



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**
Вариант 11-03

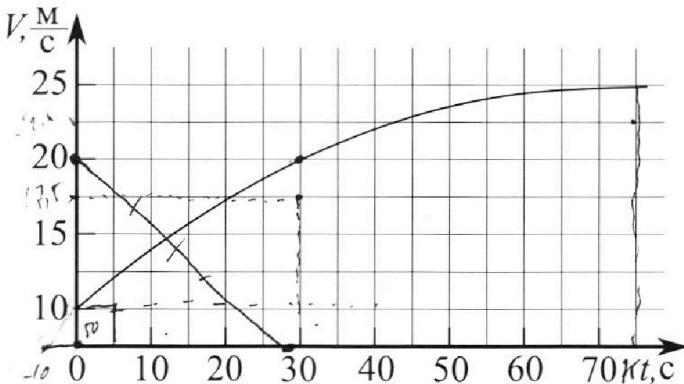


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 ориентировано 10%.



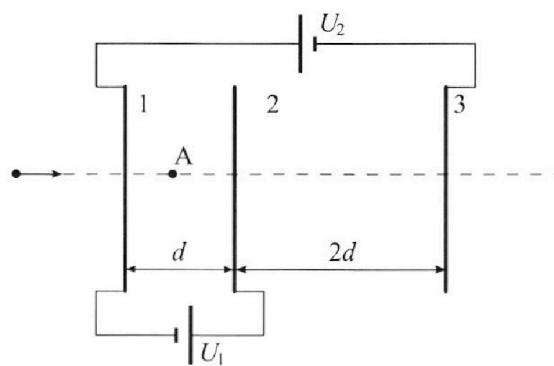
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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 Δv растворённого газа в объёме жидкости v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p v$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·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.



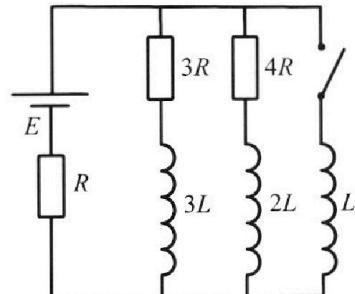
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**
Вариант 11-03

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.

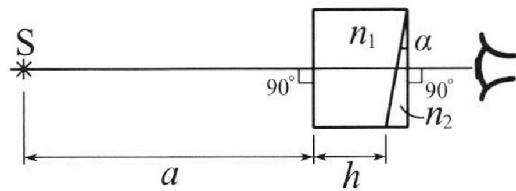
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

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 $n_{\text{в}} = 1,0$. 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 $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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:

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

① Дано Найти

$$m = 1500 \text{ кг}$$

$$F_{\text{н}} = 600 \text{ Н}$$

$$\ddot{d} = ?$$

$$F_0 = ?$$

$$P_0 = ?$$

1) Мы утверждаем что видим, что $\dot{d} = \text{const}$.
Запишем в силу выше обоснования:

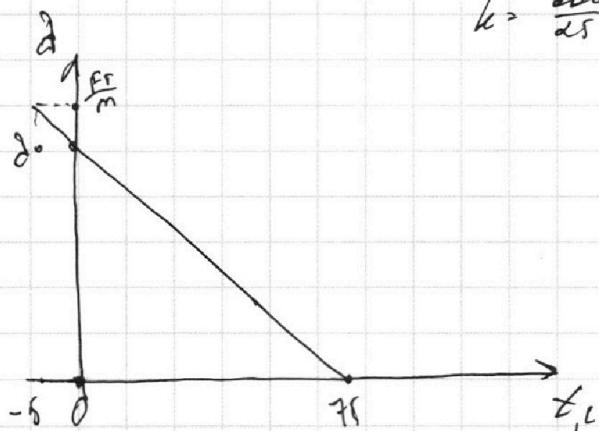
$$F_{\text{н}} - F_{\text{сопр}} = m \ddot{d}$$

$$F_{\text{н}} - kV = m \ddot{d}$$

Мы утверждаем что видим, что в $t = 75 \text{ с}$, $\dot{d} = 0$

$$F_{\text{н}} = k \cdot 25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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



$$\ddot{d} = \frac{F_{\text{н}}}{m} - \frac{F_{\text{сопр}}}{m}$$

$$\ddot{d} = \frac{F_{\text{н}}}{m} - \frac{kV}{m};$$

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

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

Мы утверждаем что видим, что $\frac{(F_{\text{н}} - \ddot{d}_0)}{5} = \frac{\ddot{d}_0}{75};$

$$\left[\frac{F_{\text{н}}}{m} = \frac{16}{15} \ddot{d}_0 \right] \quad (2)$$

Соединим ур-ия (1) и (2)

$$\ddot{d} = \frac{16}{15} \ddot{d}_0 - \frac{24}{150}$$

$$-\frac{\ddot{d}_0}{15} = -\frac{24}{150} \Rightarrow \ddot{d}_0 = 2,4 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right) \quad (1)$$



