



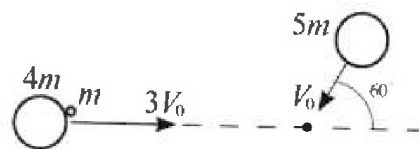
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-06

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

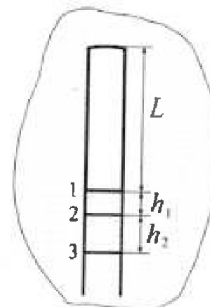


1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы $4m$, скорость $3V_0$, второй шайбы $5m$, скорость V_0 . Угол между направлениями скоростей 60° . К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина массы m .



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

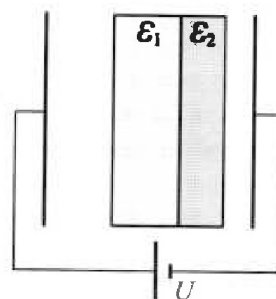
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Температура в столбе влажного воздуха установилась $t_1 = 33^\circ\text{C}$, в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко поднимают до температуры $t_2 = 67^\circ\text{C}$, сохраняя прежнее давление. При этом вода в пробирке быстро опустилась с уровня 1 до уровня 2 на $h_1 = 15$ мм. После этого уровень воды начал медленно двигаться до уровня 3, опустившись на $h_2 = 16,7$ мм. Изменением гидростатического давления на границе «воздух – вода» в пробирке можно пренебречь.



- 1) Найти высоту L столба влажного воздуха в пробирке до нагревания.
- 2) Найти давление в пробирке P_0 . Ответ дать в мм. рт. ст.

Примечание: давление насыщенного пара воды при температуре t_1 равно $P_1 = 38$ мм. рт. ст., при температуре t_2 равно $P_2 = 205$ мм. рт. ст.

3. В плоский конденсатор с площадью обкладок S и расстоянием между ними d помещены параллельно обкладкам и напротив них две соприкасающиеся пластины (см. рис.). У одной пластины диэлектрическая проницаемость $\epsilon_1 = 3$, толщина $2d/5$, у другой пластины $\epsilon_2 = 6$, толщина $d/5$. У обеих пластин площадь каждой из двух поверхностей равна S . Конденсатор подключен к источнику с напряжением U .



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

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.

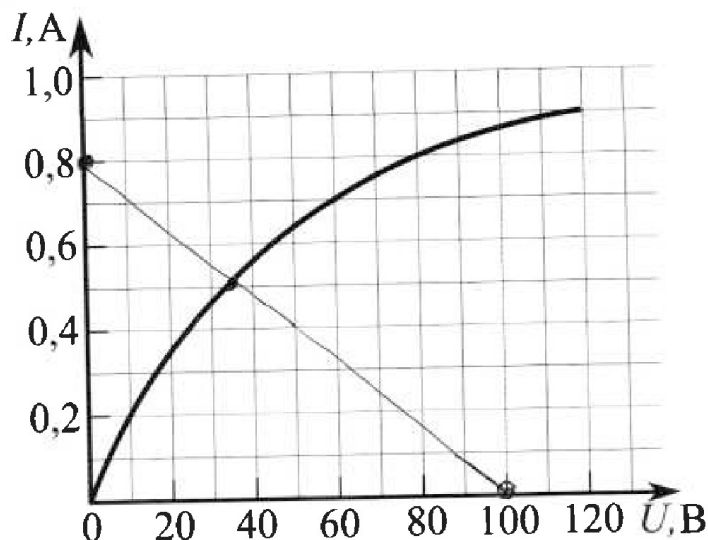
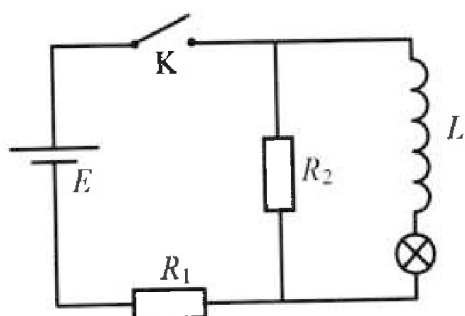
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-06

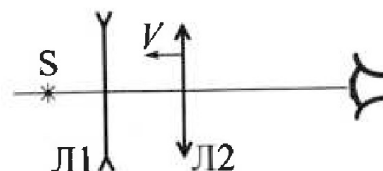
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

- 1) Найдите ток I_{20} через R_2 сразу после замыкания ключа.
- 2) Найдите скорость возрастания тока через лампочку сразу после замыкания ключа.
- 3) Найдите ток через катушку в установившемся режиме после замыкания ключа.



