



**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**  
**Вариант 11-03**

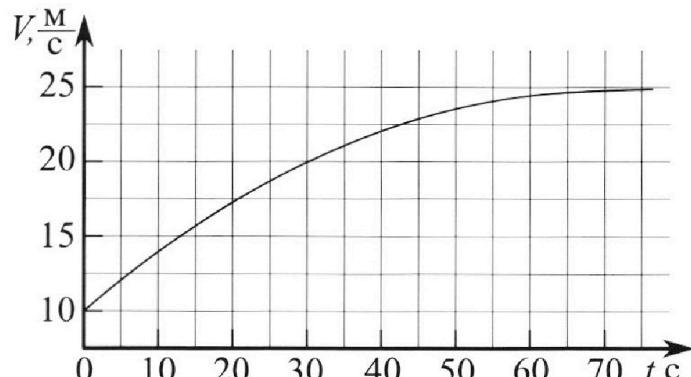


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

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

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировано 10%.



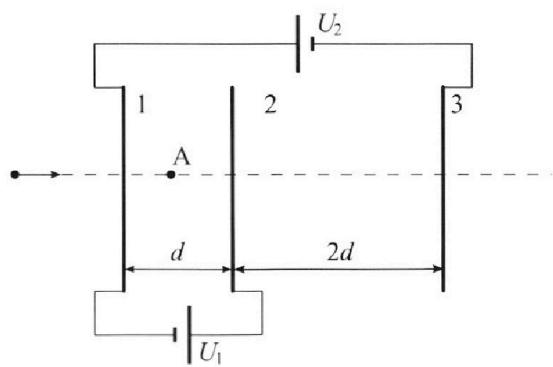
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент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

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

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

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

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



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

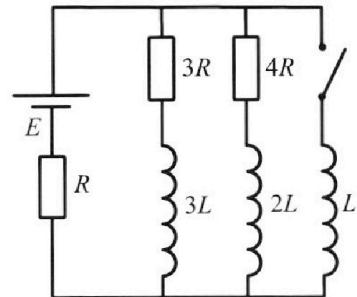
**Вариант 11-03**

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

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

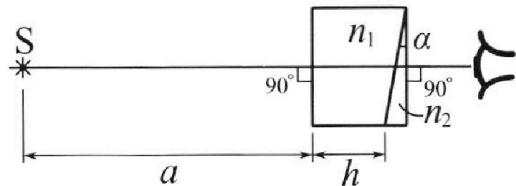
- 1) Найти ток  $I_{10}$  через резистор с сопротивлением  $3R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $3R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 90$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

N1

1)  $a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow$  ускорение в момент  $t=0$  с. равно ~~коэффициенту~~  
~~наклона касательной к графику~~ в т.  $t=0$ .

Частота колебаний между  $t=0$  с. и  $t=5$  с. примерно можно считать  
линейкой.

$$v(0) = 10 \text{ м/c} ; v(5) \approx 12 \text{ м/c}$$

$$a_0 \approx \frac{v(5) - v(0)}{5-0} = \frac{12-10}{5} \text{ м/c}^2 = 0.4 \text{ м/c}^2$$

2)  $F_c = kv$  — сила сопротивления движению.

$$\text{II ЗН: } ma_0 = P_0 - kv_0$$

В конце разгона  $x=0 \Rightarrow P_k = kv_k$ .

$$v_k = 25 \text{ м/c.}$$

$$k = \frac{P_k}{v_k} = \frac{600}{25} \text{ Н·с/м} = 24 \text{ Н·с/м.}$$

$$F_0 = ma_0 + kv_0 = 1500 \cdot \frac{2}{5} + 24 \cdot 10 = 2300 + 240 = 600 + 240 = 840 \text{ Н.}$$

$$3) P_0 = P_{0\%} = 840 \cdot 10 \text{ Вт} = 8400 \text{ Вт.}$$

Ответ: 1)  $a_0 = 0.4 \text{ м/c}^2$ ; 2)  $P_0 = 840 \text{ Н}$ ; 3)  $P_0 = 8400 \text{ Вт}$ .

