



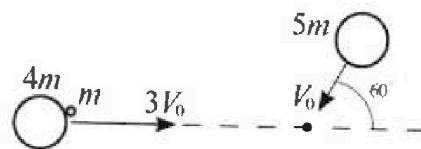
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-06

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

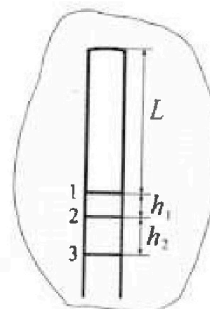


1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы $4m$, скорость $3V_0$, второй шайбы $5m$, скорость V_0 . Угол между направлениями скоростей 60° . К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина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

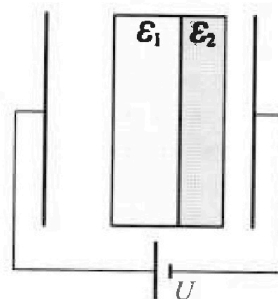


1) Найти высоту L столба влажного воздуха в пробирке до нагревания.

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

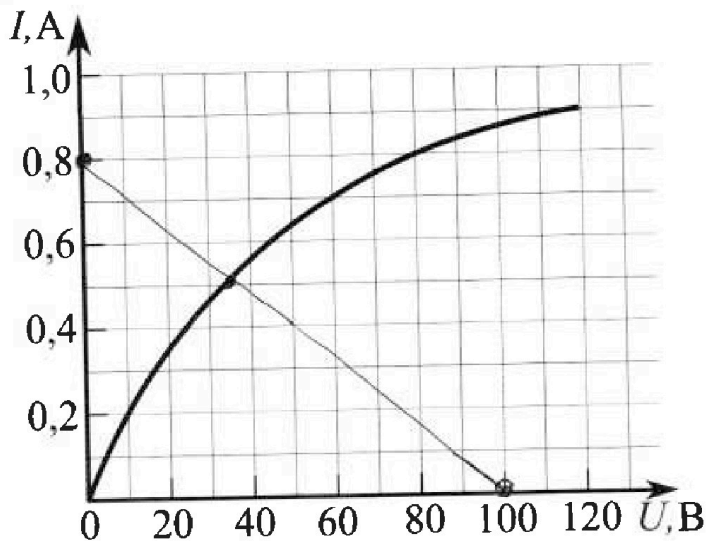
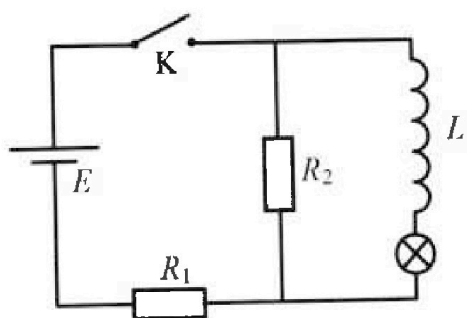
Вариант 11-06

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

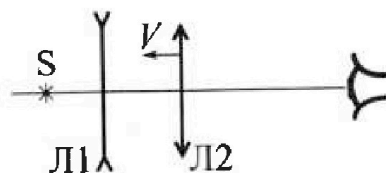


4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные, $L = 0,5$ Гн, $E = 120$ В, $R_1 = 150$ Ом, $R_2 = 750$ Ом. Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

- 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.

