

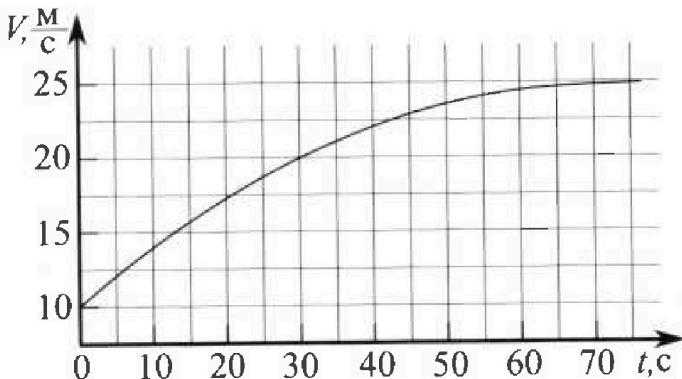
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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?

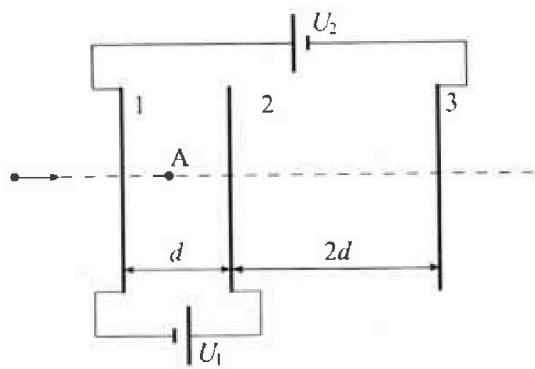
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировано 10%.

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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости и 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/(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

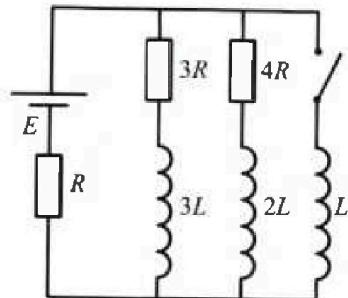


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

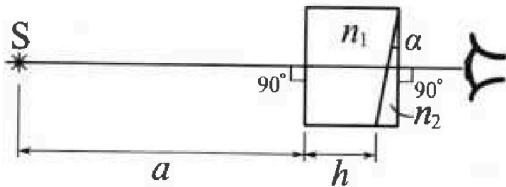
- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  при замкнутом ключе?

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                        |
| <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. 1) ускорение можно найти как  $\tan \alpha$ , где

$\alpha$  - это угол между касательной и осью,

из графика видно, что  $\tan \alpha \approx 1$ , учитывая

члену дзельни скорости  $\Delta V = \frac{5}{2} \text{ м/с}$ , и времени

$$\Delta t = 5 \text{ с}. \quad a = \tan \alpha \cdot \frac{\Delta V}{\Delta t} = 0,5 \text{ м/с}^2 \quad \text{Отв: } 0,5 \text{ м/с}^2$$

2).  $F_c$  - сила сопротивления  ~~$F_c(V) = kV$~~

В конце разгона  $F_k = 600 \text{ Н}$ , из графика видно,

что машина перестает разгоняться в момент

времени  $t = 75 \text{ с}$ ; при скорости  $V_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

$$F_{k\text{раz}} \quad ma = 0 = F_c - F_k \quad F_c = k V_k = F_k \quad k = \frac{F_k}{V_k}$$

$$F_{c0} = F_c(V_0) = k V_0 = \frac{F_k}{V_k} \cdot V_0 \quad * \text{ - сила сопротивления в конце}$$

$$ma_0 = F_0 - F_{c0} = F_0 - \frac{F_k}{V_k} V_0. \quad F_0 = ma_0 + \frac{F_k}{V_k} V_0 = 990 \text{ Н}$$

Отв: 990 Н

3) изменение кинетической энергии на маленьком  
промежутке времени равно мощности двигателя  $P_0$

и сумме с мощностью силы сопротивления.

