



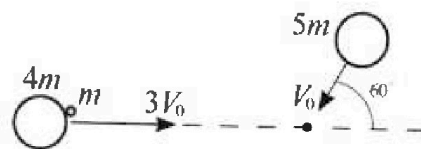
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-06

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

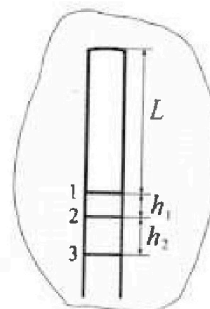


1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы $4m$, скорость $3V_0$, второй шайбы $5m$, скорость V_0 . Угол между направлениями скоростей 60° . К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина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

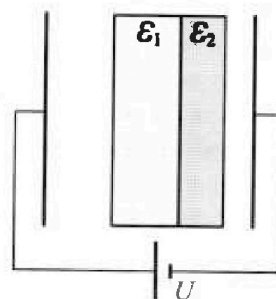


1) Найти высоту L столба влажного воздуха в пробирке до нагревания.

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.

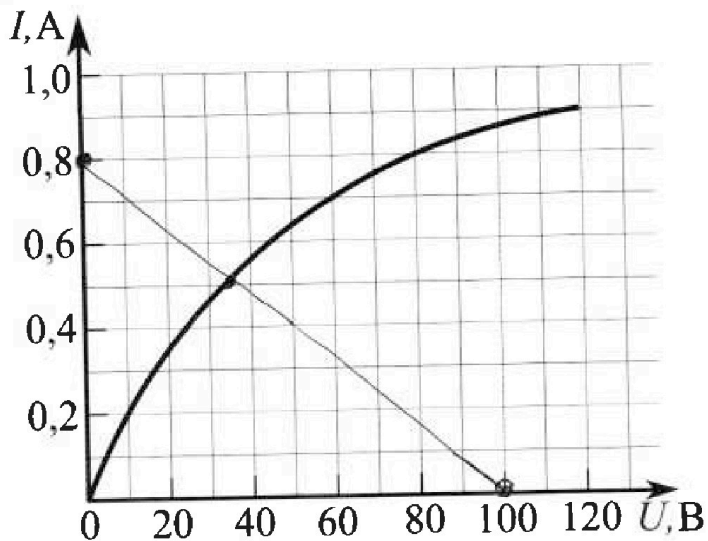
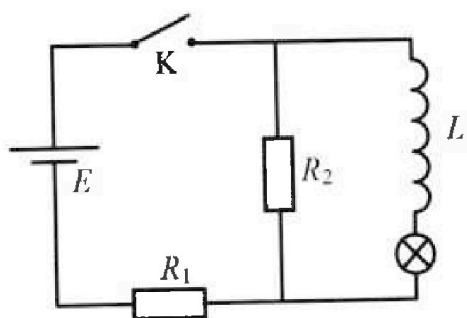
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-06

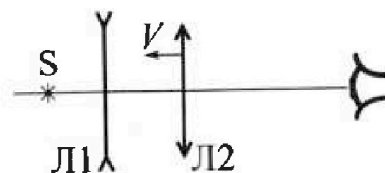
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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) Найти ток I_{20} через R_2 сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти скорость возрастания тока через лампочку сразу после замыкания ключа.
- 3) Найти 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) Найти скорость U (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет $L = 25$ см.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

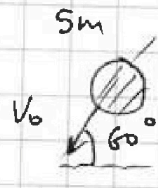
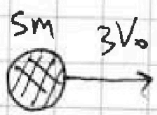
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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. Печать QR-кода недопустима!

Задача 1.



