



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

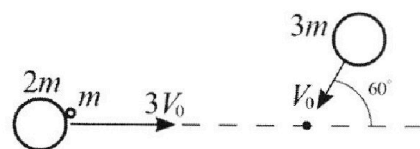
Вариант 11-05

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° .

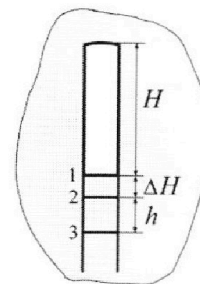
К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина массы m .



- 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.

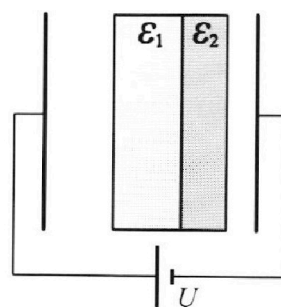
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Столб влажного воздуха имеет длину $H = 8$ см, температура установилась $t_1 = 27^\circ\text{C}$, в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру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

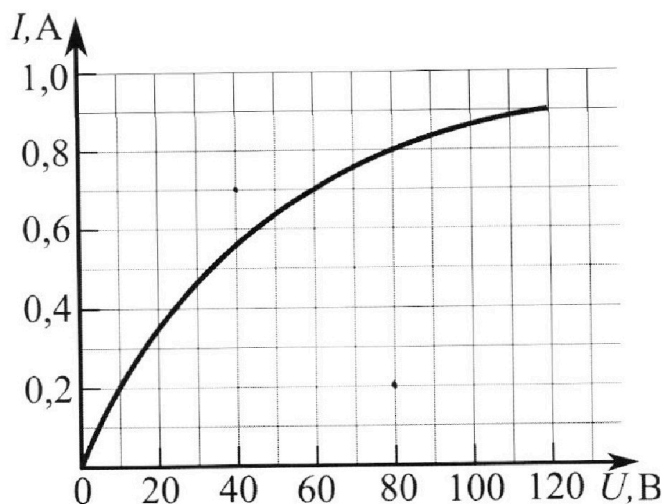
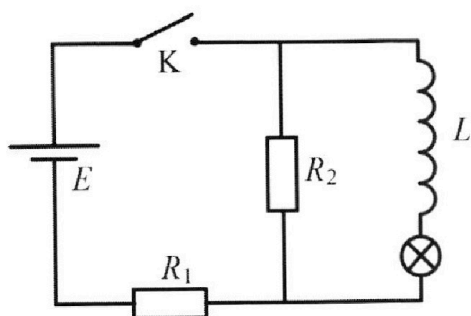
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-05

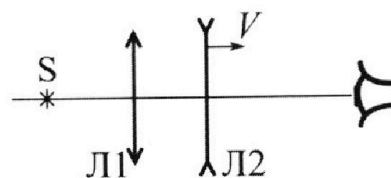
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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_0 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:

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

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

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

Решая, получаем

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

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

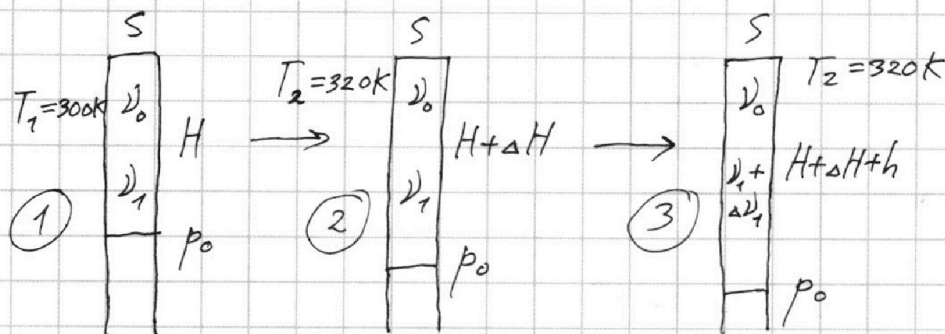
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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:

V_1 - кол-во пара, V_0 - кол-во воздуха.

$$\begin{cases} p_0 \cdot SH = (V_1 + V_0) RT_1 \\ p_0 \cdot S(H + \Delta H) = (V_1 + V_0) RT_2 \end{cases}$$

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

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

Ответ: $\frac{8}{15} \text{ см}$

2) p_{v1} и p_{v2} - парц. давление воздуха в проц. 1 и 3.

