



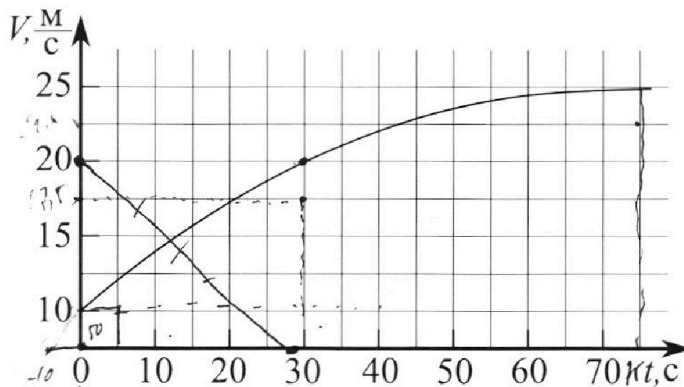
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-03



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

1. Автомобиль массой  $m = 1500$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна  $F_k = 600$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги  $F_0$  в начале разгона.
- 3) Какая мощность  $P_0$  передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

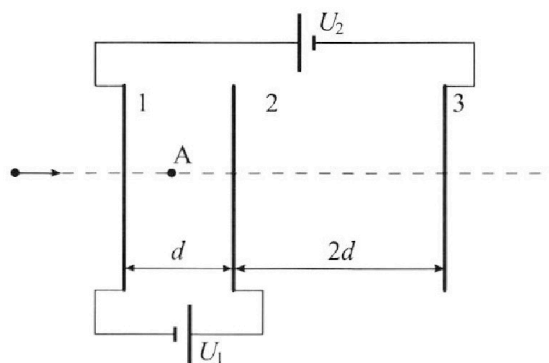
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении  $P_0 = P_{\text{АТМ}}/2$  ( $P_{\text{АТМ}}$  - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/5$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите отношение конечной и начальной температур в сосуде  $T/T_0$ .

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $2d$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = U$  и  $U_2 = 3U$ . Частица массой  $m$  и зарядом  $q > 0$  движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость  $V_0$  на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд  $q$  намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $d/4$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

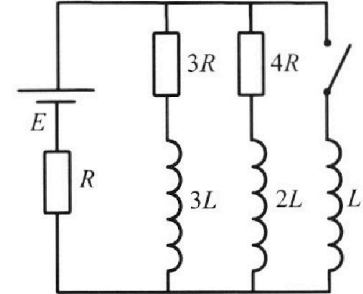
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



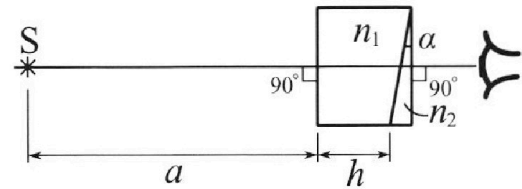
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 90$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.



1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

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!



Дано: Решить:

$$m = 1500 \text{ кг}$$
$$F_k = 600 \text{ Н}$$

- 1)  $d_0 = ?$
- 2)  $F_0 = ?$
- 3)  $P_0 = ?$

1) Ну ускорения мы будем, что  $d \neq \text{const}$ .  
Затем 254 для абсолютного:

$$F_{\text{пр}} - F_{\text{сопр}} = m a_i$$

$$F_{\text{пр}} - k v = m a_i$$

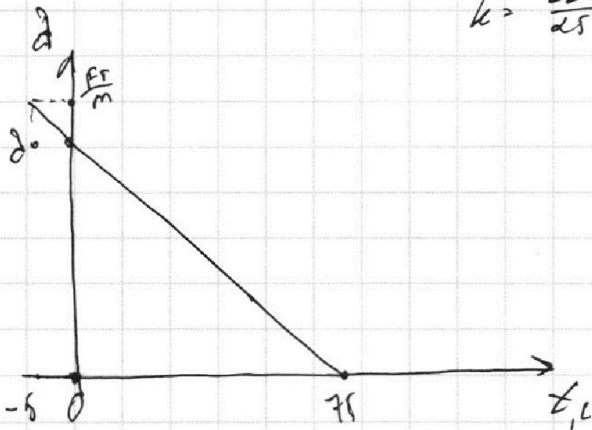
Ну ускорения мы будем, что в  $t = 75 \text{ с}$ ;  $d = 0$

↓

$$F_k = k \cdot 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

↓

$$k = \frac{600}{25}; \Rightarrow k = 24 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$



$$a = \frac{F_{\text{пр}}}{m} - \frac{F_{\text{сопр}}}{m}$$

$$a = \frac{F_{\text{пр}}}{m} - \frac{k v}{m};$$

$$d_0(t=0) = \frac{F_{\text{пр}}}{m} - \frac{24 \cdot 10}{1500} \quad (1)$$

$$d(t=0) = \frac{F_{\text{пр}}}{m} - \frac{24}{150};$$

Ну ускорения мы будем, что  $\left(\frac{F_{\text{пр}}}{m} - d_0\right) = \frac{d_0}{75};$

$$\left[\frac{F_{\text{пр}}}{m} = \frac{16}{15} d_0\right] \quad (2)$$

Соединим уравнения (1) и (2)

$$d_0 = \frac{16}{15} d_0 - \frac{24}{150}$$

↓

$$-\frac{d_0}{15} = -\frac{24}{150} \Rightarrow d_0 = 2,4 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right) \quad (1)$$



