

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

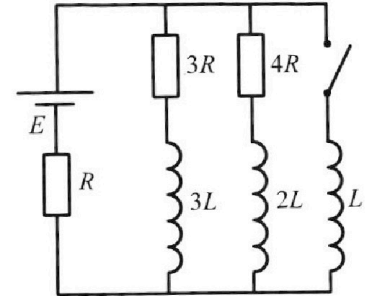
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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  $n_v = 1,0$ . 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.

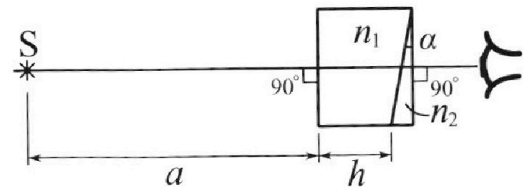


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

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



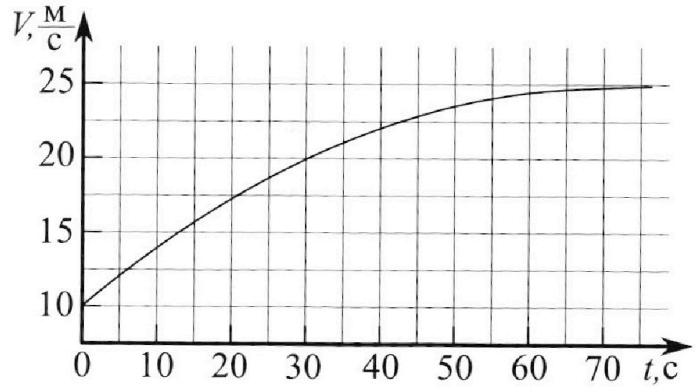
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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?

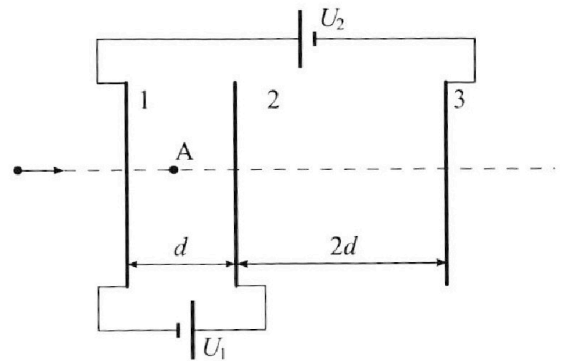
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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

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

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



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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

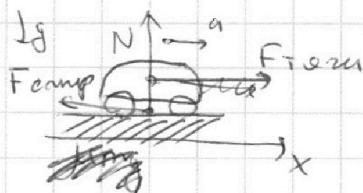
1  2  3  4  5  6  7

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:

$$ma = F_{тяги} - F_{смп}$$

т.к.  $v = 0$ ,  $a = 0$ ,  $a = 25 \text{ м/с}^2$ , то

$$F_{тяги} = ma + k\omega$$

$$F_k = k\omega_k \Rightarrow k = \frac{F_k}{\omega_k} = \frac{600 \text{ Н}}{25 \text{ м/с}} = 24 \frac{\text{Н}}{\text{с}}$$

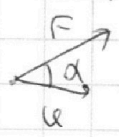
1) Найдем  $a_0$  - ускорение в момент, касательную к графику  $\omega(t)$  в  $t=0$ .

$$a_0 \approx \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{25 \cdot 10}{30} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,15 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

3)  $P = \frac{dA}{dt}$  (по опре.).

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



т.к. вектора  $\omega$  и  $F$  сонаправлены, то

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

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

- 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.

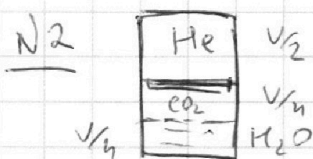
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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!



