



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

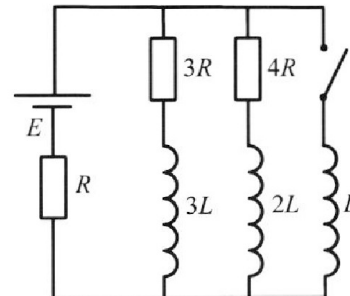
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



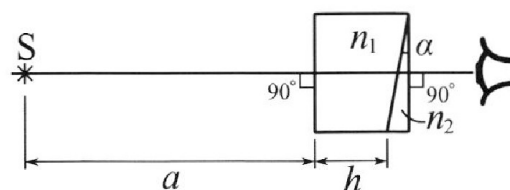
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

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



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



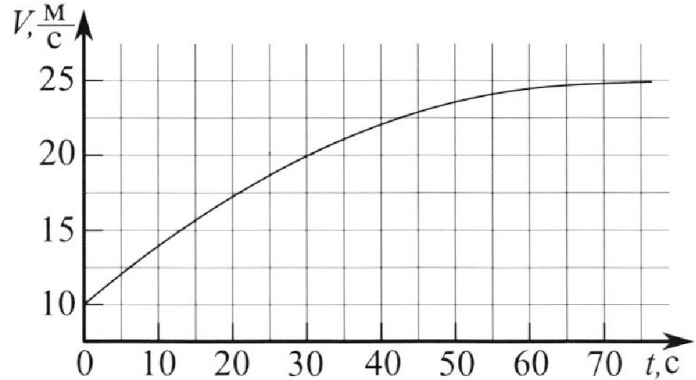
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

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



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



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

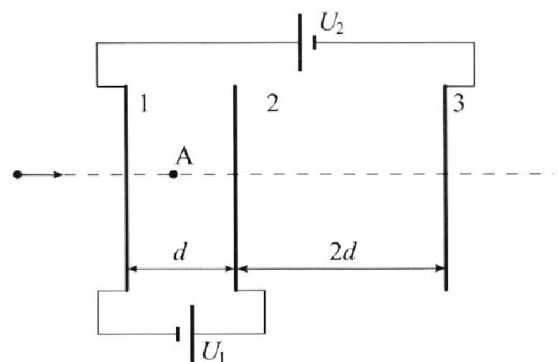
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 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!



1) Производная скорости по времени это ускорение

Найдем ускорения в начале, проведем касательную

она пройдет через координаты $(10 \frac{м}{с}; 0); (20 \frac{м}{с}; 25 с)$

$$a_0 = \frac{20 \frac{м}{с} - 10 \frac{м}{с}}{25 с} = \frac{10}{25} \frac{м}{с^2} = \frac{2}{5} \frac{м}{с^2} = 0,4 \frac{м}{с^2} \quad \text{Ответ: } 0,4 \frac{м}{с^2}$$

2) Пусть $F_c = 2V$

В конце зав-та почти горизонтальна $\alpha \approx 0$

$$F_c = F_k = 2v_k, \text{ где } v_k = 25 \frac{м}{с}$$

$$L = \frac{600 Н}{25 \frac{м}{с}} = 24 \frac{Н \cdot с}{м}$$

В начале прогона

$$m a_0 = F_0 - L \cdot v_H, \text{ где } v_H = 10 \frac{м}{с}$$

$$F_0 = m a_0 + L v_H = 1500 Н - 0,4 \frac{Н \cdot с}{м} \cdot 25 \frac{м}{с} + 24 \frac{Н \cdot с}{м} \cdot 10 \frac{м}{с} = 600 Н + 240 Н = 840 Н$$

3) Рассмотрим малое dt .

Ответ: 840 Н

За это время автомобиль проедет $dx = v_H \cdot dt$

$$\text{Работа двигателя } dA = F_0 \cdot dx = F_0 \cdot v_H \cdot dt$$

$$\text{Мощность } P_0 = \frac{dA}{dt} = F_0 \cdot v_H = 840 Н \cdot 10 \frac{м}{с} = 8400 Вт$$

Ответ: 8400 Вт

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

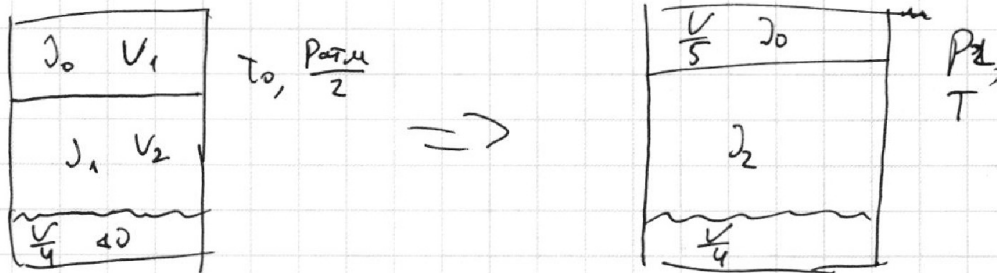
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