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

$$2) \text{ в } t=0; \quad F_T - 10 \cdot k = m \cdot a_0$$

⇓

$$F_T = m \cdot a_0 + 10k$$

$$F_T = F_0 = 1500 \text{ кг} \cdot 2,4 + 240 \text{ Н} = 3600 \text{ Н}; 3840(4);$$

$$3) \quad P_0 = F_0 \cdot v$$

⇓

$$P_0 = 3840(4) \cdot 10 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right) = 38400 \text{ Вт};$$

Ответы: 1)  $a_0 = 2,4 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right)$

2)  $F_0 = 3840(4)$

3)  $P_0 = 38400(6)$



1  2  3  4  5  6  7

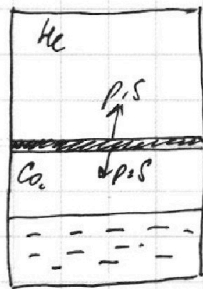
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$V_i$   
 1: He;  $i=3$ ;  
 2: CO<sub>2</sub>;  $i=6$ ; + H<sub>2</sub>O  
 $P_0 = \frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4}$   
 $T_0$ ;  
 $T = 373 \text{ K}; \frac{V}{5}$   
 $\Delta V = k p w$   
 $k = 0,5 \cdot 10^{-5} \frac{\text{моль}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$

Решение:

1) - Рассмотрим цилиндр в поперечном сечении



• Т.к. поршень невесомый, то давление в обеих частях сосуда равно (зЗН:  $p_1 S = p_2 S$ )  
 $p_1 = p_2$

•  $p_1 = p_2 = \frac{P_{\text{атм}}}{2}$

• При этом на левом рисунке показана часть сосуда.

$\Delta V = k p w$ ; где  $w$  - объем цилиндра и равен  $\frac{V}{5}$ ;

$p$  - парциальное давление пара.

• Из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$\frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$ ; для He;  $\rightarrow \left[ \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{P_{\text{атм}}}{4 R T_0} \right]$

$\frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0$ ; (т.к. мы пренебрегаем давлением паров воды)

$\rightarrow$

$\left[ \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2; \right] \quad (1)$

2) Найдем кол-во растворившегося углекислого газа при  $T_0$ :

$\Delta V = k \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4} = \frac{1}{8} k P_{\text{атм}} \cdot V$ ;

3) Далее все нагреваем. Поршень начнет двигаться и сместится вверх, а CO<sub>2</sub> начнет растворяться в воде.

Давление в обеих частях сосуда отныне одинаково. Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для каждой

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



Дано  $H_2O$ :

$$\rho \cdot \frac{V}{5} = 0,1 RT$$

Для  $CO_2 + H_2O$ : вода при 373K имеет ширину и парциальное давление пара при 373K -  $p_{пар}$ :

Тога по закону Дальтона:

$$p = p_{пар} + p_{CO_2}$$

$$p_{CO_2} = \frac{11V}{20} = (p_0 + \Delta p) RT$$

$$p_{CO_2} = \frac{(\frac{p_0}{2} + \Delta p) RT \cdot 20}{11V};$$

$$p_{CO_2} = \frac{p_0 \cdot RT \cdot 20}{2 \cdot 11V} + \frac{RT \cdot 20 \cdot k \cdot p_{пар} \cdot V}{11V \cdot 8};$$

Г.ч. Давление воды имеет формулу, справедливую:

$$\frac{p_0 \cdot RT \cdot 5}{V} = p_{пар} + \frac{p_0 \cdot RT \cdot 20}{2 \cdot 11V} + \frac{RT \cdot 10 \cdot k \cdot p_{пар}}{4 \cdot 11};$$

Мы вынесем 1 мол воды, что  $\frac{p_0}{V} = \frac{p_{пар}}{4 \cdot RT_0}$

$$\frac{p_{пар} \cdot RT \cdot 5}{4 RT_0} = p_{пар} + \frac{RT \cdot 10 \cdot p_{пар}}{11 \cdot 4 RT_0} + \frac{RT \cdot 5 \cdot 3}{2 \cdot 11 \cdot 2}$$

$$\frac{5T}{4T_0} = 1 + \frac{5T}{22T_0} + \frac{15}{44};$$

$$\frac{5T}{2T_0} \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{11} \right) = \frac{44+15}{44};$$

$$\frac{5T \cdot 9}{2T_0 \cdot 22} = \frac{59}{44}$$

$$\left[ \frac{T}{T_0} = \frac{59}{45} \right]$$



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

Ответ: а)  $\frac{v_1}{v_2} = 2;$

д)  $\frac{T}{T_0} = \frac{59}{45}$

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!