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"/> |

МФТИ

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

$$1) \quad b \quad t=0; \quad F_T - 10 \cdot h = m \ddot{a}$$

||

$$F_T = m \ddot{a} + 10h$$

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

$$2) \quad P_0 = F_0 \cdot v$$

||

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

$$\text{Ответ: } 1) \quad \ddot{a} = 2,4 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2}\right)$$

$$2) \quad F_0 = 3840(4)$$

$$3) \quad P_0 = 38400 \text{ (Вт)}$$



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

Дано:

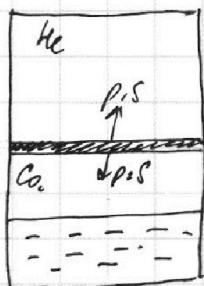
$$\begin{aligned} & V_i \\ & i: \text{He}; i=3; \\ & l: \text{CO}_2; l=6; + \text{H}_2\text{O} \\ & P_0 = \frac{\text{Param}}{d} \quad \downarrow \frac{V}{4} \\ & T_0; \\ & T = 373 \text{ K}, \frac{V}{5} \\ & \Delta V = k \rho w \\ & k = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \text{Кд}} \end{aligned}$$

$$1) \frac{J_1}{J_2} - ?$$

$$2) \frac{I_1}{I_0} - ?$$

Решение:

- 1) • Расстояние между витками нити



• Г.и. нити несжимаема, то давление в обеих частях сосуда одинаково (ΔV : $p_1 S = p_2 S$)

$$p_1 = p_2 = \frac{\text{Param}}{d}$$

• При этом мы имеем расстояние между витками.

• $\Delta V = k \rho w$; где w -одинаков для всех витков;

ρ -изменяющее давление пара.

• Мы уп-не Менделеева- Капиллярного:

$$3) \frac{\text{Param}}{d} \cdot \frac{V}{2} = J_1 R T_0; \leftarrow \text{для He} \rightarrow \left[\frac{J_1}{J_2} = \frac{\text{Param} \cdot \frac{V}{4}}{\text{Param} \cdot \frac{V}{5}} \right]$$

$$\frac{\text{Param}}{d} \cdot \frac{V}{4} = J_2 R T_0; \text{ (т.к. мы пренебрегаем давлением паров вода)}$$



$$\left[\frac{J_1}{J_2} = 2; \right] (1)$$

2) Находим новое расстояние между витками при T_0 :

$$\Delta V = k \cdot \frac{\text{Param}}{d} \cdot \frac{V}{4} = \frac{f}{8} \text{ крат. 5};$$

3) Давление витков витков сокращается. Нити несжимаемы, то давление витков сокращается в 2 раза.

Давление витков витков сокращается в 2 раза. Задание уп-не Менделеева- Капиллярного для газов

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"/> |

МФТИ

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

Задача:

$$p \cdot \frac{V}{5} = p_{\text{atm}}$$

Две CO₂-H₂O₂ бутылки вода при 373 K имеют одинаковую температуру; давление пара при 373 K = 1000 Pa.

Тогда по Запону Гамбье:

$$p = p_{\text{atm}} + p_{\text{пар}}$$

$$p_{\text{пар}} = \frac{RT}{V} = (R + \Delta R) RT$$

$$p_{\text{пар}} = \frac{\left(\frac{V_1}{d} + \Delta V\right) RT \cdot d_0}{11V};$$

$$p_{\text{пар}} = \frac{D_1 R \cdot T \cdot d_0}{2 \cdot 11V} + \frac{RT \cdot d_0 k \cdot p_{\text{атм}} \cdot \chi}{11 \Delta C \cdot 8}$$

Г.4. Давление водных паров при одинаковой температуре:

$$\frac{D_1 \cdot R \cdot T \cdot 5}{V} = p_{\text{атм}} + \frac{D_1 R \cdot T \cdot d_0}{2 \cdot 11V} + \frac{R \cdot T \cdot 10 \cdot k \cdot p_{\text{атм}}}{4 \cdot 11},$$

$$\text{Чтобы нулевая } 1 \text{ осталась, то } \frac{D_1}{V} = \frac{p_{\text{атм}}}{4 \cdot R T_0}$$

$$\frac{p_{\text{атм}} \cdot R \cdot T \cdot 5}{4 R T_0} = p_{\text{атм}} + \frac{R T \cdot 10 \cdot p_{\text{атм}}}{11 \cdot 4 R T_0} + \frac{R T \cdot 5 \cdot 3}{2 \cdot 11 \cdot 2}$$

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

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

$$\frac{5T \cdot 0}{2T_0 \cdot 22} = \frac{59}{44}$$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

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

Решение: 1) $\frac{V_1}{V_2} = 2;$

2) $\frac{T}{T_0} = \frac{59}{45}$

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!