№ 2



в начале излучательное давление пара $p_{из}^1 = 0$

в конце пар насыщенным при 373K $p_{из}^2 = p_{атм}$

Также в конце весь увеличенный газ в газодр. сост. $J_2 = J_1 + \Delta J$

$$\Delta J = k \cdot \frac{p_{атм}}{2} \cdot \frac{V}{4}$$

$$p_2 \cdot \frac{V}{5} = J_0 RT$$

знач. меняется

$$(p_2 - p_{атм}) \left(V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = J_2 RT$$

$$\left. \begin{array}{l} V_1 = V_2 + \frac{V}{4} \\ V_1 + V_2 + \frac{V}{4} = V \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} V_1 = \frac{V}{2} \\ V_2 = \frac{V}{4} \end{array}$$

$$1) \frac{p_{атм}}{2} \cdot V_1 = J_0 RT_0 \quad (1)$$

$$\frac{p_{атм}}{2} \cdot V_2 = J_1 RT_0 \quad \Rightarrow J_1 = \frac{p_{атм} \cdot V}{8 RT_0}$$

$$\frac{J_0}{J_1} = \frac{V_1}{V_2} = 2 \cdot \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{4}} = 2 \quad \text{ответ: 2}$$

$$2) \frac{p_{атм}}{2} \cdot \frac{V}{4} = J_1 RT_0$$

$$p_{атм} \cdot p_2 \cdot \frac{V}{5} = J_0 RT_0$$

$$(p_2 - p_{атм}) \cdot \left(V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} \right) = (J_1 + \Delta J) RT \quad | : p_{атм}$$

$$\left(\frac{p_2}{p_{атм}} - 1 \right) \cdot \left(\frac{11}{20} V \right) = \left(\frac{V}{8 RT_0} + \frac{\Delta J}{p_{атм}} \right) RT$$

$$\frac{p_2}{p_{атм}} = \frac{20}{11} \left(\frac{V}{8 RT_0} + \frac{\Delta J}{p_{атм}} \right) \frac{RT}{V} + 1$$

или продолжение

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!



$$\frac{p_2 - \frac{1}{9}}{p_{атм} \cdot \frac{1}{9}} = \frac{p_0}{p_1} \cdot \frac{RT}{T_0}$$

$$\frac{8}{5} \left(\left(\frac{20}{11} \left(\frac{V}{8R} \cdot \frac{T}{T_0} + \frac{4J}{p_{атм}} \cdot T \right) \frac{R}{V} + 1 \right) \right) = \frac{p_0}{p_1} \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{160}{55} \left(\frac{1}{8} \frac{T}{T_0} + \frac{k \cdot p_{атм} \cdot R}{8 \cdot p_{атм} \cdot R} T \right) = 2 \cdot \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{T}{T_0} = x$$

$$\frac{80}{55} \left(\frac{1}{8} x + \frac{kRT}{8} \right) = x$$

$$\frac{10}{55} (x + kRT) = x$$

$$x + kRT = \frac{55}{10} x$$

$$kRT = 4,5x = kRT$$

$$x = \frac{T}{T_0} = \frac{kRT}{4,5} = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Па}}{\text{моль}}}{4,5} = \frac{1,5}{4,5} = \frac{1}{3}$$

Ответ: $\frac{1}{3}$

$$\frac{160}{55} \left(\frac{1}{8} \frac{T}{T_0} + \frac{kRT}{8} \right) = 2 \frac{T}{T_0} - \frac{2}{5}, \quad \frac{T}{T_0} = x$$

$$\frac{20}{55} \frac{10}{55} (x + kRT) = x - \frac{4}{5}$$

$$\frac{45}{55} x = \frac{10}{55} kRT + \frac{4}{5}$$

$$\frac{1}{11} x = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Па}}{\text{моль}} + 0,8$$

$$\frac{9}{11} x = 1,5 + 0,8$$

$$\frac{9}{11} x = \frac{2,3}{1,1}$$

$$x = \frac{2,3}{10,9}$$

$$45x = 10 kRT + 44$$

$$45x = 15 + 44$$

$$x = \frac{59}{45} = \frac{T}{T_0}$$

Ответ: $\frac{59}{45}$

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!