(Закон об изменении ~~также~~ энергии в дифференциальной форме)

$$\frac{d(mV^2)}{2 \cdot dt} = P_{c0} + P_0 \quad P_{c0} = -F_{c0} V_0 = -240 \cdot 10 \text{ Вт} = -2400 \text{ Вт}$$



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!

$$\frac{d(mV^2)}{2dt} = \frac{2mVdV}{2dt} = mV_0\omega_0 = 7500 \text{ Вт.}$$

$$P_o = mV_0\omega_0 - P_{w\text{уско}} = 3900 \text{ Вт.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

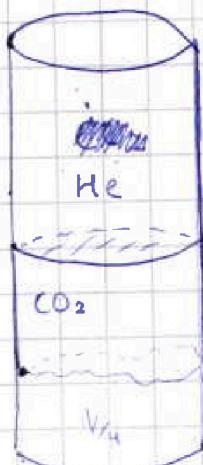
 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

2.

1)  $V_2$  - количество гелия



Онсеке

$$\frac{P \cdot V}{2} = V_2 R T_0 \quad \frac{P \cdot V}{2} = V_1 R T_0$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{2}$$

2) давление  $P_{CO_2}$ ,  $V_{CO_2}$ ,  $V_{CO_2}$  - кол-во

углекислого газа до и после нагревания.

$$P \frac{V}{2} = V_2 R T_0 \quad P \frac{V}{2} = V_{CO_2} R T_0, \text{ будем считать, что}$$

при константной температуре давление паров

$$\text{богат} \approx 0 P_{\text{нат}}, \quad V_{CO_2} = \frac{PV}{8RT_0}$$

М-к. газ He.

$$P_1 \cdot \frac{V}{5} = V_2 R T \quad P_1 = \frac{5V_2 R}{V} \cdot T = \frac{5T}{4T_0} P$$

$$\text{давление } P_{CO_2} = P_1 - P_{\text{нат}} = \frac{5T}{4T_0} P - P = P \left( \frac{\frac{5T}{4T_0} - 1}{\frac{4T_0}{4T_0}} \right),$$

м-к. He  $T = 373K$  давление н.н. =  $P_{\text{нат}}$ .

М-к. газ  $CO_2$

$$P_1 \left( \frac{\frac{5T}{4T_0} - 1}{\frac{4T_0}{4T_0}} \right) \cdot \left( V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = V_{CO_2} R T$$

$$V_{CO_2} = \frac{11PV(5T-4T_0)}{80T_0 RT}$$

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"/> |

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

МФТИ

н.к. ~~68500~~  $\text{CO}_2$  при  $T = 373\text{K}$  почти не растворяется.

$$V_{\text{CO}_2} = V_{\text{CO}_2} + \Delta V \approx \Delta V = \frac{P}{2} \cdot k \cdot \frac{V}{4} = \frac{PV}{8} \cdot k \approx$$

$$\frac{PV(5T - 4T_0)}{80RT_0T} = \frac{PV}{8RT_0} + \frac{PV}{8} \cdot k \quad | \cdot \frac{80RT_0T}{PV}$$

$$5T - 4T_0 = 10T + 10RT \cdot T_0 \cdot k.$$

$$5T - 4T_0 = 10T + 10 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} T_0.$$

$$5T - 4T_0 = 10T + 15T_0.$$

$$45T = 59T_0 \quad T_0 \approx 282\text{K} \quad \frac{T}{T_0} = \frac{59}{45} \approx \frac{4}{3}$$

$$T_0 \approx 282\text{K}$$

$$\text{Omb: } \frac{59}{45}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