$P_0 = \frac{P_{ATM}}{2} = P_{He1} = P_{CO_21}$ ,  
 тогда парциальное давление

1) Возьмем ур-ие Менг.-Клап. для газ. момента в верх и низ. частях:

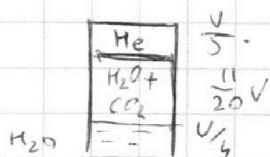
б)  $P_0 \frac{V}{2} = \nu_{He} RT_0$   
 и  $P_0 \frac{V}{4} = \nu_{CO_21} RT_0$  }  $\Rightarrow 2 = \frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_21}}$

Растворено в жидкости

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

2) По закону сохранения количества вещества.

$\nu_{CO_2} = \nu_{CO_21} + \Delta \nu_1 = \nu_{CO_22} + \Delta \nu_2 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow \nu_{CO_22} = \nu_{CO_21} + \Delta \nu_1$ .



$P_k = P_{Hek} = P_{H_2O+CO_2k}$  - тогда парциальное давление.

Возьмем ур-ие Менг.-Клап. для газа конечного состояния.

$P_{H_2O} = \text{при } T = 373K \neq P_{ATM} = 10^5 \text{ Па. } \Rightarrow \nu_{H_2O} RT = \frac{11}{20} P_k V$

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

и:  $P_k \frac{11}{20} V = (\nu_{H_2O} + \nu_{CO_2}) RT = P_{ATM} \cdot \frac{11}{20} V + \nu_{CO_2} RT =$   
 $= P_{ATM} \frac{11}{20} V + \nu_{CO_21} RT + \Delta \nu_{CO_21} RT = P_{ATM} \frac{11}{20} V + \frac{1}{2} \nu_{He} RT +$   
 $+ \frac{1}{8} k P_{ATM} V \cdot RT = P_{ATM} \frac{11}{20} V + \frac{2}{20} P_k V + \frac{1}{8} k RT \cdot V P_{ATM}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

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

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

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

$$\left\{ \begin{array}{l} P_k \frac{V}{5} = \nu_{\text{не}} R T \\ \frac{P_{\text{атм}} V}{2} \frac{V}{4} = \nu_{\text{не}} R T_0 \end{array} \right. \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{8}{5} \frac{P_{\text{атм}} k}{P_{\text{атм}}}$$

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

Ответ: 1)  $\frac{\nu_{\text{не}}}{\nu_{\text{ко21}}} = 2$

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

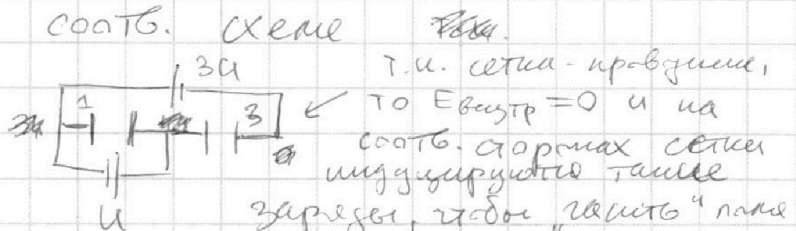
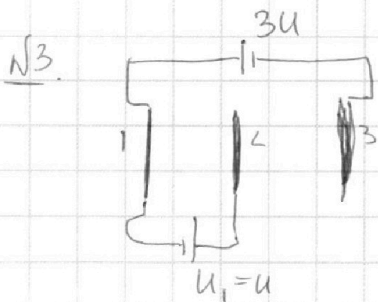
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



1) т.е.  $d \ll \sqrt{S}$ , 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 аналогично с пластинами в виде пластин (бесконечных пластин с радиусом потенциала в  $R$ -мерах зарядов).

А внешнее поле компенсируется пластинами  $E_{внеш} = 0$ .