5. Главные оптические оси двух тонких линз совпадают. У линзы Л1 фокусное расстояние $F_1 = -10$ см, у линзы Л2 фокусное расстояние $F_2 = 15$ см. Неподвижный точечный источник света S расположен на расстоянии $d = 20$ см от неподвижной линзы Л1. Линза Л2 приближается к Л1 с постоянной скоростью $V = 2$ см/с. Изображение источника рассматривают со стороны линзы Л2 (см. рис.).



- 1) На каком расстоянии x_0 от линз будет изображение, когда Л2 приблизится вплотную к Л1?
- 2) На каком расстоянии x от линзы Л2 будет изображение, когда расстояние между линзами станет $L = 25$ см?
- 3) Найдите скорость U (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет $L = 25$ см.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

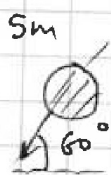
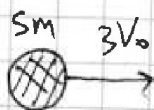
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Задача 1.



Запишем закон сохранения импульса
в проекциях на ось X:

$$10mV_x = -5m \cdot 3V_0 + \frac{1}{2} \cdot 5m \cdot V_0 \quad (3CH)$$

$$10mV_y = 5mV_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \quad \cos 60^\circ$$

$$\rightarrow V_x = -12,5 V_0$$

$$V_y = \frac{\sqrt{3}}{4} V_0$$

Скорость склеившихся шаров:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \quad \sqrt{28} = \frac{V_0}{2} \sqrt{7}$$

$$V = \sqrt{\left(\frac{25}{4}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{3}}{4}\right)^2} V_0 = \frac{1}{4} V_0 \sqrt{5^2 + (\sqrt{3})^2} = \frac{1}{4} V_0 \sqrt{28} = \frac{1}{4} V_0 \sqrt{4 \cdot 7} = \frac{1}{2} V_0 \sqrt{7}$$

1) Ответ: $V = \frac{\sqrt{7}}{2} V_0$

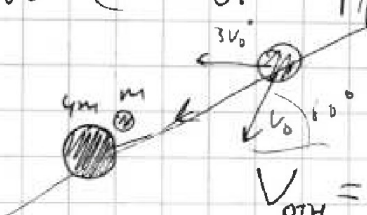
2) Увеличение E_0 равно уменьшению кин. - энергии шаров:

$$E_0 = \frac{5mV_0^2}{2} + \frac{5m(3V_0)^2}{2} - \frac{10mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} (5 + 5 \cdot 9 + 10 \cdot \frac{7}{4}) =$$

$$= \frac{5mV_0^2}{2} \cdot \left(1 + 9 + \frac{7}{2}\right) = \frac{135}{4} mV_0^2 = 5mV_0^2 \cdot \left(\frac{27}{4}\right)$$

Ответ: $E_0 = \frac{135}{4} mV_0^2$

3) $\frac{2}{3} E_0 = \frac{45}{2} mV_0^2$ Перейдем в СО движущуюся
вправо с $3V_0$.



При этом передаточная энергия
не изменится.

Скорость правой шарики в ней рамках:

$$V_{отн} = \sqrt{\left(\frac{\sqrt{3}}{2} V_0\right)^2 + \left(-\frac{V_0}{2} + 3V_0\right)^2} = V_0 \sqrt{7}$$

см. рисунок.

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!

Задача 1. Продолжение.

Если на картинке после удара:

В этот момент оба шара движутся по одной прямой.

~~Если их относительная скорость после удара $V_{\text{отн}}$.~~

Затем ЗСМ импульса и ЗСЭ энергии (закон сохранения)

ЗСМ:

$$V_{\text{отн}} \cdot S_{\text{ш}} = 6m V_1' + 4m V_2'$$

ЗСЭ:

$$\frac{S_{\text{ш}} \cdot V_{\text{отн}}^2}{2} = \frac{6m V_1'^2}{2} + \frac{4m V_2'^2}{2} + \frac{2}{3} E_0$$

$$\frac{5m \cdot 7 V_0}{18} = 6m V_1'^2 + 4m V_2'^2 + \frac{4 S_{\text{ш}} V_0^2}{2}$$

$$\begin{cases} 5\sqrt{7} V_{\text{отн}} = 6V_1' + 4V_2' \\ \frac{25}{2} V_0 = 6V_1'^2 + 4V_2'^2 \end{cases}$$



1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

Задача 2.