Запишем закон сохранения импульса в проекции на ось:

$$10mV_x = -5m \cdot 3V_0 + \frac{1}{2} \cdot 5mV_0 \quad (3CU)$$

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

$$\rightarrow V_x = -12,5 \frac{V_0}{4}$$

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

Скорость склеившихся шаров:

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

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

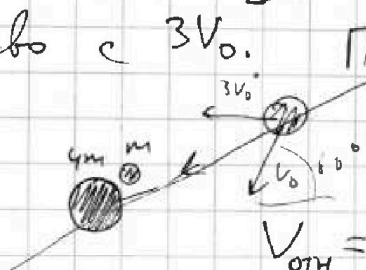
1) Ответ: $V = \frac{\sqrt{7}}{2} V_0$

2) Увеличение E_0 равно уменьшению кин. энергии шаров:

$$E_0 = \frac{5mV_0^2}{2} + \frac{5m(3V_0)^2}{2} - \frac{10mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} (5 + 5 \cdot 9 + 10 \cdot \frac{7}{4}) = \frac{5mV_0^2}{2} \cdot (1 + 9 + \frac{7}{2}) = \frac{135}{4} mV_0^2 = 5mV_0^2 \cdot \frac{27}{4}$$

Ответ: $E_0 = \frac{135}{4} mV_0^2$

3) $\frac{2}{3} E_0 = \frac{45}{2} mV_0^2$ Порешаем в со движущаясь влево с $3V_0$.



При этом передается максимальная энергия и уменьшится. $V_{отн}$ Скорость правой шарики в ней патка:

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

см. прогонд.

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. Прозонирование. Если на створках после удара:
В этот момент оба шара движутся по одной прямой.
~~Если их относительная скорость после удара $V_{\text{отн}}$.~~

Заменим ЗСМ импульса и ЗСЭ энергии (закон сохранения)

ЗСМ:

$$V_{\text{отн}} \cdot 5m = 6m V_1' + 4m V_2'$$

ЗСЭ:

$$\frac{5m \cdot V_{\text{отн}}^2}{2} = \frac{6m V_1'^2}{2} + \frac{4m V_2'^2}{2} + \frac{2}{3} E_0$$

$$\frac{5m \cdot 7V_0}{2} = 6m V_1'^2 + 4m V_2'^2 + \frac{45m V_0^2}{2}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

ЛМФТИ

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!

Задача 2.

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

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

$$P_{\text{сух}} = \frac{pRt_1}{SLx} \quad L_x - \text{высота столба воздуха.}$$

$$① P_0 = P_1 + \frac{pRt_1}{SL}$$

$$② P_0 = P_1 + \frac{pRt_2}{S(L+h_1)}$$

$$③ P_0 = P_2 + \frac{pRt_2}{S(L+h_1+h_2)}$$

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

Выводим из
① ②
 $\Rightarrow \frac{pRt_1}{SL} = \frac{pRt_2}{S(L+h_1)}$

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 перенесём 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!

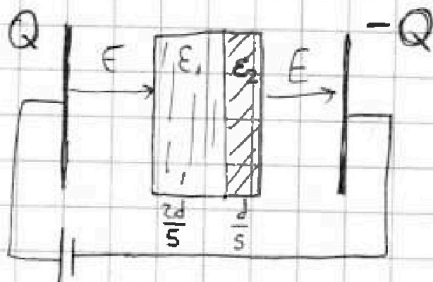
Задача 3.

1) Ширина воздушного зазора:

$$d_{\text{в}} = d - \frac{2d}{5} - \frac{d}{5} = \frac{2d}{5}$$

Поле равно E перед и после диэлектрика U

Запишем выражение для разности потенциалов пластин через поле:



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

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

2) Поле в симметричном конденсаторе равно.

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

3) Если диэлектрик с проницаемостью ϵ пронизывается полем E . То на нем находится заряды, увеличивающие поле в ϵ раз.

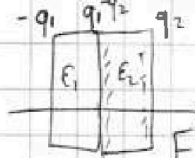
Тогда:

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

Тогда связанный заряд на границе

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

$$\text{Ответ: } q = \frac{30 V}{17 d} \epsilon_0 S \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{3} \right) = -\frac{5 V_0 \epsilon_0 S}{17 d}$$





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 $L \Delta I = -E \Delta t$, сразу после замыкания ключа ток через катушку, а значит и через лампу не течёт. Значит ток через R_1 равен току через R_2 .

