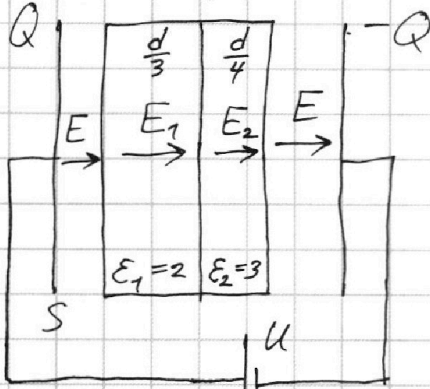
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



Диэлектрик



~~E~~ в теле диэлектрика  
~~и~~ в правом и левом  
зазорах, и равно E.

$$E_1 = \frac{E}{\epsilon_1} = \frac{E}{2}$$

$$E_2 = \frac{E}{\epsilon_2} = \frac{E}{3}$$

$$1) E \left( d - \frac{d}{3} - \frac{d}{4} \right) + \frac{E}{2} \cdot \frac{d}{3} + \frac{E}{3} \cdot \frac{d}{4} = U$$

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

Ответ:  $E = \frac{3U}{2d}$

2) по  $\sigma$  напряжённость поля <sup>заряженной</sup> плоскости

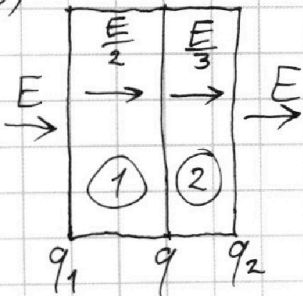
равно  $\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ , т.к. обкладки две.

$$\sigma = \frac{Q}{S}$$

$$\frac{Q}{S\epsilon_0} = E = \frac{3U}{2d} \Rightarrow Q = \frac{3US\epsilon_0}{2d}$$

Ответ:  $Q = \frac{3US\epsilon_0}{2d}$

3)



Напряжённости в областях 1 и 2:

$$\frac{q_1}{2S\epsilon_0} - \frac{q}{2S\epsilon_0} - \frac{q_2}{2S\epsilon_0} + E = \frac{E}{2}$$

$$\frac{q}{2S\epsilon_0} + \frac{q_1}{2S\epsilon_0} - \frac{q_2}{2S\epsilon_0} + E = \frac{E}{3}$$

$$-\frac{q}{S\epsilon_0} = \frac{E}{6} = \frac{U}{4d} \Rightarrow \text{выразим } q.$$

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

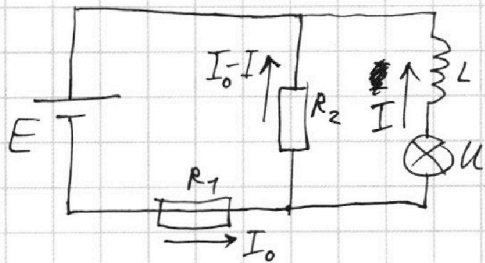
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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) При  $t=0$ ;  $I=0$ , т.к.

ток в катушке не меняется  
мгновенно  $\Rightarrow \cancel{I(t)=0} \Rightarrow \cancel{K}$

$$I_{10} = I_0 - I = I_0 \text{ при } t=0$$

$$I_{10} = \frac{E}{R_1 + R_2} = 0,24 \text{ А.}$$

Ответ:  $0,24 \text{ А.}$

2)  $I=0 \Rightarrow \cancel{I(t)=0} \Rightarrow K=0$  (по ВАХ)  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow L \dot{I} = R_2 I_{10}$$

$$\dot{I} = \frac{E R_2}{L(R_1 + R_2)} = 240 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

Ответ:  $240 \frac{\text{А}}{\text{с}}$

$$3) \begin{cases} E = I_0 R_1 + (I_0 - I) R_2 \\ R_2 (I_0 - I) = \frac{U + L \dot{I}}{R_1} \end{cases}, \text{ т.к. режим установившийся } L \dot{I} = 0$$

Решая, получаем  $I(U)$ :

$$I = \frac{E}{R_1} - U \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} - \text{прямая на графике } \cancel{I(U)},$$

её пересечение с ~~ВАХ~~ графиком ВАХ даст  
нам точку  $(I_d; U_d)$  -  $I_d$  - искомый ток.

$$I = 1,2 - \frac{1}{80} U \Rightarrow I(80) = 0,2; I(40) = 0,7 \Rightarrow$$

по этим двум точкам проводим прямую  $\Rightarrow$  по графику

$I_d \approx 0,6 \text{ А}$       Ответ:  $0,6 \text{ А}$

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 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!

