

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

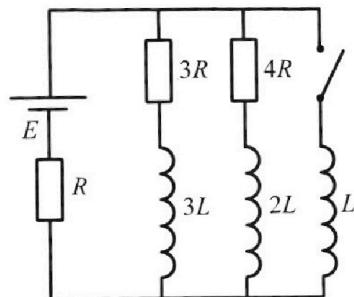
**Вариант 11-03**

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

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

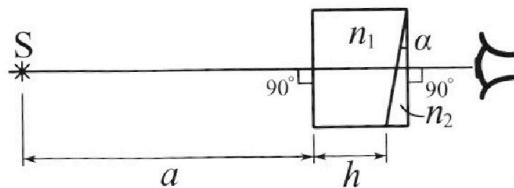
- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми к оэффициентами 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.





# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



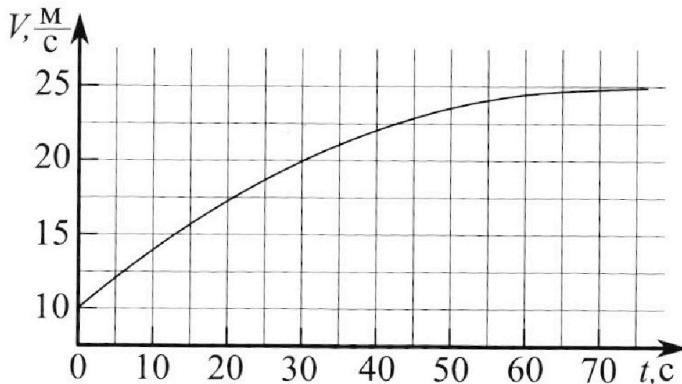
## Вариант 11-03

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 чисел енного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.



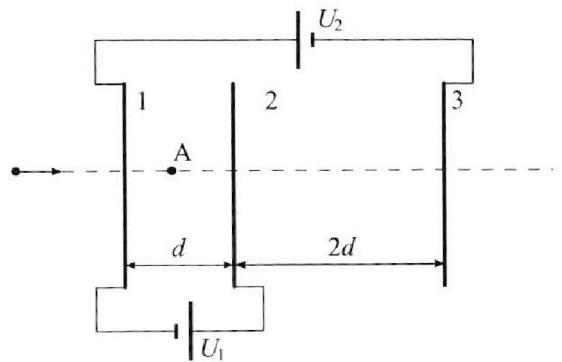
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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:  $\Delta v = k p w$ . 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.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

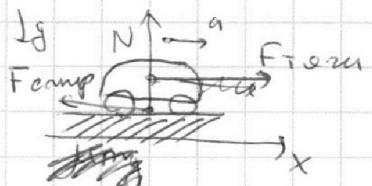
- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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.



Задачем II з-и к. на  
авт. Ох где машинки:

$$ma = F_{\text{торм}} - \cancel{F_{\text{норм}}} F_{\text{двиг}}$$

$$\cancel{F_{\text{норм}}} = \frac{m(a + \mu g)}{\text{коэф. сцепления}} ma + k \omega$$

т.к.  $a = 0$ ,  $\omega = 25 \text{ rad/s}$ ,  $\mu = 0.1$ .

$$F_k = k \omega \Rightarrow k = \frac{F_k}{\omega} = \frac{1600 \text{ Н}}{25 \text{ rad/s}} = \cancel{64} \frac{\text{Н}}{\text{рад}}.$$

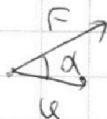
1) Находим  $a_0$  - ускорение в начальне, нач  
касательную к траектории  $\alpha(t)$  в  $t=0$ .

$$a_0 \approx \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \frac{25 - 10}{30} \frac{\text{рад}}{\text{s}^2} = 0.15 \frac{\text{рад}}{\text{s}^2}.$$

$$2) F_0 = ma_0 + k \omega_0 = (1500 \cdot \frac{1}{2} + 24 \cdot 10) \frac{\text{Н}}{\text{рад}} = \\ = 750 \text{ Н} + 240 \text{ Н} = 990 \text{ Н}$$

$$3) P = \frac{dA}{dt} \quad (\text{на отрезок}).$$

$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{F \cdot dx \cdot \cos \alpha}{dt} = F \cdot \omega \cdot \cos \alpha,$$



