



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

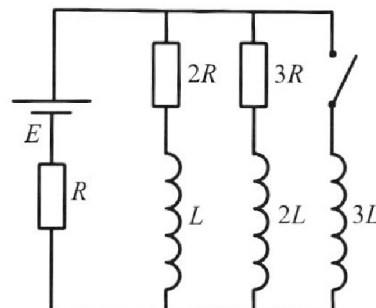
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ 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 $a = 194$ 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 $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

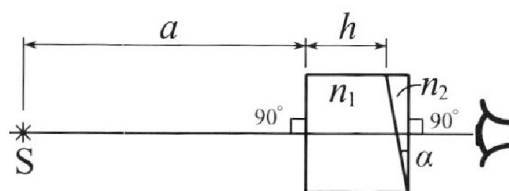


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



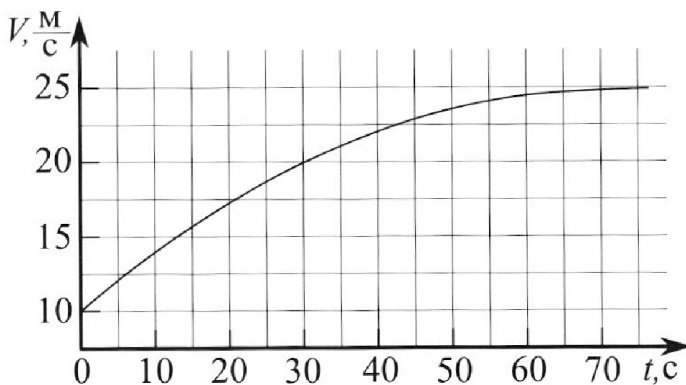
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

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



1. Автомобиль массой $m = 1800$ 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 $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.

2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .

3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

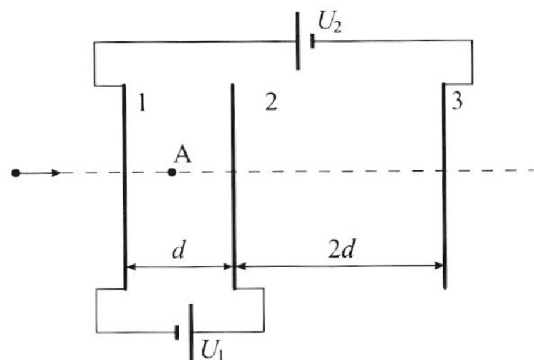
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ 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 $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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 начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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 $U_2 = 4U$. 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 $d/3$ 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!

$$A' = P = F \cdot s' = F \cdot V \Rightarrow P_1 = F_1 \cdot V_1 = 16100 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } P_1 = 16100 \text{ Вт}$$

$$a_1 = 0,225 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F_1 = 805 \text{ Н}$$

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) при $V_1 \neq 0$, $a_1 = \frac{dV_1}{dt}$, нужно взять производную от функции, или провести касательную к графику. $a_1 = \frac{dV_1}{dt}$, рассмотрим малое изменение, когда функция почти линейна и получим $a_1 = \frac{dV_1}{dt} = \frac{1,125 \frac{m}{c}}{5c} = 0,225 \frac{m}{c^2}$

2) ~~Реш~~ 2-й закон Ньютона: $ma_1 = F_T - F_{оп}$
 $F_{оп}$ - сила сопротивления воздуха $F_{оп} = \Delta V$ - проп. скорости
 $ma_1 = F_T - \Delta V_1$; при $V_m = 25 \frac{m}{c}$; $F_k = 500N$, при этом ускорение равно нулю, скорость не изменяется $\Rightarrow F_k = \Delta V_m \Rightarrow \Delta = \frac{F_k}{V_m}$; $ma_1 = F_T - \Delta V_1 = F_T - \frac{F_k V_1}{V_m}$
 $V_m = 25 \frac{m}{c}$

$$\Rightarrow F_T = ma_1 + \frac{F_k}{V_m} \cdot V_1 = 1800 \cdot 0,225 + \frac{500 \cdot 20}{25} =$$

$$= \frac{1800 \cdot 0,225}{2} + \frac{500 \cdot 4}{5} = 400 + \frac{900 \cdot 0,225}{2} = 400 + \frac{90 \cdot 9}{2} =$$

$$= 400 + 405 = 805 N$$

3) $P_1 = F \cdot V_1 = 805 \cdot 20 = 16100 \text{ Вт}$.

