



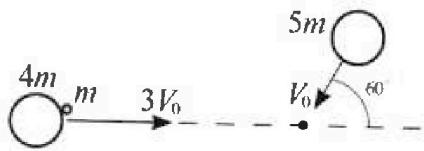
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



## Вариант 11-06

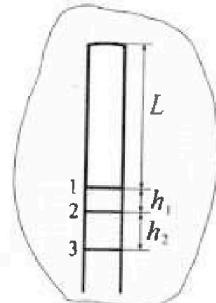
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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  $60^\circ$ . К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина массы  $m$ .



- 1) Найдите скорость шайб, если после столкновения они приклеились друг к другу.
- 2) На какую величину  $E_0$  увеличится внутренняя энергия системы после такого столкновения?
- 3) Известно, что произошел такой удар, что шайбы не слиплись, а пластилин полностью прилип к правой шайбе. При этом внутренняя энергия системы увеличилась на величину  $2E_0/3$  (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.

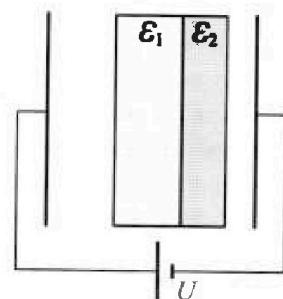
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Температура в столбе влажного воздуха установилась  $t_1 = 33^\circ\text{C}$ , в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко 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  $h_1 = 15 \text{ mm}$ . После этого уровень воды начал медленно двигаться до уровня 3, опустившись на  $h_2 = 16,7 \text{ mm}$ . 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  $\text{мм. рт. ст.}$

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

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.

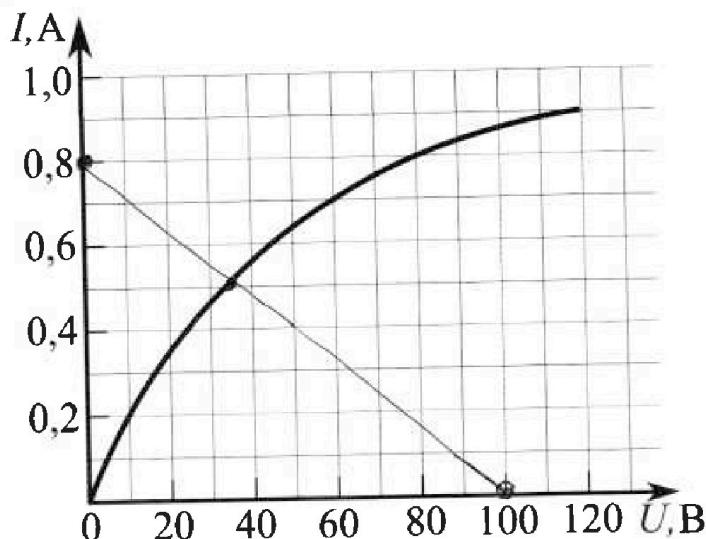
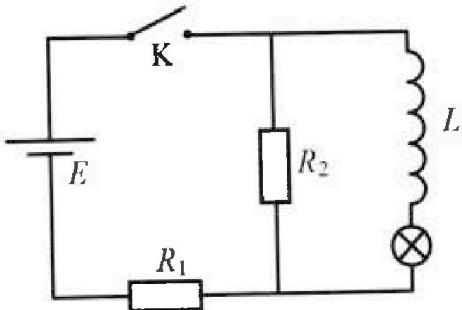
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**

**Вариант 11-06**

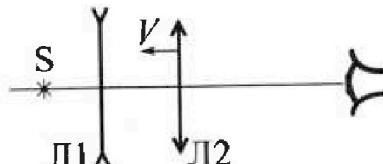
*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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

- 1) Найти и 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  $F_1 = -10 \text{ см}$ , у линзы Л2 фокусное расстояние  $F_2 = 15 \text{ см}$ . Неподвижный точечный источник света S расположен на расстоянии  $d = 20 \text{ см}$  от неподвижной линзы Л1. Линза Л2 приближается к Л1 с постоянной скоростью  $V = 2 \text{ см/с}$ . 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  $L = 25 \text{ см}$ ?
- 3) Найти скорость  $U$  (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет  $L = 25 \text{ см}$ .