т.к. вектора  $\omega$  и  $F$  сопротивл.  $\alpha$

$$\cos \alpha = 1 \quad P_0 = F_0 \omega_0$$

$$P_0 = 990 \text{ Н} \cdot 10 \frac{\text{рад}}{\text{s}} = 9900 \text{ Вт}$$

Ответ: 1)  $a_0 = 0.15 \text{ м/с}^2$

$$2) F_0 = 990 \text{ Н}$$

$$3) P_0 = 9900 \text{ Вт}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

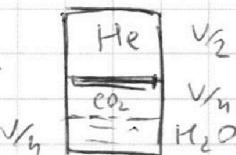
- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

N2



$$P_0 = \frac{P_{\text{ATM}}}{2} = P_{\text{He1}} = P_{\text{CO21}},$$

нитюм парично погашало.

1) Запишем ур-ие Менг.-Клап. для  
изм. момента в барх и чист.

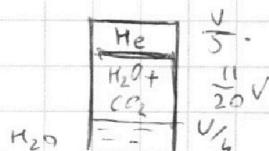
$$\begin{aligned} \text{б. } P_0 \frac{V}{2} &= \nu_{\text{He}} R T_0 \\ \text{и. } P_0 \frac{V}{2} &= \nu_{\text{CO21}} R T_0 \end{aligned} \Rightarrow \frac{V}{2} = \frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{\text{CO21}}}$$

Рассчитаем в чистоте

$$\Delta V_1 = k \frac{V}{2} \cdot \frac{P_{\text{ATM}}}{2} = \frac{1}{8} k V P_{\text{ATM}}.$$

2) По замыку сох равновесия ильба вен-ства.

$$\begin{aligned} \nu_{\text{CO2}} &= \nu_{\text{CO21}} + \Delta V_1 = \nu_{\text{CO22}} + \Delta V_2 \Rightarrow \\ \Rightarrow \nu_{\text{CO22}} &= \nu_{\text{CO21}} + \Delta V_1. \end{aligned}$$



$$P_K = P_{\text{ATM}} = P_{\text{нижн.к}} -$$

нитюм парично погашало.

Запишем ур-ие Менг.-Клап. при  
дже конечного состояния.

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = \text{при } T = 373 \text{ K} \neq P_{\text{ATM}} = 10^5 \text{ Па.} \Rightarrow \nu_{\text{H}_2\text{O}} RT = \frac{11}{20} P_K V.$$

$$\text{б: } P_K \cdot \frac{V}{2} = \nu_{\text{He}} RT$$

$$\text{и: } P_K \frac{11}{20} V = (\nu_{\text{H}_2\text{O}} + \nu_{\text{CO2}}) RT = P_{\text{ATM}} \cdot \frac{11}{20} V + \nu_{\text{CO2}} RT =$$

$$= P_{\text{ATM}} \frac{11}{20} V + \nu_{\text{CO21}} RT + \Delta V_{\text{CO21}} RT = P_{\text{ATM}} \frac{11}{20} V + \frac{1}{2} \nu_{\text{He}} RT +$$

$$+ \frac{1}{8} k P_{\text{ATM}} V \cdot RT = P_{\text{ATM}} \frac{11}{20} V + \frac{2}{20} P_K V + \frac{1}{8} k RT \cdot V P_{\text{ATM}}$$



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!

$$\frac{11}{20} P_K V = \frac{11}{20} P_{ATM} V + \frac{2}{20} P_K V + \frac{1}{8} k RT \cdot V \cdot P_{ATM}$$

$$\frac{9}{20} P_K = \frac{11}{20} P_{ATM} + \frac{1}{8} k P_{ATM} RT$$

$$P_K = \frac{11}{9} P_{ATM} + \frac{5}{18} k RT \cdot P_{ATM}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P_K \frac{V}{5} = D_{ice} RT \\ \frac{P_{ATM}}{2} \frac{V}{4} = D_{ice} RT_0 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{8}{5} \frac{\cancel{P_{ATM}}}{\cancel{P_{ATM}}} =$$

$$= \frac{d}{5} \left( \frac{11}{9} + \frac{5}{18} k RT \right) = \frac{148}{45}$$

$$\underline{\text{Считай: 1)} \frac{D_{ice}}{D_{CO_2}} = 2}$$

$$2) \frac{T}{T_0} = \frac{148}{45}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

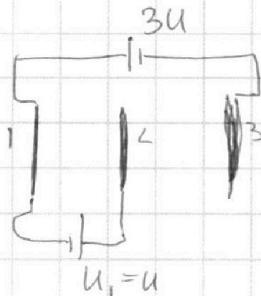
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

N3.