→ $E = I_{20} (R_1 + R_2)$ Ответ: $I_{20} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120 \text{ В}}{900 \Omega} = \frac{2}{15} \text{ А}$

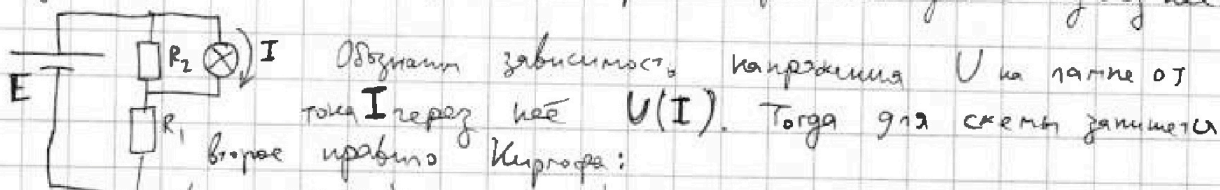
2) Из закона электромагнитной индукции $L \Delta I' = -E_{\text{сам}} = -L \frac{\Delta I'}{\Delta t}$

Т.к. ток через катушку в начале $= 0$. Из ВАХ видно, U_0 напряжение на лампе $= 0$.

Значит ΔU на катушке равно напряжению на резисторе R_2 .

→ $\Delta U = I_{20} R_2 = L \Delta I' \rightarrow \Delta I' = \frac{E R_2}{L (R_1 + R_2)} = \frac{120 \cdot 750}{0,5 \cdot 900} = 100 \text{ А/с}$

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



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

$U(I) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E - \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I$ } Это ур-е решается графически по ВАХ. левая часть - график ВАХ. правая - прямая, I -переменной.

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

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

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

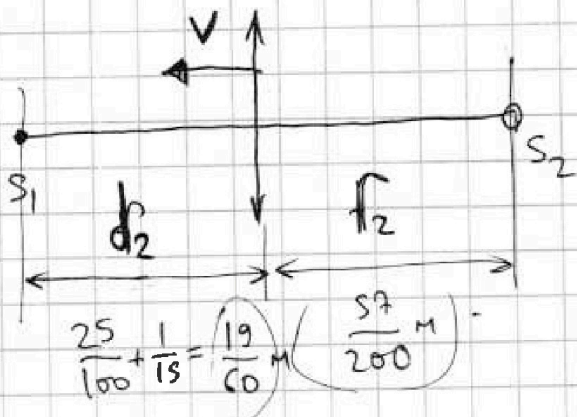
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5 - прогонки.

Рассмотрим невырожденное преобразование

S_1 и его преобразование S_2 .

в Λ_2



Переищем в СО земли: в ней



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

Т.к.

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

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

т.к. $\frac{df_2}{dt} = U$ $-\frac{dd_2}{dt} = V$ Возвращаем в исходную формулу.

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

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

Ответ: 3,62 см/с

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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!

Задача 5.

1)

Запишем для каждой линзы
формулу тонкой линзы:

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

f_1 - расстояние от A_1 до изображения
в ней линзы S_1
 f_2 - расстояние от линзы 2 до
изображения S_2

т.е. изображение с первой линзы.

При $L=0$ складываем эти два равенства. Т.к. $f_2 = x_0$, получаем:

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

Ответ:

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

2) Построим изображение S в L_1 - находим 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.