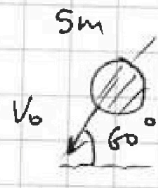
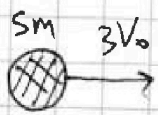
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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 x:

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

$$10mV_y = 5mV_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$\cos 60^\circ$
 $\sin 60^\circ$

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

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

Скорость склеившихся шаров:

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

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

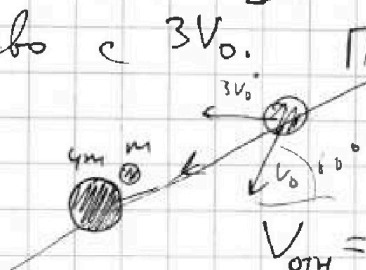
1) Ответ: $V = \frac{\sqrt{7}}{2} V_0$

2) Увеличение E_0 равно уменьшению кин. энергии шаров:

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

Ответ: $E_0 = \frac{135}{4} mV_0^2$

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



При этом передается максимальная энергия и не 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 $V_{\text{отн}}$.~~

Затем ЗСЦ импульса и ЗСЭ энергии (закон сохранения)

ЗСЦ:

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

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:

$$P_{\text{сух}} = \frac{V R t_1}{S L_x} \quad L_x - \text{высота столба воздуха.}$$

$$① P_0 = P_1 + \frac{V R t_1}{S L}$$

$$② P_0 = P_1 + \frac{V R t_2}{S(L+h_1)}$$

$$③ P_0 = P_2 + \frac{V R t_2}{S(L+h_1+h_2)}$$

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

Возьтем из
① ②
 $\Rightarrow \frac{V R t_1}{S L} = \frac{V R t_2}{S(L+h_1)}$

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 $P_0 = \frac{P_2 - k P_1}{1 - k} \approx \frac{205 - 0,9 \cdot 38}{0,1} \approx 1708 \text{ мм рт.ст.}$
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!

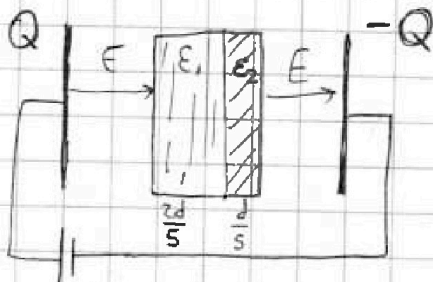
Задача 3.

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:



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

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

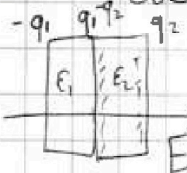
2) Поле в симметричном конденсаторе равно.

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

3) Если диэлектрик с проницаемостью ϵ пронизывает поле 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

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

$$\text{Ответ: } q = \frac{30}{17} \frac{U}{d} \epsilon_0 S \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{3} \right) = -\frac{5}{17} \frac{U_0 \epsilon_0 S}{d}$$



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 .

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

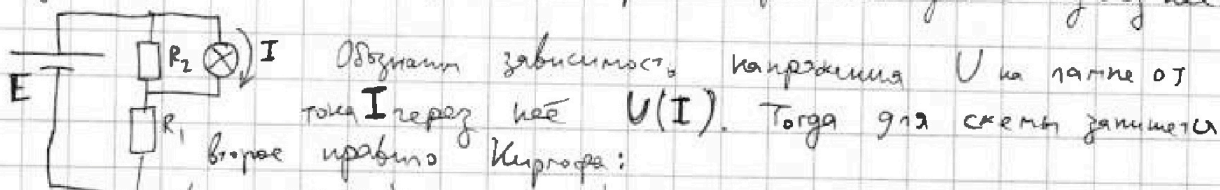
2) Из закона электромагнитной индукции $LI' = -E_{\text{сам}} = -L \frac{dI}{dt}$

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 .

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

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 уравнение решается графически по ВАХ. левая часть - график ВАХ. правая - прямая, I - переменная.