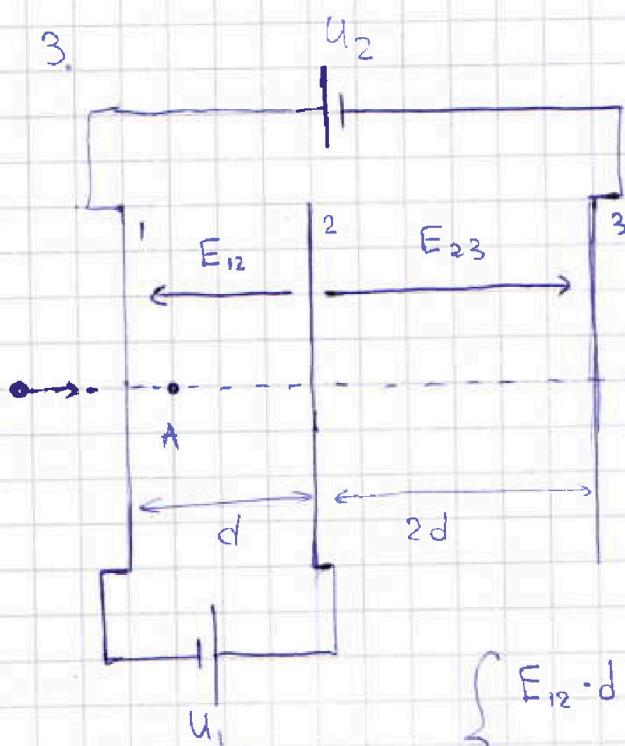


- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

3.



1) обозначим за  $E_{12}$  и  $E_{23}$

напряженности между обклад-

ками 12 и 23.

тогда для первого и второго

источники создают раз-

ность напряжений,

поэтому

$$\begin{cases} E_{12} \cdot d = U_1 = U \\ E_{23} \cdot 2d = U_2 = 3U \end{cases}$$

$$E_{12} = \frac{U}{d}, \quad E_{23} = \frac{2U}{2d}, \quad \text{ускорение частиц}$$

между пластинами 12

$$m a_{12} = E_{12} q, \quad a_{12} = \frac{E_{12} q}{m} = \frac{U q}{md}, \quad \text{Омб: } \frac{U q}{md}$$

2) изменение кинетической энергии можно

посчитать, как работу электростатического поля

$$\Delta K = q \Delta U_{12} = -q (U_2 - U_1) = q (U_1 - U_2) = \cancel{q U_1} / k_1 k_2 - k_1$$

$$k_1 - k_2 = q (U_2 - U_1) = q U \quad \text{Омб: } q U$$

3) м.к. размеры сепок значительно больше

$d$  поле создаваемое им можно считать однород-



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!

Искомо, знаем.  $q_4 - q_1 = E_{12} \cdot \frac{d}{4} = \frac{q_1}{4} = \frac{q}{4}$

$$\Delta K = \frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = -q_1(q_4 - q_1) = -\frac{q_1 q}{4}$$

$$\frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{q_1 q}{4}$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{q_1 q}{2m}}$$

$$\text{Отв: } \sqrt{V_0^2 - \frac{q_1 q}{2m}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

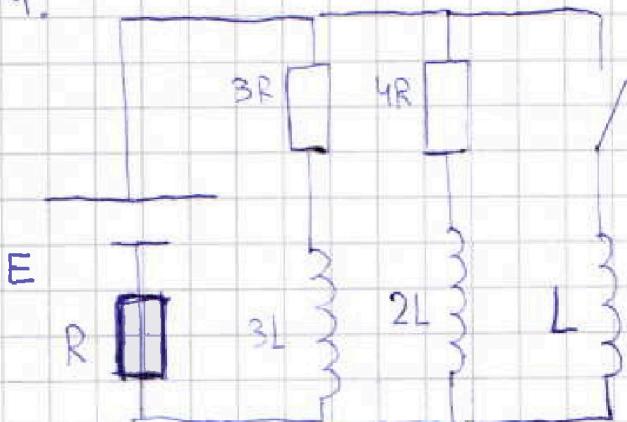


- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

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

Ч.