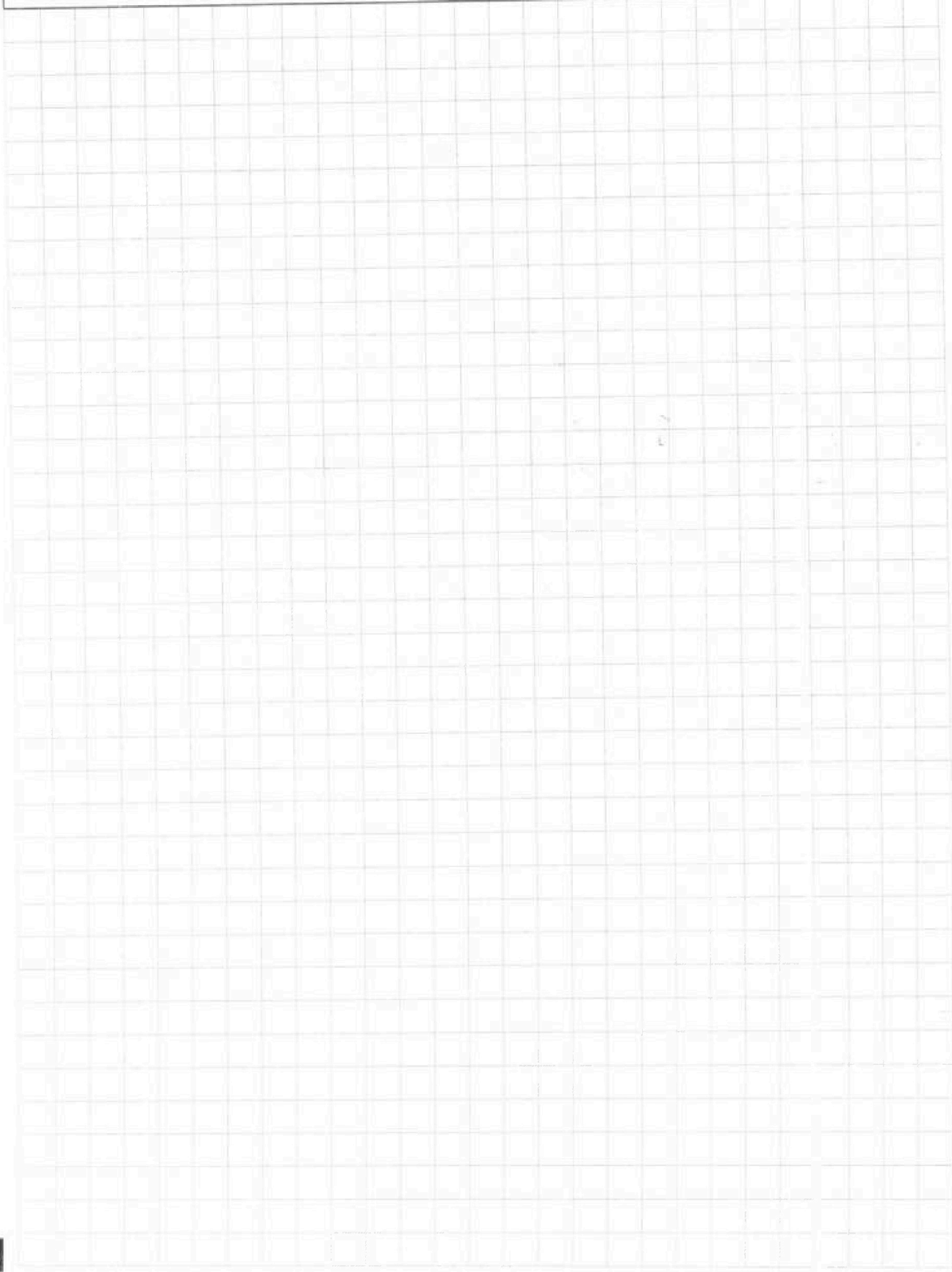
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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



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

Черновик, за 770 сч

$$\frac{2E_0}{3}$$

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

$$\frac{130}{9}$$

$$\frac{150}{9}$$

$$\frac{135}{9}$$

$$\frac{45}{3}$$

$$\frac{45}{2}$$

$$\frac{135}{3 \cdot 2}$$

$$\frac{5 \cdot 120}{6}$$

$$100$$

$$200$$

$$\frac{130}{900}$$

$$S \cdot 130$$

$$\frac{135}{3}$$

$$4 \cdot 15$$

$$\frac{5 \cdot 15 \cdot 100}{3 \cdot 3 \cdot 100}$$

$$\frac{750}{900}$$

$$\frac{120}{0.15}$$

$$\frac{12 + 4 + 1}{5.6}$$

$$\frac{130}{4}$$

$$\frac{130}{4} \cdot \frac{3}{4}$$

$$\frac{150 \cdot 5}{150 \cdot 6}$$

$$\frac{150 \cdot 750}{150 + 750}$$

$$\frac{750}{900}$$

$$\frac{120}{15}$$

$$\frac{15 \cdot 15 \cdot 5}{15 \cdot 75}$$

$$\frac{15 \cdot 100}{3 \cdot 8 \cdot 100}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.
 Отметьте крестиком номер задачи,
 решение которой представлено на странице:



МФТИ

- 1 2 3 4 5 6 7

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

(Handwritten mathematical work on grid paper)

Top left: $\frac{150 \cdot 150}{900}$ and $\frac{150 \cdot 150}{900}$

Top middle: S_m , V_0 , 60° , $3V_0$, $\frac{2}{\sqrt{3}}$

Top right: $V_x = \frac{3}{4} V_0$, $2V_x = V_0 + \frac{1}{2} V_0$, $\frac{3}{4}$, $\frac{9}{3}$, $\frac{5\sqrt{7}}{2}$, V_0

Middle left: $13,5$, 26 , $27,5$, $10 mV_x$, 135 , $\frac{135}{-5}$, $15 mV$, 19

Middle right: $\sqrt{3}$, 4 , $5\sqrt{7}$, $10 + \frac{3}{2}$, $1 + 9 + \frac{7}{2}$, 2 , $5 \cdot \frac{7}{2}$

Bottom left: 25 , $2,5$, 15 , 10 , $\sqrt{3}$, 2 , R , $\frac{1}{L}$, 3 , 27 , 2

Bottom middle: $2V_x = -3V_0 + 0,5V_0$, 28 , 25 , $2,5$, 10 , 7 , $\frac{27}{2}$, 2 , 11 , 20

Bottom right: $2,5$, 10 , $2,5$, 2 , 11 , 20

Other circled numbers and expressions: $13,5$, $27,5$, 135 , 19 , 2 , $2,5$, 10 , $2,5$, 11 , 20 , 2 , 11 , 20



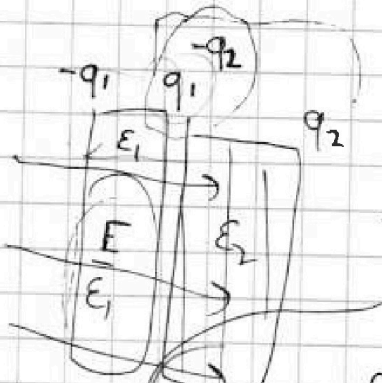
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
 Отметьте крестиком номер задачи,
 решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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

$$\frac{q}{\epsilon_0 S} = \frac{E}{\omega_1}$$

$$E - \frac{q}{\epsilon_0 S} = \frac{U}{d_1}$$

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

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

$$q = (q_1 - q_2)$$

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

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

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

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

$$\frac{12 + 41}{30} - \frac{1}{6}$$

$$\frac{5}{24}$$

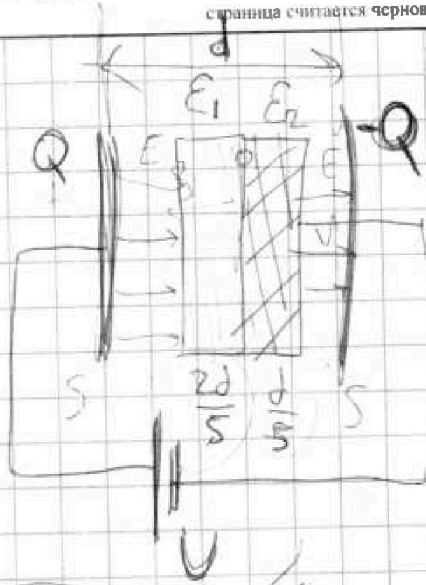
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\frac{Q}{\epsilon_0 S} + E = \frac{E}{\epsilon_1}$$

$$U = d \left(\frac{2Q}{\epsilon_0 S} + \frac{Q}{\epsilon_2 S} + \frac{Q}{\epsilon_3 S} \right)$$

$$U = \frac{Qd}{\epsilon_0 S} \left(\frac{2}{5} + \frac{2}{\epsilon_2 5} + \frac{1}{\epsilon_3 5} \right)$$

$$\frac{2 \cdot 6}{6 \cdot 5} + \frac{2 \cdot 2}{6 \cdot 5} + \frac{1}{6 \cdot 5} \quad Q = \frac{30}{17} U \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{12+4+1}{30} \quad \frac{Qd}{\epsilon_0 S} \frac{17}{30} = U$$

right

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

$$E \epsilon_0$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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