$U(I) = 100 \text{ В} - 125 \frac{\text{В}}{\text{А}} \cdot I$ $U(I) = 0$ 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-за погрешности $I \approx 0,51 \text{ А}$))

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

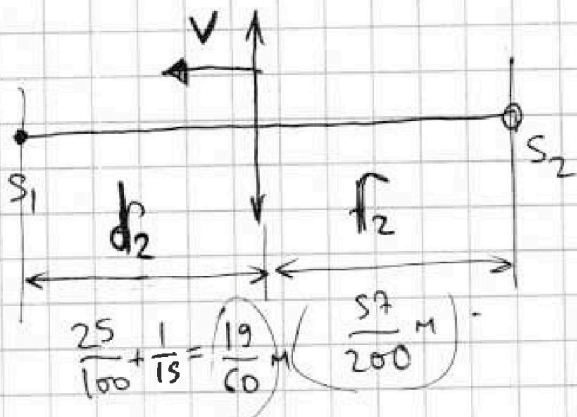
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5 - прогонки.

Рассмотрим невырожденное преобразование

S_1 и его преобразование S_2 .

в Λ_2



Переищем в СО земли: в ней



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

Т.к.

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

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

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

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

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

Ответ: $3,62 \text{ см/с}$

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

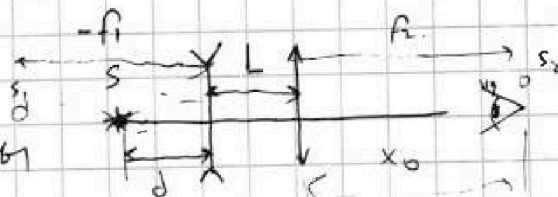
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

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 1-го изображения к 2-й линзе (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 - нарисуем ее 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.



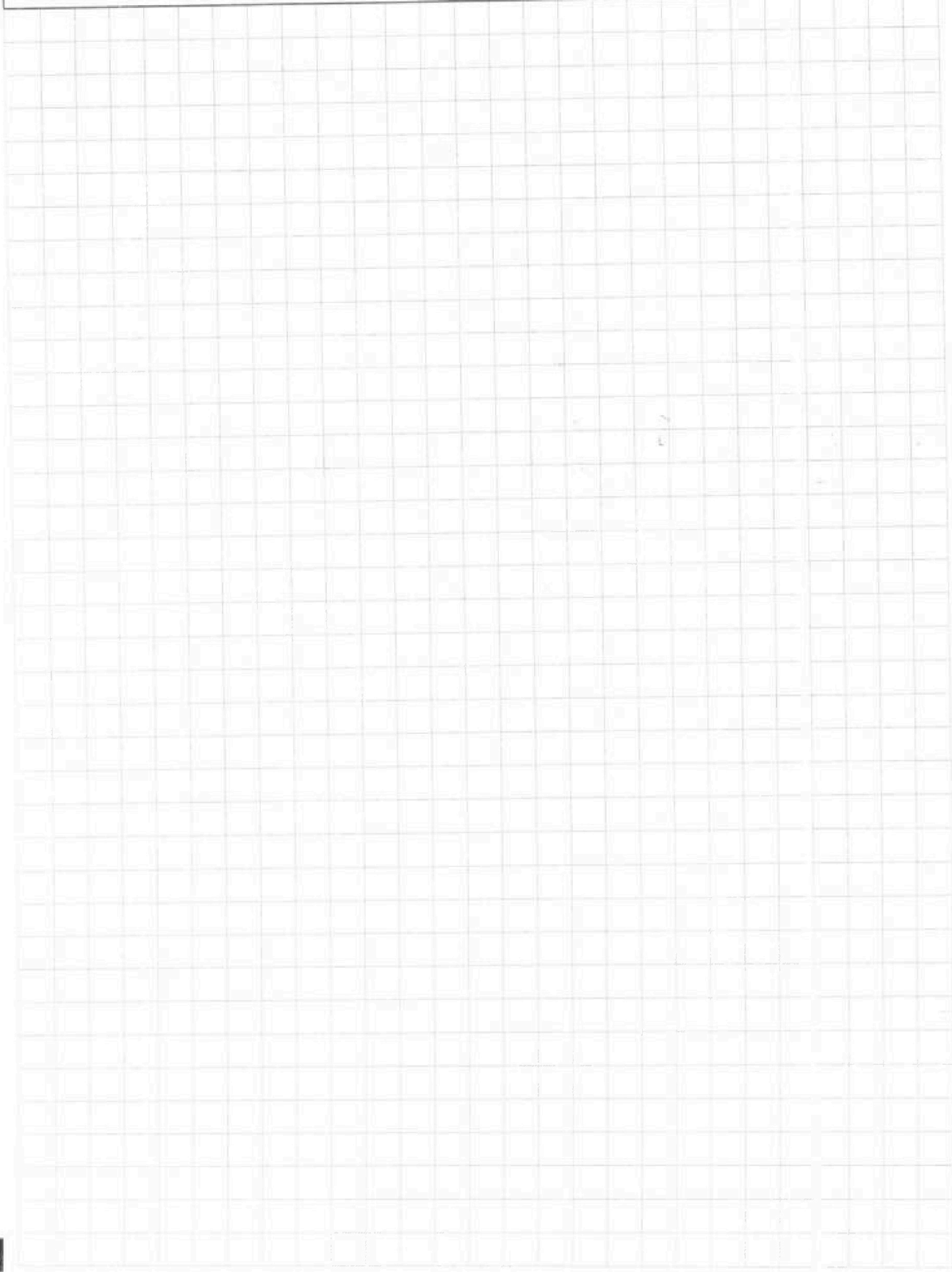
На одной странице можно оформлять **только одну задачу.**