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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.



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

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

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

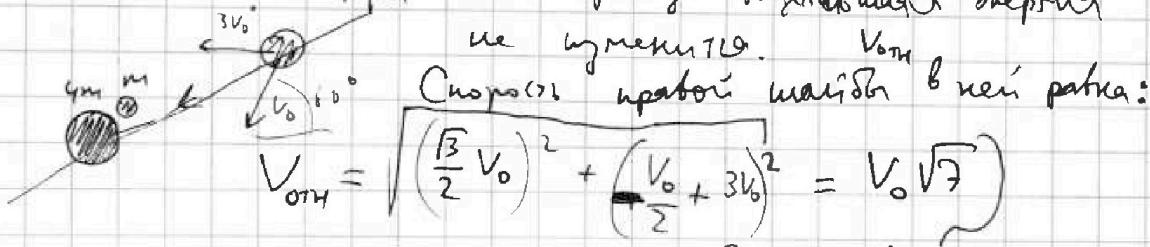
1) Ответ:  $V = \frac{V_0}{2} \sqrt{7}$

2) Увеличение  $E_0$  равно уменьшению кин.-энергии частиц:

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

Ответ:  $E_0 = \frac{135}{4} mV_0^2$

3)  $\frac{2}{3} E_0 = \frac{45}{2} mV_0^2$  Переходим в CO движущуюся  
フレーム с  $3V_0$ .



Скорость правой частицы в новой системе:

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

(см. предыдущ.)

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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МФТИ



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

Задача 1. Продолжение.

Если на спортивные после удара!

В этот CO оба мяча движутся по одной краине.  
~~Если их относительная скорость после удара  $V_{rel}$ .~~

Запишем ЗСИ импульса и ЗСЭ энергии (здесь соударения)

ЗСИ:

правая  
часть

левая  
часть

$$V_{0,1} \cdot S_{mb} = 6m V'_1 + 4m V'_2$$

ЗСЭ:

$$\frac{S_m \cdot V_{0,1}^2}{2} = \frac{6m V'_1^2}{2} + \frac{4m V'_2^2}{2} + \frac{2}{3} E_0$$

$$\frac{5m \cdot 7V_0}{2} = 6m V'_1^2 + 4m V'_2^2 + \frac{4S_m V_0^2}{2}$$

$$\begin{cases} 5\sqrt{7} V_{0,1} = 6V'_1 + 4V'_2 \\ \frac{25}{2} V_0 = 6V'_1^2 + 4V'_2^2 \end{cases}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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 каждого выражение для 3-х случаев.

Если в приборе испарительное количество воздуха  $V$ , а сечение прибора  $S$ : давление сухого воздуха по упр-ю МК:

$$P_{\text{вых}} = \frac{VRt_1}{SL_x} \quad L_x - \text{всего сухого воздуха.}$$

$$\textcircled{1} \quad P_0 \neq P_1 + \frac{VRt_1}{SL}$$

$$\textcircled{2} \quad P_0 = P_1 + \frac{VRt_2}{S(L+h_1)}$$

$$\textcircled{3} \quad P_0 = P_2 + \frac{VRt_2}{S(L+h_1+h_2)}$$

$$\text{1) Определяем } L = h_1 \left( \frac{t_1}{t_2 - t_1} \right) \quad L = 15 \text{ mm} \cdot \frac{273 + 33}{67 - 33} = 15 \text{ mm} \cdot \frac{306}{34} =$$

$$\text{Ответ: } L = 135 \text{ mm}$$

2) В упр-ях \textcircled{2} \textcircled{3} перенесём  $P_1$  и  $P_2$  соответственно влево

Равновесие получим:

$$\frac{P_0 - P_2}{P_0 - P_1} = \frac{\frac{t_2}{L+h_1+h_2}}{\frac{t_2}{L+h_1}} = \frac{L+h_1}{L+h_1+h_2} = k \approx \frac{100}{111} \approx 0,9$$

$$\text{Определяем } P_0 = \frac{P_2 - kP_1}{1-k} \approx \frac{205 - 0,9 \cdot 38}{0,1} \approx 1708 \text{ мм рт.ст.}$$

$$\text{Ответ: } P_0 =$$

I-



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

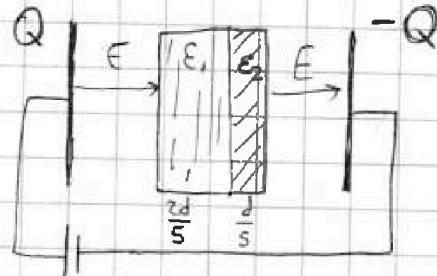
Задача 3.