1) Две линзы, стоящие вплотную, можно заменить одной (ее оптич. силы складываются):

$$D_1 + D_2 = D$$

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

$$F = -\frac{20 \cdot 10}{20 + 10} = -6\frac{2}{3} \text{ см}$$

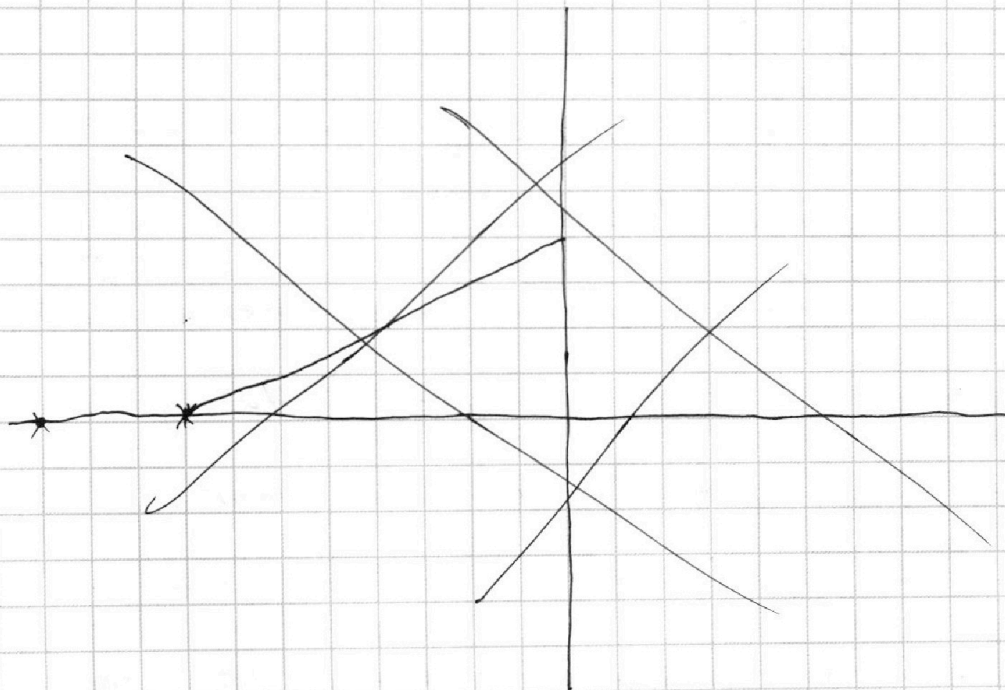
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{x_0} = \frac{1}{F} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_0 = -\frac{40}{7} \text{ см}; |x_0| = \frac{40}{7} \text{ см}$$

Ответ:  $\frac{40}{7}$  см

2)  $L = F_1$ .

Найдём зависимость  $x(l)$ , где  $l = F_1 - L$ :





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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

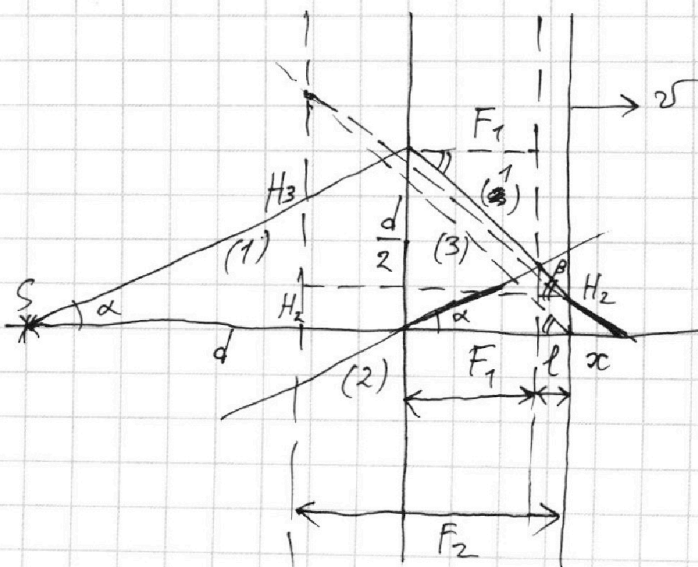
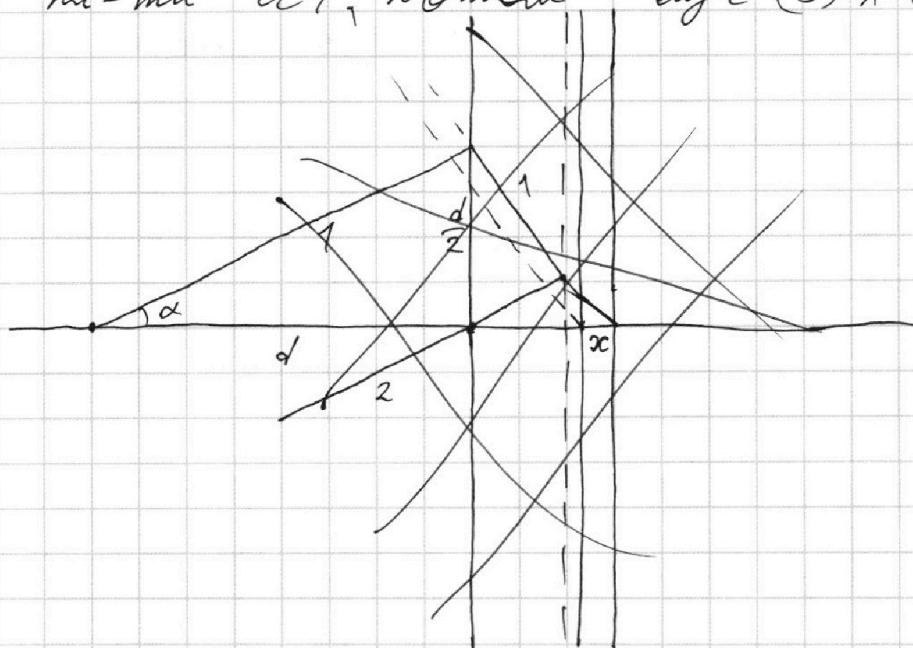
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



Пусть рассмотрим луч (1) под углом  $\alpha =$   
 $= \arctg \frac{1}{2}$  к оптич. оси линз, пусть ~~на~~ луч (2)  
~~№(1)~~ параллельно лучу (1) через центр  $L_1$ ,  
 после преломления они пересекутся в фокал.  
 м-ти  $L_1$ , потом луч (3)  $\parallel$  (1).