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

$\Rightarrow$  частица ускоряется в 1-2.

$$K_1 > K_2$$

$$K_1 + A_E = K_2 \quad (ЗСЭ)$$

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

$$K_2 - K_1 = -A_E = qU. \quad (\text{Если } \frac{mV_0^2}{2} \geq qU, \text{ иначе частица ширинга не достигнет})$$

3) ЗСЭ:

$$K_1 + A_E = \frac{mV_1^2}{2}$$

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

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

Ответ: 1)  $E_{12} = \frac{U}{d}$

2)  $K_1 - K_2 = qU$ , если  $\frac{mV_1^2}{2} \geq qU$

3)  $V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{qU}{2m}}$ , если  $\frac{mV_1^2}{2} \geq \frac{qU}{4}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

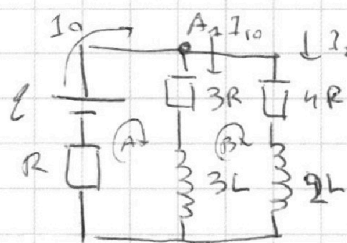
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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  $\dot{i} = 0$

Возьмем кр-ла Кирхгофа где узлы  $A_1$  и контур  $A, B$

I кр-ла:  $I_0 = I_{10} + I_{20}$

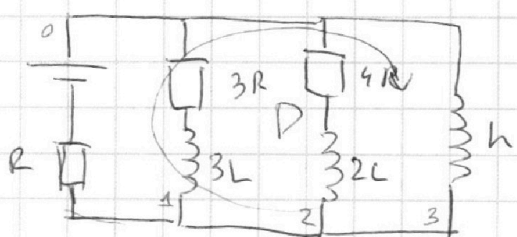
II кр-ла: A:  $I_0 R + I_{10} \cdot 3R = \varepsilon$ .

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

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

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

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.к. I останется таковым же, то

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

3) В новом уст. режиме ветвь том будет идти через катушку R-ε-h, а ветвь там где индуктор на какой-нибудь ветви будет разрыв напряжения и тогда  $\dot{i} \neq 0$ , чего в уст. режиме быть не может.

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

т.е.  $\dot{I}_1, \dot{I}_2$  противоположно направленные 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
<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!

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  $I_{10}$  и  $I_{20}$  — начальные токи.

$$3R \Delta q_1 + 3h I_1 = h I_3$$

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

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

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

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

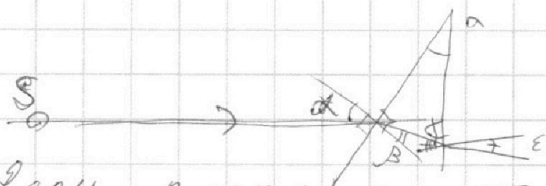
1     2     3     4     5     6     7



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



№5.



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:

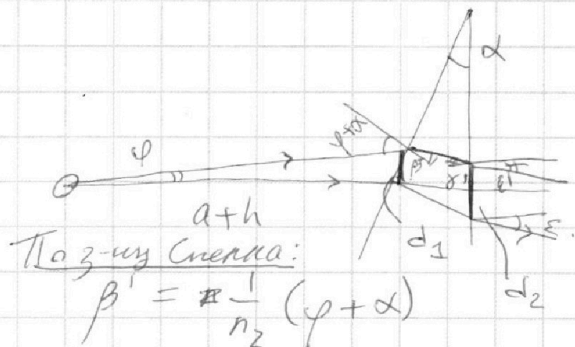
$\sin \alpha = n_2 \sin \beta = n \beta$   
малый угол      т.к.  $n_2 > 1$ , то  $\beta$  тоже мал

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

$n_2 \sin(\alpha - \beta) = n_2(\alpha - \beta) = \epsilon$   
т.к.  $n_2 > 1$ , то  $\epsilon$  тоже мал.

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

2)



$\varphi < \alpha$

По закону 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.к. тангенс  $n_2 \ll a+h$ .

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

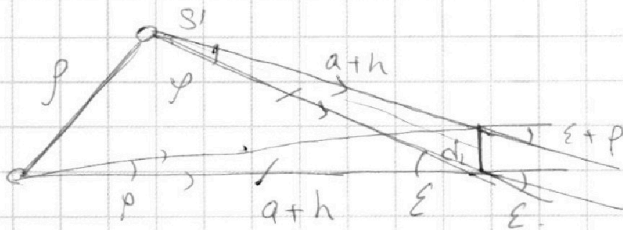
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



№5 пр. 1

Реш.  $d_1$  формируется лучами от  $S$ , но надл. лучей изображение  $S'$ , ~~лучи~~ (преломл. лучи ~~от~~  $S$  от лучи  $S$ , их продолжение создают  $S'$ ).