1) Ширина воздушного зазора:

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

Поле равно  $E$  перед и после диэлектрика  $U$

Запишем выражение для разности потенциалов пластин через них:



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

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

2) Поле в симметричном конденсаторе равно:

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

3) Если диэлектрик с проницаемостью  $\epsilon$  прокидывается, имеем

$E$ . То на кем наблюдается заряды, имеющие значение  $q_0$  и  $-q_0$ .

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 скользящий заряд на границе

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 энергии  $L\dot{I} = -E_{\text{ст}}$ , сначала после замыкания ключа ток через катушку, а значит и через лампу не течёт. Значит ток через  $R_1$  равен тому току через  $R_2$ .

$$\rightarrow E = I_{20}(R_1 + R_2) \quad \text{Ответ: } I_{20} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120}{900} = \underbrace{\frac{2}{15}}_{A} A$$

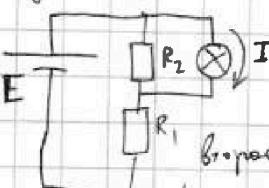
2) Из закона электромагнитной индукции  $L\dot{I}' = -E_{\text{ст}} = \Delta U$

т.к. ток через катушку в начале = 0 из law BAX видно, что напряжение на лампе = 0.

Значит  $\Delta U$  на катушке равно напряжению на резисторе  $R_2$ .

$$\rightarrow \Delta U = I_{20} R_2 = L\dot{I}' \rightarrow I' = \frac{E}{L} \frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{120}{750} \frac{0,5}{900} = \underbrace{\frac{200}{900}}_{A/c} A$$

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

 Обозначим зависимость напряжения  $U$  на лампе от тока  $I$  через неё  $U(I)$ . Тогда эта скрипка заменится боре правило Кирхгофа:

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

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

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

По этим данным строим прямую, которая пересекает BAX в точке, ближайшей к  $I=0,5A$  (ответ:  $I=0,5A$  (из формулы  $I \approx 0,51A$ ))

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

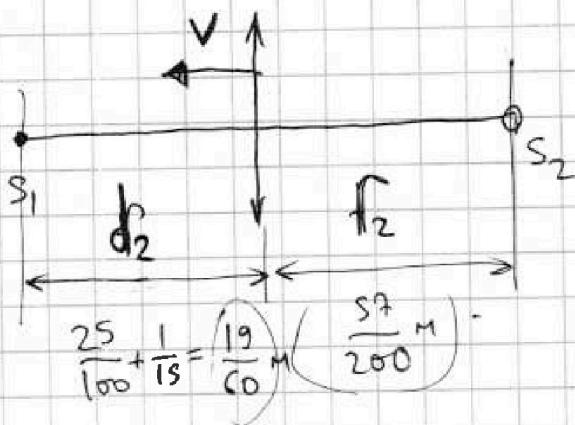


- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

Задача 5 - продолжение. Рассмотрим изображение  $S_1$  и его изображение  $S_2$ .



Перейдём в CO единицах: В ней



$$\text{Причём } v^p = \sqrt{\left(\frac{f_2}{d_2}\right)^2}.$$

Т.к.

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_2} = \text{const} \rightarrow d\left(\frac{1}{d_1}\right) + d\left(\frac{1}{f_2}\right) = 0$$

$$\rightarrow -\frac{d \cdot d_1}{d_1^2} - \frac{d f_2}{f_2^2} = 0 \rightarrow \frac{df_2}{dt} = -\frac{dd_1}{dt} \left(\frac{1}{f_2}\right)^2.$$

$$\text{т.к. } \frac{df_2}{dt} = v^p \quad -\frac{dd_1}{dt} = V \quad \text{Получаем исходную формулу.}$$

$$\frac{f_2}{d_2} = \frac{s7/200}{19/60} = 0,9. \quad \text{Перейдём в CO единицах: В ней}$$

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

Ответ: (3,62 см/c)

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

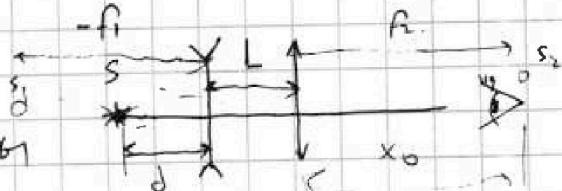
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5.

