



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-01

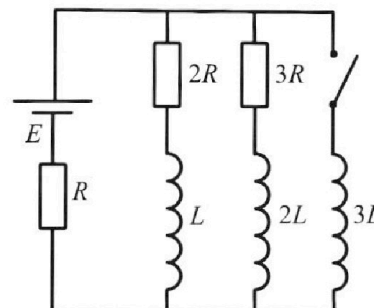
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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 числителями и знаменателями 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.

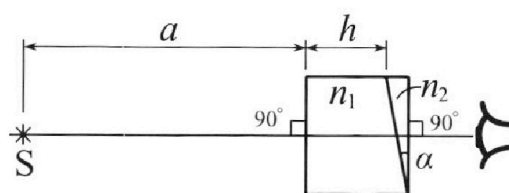


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.



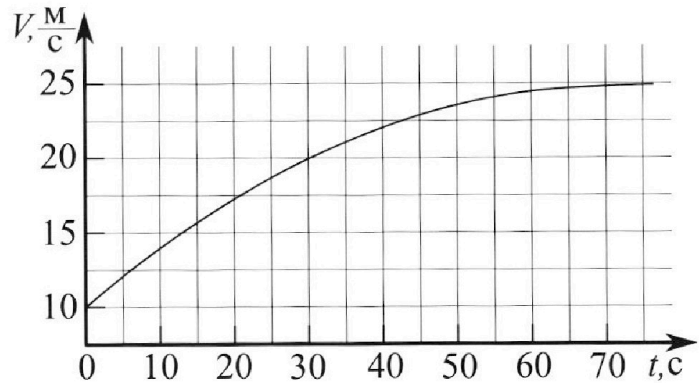
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

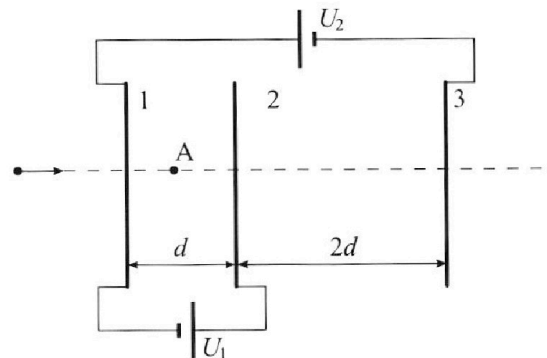
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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_{ATM} (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!

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

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

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

$$F_1 = 805 \text{ Н}$$

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) при $V_1 \neq a_1 = \frac{dV_1}{dt}$, нужно взять производную от функции, или провести касательную к графику. $a_1 = \frac{dV_1}{dt}$, рассмотрим малые изменения, 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) ~~1-й~~ 2-й закон Ньютона: $ma_1 = F_T - F_{оп}$
 $F_{оп}$ - сила сопротивления воздуха $F_{оп} = dV$ - при скорости
 $ma_1 = F_T - dV_1$; при $V_m = 25 \frac{m}{c}$; $F_k = 500N$, при этом ускорение равно нулю, следовательно не изменяем
 $a \Rightarrow F_k = dV_m \Rightarrow d = \frac{F_k}{V_m}$; $ma_1 = F_T - dV_1 = F_T - \frac{F_k V_1}{V_m}$
 $V_m = 25 \frac{m}{c}$

$$\Rightarrow F_T = ma_1 + \frac{F_k}{V_m} \cdot V_1 = 1800 \cdot 0,225 + \frac{500 \cdot 20}{25} =$$
$$= \frac{1800 \cdot 0,225}{2} + \frac{500 \cdot 4}{5} = 400 + \frac{900 \cdot 0,225}{2} = 400 + \frac{90 \cdot 9}{2} =$$
$$= 400 + 405 = 805 N$$

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

Мощность - это сила, приложенная к колёсам, умноженная на их скорость вращения у двигателя, мощность $P = F \cdot S$

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!