бам ¹³ заряд достигнет второй сетки, то дальше не вернется в Т.А

$$\frac{mV_0^2}{2} = U + E_{k2}$$

$$E_{k2} = \frac{mV_0^2}{2} - U$$

$$V_0^2 - \frac{2U}{m} \geq 0$$

Имеем несколько случаев:

① $V_0^2 < \frac{U}{2m}$, заряд не окажется в Т.А

② $V_0^2 = \frac{U}{2m}$, $V_A = 0$

③ $\frac{U}{2m} < V_0^2 < \frac{2U}{m}$, скорость заряд пролетит Т.А вправо

④ $V_0^2 \geq \frac{2U}{m}$

заряд пролетит один раз вправо

$$\text{с } V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{U}{2m}}$$

$$\text{с } V_A = \sqrt{U^2 - \frac{U}{2m}}$$

и развернется и пролетит

влево с такой же по модулю скоростью

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

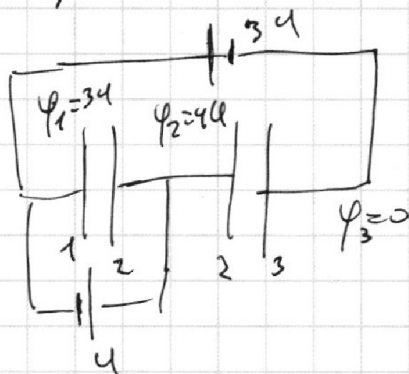
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$q_1 = 24 \text{ C}$ N 3

~~$3\varphi = 3a + u + \frac{q_2}{C} = 0$~~

~~$q_2 = -\frac{3u}{C}$~~

Рассмотрим пом-ю как 2 плоских конденсатора



как известно, вне конденсатора
поле нет.

Найдём напряженность
в первом конденсаторе

$$E_1 = \frac{4u - 3u}{d} = \frac{u}{d}$$

$\sigma_{\text{на}} = qE_1$

$a = \frac{q}{m} \cdot \frac{u}{d}$

Ответ: $\frac{q}{m} \cdot \frac{u}{d}$

2) ЗСЭ

$k_1 = k_2 + qE_1 \cdot d$

$k_1 - k_2 = qu$ Ответ: qu

3) Электрон на пути к ионной сетке $E_1 = \frac{m v_0^2}{2}$, т.к.
поле вне сетки нет.

Энергия Потенциальная электрона в т. д. А $W_A = \frac{u}{4}$

$E_1 = \frac{m v_0^2}{2} = \frac{u}{4} + \frac{m v_A^2}{2}$

$v_A^2 = v_0^2 - \frac{u}{2m}$, или $v_0^2 < \frac{u}{2m}$, тогда не может

$|v_A| = \sqrt{v_0^2 - \frac{u}{2m}}$

в т. А

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

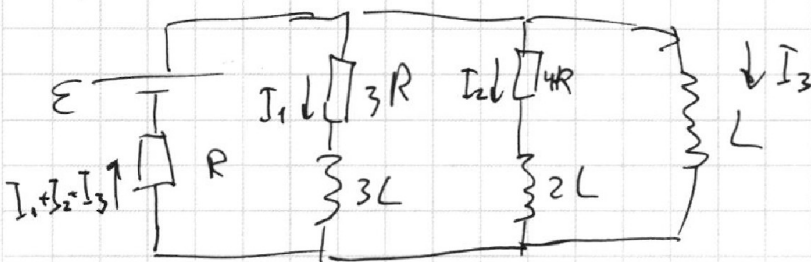
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



3) ИЧ (продолжение)



Закон I_1, I_2, I_3 - ток в t про изв момент времени.

Закон Кирхгофа:

$$-3RI_1 - 3LI_1 + LI_3 = 0$$

$$3R \frac{dI_1}{dt} + 3L \frac{dI_1}{dt} = L \frac{dI_3}{dt}$$

$$\Delta \varphi_1 = \frac{L}{3R} \Delta I_3 - \frac{L}{R} \Delta I_1$$

$\Delta \varphi_1$ - заряд через $3L$
(он не через $3R$)
со знаком $+$, если вниз

Внутр resistance Φ весь ток идет через $\downarrow$

$$I_{3k} = \frac{E}{R}; I_{1k} = 0$$

$$\Delta I_{3k} = \frac{E}{R} - 0 = \frac{E}{R}$$

$$\Delta I_1 = I_{1k} - I_{0k} = -\frac{4E}{10R}$$

$$\Delta \varphi_1 = -\frac{LE}{3R^2} + \frac{4EL}{10R^2} = \frac{EL}{R^2} \left(-\frac{10}{57} + \frac{12}{57} \right) = -\frac{7}{57} \frac{EL}{R^2}$$