1)

Запишем для каждой линзы  
формулу тонкой линзы:

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



$f_1$  - расстояние от  $s_1$  до изображения  
в линзе 1

$f_2$  - расстояние от изображения  $s_1$  до  
изображения  $s_2$ .

т.е. изображение с другой стороны.

При  $L=0$  следят 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实像.

2) Построим изображение  $s_2$  в  $L$ , - назовём его  $S_2$ .

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{f_2} + \frac{1}{d} \quad \left\{ f_2 = -\frac{1}{15} \text{ м} \right.$$

Формула тонкой линзы для изображения в линзе  $f_2$  будет такой:

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{L-f_2} + \frac{1}{X} \quad \frac{100}{15} = \frac{1}{25 + \frac{1}{15}} + \frac{1}{X} \quad \left| \frac{20}{3} - \frac{300}{95} = \frac{1}{X} \right.$$

ответ:  
 $X = \frac{57}{340} \text{ м}$

ответ:  
 $X = \frac{57}{200} \text{ м} = 28,5 \text{ см}$

ответ:  
 $\frac{20}{3} - \frac{60}{19} = \frac{1}{X}$

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!



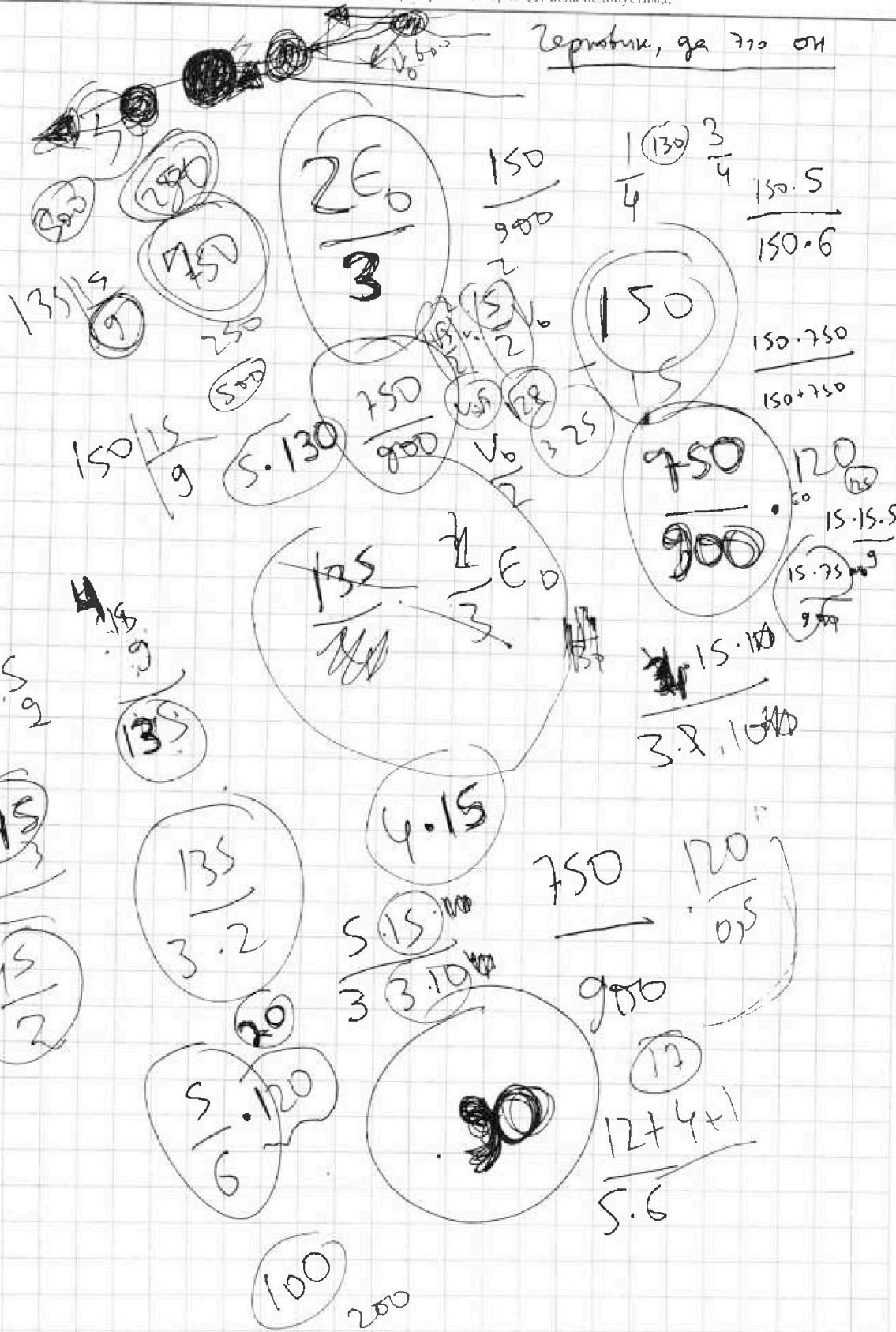
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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