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

МФТИ

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

Черновик, за 770 шт

Handwritten calculations on grid paper:

- $2E_0$ over 3
- 150 over 900
- 130 over 4
- $150 \cdot 5$ over $150 \cdot 6$
- 135 over 9
- 750 over 900
- 150 over 5
- $150 \cdot 750$ over $150 + 750$
- 150 over 9
- 750 over 900
- 750 over 900
- 150 over 3
- 750 over 900
- $15 \cdot 15 \cdot 5$ over $15 \cdot 75$
- 135 over 3
- 135 over 9
- $15 \cdot 100$ over $3 \cdot 8 \cdot 1000$
- 45 over 3
- 45 over 2
- 135 over $3 \cdot 2$
- $4 \cdot 15$
- $5 \cdot 15 \cdot 100$ over $3 \cdot 3 \cdot 1000$
- 750 over 900
- 120 over 0.15
- $5 \cdot 120$ over 6
- $12 + 4 + 1$ over 5.6
- 100 over 200

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

ЛФТИ

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

Handwritten calculations and diagrams on grid paper:

Top left: $\frac{3 \cdot 150 \cdot 150}{2}$, $\frac{150 \cdot 150}{900}$

Top center: $3V_0$, $\frac{2}{\rho}$, 60° , V_0 , S_m

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

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

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

Bottom left: 25 , 2 , $15A$, $\frac{\sqrt{3}}{2} mV$, $\frac{27}{2}$, 3 , 10 , 28 , $2,5$, 27 , $\frac{27}{2}$, 7 , 2 , 11 , $\frac{11}{20}$

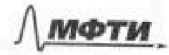
Bottom center: $2V_x = -3V_0 + 0,5V_0$

Bottom right: $2,5$, 10 , 7 , 2 , 11 , $\frac{11}{20}$



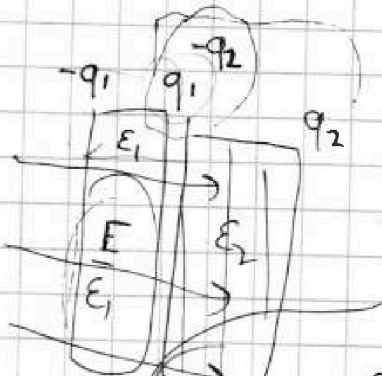
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
 Отметьте крестиком номер задачи,
 решение которой представлено на странице:

- 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!