Мощность - это сила, приложенная к объекту, умноженная на скорость движения у точки, мощность $A = F \cdot S$

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!

$\rho_0 \frac{V}{2} N_1$
$\rho_0 \frac{V}{4} N_2$

1) Уравнение Менделеева - Клапейрона

$$1) \frac{\rho_0 V}{2} = N_1 R T_0$$

$$2) \frac{\rho_0 V}{4} = N_2 R T_0 \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = 2;$$

N_2 - внизу, N_1 - сверху

2) Когда давление $p = T = \frac{5 T_0}{4}$, то водород пар стал наиболее близким к равновесию с парами.

3) N - в Менделеева - Клапейрона:

$$\frac{pV}{5} = N_1 R T$$

$$N_2 = \frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{16V}{20} - \frac{5V}{20} = \frac{11V}{20}$$

N - в Менделеева Клапейрона для кин. энергии $N_2' = N_2 + \Delta N$

$$\frac{p(p-p_0)V \cdot 11}{20} = N_2' R T \Rightarrow \Delta N = \frac{k p \cdot V}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{11(p-p_0)V}{20} = N_2 R T + \frac{k p V R T}{4} \Rightarrow N_2 R T = \frac{11(p-p_0)V}{20} - \frac{k p V R T}{4}$$

Положим 3 и 1 вычитаем:

$$\textcircled{3} - \textcircled{1} = \frac{pV}{5} - \frac{N_1 R T}{N_1 R T_0} = \frac{5}{4} = \frac{2}{5} \frac{p}{p_0} \Rightarrow p_0 = \frac{25}{8} p$$

Положим 5 и 2 вычитаем

$$\frac{\textcircled{5}}{\textcircled{2}} = \frac{N_2 R T}{N_2 R T_0} = \frac{11(p-p_0)V - \frac{k p V R T}{4}}{20} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{\rho_0 V}{4}$$

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!

$$\frac{5}{4} = \frac{11}{5} \frac{(p - p_a)}{p_0} + \frac{k p R T}{p_0} \Rightarrow \frac{5}{4} p_0 = \frac{11}{5} \left(\frac{25}{8} p_0 - p_a \right) + \frac{k \frac{25}{8} p_0 R T}{8}$$

$$\Rightarrow \frac{11}{5} p_a = \frac{55}{8} p_0 - \frac{k p_0 R T 25}{8} - \frac{5}{4} p_0 = \frac{55}{8} p_0 - \frac{25}{8} p_0 - \frac{5}{4} p_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{11}{5} p_a = \frac{20}{8} p_0 \Rightarrow p_0 = \frac{88}{5 \cdot 20} p_a = \frac{22}{25} p_a$$