состр. схема разн.

т.к. сетка - проводник, то  $E_{внеш} = 0$  и на  
состр. схемах сетки изображаются такие  
заряды, чтоб "жестко" под  
 $E_1 = E_3 \Rightarrow E_{21} = -E_{12}, E_{23} = -E_{32}$ ,  
сетки, т.к.  
можна представить  
поле между пластины  
однородно.

1) т.к.  $d \ll \sqrt{s}$ , где  $\sqrt{s}$  - характер размер

$$U = E_{12}d.$$

$E_{12} = \frac{U}{d}$ . и сетки можно представить  
аналогично с пластинами в виде пластины (бескон.)

~~аналогично с пластинами в виде пластины (бескон.)~~  
~~заряды в рабочем поле изолированы~~ ~~расстояние~~  
~~А внешнее поле компенсируется зарядами~~  
~~пластины  $E_{внеш} = 0$ .~~

2) т.к.  $\varphi_2 > \varphi_1$ , то  $E_{12}$  направлено от 2 к 1.

$\Rightarrow$  частота ~~затухает~~ <sup>затухает</sup> в 1-2.

$$K_1 > K_2$$

$$K_1 + A_E = K_2 \quad (3C2).$$

$$A_E = q \int_0^{\tau} (\vec{E}, d\vec{z}) \left\{ \text{где начальное значение} \right\} = -q E_{12} d = -q U.$$

$$K_1 - K_2 = -A_E = q U. \quad (\text{если } \frac{mV_0^2}{2} \geq q U, \text{ частота не затухает})$$

3) 3C3:

$$K_1 + A_E = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + q \frac{E_{12}d}{4} = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{qU}{2m}}, \frac{mV_0^2}{2} \geq \frac{qU}{4}$$

Реш: 1)  $E_{12} = \frac{U}{d}$

2)  $K_1 - K_2 = qU$ , если  $\frac{mV_0^2}{2} \geq qU$

3)  $V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{qU}{2m}}$ , если  $\frac{mV_0^2}{2} \geq \frac{qU}{4}$

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

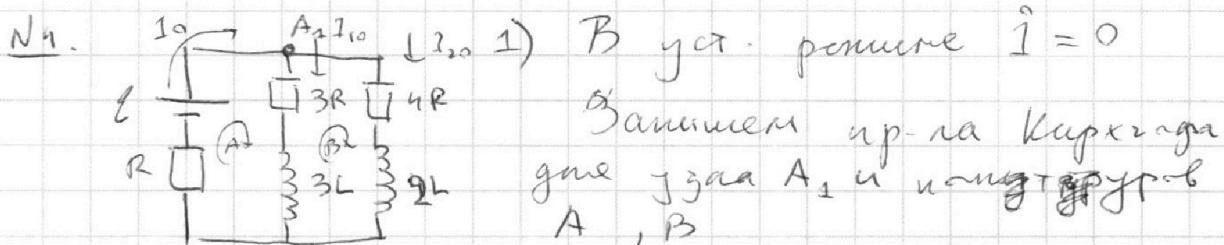
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!



Inp.-no:  $I_0 = I_{10} + I_{20}$

II при-но: A:  $I_0 R + I_{10} \cdot 3R = E$ .

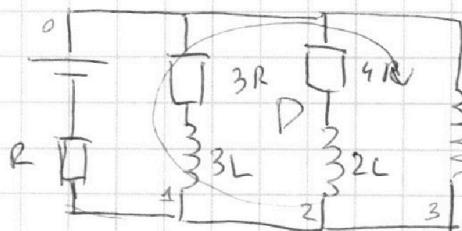
B:  $-I_{10} \cdot 3R + I_{20} \cdot 4L = 0$ .

↓

$I_{20} = \frac{3}{7} I_{10}; I_0 = \frac{7}{5} I_{10}$ .

$I_{10} = \frac{4E}{19R}$ .

2) Сразу после замыкания токи не меняются,  
т.к. тока  $I = \infty$  и  $U_L = L\dot{I} = \infty$ , что  
должно изменяться.



T.к. I осталось таким же, т.о.

D:  $I_{10} II$  при-ку K.:  
 $hI_{30} + I_0 R = E$ .  
 $I_{30} = \frac{12}{19} \frac{E}{h}$ .