Дано:

$$U_1 = U; U_2 = 3U$$

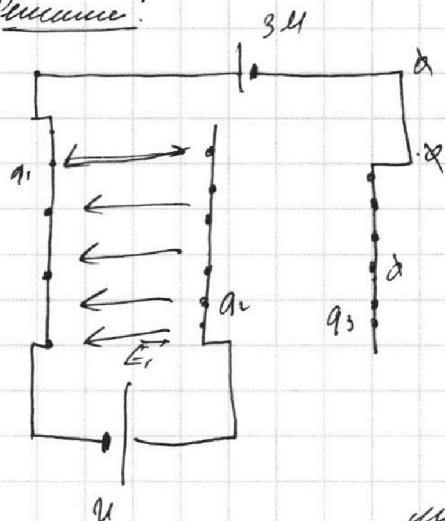
$$d_1 = 2d$$

1)  $d = ?$

2)  $k_1 - k_2$

3)  $U = ?$

Решение:

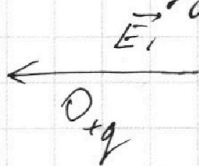


1) Рассчитаем емкость цепи на всех ветвях:  
После того, как цепи соединены по параллели на них образовалась некоторая разность потенциалов. Примем  $q_1 + q_2 + q_3 = C U$  (из 303)

Разность потенциалов между соседними пластинами равна напряжению цепи между ними на расчете.

$$U = E_1 \cdot d$$

2) Рассмотрим движение заряда между пластинами:



На заряд действует  $F_{ЭМ}$ : запишем 254:

$$F_{ЭМ} = mg; F_{ЭМ} = E_1 \cdot q = \frac{Uq}{d}$$

$$mg = \frac{Uq}{d}$$

$$\left[ d = \frac{Uq}{mg} \right] \quad (1)$$

3) Запишем закон сохранения энергии:  $\Delta E_{ЭМ} = A_{F_{ЭМ}}$

$$k_1 - k_2 = A_{F_{ЭМ}}$$

$$F_{ЭМ} = \text{const} \rightarrow A_{F_{ЭМ}} = F_{ЭМ} \cdot d = \frac{Uq}{d} \Rightarrow d = Uq$$

$$\left[ k_1 - k_2 = Uq \right] \quad (2)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

4) Число фотоэлектронов вылетевших на расстоянии  $\frac{d}{4}$  от сетки, вновь воспользуемся ЗИМЭ:

$$\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = -E_{\text{эп}} \cdot \frac{d}{4}$$

$$\frac{m}{2}(V^2 - V_0^2) = -\frac{Uq}{d} \cdot \frac{d}{4}$$

$$V^2 - V_0^2 = -\frac{Uq}{dm}$$

$$V_0^2 = V^2 - \frac{Uq}{dm}$$

Или

$$\text{Пробиты: } 1) \quad d = \frac{Uq}{md}$$

$$2) \quad K_i - K_e = U \cdot d$$

$$3) \quad V = \sqrt{V_0^2 - \frac{Uq}{dm}}$$

$$V^2 = V_0^2 - \frac{Uq}{dm}$$
$$\left[ V = \sqrt{V_0^2 - \frac{Uq}{dm}} \right] (3)$$

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!

Дано:

1)  $\mathcal{Y}_{10} = ?$

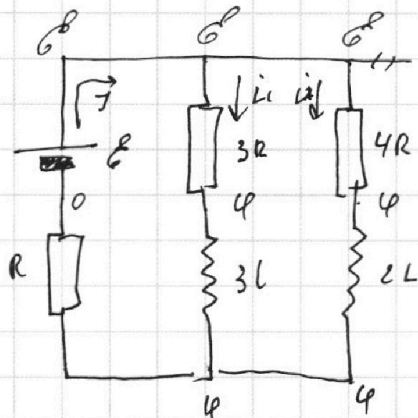
(3R)

2)  $\mathcal{Y}' = ?$   
(L)

3)  $\varphi_R = ?$

Решим:

1) Рассмотрим цепь по двумамперному методу.  
Решим в цепи установившемся.



метод узловых потенциалов

$\varphi - 0 = \mathcal{Y} \cdot R$

$\varphi - \varphi = i_1 \cdot 3R$

$\varphi - \varphi = i_2 \cdot 4R$

$i_1 + i_2 = \mathcal{Y}$

$\mathcal{Y}_{10} = i_1$

Вычисляем:

$$i_1 \cdot 3R = i_2 \cdot 4R$$

$$i_2 = \frac{3}{4} i_1$$

$$\mathcal{Y} = \frac{3}{4} i_1 + i_1 = \frac{7}{4} i_1$$

$$\varphi = \frac{7}{4} i_1 \cdot R$$

$$\varphi - \frac{7}{4} i_1 R = i_1 \cdot 3R$$

$$\varphi = \frac{12}{4} i_1 R + \frac{7}{4} i_1 R = \frac{19}{4} i_1 R$$

$$\left[ i_1 = \frac{4}{19} \varphi \cdot \frac{1}{R} \right] (1)$$

$$\varphi = \frac{7}{4} i_1 \cdot R = \frac{7}{4} R \cdot \frac{4}{19} \varphi \cdot \frac{1}{R} = \frac{7}{19} \varphi$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