$$\text{Answer: } p_0 = \frac{22}{25} p_a; \frac{N_1}{N_2} = 2$$

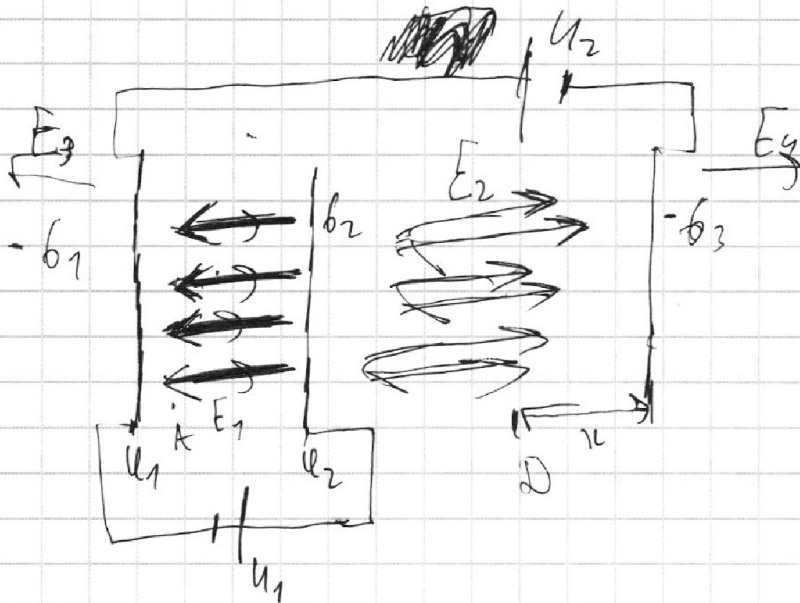
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1) У систем поле постоянное, считаем их бесконечными плоскостями, тогда $U_1 = U_1 - U_2 = E_1 \cdot d \Rightarrow E_1 = \frac{U}{d}$; $F = ma = E_1 \cdot q \Rightarrow a = \frac{E_1 \cdot q}{m}$

$$= \frac{Uq}{dm}$$

2) $E_1 - E_2$ — это разность кинетической энергии, при этом можно сказать что на систему не действуют

$$\text{большее указание и т.д.} \Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = \Delta E_k = E_1 \cdot q \cdot d = U \cdot q$$

$$3) b_2 = b_3 + b_1; E_1 = \frac{b_1}{2\epsilon_0} + \frac{b_2}{2\epsilon_0} - \frac{b_3}{2\epsilon_0}; E_2 = \frac{b_2}{2\epsilon_0} + \frac{b_3}{2\epsilon_0} - \frac{b_1}{2\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow E_1 + E_2 = \frac{b_2}{\epsilon_0} \Rightarrow b_2 = (E_1 + E_2) \epsilon_0$$



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!

$$\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{44q}{3} \Rightarrow (V^2 - V_0^2) = \frac{84q}{3m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{84q}{3m} + V_0^2}$$

Дано: $a = \frac{k_1 \cdot q}{dm}$

$$k_1 - k_2 = 4 \cdot q$$

$$V = \sqrt{\frac{84q}{3m} + V_0^2}$$

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!

В любой момент времени, если обойти контур:

$$I_{10} \cdot 2R + L \frac{dI_{10}}{dt} - 3L \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow I_{10} \cdot 2R = L \left(3 \frac{dI}{dt} - \frac{dI_{10}}{dt} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_{10} \cdot dt \cdot 2R = L(3dI - dI_{10}); \quad I_{10} \cdot dt = dq_{10} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow dq_{10} \cdot 2R = L(3dI - dI_{10}) \Rightarrow \sum dq_{10} \cdot 2R = \sum L(3dI - dI_{10})$$

$$q_{10} \cdot 2R = L(3I - 0) - (0 - I_{10}L) \quad \text{в конце ток на катушке}$$

$$3L \text{ станет равно } I = \frac{\mathcal{E}}{R}, \text{ так как катушка стала}$$

идеальным проводником, а ток на катушке

L станет равен нулю, так как через резистор

перестанет течь ток. $\Rightarrow q_{10} \cdot 2R = L(3I + I_{10}) \Rightarrow$

$$q_{10} = \frac{L(3I + I_{10})}{2R} = \frac{L\left(3\frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{3\mathcal{E}}{11R}\right)}{2R} = \frac{3L\mathcal{E}}{R^2} \left(1 + \frac{1}{11}\right) =$$

$$= \frac{18L\mathcal{E}}{11R^2}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{3\mathcal{E}}{11R}$