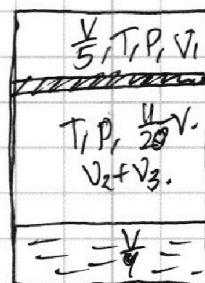
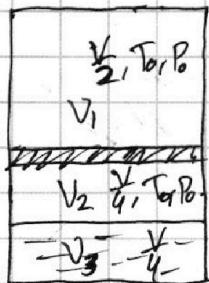


- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

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

$\sqrt{2}$

Характеристики началь:



Состав газа в начальной  
части:

$$\frac{V_1}{5} - \frac{V_1}{4} = \frac{16-5}{20} V_1 = \frac{11}{20} V_1$$

1) Рассмотрим  $V_1$  и  $V_2$  как две части газов в верхней и нижней  
частях до нагревания,  $V_3$  — это расстояние между газами.

$$\begin{cases} P_0 \frac{V_1}{2} = V_1 R T_0 \\ P_0 \left( \frac{V_1}{2} - \frac{V_1}{4} \right) = V_2 R T_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{V_1}{2}}{\frac{V_1}{4}} = 2. \quad V_2 = \frac{1}{2} V_1.$$

$$2) V_3 = k P_0 \cdot \frac{V_1}{4} = \frac{1}{4} k V_0.$$

Характеристика давления  $CO_2$  в нижней части после нагревания:

$$P_f \frac{11}{20} V = (V_2 + V_3) R T.$$

$$P_f = \frac{20}{11} \frac{(V_2 + V_3) R T}{V}.$$

$T = 373 K$  — температура кипения воды при атм. давлении  $\Rightarrow$

$\Rightarrow P_f = P_{ATM}$  — давление насыщенных паров воды.

$$P = P_f + P_H = P_f + P_{ATM}.$$

Аналогично верхней части:

$$P \frac{V_1}{5} = V_1 R T.$$



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!

$$\frac{1}{5}(P_0 + P_{ATM})V = V_1 RT.$$

$$\frac{1}{5}(P_{ATM} + \frac{20}{11} \frac{(\frac{1}{2}V_1 RT + V_3 RT)}{V})V = V_1 RT.$$

$$V_1 R = \frac{P_0 V}{2 T_0}.$$

$$\frac{1}{5}(P_{ATM} + \frac{20}{11} \frac{(\frac{1}{2}V_1 RT + V_3 RT)}{V})V = \frac{P_0 V}{2} \frac{T}{T_0}.$$

$$\frac{1}{5}P_{ATM}V + \frac{4}{11} \left( \frac{1}{2} \frac{P_0 V}{T_0} + \frac{1}{4} k V P_0 R T \right) = \frac{1}{2} P_0 V \frac{T}{T_0}.$$

~~$$\frac{1}{5}P_{ATM} = \frac{2}{5} \frac{P_0}{T_0} + \frac{2}{11 \cdot 2} \frac{P_0}{T_0} \frac{T}{T_0} + \frac{1}{11} k \frac{P_0}{T_0} R T = \frac{1}{2} \frac{P_0}{T_0} \frac{T}{T_0}.$$~~

$$\frac{2}{5} + \frac{1}{11} \frac{T}{T_0} + \frac{1}{11} k R T = \frac{1}{2} \frac{T}{T_0}.$$

$$(\frac{1}{2} - \frac{1}{11}) \frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} + \frac{1}{11} k R T.$$

$$\frac{9}{22} \frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} + \frac{1}{11} k R T.$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{22}{9} \left( \frac{2}{5} + \frac{1}{11} k R T \right) = \frac{22}{9} \left( \frac{2}{5} + \frac{1}{11} \cdot 0.5 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3 \right) =$$

$$= \frac{22}{9} \left( \frac{2}{5} + \frac{3}{22} \right) = \frac{22}{9} \cdot \frac{(2 \cdot 22 + 15)}{22 \cdot 5} = \frac{1544}{45} = \frac{59}{45}$$