значит заряд уходит вверх

ответ: $\frac{7}{57} \frac{EL}{R^2}$ вверх

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

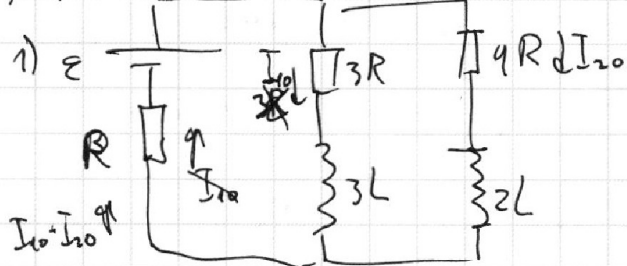
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

№ 4



Взят решение ток
не хитр. $\Rightarrow$ катушки можно
считать проводниками.

Закон Кирхгофа:

$$\begin{cases} \varepsilon - 3R \cdot I_{10} - R \cdot I_{10} - R \cdot I_{20} = 0 \Rightarrow R I_{20} = \varepsilon - 4R I_{10} \\ \varepsilon - 4R \cdot I_{20} - R \cdot I_{20} - R I_{10} = 0 \end{cases}$$

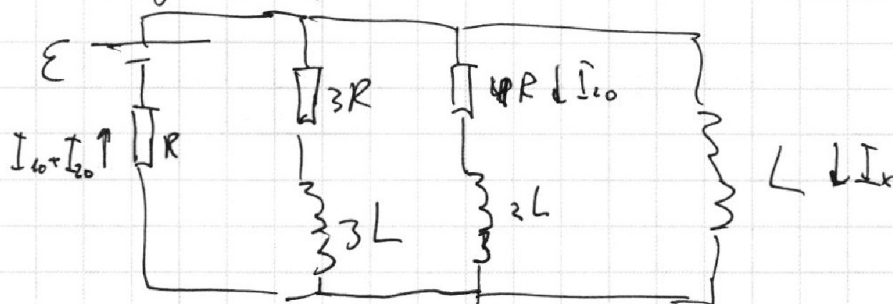
$$\varepsilon - 5(\varepsilon - 4R I_{10}) - R I_{10} = 0$$

$$-4\varepsilon + 19 R I_{10} = 0$$

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

$$\text{По закону Кирхгофа } I_{20} = \frac{\varepsilon}{R} - \frac{16\varepsilon}{19R} = \frac{3\varepsilon}{19R} \quad \text{Ответ: } \frac{4\varepsilon}{19R}$$

2) Катушки после замыкания ключа ток не все исчез.



Закон Кирхгофа

$$\varepsilon - L \dot{I}_x - R(I_{10} + I_{20}) = 0$$

$$\dot{I}_x = \frac{\varepsilon - R(I_{10} + I_{20})}{L} = \frac{\varepsilon - R \cdot \frac{7\varepsilon}{19R}}{L} = \frac{12}{19} \frac{\varepsilon}{L}$$

или продолжение.

$$\text{Ответ: } \frac{12\varepsilon}{19L}$$

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!

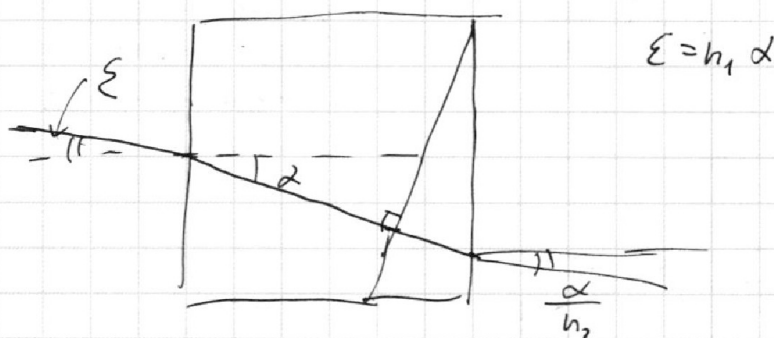
5) Ситуация схожа с П.2

пусть α — угол Тисслотри α такой, чтобы ось OX была перпендикулярна левой грани клина

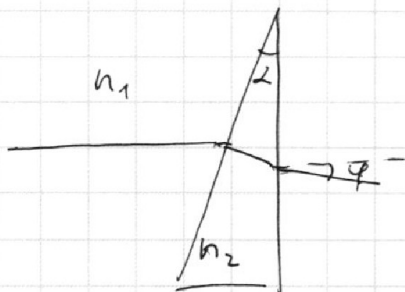
Тогда формула останется та же

$$\delta H = \frac{b n_2 (n_2 - 1)}{n_2^2 - n_2 - 1}$$

Помечается b



доп-во аналогично П.1:

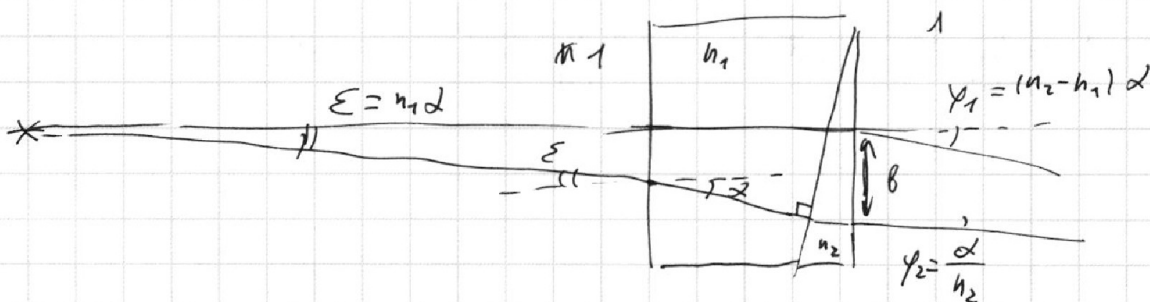


$$n_1 \alpha = n_2 \beta \quad \beta = \frac{n_1}{n_2} \alpha$$

$$\alpha - \beta + \gamma - \phi = 90^\circ$$

$$\phi = \alpha - \beta = \alpha \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) = \frac{n_2 - n_1}{n_2} \alpha$$

$$\phi = (n_2 - n_1) \alpha$$



$$b = n_1 \alpha \cdot a + \alpha \cdot h = \alpha (a n_1 + h)$$

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

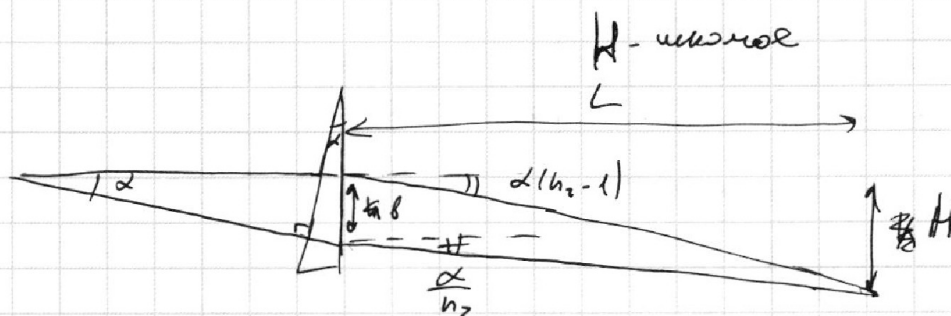
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

15
2)



$$h = L(a + b) \quad b = L(a + h)$$

$$\begin{cases} H = L \alpha (n_2 - 1) & ; L = \frac{H}{\alpha (n_2 - 1)} \\ H = b + L \alpha \frac{x}{n_2} \end{cases}$$

$$H \left(1 - \frac{1}{\alpha (n_2 - 1)} \right) = b$$

$$H = \frac{b \cdot \alpha (n_2 - 1)}{\alpha (n_2 - 1) - 1} = \frac{\alpha^2 (a + h) (n_2 - 1)}{\alpha (n_2 - 1) - 1}$$

$$H = b + \frac{\alpha H}{n_2 (n_2 - 1)}$$

$$H \left(1 - \frac{\alpha}{n_2 (n_2 - 1)} \right) = b$$

$$H = \frac{b \cdot n_2 (n_2 - 1)}{n_2^2 - n_2 - 1}$$

$$H \left(1 - \frac{1}{n_2 (n_2 - 1)} \right) = b$$

$$H = \frac{\alpha (a + h) n_2 (n_2 - 1)}{n_2^2 - n_2 - 1} = \frac{0,1 \cdot 104 \text{ см} \cdot 1,7 \cdot 0,7}{2,89 - 1 - 1,7} = \frac{10,4 \text{ см} \cdot 1,19}{0,19} =$$

$$= \frac{4537,6 \text{ см}}{19} \approx 238,8 \text{ см} = \frac{1237,6 \text{ см}}{19} \approx 65 \text{ см}$$

ответ: 238 см 65 см

Тут α рассматривается
луч, идущий $\perp$ поверхности
стекла, так как, он увеличивается
и выйдет из правой стороны
луча $\frac{\alpha}{n_2}$