3) Вновь уст. решите без том будет  
идти через компьютер  $R - E - h$ , т.к. т.к.  
они не на какой индукции нет, будет падать  
напряжение и тока  $\dot{I}_1 \neq 0$ , что  
в уст. решении быть не может.

$E = I_K R \quad I_K = \frac{E}{R}$ .

T.к.  $I_1, I_2$  противоположные токи.

тогда  $3R I_1 + 3hI_1 = 4RI_2 + 4hI_2$



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 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!

$$\text{или } 3R \Delta q_1 + 3h \Delta I_1 = 4R \Delta q_2 + 2L \Delta I_2.$$

интегрируя получаем:

$$3R \Delta q_1 + 3h(0 - I_{10}) = 4R \Delta q_2 + 2L(0 - I_{20})$$

$$3\Delta q_1 - 4\Delta q_2 = \frac{1}{R}(3hI_{10} - \frac{3}{2}hI_{10}) = \frac{3}{2}\frac{hI_{10}}{R} = \frac{3}{19}\frac{hE}{R^2}$$

две ветви 2 и 3.

$$3R \Delta q_1 + 3h \dot{I}_1 = h \dot{I}_3$$

$$3R \Delta q_1 + 3h(0 - I_{10}) = h(I_u - 0)$$

$$\Delta q_1 = \frac{hI_u}{3R} + \frac{h}{R}I_{10} = \frac{hE}{3R^2} + \frac{4hE}{19R^2} = \frac{31}{57} \cdot \frac{hE}{R^2}.$$

Ответ: 1)  $I_{10} = \frac{4}{19} \frac{E}{R}$

2)  $I_{30} = \frac{12}{19} \frac{E}{h}$ .

3)  $\Delta q_1 = \frac{31}{57} \cdot \frac{hE}{R^2}$ .

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

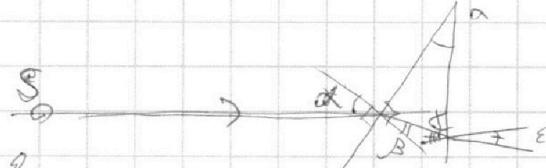
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

N5.



1) Если  $n_1 = n_2$ , то луч  $\alpha$ , проходящий через  $n_1$ , не преломляется.

$$\text{из геометрии: } 90^\circ - \beta + \alpha + 90^\circ - \gamma = 180^\circ$$

$$\Rightarrow \gamma = \alpha - \beta$$

По закону Снелла:

$$\sin \alpha = n_2 \sin \beta = n_2 \beta$$

школьный урок      т.к.  $n_2 > 1$ , то  $\beta$  тоже мал.

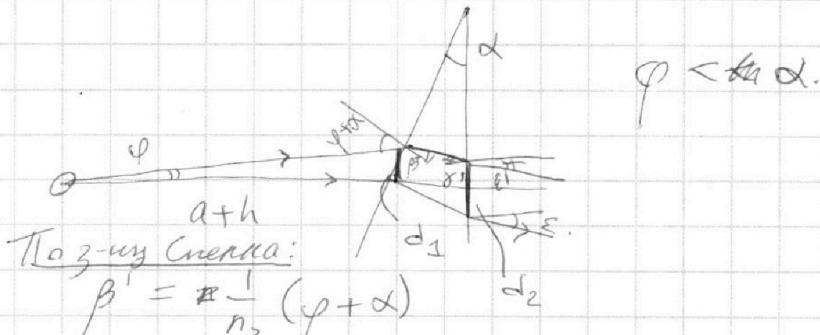
$$\Rightarrow n_2 \cdot \sin \beta = \sin \epsilon.$$

$$n_2 \sin(\alpha - \beta) = n_2 (\alpha - \beta) = \epsilon$$

т.к.  $n_2 > 1$ , то  $\epsilon$  тоже

$$\epsilon = \alpha(n_2 - 1) = 0,07 \text{ рад.}$$

2)



По з-му Снелла:

$$\beta' = \frac{1}{n_2} (\varphi + \alpha)$$

$$\gamma' = \alpha - \beta' - \text{из геометрии}$$

$$n_2 \gamma' = \epsilon'$$

$$d_1 \approx t_{\gamma'} \cdot (a+h) =$$

$$\epsilon' = \alpha(n_2 - 1) - \varphi = \rho(a+h)$$

$d_2 \approx d_1$ , т.к. толщина  
 $n_2 \ll a+h$ .