**МФТИ**

Handwritten notes and calculations related to a physics problem, likely a projectile motion or similar kinematics problem. The notes include:

- Diagram showing a projectile at an angle of  $60^\circ$  with initial velocity  $V_0$ . The horizontal distance is given as  $150 \cdot m = 9000$ .
- Equation:  $2V_x = V_0 + \frac{1}{2}V_0$  (with circled 3)
- Equation:  $V_y = \frac{3}{4}V_0$
- Equation:  $Sm = \frac{3}{4}V_0$
- Equation:  $3V_0 = \frac{2}{3}V_0$
- Equation:  $10mV_x = 220mV_0$
- Equation:  $15mV_x = 12,5mV_0$
- Equation:  $5 \cdot 2,5 = 12,5mV_0$
- Equation:  $\frac{5}{4} = \frac{1}{2}V_0$
- Equation:  $V_0 = 10 + \frac{3}{2}$
- Equation:  $\frac{\sqrt{3}}{4} = \frac{1}{2}V_0$
- Equation:  $5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 1 + 9 + \frac{7}{3}$
- Equation:  $\frac{5}{2} = 2$
- Equation:  $5 \cdot \frac{1}{2}$
- Equation:  $\frac{5}{4} \cdot 4 = 10$
- Equation:  $2V_x = -3V_0 + 0,5V_0$
- Equation:  $\frac{5}{2} \left( \frac{5}{18} + \frac{13}{18} \right) = \frac{15}{18}V_x = \frac{5}{6}V_x$
- Equation:  $\frac{5}{2} \cdot \frac{5}{6} = \frac{25}{12}$
- Equation:  $\frac{25}{12} = 2,5$
- Equation:  $\frac{25}{12} = \frac{7}{2}$
- Equation:  $\frac{25}{12} = \frac{11}{2}$
- Equation:  $t = 5$
- Equation:  $25 + 3 = \frac{2}{58}$
- Equation:  $\frac{2}{58} = \frac{1}{29}$
- Equation:  $\frac{1}{29} = \frac{1}{2}$
- Equation:  $\frac{1}{2} = 0,5$



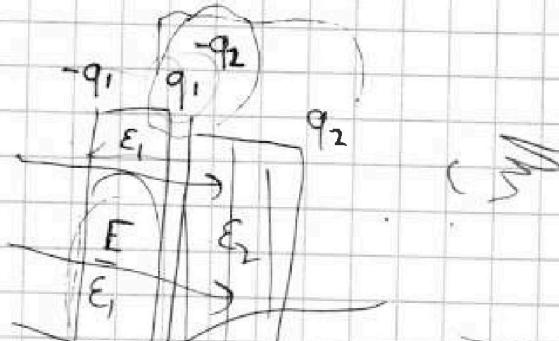
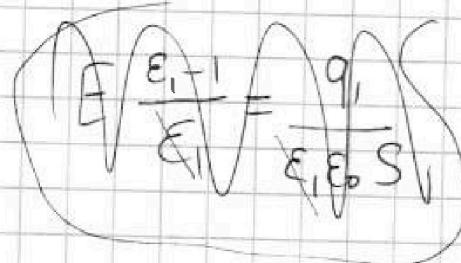
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