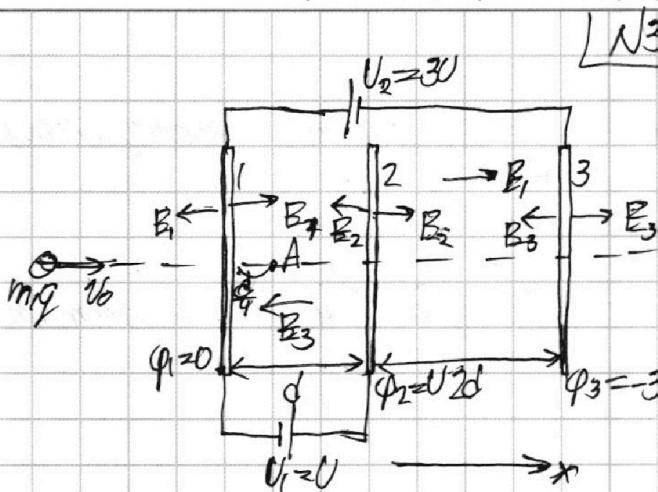
$$\text{Ответ: 1) } \frac{V_1}{V_2} = 2; \text{ 2) } \frac{T}{T_0} = \frac{59}{45}.$$



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



Пусть  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  — потенциалы  
для сечек 1, 2, 3 соответ.,  
 $B_1, B_2, B_3$  — напрежённости  
полей, создаваемых сечками  
1, 2, 3 соответ. (с учётом знака)

Пусть  $\varphi_1 = 0$ , тогда  $\varphi_2 = U$ ,  
 $\varphi_3 = -3U$ .

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U; \varphi_3 - \varphi_1 = 4U.$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Rightarrow B_1 + B_2 + B_3 = 0.$$

$$\begin{cases} E_2 + B_3 - E_1 = \frac{U}{d} \\ E_2 + B_1 - E_3 = \frac{4U}{d} \\ B_1 + B_2 + B_3 = 0 \end{cases} \Rightarrow 2B_2 = \frac{2U}{d} + \frac{U}{d} = \frac{3U}{d}$$

$$E_2 = \frac{3U}{2d}.$$

$$\begin{cases} E_1 - B_3 = \frac{1}{2} \frac{U}{d} \\ E_3 + B_1 = -\frac{3}{2} \frac{U}{d} \end{cases} \Rightarrow 2E_1 = -\frac{U}{d}$$

$$\cancel{B_3 = \frac{1}{2} \frac{U}{d}} \quad E_3 = -\frac{3}{2} \frac{U}{d} + \frac{1}{2} \frac{U}{d} = -\frac{1}{2} \frac{U}{d}.$$

$$\begin{cases} E_1 = -\frac{1}{2} \frac{U}{d} \\ B_2 = \frac{3}{2} \frac{U}{d} \\ B_3 = -\frac{1}{2} \frac{U}{d}. \end{cases}$$

$$1) E_{12x} = E_1 - E_2 - B_3 = \left(-\frac{1}{2} - \frac{3}{2} + 1\right) \frac{U}{d} = -\frac{U}{d}. \text{ — напрежённость поля между сечками 1 и 2.}$$

$$ma = qE_{12}.$$

$$|a| = \frac{q \cdot U}{m d} = \frac{qU}{md}.$$

2) Рассчитать работу по кинетической энергии:

$K_1 - K_2 = -A_{12}$ ,  $A_{12}$  — работа, совершенная над зарядом.



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!

$$A_{12} = qE_{12}x d = -\frac{1}{2}qd = -qU.$$

$$K_1 - K_2 = qU.$$

3)  $K_1 = \frac{1}{2}mv_0^2$ , т.к. поле вне областей между секторами равно 0.

Зад:

$$K_1 + A = K_2.$$

$$A = qE_{12}x \frac{d}{4} = \frac{1}{4}qd(-\frac{1}{2}) = -\frac{1}{8}qd.$$

~~$$K_2 = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{8}qd.$$~~

$$v^2 = v_0^2 - \frac{1}{2}\frac{qd}{m}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{1}{2}\frac{qd}{m}}.$$

Ответ: 1)  $a = \frac{qU}{md}$ ; 2)  $K_1 - K_2 = qU$ ; 3)  $v = \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

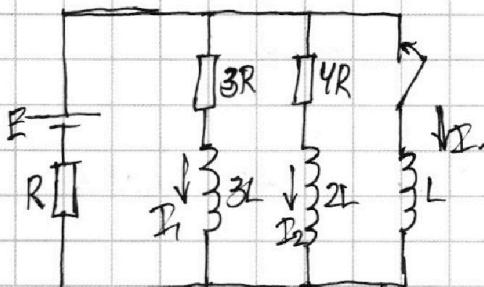


- |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------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