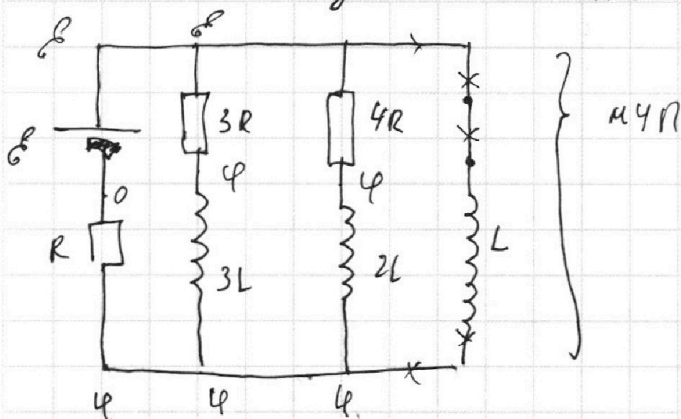
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

**МФТИ**

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

2) Рассмотрим момент сразу после того, как ключ замкнули:

• Ток в катушке не повышается скачком → ток сразу перед ключом



Р.и. токи в цепи не изменились, то и напряжения в цепи не изменились.

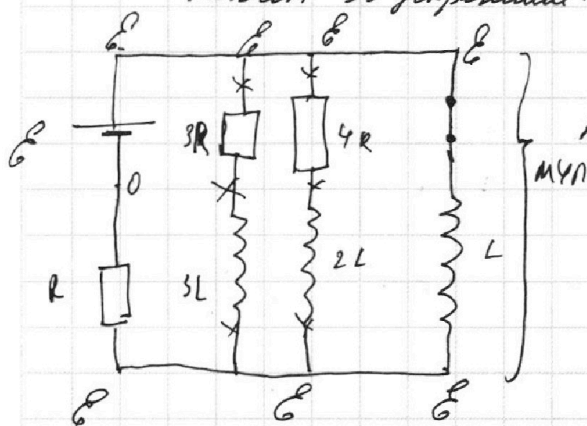
$$U_L = E - U = L \cdot y'$$

$$U_L = E - \frac{7}{19} E = L y'$$

$$\frac{12}{19} E = L y'$$

$$[y' = \frac{12 E}{19 L}] \quad (1)$$

3) Рассмотрим цепь с разомкнутым ключом в установившемся:



Поскольку цепь в установившемся, то на катушках нет напряжения → напряжение на индукторах тоже отсутствует → ток по ним не течет.

Напряжение на катушке "L" и резисторе "3R" с катушкой "3L"

равно в любой момент времени:

$$U_{3R} + U_{3L} = U_L$$

$$y_{3R} \cdot 3R + 3L y_1' = L \cdot y_1'$$

↓

$$\frac{\Delta y}{\Delta t} \cdot 3R + 3L \cdot \frac{\Delta y_1}{\Delta t} = L \frac{\Delta y_2}{\Delta t}$$

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!

$$\Delta q \cdot 3R + 3L \cdot \Delta Y_1 = L \cdot \Delta Y_2 \quad (\text{Продифференцируем от момента равновесия по переменным до точек}):$$

$$q \cdot 3R + 3L(0 - Y_{10}) = L(Y_2 - 0)$$

$$q \cdot 3R = L \cdot Y_2 + 3L \cdot Y_{10};$$

• По формуле Олмера  $Y_2 = \frac{E}{R}$

$$q \cdot 3R = L \cdot \frac{E}{R} + 3L \cdot \frac{4E}{19R}$$

$$q \cdot 3R = \frac{19LE}{19R} + \frac{12LE}{19R};$$

$$q \cdot 3R = \frac{31LE}{19R};$$

$$\left[ q = \frac{31LE}{57R^2} \right]$$

Ответ: 1)  $Y_{10} = \frac{4E}{19R}$

2)  $Y_1 = \frac{12E}{19L}$

3)  $q = \frac{31LE}{57R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



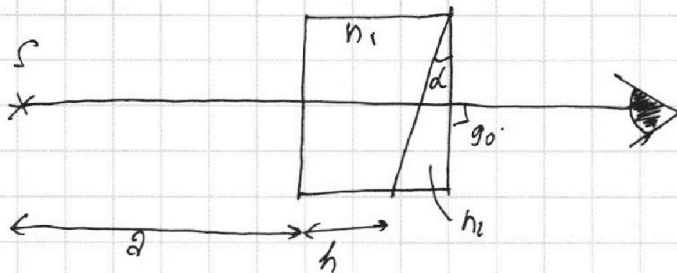
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Дано:

$a = 90 \cdot 10^{-6} \text{ м}$   
 $d = 0,1 \text{ рад}$   
 $h = 1 \text{ см}$

Решение:



- 1)  $n_1 = n_2 = 1$ ;  
 $n_2 = 1,7$ ;  
 $\beta = ?$   
 2)  $l = ?$   
 3)  $L = ?$

1) Т.к. показатель преломления первой среды = 1, то луч, пройдя первую границу не отклонится. Рассмотрим треугольник луча с вершину вторую границу.