$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta \cdot F_1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot F_1 &= \\ &= \frac{d}{2} \Rightarrow \\ \Rightarrow \operatorname{tg} \beta &= \frac{3}{2} \\ (F_1 + l) \operatorname{tg} \beta &= \frac{d}{2} - H_2 \\ H_2 &= (5 - \frac{3}{2}l) \text{ см} \\ \frac{H_3}{x + |F_2|} &= \frac{H_2}{x} \\ H_3 &= |F_2| \operatorname{tg} \beta = 30 \text{ см} \end{aligned}$$

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 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!



$$\frac{30}{x+20} = \frac{5 - \frac{3}{2}l}{x}$$

в н. (2)  $l = 0 \Rightarrow x = 4 \text{ см}$

Ответ:  $x = 4 \text{ см}$

3)  $25x = 100 - \frac{3}{2}lx - 30l - x(l)$ .

$l = vt$ ,  $t = 0$  при  $l = 0 \Rightarrow$  в искомым  
мгзе при  $L = 70 \text{ см}$ .

$$25x = 100 - \frac{3}{2}lx - 30l \quad \left/ \frac{d}{dt} \right.$$

$$25\dot{x} = \frac{3}{2}(\dot{x}vt + v\dot{x}) - 30v \quad \left| \cdot t \right.$$

при  $t = 0$

$$x = 4 \text{ см}$$

$$\dot{x} = -2,4 \text{ см/с}$$

$$u = \dot{x} + v = 0,1 \text{ м/с}, \text{ т.к. } \dot{x} \text{ в СО, связанной}$$

с л2.

Ответ:  $0,1 \text{ м/с}$ .

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



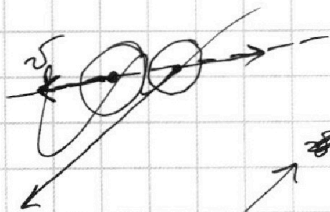
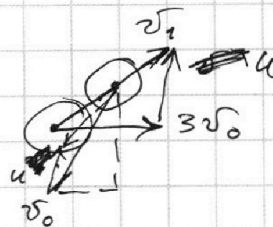
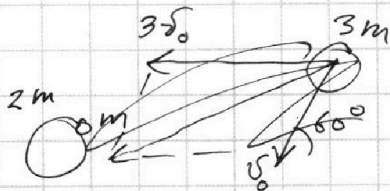
$$p_{2x} = 7,5m\delta_0 - p_{1x}$$

$$p_{2y} = \frac{3\sqrt{3}}{2}m\delta_0 - p_{1y}$$

$$p_{2x}^2 + p_{2y}^2 = (7,5m\delta_0)^2 - 15m\delta_0 p_{1x} + p_{1x}^2 + \frac{27}{2}m^2\delta_0^2 - 3\sqrt{3}m\delta_0 p_{1y} + p_{1y}^2 =$$

$$= p_1^2 + (7,5m\delta_0)^2 + 13,5m^2\delta_0^2 - (15 + 3\sqrt{3})m\delta_0 p_{1x} - 3\sqrt{3}m\delta_0 p_{1y}$$

3)



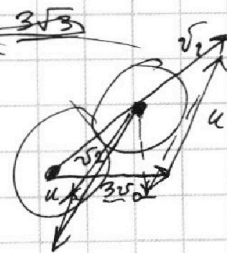
$$3m \cdot 3\delta_0 + 3m\delta_0 = 3m\delta_0 \cdot \frac{1}{2} =$$

$$u = 4m\delta_{2x}$$

$$3m\delta_{1x} - 3m\delta_{2x} = 4m\delta_{2x}$$

$$3m\delta_{1y} - 3m\delta_{2y} = 4m\delta_{2y}$$

$$\frac{3m(\delta_{1x}^2 + \delta_{1y}^2)}{2} + \frac{3m(\delta_{2x}^2 + \delta_{2y}^2)}{2} = \frac{E_0}{2} + \frac{4m}{2} (\delta_{2x}^2 + \delta_{2y}^2)$$