[N4]



$$3R I_{10} = 4R (I_0 - I_{10})$$

$$3I_{10} = 4I_0 - 4I_{10}$$

$$7I_{10} = 4I_0$$

$$I_{10} = \frac{4}{7} I_0 = \frac{4}{7} \cdot \frac{B}{R} = \frac{4}{7} \frac{B}{R}. I_0 = \frac{7}{11} \frac{B}{R}.$$

2) ~~Задача~~. Ток через катушку не может меняться скачком  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  сразу после замыкания ключа напряжение на катушке

~~$$U_L = B - I_{10}R = B - \frac{7}{11}B = \frac{4}{11}B.$$~~

~~$$U_L = L \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{U_L}{L} = \frac{4}{11} \frac{B}{L}.$$~~

3) Рассмотрим  $I_1$ -ток через катушку  $3L$ ,  $I_2$ -ток через катушку  $2L$ ,  $I$ -ток через  $L$

~~$$3R I_{10} + 3L \frac{dI_1}{dt} = 4R I_2 + 2L \frac{dI_2}{dt}.$$~~

~~$$3R dI_{10} + 3L dI_1 = 4R dI_2 + 2L dI_2.$$~~

~~$$3R \int_{I_{10}}^I dI_{10} + 3L \int_{I_{10}}^I dI_1 = 4R \int_{I_2}^{I_2} dI_2 + 2L \int_{I_{20}}^{I_2} dI_2.$$~~

В установившемся режиме  $\dot{I} = 0 \Rightarrow I_1 = I_2 = 0$ .

~~$$3R I_{10} - 3L I_{10} = 4R I_2 - 2L I_{20}.$$~~

~~$$I_{20} = I_0 - I_{10} = \frac{7}{11} \frac{B}{R} - \frac{4}{11} \frac{B}{R} = \frac{3}{11} \frac{B}{R}.$$~~

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!

$$3Rq_1 - 4Rq_2 = 3L \frac{4B}{9R} - 2L \cdot \frac{3}{19} \frac{B}{R} = \frac{12}{9} \frac{BL}{R} - \frac{6}{19} \frac{BL}{R} = \frac{6}{19} \frac{BL}{R}.$$

$$3q_1 - 4q_2 = \frac{6}{19} \frac{BL}{R^2}$$

$L \frac{dI}{dt} = 3RI_1 + 3L \frac{dI}{dt}$ . — равенство напряжений на катушке  $L$  и  
катушке  $3L$  с сопротивлением  $3R$ .

$$L \frac{dI}{dt} = 3RI_1 + 3L \frac{dI}{dt}$$

$$\int_0^I dI = \int_0^{q_1} 3Rdq_1 + \int_0^I 3L \frac{dI}{dt}$$

$$LI = 3Rq_1 - 3LI_{10}$$

В установившемся режиме  $I = \frac{B}{R}$ .

$$\frac{LB}{R} = 3Rq_1 - 3L \cdot \frac{4B}{9R}$$

$$3Rq_1 = \frac{12}{9} \frac{LB}{R} + \frac{LB}{R}$$

$$3Rq_1 = \frac{3}{19} \frac{LB}{R}$$

$$\therefore q_1 = \frac{3L}{57} \frac{LB}{R^2}$$

Ответ: 1)  $I_{10} = \frac{4B}{19R}$ ; 2)  $I = \frac{12B}{19L}$ ; 3)  $q_1 = \frac{3LB}{57R^2}$ .

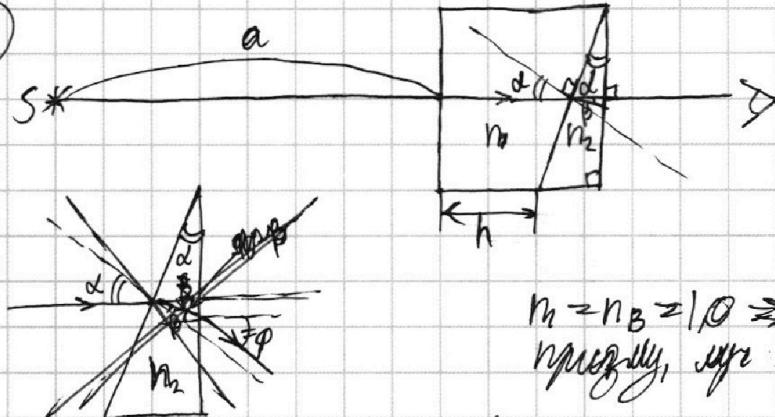
- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|



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

**N5**

1)


 $n = n_2 = 1.0 \Rightarrow$  проходит через первую призму, где не будет отклоняться.