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

$$125 \quad \begin{array}{r} 5 \cdot 5 \cdot 5 \\ 5 \cdot 15 \cdot 15 \\ \hline 9 \cdot 3 \cdot 3 \end{array} \quad \begin{array}{r} 15 \cdot 5 \\ \hline 9 \end{array}$$

$$125 \text{ В/А}$$

$$\begin{array}{r} 75 \cdot 15 \\ \hline 9 \end{array} \quad \begin{array}{r} 5 \cdot 15 \\ \hline 9 \end{array} \quad \begin{array}{r} 750 \\ \hline 9000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 750 \\ \hline 1000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 75 \\ \hline 90 \end{array}$$

$$15 \cdot 6$$

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

$$\begin{array}{r} 750 \cdot 150 \\ \hline 900 \end{array} \quad \begin{array}{r} 5 \cdot 120 \\ \hline 6 \end{array} \quad 100 \cdot 20$$

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

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} E - I R_1 R_2 = U(I)$$

$100 = 125 \cdot I$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

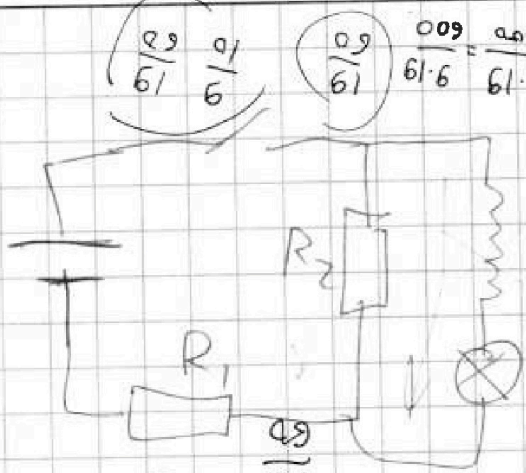
МФТИ

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



$$\frac{120}{120} = \frac{120}{120}$$

$$\frac{120}{120} = \frac{120}{120}$$



$$\frac{120}{0.5} = \frac{120}{0.5}$$

$$\frac{120}{0.5} = \frac{120}{0.5}$$

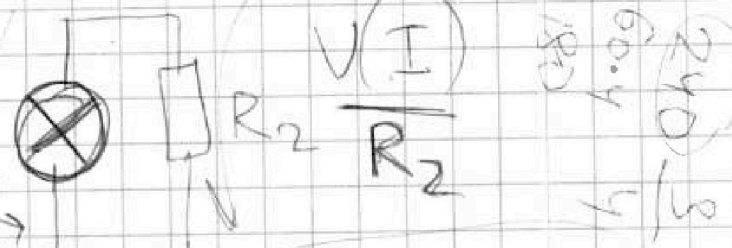
$$I_{20} = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

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

$$E = 120$$

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

$$\frac{120}{120} + \frac{120}{120} = \frac{120}{120}$$



$$U(I) = I R_2$$

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

$$R_1 \left(\frac{U(I)}{R_2} + I \right) +$$

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

$$I \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + U(I) = E \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

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 thin lenses. The solution includes a ray diagram and several calculations.

Ray Diagram: Shows two thin lenses, \$F_1\$ and \$F_2\$, separated by a distance \$d = 0.2\$ m. An object \$X_0\$ is placed to the left of \$F_1\$. The focal length of \$F_1\$ is \$f_1 = 0.1\$ m, and the focal length of \$F_2\$ is \$f_2 = 0.15\$ m. The image \$X_1\$ is formed by \$F_1\$ and acts as the object for \$F_2\$. The final image \$X_2\$ is formed by \$F_2\$. The distance from \$F_2\$ to \$X_2\$ is \$X_2 = 0.3\$ m.