$$2) \frac{dI}{dt} = \frac{2}{11} \frac{\mathcal{E}}{L}$$

$$3) q_{10} = \frac{18L\mathcal{E}}{11R^2}$$

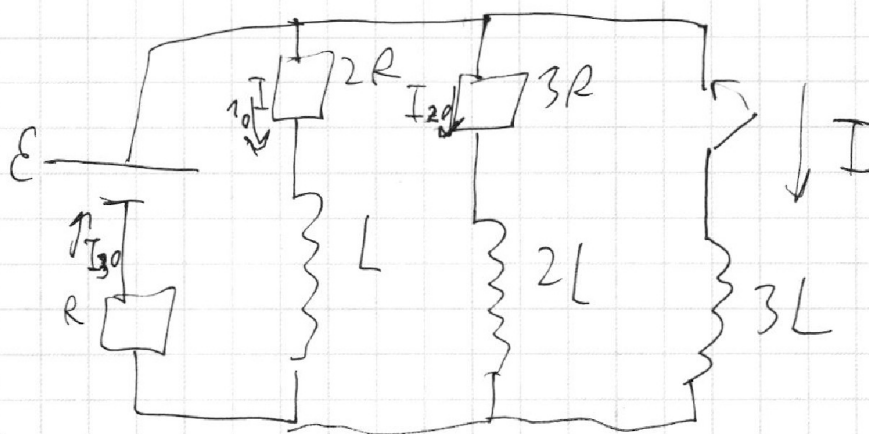
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



1) В установившемся режиме ~~там~~ на катушках нет напряжения, они работают как идеальные проводники $\Rightarrow$

$$1) I_{10} \cdot 2R + I_{30} \cdot R = \mathcal{E}; 2) I_{10} + I_{20} = I_{30}$$

$$3) I_{10} \cdot 2R = I_{20} \cdot 3R \Rightarrow I_{20} = \frac{2}{3} I_{10}$$

$$4) I_{10} + I_{20} = I_{30} = I_{10} + \frac{2}{3} I_{10} = \frac{5}{3} I_{10} = I_{30}$$

$$5) I_{10} \cdot 2R + I_{30} \cdot R = \mathcal{E} = I_{10} \cdot 2R + \frac{5}{3} I_{10} \cdot R = \mathcal{E}$$

$$\frac{11}{3} I_{10} R = \mathcal{E} \Rightarrow I_{10} = \frac{3\mathcal{E}}{11R}$$

2) Заменим закон Кирхгофа. Поток в цепи в начальный момент не изменился.

$$I_{30} = \frac{5}{3} I_{10} = \frac{5\mathcal{E}}{11R} \Rightarrow 3L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - \frac{5\mathcal{E} \cdot R}{11R}$$

$$3L \frac{dI}{dt} = \frac{6}{11} \mathcal{E} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{2\mathcal{E}}{11L}$$

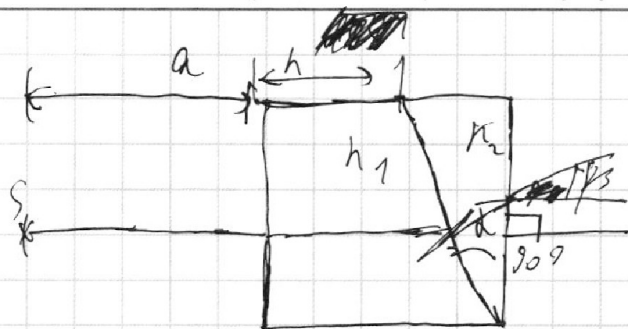
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