$$\begin{cases} V_0 RT_1 = p_{v1} SH \\ V_0 RT_2 = p_{v2} S(H + \Delta H + h) \end{cases}$$

Решая, получаем: $p_{v2} = p_{v1} \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{H}{H + \Delta H + h}$

Уравнение для p_0 :

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



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!

$$\begin{cases} p_{v1} + p_1 = p_0 & \text{н.к. в } \text{состоянии } 1 \text{ на } \text{качестве} \\ p_{v2} + p_2 = p_0 \\ p_{v2} = p_{v1} \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{H}{H + \Delta H + h} \end{cases}$$

Решая, получаем

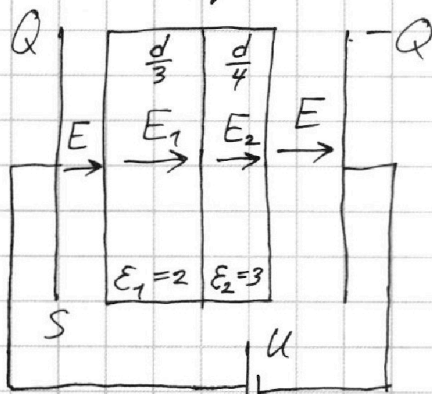
$$p_0 = p_1 + \frac{p_2 - p_1}{1 - \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{H}{H + \Delta H + h}} = 983 \frac{1}{3} \text{ мм. рт. ст.}$$

Ответ: $983 \frac{1}{3}$ мм. рт. ст.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐



Два диэлектрика



В теле одинаково
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: $E = \frac{3U}{2d}$

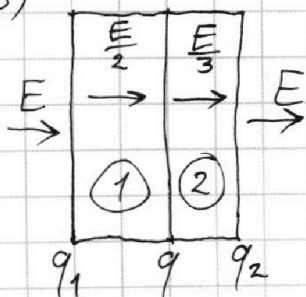
2) По π напряженность поля ^{заряженной} плоскости
равно $\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$, т.к. обкладки две.

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

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

Ответ: $Q = \frac{3US\epsilon_0}{2d}$

3)



Напряженности 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.

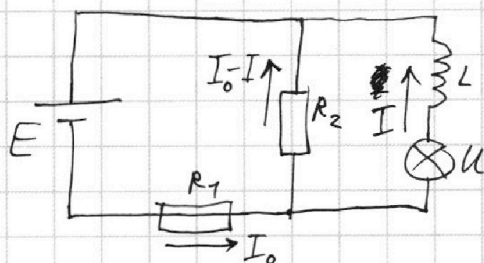
Отметьте крестиком номер задачи,

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 $\Rightarrow I(0)=0 \Rightarrow U=0$

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

$$I_0 = \frac{E}{R_1 + R_2} = 0,24 \text{ А.}$$

Ответ: $0,24 \text{ А.}$

2) $I=0 \Rightarrow I(U)=0 \Rightarrow U=0$ (по ВЛХ) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow L \dot{I} = R_2 I_0$$

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

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

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

Решая, получаем $I(U)$:

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

её пересечение с графиком ВЛХ 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
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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 (их оптич. силы складываются):

$$D_1 + D_2 = D$$

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

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

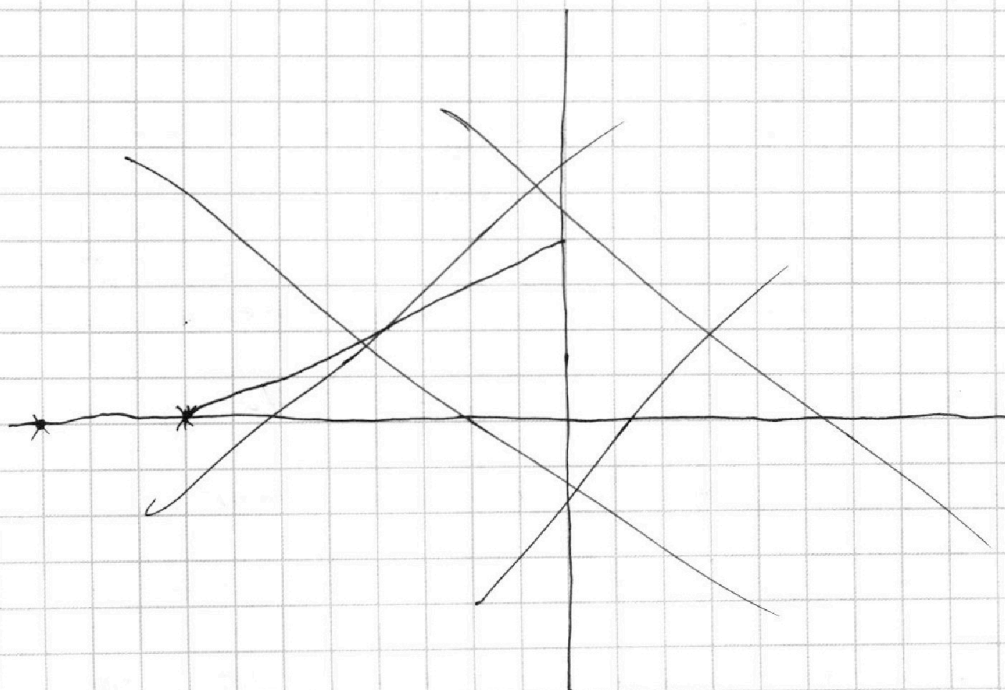
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{x_0} = \frac{1}{F} \Rightarrow$$

