



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

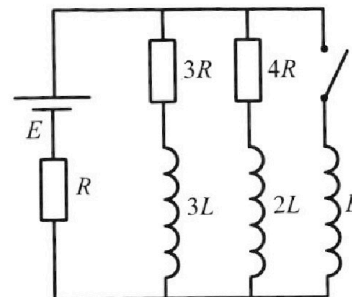
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

- 1) Найти ток I_0 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.

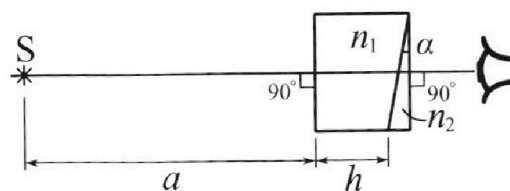


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.



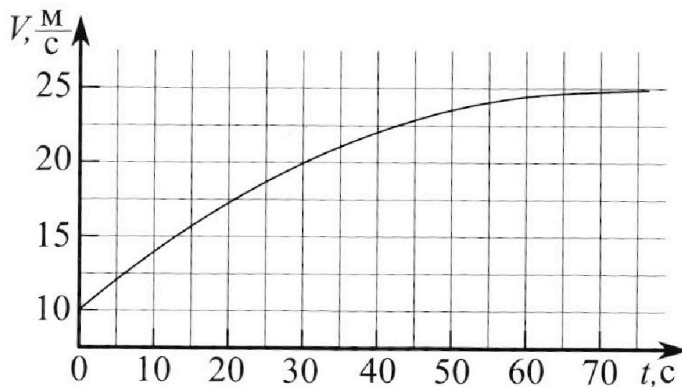
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

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



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



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

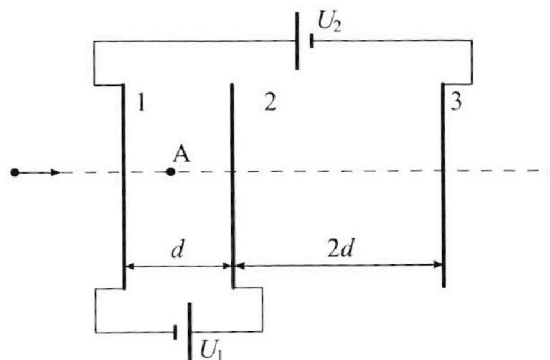
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(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 A на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

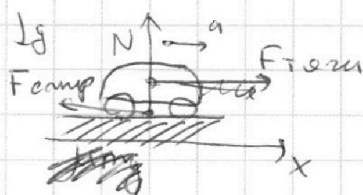
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

N1.



Возьмем II з-н Н. на ось Ox для машины:

$$ma = F_{тяги} - F_{сomp}$$

$$F_{тяги} = m(a + g) \quad ma + kx$$

т.к. $a = 0$, $a = 25 \text{ м/с}$, то

$$F_k = kx_k \Rightarrow k = \frac{F_k}{x_k} = \frac{600 \text{ Н}}{25 \text{ м}} = 24 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

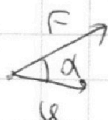
1) Найдем a_0 - ускорение в момент, касательную к графу $x(t)$ в $t=0$.

$$a_0 \approx \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{25-10}{30} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$2) F_0 = ma_0 + kx_0 = \left(1500 \cdot \frac{1}{2} + 24 \cdot 10\right) \frac{\text{Н}}{\text{с}} = 750 \text{ Н} + 240 \text{ Н} = 990 \text{ Н}$$

$$3) P = \frac{dA}{dt} \quad (\text{по опре.})$$

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



т.к. вектора u и v сонаправлены, то

$$\cos \alpha = 1 \quad P_0 = F_0 v_0$$

$$P_0 = 990 \text{ Н} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 9900 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $a_0 = 0,5 \text{ м/с}^2$

$$2) F_0 = 990 \text{ Н}$$

$$3) P_0 = 9900 \text{ Вт}$$

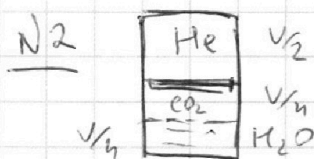
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!