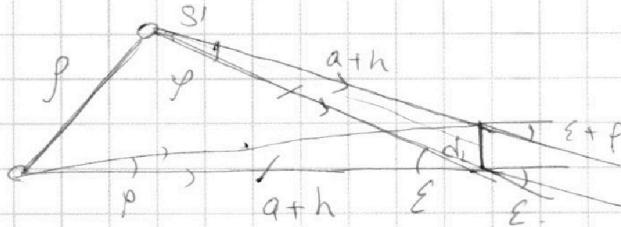
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 задача

Реш.  $d_1$  формирует лучами от  $S$ , но падают  
последовательно  $S'$ .  
~~лучи~~  $\Rightarrow$  про луки  $S$ , их продолжения  
согласуют  $S'$ .

т.е.  $(a+h)\varphi = d_2$ , то расстояние от  $d_1$   $90^\circ$

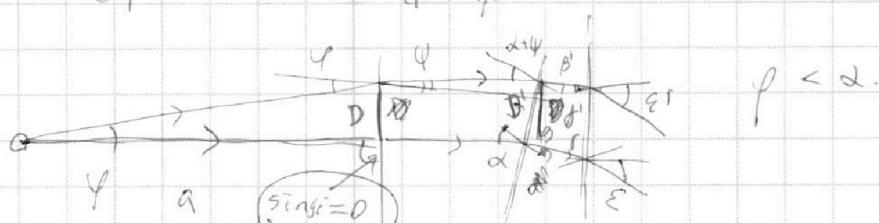
$S'$  тоже  $a+h$ , то отклонение на  $\varepsilon$  ~~всегда~~ равно  
от  $S$ .

$$2(a+h) \sin \varepsilon / d_2 = \beta \quad \text{т.к. } \varepsilon - \text{ угол, } 90^\circ$$

$$(a+h) \varepsilon = \beta$$

$$\beta \approx 0,073 \text{ см} \approx 0,73 \text{ см.}$$

3)



Уз геометрии:

$$\gamma = \alpha - \beta$$

$$\gamma' = \alpha - \beta'$$

$$\varphi = n_1 \psi$$

$$n_1(\alpha + \psi) = n_2 \beta'$$

$$n_2 \gamma' = \varepsilon' = n_2 (\alpha - \beta') = n_2 (\alpha - \beta) = \varepsilon$$

$$n_1 \alpha = n_2 \beta$$

$$n_2 \gamma =$$

$$\varepsilon' = n_2 \alpha - n_1 \alpha = n_1 \varphi = \alpha (n_2 - n_1) - \psi$$

$$\varepsilon = \alpha (n_2 - n_1) \text{ см.}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

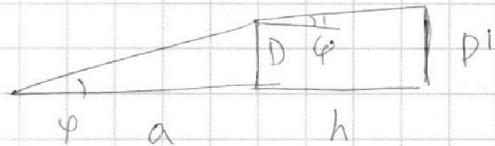
6

7

МФТИ

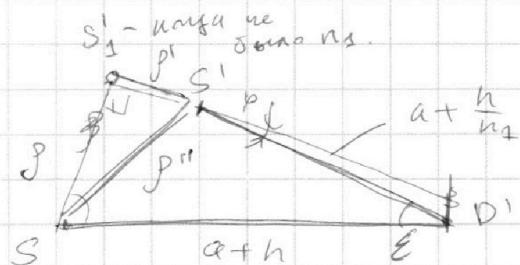


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



N5 page 2

$$\varphi \cdot a = D ; D' = \varphi \cdot a + \varphi \cdot h = \varphi \left( a + \frac{h}{n_1} \right).$$



D' находится на  
расстоянии  $a + \frac{h}{n_1}$  от S<sup>1</sup>,  
S<sup>1</sup> отстоит на  $\epsilon$  от P<sup>1</sup>.  
от S.

Найдём  $\rho^1$  из  $T \cdot \cos$

$$\rho^1 \sqrt{\rho^1} = (a+h)^2 + (a+\frac{h}{n_1})^2 - 2(a+h)(a+\frac{h}{n_1}) \cos \epsilon.$$

$$(\rho^1)^2 = (a+h)^2 + (a+\frac{h}{n_1})^2$$

$$\rho^1 = h \left( 1 - \frac{1}{n_1} \right) = 0,4 \cdot 10 \text{ cm} = 4 \text{ cm}$$

1)  $\epsilon = 0,07 \text{ rad}$   
2)  $\rho = 7,3 \text{ cm}$

$$\rho'' = \sqrt{\rho^2 + \rho'^2} \approx 8 \text{ cm}.$$

Ответ: 1)  $\epsilon = 0,07 \text{ rad}$ .