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

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:

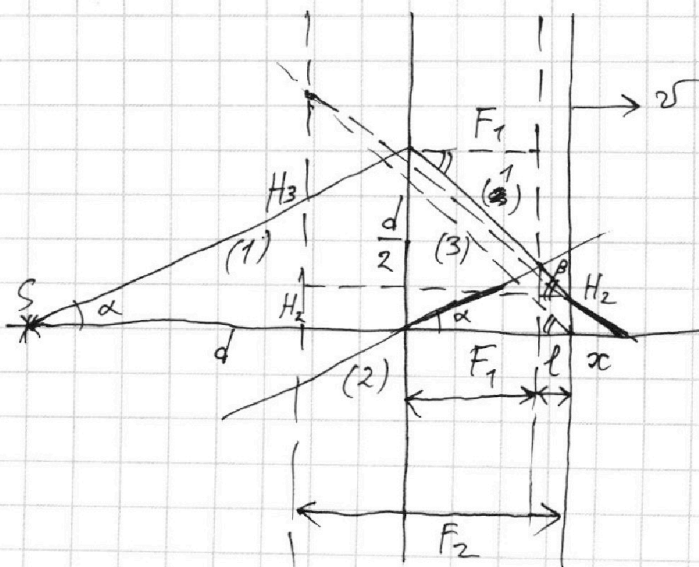
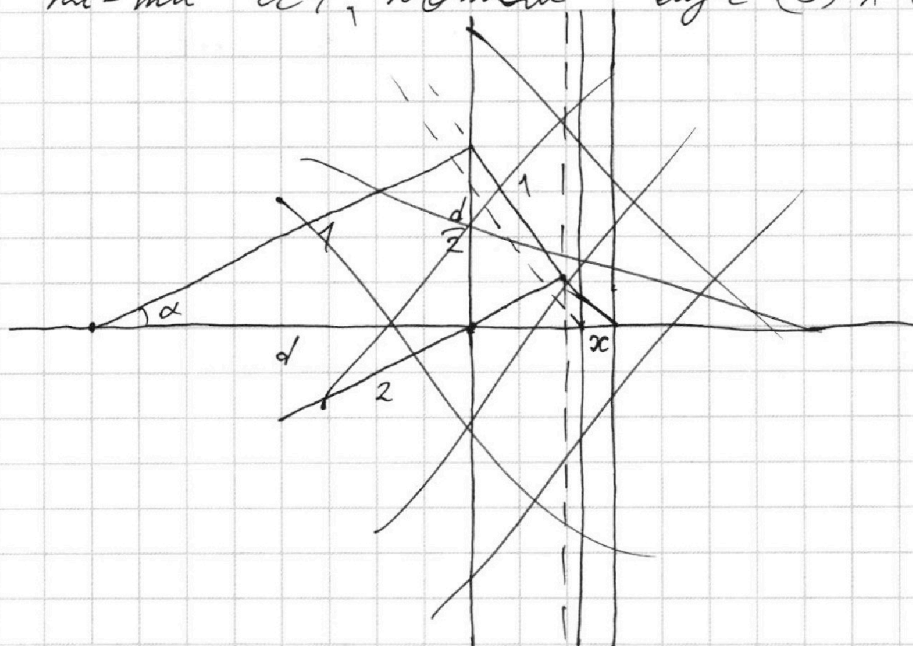
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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

МФТИ



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 Л1,
 после преломления они пересекутся в фокал.
 м-ти Л1, потом луч (3) $\parallel$ (1).



$$\operatorname{tg} \beta \cdot F_1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot F_1 =$$

$$= \frac{d}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \beta = \frac{3}{2}$$

$$(F_1 + l) \operatorname{tg} \beta = \frac{d}{2} - H_2$$

$$H_2 = (5 - \frac{3}{2}l) \text{ см}$$

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

$$H_3 = |F_2| \operatorname{tg} \beta = 30 \text{ см}$$

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!