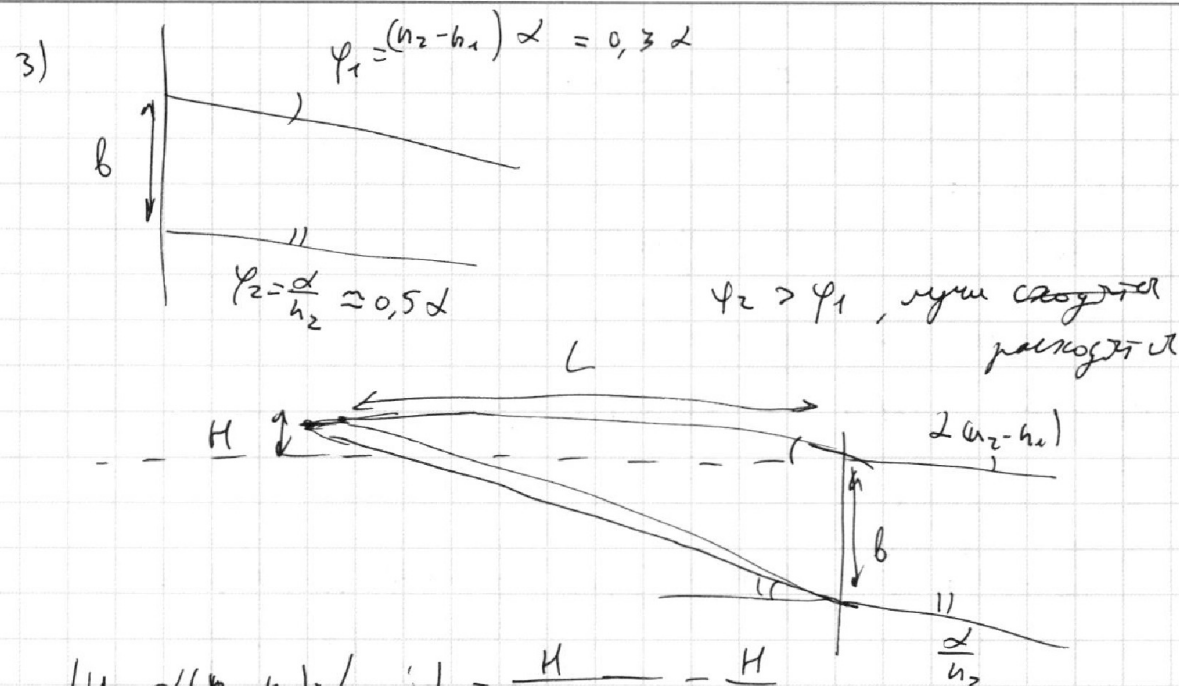
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$H = \alpha (n_2 - n_1) \cdot L ; L = \frac{H}{\alpha (n_2 - n_1)} = \frac{H}{0,3 \alpha}$$

$$H + b = L \frac{\alpha}{n_2}$$

$$H + b = \frac{H}{0,3 n_2 (n_2 - n_1)}$$

$$H \left(1 - \frac{1}{n_2 (n_2 - n_1)} \right) = -b$$

$$H = \frac{b n_2 (n_2 - n_1)}{1 - n_2^2 + n_2 n_1} = \frac{n_1 a + \alpha n_2 (n_2 - n_1) (n_1 a + b)}{1 - n_2^2 + n_2 n_1} =$$

$$= \frac{0,1 \cdot 1,7 \cdot 0,3 \cdot (1,4 \cdot 14 \text{ см} + 14)}{1 - 2,89 + 2,38} = \frac{14 \cdot 10 \cdot 0,1 \cdot 1,7 \cdot 0,3}{0,5 + 0,49} = 14 \text{ см}$$

ответ: 14 см

$$= \frac{14 \cdot 10 \cdot 0,1 \cdot 1,7 \cdot 0,3}{0,49} = \frac{7,14}{0,49} \approx 14 \text{ см}$$

ответ: 14 см

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

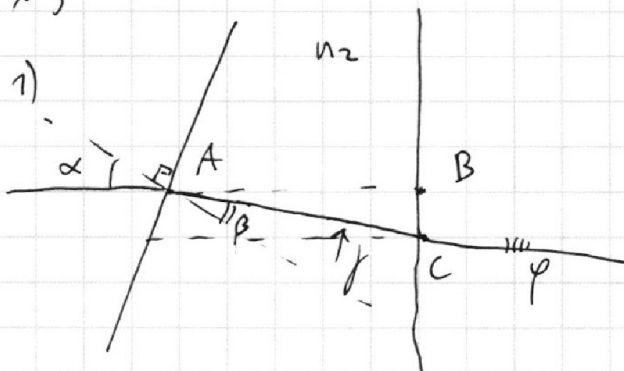
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