$P_0 = \frac{P_{ATM}}{2} = P_{He1} = P_{CO21}$,
по условиям парциальные давления.

1) Запишем ур-ие Менг.-Кларк. для
парциальных давлений в верхе и низе
жидкости:

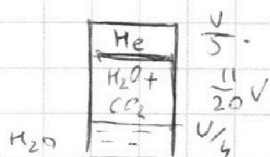
б) $P_0 \frac{V_2}{2} = \nu_{He} RT_0$
и $P_0 \frac{V_1}{4} = \nu_{CO2} RT_0$ } $\Rightarrow 2 = \frac{\nu_{He}}{\nu_{CO2}}$

Рассчитаем в жидкости

$\Delta V_1 = k \frac{V_1}{4} \cdot \frac{P_{ATM}}{2} = \frac{1}{8} k V P_{ATM}$.

2) По закону сохранения количества вещества.

$\nu_{CO2} = \nu_{CO21} + \Delta \nu_1 = \nu_{CO22} + \Delta \nu_2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \nu_{CO22} = \nu_{CO21} + \Delta \nu_1$.



$P_k = P_{He1} = P_{He2}$ - по условиям парциальных давлений.

Запишем ур-ие Менг.-Кларк для конечного состояния.

$P_{H2O} = \text{при } T = 373K \neq P_{ATM} = 10^5 \text{ Па.} \Rightarrow \nu_{H2O} RT = \frac{11}{20} P_k V$.

б) $P_k \cdot \frac{V}{5} = \nu_{He} RT$

и: $P_k \frac{11}{20} V = (\nu_{H2O} + \nu_{CO2}) RT = P_{ATM} \cdot \frac{11}{20} V + \nu_{CO2} RT =$
 $= P_{ATM} \frac{11}{20} V + \nu_{CO21} RT + \Delta \nu_{CO2} RT = P_{ATM} \frac{11}{20} V + \frac{1}{2} \nu_{He} RT +$
 $+ \frac{1}{8} k P_{ATM} V \cdot RT = P_{ATM} \frac{11}{20} V + \frac{2}{20} P_k V + \frac{1}{8} k RT \cdot V P_{ATM}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$\frac{11}{20} P_k V = \frac{11}{20} P_{\text{атм}} V + \frac{2}{20} P_k V + \frac{1}{8} k R T \cdot V \cdot P_{\text{атм}}$$

$$\frac{9}{20} P_k = \frac{11}{20} P_{\text{атм}} + \frac{1}{8} k P_{\text{атм}} R T$$

$$P_k = \frac{11}{9} P_{\text{атм}} + \frac{5}{18} k R T \cdot P_{\text{атм}}$$

$$\begin{cases} P_k \frac{V}{5} = \nu_{\text{ке}} R T \\ \frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4} = \nu_{\text{ке}} R T_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{8}{5} \quad \frac{P_{\text{атм}} k}{P_{\text{атм}}} =$$

$$= \frac{8}{5} \left(\frac{11}{9} + \frac{5}{18} k R T \right) = \frac{148}{45}$$

Ответ: 1) $\frac{\nu_{\text{ке}}}{\nu_{\text{ко,1}}} = 2$

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

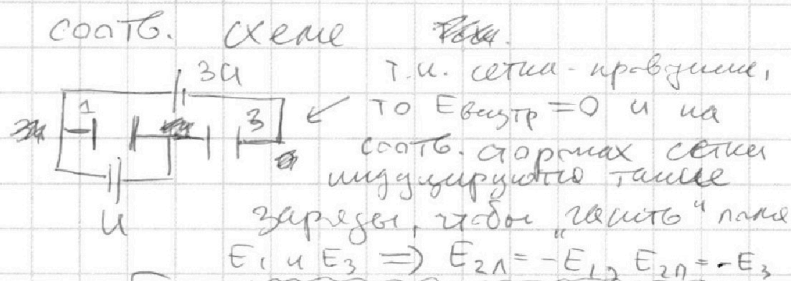
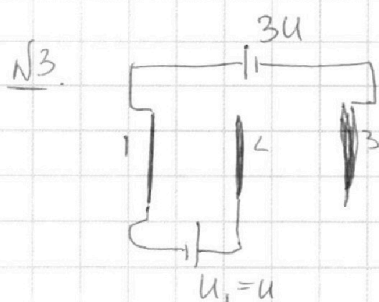
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



1) т.к. $d \ll \sqrt{S}$, где $\sqrt{S}$ - характ. размер сетки, то

можно представить поле между сетками однородным.