Мы рассмотрим рисунок на 1, мы видим, что если луч идет перпендикулярно первой грани, то на вторую он уйдет под углом  $\alpha$ , далее считаем, что когда луч будет преломлен во второй среде, то

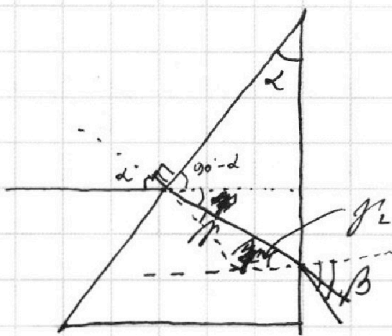
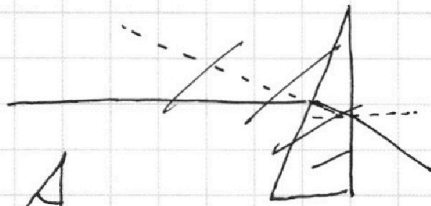


рис. 1.

Мы знаем Снеллиуса:

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta \quad \sin \alpha \approx \alpha \quad (\text{углы малы})$$

$$\sin \beta = \frac{\alpha}{n_2}$$

$$\beta = \frac{\alpha}{n_2};$$

Также мы знаем  $\pi = \alpha + \beta + \gamma$

$$\pi = \pi - \alpha + \beta + \gamma$$

$$\Downarrow$$

$$\alpha = \beta + \gamma; \quad \gamma = \alpha - \beta;$$

$$\beta = \alpha - \frac{\alpha}{n_2} = \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$$

Мы знаем Снеллиуса:

$$\sin \beta = n \cdot \sin \gamma \rightarrow \beta = n \cdot \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2}\right) \quad \left[ \beta = \alpha (n-1) \right]$$

Ответ: 1)  $b = d(n-1)$

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"/>	<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!

$$2) (a+h) \cdot 1 = l \cdot \frac{17}{10}$$

⇓

$$l = \frac{10}{17} (a+h);$$

3) ~~Кот~~ В последнем случае лучи от  $S$  симметрично  
проходят через призму и образуют симметричные на  ~~$d = h \left( \frac{17}{10} - 1 \right)$~~

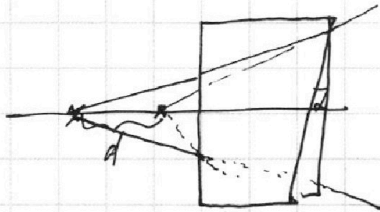
$$d = h \left( \frac{17}{10} - 1 \right)$$

М поместим призму, проходящая через вершину призмы  
образует симметричные на  $L$ , где  $(2-d+h) \cdot 1 = L \cdot \frac{17}{10}$

⇓

$$(2 - h \cdot 1 + h + h) = L \cdot \frac{17}{10};$$

$$L = \frac{10}{17} (2 - h \cdot 1 + 2h);$$



Ответ: 1)  $\beta = d(h-1)$

2)  $l = \frac{10}{17} (2+h)$

3)  $L = \frac{10}{17} (2 - h \cdot 1 + 2h);$

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!

① Дано:

$$m = 1500 \text{ кг}$$

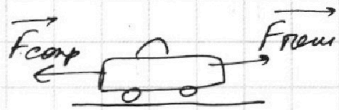
$$F_k = 600 \text{ Н}$$

$$F_{\text{сопр}} = kV$$

Решение:

1) В начале пути скорость автомобиля равнялась  $10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

• Мы обратим сила, действующие на автомобиль:



• Отметим только горизонтальные силы.

1)  $a = ?$

2)  $F_0 = ?$

3)  $P_0 = ?$

По 234:

$$600 - 4 \cdot 10 = m \cdot a$$

$$600 - 40 = 1500 \cdot a$$

$$560 = 1500 \cdot a$$

$$a = 10 \cdot a \quad \left( a = \frac{v}{t} = \frac{4}{400} = 0,01 \right)$$

$$F_{\text{тяги}} - F_{\text{сопр}} = ma$$

$$F_{\text{тяги}} - kV = ma;$$

В конце пути на автомобиль нажимают двоякие все ускорения

$$\rightarrow F_{\text{сопр}} = F_{\text{тяги}} \rightarrow k \cdot V = F_k \rightarrow k \cdot 25 = 600$$

$$\left[ k = \frac{600}{25} = 24 \frac{\text{с} \cdot \text{Н}}{\text{м}} \right]$$

$$V = 10 + \frac{t}{V - 25}$$

$$10 = \frac{120}{-5}$$

$$50 = \sqrt{30^2}$$

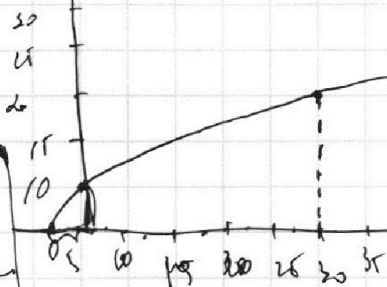
$$F_{\text{сопр}} = kV \quad V = 10 + at = m \cdot a \cdot V$$