Угол падения луча на левую грани призмы  $n_2$  равен  $\alpha$ .

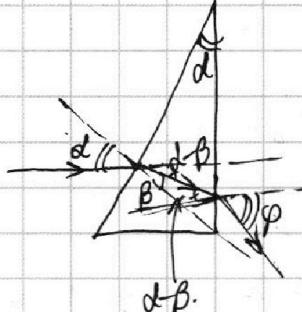
Закон Снелла ( $d \ll 1, \beta \ll 1, \varphi \ll 1$ ):

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

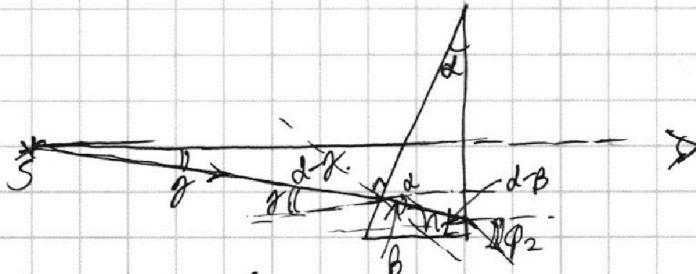
$$\beta = \frac{\alpha}{n_2}$$

~~$$\frac{\sin \varphi}{\sin(\alpha - \beta)} = n_2 \Rightarrow \varphi = \beta n_2 =$$~~

$$\frac{\sin \varphi}{\sin(\alpha - \beta)} = n_2 \Rightarrow \varphi = n_2(\alpha - \beta) = n_2 d - \alpha = d(n_2 - 1) = 0.1(1.7 - 1) \text{ rad} = 0.1 \cdot 0.7 \text{ rad} = 0.07 \text{ rad}$$



2)



Пусть луч берётся из источника под углом  $\gamma \ll 1$  к прямой.

Угол падения луча на левую грани призмы  $n_2$  равен  $\alpha - \gamma$ .

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



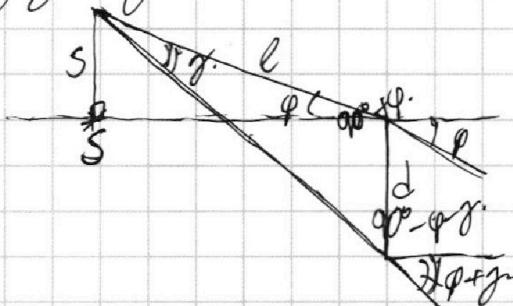
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{\sin(\alpha-\beta)}{\sin \beta} = n_2 \Rightarrow \beta = \frac{\alpha-\beta}{n_2}$$

$$\frac{\sin \phi_2}{\sin(\alpha-\beta)} = n_2 \Rightarrow \phi_2 = n_2(\alpha-\beta) = n_2(\alpha - \frac{\alpha-\beta}{n_2}) = n_2\alpha - \alpha + \beta = \alpha$$

$$\phi_2 = \phi + \gamma$$

Рассмотрим  $d$  - расстояние между тонкими ~~боковыми~~ из призмы  
глубокой щели.  $d \approx (a+h)\gamma$ .

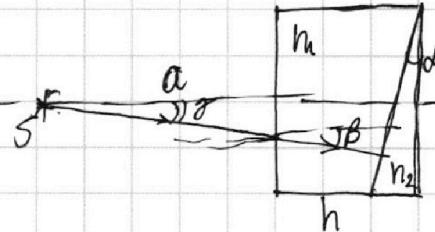
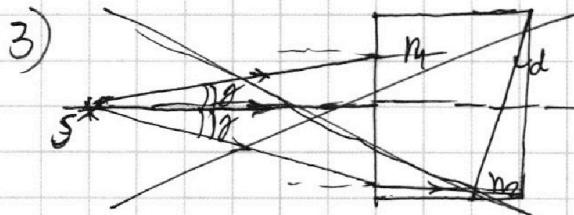