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

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

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

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

$$q = (q_1 - q_2)$$

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

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

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

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

$$5/2$$



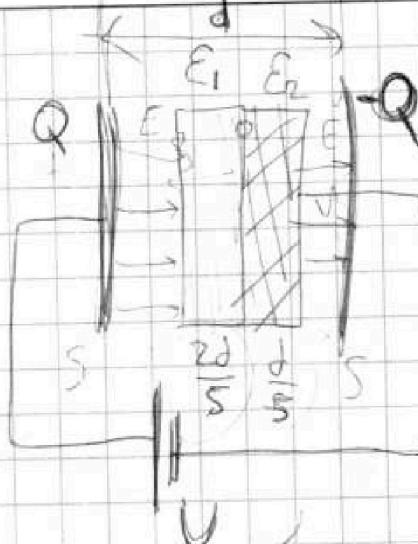
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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



$$-\frac{Q}{\epsilon_0 S} + E = \frac{U}{d}$$

$$U = d - \frac{2d}{5} - \frac{d}{5} \cdot \frac{1}{\epsilon_0 S}$$

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

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

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

$$\frac{12 + 4 + 1}{30} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} \frac{11}{30} = U$$



$$\frac{17}{11} \frac{U}{d} = E$$

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

$$E \epsilon_0$$

$$\frac{U}{d \epsilon_1}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$\begin{aligned} & \text{125} \quad \text{5} \cdot 5 \cdot 5 \\ & \cancel{5 \cdot 15 \cdot 15} \quad \cancel{(15 \cdot 5)} \\ & \cancel{9 \cdot 3^2} \quad 9 \\ & \cancel{75 \cdot 15} \quad \cancel{750} \\ & \cancel{9} \quad \cancel{900} \\ & \cancel{900} \quad \cancel{5} \quad \cancel{15 \cdot 6} \\ & \cancel{90} \quad \cancel{900} \\ & R_2 E = I R_{1+2} \quad \frac{R_1 + R_2}{R_2} V(I) \\ & \cancel{P} \\ & \cancel{750 \cdot 150} \quad \cancel{\frac{5}{6} \cdot 120} \\ & \cancel{900} \quad \cancel{150} \\ & \cancel{R_2} E = \cancel{V(I)} \\ & \cancel{R_1 + R_2} \\ & R_1 R_2 = \\ & \cancel{R_1} \cancel{R_2} = \\ & \cancel{R_1 \times R_2} = \cancel{I} \end{aligned}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

Diagram of a series circuit with two resistors  $R_1$  and  $R_2$ , a battery  $E$ , and a voltmeter  $V(I)$  connected across resistor  $R_2$ .

Given values:  $E = 120 \text{ V}$ ,  $R_1 = 15 \Omega$ ,  $R_2 = 5 \Omega$ .

Current  $I$  flows through the circuit.

Equations derived:

$$I_{R_2} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120}{15 + 5} = 12 \text{ A}$$
$$\frac{V}{I} + \frac{I}{I} = \frac{120}{15 + 5} = 12 \text{ A}$$
$$V(I) = E - I R_1$$
$$V(I) = E - I \frac{R_1}{R_2} R_2$$
$$V(I) = E - I R_1 + I R_2$$
$$V(I) = E - I R_1 + \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) I R_2$$
$$V(I) = E - I R_1 + \left(1 + \frac{15}{5}\right) I \cdot 5$$
$$V(I) = E - I R_1 + 4 I R_2$$
$$V(I) = E - I R_1 + 4 I \cdot 5$$
$$V(I) = E - I R_1 + 20 I$$
$$V(I) = E + I (20 - R_1)$$
$$V(I) = E + I (20 - 15)$$
$$V(I) = E + I \cdot 5$$

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!