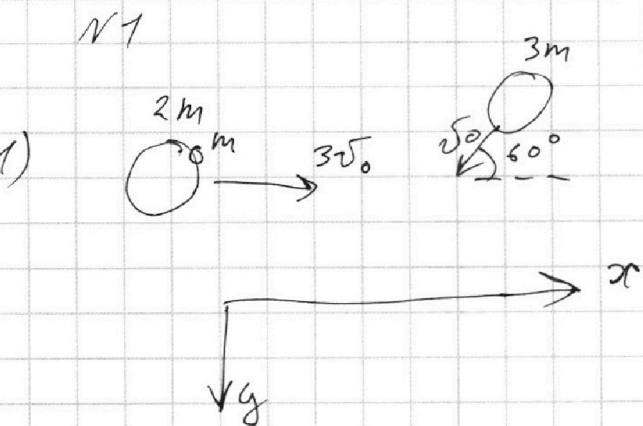
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\begin{cases} 3m v_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 6m v_y \\ 3m \cdot 3v_0 - 3m v_0 \cdot \frac{1}{2} = 6m v_x \end{cases}$$

$$v_y = \frac{3v_0}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$v_x = \frac{3}{4} v_0$$

$$v = \sqrt{\frac{9}{16} v_0^2 + \frac{3}{16} v_0^2} = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

$$2) \frac{3m \cdot (3v_0)^2}{2} + \frac{3m v_0^2}{2} = \frac{(\frac{\sqrt{3}}{2} v_0)^2 \cdot 6m}{2} + E_0$$

$$15m v_0^2 = 3 \cdot \frac{3}{4} m v_0^2 + E_0$$

$$15 - \frac{9}{4} = 12,75$$

$$E_0 = 12,75 m v_0^2$$

$$3) \frac{3m \cdot (3v_0)^2}{2} - 15m v_0^2 = \frac{4m \cdot v_2^2}{2} + \frac{2m v_1^2}{2} + \frac{12,75}{2} m v_0^2$$

$$p_1^2 = p_{1x}^2 + p_{1y}^2$$

$$3m \cdot 3v_0 - 3m v_0 \cdot \frac{1}{2} = 7,5m v_0 = p_{1x} + p_{2x}$$

$$\rightarrow \frac{3\sqrt{3}}{2} m v_0 = p_{1y} + p_{2y}$$

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

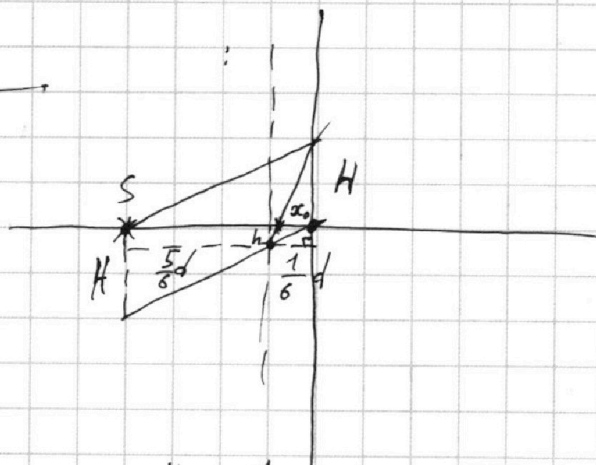
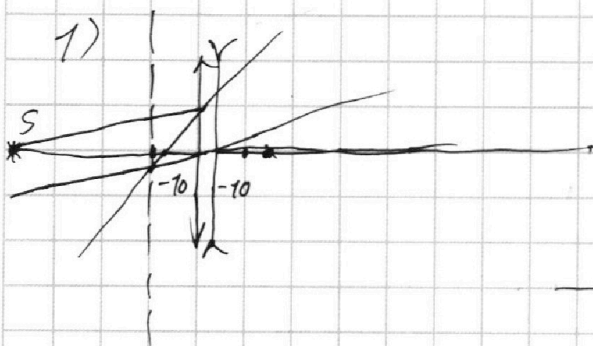
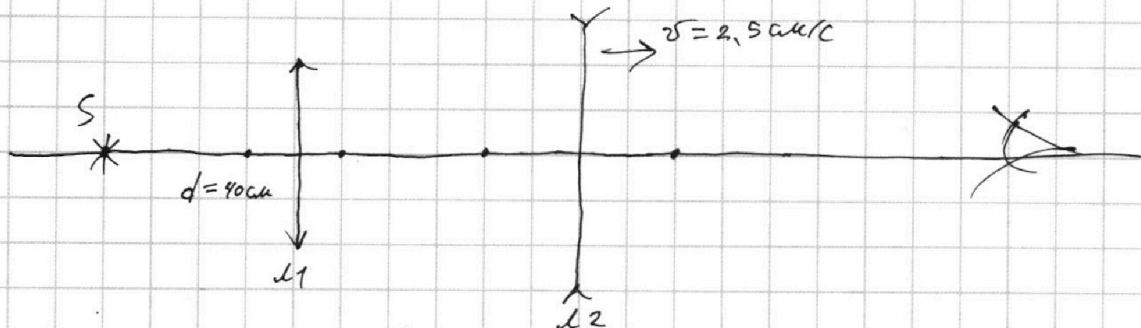
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

N5



$$\frac{1}{10} - \frac{1}{20} = \frac{1}{f}$$

$$f = -\frac{20 \cdot 10}{30} = -\frac{20}{3} = -6\frac{2}{3}$$

$$\frac{x_0}{H} = \frac{d}{6(h+H)} = \frac{d}{7H}$$

$$x_0 = \frac{d}{7} = \frac{20}{7} \text{ cm}$$

$$\frac{H}{d} = \frac{6h}{d} \quad h = \frac{H}{6}$$

$$\frac{1}{40} + \frac{1}{f} = -\frac{1}{6\frac{2}{3}}$$

$$f = \frac{1}{-\frac{3}{20} - \frac{1}{40}}$$

$$\frac{1}{x_0} = -\frac{3}{20} - \frac{1}{40} = -\frac{7}{40}$$

$$x_0 = -\frac{40}{7} \text{ cm}$$

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!



$$(1+2) \quad 2q_1 = -E\epsilon\epsilon_0$$

$$q_1 = -\frac{E\epsilon\epsilon_0}{2}$$

$$(2-3) \quad -2q = -E\epsilon\epsilon_0 + \frac{4}{3}E\epsilon\epsilon_0$$

$$-2q = \frac{1}{3}E\epsilon\epsilon_0$$

$$q = -\frac{1}{6}E\epsilon\epsilon_0 = -\frac{1}{6}\epsilon\epsilon_0 \cdot \frac{3U}{2d} = -\frac{\epsilon\epsilon_0 U}{4d}$$

№5!