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

$$\text{в п. (2)} \quad l = 0 \Rightarrow x = 4 \text{ м}$$

Ответ: $x = 4 \text{ м}$

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

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

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

$$25\dot{x} = \frac{3}{2}(\dot{x}vt + v\dot{x}) - 30v \quad \text{т.к.}$$

$$\text{при } t = 0$$

$$x = 4 \text{ м}$$

$$\dot{x} = -2,4 \text{ м/с}$$

$$u = \dot{x} + v = 0,1 \text{ м/с}, \text{ т.к. } \dot{x} \text{ в } CO, \text{ связанной с } L2.$$

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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



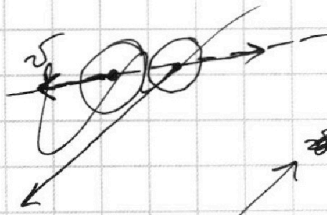
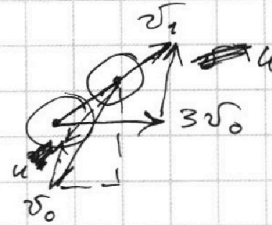
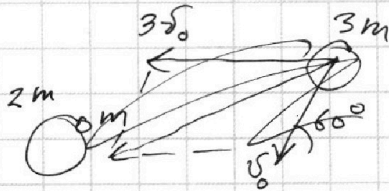
$$p_{2x} = 7,5m\vec{v}_0 - p_{1x}$$

$$p_{2y} = \frac{3\sqrt{3}}{2}m\vec{v}_0 - p_{1y}$$

$$p_{1x}^2 + p_{1y}^2 = (7,5m\vec{v}_0)^2 - 15m\vec{v}_0 p_{1x} + p_{1x}^2 + \frac{27}{2}m^2\vec{v}_0^2 - 3\sqrt{3}m\vec{v}_0 p_{1y} + p_{1y}^2 =$$

$$= p_1^2 + (7,5m\vec{v}_0)^2 + 13,5m^2\vec{v}_0^2 - (15 + 3\sqrt{3})m\vec{v}_0 p_{1x} - 3\sqrt{3}m\vec{v}_0 p_{1y}$$

3)



$$3m \cdot 3\vec{v}_0 + 3m\vec{v}_1 = 3m\vec{v}_0 \cdot \frac{1}{2} =$$

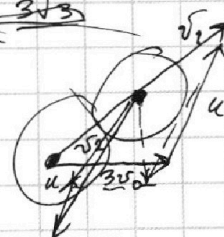
$$u = 4m\vec{v}_{2x}$$

$$3m \cdot \vec{v}_y = 3m \cdot \frac{3\sqrt{3}}{2}$$

$$3m\vec{v}_{1x} - 3m\vec{v}_{2x} = 4m\vec{v}_{2x}$$

$$3m\vec{v}_{1y} - 3m\vec{v}_{2y} = 4m\vec{v}_{2y}$$

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



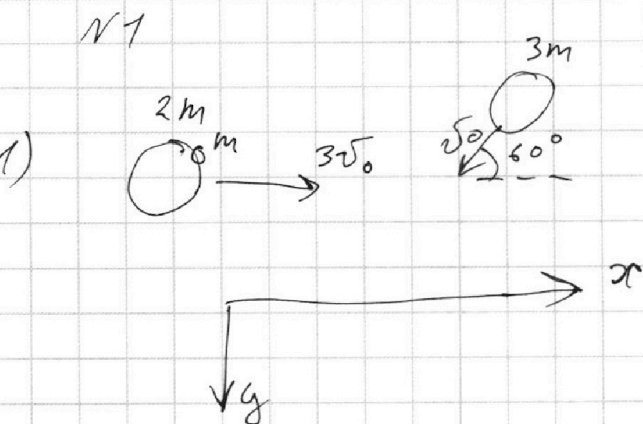
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

$$v_y = \frac{\sqrt{3}}{4} v_0$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$3m \cdot 3v_0 - 3m v_0 \cdot \frac{1}{2} = 4,5m v_0 = p_{1x} + p_{2x}$$