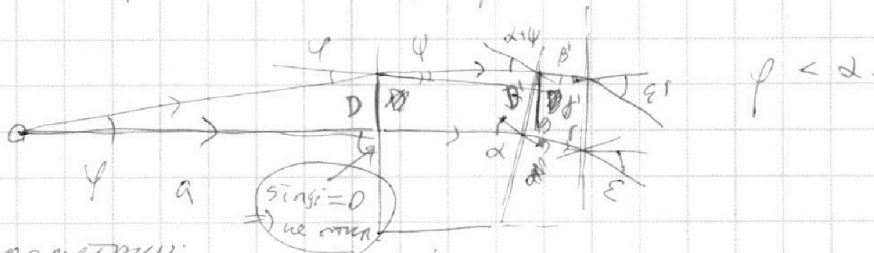
т.е.  $(a+h)\varphi = d_2$ , то расстояние от  $d_1$  до  $S'$  тоже  $a+h$ , но отклонённое на  $\epsilon$  ~~раз~~ разн. от  $S$ .

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

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

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

3)



Из геометрии:

$$y = d - \rho$$

$$y' = d - \rho'$$

Закон Снелла:

$$\rho = n_1 \varphi$$

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

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

$$n_1 \alpha = n_2 \beta$$

$$n_2 \gamma =$$

$$= n_2(d - \beta) = \epsilon$$

$$\epsilon' = n_2 d - n_1 d \approx n_1 \varphi = d(n_2 - n_1) - \varphi$$

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

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

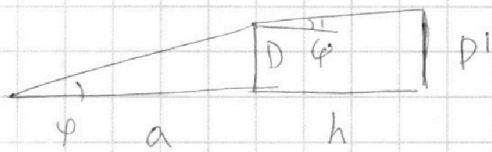
Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

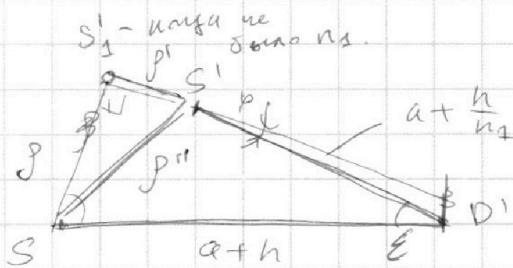
**МФТИ**

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



N 5 пр. 2

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



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

Найдем  $p'$  по Т. кос

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

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

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

~~Ответ:~~

- ~~1)  $\epsilon = 0,07 \text{ рад}$~~
- ~~2)  $p = 7,3 \text{ см}$~~
- ~~3)  $p'' = 8 \text{ см}$~~

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

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

2)  $p = 7,3 \text{ см}$

3)  $p'' = 8 \text{ см}$ .

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!



Уравнение -  $I = I_1 + I_2 + I_3$ .

Возьмем ур-ие Мену-Кранцюрна для верхней

и нижней частей цилиндра.

Зтем, что  $P_{верх} = P_{нижн} = P_{атм}$ , т.к. цилиндры поршень

попал.  $I_1 = \frac{4}{7} I_0 = P_0/2$ , т.к. чтобы поршень

попал.  $I_3 = I_2$

сохраним  $\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

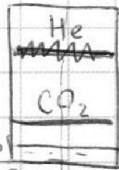
$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI}{I} = \frac{dI_1}{I_1} + \frac{dI_2}{I_2} + \frac{dI_3}{I_3}$

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



$\frac{V \cdot V}{T \cdot T}$

$I_1 = \frac{4}{7} I_0$   
 $I_2 = I_0$

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

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

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

$\nu_{CO2} = \nu_{CO2,1} + \Delta \nu_1 = \nu_{CO2,2}$   
 $= \frac{5 \cdot 13}{12} + \frac{11 \cdot 4}{5} = \frac{15 + 44}{5} = \frac{59}{5}$