Т.к. гидростатическое давление $\approx \text{const}$, можно записать для него выражение для 3-х случаев.

Если в приборе неизменное кол-во воздуха V , а сечение прибора S :
давление сухого воздуха по ур-ю МК:

$$p_{\text{сух}} = \frac{VRt_1}{SLx} \quad L_x - \text{высота столба воздуха.}$$

$$① p_0 = p_1 + \frac{VRt_1}{SL}$$

$$② p_0 = p_1 + \frac{VRt_2}{S(L+h_1)}$$

$$③ p_0 = p_2 + \frac{VRt_2}{S(L+h_1+h_2)}$$

изменилось давление
сухого воздуха
(вода не успела
испариться)
вода испарилась,
возросло давление
водяного пара.

Возьмем из
① ②

$$\Rightarrow \frac{VRt_1}{SL} = \frac{VRt_2}{S(L+h_1)}$$

1) Отсюда $L = h_1 \left(\frac{t_1}{t_2 - t_1} \right)$

$$L = 15 \text{ мм} \cdot \frac{273 + 33}{67 - 33} = 15 \text{ мм} \cdot \frac{306}{34} =$$

Ответ: $L = 135 \text{ мм}$

2) В ур-ях ② ③ перекрестим p_1 и p_2 соответственно влево.

Разделим почленно:

$$\frac{p_0 - p_2}{p_0 - p_1} = \frac{\frac{t_2}{L+h_1+h_2}}{\frac{t_2}{L+h_1}} = \frac{L+h_1}{L+h_1+h_2} = k \approx \frac{100}{111} \approx 0,9$$

Откуда $p_0 = \frac{p_2 - kp_1}{1-k} \approx \frac{205 - 0,9 \cdot 38}{0,1} \approx 1708 \text{ мм рт.ст.}$

Ответ: $p_0 =$



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!

Задача 3.

1) Ширина воздушного зазора:

$$d_в = d - \frac{2d}{5} - \frac{d}{5} = \frac{2d}{5}$$

Поле равно E перед и после диэлектрика.

Запишем выражение для разности потенциалов пластин через поле:

$$U = E d_в + \frac{E \cdot 2d}{\epsilon_1 \cdot 5} + \frac{E d}{\epsilon_2 \cdot 5} = E d \left(\frac{2}{5} + \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{3} + \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{6} \right) =$$

$$= \frac{17}{30} E d \Rightarrow \text{Ответ: } E = \frac{30}{17} \frac{U}{d}$$

2) Поле в симметричном конденсаторе равно:

$$E = \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{Q}{2\epsilon_0 S} - \left(-\frac{Q}{2\epsilon_0 S} \right) \Rightarrow \text{Ответ: } Q = E \epsilon_0 S = \frac{30}{17} \frac{U \epsilon_0 S}{d}$$

3) Если диэлектрик с проницаемостью ϵ искривляется, поле E . То на нем находятся заряды, уменьшающие поле в ϵ раз.

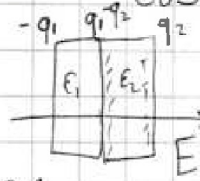
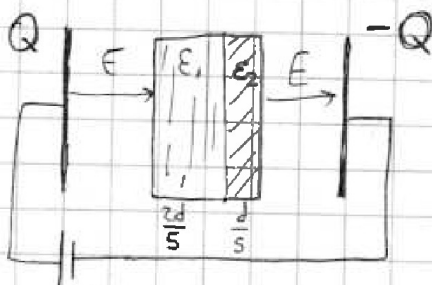
Тогда:

$$E - \frac{q_0}{\epsilon_0 S} = \frac{E}{\epsilon} \rightarrow q_0 = E \epsilon_0 S \frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \Rightarrow \begin{cases} q_1 = E \epsilon_0 S \frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1} \\ q_2 = E \epsilon_0 S \frac{\epsilon_2 - 1}{\epsilon_2} \end{cases}$$

Тогда связанный заряд на границе

$$q = q_1 - q_2 = E \epsilon_0 S \left(\frac{1}{\epsilon_2} - \frac{1}{\epsilon_1} \right)$$

$$\text{Ответ: } q = \frac{30}{17} \frac{U}{d} \epsilon_0 S \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{3} \right) = -\frac{5}{17} \frac{U \epsilon_0 S}{d}$$





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

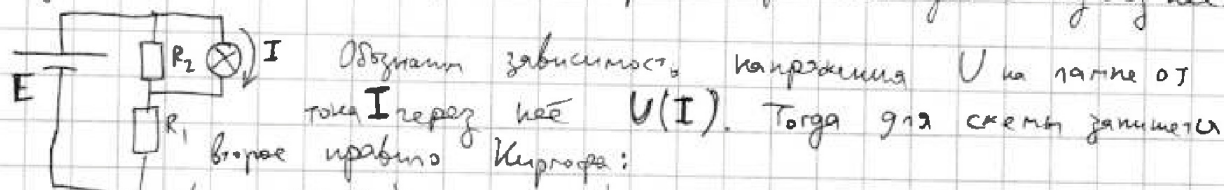
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 4.