Т. синусов:

$$\frac{d}{l} = \frac{\sin \gamma}{\sin \phi} = \frac{\sin(90^\circ - \phi - \gamma)}{l}$$

$$l = \frac{\cos(\phi + \gamma)}{\gamma} d \approx \frac{d}{\gamma} = a\gamma$$

$$S = l \sin \phi = l \phi = (a + h)\phi = \\ = 104 \cdot 0,07 = 728 \text{ см.} = 728 \text{ см.}$$



Учитывая что свет падал ~~на~~ ~~на~~ на прозрачную  $n_1$ , свет  $\phi = 0,07$   
~~пог~~  $\gamma \ll 1$ :

$$\frac{\sin \gamma}{\sin \beta} = n_1 \Rightarrow \beta = \frac{\gamma}{n_1}$$

При этом  $n_2 > 1$ , угол падения света на любую грани призмы  $n_2$   
равен  $\alpha - \beta = \alpha - \frac{\gamma}{n_1}$ .

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 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!

$$d \approx \alpha z + h\beta = \alpha z + h\left(\frac{f}{h}\right) = \left(\alpha + \frac{h}{h}\right)z.$$

$$\left(\alpha + \frac{h}{h}\right)z = \left(\alpha + \frac{h}{h}\right)$$

$$S \approx l\varphi = \left(\alpha + \frac{h}{h}\right)\varphi = \cancel{\varphi} \cancel{= \left(\alpha + \frac{h}{h}\right)} = \left(90 + \frac{14}{14}\right) \cdot 0,07 \approx \\ \approx 0,07 \cdot (90 + 10) = 0,07 \cdot 100 = 7 \text{ см.}$$

Ответ: 1)  $\varphi = 0,07 \text{ рад.}$ ; 2)  $S = 7,28 \text{ см}$ ; 3)  $S = 7,00 \text{ см}$ .

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

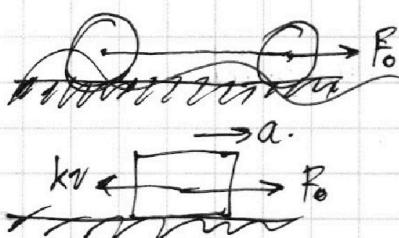
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$V_0 = 10 \text{ м/c.}$$

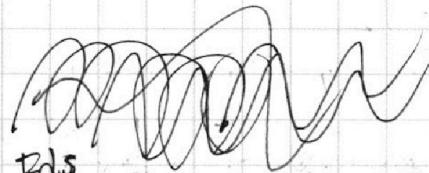
$$U_k = 25 \text{ дж/c.}$$

$$P_K = kU_k.$$

$$m\alpha_0 = P_0 - kV_0.$$

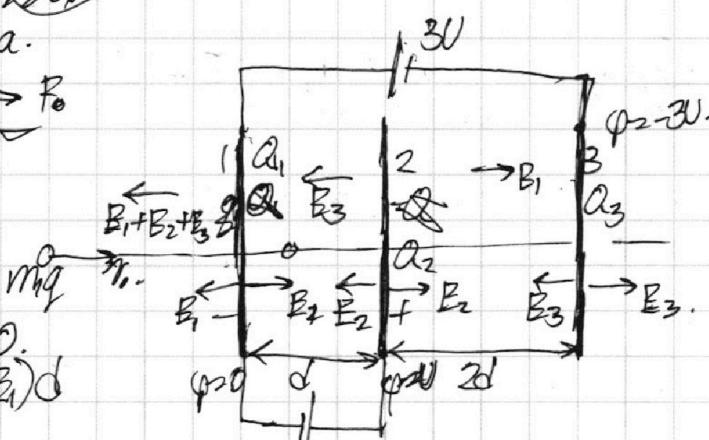


$$D = \frac{dA}{dt} = \frac{B_0 dS}{dt} = P_0.$$



$$\begin{cases} Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0, \\ U = (B_2 + B_3 - B_1)d, \\ 2U = \dots \end{cases}$$