$$F_k - kV = ma \quad F_k = 24 \cdot V = m \cdot 15$$

$$50 \cdot 75 (12 - 10) = m \cdot 15$$

$$\left( \frac{7}{10} + \frac{7+m}{1000} = 15 \right)$$

$$(7+m) \cdot 0,1 + 1000 = (10+m) \cdot 15$$



$$V(t) = 10 + \frac{t}{V - 25}$$

$$1000 = (7+m) \cdot 0,1 - 10(m+k) - 600t$$

$$mV - 10m + kVt - 10t = 600t$$

$$a = a_{\text{тяги}} - a_{\text{сопр}}$$

$$m \cdot a_{\text{тяги}} = k(V - 10) \cdot t = m(V - 10) \cdot t$$

$$m \cdot a_{\text{сопр}} = kV$$

$$m \cdot a = k(V - 10)$$

$$k \Delta V t = m \Delta V$$

$$V = 10 + \frac{t}{V - 25}$$

$$\frac{600}{k}$$

$$600 = k \cdot V$$

$$k = \frac{600}{25} = 24 \frac{\text{с} \cdot \text{Н}}{\text{м}}$$

Flat

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!



$$i_2 = 3 = i_1 \cdot 4$$

$$i_1 = \frac{3}{4} i_2$$

$$y = \frac{7}{4} i_1$$

$$y = \frac{7}{4} i_1 \cdot R$$

$$\varphi = \frac{7}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{19} \varepsilon R = \frac{7}{19} \varepsilon R$$

$$\varepsilon - \frac{7}{4} i_1 \cdot R = \frac{12}{4} i_1 R$$

$$\varepsilon = \frac{19}{4} i_1 R$$

$$i_1 = \frac{4}{19} \varepsilon R$$

$$M_L = L \cdot y$$

$$M_L = \varepsilon - 4 = \frac{12}{19} \varepsilon$$

$$\frac{12 \varepsilon}{19 L} = y_1$$

$$\boxed{\frac{V}{\partial_1} = \frac{RT_0 \cdot 4}{p_{arm}}}$$

$$\frac{RT_0 \cdot 5}{V} = p_{arm} + \frac{(\partial_1 + \partial_2) RT_0}{11V}$$

$$\frac{RT_0 \cdot 5 \cdot p_{arm}}{RT_0 \cdot 4} = p_{arm} + \frac{\partial_1 RT_0 \cdot \omega_0}{11V} + \frac{\partial_2 RT_0 \cdot \omega_0}{11V}$$

$$p_{arm} + \frac{\partial_1 RT_0 \cdot \omega_0}{4V} + \frac{4 p_{arm} V \cdot RT_0 \cdot \omega_0}{11 \omega_0}$$

$$\frac{5}{10 \cdot 4} = 2 p_{arm} + \frac{RT_0 \cdot \omega_0 p_{arm}}{11 RT_0 \cdot 4} + \frac{4 p_{arm} \cdot \omega_0}{2 \cdot 11}$$

$$\frac{5}{4 \cdot 10} = 1 + \frac{10}{44} \frac{T}{T_0} + \frac{20}{11}$$

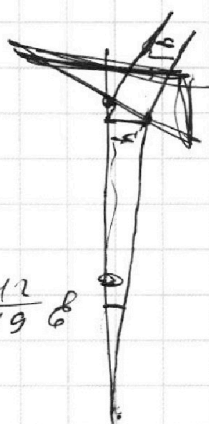


$$3R \frac{\Delta q}{\Delta t} + 3L \cdot \frac{\Delta y}{\Delta t} = L \cdot \frac{\Delta y}{\Delta t}$$

$$3Rq + 3L \left(0 - \frac{4}{19} \frac{\varepsilon R}{2}\right) = L \frac{\varepsilon}{R}$$

$$3Rq = \frac{L \varepsilon 19}{R 19} + \frac{12 \varepsilon L}{19 R} =$$

$$= \frac{31 \varepsilon L}{19 R} = \frac{31 \varepsilon L}{54 R}$$



$$\frac{a+b}{1}$$

$$\frac{p_{arm}}{2} \cdot \frac{V}{2} = \partial_1 RT_0$$

$$\frac{p_{arm}}{2} \cdot \frac{V}{4} = \partial_2 RT_0$$

$$\frac{14}{2} = \frac{\partial_1}{\partial_2}$$

$$\boxed{\partial_1 = k \cdot \frac{p_{arm}}{2} \cdot \frac{V}{4} = \frac{1}{2} k p_{arm} \cdot V}$$

$$V - \frac{V}{4} = \frac{3V}{4} - \frac{V}{5} = \frac{15V - 4}{20} = \frac{11V}{20}$$