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

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

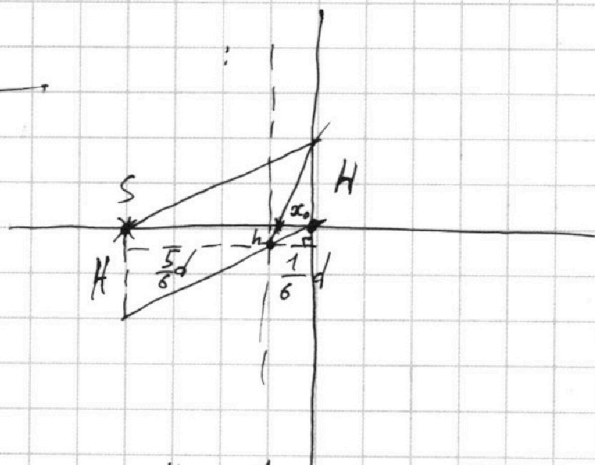
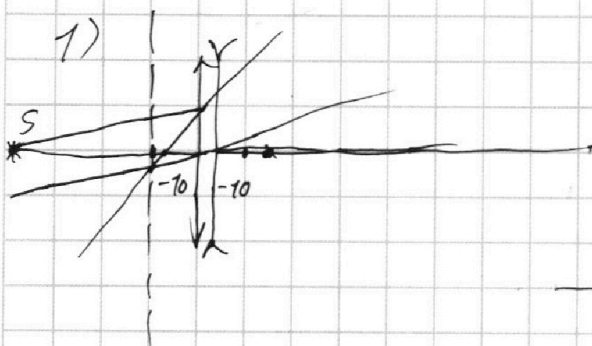
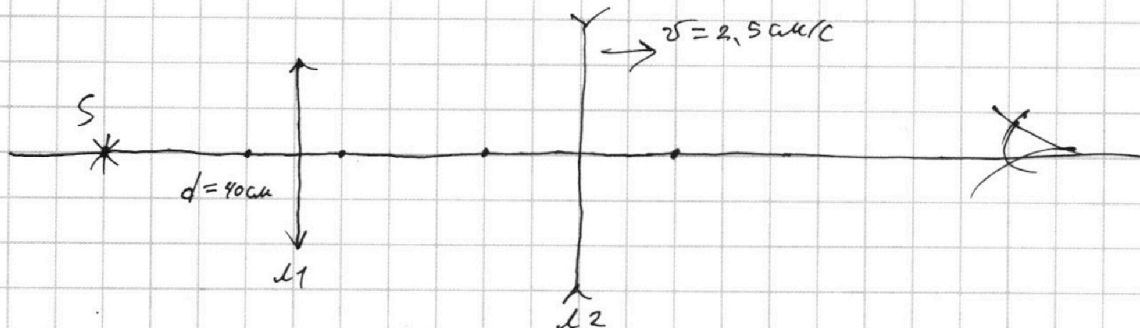
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



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

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

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

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

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

№ 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.

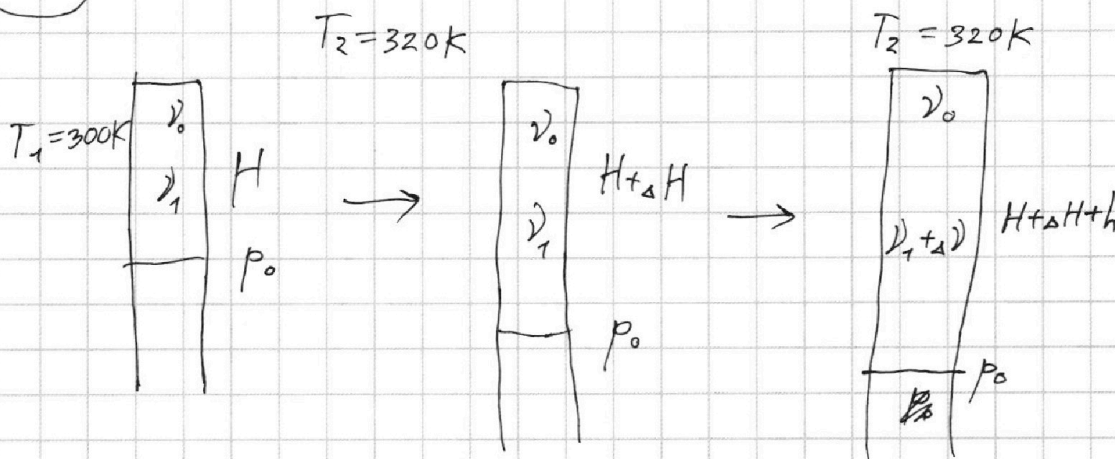
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