1) По закону сохранения тока $LI = -E_{\text{от}}$, сразу после замыкания ключа ток через катушку, а значит и через лампу не течёт. Значит ток через R_1 равен току через R_2 .
 $\rightarrow E = I_{20}(R_1 + R_2)$ Ответ: $I_{20} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120}{900 \Omega} = \frac{2}{15} \text{ A}$

2) Из закона электромагнитной индукции $LI' = -E_{\text{от}} = -L \frac{dI}{dt}$
 Т.к. ток через катушку в начале $= 0$. Из ВАХ видно, что напряжение на лампе $= 0$.
 Значит dU на катушке равно напряжению на резисторе R_2 .
 $\rightarrow dU = I_{20} R_2 = LI' \rightarrow I' = \frac{E}{L} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{120}{0,5} \frac{750}{900} = 100 \text{ A/c}$

3) В установившемся режиме $I' = 0$. Напряжение на катушке равно 0. Значит, можно нарисовать равносильную схему без неё.



$$E = R_1 \left(I + \frac{U(I)}{R_2} \right) + U(I) \quad \text{Преобразуем его в:}$$

$$U(I) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E - \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I \quad \left. \begin{array}{l} \text{Это ур-е решается графически} \\ \text{по ВАХ. левая часть - график ВАХ.} \\ \text{правая - прямая, } I \text{ - переменная.} \end{array} \right\}$$

$$U(I) = 100 \text{ В} - 125 \frac{\text{В}}{\text{А}} \cdot I \quad U(I) = 0 \text{ при токе } I = \frac{4}{5} \text{ А.}$$

По этим данным строим прямую, которая пересекает ВАХ в точке, близкой к (Ответ: $I \approx 0,5 \text{ A}$ (из ВАХ, поэтому $I \approx 0,5 \text{ A}$))

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

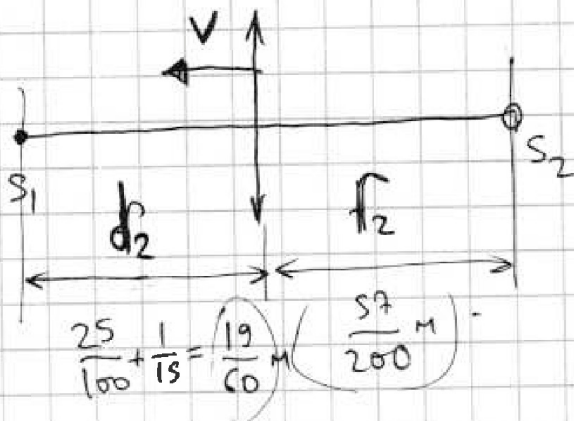
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5 - продолжение.

Рассмотрим некоррелированное изображение

S_1 и его изображение S_2 .

в Λ_2



Переищем в СО земли: в ней



Причем $v = V \left(\frac{f_2}{d_2} \right)^2$.

Т.к.

$$\frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \text{const} \rightarrow d \left(\frac{1}{d_2} \right) + d \left(\frac{1}{f_2} \right) = 0$$

$$\rightarrow \frac{d \cdot d_2}{d_2^2} - \frac{df_2}{f_2^2} = 0 \rightarrow \frac{df_2}{dt} = - \frac{dd_2}{dt} \left(\frac{f_2}{d_2} \right)^2$$

$$\text{т.е. } \frac{df_2}{dt} = v \quad - \frac{dd_2}{dt} = V \quad \text{Подставим в предыдущую формулу.}$$

$$\frac{f_2}{d_2} = \frac{57/200}{19/60} = 0,9. \quad \text{Переищем в СО земли. В ней}$$

$$\text{скорости} \quad V_{S_2} = v + V \rightarrow V_{S_2} = V \left(1 + \left(\frac{f_2}{d_2} \right)^2 \right) = V (1 + 0,9^2) = 1,81 \cdot 2 \text{ см/с}$$

Ответ: 3,62 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!