и тогда $U = E_{12} d$.
 $E_{12} = \frac{U}{d}$. и сетки можно представить в виде пластин (бескон. Аналогично с пластинами разность потенциалов Φ между зарядами.)

E_{12} и E_{23} $\leftarrow$ разность потенциалов Φ между сетками 2 и 3. А внешнее поле компенсируется пластинами $E_{\text{вн}} = 0$.

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

$\Rightarrow$ частица замедляется в 1-2.

$$K_1 > K_2$$

$$K_1 + A_E = K_2 \quad (\text{ЗСЭ}).$$

$$A_E = q \int_0^x (\vec{E}, d\vec{z}) \left\{ \text{для нашего случая} \right\} = -q E_{12} d = -q U.$$

$$K_1 - K_2 = -A_E = q U. \quad (\text{Если } \frac{m V_0^2}{2} \geq q U, \text{ иначе частица шарица не достигнет})$$

3) ЗСЭ:

$$K_1 + A_E = \frac{m V_1^2}{2}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} - q \frac{E_{12} d}{4} = \frac{m V_1^2}{2}$$

$$V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{q U}{2m}}, \quad \frac{m V_0^2}{2} \geq \frac{q U}{4}$$

Ответ: 1) $E_{12} = \frac{U}{d}$

2) $K_1 - K_2 = q U$, если $\frac{m V_0^2}{2} \geq q U$

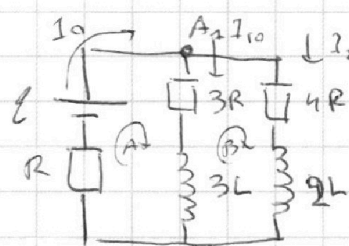
3) $V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{q U}{2m}}$, если $\frac{m V_0^2}{2} \geq \frac{q U}{4}$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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



№1.



1) В уст. режиме $\dot{i} = 0$
Запишем кр-ла Кирхгофа
для узла A₁ и контуров
A, B

I нр-но: $I_0 = I_{10} + I_{20}$

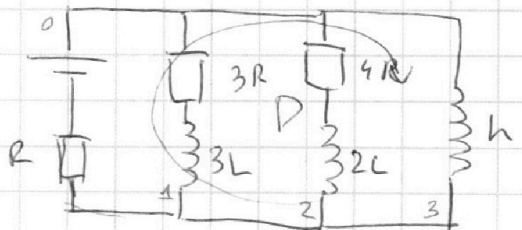
II нр-но: A: $I_0 R + I_{10} \cdot 3R = E$

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

$\Downarrow$
 $I_{20} = \frac{3}{4} I_{10}; \quad I_0 = \frac{7}{4} I_{10}$

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

2) Сразу после замыкания ток не меняется,
т.е. тогда $\dot{i} = \infty$ и $U_L = L\dot{i} = \infty$, чего
быть не может.



т.е. I останется таковым
же, то

По II кр-лу К:
 $h I_{30} + I_0 R = E$
 $\dot{i}_{30} = \frac{12}{19} \frac{E}{h}$

3) В новом уст. режиме всё тот будет
идти через катушку R-E-h, т.е. т.е.
иначе на какой-нибудь ветви будет разность
напряжений и тогда $\dot{i} \neq 0$, чего
в уст. режиме быть не может.

$E = I_k R \quad I_k = \frac{E}{R}$

т.е. $\dot{I}_1, \dot{I}_2$ противоположные токи.

Тогда $3R I_1 + 3h \dot{I}_1 = 4R I_2 + 4h \dot{I}_2$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



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

интегрируя получаем:

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

$$3\Delta q_1 - 4\Delta q_2 = \frac{1}{R} \left(3h I_{10} - \frac{3}{2} h I_{10} \right) = \frac{3}{2} \frac{h I_{10}}{R} = \frac{31}{19} \frac{h \mathcal{E}}{R^2}$$

где берем 2 и 3.