N 2



1) $p = \text{const}$

$$\begin{cases} p_0 S H = (v_1 + v_0) R T_1 \\ p_0 S (H + \Delta H) = (v_1 + v_0) R T_2 \end{cases}$$

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

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

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

2) $v_0 R T_1 = p_{b1} H S$

$$p_{b1} = \frac{v_0 R T_1}{H S}$$

$$p_{b2} = \frac{v_0 R T_2}{(H + \Delta H + h) S} = p_{b1} \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{H}{H + \Delta H + h} = \frac{16}{15} \cdot \frac{8}{8 + \frac{8}{15} + 1.03} p_{b1}$$

$$\begin{cases} \frac{v_0 R T_1}{H S} + p_1 = \frac{v_0 R T_2}{(H + \Delta H + h) S} + p_2 \\ \frac{v_0 R T_2}{(\Delta H + H) S} + p_1 \frac{T_2 H}{T_1 (\Delta H + H)} = \frac{v_0 R T_1}{H S} + p_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_{b1} + p_1 = p_{b2} + p_2 \\ p_{b1} + p_1 = \left(\frac{p_{b1}}{1} + p_1 \right) \frac{T_2 H}{T_1 (\Delta H + H)} \end{cases}$$

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

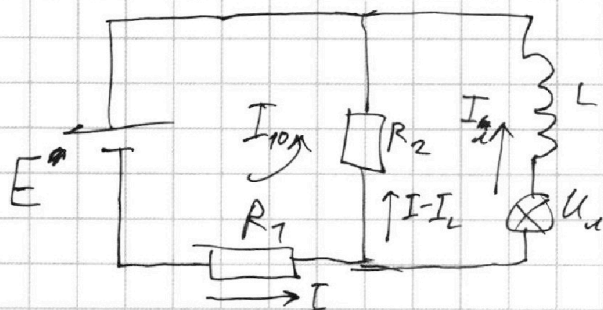
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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

$$2) U_x = 0 \Rightarrow$$

$$U_x = \frac{E}{R_1 + R_2} \cdot R_2 = L \dot{I}$$

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

$$3) E = I R_1 + R_2 (I - I_x)$$

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

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

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

$$\cancel{I_x = \frac{I(R_1 + R_2)}{R_2}} \quad I = \frac{E + R_2 I_x}{R_1 + R_2}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$I_x(40) = 0,4$$

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

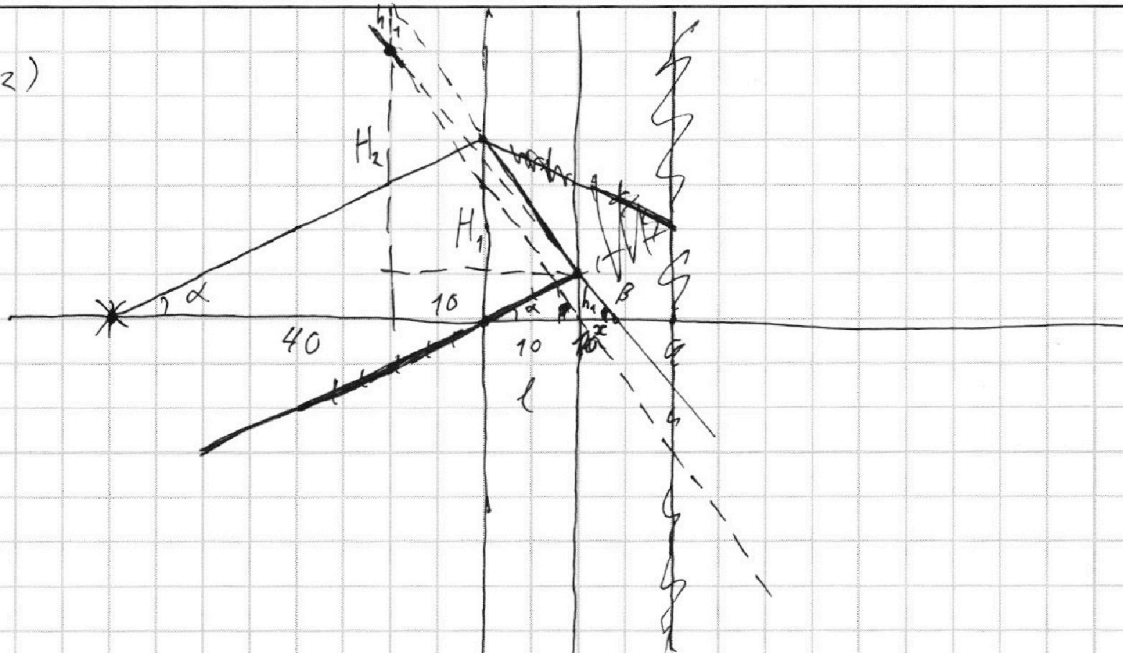
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