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



$$q = \epsilon_0 \epsilon S E$$

$$E - \frac{q}{\epsilon_1 \epsilon_0 S} = \frac{U}{d}$$

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

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

$$q = (q_1 - q_2)$$

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

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

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

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

$$\frac{12 + 4 + 1}{30} = \frac{17}{30}$$

$$\frac{17}{30}$$

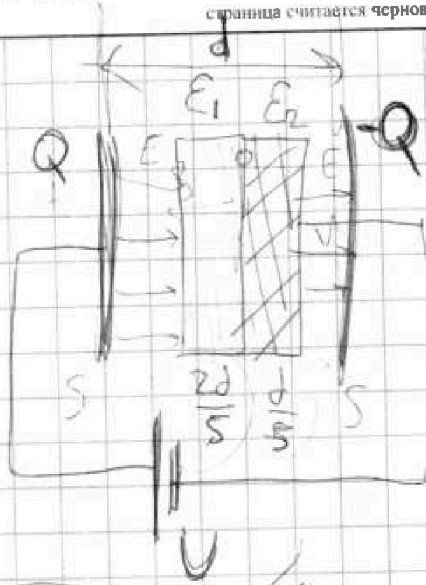
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

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

$$+ \frac{Q}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{2d}{5} + \frac{Q}{\epsilon_2 \epsilon_0 S} \frac{d}{5}$$

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

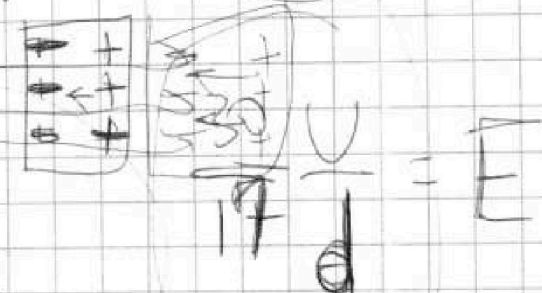
$$\frac{2 \cdot 6}{6 \cdot 5} + \frac{2 \cdot 2}{6 \cdot 5} + \frac{1}{6 \cdot 5} \quad Q = \frac{30}{17} V \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

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

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!

Handwritten calculations on grid paper:

125 В/А
 $5 \cdot 15 \cdot 15$
 $9 \cdot 3 \cdot 3$
 $15 \cdot 5$
 9
 $75 \cdot 15$
 9
 5
 750
 9000
 750
 1000
 75
 90
 $15 \cdot 6$
 $R_1 + R_2$
 $U(I)$
 $R_2 E = I R_1 R_2 = U(I)$
 $750 \cdot 150$
 900
 $5 \cdot 120$
 6
 100
 100
 $R_2 E = I R_1 R_2 = U(I)$
 $R_2 E - I R_1 R_2 = U(I)$
 $100 = 125 \cdot I$
 $5/15$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