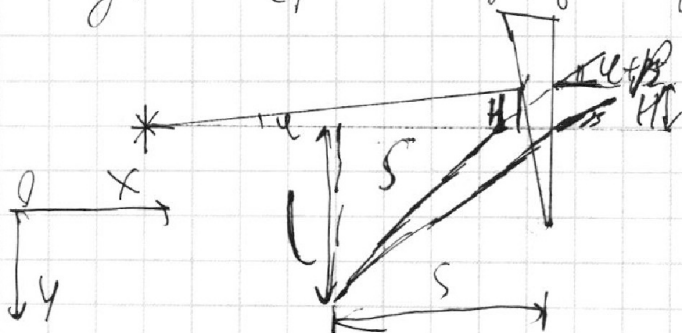
МФТИ

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



1) первую призму можно считать из воздуха
так как $n_1 = n_2 = 1,0 \Rightarrow$ преломляет лучи
только вторая призма, следовательно градусы
преломления для второй линзы: $\beta = d(n_2 - 1) = d \cdot 0,7 =$
 $= 0,07 \text{ рад}$

2) Если угол падения луча пойдет на систему под
углом φ , то выходящий луч пойдет под углом $\varphi + \beta$ к гор.



$$1) H = (a + h) \cdot \varphi$$

$$2) L = S \cdot \beta$$

$$3) L + H = (\varphi + \beta) \cdot S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S \cdot \beta + H = \varphi \cdot S + \beta \cdot S \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = \varphi \cdot S \Rightarrow \varphi \cdot S = (a + h) \cdot \varphi \Rightarrow$$

$$S = a + h \Rightarrow \text{по оси } OX - \text{расстояние}$$

равно нулю, а по оси OY : $L = S \cdot \beta = (a + h) \cdot \beta = (a + h) d (n_2 - 1)$
 $= 203 \cdot 0,07 \cdot 0,7 = 14,21 \text{ см}$



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!

$$L = \sqrt{416^2 + 1^2} \approx 251 \text{ см}$$

$$\text{Ответ: } \gamma/\beta = 0,07 \text{ рад}$$

$$\gamma = (\alpha + h) \cdot 2(h_2 - 1) = 19,21 \text{ см}$$

$$3) L = 251 \text{ см}$$

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

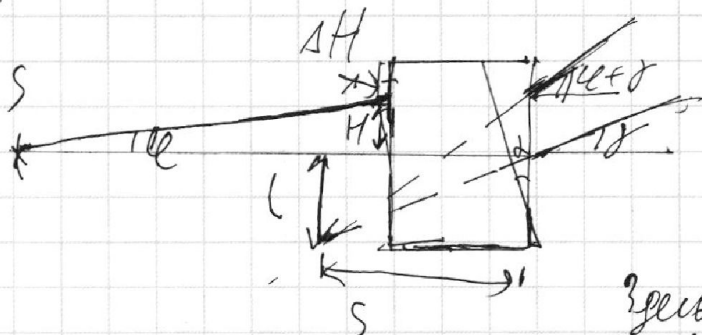
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

3) теперь ~~луч~~ луч будет преломляться
в двух средах и угол его преломления ~~будет~~ будет
равен $\gamma = \alpha(h_2 - 1) + \alpha(h_1 - 1) = \alpha(h_2 + h_1 - 2)$



Здесь луч в самой среде
меняет высоту на ΔH

Пренебрегаем изменением высоты луча в самой

среде, получаем систему уравнений:

$$1) H = l(\alpha + \gamma)$$

$$2) \Delta H + l = S \cdot (\alpha + \gamma)$$

$$\beta \cdot n_1 = \alpha \Rightarrow \gamma = \frac{\alpha}{n_1}$$

$$3) l = S \cdot \gamma$$

$$4) \Delta H = h \cdot \frac{\alpha}{n_1} = h \cdot \gamma \Rightarrow \frac{h \cdot \alpha}{n_1} + H + S \cdot \gamma = S \cdot \alpha + S \cdot \gamma \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S \cdot \alpha = H + \frac{h \cdot \alpha}{n_1} \Rightarrow S \cdot \alpha = \alpha(a + h) + \frac{h \cdot \alpha}{n_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = a + \frac{h(n_1 + 1)}{n_1} \Rightarrow \Delta H = a + h - a + \frac{h(n_1 + 1)}{n_1} =$$

$$= \frac{h(n_1 - n_2 - 1)}{n_1} = -\frac{h}{n_1} = -0.6 \text{ см} \Rightarrow S = a + h + |\Delta H| = 20.6 \text{ см}$$

$$l = S \cdot \gamma = S \cdot \alpha(h_2 + h_1 - 2) = 0.12 \cdot 20.6 = 2.508$$

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!