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2}$$

$$H_1 = \frac{d}{2} = 20 \text{ см}$$

$$F_1 (\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha) = H_1 = \frac{d}{2}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{d}{2F_1} - \operatorname{tg} \alpha =$$

$$F_1 \operatorname{tg} \beta = H_1 - F_1 \operatorname{tg} \alpha$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{d}{2F_1} - \frac{1}{2} = \frac{3}{2}$$

$$(F_1 + l) \operatorname{tg} \beta = H_1 - H_2$$

$$H_2 = H_1 - (F_1 + l) \operatorname{tg} \beta = 20 - 15 - \frac{3}{2}l = 5 - \frac{3}{2}l$$

$$\frac{H_3}{x + |F_2|} = \frac{H_2}{x}$$

$$\cancel{H_3 = H_2 - |F_2| \operatorname{tg} \beta} \quad H_3 = |F_2| \operatorname{tg} \beta = 30 \text{ см}$$

$$\cancel{H_3 = H_2 + |F_2| \operatorname{tg} \beta} = 5 - \frac{3}{2}l + 30 = 35 - \frac{3}{2}l$$

$$\frac{35 - \frac{3}{2}l}{x + 20} = \frac{5 - \frac{3}{2}l}{x}$$

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

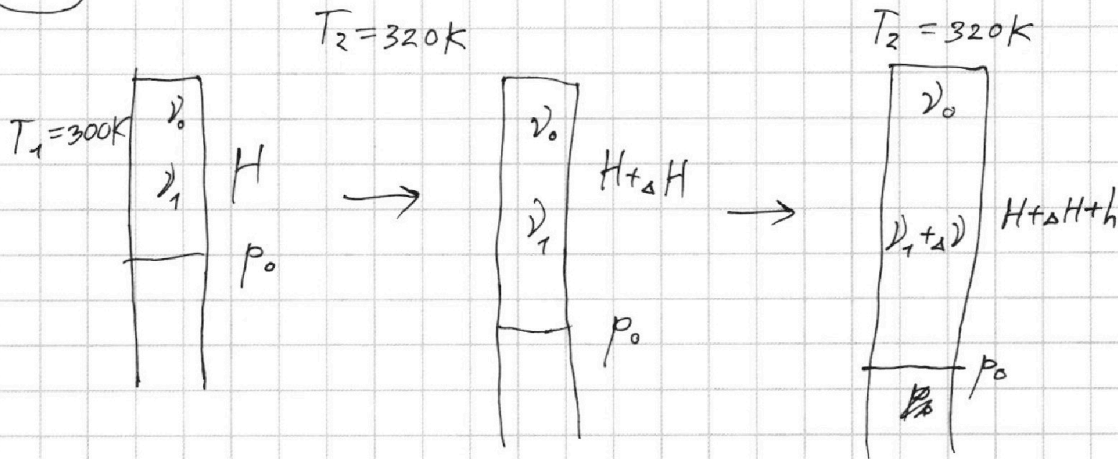
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

N 2



1)  $p = \text{const}$

$$\begin{cases} p_0 S H = (\nu_1 + \nu_0) R T_1 \\ p_0 S (H + \Delta H) = (\nu_1 + \nu_0) R T_2 \end{cases}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{H}{H + \Delta H}$$

$$H + \Delta H = \frac{320}{300} H = \frac{16}{15} H$$

$$\Delta H = \frac{1}{15} H = \left( \frac{8}{15} \text{ см} \right)$$

2)  $\nu_0 R T_1 = p_{b1} H S$

$$p_{b1} = \frac{\nu_0 R T_1}{H S}$$

$$p_{b2} = \frac{\nu_0 R T_2}{(H + \Delta H + h) S} = p_{b1} \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{H}{H + \Delta H + h} = \frac{16}{15} \cdot \frac{8}{8 + \frac{8}{15} + 1.03} p_{b1}$$

$$\frac{\nu_0 R T_1}{H S} + p_1 = \frac{\nu_0 R T_2}{(H + \Delta H + h) S} + p_2$$

$$\frac{\nu_0 R T_2}{(\Delta H + H) S} + p_1 \frac{T_2 H}{T_1 (\Delta H + H)} = \frac{\nu_0 R T_1}{H S} + p_1$$

$$p_{b1} + p_1 = p_{b2} + p_2$$

$$p_{b1} + p_1 = \left( \frac{16}{15} p_{b1} + p_1 \right) \frac{T_2 H}{T_1 (\Delta H + H)}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