The diagram shows a mechanical system consisting of two pulleys and a central mass. The left pulley has a radius of 0.2 m and is connected to a horizontal rod. The right pulley has a radius of 0.3 m. A central mass of 30 kg is suspended from the right pulley by a string. The distance between the centers of the pulleys is 0.5 m. The total length of the string is 1.2 m. The system is in equilibrium.

Given data:

- Left pulley radius:  $r_1 = 0.2 \text{ m}$
- Right pulley radius:  $r_2 = 0.3 \text{ m}$
- Central mass:  $m = 30 \text{ kg}$
- Total string length:  $L = 1.2 \text{ m}$
- Distance between pulley centers:  $x_0 = 0.5 \text{ m}$

Equations derived from the diagram:

$$\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}$$
$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{0.2} + \frac{1}{0.3} = 5 + 3.33 = 8.33$$
$$F_1 = \frac{1}{8.33} = 0.12 \text{ N}$$
$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{0.3} + \frac{1}{0.2} = 3.33 + 5 = 8.33$$
$$F_2 = \frac{1}{8.33} = 0.12 \text{ N}$$
$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{x_0} + \frac{1}{L - x_0}$$
$$\frac{1}{0.12} = \frac{1}{0.5} + \frac{1}{0.7} = 2 + 1.43 = 3.43$$
$$x_0 = \frac{0.5 \cdot 0.7}{3.43} = 0.125 \text{ m}$$
$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{x_0} + \frac{1}{L - x_0}$$
$$\frac{1}{0.12} = \frac{1}{0.125} + \frac{1}{0.875} = 8 + 1.14 = 9.14$$
$$x_0 = \frac{0.125 \cdot 0.875}{9.14} = 0.0125 \text{ m}$$
$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{x_0} + \frac{1}{L - x_0}$$
$$\frac{1}{0.12} = \frac{1}{0.0125} + \frac{1}{0.9875} = 80 + 1.02 = 81.02$$
$$x_0 = \frac{0.0125 \cdot 0.9875}{81.02} = 0.0015 \text{ m}$$
$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{x_0} + \frac{1}{L - x_0}$$
$$\frac{1}{0.12} = \frac{1}{0.0015} + \frac{1}{0.9985} = 666.67 + 1.001 = 667.67$$
$$x_0 = \frac{0.0015 \cdot 0.9985}{667.67} = 0.0002 \text{ m}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

$$-\frac{10}{3} + \frac{20}{3} = \frac{1}{x_0} - \frac{10}{1} + \frac{100}{15}$$

20

$$\frac{-10}{\cancel{3}} + \frac{1}{\cancel{3}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$
$$\frac{20-30}{3} - \frac{60}{3} = \frac{1}{x_0} - \frac{100}{15}$$

$$-\frac{1}{15} = f'$$

$$\left[ \frac{1}{f_1} = \frac{1}{1} + \frac{125}{275} \right] - 10 = 5 - \frac{100 \cdot 15}{f_1}$$

$$\left[ \frac{1}{f_2} = -\frac{1}{L+f_1} + \frac{1}{f_2} \right] \frac{100}{15} + \frac{1}{1} = \frac{1}{1}$$

$$\frac{100}{15} + \frac{100 \cdot 15}{275} = \frac{0,15}{15} + \frac{1}{25 \cdot 15 - 100}$$

$$\frac{1}{f_2} + \frac{1}{L+f_1} = \frac{1}{f_2} \quad \frac{1}{f_2} = \frac{1}{100} + \frac{1}{15}$$

$$\frac{4}{33} = \frac{1}{100} + \frac{1}{15}$$

$$\frac{20}{165} = \frac{100}{165} \left( \frac{1}{15} + \frac{15}{275} \right) = \frac{1}{f_2} \quad \frac{25}{100} = \frac{1}{15}$$

$$\frac{11 \cdot 5 \cdot 3 + 3 \cdot 3}{11 \cdot 5 \cdot 3 + 3 \cdot 3} = \frac{1}{f_2}$$