$$\frac{5}{4} = \frac{6(p-p_a)}{5 p_0} + \frac{k p}{p_0} R T \Rightarrow \frac{5}{4} p_0 = \frac{6}{5} (p-p_a) + k p R T$$

$$p = \frac{25}{8} p_0 \Rightarrow \frac{5}{4} p_0 = \frac{6}{5} \left(\frac{25}{8} p_0 - p_a \right) + \frac{k 25 p_0}{8} R T$$

$$\frac{k 25 p_0 R T}{8} - \frac{5}{4} p_0 + \frac{15}{4} p_0 = \frac{6}{5} p_a \quad b_3 = b_1 + b_2$$

$$p_0 \left(\frac{10}{4} + \frac{25 k R T}{8} \right) = \frac{6}{5} p_a \quad \delta E_2 - E_1 =$$

$$p_0 \left(\frac{10}{4} + \frac{25 \cdot 10^{-2} \cdot 9 \cdot 10^3}{8} \right) = \frac{6}{5} p_a$$

$$p_0 \left(\frac{45}{8} \right) = \frac{6}{5} p_a$$

$$E_2 = \frac{54}{2} d$$

$$E_1 = \frac{4}{d}$$

$$E_1 = \frac{b_2}{2\epsilon_0} + \frac{b_3}{2\epsilon_0} - \frac{b_1}{2\epsilon_0}$$

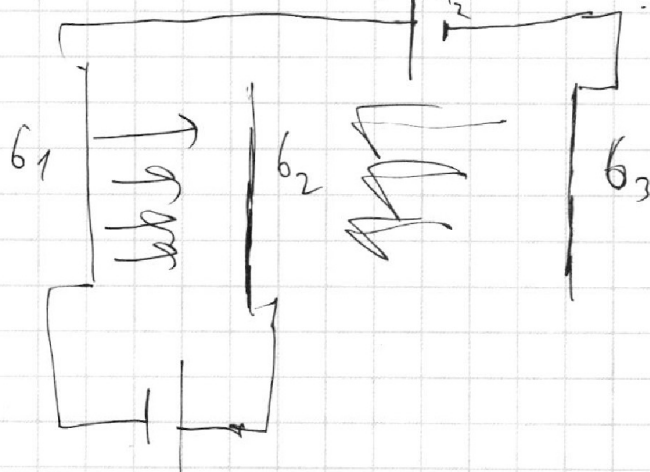
$$E_2 = \frac{b_2}{2\epsilon_0} + \frac{b_1}{2\epsilon_0} + \frac{b_3}{2\epsilon_0}$$

$$\Rightarrow b_2 = (E_1 + E_2) \epsilon_0$$

$$U_2 = E_2 \cdot 2d$$

$$E_2 = \frac{54}{2d}$$

$$b_2 + b_3 = E_2 \epsilon_0$$



$$\frac{U_1}{d} = E_1$$

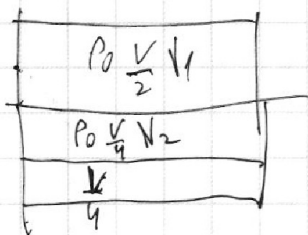
$$U_2 = E_2 \cdot 2d - Q_{1d}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_2^2}{2} = E_1 \cdot d \cdot q \quad U_1 \cdot q$$

$$E_2 = \frac{54}{2d}$$

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!