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

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

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

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

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

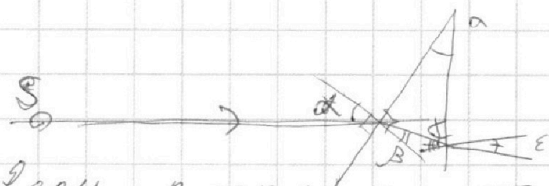
3) $\Delta q_1 = \frac{31}{57} \cdot \frac{h \mathcal{E}}{R^2}$

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!



N5.



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

Из геометрии: $90^\circ - \beta + \alpha + 90^\circ - \gamma = 180^\circ$

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

По закону Снелла:

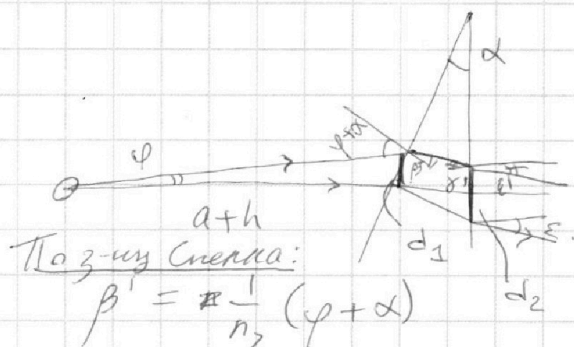
$\sin \alpha = n_2 \sin \beta = n \beta$
т.е. $n_2 > 1$, то β тем же мал

$n \cdot \sin \gamma = \sin \epsilon$

$n_2 \sin(\alpha - \beta) = n_2(\alpha - \beta) = \epsilon$
т.е. $n_2 > 1$, то ϵ тем же мал.

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

2)



$\varphi < \alpha$

По 3-му Снелла:

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

$\gamma' = \alpha - \beta'$ - из геометрии.

$n_2 \gamma' = \epsilon'$

$\epsilon' = \alpha(n_2 - 1) - \varphi$

$d_1 \approx \tan \varphi \cdot (a + h) =$

$= \varphi(a + h)$

$d_2 \approx d_1$, т.е. тангенс $n_2 \ll a + h$.

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

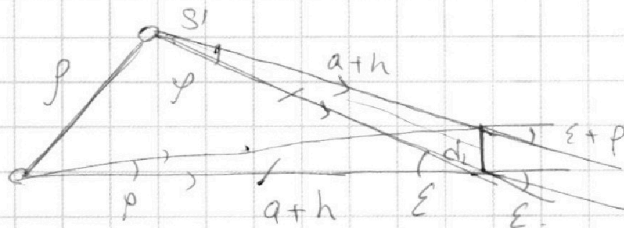
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



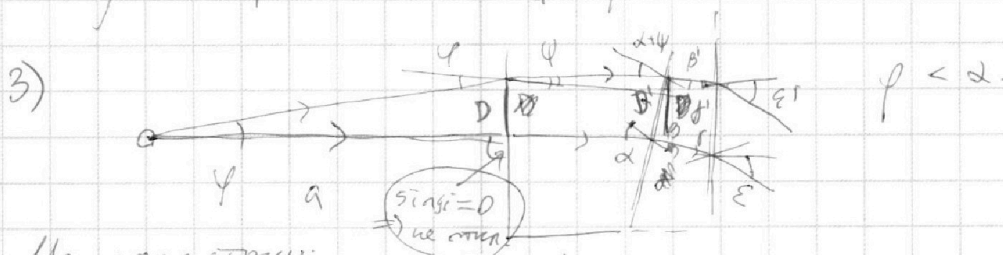
т.к. d_1 формируется лучами от S , но надл. лучи S' (преломл. лучи) S' от лучи S , их продолжения создают S' .

