



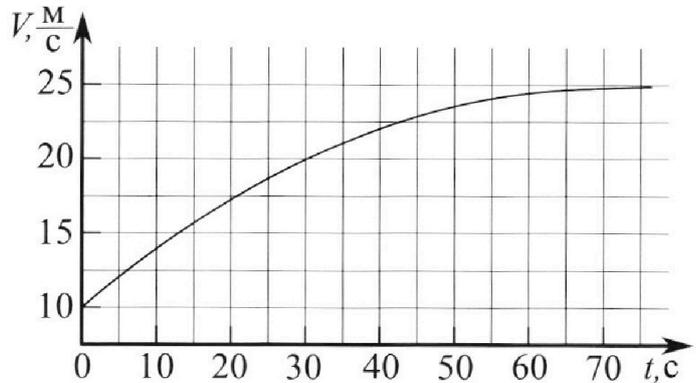
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



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

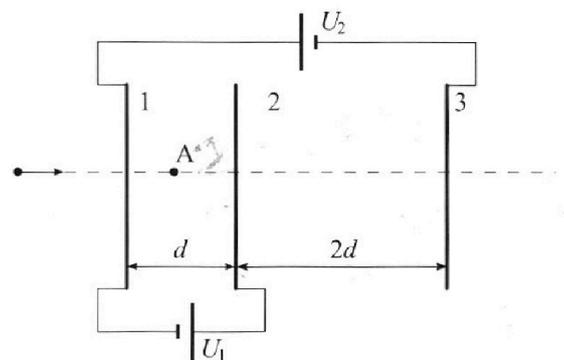
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 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.



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

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-03

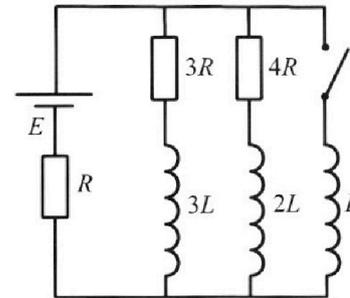
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

- 1) Найти ток  $I_0$  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 ч ислowymi 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.

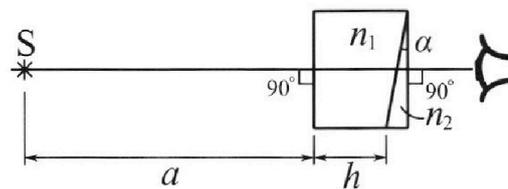


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

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!



### Задача 1

Дано:  $m = 1500 \text{ кг}$

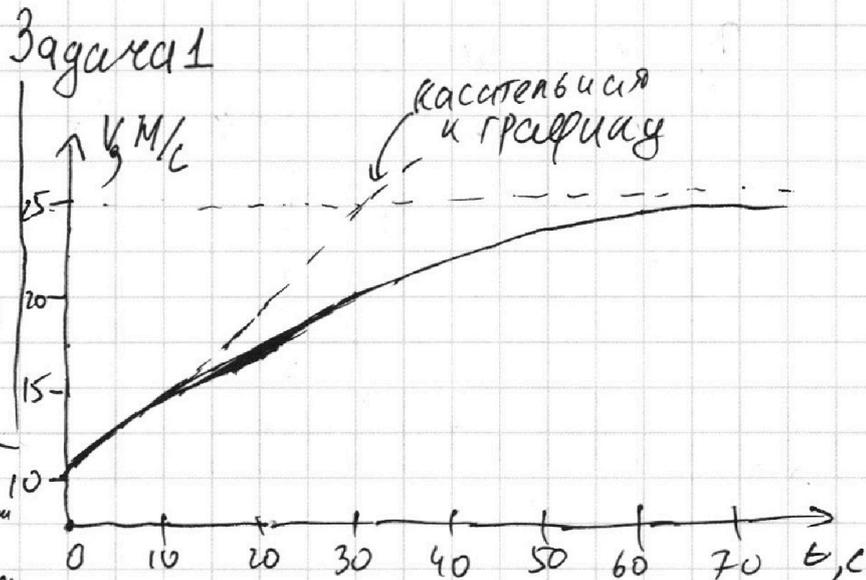
$F_k = 600 \text{ Н}$

$F_{\text{сопр}} \sim V$

$a_{\text{и}} = ?$  - ускорение в начале

$F_{\text{и}} = ?$  - сила тяги в начале

$P_0 = ?$  - мощность в начале



1)  $a$  - ускорение автом.