$$z)$$


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

$$\frac{h_1 + h_2}{x_1 + x_2} = \frac{h_2}{x_2}$$

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

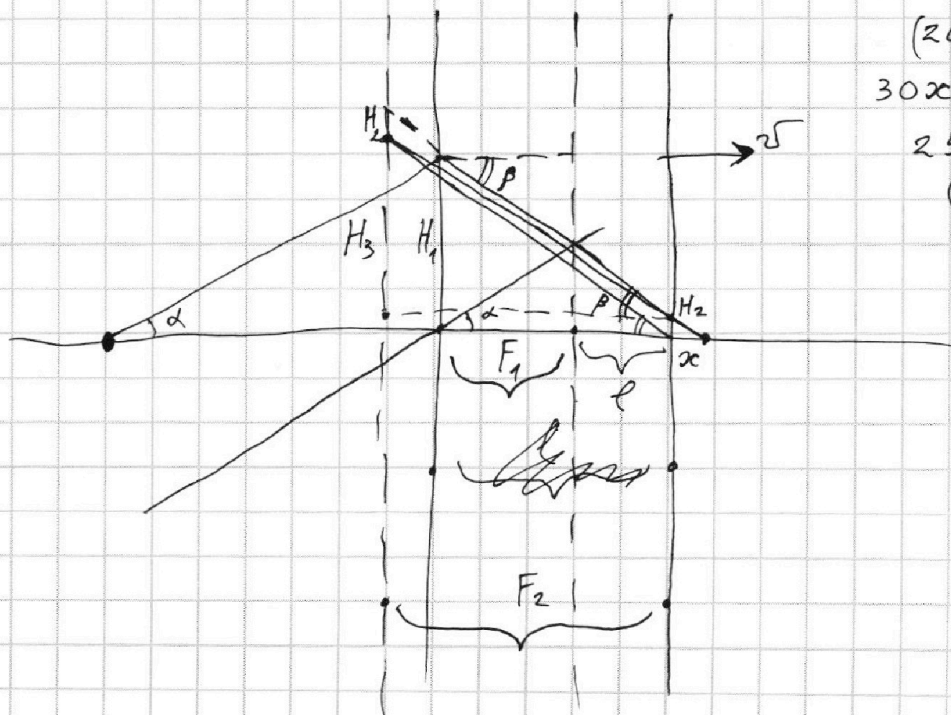
$$\frac{H_2}{20} = \frac{H_1 - h_1}{10}$$

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

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

$$25x = 100$$

$$x = 4 \text{ cm}$$



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!