1) т.к. режим в цепи

установился, в ~~также~~

~~но на \* засчитывать~~

будем в

$$\frac{dI}{dt} = 0, U_1, U_{2L}, U_{3R} = 0$$

$$R_{3k8} = R + \frac{12R^2}{7R} = \frac{19}{7}R, I = \frac{7E}{19R}, U_{3R} = E - I \cdot 3R = \\ = \frac{12}{19}E, I_{3R} = \frac{U_{3R}}{3R} = \frac{12}{57}E = \frac{4}{19}E, \text{ Omb: } \frac{4E}{19R}$$

2) сразу после замыкания ключа

$$U_L = U_{3R} = \frac{12}{19}E = L \dot{I}, \dot{I} = \frac{12E}{19L}, \text{ Omb: } \frac{12E}{19L}$$

3) При замкнутом ключе, в установившемся  
режиме ток будем иметь только через катушку  
~~L~~ ~~и катушка~~ ~~заряжаться~~ ~~в~~ ~~режим~~ и резистор R  
и будет равен  $I_k = \frac{E}{R}$ , иначе на катушке  
~~L~~ было бы напряжение, соотвественно ток бы

не установился,  $I_{2R}$  - ток через резистор  $3R$ .

$$I_{3R} \cdot 3R + BL \frac{dI_{3R}}{dt} = L \frac{dI}{dt}, \dot{I} \cdot dt.$$

$$I_{3R} dI_{3R} \cdot 3R + 3L dI_{3R} = L dI$$



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 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!

$$dq_{3R} \cdot 3R = L dI - 3L dI_{3R}$$

$$q_{3R} \cdot 3R = \int_0^{\frac{E}{R}} L dI - \int_{\frac{4E}{19R}}^0 3L dI_{3R}$$

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

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

$$\text{Отв: } \frac{31LE}{57R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

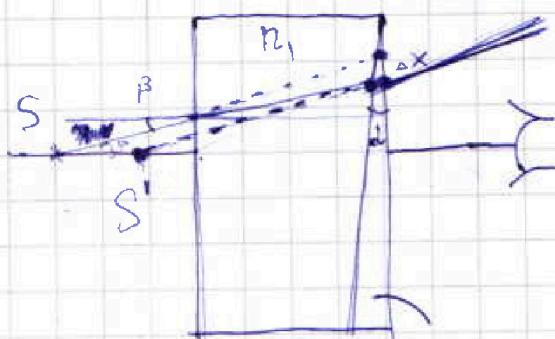
МФТИ



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

3)

В этом пункте обозначим



за  $\beta$  - угол падения на

призму  $n_1$ , за  $\varphi$  - угол

после прохождения в

призму  $n_1$ .

призму  $n_1$  будем считать

плоской ~~призмы~~ со сторонами перпендикулярными

оси, т.к.  $\delta$  очень мал.

$$\beta = n_1 \varphi \quad \varphi = \frac{\beta}{n_1}, \quad \alpha_x - \text{смещение лука.}$$

$$\alpha_x = h \cdot \beta - h \cdot \varphi = h(\beta - \varphi) = h \left( \beta - \frac{\beta}{n_1} \right) = h \beta \left( 1 - \frac{1}{n_1} \right)$$

заметим, что продолжение лука пересечёт

обратную  $S'$ , находящуюся на расстоянии  $l = \frac{\alpha_x}{\beta} =$

$$= h \left( 1 - \frac{1}{n_1} \right), \quad l \text{ не зависит от } \beta, \text{ значит}$$

все луки пересекут эту точку и соответственно

будут создавать искаженное изображение источника

бесконечно удаленного из пункта 2.

$$H' = \delta \left( a + h - l \right) = \delta \left( a + h - h \left( 1 - \frac{1}{n_1} \right) \right) = \delta \left( a + \frac{h}{n_1} \right) =$$

$$= 7 \text{ см} \quad \text{Отвт: } 7 \text{ см.}$$



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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