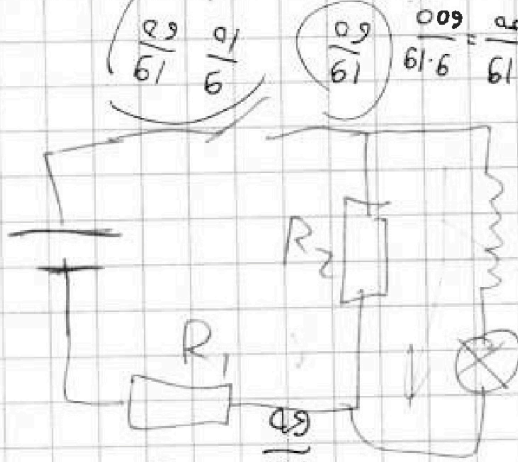
МФТИ

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



$$\frac{120}{900} = \frac{1}{7.5}$$

$$\frac{120}{900} = \frac{1}{7.5}$$



$$\frac{120}{900} = \frac{1}{7.5}$$

$$\frac{120}{900} = \frac{1}{7.5}$$

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

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

$$E = 120$$

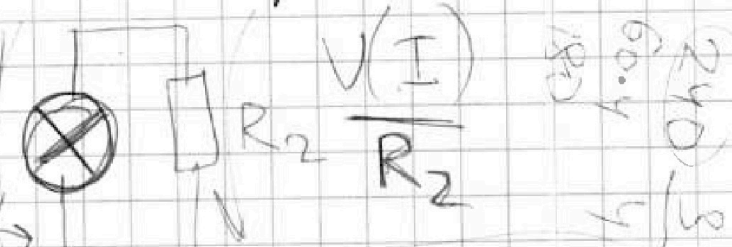
$$I = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_{eq}}$$

$$\frac{1}{900} + \frac{1}{120} = \frac{1}{R_{eq}}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{900} + \frac{1}{120} = \frac{1}{720}$$

$$R_{eq} = 720$$



$$P = I^2 R$$

$$P = I^2 R_2$$

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

$$IR_1 + \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) U(I) = E$$

$$U(I) = E - IR_1$$

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



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.

Diagram: A vertical optical axis with a lens F_1 at the top and a lens F_2 at the bottom. The distance between the lenses is 20 cm . An object X_0 is placed on the axis between the lenses. The distance from F_1 to X_0 is 10 cm , and the distance from X_0 to F_2 is 20 cm . The focal length of F_1 is 0.1 m (10 cm), and the focal length of F_2 is 0.15 m (15 cm). The final image X_1 is formed to the right of F_2 at a distance X_1 from F_2 .

Calculations:

For lens F_1 : $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2}$

$$\frac{1}{0.1} = \frac{1}{0.1} + \frac{1}{d_2} \Rightarrow d_2 = \infty$$

The image formed by F_1 is at infinity. This image acts as the object for lens F_2 . The distance from F_2 to this object is 20 cm .

For lens F_2 : $\frac{1}{f_2} = \frac{1}{d_3} + \frac{1}{d_4}$

$$\frac{1}{0.15} = \frac{1}{20} + \frac{1}{d_4}$$

$$\frac{1}{d_4} = \frac{1}{0.15} - \frac{1}{20} = \frac{20 - 0.15}{0.15 \cdot 20} = \frac{19.85}{3} \approx 6.6167$$

$$d_4 = \frac{3}{19.85} \approx 0.1511\text{ m} = 15.11\text{ cm}$$

The final image X_1 is located 15.11 cm to the right of lens F_2 .

Additional notes: The student also calculated the magnification $M = \frac{d_4}{d_3} = \frac{15.11}{20} \approx 0.755$.

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. The page contains several calculations and diagrams:

- Top left:** A calculation $\frac{200}{3 \cdot 19} = \frac{380}{3 \cdot 19}$.
- Top center:** A calculation $\frac{666}{6} - 10 = \frac{1}{f_1} + 5$.
- Top right:** A calculation $\frac{59}{100} \cdot 0.51$.
- Middle left:** A diagram of a rectangle with height t_2 and width t_1 . Inside the rectangle, there are several $t \cdot 91$ terms. To the right of the rectangle, there is a calculation $\frac{0.0101}{0.0101}$.
- Middle center:** A calculation $\frac{20 \cdot 19}{3 \cdot 19} - \frac{180}{3 \cdot 19}$.
- Middle right:** A calculation $\frac{15}{15 \cdot 4}$.
- Bottom left:** A large circle containing the expression $L + h_1 + h_2$ and h_2 .
- Bottom center:** A calculation $\frac{20}{3} - \frac{60}{19}$.
- Bottom right:** A calculation $\frac{135 + 15 + 16}{16 \cdot 19}$.

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!



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

$$15 \cdot 9$$

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

$$306$$

$$34$$

$$pV = \nu RT$$

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

$$10 \cdot \frac{L}{t_1} = \frac{L + h_1}{t_2}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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