Задача:

$$U_1 = U_2; U_{12} = 34$$

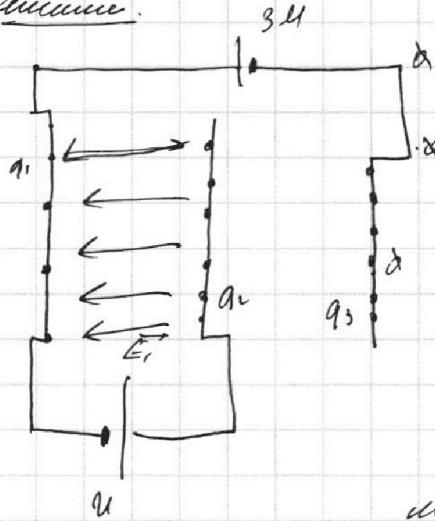
d, dd

1) $d - ?$

2) $K_1 - K_2$

3) $\Delta U - ?$

Решение:



34

2) Расчитанный диапазон
для между элементов:

$$E_1$$

$$d+q$$

на землю действует F_{Fn} : Элемент 356!

$$F_{Fn} = ma ; F_{Fn} = E_1 \cdot q = \frac{Mg}{d}$$

1)

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

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

3) Заряды при движении земли: $\Delta E_F A_{\text{диапазон}}$

$$K_1 - K_2 = A_{Fn}$$

$$F_{Fn} = \text{const} \rightarrow A_{Fn} = F_{Fn} \cdot d = \frac{Mg}{d} \cdot d = Mg$$

1)

$$\left[K_1 - K_2 = Mg \right] (2)$$



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 checked="" 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!

4) Человек на горке спускался на флагштоке длиной d от
стены, винты воспламенились ЗИМД:

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

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

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

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

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

т.е.

$$\text{решим: 1)} \quad d = \frac{Mg}{md}$$

$$2) \quad k_r - k_e = U \cdot d$$

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

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

$$1) \gamma_{10} - ?$$

(3R)

$$2) \gamma' - ?$$

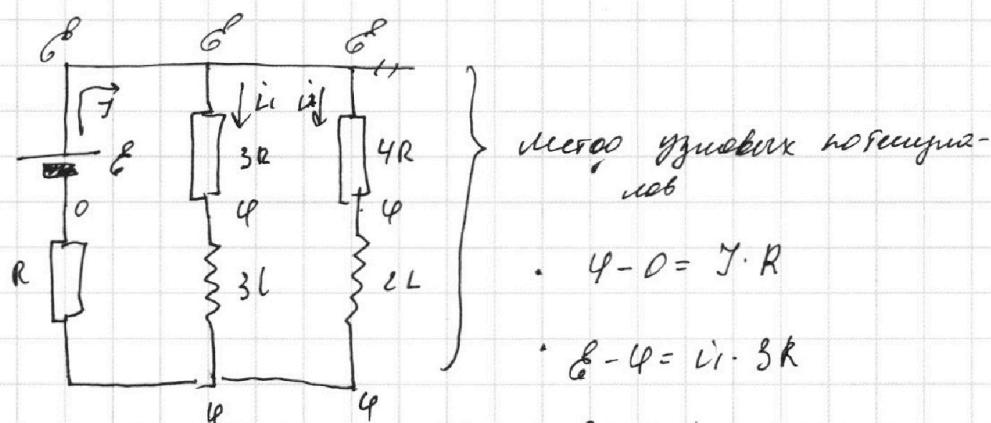
(L)

$$3) q_e - ?$$

Решение:

1) Рассмотрим узел 20 относительно цепи.

Решим в узле установив.



исходя из узловых напряжений

$$\cdot q - 0 = \gamma \cdot R$$

$$\cdot 6 - q = i_1 \cdot 3R$$

$$\cdot 6 - q = i_2 \cdot 4R$$

$$\cdot i_1 + i_2 = \gamma$$

$$\cdot \gamma_{10} = i_1$$

Выводы:

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

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

$$\gamma = \frac{3}{4} i_1 + i_1 = \frac{7}{4} i_1$$

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

$$6 - \frac{7}{4} i_1 \cdot R = i_1 \cdot 3R$$

$$6 = \frac{12}{4} i_1 \cdot R + \frac{7}{4} i_1 \cdot R = \frac{19}{4} i_1 \cdot R$$

$$\left[i_1 = \frac{4}{19} 6 \cdot \frac{1}{R} \right] (1)$$

$$q = \frac{7}{4} i_1 \cdot R = \frac{7}{4} R \cdot \frac{4}{19} 6 \cdot \frac{1}{R} = \frac{7}{19} 6$$

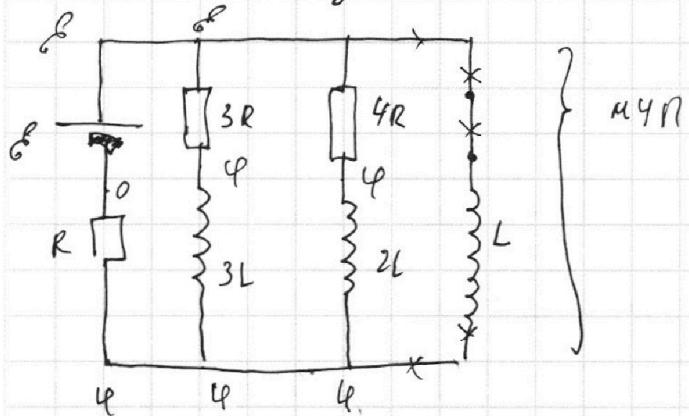
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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) Рассмотрим момент сразу после того, как начало движущийся:

Так в начущий не является склоном \rightarrow это через тормоз



т.к. пока в цепи не движущийся, то и напряжение в цепи не появится.