№5



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

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

уг. $\triangle ABC$

$$\alpha - \beta + 90^\circ - \gamma = 90^\circ$$

$$\gamma = \alpha - \beta = \alpha (1 - n_2) =$$

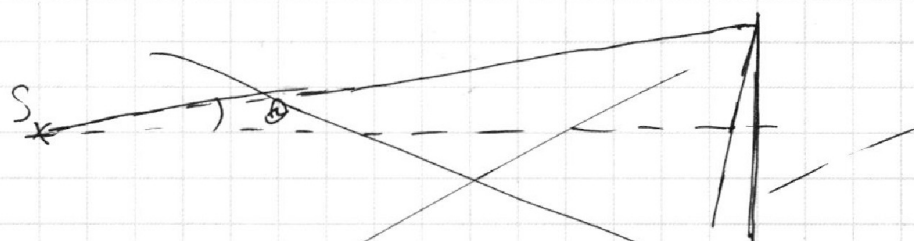
$$= \alpha \left(\frac{n_2 - 1}{n_2} \right)$$

$$n_2 \sin \beta = \sin \gamma$$

$$\alpha (n_2 - 1) = \gamma$$

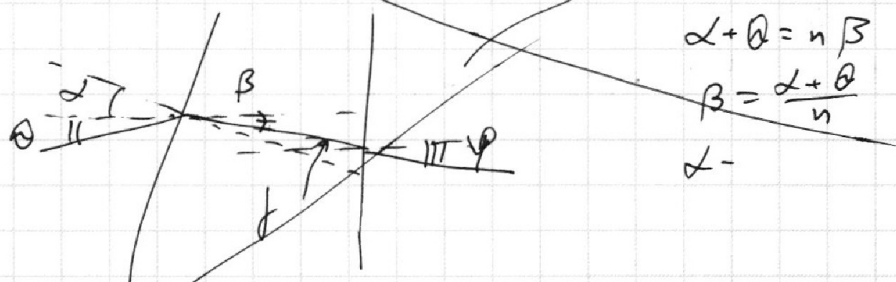
$$\text{ответ: } \alpha (n_2 - 1)$$

2)



Там, где луч падает на экран, он будет

Там, где луч падает на экран, он будет к перпендикуляру к экрану



$$\alpha + \beta = n \beta$$

$$\beta = \frac{\alpha + \beta}{n}$$

$$\alpha -$$

или продолжение

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!



Чертовик

$$\begin{array}{r} - 2,99 \\ 2,38 \\ \hline 51 \end{array}$$

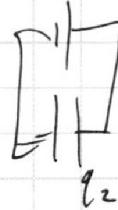
$$\begin{array}{r} \times 19 \\ 3 \\ \hline 57 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 1,70,7 = \\ 0,7 - 0,49 = \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 600 \mid 25 \\ - 50 \\ \hline 100 \end{array}$$

150

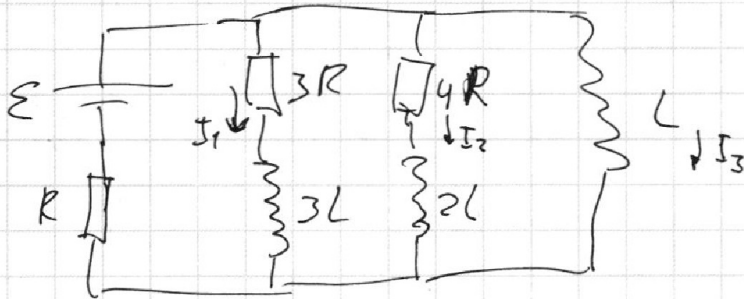
$$\begin{array}{r} 24 \times 1,1 \\ \times 51 \\ + 14 \\ \hline 154 \\ \hline 164 \end{array} = \frac{1}{4t}$$



$$\begin{array}{r} \varepsilon = 4,99 \\ 104 \\ \times 119 \\ \hline 104 \\ + 476 \\ \hline 119 \\ \hline 12376 \end{array}$$

$$\frac{4}{3} R$$

$$\frac{3R \cdot 4R}{3R} = \frac{12R}{3R} = R = \frac{10R}{3R}$$



$$J_{\text{max}} = \mu \cdot H =$$

$$= \frac{\mu^2 \omega}{\sigma}$$

$$J_{\text{max}} = \mu \cdot H$$

$$H = 1$$

$$\mu \cdot \frac{H}{\omega}$$

$$\begin{array}{r} 373/59 \\ 295 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 373/59 \\ - 38463 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 100 \\ - 170 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 119 \\ 104 \\ \hline 130 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 476 \\ 119 \\ \hline 12376 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 373 \times 5 \\ 59 \end{array}$$