$a = \frac{dv}{dt}$ , значит  $a_{\text{и}}$  - коэффициент наклона графика  $v(t)$  в начальном моменте. Строим касательную к  $v(t)$  в начальной точке.

по-к.у. условия:

$$\frac{(20-10) \text{ м/с}}{(25-0) \text{ с}} = a \approx 0,4 \text{ м/с}^2$$

- если требуется погрешность  $10\%$  ответ:  $a \approx (0,4 \pm 0,04) \text{ м/с}^2$

2) Сила тяги уходит на разгон автомобиля и на преодоление  $F_{\text{тр}}$

$F_{\text{тяги}} - F_{\text{тр}} = ma$

г.н.т. конкретного:

$a \approx 0, v = 25 \text{ м/с}$

Пусть  $F_{\text{сопротивления}} = kV$ , где  $k$  - какой-то коэффициент тогда:

$$F_k - k \cdot v_k = 0 \Rightarrow k = \frac{F_k}{v} = \frac{600 \text{ Н} \cdot \text{с}}{25 \text{ м}} \approx 24 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Для начального:

$$F_{\text{и}} - k \cdot v_{\text{и}} = ma \Rightarrow F_{\text{и}} = ma + k v_{\text{и}} =$$

$$= ma + \frac{F_k \cdot v_{\text{и}}}{v_k} = 1500 \text{ кг} \cdot 0,4 \text{ м/с}^2 + \frac{600 \cdot 10}{25} \text{ Н} =$$

$$= 600 \text{ Н} + 240 \text{ Н} = \underline{840 \text{ Н}} = F_{\text{и}}$$

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!

III) Пусть машинка преодолела разгоняясь  
маленькое расстояние  $dx$ :

$F_{и} \cdot dx = A$  — работа этой силы (с учётом  
сопротивления)

$$P = \frac{A}{dt} = F_{и} \cdot \frac{dx}{dt}, \text{ заметим что } \frac{dx}{dt} = v \text{ в начале}$$

$$P = F_{и} \cdot v_{и} = 840 \text{ Н} \cdot 10 \text{ м/с} = 8400 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$$

Ответ:  $a_{и} \approx 0,4 \text{ м/с}^2$

$$F_0 = ma + \frac{F_k v_{и}}{v_k} \approx 840 \text{ Н}$$

$$P_0 = F_0 \cdot v_{и} \approx 8400 \frac{\text{Дж}}{\text{с}}$$

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!

$$\sqrt{2} | p_0 = p_{атм} / 2$$

$\mu$  - объём жидкости

$$T = 373 \text{ K}$$

$$\Delta V = \kappa p \mu$$

$$\kappa \approx 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{л}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$$

Запишем 3-й мензур-квн  
для  $\mu_e$  в мензурке и в сосуде.

$$\frac{\mu_e \sqrt{2}}{\cos \alpha} = \frac{\mu_e \sqrt{5}}{\cos \beta} \Rightarrow \frac{\mu_e \sqrt{2}}{\mu_e \sqrt{5}} = \frac{\cos \beta}{\cos \alpha}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{p_{атм} V}{2} \cdot \frac{V}{2} &= \mu_e RT \\ p' \cdot \frac{V}{5} &= \mu_e RT \end{aligned} \right\}$$