т.к. $(a+h)\varphi = d_2$, то расстояние от d_1 до S' тоже $a+h$, но отклонённое на ϵ ~~раз~~ ~~различ~~ от S .

$$2(a+h)\sin\frac{\epsilon}{2} = \rho \quad \text{т.к. } \epsilon - \text{мал, то}$$

$$(a+h)\epsilon = \rho$$

$$\rho \approx 0,073 \text{ м} \approx 7,3 \text{ см.}$$



Из геометрии:

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

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

Закон Снелла:

$$\rho = n_1 \varphi$$

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

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

$$n_1 \alpha = n_2 \beta$$

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

$$\epsilon' = n_2 \alpha - n_1 \alpha - n_1 \varphi = \alpha(n_2 - n_1) - \varphi$$

$$\epsilon = \alpha(n_2 - n_1) \text{ н.}$$

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

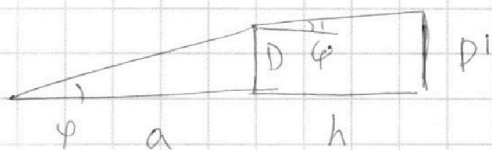
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

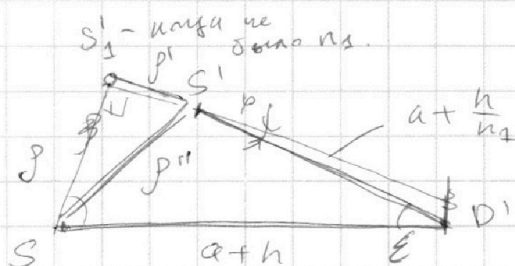
МФТИ

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



№ 5 прр. 2

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



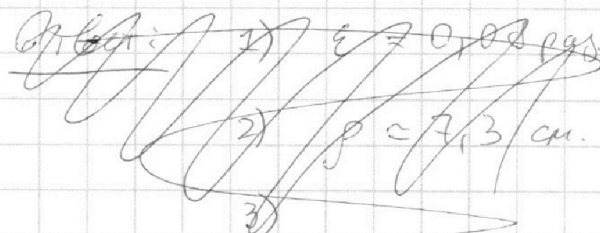
D' находится на p -линии $a + \frac{h}{n_1}$ от S' , S' находится на ε от S .

Найдем p' по Т.кос

~~$$(p')^2 = (a+h)^2 + \left(a + \frac{h}{n_1}\right)^2 - 2(a+h)\left(a + \frac{h}{n_1}\right) \cos \varepsilon.$$~~

~~$$(p')^2 = \left(a + h - \left(a + \frac{h}{n_1}\right)\right)^2$$~~

$$p' = h \left(1 - \frac{1}{n_1} \right) = 0,4 \cdot 10 \text{ см} = 4 \text{ см}$$



$$p'' = \sqrt{p^2 + p'^2} \approx 8 \text{ см.}$$

Ответ: 1) $\varepsilon = 0,07$ рад.

2) $p \approx 7,3$ см

3) $p'' = 8$ 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!



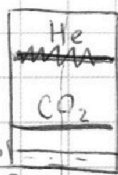
Уравнение - $I = I_1 + I_2 + I_3$.

Запишем ур-ие Мену-Крансбурга для верхней

и нижней частей цилиндра.

Учём, что $P_{верх} = P_{нижн} = P_0/2$, так как поршень находится в равновесии.

$$\frac{1}{3} + \frac{4}{19} = \frac{19+12}{57} = \frac{31}{57}$$



$$I_1 = \frac{4}{7} I_0 = P_0/2$$

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

$$\frac{P_{атм}}{2} \cdot \frac{V}{4} = \nu_{He} R T_0$$

$$\frac{P_{атм}}{2} \cdot (3V/4 - w) = \nu_{CO2} R T_0$$

$$\frac{5}{6} = T_0$$

$$\nu_{CO2} = \nu_{CO2,1} + \Delta \nu_1 = \nu_{CO2,2}$$

$$\frac{5}{12} + \frac{11}{15} = \frac{15+44}{60} = \frac{59}{60}$$

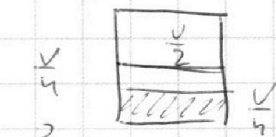
$$\frac{120}{373} \cdot \frac{118}{45} = \frac{118}{45} = \frac{I}{T_0}$$