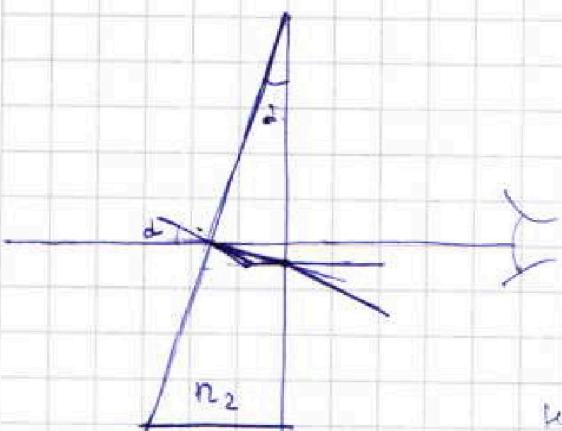
МФТИ

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

5.

1) м.к.  $n_1 = n_2$ . призма  $n_1$

никак не повлияет на ход  
лучей.



$\beta$  - угол хода после пре-  
ломления, при прохождении  
наклонной створки

$\delta$  - угол после преломления при

прохождении второй створки.

Учитывая, что все углы есть  $\sin \gamma = \gamma$

$$d = \beta \cdot h_2. \quad \beta = \frac{d}{R_2}, \text{ дуга после прохождения}$$

Второй наклонной створки призмы отклонится

$$\text{на } \gamma = \alpha - \beta = \beta(n_2 - 1) = 0,07\text{рад}$$

$$\gamma n_2 = \delta = \beta n_2 (n_2 - 1) = d(n_2 - 1) \quad \text{Отв: } \cancel{0,07\text{рад}} \quad 0,07\text{рад}$$

2) м.к. Все лучи преломлены и падают под малыми

углами после прохождения призмы они все

отклоняются на угол  $\delta$  и будущим создавать

мнимое изображение выше источника на

$$h = \delta(a + b) = 7,28 \text{ см} \quad \text{Отв: } 7,28 \text{ см.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

MFTI

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

$$P_1 = \frac{5V_2 RT}{V} = \frac{5 P V T}{4 V T_0} = P \frac{5T}{4T_0}$$

$$P_{CO_2}' = P \left( \frac{5T}{4T_0} - 1 \right)$$

$$\frac{11}{20} \cdot P = \frac{5T}{4T_0} = V_3 RT$$

$$\cancel{P} \frac{5T}{4T_0}$$

$$V \cdot \frac{V}{5} \cdot \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$$

$$V_3 = \frac{PV \cdot 55}{80RT_0}$$

$$V_4 = \frac{PV}{8}$$

$$\frac{P}{2} \cdot \frac{V}{4} = VRT_0$$

$$V_3 - V_1 = \Delta V = K P \frac{V}{4} = \cancel{K} \frac{\cancel{P} V R T_0}{4} \quad K \frac{2 V R T_0}{4 V} = \frac{K 2 V R T_0}{V}$$

373

270 + 12 = 282 K

$$\frac{5PV}{80RT_0} =$$

$$\frac{373}{4} = 93.25 \text{ K}$$

$$P \left( \frac{5T}{4T_0} - 1 \right) \cdot \frac{11V}{20} = V_3 RT$$

$$i) \frac{P}{2} \cdot \frac{V}{4} = V_2 RT$$

K80RT

$$P = \frac{V_0 R T_0}{V}$$

$$\cancel{P} \left( \frac{5T}{4T_0} - 1 \right) \frac{11V}{20} = V_{CO_2} RT$$

$$V_3 =$$

$$\frac{PV}{4RT_0} + k P \frac{V}{4} = \frac{11P(5T - 4T_0)V}{80T_0 RT}$$

$$\frac{11P(5T - 4T_0)}{80T_0 RT} = V_{CO_2}$$

$$\frac{1}{4RT_0} + \frac{k}{4} = \frac{5T - 4T_0}{80T_0 RT}$$

$$\cancel{RT_0} \quad 80T + \frac{VAT_0}{40} k T_0 RT = 55T - 44T_0$$

$$55T = 40 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 0.5 \cdot 10^{-3} = 20 \cdot 3 \cdot 44T_0 = 60 + 373 \cdot 44.$$

$$T = 1178 + 16544 =$$



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.