После нагревания в мензурке сосуда будет  $T$  подержки ватты постоянно давление - ратм, ведь при  $T = 373 \text{ K}$  вода закипает. Поскольку корень петлей, то рвизу и сверху одинаковы  $\Rightarrow p' = p_{атм}$

$$\frac{T_0}{T} = \frac{p_{атм} V}{\mu} \cdot \frac{5}{p_{атм} V} = \frac{5}{4} \Rightarrow \left[ \frac{T}{T_0} = \frac{4}{5} \right]$$

Решим задачу найдем  $\nu_{\text{кор}}$  в сосуде внизу до нагревания:

$$\frac{p_{атм} V}{2} \cdot \frac{V}{4} = \nu_{\text{кор}} RT_0 \Rightarrow \nu_{\text{кор}} = \frac{p_{атм} V}{8 RT_0}$$

$\frac{p_{атм}}{2}$  - парциальное давление углекислого газа, поэтому:

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!

$$\Delta V_{CO_2}(\text{растворим}) = K_0 \cdot \underset{\substack{\uparrow \\ \text{объем жидкости}}}{V} \cdot \frac{p_{CO_2}}{z}$$

$$V_{CO_2} \text{ обш} = \Delta V_{CO_2}(\text{раств}) + V_{CO_2}(\text{газе}) = \frac{p_{CO_2} V}{z R T_0} + K_0 \cdot \frac{V}{z} p_{CO_2}$$

$$\frac{V_{He}}{V_{CO_2}} = \frac{p_{CO_2} V}{4 R T_0} \cdot \frac{z}{p_{CO_2} V \left( \frac{1}{R T_0} + K_0 \right)} =$$

$$= \frac{z}{R T_0 \left( \frac{1}{R T_0} + K_0 \right)} = \frac{z}{1 + K_0 R T_0} \quad \left\{ \begin{array}{l} R T_0 = R_0 T_0 \cdot \frac{5}{4} \\ \end{array} \right.$$

$$\frac{V_{He}}{V_{CO_2}} = \frac{z}{1 + K_0 R T_0 = 5/4} = \frac{z}{2,875}$$

$$\text{Ответ: } \frac{I}{I_0} = \frac{4}{5}; \quad \frac{V_{He}}{V_{CO_2}} = \frac{z}{1 + K_0 R T_0} = \frac{z}{2,875}$$

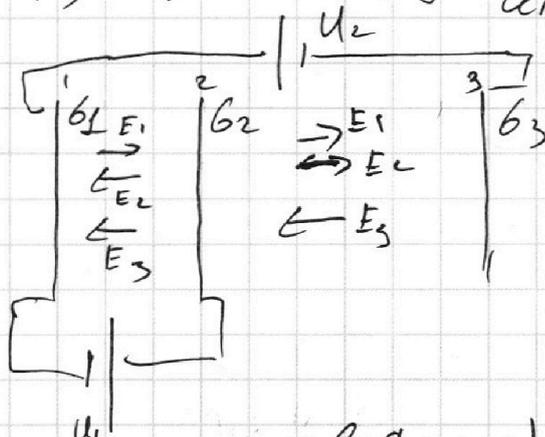
1  2  3  4  5  6  7

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



$\sqrt{3}|d, U_1=U, U_2=3U$   
 $q>0, m, V_0$   
 $Q=?$   
 $K_1 - K_2=?$   
 $U_A=?$

Искай на сетках будут ~~на~~  
 $q_1, q_2, q_3$  - заряд на плоскостях сетках



1)  $q_3 + q_2 + q_1 = 0$  - (зарядов не появлялось)

поле, создаваемое пластинами:  $\frac{q}{2\epsilon_0}$

По причине суперпозиции эти поля мы можем складывать

2)  $(E_1 - E_2 - E_3) d = U_1 = U$  разность потенциалов между I и II

$E_1 \cdot 3d - E_2 d + E_2 \cdot 2d - 3E_3 \cdot 3d = -U_2 = -3U$

3)  $(3E_1 + E_2 - 3E_3) d = -3U$

4)  $\frac{q_3}{2\epsilon_0} = E_3; \frac{q_2}{2\epsilon_0} = E_2; \frac{q_1}{2\epsilon_0} = E_1 \Rightarrow E_3 + E_2 + E_1 = 0$