$\frac{120}{0.45}$

Возьмем ур-ие Мену-Кранцюрна для

клетчатого состояния:

$\frac{dI_1}{I_1} = \frac{dI_2}{I_2} = \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI_1}{I_1} = \frac{dI_2}{I_2} = \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI_1}{I_1} = \frac{dI_2}{I_2} = \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI_1}{I_1} = \frac{dI_2}{I_2} = \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI_1}{I_1} = \frac{dI_2}{I_2} = \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI_1}{I_1} = \frac{dI_2}{I_2} = \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI_1}{I_1} = \frac{dI_2}{I_2} = \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI_1}{I_1} = \frac{dI_2}{I_2} = \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI_1}{I_1} = \frac{dI_2}{I_2} = \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI_1}{I_1} = \frac{dI_2}{I_2} = \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI_1}{I_1} = \frac{dI_2}{I_2} = \frac{dI_3}{I_3}$

$\frac{dI_1}{I_1} = \frac{dI_2}{I_2} = \frac{dI_3}{I_3}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

**МФТИ**

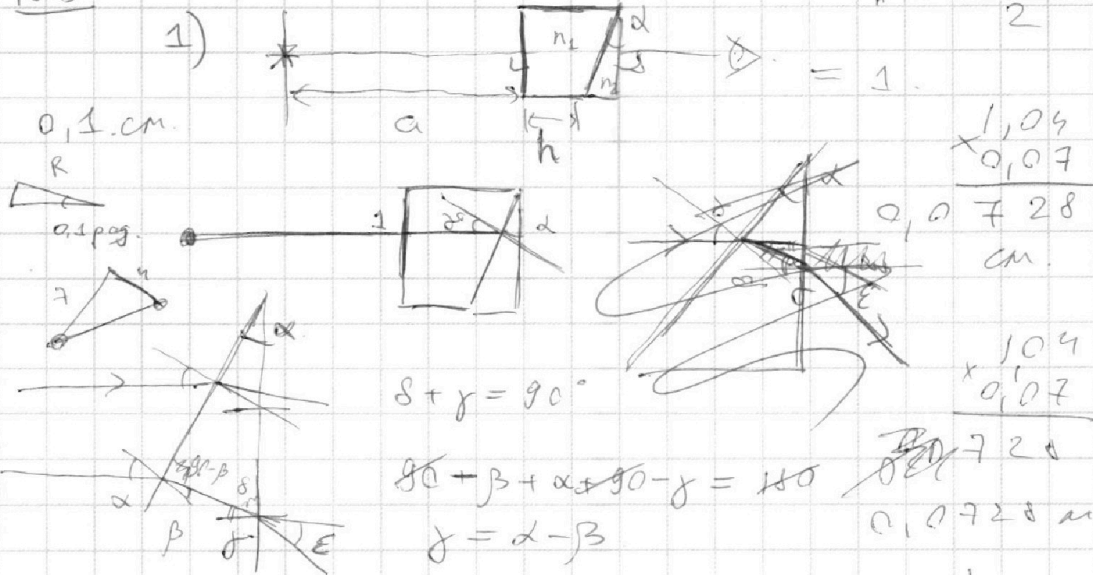
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



*Черновик*

№5

1)



$$\delta + \gamma = 90^\circ$$

$$80 + \beta + \alpha + 90 - \gamma = 180$$

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

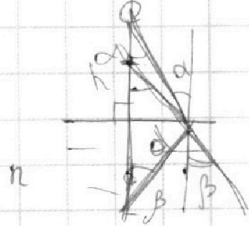
$$\sin \epsilon = n_2 \sin(\alpha - \beta) = n_2 (\sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha)$$

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

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

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

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



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

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

$$\alpha = n \beta$$

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

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

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

$$\alpha = n \beta$$

$$h = n H$$

$$H = n \cdot h$$

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

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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!