$$- 3RI_1 - 3LI_1 + LI_3 = 0$$

$$- 3R \frac{dI_1}{dt} - 3L \frac{dI_1}{dt} + L \frac{dI_3}{dt} = 0$$

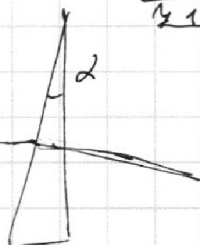
$$\frac{R \mu \mu}{2} V_1 = J_0 R T_0$$

$$\frac{R \mu \mu}{2} V_2 = J_1 R T_0$$

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

$$\begin{array}{r} \times 14 \\ 51 \\ \hline 14 \\ 70 \\ \hline 414 \end{array}$$

$$414 \mid 0,49$$



$$\begin{array}{r} \times 63 \\ 45 \\ \hline 315 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 252 \\ 273 \\ \hline 51 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ 51 \\ \hline 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12376 \mid 19 \\ - 114 \\ \hline 94 \\ - 95 \\ \hline 26 \end{array}$$

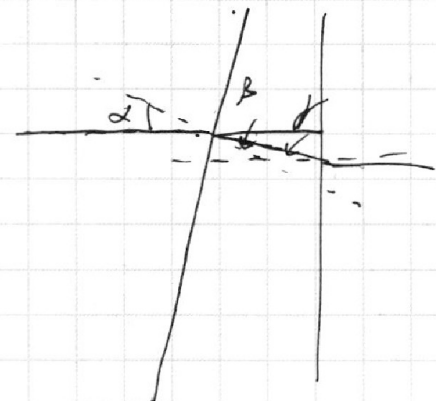
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\alpha = n\beta$$

$$\alpha \cdot \sin n_1 = \beta \cdot \sin n_2$$

$$\beta = \frac{\alpha}{n} = f$$

$$f \cdot \sin n$$

$$n \cdot \sin f = \sin \gamma$$

$$100 \frac{114}{5}$$

$$\begin{array}{r} 45376 \quad | 19 \\ - 38 \\ \hline 113 \\ - 121 \\ \hline 24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 23 \\ 11 \\ \hline 23 \\ + 3 \\ \hline 253 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 17 \\ 19 \\ \hline 119 \\ + 17 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,7 \\ 0,7 \\ \hline 119 \\ + 1,7 \\ \hline 1,19 \end{array}$$

$$\alpha - \beta + 90^\circ - f = 90^\circ$$

$$f = \alpha - \beta = \alpha \left(1 - \frac{1}{n}\right) = \frac{n-1}{n} \cdot \alpha$$

$$n - \alpha \quad \frac{n-1}{n} \cdot \alpha \cdot n = \gamma$$

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

$$\begin{array}{r} \times 104 \\ 119 \\ \hline 136 \\ + 404 \\ \hline 404 \\ + 45376 \end{array}$$

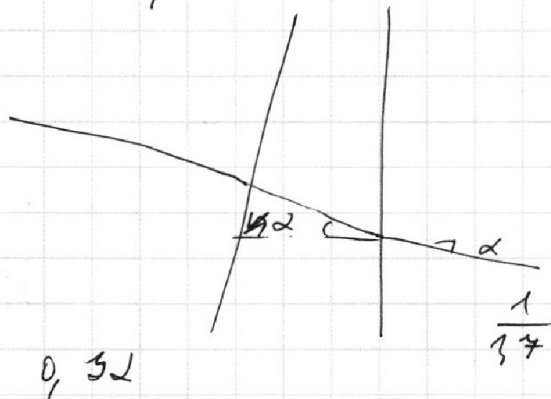
$$\beta = \frac{\alpha + \theta}{n}$$

$$\alpha - \beta + 90^\circ - f = 90^\circ$$

$$f = \alpha - \beta = \frac{\alpha}{n} \alpha \left(1 - \frac{1}{n}\right) + \frac{\theta}{n}$$

$$n \sin \left(\frac{n-1}{n} \alpha + \frac{\theta}{n} \right) = \gamma$$

$$\gamma = \alpha(n-1) + \theta$$



$$0,32$$

$$n\alpha = \beta$$

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

$$\frac{1}{17}$$

$$\begin{array}{r} \times 1,7 \\ 14 \\ \hline 14 \\ + 68 \\ \hline 238 \end{array}$$

$$\frac{100}{17}$$

$$\begin{array}{r} 289 \\ - 238 \\ \hline 51 \end{array}$$