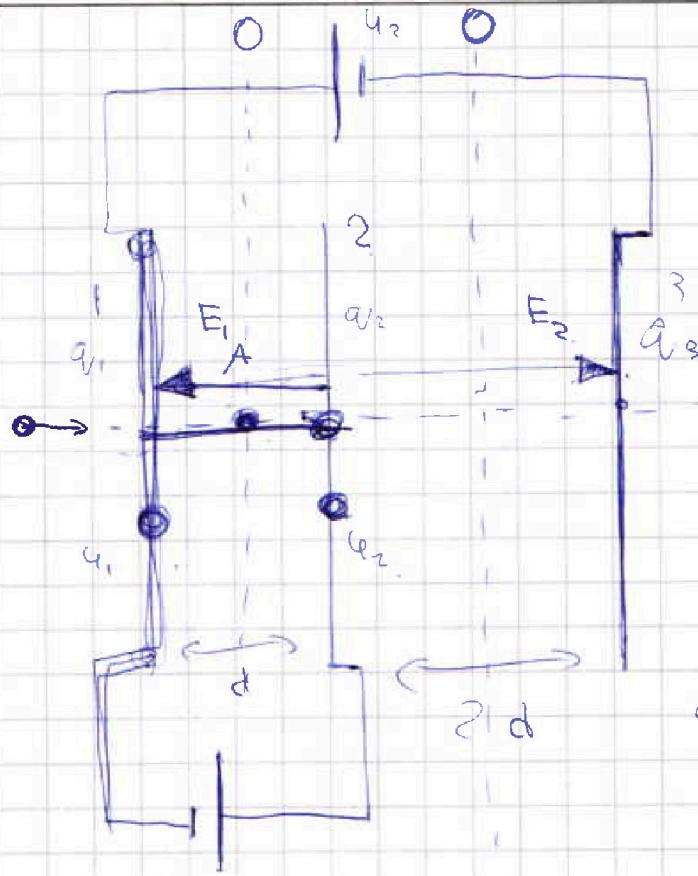
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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**



\*3.

$$q_2 - q_1 = U$$

$$E_{k1} + q_1 q_1 = E_{k2} + q_2 q_2$$

$$E_{k1} - E_{k2} = q_1 (q_2 q_2 - q_1)$$

$$E_{k2} - E_{k1} = q_1 (q_1 - q_2)$$

$$E_{k1} - E_{k2} = q_1$$

$$q_1 \cdot q_2 \cdot q_3 = 0$$

$$E_{k2} - E_{k1} = q_1 (q_2 - q_1)$$

$$\left\{ \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\varepsilon_0 S} = -\frac{U}{d} \right.$$

$$\left. \frac{q_1}{2\varepsilon_0} + \frac{q_2}{2\varepsilon_0} - \frac{q_3}{2\varepsilon_0} = \frac{3U}{d} \right. \quad E_2 = -\frac{2U}{d}$$

$$E_1 d = U$$

$$E_2 d = U$$

$$1) \quad E_1 d = U$$

$$E_1 d + E_2 \cdot 2d = 3U$$

$$E_1 = \frac{U}{d}$$

$$\Delta U = U$$

$$E_1 q_1 = m a$$

$$a = \frac{E_1 q_1}{m} = \frac{U q_1}{md}$$

$$U_A - U_1 = \frac{U}{4}$$

$$2). \Delta E_k = A_E = q_1 \cdot \Delta U = q_1 (U_1 - U_2) = q_1 \cdot U_1$$

$$3). \Delta E_k = \frac{m V_A^2 - m V_0^2}{2} = -q_1 (U_A - U_1) = q_1 (U_1 - U_A) = -\frac{q_1 U}{4}$$

$$\frac{m V_A^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2} - \frac{q_1 U}{4}$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{q_1 U}{2m}}$$