2)  $\rho = 7,3 \text{ cm}$

3)  $\rho'' = 8 \text{ cm}$ .

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

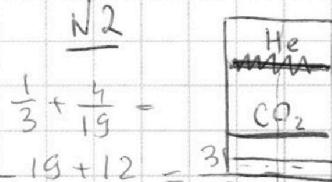
**МФТИ.**

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

Черновик -  $I = I_1 + I_2 + I_3$ .

Запишем ур-ие Менз-Кланцирица для верхней

и нижней газетей азимута.



$$\frac{V}{4} : \frac{V}{5}$$

Учём, что  $P_{\text{вых}} = P_{\text{возд}} = P_0/2$ , т.к. газы параллельно.  $I_3 \uparrow$

$$I_2 = \frac{3}{4} I_1$$

$$\text{верх } \frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2} = \nu_{\text{вых}} R T_0$$

$$\text{нижн: } \frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \left( \frac{3V}{4} - \omega \right) = \nu_{\text{CO}_2 1} R T_0$$

$$\frac{7}{4} I_1 R + 3R I_1 = \frac{19}{16} I_1 R = E$$

$$\frac{5}{4} = \text{По закону сохранения энергии: } dI = dI_1 + dI_3 + dI_2$$

$$V_{\text{CO}_2} = V_{\text{CO}_2 1} + \Delta V_1 = V_{\text{CO}_2 2} + \Delta V_2 + \Delta V_3$$

$$= \frac{5}{12} \frac{3}{24} + \frac{11}{5} = \frac{15+49}{36} \text{ м}^3 \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{59}{36} \cdot \frac{8}{5} = \frac{108}{45} \text{ м}^3$$

$$\Delta V_1, 3R + \Delta I_1 \cdot 3L =$$

Запишем ур-ие Менз-Кланцирица для

нижнего состояния:  $dI_1 - dI_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{V}{2} = \nu_{\text{вых}} R T_0$

$$\text{верх } P \cdot \frac{V}{5} \quad T_0 = 373 \quad \text{нижн } \frac{V}{2} = \frac{I_1}{T_0} \cdot P_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_{\text{CO}_2 1} R T_0$$

$$\frac{118}{373} \cdot \frac{P_0 \cdot V}{5} = \frac{I_1}{373} \quad \frac{3730}{746} = \frac{I_1}{T_0} \quad \frac{118}{373} \cdot \frac{P_0 \cdot V}{4} = \nu_{\text{CO}_2 1} R T_0$$

$$\frac{118}{373} \cdot \frac{P_0 \cdot V}{5} = \frac{I_1}{373} \quad \frac{3730}{746} = \frac{I_1}{T_0} \quad \frac{118}{373} \cdot \frac{P_0 \cdot V}{4} = \nu_{\text{CO}_2 1} R T_0$$

$$P_0 = \frac{118}{30} \frac{P_A}{2} = \frac{\nu_{\text{CO}_2 1}}{\nu_{\text{CO}_2 2}} = dI_3 \cdot \frac{6}{10} \cdot 373 =$$

$$I_1 = \frac{118}{373} \frac{P_0 \cdot V}{5} = \frac{I_1}{T_0} \quad \frac{118}{373} \cdot \frac{P_0 \cdot V}{4} = \nu_{\text{CO}_2 1} R T_0$$

$$dI_1 = \frac{1}{2} \frac{V}{2} = \frac{\nu_{\text{вых}} R T_0}{2} = 273$$

$$I_1 = \frac{118}{373} \frac{P_0 \cdot V}{5} = \frac{I_1}{T_0} \quad \frac{118}{373} \cdot \frac{P_0 \cdot V}{4} = \nu_{\text{CO}_2 1} R T_0$$

$$P_0 = \frac{118}{30} \frac{P_A}{2} = \frac{\nu_{\text{CO}_2 1}}{\nu_{\text{CO}_2 2}} = dI_3 \cdot \frac{6}{10} \cdot 373 =$$

$$I_1 = \frac{1}{2} \frac{V}{2} = \frac{\nu_{\text{вых}} R T_0}{2} = 273$$

$$I_1 = \frac{1}{2} \frac{V}{2} = \frac{\nu_{\text{вых}} R T_0}{2} = 273$$

$$I_1 = \frac{1}{2} \frac{V}{2} = \frac{\nu_{\text{вых}} R T_0}{2} = 273$$

$$I_1 = \frac{1}{2} \frac{V}{2} = \frac{\nu_{\text{вых}} R T_0}{2} = 273$$

$$I_1 = \frac{1}{2} \frac{V}{2} = \frac{\nu_{\text{вых}} R T_0}{2} = 273$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