$$\frac{118}{45} = \frac{I}{T_0}$$

$$\frac{118}{45} = \frac{I}{T_0}$$

$$\frac{118}{45} = \frac{I}{T_0}$$

$$\frac{118}{45} = \frac{I}{T_0}$$



$$\frac{3}{2} \cdot \frac{P_A}{2} \cdot \frac{V}{4} = \frac{3}{16} P_A V$$

$$\frac{19}{18} \cdot \frac{1}{2} = \frac{19}{36}$$

$$\frac{19}{36} = \frac{19}{36}$$

$$\frac{19}{36} = \frac{19}{36}$$

$$\frac{19}{36} = \frac{19}{36}$$

$$\frac{19}{36} = \frac{19}{36}$$

$$\frac{19}{36} = \frac{19}{36}$$

$$\frac{19}{36} = \frac{19}{36}$$

$$\frac{19}{36} = \frac{19}{36}$$

$$\frac{19}{36} = \frac{19}{36}$$

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

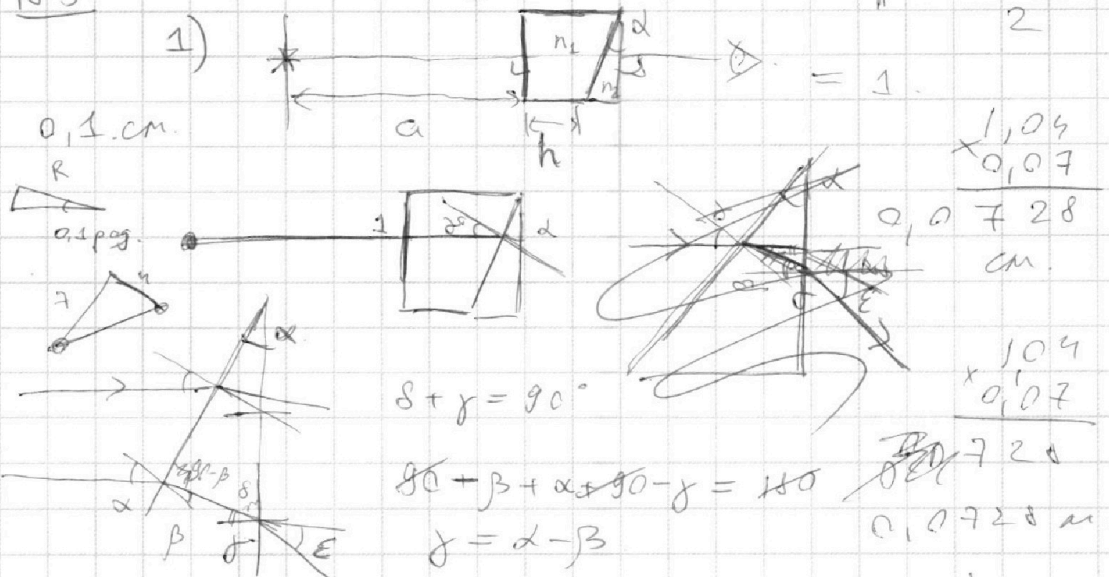
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№5

Черновик

$$1 = \frac{(0,07)^2}{2} =$$



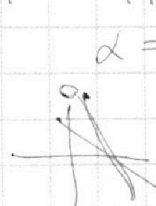
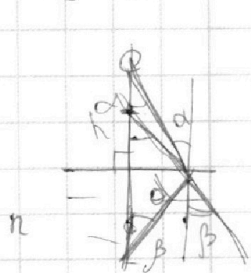
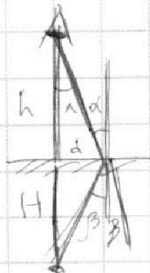
$$\sin \varepsilon = n_2 \sin(\alpha - \beta) = n_2 (\sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha)$$

$$\sqrt{499 + 16} = \sqrt{515} \approx 22,7$$

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

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

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



$$\alpha = \frac{h}{n}; \beta = \frac{H}{n}$$

$$\sin \alpha = n \sin \beta$$

$$\alpha = n \beta$$

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

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

$$\beta = \frac{H}{n}$$

$$\alpha = n \beta$$

$$h = n H$$

$$H = n \cdot h$$

$$n \beta = \frac{n \alpha}{h} = \frac{\alpha}{H}$$

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

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



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!