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!

$$1). a = \frac{dv}{dt} = tg\alpha \approx 15^\circ \quad a = 1 \text{ m/s}^2$$

\*1

$$2) F_k = 600 \text{ N.} \quad ma \approx 0 = F_k - F_c$$

$$F_c = KV$$

$$KV = F_k \quad K = \frac{F_k}{V_k}$$

$$F_{c0} = KV_0 = \frac{F_k V_0}{V_k} = \frac{60}{25} \cdot 600 = 240 \text{ N.}$$

$$m a = 1500 \text{ N} = F_0 - F_c \quad F_0 = 1740 \text{ N} \quad \frac{P}{2} \cdot \frac{V}{2} = V_2 R T_0$$

3) —

$$P \left( K \cdot \frac{1}{2} E_k = A_{mp} + P_{ad} t \right) \quad P_{ad} = \frac{PV}{4T_0}$$

$$d\left(\frac{mV^2}{2}\right) = d(A_{mp}) + dP_0$$

$$m V dV = -F_0 \cdot V + P_0$$

$$P_0 = m V dV + F_0 V$$

$$m \frac{dV^2}{dt} = m V \frac{dV}{dt} = m V a$$

\*2

$$750t \frac{600}{25} \cdot 10 = \frac{1000 \cdot 60}{100} \cdot 600 = 240$$

890

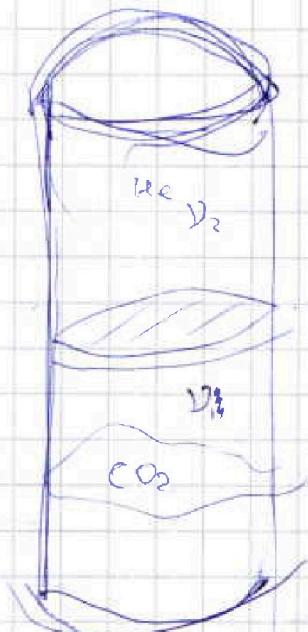
$$V_2 R T_0 = \frac{P}{2} \cdot \frac{V}{2} \quad \frac{V_2}{V_1} = 2$$

$$\underline{V R T_0} = \frac{P}{2} \cdot \frac{V}{4} \quad A V = k$$

$$V_2 R T_0 = P_i \cdot \frac{V}{5}$$

$$\frac{5V_2 R T_0}{V} = P_i = \frac{5P R T}{4V T_0} = P \cdot \frac{5T}{4T_0} = \frac{5V_2 R T}{V}$$

$$P \rightarrow P_{CO_2} = P \left( \frac{ST}{4T_0} - 1 \right) = V$$





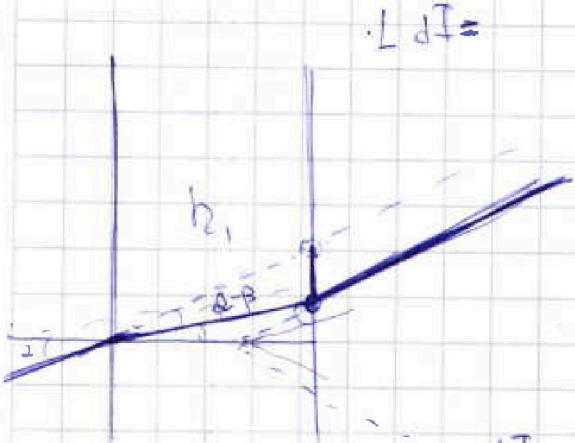
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$L \frac{dI}{dt} = 3IR + \cancel{SL} \frac{dI}{dt}$$

$$\alpha = \beta / n_1$$

$$\beta = \frac{\alpha}{n_1} \quad (\alpha - \beta) \cdot h =$$

$$= \alpha h \left( 1 - \frac{1}{n_1} \right) = \alpha h \left( 1 - \frac{1}{n_1} \right)$$