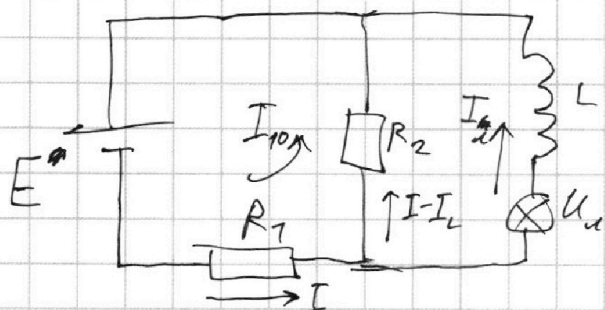
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



№4



$$1) I_{10} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120}{500} = 0,24 \text{ A}$$

$$2) U_x = 0 \Rightarrow$$

$$U_x = \frac{E}{R_1 + R_2} \cdot R_2 = LI$$

$$I = \frac{ER_2}{L(R_1 + R_2)} = \frac{120 \cdot 400}{0,4 \cdot 500} = 240 \frac{\text{A}}{\text{C}}$$

$$3) E = IR_1 + R_2(I - I_x)$$

$$R_2(I - I_x) = U_x \quad (U_x = 0)$$

$$I - I_x = \frac{E - IR_1}{R_2}$$

$$I(R_1 + R_2) = E + R_2 I_x$$

$$I = \frac{E + R_2 I_x}{R_1 + R_2}$$

$$U_x = R_2 \frac{E + R_2 I_x}{R_1 + R_2} - R_2 I_x$$

$$U_x = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E + \left( \frac{R_2^2}{R_1 + R_2} - R_2 \right) I_x =$$

$$= \frac{R_2}{R_1 + R_2} E + \frac{R_2^2 - R_1 R_2 - R_2^2}{R_1 + R_2} I_x = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E - \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I_x$$

$$I_x = - \frac{U_x - \frac{R_2}{R_1 + R_2} E}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} = \frac{E}{R_1} - U_x \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2} = 1,2 - \frac{500}{40000} U_x =$$

$$= 1,2 - \frac{5}{400} U_x = 1,2 - \frac{1}{80} U_x$$

$$I_x U_x = 1,2 \cdot 80 = 96 \text{ B}$$

$$\text{from } I_x(80) = 0,2$$

$$I_x(40) = 0,24 \text{ A}$$

$$I_x \approx 0,6 \text{ A}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

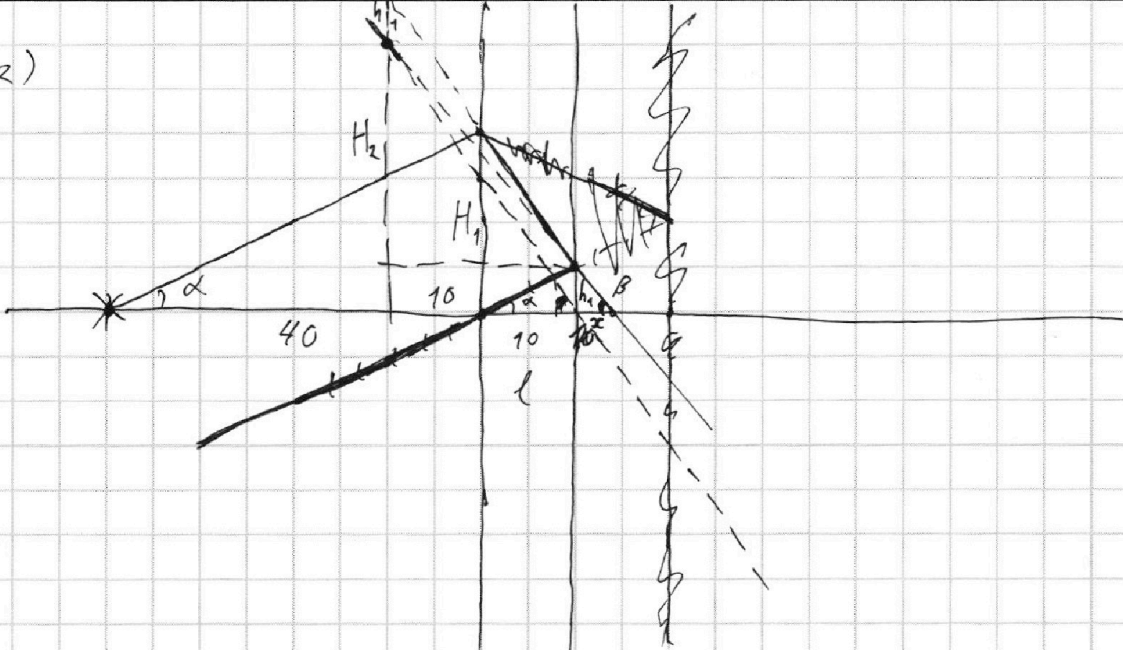
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 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)