Задача 5.

1)

Запишем для каждой линзы
формулу тонкой линзы:

$$\begin{cases} \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} \\ \frac{1}{F_2} = \frac{1}{L-f_1} + \frac{1}{f_2} \end{cases}$$

т.е. изображение с одной стороны.

При $L=0$ сложим эти два равенства. Т.к. $f_2 = x_0$, получим:

$$\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{x_0} \quad -\frac{1}{0,1} + \frac{1}{0,15} = \frac{1}{0,2} + \frac{1}{x_0} \rightarrow \frac{1}{x_0} = -\frac{25}{3}$$

Ответ:

$\rightarrow |x_0| = 12 \text{ см}$ Знак минус означает, что изображение слева.

2) Построим изображение S в L_1 - найдем его S_1 .

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{d} \quad \left\{ f_1 = -\frac{1}{15} \text{ м} \right.$$

Формула тонкой линзы для изображения от линзы L_2 будет такова:

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{L-f_1} + \frac{1}{x} \quad \frac{100}{15} = \frac{1}{\frac{25}{100} + \frac{1}{15}} + \frac{1}{x} \quad \left| \frac{20}{3} - \frac{300}{95} = \frac{1}{x} \right.$$

ответ:

ответ:

$$x = \frac{57}{340} \text{ м}$$

$$x = \frac{57}{200} \text{ м}$$

$$= 28,5 \text{ см}$$

$$\frac{20}{3} - \frac{60}{19} = \frac{1}{x}$$

см. продолжение.



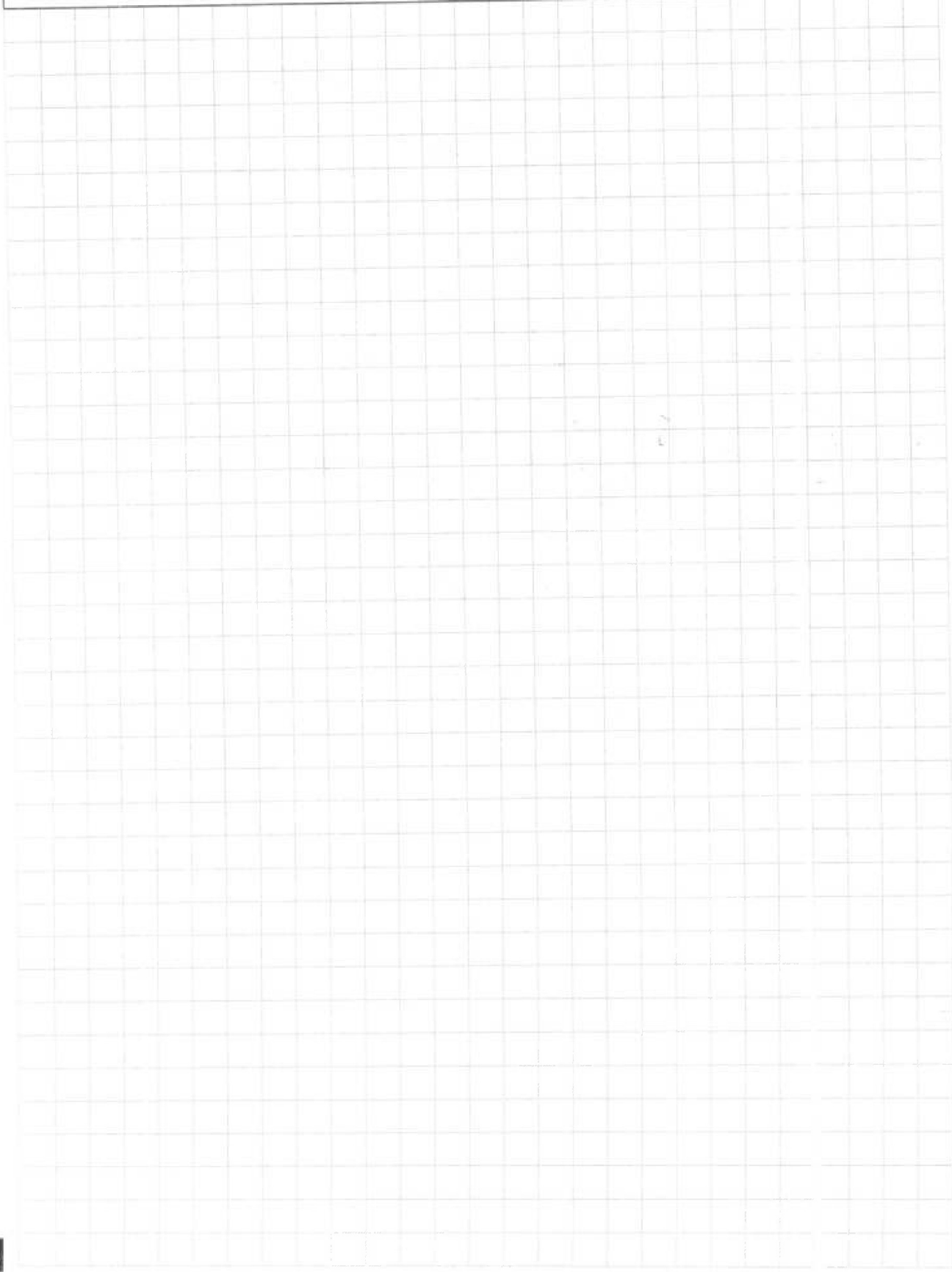
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