$$\times \beta = \beta h \left( 1 - \frac{1}{n_1} \right)$$

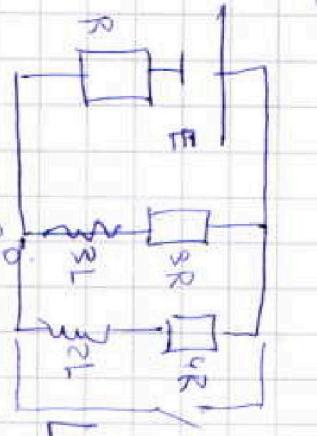
$$x = h \left( 1 - \frac{1}{n_1} \right)$$



$$0.50 + \frac{14}{154} = 100$$

$$\frac{dV}{dt} + g_2 = 1, \quad \frac{dV}{dt} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$$

$$P_o = \frac{A}{dt} = F \cdot V$$



$$m \frac{dV}{dt} = P_{mp} + P_o$$

$$mVa = -F_{co}V + P_o$$

$$1500 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} = -240 \cdot 10 + P_o$$

$$7500 + 2400 = P_o = 9900$$

—  
T

$$L \frac{dI}{dt} = U_{IR}$$

БАТЫ

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

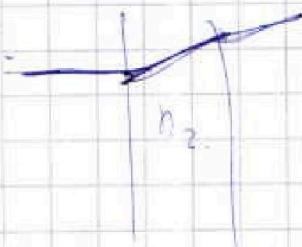
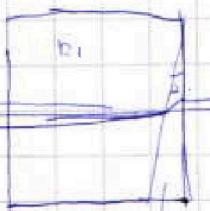
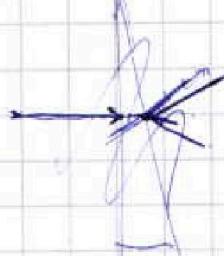
МФТИ

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

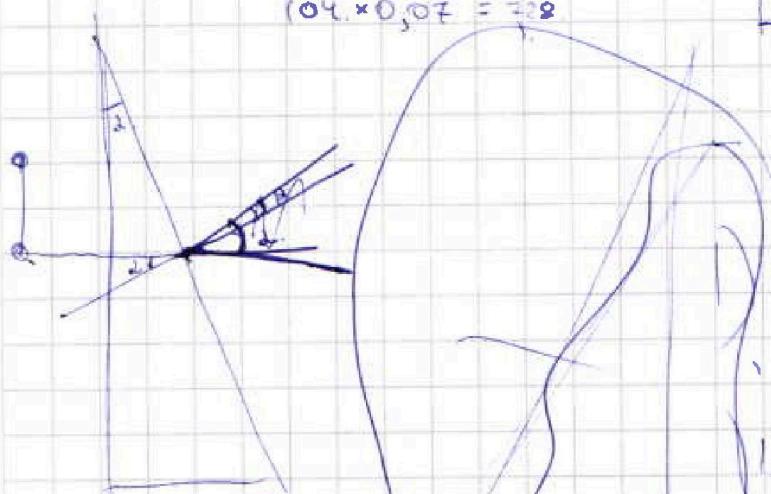
$$\alpha \delta = 2(n-1)$$

$$n_2 \cdot \alpha = 1 \cdot \beta$$

$$\delta = \beta - \alpha = 2(n-1)$$



$$104 \times 0,07 = 0,07$$



$$\alpha = n_2 \beta$$

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

$$180 - 90 + 2 - \beta = 90 + 2 - \beta$$

$$90 + 90 - \alpha - \beta = 180$$

$$= n_2 \beta - \beta = n_2(\beta - 1) = \beta(n_2 - 1)$$

$$\beta(n_2 - 1) \cdot n_2 = \gamma$$

$$\gamma = \beta n_2(n_2 - 1) = \alpha(n_2 - 1)$$

$$\alpha(1,7-1) = 0,07$$

$$\delta = \alpha(n_2 - 1) \quad \text{***} \quad \text{ANSWER}$$

$$2) (a+n) \delta$$