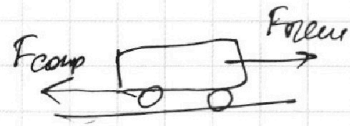
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$$F_{\text{тр}} - F_{\text{сomp}} = m a$$

$$F_{\text{тр}} - kV = m \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$F_{\text{тр}} \cdot \Delta t - k(\int \Delta t) = m \Delta V$$

$$k \cdot 25 = 600$$

$$k = \frac{600}{25} = \frac{120}{5} = 24$$

$$F_{\text{тр}} \cdot \Delta t =$$

$$\left( p_{\text{ам}} + \frac{(2k + \Delta V) R I_0}{4 V} \right) = \frac{2 I_0 R I_0 \cdot 5}{V}$$

$$V - \frac{V}{5} = \frac{4}{5} V - \frac{1}{4} V = \frac{16}{20} V - \frac{5}{20} V = \frac{11}{20} V$$

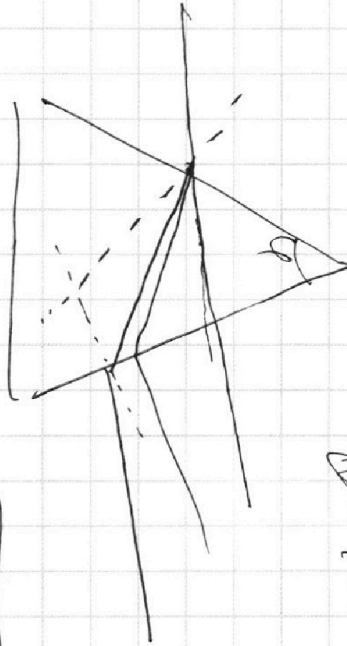
$$p \frac{V}{5} = 2 I_0 R I_0 \quad p = p_{\text{ам}} + p_{\text{соз}}$$

$$p_{\text{соз}} \cdot \frac{11}{20} V = (2k + \Delta V) (R I_0)$$

$$\frac{20 \cdot (2k + \Delta V) R I_0}{11 V} + p_{\text{ам}} = \frac{2 I_0 R I_0 \cdot 5}{V}$$

$$\frac{20 (2k + \Delta V) R I_0 + p_{\text{ам}} \cdot 11 V}{11 V} = \frac{p_{\text{ам}} \cdot 10 \cdot 5}{R I_0 \cdot 4}$$

$$\frac{2 I_0 R I_0}{4} = \frac{1}{2} I_0^2 R$$



$$Q = Q \left( 1 - \frac{R_{\text{соз}}}{R} \right)$$

$$\frac{V_1}{V} = \frac{p_{\text{ам}}}{2 I_0 R}$$

$$H = k \cdot \frac{V}{2}$$

$$\frac{600}{25} = \frac{120}{5} = 24$$

$$V = \frac{V}{5} = \frac{4}{5} V - \frac{1}{4} V = \frac{16 - 5}{20} V = \frac{11}{20} V$$

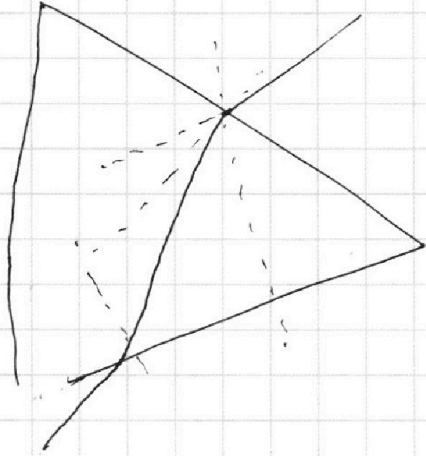
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$S = l_2 \cdot \frac{1}{2} R + \frac{7}{3} l_2 R = \frac{19}{3} l_2 R$$

$$S = \frac{7}{3} l_2 \cdot R = l_2 \cdot 4R$$

$$V = \frac{7}{3} l_2 \cdot R$$

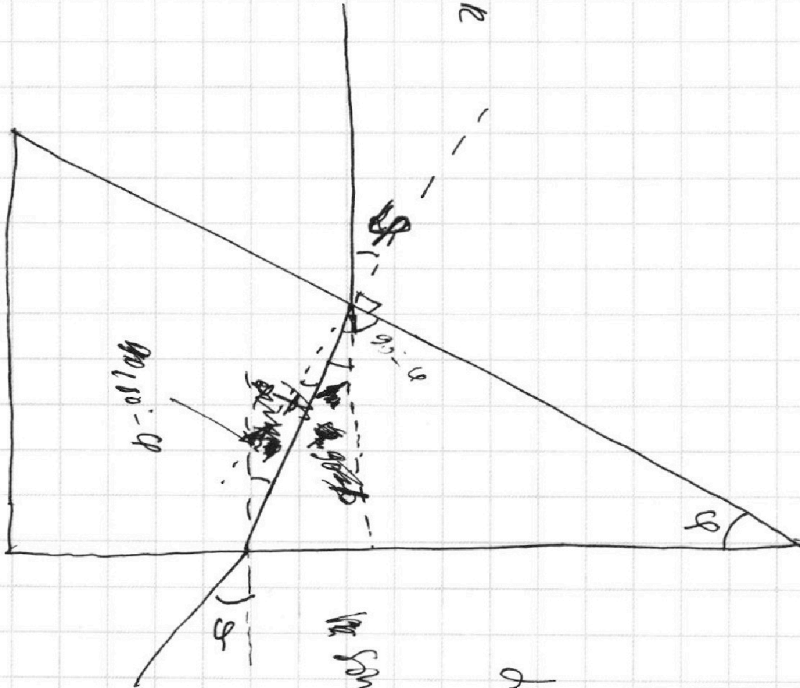
$$M = \frac{4}{3} l_2 + l_2 = \frac{7}{3} l_2$$