Уравнение Менделеева - Клапейрона

$$1) \frac{p_0 V}{2} = N_1 R T_0 \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = 2 \Rightarrow$$

$$2) \frac{p_0 V}{4} = N_2 R T_0$$

$$\Rightarrow N_1 = 2 N_2 ; N_2 - \text{сверху}, N_1 - \text{снизу}$$

2) Когда мы нагрели газ до температуры $T = \frac{5T_0}{4}$ и у нас стала в газе (сверху) граница пар насыщенный и имеет давление p_a , тогда

$$3) \frac{p V}{5} = N_1 R T$$

$$V' = \frac{4}{5} V - \frac{V}{4} = \frac{8}{20} V - \frac{5}{20} V = \frac{3}{20} V$$

N_2' - новое кол-во молекул газа.

$$4) \frac{(p - p_a) V \cdot \frac{3}{20}}{10} = N_2' R T \Rightarrow$$

$$N_2' = N_2 + \Delta N = N_2 + k p V$$

$$\Delta N = k p \frac{V}{4}$$

$$\Rightarrow \frac{(p - p_a) V \cdot \frac{3}{20}}{10} = \left(N_2 + k p \frac{V}{4} \right) R T \Rightarrow 5) N_2 R T = \frac{3(p - p_a) V}{20} + \frac{k p V R T}{4}$$

$$\frac{p V_2}{5 p_0 V} = \frac{N_1 R T}{N_2 R T_0} \Rightarrow \frac{2 p}{5 p_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow p = \frac{25}{8} p_0$$

$$\frac{N_2 R T}{N_2 R T_0} = \frac{\frac{3}{20} (p - p_a) V + \frac{k p V R T}{4}}{\frac{p_0 V}{4}} \Rightarrow$$



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

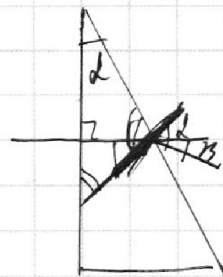
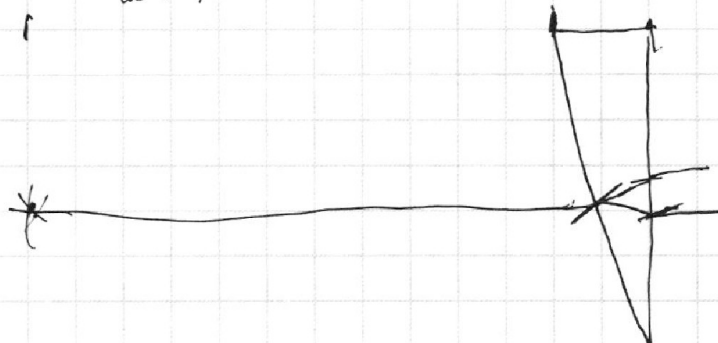
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

$a \neq 4$



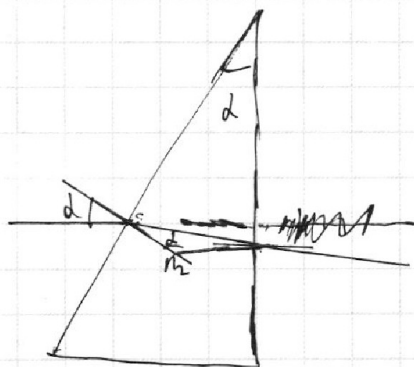
$$\sin \alpha \cdot n_2 = \sin \beta$$
$$\sin(\alpha - \beta) \cdot n_2 = \sin(\alpha + \beta)$$
$$n_2(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cdot n_2$$