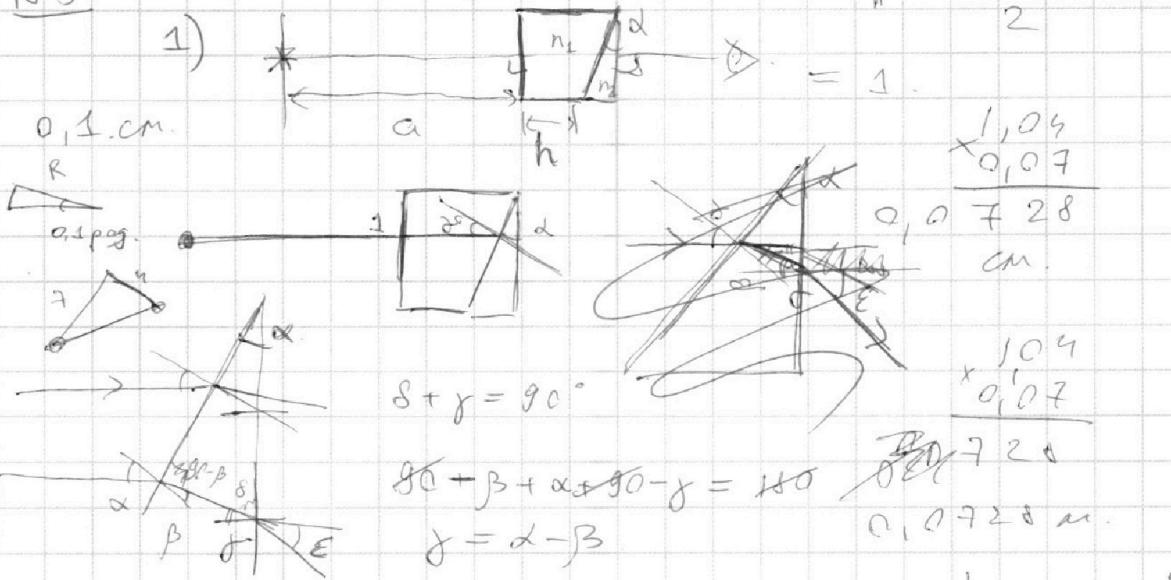
- |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------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

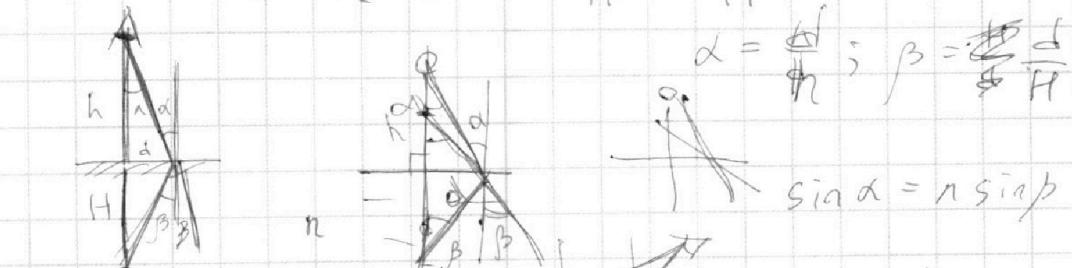
№5

1)



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

$$\epsilon = \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2}\right) n_2 = 0,1 \cdot \frac{7}{17} = \frac{0,7}{17} \cdot n_2 > 0,07.$$



$$\alpha = \frac{d}{n}.$$

$$\beta = \frac{d}{H}.$$

$$\alpha = n\beta.$$

$$\frac{nd}{H} = \frac{d}{h}.$$

$$h = nH.$$

$$H = n \cdot h$$

$$n\beta = \frac{nd}{h} = \frac{d}{H}$$

$$h \cdot \beta = H \alpha$$

$$h = \frac{H}{n} \cdot \alpha.$$



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!

 МФТИ