$$l_2 = \frac{4}{3} l_1$$

$$l_1 \cdot 3 = l_2 \cdot 4$$

$$V = 10 \times \sqrt{800}$$

$$A_0 = 10 \times \sqrt{7}$$



~~Handwritten scribbles~~

$$10 = 30 \times$$

$$1 \times \log_{30} 10$$

$$A_0 = 10 + 30 \times$$

$$F_{\Delta T} - k V_{\Delta T} = m \Delta V$$

$$F_T - k V = m a$$

$$V = 10 +$$

$$m \sin \alpha = m \cdot \frac{1}{2} R$$

$$\alpha = \beta$$

$$\pi - \varphi$$

$$\pi + \varphi - \varphi - \pi = 0$$

$$\pi + \varphi = \varphi$$

$$F_T - k V = m a +$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



Дана He:

$$p \frac{V}{5} = \nu_1 RT.$$

$$\frac{F_T}{m} - d_0 = \frac{d_0}{15}$$

$$\frac{F_T}{m} = \frac{16}{15} d_0$$

Для  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ : Пары при 373 K имеют температуру и пар сат-  
кет насыщенным; Давление паров при 373 K =  $p_{\text{пар}}$ .

Тогда по Задачу Дальтона:

$$p = p_{\text{пар}} + p_{\text{CO}_2}$$

$$p_{\text{CO}_2} \cdot \frac{11V}{d_0} = (\nu_1 + \Delta \nu) RT.$$

$$\begin{array}{r} \times 1500 \\ 500000 \\ \hline 7500000 \\ + 240000 \\ \hline 7740000 \end{array}$$

• Поскольку давление в обеих частях уравнения, их можно  
приравнять:

$$5 \frac{\nu_1 RT}{V} = p_{\text{пар}} + \frac{(\nu_1 + \Delta \nu) RT \cdot d_0}{11V};$$

Из той же п.1. известно, что  $\frac{\nu_1}{V} = \frac{p_{\text{пар}}}{d \cdot 10^3}$ ; Подставим

$$\frac{5 \cdot p_{\text{пар}} \cdot RT}{10^3 R} = p_{\text{пар}} + \frac{\nu_1 RT \cdot d_0}{11V} + \frac{\Delta \nu RT \cdot d_0}{11V};$$

$$\frac{5 p_{\text{пар}} \cdot T}{10^3} = p_{\text{пар}} + \frac{\nu_1 \cdot R \cdot T \cdot 10}{11V} + \frac{RT \cdot d_0}{11V \cdot 8} \cdot k p_{\text{пар}} \cdot V$$

$$5 p_{\text{пар}} \frac{T}{10^3} = p_{\text{пар}} + \frac{p_{\text{пар}} \cdot R \cdot T \cdot 10}{2 \cdot 10^3 \cdot R \cdot 11} + \frac{RT \cdot 10 \cdot k p_{\text{пар}}}{44};$$

$$5 \frac{T}{10^3} = 1 + \frac{5 T}{11 \cdot 10^3} + \frac{10}{44} \cdot RT \cdot k;$$

$$5 \frac{T}{10^3} - \frac{5 T}{11 \cdot 10^3} = 1 + \frac{10}{44} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{10^3}$$

$$5 \frac{T}{10^3} \left(1 - \frac{1}{11}\right) = 1 + \frac{15}{44}$$

$$5 \frac{T}{10^3} \cdot \frac{10}{11} = \frac{59}{44} \Rightarrow \frac{T}{10^3} = \frac{59}{4 \cdot 5 \cdot 10}; \frac{T}{10^3} = \frac{59}{200};$$

$A = p_0 \cdot t$   
 $F \cdot S = p_0 \cdot t$   
 $p_0 = F \cdot \frac{S}{t}$

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!



Сосуда жемчужно:

$\rho \frac{V}{5} = \nu RT \leftarrow (He)$

$\frac{(\frac{F_T}{m} - a_0) \cdot \rho}{5} = \frac{a_0}{2r}$

$\frac{600}{5} = \frac{100}{5}$

• Если при 373K жемчужина испаряется и пар в сосуде становится идеальным  $\rightarrow$  будет изменятся  $p_{arm}$ .

• По закону Ньютона момент отрыва от поверхности в момент разрыва жемчужины:

$2 \cdot \rho \cdot g \cdot r = \frac{F_{max}}{m}$

$p = p_{arm} + p_{cos}$

$\frac{11}{20} \nu p_{cos} \cdot \frac{4V}{5} = (\rho_0 + \rho \nu) RT;$

$\frac{11}{20} \nu p_{cos} \cdot \frac{4}{5} V = (\rho_0 + \frac{1}{5} \rho p_{arm} \cdot V) RT$