Черновик, где 770 от

Handwritten calculations and diagrams on grid paper:

- Top left: $135 \div 9 = 15$, 250 , 750 , 250 , 500
- Top center: 250 over 3
- Top right: 150 over 900 , 150 over 4 , $150 \cdot 5$ over $150 \cdot 6$
- Middle left: $150 \div 15 = 10$, $5 \cdot 130$, 750 over 900
- Middle center: 135 over 3 , 15 over 2 , 15 over 2 , 15 over 2 , 15 over 2
- Middle right: 150 over 15 , $150 \cdot 750$ over $150 + 750$, 750 over 900 , 120 over 15 , $15 \cdot 15 \cdot 5$ over $15 \cdot 75$
- Bottom left: 45 over 3 , 45 over 2 , 135 over 3 , 135 over $3 \cdot 2$, $5 \cdot 15$ over 3 , $5 \cdot 15$ over $3 \cdot 10$
- Bottom center: 100 over 6 , 120 over 5 , 750 over 900 , 120 over 0.5
- Bottom right: $12 + 4 + 1$ over 5.6

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. Печать QR-кода недопустима!

$$\frac{3 \cdot 150 \cdot 150}{2}$$

$$\frac{150 \cdot 150}{900}$$

$$13,5$$



$$3V_0$$



$$V_x = \frac{3}{4} V_0$$

$$2V_x = V_0 + \frac{1}{2} V_0$$

$$\frac{3}{4}$$

$$\frac{5\sqrt{7}}{2}$$

$$V_0$$

$$26$$

$$27,5$$

$$10mV_x$$

$$\frac{135}{2,5}$$

$$15mV$$

$$12$$

$$5 \cdot 2,5$$

$$5 \cdot 2,5$$

$$12,5mV_0$$

$$\sqrt{3}$$

$$4$$

$$5\sqrt{7}$$

$$10 + \frac{3}{2}$$

$$1 + 9 + \frac{7}{2}$$

$$2$$

$$5 \cdot \frac{7}{2}$$

$$\frac{5}{2}$$

$$7 \cdot 4 \cdot 10$$

$$2V_x = -3V_0 + 0,5V_0$$

$$21,5$$

$$t \cdot S$$

$$t$$

$$25 + 3$$

$$\frac{2}{58}$$

$$\frac{27}{2}$$

$$\frac{2}{0,1}$$

$$\frac{2}{58}$$

$$58$$

$$\sqrt{28}$$

$$25$$

$$2,5$$

$$10$$

$$7 \cdot 5$$

$$\frac{7}{2}$$

$$\frac{11,5}{20}$$



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

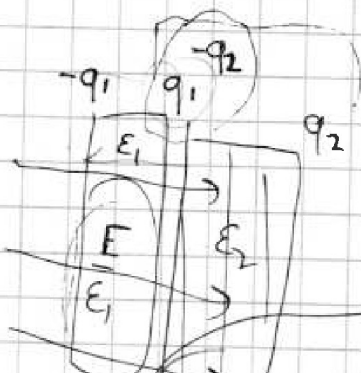
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

$$E \frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1} = \frac{q_1}{\epsilon_1 \epsilon_0 S}$$