Calculations:

For the first lens (\$F_1\$):

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{x_0} + \frac{1}{x_1}$$

$$\frac{1}{0.1} = \frac{1}{x_0} + \frac{1}{0.2}$$

$$\frac{1}{x_0} = \frac{1}{0.1} - \frac{1}{0.2} = \frac{2}{0.2} - \frac{1}{0.2} = \frac{1}{0.2}$$

$$x_0 = 0.2 \text{ m}$$

For the second lens (\$F_2\$):

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2}$$

$$\frac{1}{0.15} = \frac{1}{0.2} + \frac{1}{x_2}$$

$$\frac{1}{x_2} = \frac{1}{0.15} - \frac{1}{0.2} = \frac{4}{0.6} - \frac{3}{0.6} = \frac{1}{0.6}$$

$$x_2 = 0.6 \text{ m}$$

The final image \$X_2\$ is located \$0.6\$ m to the right of \$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 mathematical work on grid paper:

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

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

Bottom left:
$$\frac{20-30}{3} - \frac{60}{3} = \frac{1}{x_0}$$

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

Middle left:
$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{125}{25}$$

Middle right:
$$-10 = 5 - \frac{100 \cdot 15}{1}$$

Below middle left:
$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d+f_1} + \frac{1}{f_2}$$

Below middle right:
$$\frac{1}{15} + \frac{1}{25 \cdot 15} = \frac{1}{100 \cdot 15}$$

Bottom left:
$$\frac{1}{F_2} + \frac{1}{d+f_1} = \frac{1}{f_2}$$

Bottom middle:
$$\frac{1}{15} + \frac{1}{275} = \frac{1}{54 \cdot 100}$$

Bottom right:
$$\frac{1}{15} + \frac{1}{100 \cdot 15} = \frac{1}{165}$$

Very bottom:
$$11 \cdot \frac{11}{5 \cdot 3} + \frac{3 \cdot 3}{55 \cdot 3} = \frac{1}{F_2}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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

Handwritten mathematical work on grid paper:

- Top left: $\frac{200}{3 \cdot 19}$, $\frac{380 - 180}{3 \cdot 19}$
- Top center: $\frac{666}{111} - 10 = \frac{1}{f_1} + 5$
- Top right: $\frac{59}{100}$, $\frac{191}{051}$
- Middle left: $P_1 = \frac{200(1-1)^{P_2}}{P_2 - P_1}$, $P_2 = P_1 = \frac{20 \cdot 19}{3 \cdot 19}$
- Middle center: t_2 (circled), t_1 (circled), $t_1 = 16$
- Middle right: $PV = \frac{1}{111}$, $\frac{0'0101}{111111}$
- Bottom left: $\frac{20}{3} - \frac{60}{19}$, $\frac{20 \cdot 19 - 180}{3 \cdot 19}$
- Bottom center: $135 + 15 + 16$, 167
- Bottom right: $\frac{4}{15 \cdot 4}$, $\frac{15}{15 \cdot 4}$, $\frac{19}{19}$
- Bottom center: $L + h_1 + h_2$, h_2
- Bottom right: $\frac{4}{15 \cdot 4}$, $\frac{191}{051}$, $\frac{25}{35}$

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!



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

$$15 \cdot 9$$

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

$$306$$

$$34$$

$$pV = \nu RT$$

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

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

$$\frac{306}{34}$$

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

$$P_0 = P_1 + \frac{\nu R t_1}{S L}$$

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

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

$$P_0 = P_1 + \frac{\nu R t_2}{S(L + h_1)}$$

$$P_0 = P_2 + \frac{\nu R t_2}{S(L + h_1 + h_2)}$$

$$P_0 - P_2 = \frac{\nu R t_2}{S(L + h_1 + h_2)}$$

$$\frac{P_2 - P_0}{P_1 - P_0}$$

$$\frac{P_0 - P_2}{P_0 - P_1} = \frac{\frac{t_2}{L + h_1 + h_2}}{\frac{t_2}{L + h_1}}$$