$$h_1 = 5 \text{ см}, \text{ т.к. } \frac{h_1}{10} = \frac{H_1}{40}; H_1 = 20$$

$$\frac{h_1 + H_2}{x + 10 + x} = \frac{H_2}{10 + 10}$$

$$\frac{h_1}{x} = \frac{H_2}{20 + x}$$

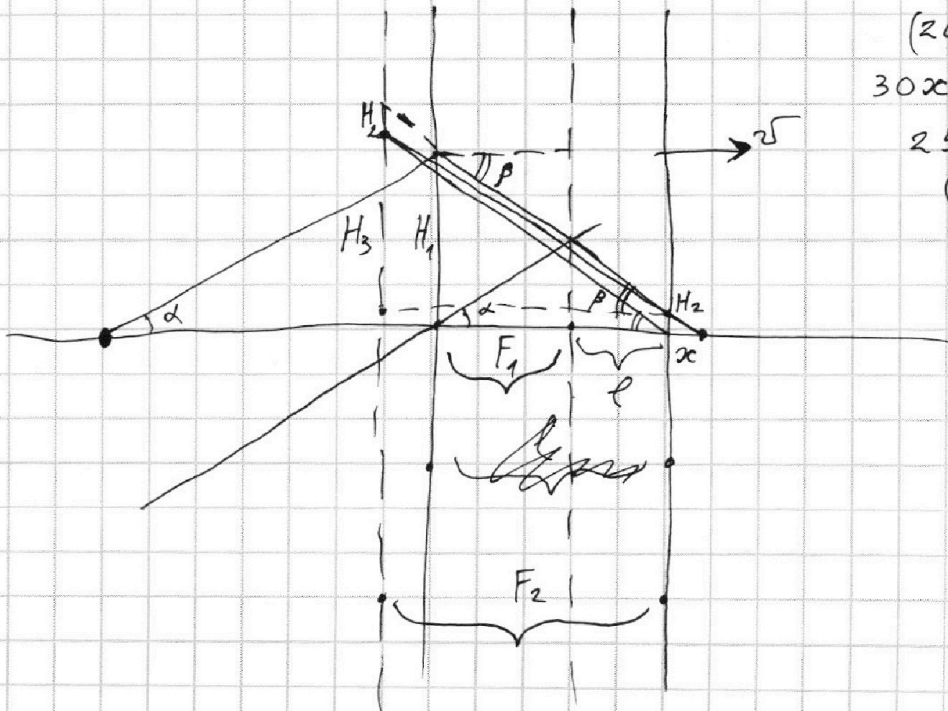
$$\frac{H_2}{20} = \frac{H_1 - h_1}{10}$$

$$H_2 = 2(H_1 - h_1) = (20 - 5) \cdot 2 = 30 \text{ см}$$

$$30x = 5 \cdot 20 \cdot 5x$$

$$25x = 700$$

$$x = 4 \text{ см}$$



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 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!

$$35x - \frac{3}{2}lx = 5x + 100 - \frac{3}{2}lx - 30l$$

$$30x = 100 - 30l$$

$$x = \frac{10}{3} - l$$

$$\frac{30}{x+20} = 5 - \frac{3}{2}l$$

$$30x = 5x + \frac{100}{3} - \frac{3}{2}lx - 30l$$

$$25x = 100 - \frac{3}{2}lx - 30l$$

$$l=0 \Rightarrow x = 4 \text{ см}$$

$$l = \sqrt{t}$$

$$25x = 100 - \frac{3}{2}\sqrt{t}x - 30\sqrt{t} \quad \left| \frac{d}{dt} \right.$$

$$25\dot{x} = \frac{3}{2}(\dot{x}\sqrt{t} + \sqrt{t}\dot{x}) - 30\dot{\sqrt{t}}$$