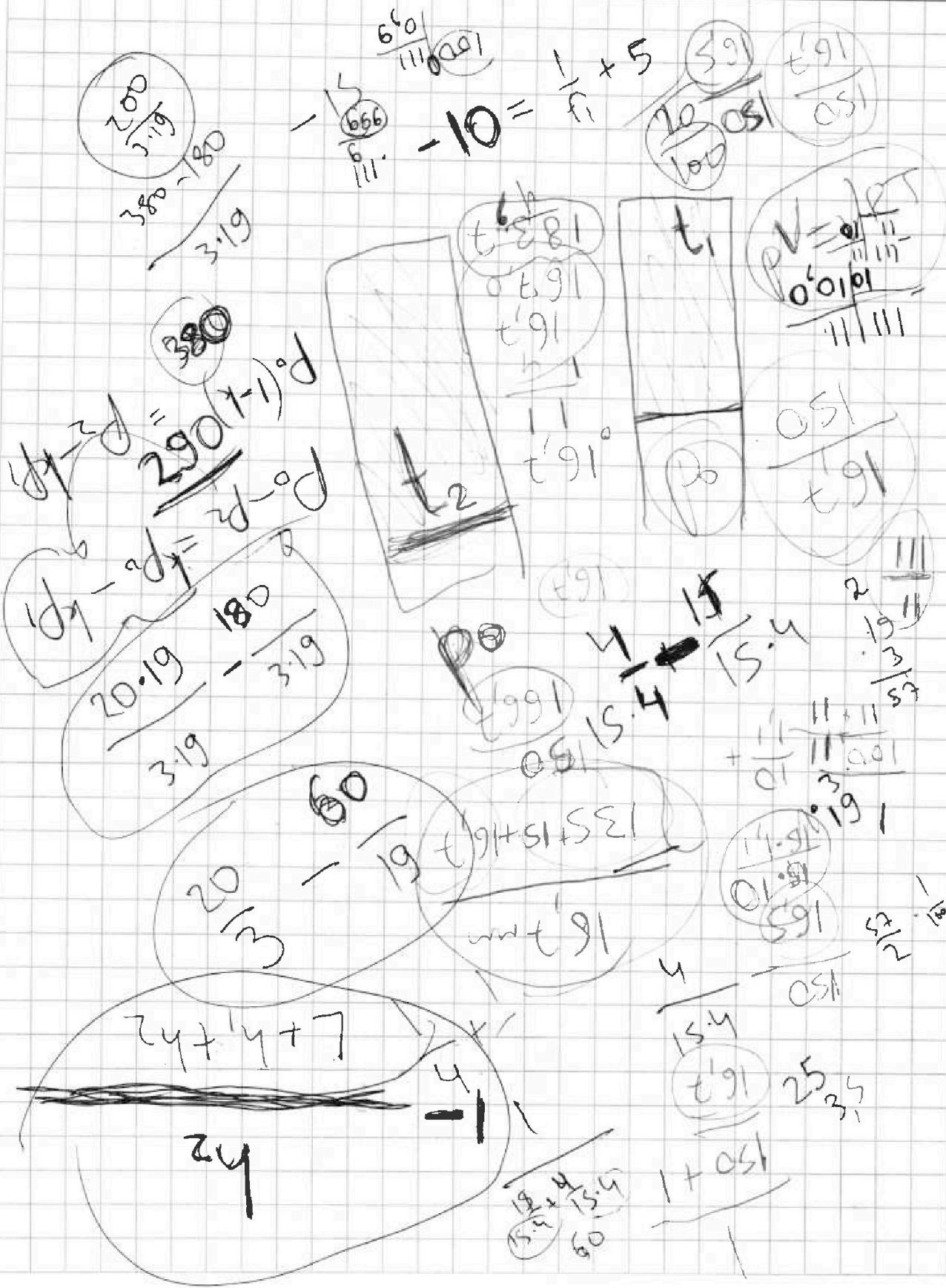
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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!

$$L \cdot t_2 = L \cdot t_1 + h_1 \quad \frac{18}{185} \quad 15 \text{ mm} \cdot 9$$

$$pV = \rho RT$$

$$L \cdot t_2 = L \cdot t_1 + h_1 \quad \frac{306}{34}$$

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

D

34

$$\frac{0,5 \cdot 0,38}{2} = \frac{0,5 \cdot 0,38}{2}$$

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

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

$$\frac{\rho RT}{V} = S L$$

$$P_0 = P_1 + \frac{\rho RT_1}{S L}$$

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

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

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



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

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

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