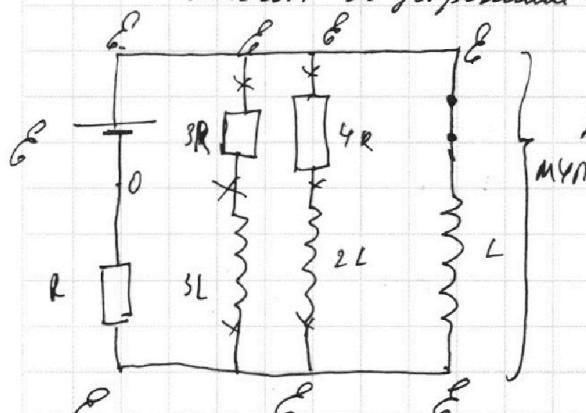
$$U_C = E - U = L \cdot \dot{I}$$

$$U_L = E - \frac{1}{2} E = L \dot{I}$$

$$\frac{12}{19} E = L \dot{I}$$

$$\left[\dot{I} = \frac{12 E}{19 L} \right] (1)$$

3) Рассмотрим цель с движущимся движком в цепи:



Поскольку решения в цепи нет, то в начущий нет движущегося \rightarrow движущееся на движоком тоже есть \rightarrow все потери не будут.

Напряжение на движке "L" и движке "3R" с движущей "3L"

является в левой момент времени.

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

$$U_{3R} \cdot 3R + 3L \cdot \dot{I}_1 = L \cdot \dot{I}$$

↓

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} \cdot 3R + 3L \cdot \frac{\Delta I_1}{\Delta t} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

МФТИ



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

$$\Delta q \cdot 3R + 3L \cdot \Delta Y_1 = L \cdot \Delta Y_2 \quad (\text{Приступим к решению уравнения до конца})$$

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

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

$$\cdot \text{Учитывая что } Y_2 = \frac{\sigma}{R}$$

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

$$q \cdot 3R = \frac{19L\sigma}{19R} + \frac{12\sigma}{19R},$$

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

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

$$\text{Очевидно: 1) } Y_{10} = \frac{4}{19}\sigma \cdot \frac{1}{R}$$

$$2) \quad Y' = \frac{1L\sigma}{19L}$$

$$3) \quad q = \frac{31L\sigma}{57R^2}$$



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 checked="" 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!

Дано:

$$A = 90 \cdot 10^{-4} \text{ Н}$$

$$d = 0,1 \text{ радиан}$$

$$h = 19 \text{ см}$$

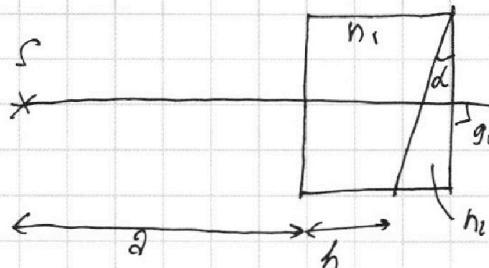
1) $n_1 = n_B = 1; i$

$\beta - ?$

2) $l - ?$

$3) L - ?$

Решение:



1) Г.и. назначаем преломление первого луча $i=1$; то есть, чтобы первый луч из преломлен. Расстояние преломления луча есть расстояние от преломления до глаза.

Мы делаем признак $i=1$, что видим, что если луч идет под преломлением, то на преломленном уменьшит под углом d , также отмечено, что когда луч будет преломлен под углом d , то

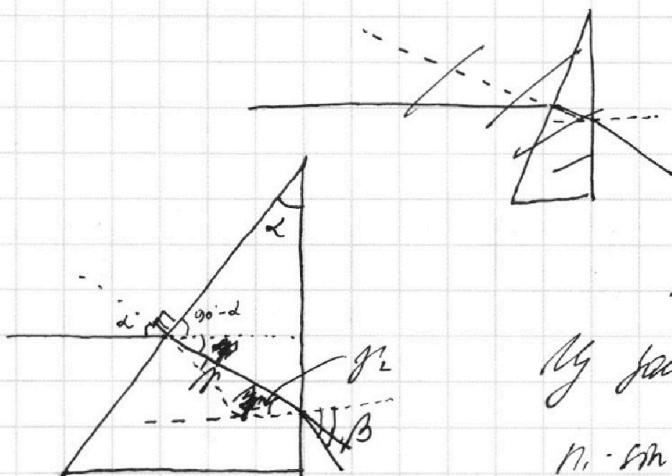


Рис. 1.