$$25\dot{x} = \dot{x} \quad t=0$$

$$25\dot{x} = \frac{3}{2}\sqrt{t}x - 30\dot{\sqrt{t}}$$

$$x = 4$$

$$25\dot{x} = \frac{3}{2} \cdot 2,5 \cdot 4 - 30 \cdot 2,5$$

$$\dot{x} = 0,6 - 3 = -2,4 \text{ см/с}$$

$$u = \dot{x} + \dot{\sqrt{t}} = 0,1 \text{ см/с}$$



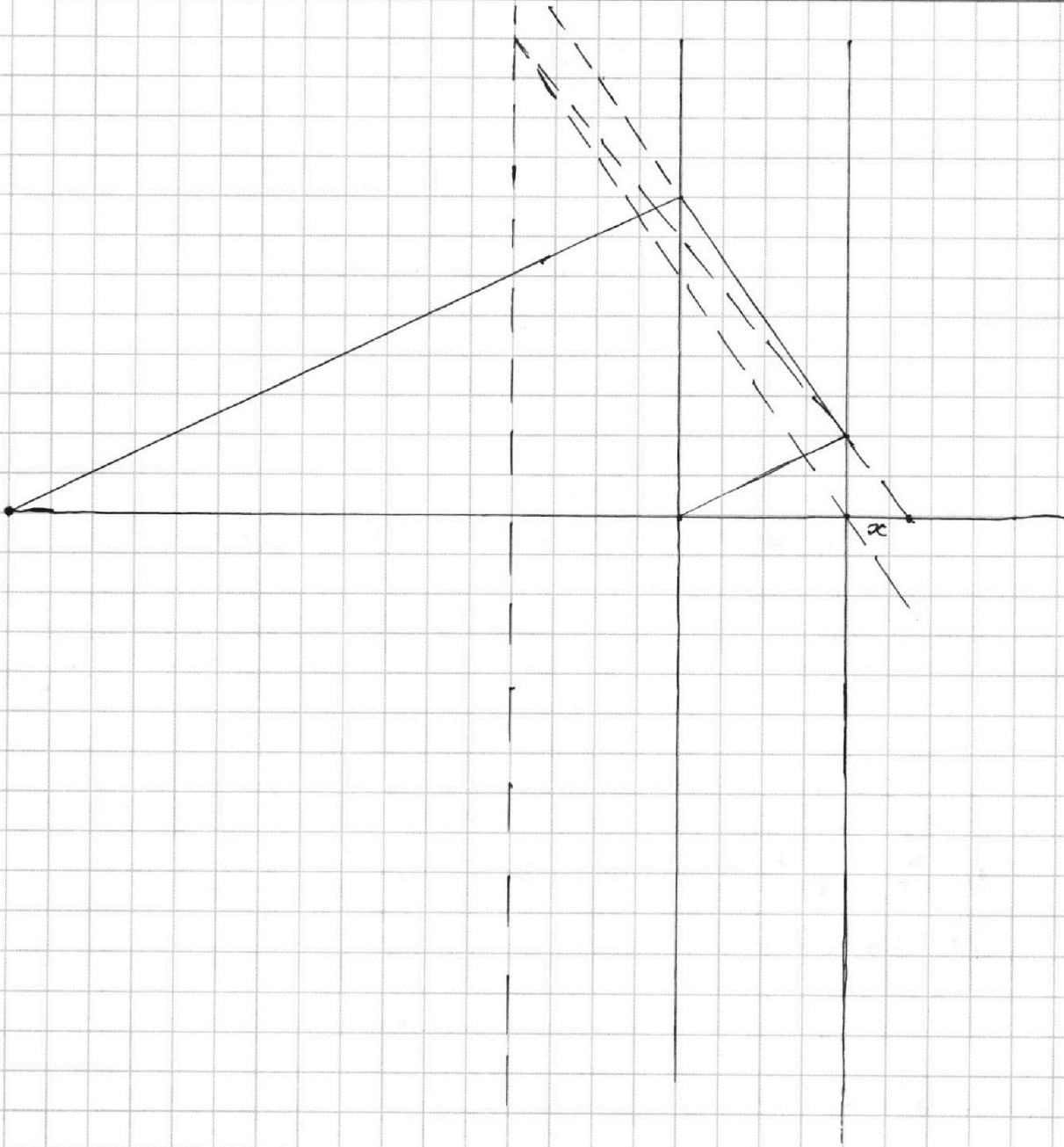
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1    2    3    4    5    6    7



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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



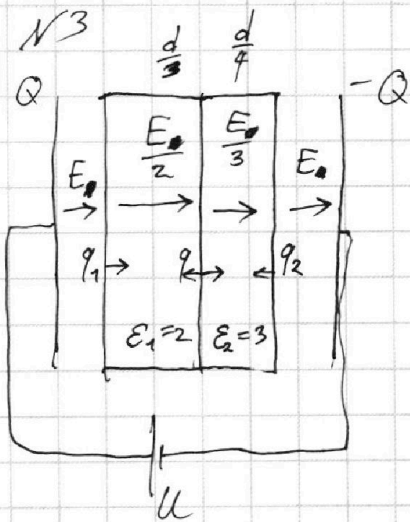
$$p_{B1} + p_1 = p_{B1} \cdot \frac{16}{15} \cdot \frac{8}{8 + \frac{8}{15} + 1,03} + p_2$$

$$p_{B1} \left( 1 - \frac{16 \cdot 8}{15(8 + \frac{8}{15} + 1,03)} \right) = p_2 - p_1$$

$$p_0 = p_1 + \frac{p_2 - p_1}{1 - \frac{16 \cdot 8}{15(8 + \frac{8}{15} + 1,03)}} = 27 + \frac{103}{\dots}$$

$$= 27 + \frac{103 \cdot 15(8 + \frac{8}{15} + 1,03)}{15 \cdot 8 + 8 + 1,03 \cdot 15 - 16 \cdot 8} = 27 + \frac{103 \cdot 15}{1,03 \cdot 15} (8 + \frac{8}{15} + 1,03) =$$

$$= 27 + 800 + \frac{800}{15} + 103 = 930 + \frac{160}{3} = 930 + 53 \frac{1}{3} = \boxed{983 \frac{1}{3}}$$



$$1) E(d - \frac{d}{3} - \frac{d}{4}) + \frac{E}{2} \cdot \frac{d}{3} + \frac{E}{3} \cdot \frac{d}{4} = U$$

$$\frac{5}{12} E + \frac{2}{12} E + \frac{1}{12} E = \frac{U}{d}$$

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

$$2) \frac{Q}{\epsilon_0} = E$$

$$\frac{Q}{S\epsilon_0} = E \Rightarrow Q = S\epsilon_0 E = \boxed{\frac{3US\epsilon_0}{2d}}$$

$$3) 1) q + q_1 + q_2 = 0$$

$$-\frac{q_2}{2S\epsilon_0} + \frac{q_1}{2S\epsilon_0} - \frac{q}{2S\epsilon_0} = -\frac{E}{2}$$

$$\frac{q_1}{2S\epsilon_0} + \frac{q}{2S\epsilon_0} - \frac{q_2}{2S\epsilon_0} = -\frac{2E}{3}$$

$$2) q_1 - q - q_2 = -E S \epsilon_0$$

$$3) q_1 + q - q_2 = -\frac{4}{3} E S \epsilon_0$$