или

$$\frac{q}{\epsilon_0 S} = \frac{E}{\epsilon_1}$$

$$E - \frac{q_1}{\epsilon_0 S} = \frac{U}{d/2}$$

$$E(\epsilon_1 - 1)\epsilon_0 S = q_1$$

$$E(\epsilon_2 - 1)\epsilon_0 S = q_2$$

$$q = (q_1 - q_2)$$

$$E \cdot \frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1} = \frac{q_1}{\epsilon_0 S}$$

$$q = E \epsilon_0 S \left(\frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1} - \frac{\epsilon_2 - 1}{\epsilon_2} \right) = E \epsilon_0 S \left(\frac{1}{\epsilon_2} - \frac{1}{\epsilon_1} \right)$$

$$\frac{q}{\epsilon_0 S}$$

$$1 - \frac{1}{\epsilon_1} - 1 + \frac{1}{\epsilon_2}$$

$$\frac{12 + 4 + 1}{30} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{U}{2d}$$

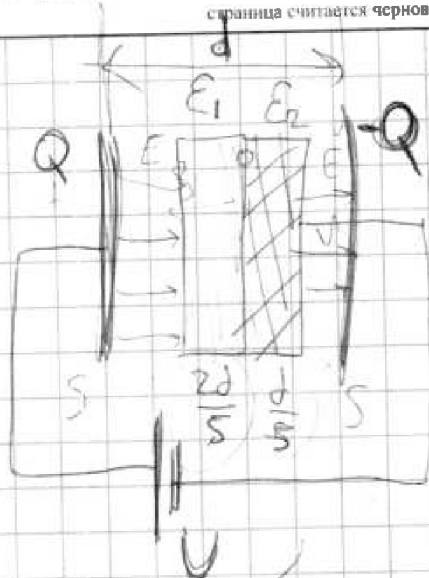
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$-\frac{Q_1}{\epsilon_0 S} + E = \frac{E}{\epsilon_1}$$

$$V = d - \frac{2d}{5} - \frac{d}{5} \cdot \frac{Q}{\epsilon_0 S} + \frac{Q}{\epsilon_1 \epsilon_0 S} \cdot \frac{2d}{5} + \frac{Q}{\epsilon_2 \epsilon_0 S} \cdot \frac{d}{5}$$

$$\frac{E}{\epsilon_1} = \frac{Q_1}{\epsilon_0 S}$$

$$V = \frac{Qd}{\epsilon_0 S} \left(\frac{2}{5} + \frac{2}{\epsilon_1 5} + \frac{1}{\epsilon_2 5} \right)$$

$$\frac{2 \cdot 6}{6 \cdot 5} + \frac{2 \cdot 2}{6 \cdot 5} + \frac{1}{6 \cdot 5}$$

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

$$\frac{12 + 4 + 1}{30}$$

$$\frac{Qd}{\epsilon_0 S} \frac{17}{30} = V$$

$$\frac{V}{d} = E$$

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

q1/q2



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!



$$\frac{120}{180} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{20}{61} \cdot \frac{9}{6} = \frac{20}{61} \cdot \frac{3}{2} = \frac{30}{61}$$

$$\frac{20}{61}$$

$$\frac{0.09}{61 \cdot 6} = \frac{0.09}{61 \cdot 6} = \frac{0.09}{366} = \frac{9}{36600} = \frac{3}{12200}$$

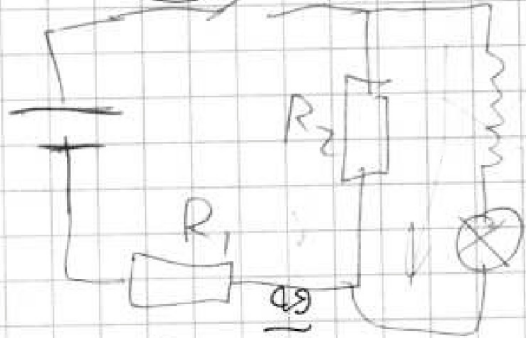
$$\frac{0.09}{366}$$

$$\frac{240}{61}$$

$$\frac{60}{61}$$

$$\frac{120}{180}$$

$$\frac{2}{3}$$



$$\frac{120}{0.5} = \frac{150 \cdot 3}{150 \cdot 4} = \frac{450}{600} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{120}{0.5} = \frac{150 \cdot 3}{150 \cdot 4} = \frac{450}{600} = \frac{3}{4}$$

$$I_{20} = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

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

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

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

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

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

$$\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{750}{1900}$$

$$E = 120$$

$$\frac{184}{1}$$

$$\frac{186}{1}$$

$$\frac{186}{1}$$

$$\frac{186}{1}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$

$$\frac{U(I)}{R_2}$$



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!

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving forces and distances.