Уравнение Синусов:

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta \quad \sin \alpha \propto \alpha \quad (\text{закон синусов})$$

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

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

После из начертан. $h = H - d + f_1 + f_2$

$$d = f_1 + f_2; \quad f_1 = d - f_2;$$

$$f_2 = d - \frac{d}{n_1} = d(1 - \frac{1}{n_1})$$

Уравнение Синусов:

$$\sin \beta = n \cdot \sin \beta_1 \rightarrow \beta = n \cdot d \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) \quad \boxed{\beta = d(n-1)}$$

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) $(d+h) \cdot 1 = d \cdot \frac{17}{10}$

||

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

3) ~~Было~~: В последнем случае мы от d отнимем h , т.к.
члены через призму избут синшасава та ~~$d-h$~~

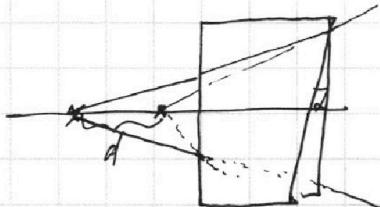
$$d = h \left(\frac{10}{17} - 1 \right)$$

И помим учи, члены через вторую призму
будут синшасава та L ; т.е. $(d-d+h) \cdot 1 = L \cdot \frac{17}{10}$

||

$$(d-h+h+h) = L \frac{17}{10};$$

$$L = \frac{10}{17}(d-h+1,4+2h);$$



Ответ: 1) $\beta = d(h-1)$

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

3) $L = \frac{10}{17}(d-h+1,4+2h);$

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!

① Задача:

$$m = 1500 \text{ кг}$$

$$F_k = 600 \text{ Н}$$

$$F_{\text{супр}} = kV$$

$$1) a - ?$$

$$2) F_0 - ?$$

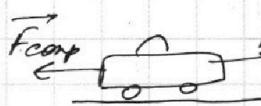
$$3) P_0 - ?$$

Решение:

1) в начале ^{разгон} скорость автомобилей равна нулю

$$10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

* Продавлив силы, действующие на автомобили:



* Противодействующее движению горизонтальное сопротивление.

по дз 4:

$$600 - 64 \cdot 10 = m \cdot a$$

$$600 - 640 = 1500 \cdot 1$$

$$360 = 1500 \cdot 1$$

$$a = 0.24 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

В конце разгона автомобили начинают двигаться со ускорением

$$\rightarrow F_{\text{супр}} = F_{\text{демп}} \rightarrow k \cdot V = F_k \rightarrow k \cdot 25 = 600$$

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

$$F_k + k \cdot V \cdot \Delta t = m \cdot a$$

$$F_k \cdot 25 - 24 \cdot F_k \cdot \Delta t = m \cdot a$$

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

$$V = 10 + \frac{t}{24}$$

$$10 = \frac{15}{24}$$

$$10 = \sqrt{30}$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{24} \cdot t^2 + 10t = 600t$$

$$t^2 + 240t - 14400 = 0$$

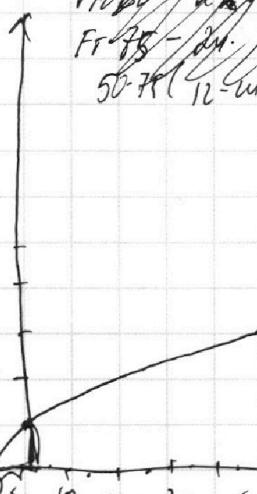
$$(t+120)(t-120) = 0$$

$$t = 120 \text{ с}$$

$$600 = k \cdot V$$

$$600 = \frac{600}{25} \cdot V$$

$$V = \frac{600}{24} = 25$$



$$d = d_{\text{демп}} - d_{\text{супр}}$$

$$(0.24 \cdot 120)^2 = 7 \cdot (0.24 \cdot 120) \cdot 120 - 7000$$

$$m \cdot a = k \cdot V \cdot t$$

$$m \cdot 0.24 = k \cdot 25 \cdot 120$$

$$m \cdot 0.24 = 240$$

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!