Решим эти ур-я:  $d(4E_1 - 4E_3) = -2U \Rightarrow E_1 - E_3 = -\frac{U}{2d}$

$(-\frac{U}{2d} - E_2) d = U \Rightarrow E_2 = -\frac{3}{2} \frac{U}{d}; E_3 + E_1 = \frac{3}{2} \frac{U}{d}$

$2E_1 = \frac{U}{d}; E_1 = \frac{U}{2d}; E_3 = \frac{U}{d}$

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!



$$E_{(1-2)} = E_1 - E_2 - E_3 = \frac{U}{d}$$

$$|q| = |q \cdot E_{(1-2)}| = \frac{|qU|}{d}$$

2) поскольку на частицу действует поле, то разность потенциалов между 1 и 2 = -U

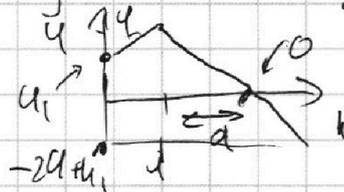
Кинетические E частицы переходят в потенциальную и обратно:

$$K_1 + \varphi_1 q = K_2 + \varphi_2 q = \text{const}$$

$$K_1 - K_2 = (\varphi_2 - \varphi_1) q = Uq \Rightarrow K_1 - K_2 = Uq$$

3) Найдем такую точку, что её  $\varphi = 0$  (как и на  $\infty$ )

Пусть она лежит в области 2-3 (ведь в 1-2 - частица должна пролететь) и лежит на x от 2



$$\frac{U}{2d} (d+x) + (2d-x) \frac{U}{d} - \frac{3}{2} \frac{U}{d} x = 0$$

$$\frac{U}{2} + \frac{U}{2d} x + 2U - \frac{U}{d} x - \frac{3}{2} \frac{U}{d} x = 0 \Rightarrow 2,5U = \frac{U}{d} x \cdot (2) \quad x = \frac{2,5}{2} d = 1,25d$$

Значит в этой точке V будет равна  $V_0$

$$\frac{+3U}{d} \cdot 1,25d - \frac{U}{d} \cdot 0,5d = \text{разность потенциалов между A и искомого}$$

$$\frac{mV_A^2}{2} + 3,25Uq = \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V_A = \sqrt{\frac{mV_0^2 - 6,5U \cdot q}{m}}$$

ответ:  $|q| = q \frac{U}{d}$   
 $K_1 - K_2 = Uq$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{q \cdot 6,5U}{m}}$$



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!



$\sqrt{4}$   
Дано:

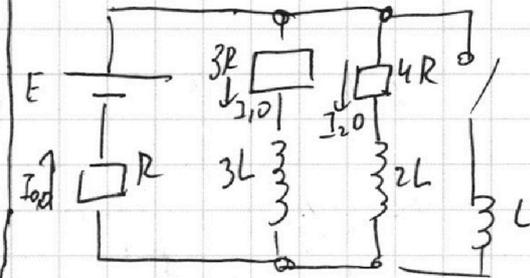
$R, E, L$

$I_{10}$  - ток через резистор  $3R$  в цепи

$I_3' = 0$  - ск-ть возрастания тока через катушку  $L$

$q_{3R}$  - заряд, протекающий через  $3R$

Установилось, не замыкают:



$I_{20}$  - ток через резистор  $4R$

$I_{00}$  - ток через резистор  $R$

Запишем н-лу Кирхгофа:

1)  $I_{10} + I_{20} = I_{00}$

2)  $E = 3R I_{10} + R I_{00}$

3)  $E = 4R I_{20} + R I_{00}$

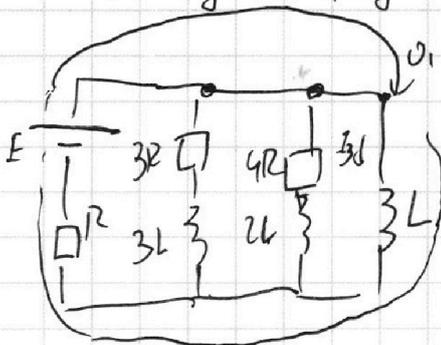
( поскольку процесс установился  
разница потенциалов на катушках = 0 )

$$E = 4R(I_{00} - I_{10}) + R I_{00} = 5R I_{00} - 4R I_{10} \Rightarrow I_{00} = \frac{E + 4R I_{10}}{5R}$$

$$E = 3R I_{10} + \frac{E + 4R I_{10}}{5} \Rightarrow \frac{4E}{5} = 7R I_{10} \Rightarrow I_{10} = \frac{4E}{35R}$$

$$\Rightarrow \frac{4E}{5} = \frac{19}{5} I_{10} \Rightarrow I_{10} = \frac{4E}{19R}; \quad I_{00} = \frac{7E}{19R}; \quad I_{20} = \frac{3E}{19R}$$

II) после замыкания ток в цепи не может измениться, поэтому по н-лу Кирхгофа:



Обход  $01$ :  $E - L I_3' - R I_{00} = 0$

$$E - R I_{00} = L I_3'$$

$$E - \frac{7E}{19} = \frac{12E}{19} = L I_3'$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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!

II) В конце весь ток будет течь только через катушку

$$\text{и } I_{\text{кон}} = \frac{E}{R}$$

Замкнем и-по катушке гнн контура с  $3R$  и  $L$ :

Пусть через  $3R$  течет ток  $I_1$ ,

через  $L$  — ток  $I_3$

$$I_1 \cdot 3R + I_1 \cdot 3L = L I_3' \quad (\text{закон Кирхгофа})$$

$$\Delta q \cdot 3R + \Delta I \cdot 3L = L \Delta I_3 \quad (\text{проинтегрируем})$$

$$q \cdot 3R + 3L(-I_{10}) = L \cdot I_{\text{кон}}$$

↑ в конце  
в катушке  $I_{10}$

↑ в катушке  
в конце  $I_{\text{кон}}$

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

$$q = \frac{LE + \frac{3 \cdot 4 E L}{19 R}}{3R} = \frac{LE}{R^2} \left(1 + \frac{12}{19}\right) = \frac{31 LE}{19 \cdot 3 R^2} = \frac{31 LE}{57 R^2}$$

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

$$I_3' = \frac{12 E}{19 L}$$

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

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!

$\sqrt{5} | n_1, n_2$

$a = 90 \text{ см}, d = 0,1 \text{ рад}$

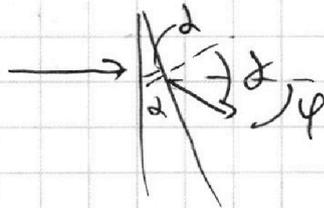
$h = 14 \text{ см}$

$\varphi = ? \quad n_2 = 1,7$

$\gamma_1 = ?$

$\gamma_2 = ? \quad n_1 = 1,4$   
 $n_2 = 1,7$

I) Если кустым луч нормальным углом на призму  $\varphi$ , то отклонения по локтевая да повернется на малый угол  $\varphi = (n-1)\alpha$



$n \sin \alpha = n_2 \sin \varphi$   
приме. при  $\alpha$

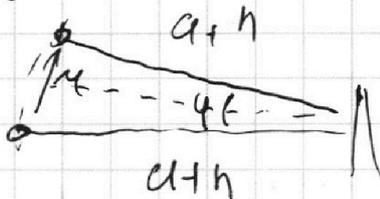
$n \alpha = \varphi$

$\varphi = \alpha - \alpha = (n-1)\alpha$

В первом случае  $n_1 = n$ , поэтому в I призме луч не будет преломляться, а второй  $\alpha = 0,1 \text{ рад}$  - мало  $\varphi$  все лучи отклоняется на малый угол