$$4U = (B_1 + B_2 - B_3)2d$$



$$K_1 - K_2 = -A = -\mu Bd.$$

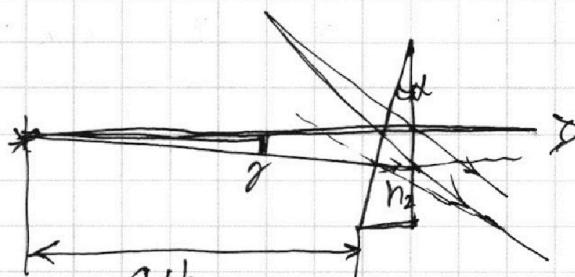
$$\begin{cases} B_1 + B_2 + B_3 = 0 \\ J = B_2 + B_3 - B_1 \\ 2U = B_1 + B_2 - B_3 \end{cases} \Rightarrow 2B_2 = \frac{3U}{d}, \quad B_2 = \frac{3U}{2d}.$$

$$\begin{cases} B_1 - B_3 = \frac{1}{2}U, \\ B_1 + B_3 = -\frac{3}{2}U \end{cases}$$

$$\Rightarrow 2B_1 = -\frac{4}{d}U$$

$$B_3 = -\frac{3}{2}\frac{U}{d} + \frac{1}{2}\frac{U}{d} = -\frac{U}{d}.$$

$$\frac{1047}{1000} = \frac{372}{1000} \text{ см.}$$



$$d = (a\sin\phi)z.$$

$$\frac{d}{z} = \frac{l}{\sin(90^\circ + \phi)}$$

$$\frac{d}{z} = \frac{ln}{\cos\phi}$$

$$l \approx \frac{d}{z} = a\sin\phi.$$

$$s = l \sin\phi = (a\sin\phi)\phi,$$

$$s = l \sin(90^\circ + \phi) = \frac{dl}{\cos\phi}$$

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

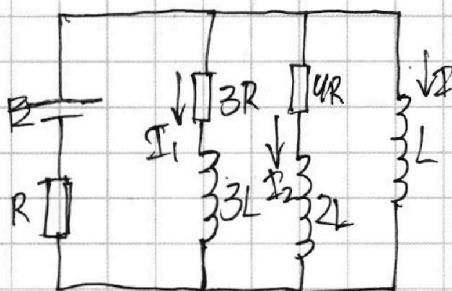
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 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!

$$E_1 = -LI_2$$



$$3RI_1 + 3L\frac{dI_1}{dt} = 4RI_2 + 2L\frac{dI_2}{dt}$$

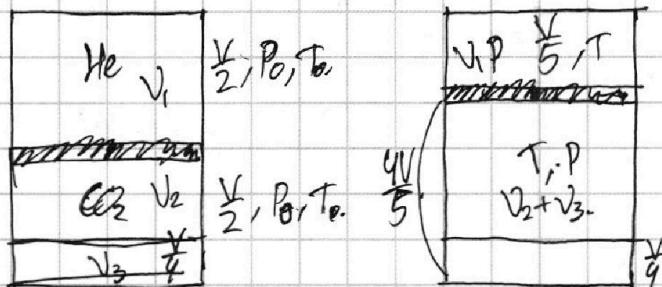
$$3RI_1 + 3L\frac{dI_1}{dt} = 4RI_2 + 2L\frac{dI_2}{dt}$$

$$3RdI_1 + 3LdI_1 = 4RdI_2 + 2LdI_2$$

$$W_{3L} + W_{2L} + qE = W_L$$

$$3RD + 3L\frac{dI}{dt} = L\frac{dI}{dt}$$

$$3RdI_1 \neq 3LdI_1 = LdI$$



$$\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{16-5}{20} V = \frac{11}{20} V$$

$$\begin{cases} P_0 \frac{V}{2} = V_1 RT_0 \\ P_0 \frac{V}{4} = V_2 RT_0 \end{cases} \quad V_3 = K \cdot \frac{V}{4} \cdot P_0 = \frac{1}{4} KV_0$$

$$R \frac{V}{2} = P_T \frac{11}{20} V = (V_2 + V_3) RT$$

$$\frac{V}{V_2} = 2$$

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

$$P = P_T + P_{ATM}$$

$$P_0 \frac{V}{2} = V_1 RT_0$$

$$P \frac{V}{5} = V_1 RT$$