$$i_0 \cdot 3 = i_2 \cdot 4$$

$$i_2 = \frac{3}{4} i_0$$

$$y_2 = \frac{7}{4} i_0$$

$$q = \frac{7}{4} i_0 R$$

$$q = \frac{7}{4} \cdot \frac{4}{19} \delta R = \frac{7}{19} \delta R$$

~~$$8 - \frac{7}{4} i_0 R = \frac{12}{4} i_0 R$$~~

$$\delta = \frac{19}{4} i_0 R$$

$$i_0 = \frac{4}{19} \delta R$$

$$M_L = L \cdot y_1$$

$$M_L = \delta \cdot 4 = \frac{12}{19} \delta$$

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

$$\boxed{\frac{V}{J_1} = \frac{R T_0 \cdot 4}{P_{\text{арм}}}}$$

$$\frac{J_1 R F \cdot 5}{V} = P_{\text{арм}} + \frac{(Q_e + \Delta) R T \cdot L}{11 V}$$

$$\frac{R T \cdot 5 \cdot P_{\text{арм}}}{R T_0 \cdot 4} = P_{\text{арм}} + \frac{V_1 R F \cdot L}{11 V} + \frac{\Delta R T \cdot L}{11 V}$$

$$\therefore P_{\text{арм}} + \frac{J_1 R F \cdot L}{11 V} + \frac{K \text{ калибр} \cdot R \cdot T \cdot L}{11 V}$$

$$\frac{I_5}{T_0 \cdot 4} = P_{\text{арм}} + \frac{R T \cdot L}{11 R T_0 \cdot 4} P_{\text{арм}} + \frac{K \cdot 5 P_{\text{арм}} \cdot L}{2 \cdot 11}$$

$$\frac{5 I_5}{4 T_0} = 1 + \frac{10}{94} \frac{I_5}{T_0} + \frac{30}{11}$$

$$3 R \frac{\Delta q}{\Delta F} + 3 L \cdot \frac{\Delta Y}{\Delta F} = L \cdot \frac{\Delta Y}{\Delta F}$$

$$3 R q + 3 L \left(0 - \frac{4}{19} \frac{\delta R}{R} \right) = L \frac{\delta}{R}$$

$$3 R q = \frac{L \delta R}{R \cdot 19} + \frac{12 \delta L}{19 R} =$$

$$= \frac{31 \delta L}{19 R} = \frac{31 \delta L}{57 R}$$

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

$$\frac{P_{\text{арм}}}{2} \cdot \frac{V}{2} = J_1 R T_0$$

$$\frac{P_{\text{арм}}}{2} \cdot \frac{V}{4} = V_1 R P_B$$

$$\frac{\Delta Y}{2} = \frac{J_1}{P_B}$$

$$\underbrace{J_1 = k \cdot \frac{P_{\text{арм}}}{2} \cdot \frac{V}{4}}_{\text{J}} = \frac{1}{8} k \text{ пар} \cdot V$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

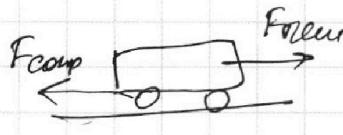
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!



$$F_K - F_{\text{coup}} = m a$$

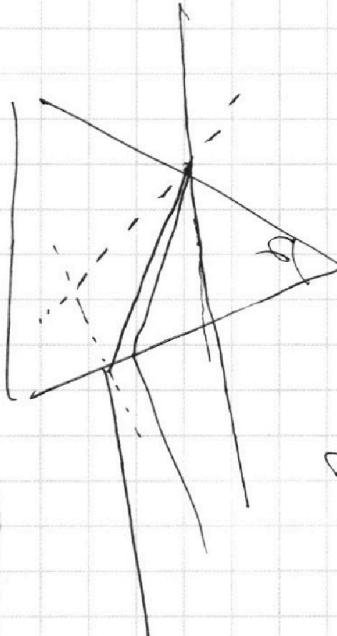
$$F_K - kV = m \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$F_K \cdot \Delta t - k \cancel{(\Delta t)} = m \Delta V$$

$$k \cdot \Delta V = 600$$

$$[k = \frac{600}{\Delta V} = \frac{120}{5} = 24]$$

$$F_{\text{coup}} \cdot \Delta t =$$



$$\left(p_{\text{airm}} + \frac{(V_0 + \Delta V) R T_0}{V} \right) = \frac{p_1 R T_1}{V}$$

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

$$p \frac{V}{5} = p_1 R T$$

$$p_{\text{airc}} \cdot \frac{R T}{V} = (p_1 + \Delta p) \frac{R T_0}{V}$$

$$\frac{p_{\text{airm}}}{V} \cdot \frac{V}{2} = p_1 R T$$

$$\frac{20 \cancel{V} (p_1 + \Delta p) R T_0}{11 V} + p_{\text{airm}} = \frac{2 R T_0 \cdot 5}{V}$$

$$\frac{\cancel{20} (p_1 + \Delta p) R T_0 + p_{\text{airm}}}{11 V} = \frac{p_{\text{airm}} \cancel{10} \cdot 5}{V \cancel{T} 4}$$

$$\frac{p_{\text{airm}}}{V} = \frac{p_{\text{airm}}}{V} = \frac{p_{\text{airm}}}{V}$$