$\varphi = (n_2 - 1)\alpha = 0,7 \cdot 0,1 \text{ рад} = 0,07 \text{ рад}$

Поскольку все углы малы, то все отклоняются на угол  $\varphi$  от вершины можно считать, что источник поворачивается на угол  $\varphi$



$\gamma \approx (a+h) \sin \frac{\varphi}{2} \approx (a+h) \varphi$

(можно считать, что изображение источника в призме находится в той же точке и на том же расстоянии от призмы)

$\gamma \approx (1,04 \text{ м}) \cdot 0,07 \approx 0,0728 \text{ м} \approx 7,28 \text{ см} \approx 7,3 \text{ см}$

II) Данную систему призм можно разложить

как: пластинки  $(n_1, h)$ , клин  $(n_1, \alpha)$  и клин  $(n_2, \alpha)$

Пластинка смещает изображение на  $\Delta x = \frac{(n-1)h}{n}$

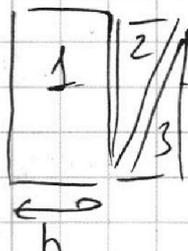
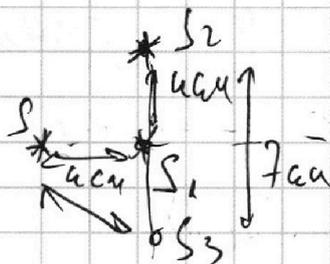
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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) ~~смещает~~ смещает картку в систему на  $\Delta x$

$$\Delta x = \frac{(n_1 - 1) \cdot 14}{1,4} = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ см}$$

2) смещает вверх на  $(n_1 - 1) \cdot \Delta x =$

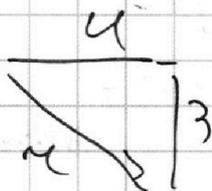
$$= 100 \cdot 0,4 \cdot 0,1 = 4 \text{ см}$$

3) смещает вниз на  $(n_2 - 1) \cdot \Delta x =$

$$= 900 \cdot 0,7 \cdot 0,1 = 7 \text{ см}$$

значит  $S_3$  лежит от источника S на расстоянии  $r$  и 3 см вниз

$$r = 5 \text{ см} = \sqrt{4^2 + 3^2}$$



Ответ:  $\varphi \approx (n_2 - 1) \cdot \Delta x \approx 0,07 \text{ рад}$

$$r_1 = (n_1 - 1) \cdot \Delta x \approx 7,28 \text{ см} \approx 7,3 \text{ см}$$

$$r_2 \approx 5 \text{ см}$$

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!



$\sqrt{2}$   
 $P_0 = P_{атм} / 2$   
 $V_и$  - объём жидкости  
 $\Delta J = K p \omega$   
 $K \approx 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$   
 $T = 373 \text{ К}$

в колбе:

$He \ V/5$

$CO_2 \ V_{атм} / 20$

Вода:  $V/4$

Наблюдается  
 осадок воды,  
 который  
 сорвется  
 и в весом

в колбе  
 $He \ V/2$   
 $CO_2 \ V/4$   
 вода:  $V/4$

Заменим 3-й  
 месяц-июль года  
 $He$  в колбе и в  
 колбе:  
 $P_{атм} \cdot V = \nu He R T_0$   
 $P' \cdot V = \nu He R T$   
 в колбе в воду у нас  
 будет  $T$  и вода будет паров  
 при  $T = 373 \text{ К}$  - вода и  
 весь углекислый газ, который  
 был в колбе при объёме  $11V/20$

$P_{атм} \cdot \frac{V CO_2 \cdot R T}{11V/20} = P'$

$P' = \nu He R T \cdot \frac{5}{V} = \frac{P_{атм} \cdot V T \cdot 5}{4 T_0 \sqrt{V}} = \frac{P_{атм} T \cdot 5}{T_0 \sqrt{4}}$