Diagram: A horizontal line with a vertical line intersecting it. A point is marked on the horizontal line at a distance of 0.2 m from the intersection. A force F_1 is applied at this point, directed towards the intersection. A force F_2 is applied at a distance X_0 from the intersection, directed away from it. The distance between the points of application of the forces is labeled as 0.2 m.

Equations:

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{L + f_1} + \frac{1}{f_2}$$
$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_1}$$
$$\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{0.2} + \frac{1}{X_0}$$
$$-\frac{1}{0.1} + \frac{1}{0.15} = \frac{1}{0.2} + \frac{1}{X_0}$$
$$\frac{10}{3} + \frac{20}{3} = \frac{5}{1} + \frac{1}{X_0}$$
$$-\frac{30}{3} + \frac{20}{3} = \frac{10}{3} + \frac{20}{3} = \frac{30}{3} = 10$$

Final result: $X_0 = 30 \text{ cm}$

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!

Handwritten calculations on grid paper:

Top left:
$$\frac{-103}{3} + \frac{20}{3} = \frac{1}{x_0} - \frac{10}{1} + \frac{100}{15}$$

Below it:
$$\frac{-10}{F_1} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_2}$$

Below that:
$$\frac{20-30}{3} - \frac{60}{3} = \frac{1}{x_0}$$

Right side, circled:
$$-\frac{1}{15} = f$$

Middle left, circled:
$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{125}{25 \cdot 325}$$

Below it:
$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{L+f_1} + \frac{1}{f_2}$$

Right side, circled:
$$-10 = 5 - \frac{100 \cdot 15}{25 \cdot 15 - 100}$$

Bottom left, circled:
$$\frac{1}{F_2} + \frac{1}{L+f_1} = \frac{1}{f_2}$$

Bottom right:
$$\frac{20}{165} \left(\frac{1}{15} + \frac{15}{275} \right) = \frac{1}{F_2}$$

Bottom right, circled:
$$\frac{11}{11 \cdot 5 \cdot 3} + \frac{3 \cdot 3}{55 \cdot 3} = \frac{1}{F_2}$$



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!

Handwritten calculations and diagrams on grid paper:

- Top left: $\frac{200}{3 \cdot 19}$, $\frac{380 - 180}{3 \cdot 19}$
- Top center: $\frac{60}{111} \cdot 100$, $\frac{666}{111}$, $-10 = \frac{1}{f_1} + 5$
- Top right: $\frac{59}{100}$, $\frac{10}{100}$, $\frac{19}{100}$
- Middle left: $\frac{380}{290(1-1)^2}$, $\frac{20 \cdot 19}{3 \cdot 19}$, $\frac{180}{3 \cdot 19}$
- Middle center: Diagrams of rectangles labeled t_1 and t_2 with internal lines and angles like $t'91^\circ$.
- Middle right: $\frac{0'0101}{11111}$, $\frac{051}{t'91}$
- Bottom left: $\frac{20}{3} - \frac{60}{19}$, $\frac{24 + 4 + 7}{24}$
- Bottom center: $\frac{135 + 16}{167}$, $\frac{4}{15.4}$, $\frac{15}{15.4}$
- Bottom right: $\frac{14.9}{01.9}$, $\frac{59}{19}$, $\frac{25}{3.5}$, $\frac{150 + 1}{1}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$L(t_2 - t_1) = h_1$$

$$L \cdot t_2 = L \cdot t_1 + h_1$$

$$15 \text{ м} \cdot 9$$

$$pV = \nu RT$$

$$\frac{p}{T} = \text{const}$$

$$\begin{array}{r} 340 \\ + 34 \\ \hline 306 \\ 9 \end{array}$$

$$\frac{\nu RT}{V} SL$$

$$10 \cdot \left(205 - 0,9 \cdot 38 \right) \frac{L}{t_1} = \frac{L + h_1}{t_2}$$

$$p_0 = p_1 + \frac{\nu R t_1}{SL}$$

$$\frac{t_1}{L} = \frac{t_2}{L + h_1}$$

$$t_1 L + t_1 h_1 = t_2 L$$

$$p_0 = p_1 + \frac{\nu R t_2}{S(L + h_1)}$$

$$p_0 = p_2 + \frac{\nu R t_2}{S(L + h_1 + h_2)}$$

$$\frac{p_2 - p_0}{p_1 - p_0}$$

$$\frac{p_0 - p_2}{p_0 - p_1} = \frac{\frac{t_2}{L + h_1 + h_2}}{\frac{t_2}{L + h_1}}$$