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

$$30x = 100 - 30l$$

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

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

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

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

$$l=0 \Rightarrow x = 4 \text{ см}$$

$$l = \sqrt{t}$$

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

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

$$25\dot{x} = \frac{3}{2}\sqrt{t} \quad t=0$$

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

$$x = 4$$

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

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

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



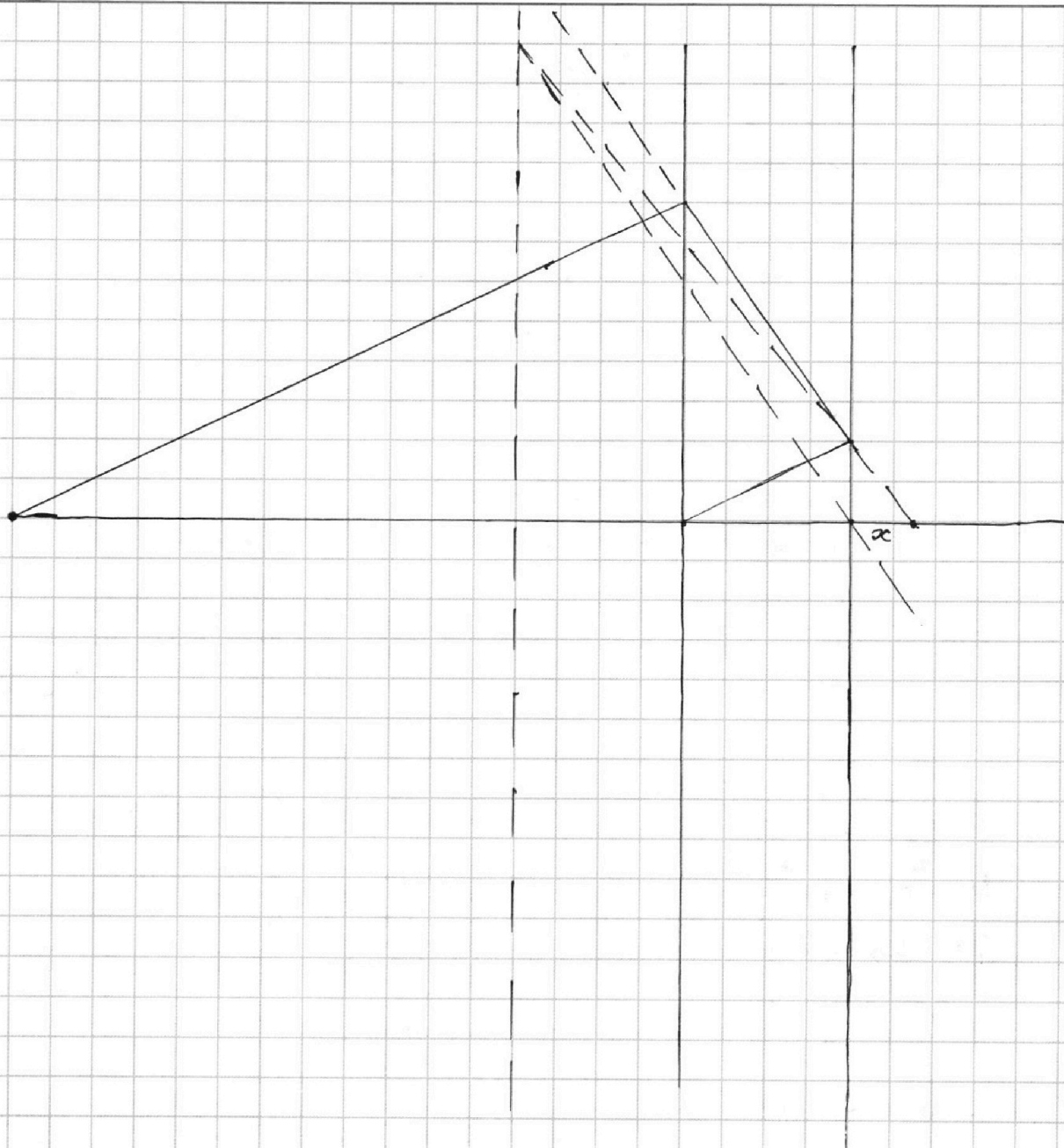
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 МФТИ

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!



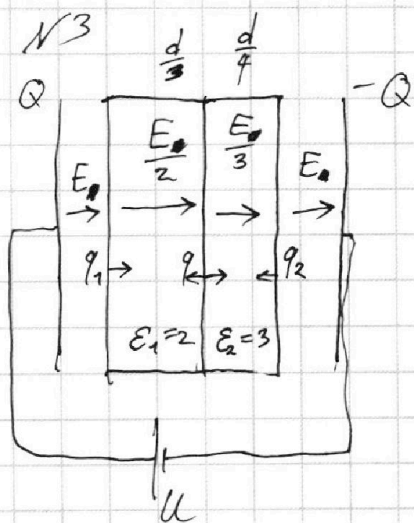
$$p_{b1} + p_1 = p_{b1} \cdot \frac{16}{15} \cdot \frac{8}{8 + \frac{8}{15} + 1,03} + p_2$$

$$p_{b1} \left(1 - \frac{16 \cdot 8}{15(8 + \frac{8}{15} + 1,03)} \right) = p_2 - p_1$$

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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