$$\beta \cdot n_2 = \alpha$$

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

$$180^\circ - \theta = \beta$$

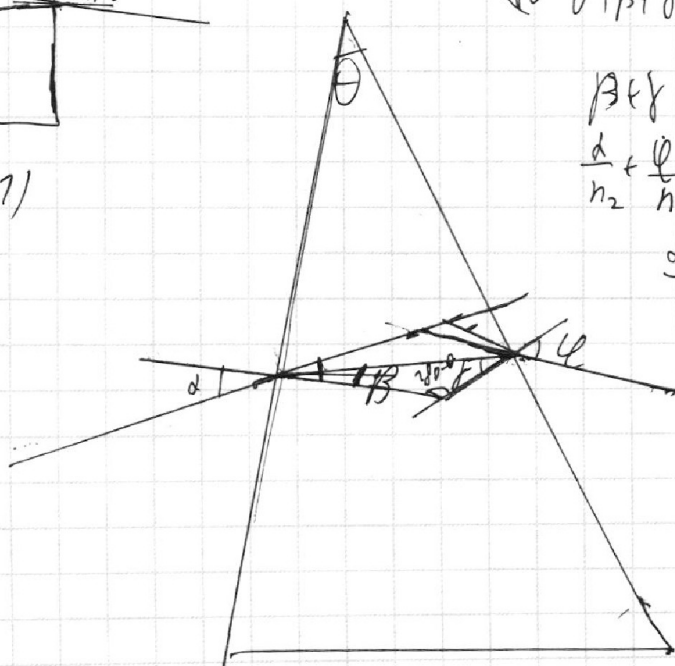
$$180^\circ - \theta + \beta + \gamma = 180^\circ$$



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

$$\beta + \gamma = \theta$$
$$\frac{\alpha}{n_2} + \frac{\beta}{n_2} = \theta$$

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



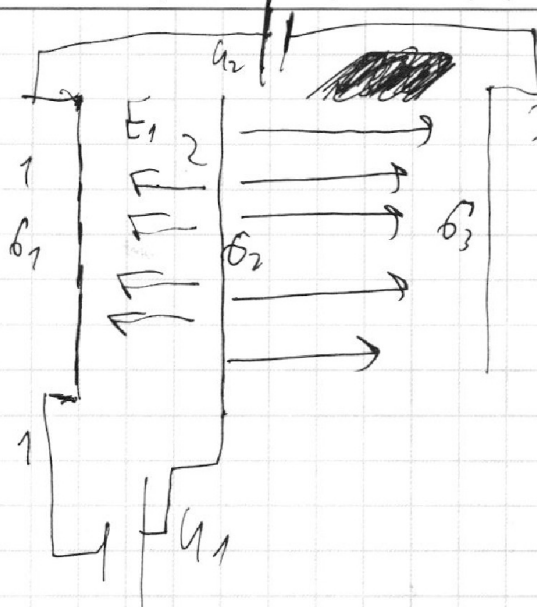
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$72 \cdot 20,9 = 252 - q_2 =$$

$$= 250,9$$

$$\frac{72}{25} = \frac{25}{25}$$

$$E_1 + E_2 = \frac{q_2}{\epsilon_0}$$

$$7) q_1 = q_2 + q_3 \Rightarrow b_1 = -b_2 + b_3 = b_3 - b_2$$

$$E_1 = \frac{b_2}{2\epsilon_0} - \frac{b_1}{2\epsilon_0} + \frac{b_3}{2\epsilon_0} \quad E_2 = \frac{b_1}{2\epsilon_0} + \frac{b_2}{2\epsilon_0} - \frac{b_3}{2\epsilon_0} =$$

$$U_2 = -E_1 d + E_2 \cdot 2d = 44 \quad = \frac{b_1 + b_2 - b_3}{2\epsilon_0}$$

$$U_1 = E_1 \cdot d = 4$$

$$44 = 2(2E_2 - E_1)$$

$$44 = 2E_2 d - 4$$

$$54 = 2E_2 d$$

$$E_2 = \frac{54}{2d} \cdot E_1 = \frac{4}{d}$$

$$a = \frac{E_1 q}{m} = \frac{4q}{d m}$$

$$E_1 = \frac{b_2 - b_1 + b_3}{2\epsilon_0}$$