$$p_{\text{airm}} = \frac{p_{\text{airc}}}{2}$$

$$p_{\text{airm}} = p_1 + \Delta p$$

$$\frac{p_{\text{airm}}}{p_{\text{airc}}} = \frac{p_1 + \Delta p}{p_1}$$

$$\frac{p_{\text{airm}}}{p_{\text{airc}}} = \frac{p_1 + \Delta p}{p_1} = \frac{p_1 + 24}{p_1} = \frac{p_1 + 24}{p_1} = 1 + \frac{24}{p_1} = 1 + \frac{24}{120} = 1 + \frac{1}{5} = \frac{6}{5}$$

$$H = L \cdot \frac{2}{5}$$

$$H = L \cdot \frac{2}{5} = 4$$



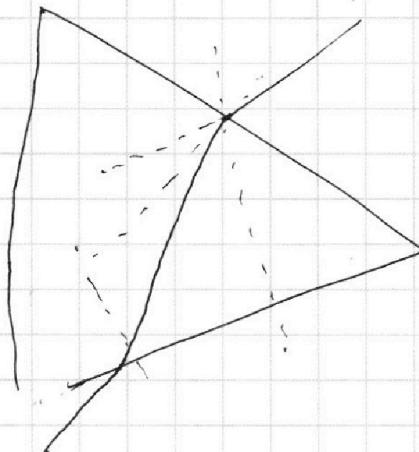
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

$$\rho - \frac{4}{3} l_1 \cdot \rho = l_1 \cdot 4R$$

$$V = \frac{4}{3} l_1 \cdot R$$

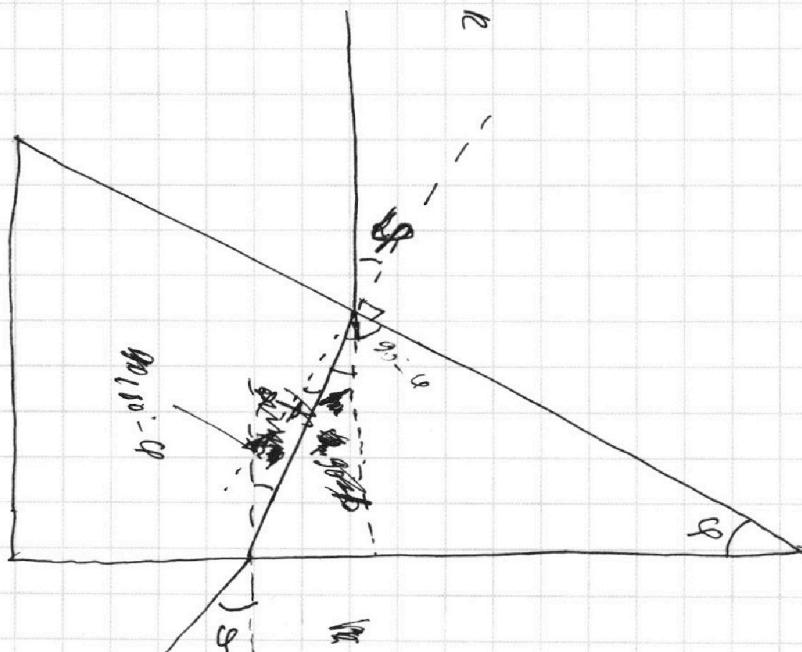
$$l_1 \cdot 3 = l_2 \cdot 4$$

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

$$V = \frac{4}{3} l_1 \cdot l_2 = \frac{4}{3} l_1^2$$

$$C = 10 \times \sqrt{100}$$

$$R = 10 \times \sqrt{10}$$



$$\begin{cases} \alpha + \beta = 90^\circ \\ \alpha + \gamma = 90^\circ \end{cases}$$

$$\begin{cases} \alpha + \beta = 90^\circ \\ \alpha + \gamma = 90^\circ \end{cases}$$

$$\alpha + \beta = 90^\circ$$

$$F_{TAf} - k_{TAf} V_{Af} = m_A V$$

$$F_f - k_f V = m_A V$$

~~$$F_f - k_f V = m_A V$$~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Дано:

$$P \frac{V}{5} = D_1 RT$$

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

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

Дано $CO_2 + H_2O$: Воздух при 373 K может испаряться и пар оставаться насыщенным; давление пара при $373\text{ K} = p_{\text{датч}}$.

Тогда по Закону Дальтона:

$$P = p_{\text{датч}} + P_{CO_2}$$

$$P_{CO_2} = \frac{11 V}{d_0} = (D_2 + \Delta D) RT$$

	373	300	240	150	110	50	0
d_0	11	14	19	24	30	40	50
V	11	14	19	24	30	40	50
p	11	14	19	24	30	40	50
D_2	11	14	19	24	30	40	50
ΔD	0	0	0	0	0	0	0

Поскольку давление в обеих частях выражено, то можно приравнять:

$$5 \frac{D_1 RT}{V} = p_{\text{датч}} + \frac{(D_2 + \Delta D) RT \cdot d_0}{11 V},$$

Но из № 1. известно, что $\frac{D_1}{V} = \frac{p_{\text{датч}}}{d_0 R}$. Подставим

$$\frac{5 \cdot p_{\text{датч}} \cdot RT}{10 R} = p_{\text{датч}} + \frac{\Delta D RT \cdot d_0}{11 V} + \frac{\Delta D RT \cdot d_0}{11 V},$$

$$\frac{5 p_{\text{датч}} \cdot T}{10} = p_{\text{датч}} + \frac{D_1 \cdot R \cdot T \cdot 10}{11 V} + \frac{RT \cdot d_0 \cdot k \text{ pасм. } \times}{11 V \cdot 8}$$

$$5 p_{\text{датч}} \frac{T}{10} = p_{\text{датч}} + \frac{p_{\text{датч}} \cdot R \cdot 9 \cdot 10}{10 \cdot R \cdot 11} + \frac{RT \cdot 10 \cdot k \text{ пасм. }}{44};$$

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

$$5 \frac{T}{10} - \frac{5}{11} \frac{T}{10} = 1 + \frac{10}{44} \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{2 \cdot 10^3}$$

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

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

$$\begin{aligned} P &= P_0 \cdot f \\ P_0 &= P_0 \cdot t \\ f &= f(t) \end{aligned}$$

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!

Сенда замечено:

$$\cdot P \frac{V}{5} = \rho_1 RT \leftarrow (He) \quad \left(\frac{F_r}{m} - d_0 \right) \cdot \frac{V}{5} = \frac{d_0}{2\pi}$$

Быстро.

• Воздух при 373K имеет избыток и под в сенде станет
избыточным \rightarrow будет накапливаться раст.

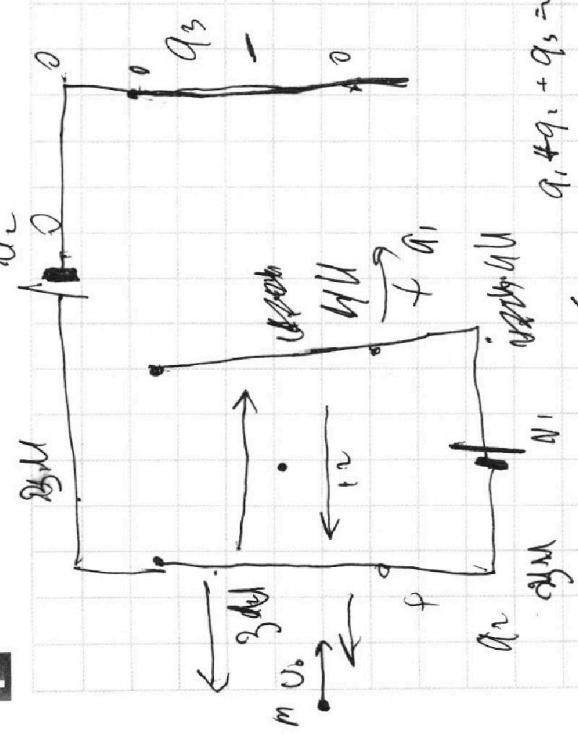
• По формуле Барбота можно определить давление в избыточной
части дифманометра:

$$P_f = \frac{F_{reyn}}{m}$$

$$P = P_{atm} + P_{corr}$$

$$\frac{11}{20} V P_{corr} \cdot \frac{4\sqrt{5}}{5} = (\rho_1 + \Delta \rho) RT,$$

$$\frac{11}{20} V P_{corr} \cdot \frac{4\sqrt{5}}{5} = (\rho_1 + \frac{1}{3} k P_{atm} \cdot V) RT$$

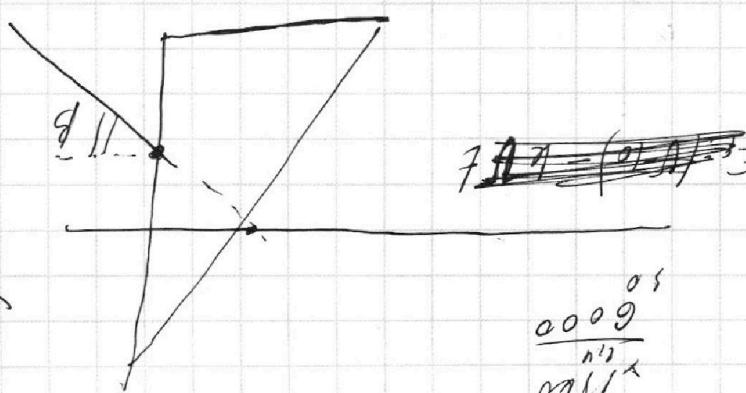


$$q_1 + q_2 = 0;$$

$$C_1 = \frac{\rho_0 \cdot \frac{V}{d}}{\rho_2 \cdot \frac{V}{d}}$$

$$C_2 = \frac{\rho_0 \cdot \frac{V}{d}}{\rho_2 \cdot \frac{V}{d}}$$

$$C_2 = \frac{\rho_0}{\rho_2} = \frac{m_1}{m_2}$$



$$\frac{0.009}{0.011} = 0.8$$