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

1) Уравнение Менделеева - Клапейрона

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

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

N_2 - внизу, N_1 - сверху

2) Если нагреть до $T = \frac{5T_0}{4}$, то водород перестанет находиться в равновесии с рамкой.

3) N_2 - 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_2 - Менделеева Клапейрона для ин. газа: $N_2' = N_2 + \Delta N$

$\frac{p - p_0}{20} V \cdot 11 = N_2' R T \Rightarrow$

$\Delta N = \frac{k p_0 V}{4}$

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

Положим 3 и 1 выразиме:

3) $\frac{pV}{5} = N_1 R T = \frac{5}{4} = \frac{2}{5} \frac{p}{\rho_0} \Rightarrow \rho_0 = \frac{25}{8} \rho_0$

Положим 5 и 2 выразиме

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

2) $\frac{p_0 V}{4}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



$$\frac{5}{4} = \frac{11}{5} \frac{(P - P_a)}{P_0} - \frac{k P RT}{P_0} \Rightarrow \frac{5}{4} P_0 = \frac{11}{5} \left(\frac{25}{8} P_0 - P_a \right) - \frac{k \frac{25}{8} P RT}{8}$$

$$\Rightarrow \frac{11}{5} P_a = \frac{55}{8} P_0 - \frac{k P RT 25}{8} - \frac{5}{4} P_0 = \frac{55}{8} P_0 - \frac{25}{8} P_0 - \frac{5}{4} P_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{11}{5} P_a = \frac{20}{8} P_0 \Rightarrow P_0 = \frac{8}{5} P_a = \frac{22}{25} P_a$$

Ответ: $P_0 = \frac{22}{25} P_a; \frac{N_1}{N_2} = 2$

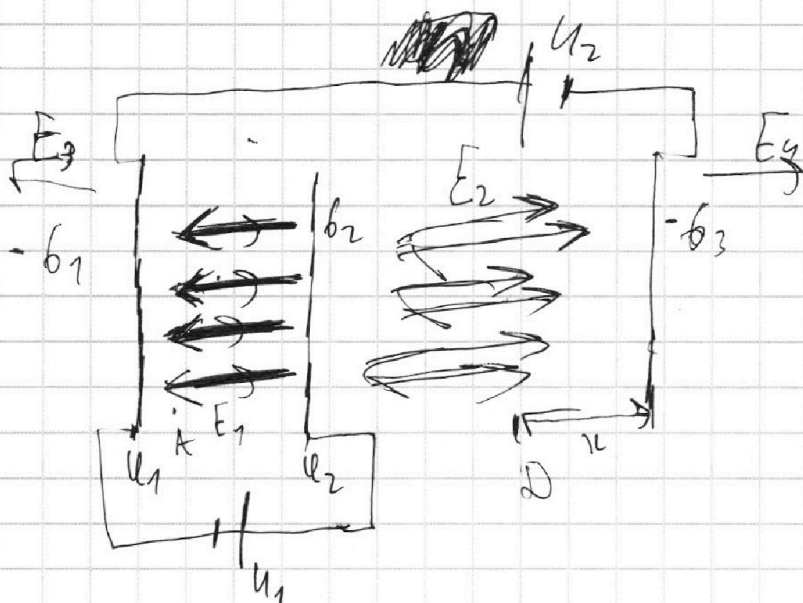
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

$$= \frac{U \cdot q}{d \cdot m} = \frac{U \cdot q}{d \cdot m}$$

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

$$\text{Больше никаких сил: } \frac{mV_1^2}{2} - \frac{mV_2^2}{2} = \Delta E_k = E_1 \cdot q \cdot d = U \cdot q$$

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

$$\Rightarrow E_1 + E_2 = \frac{b_2}{\epsilon_0} \Rightarrow b_2 = \frac{U \cdot \epsilon_0}{E_1 + E_2}$$

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

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



$$\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \frac{4q^2}{3} \Rightarrow (V^2 - V_0^2) = \frac{8q^2}{3m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{8q^2}{3m} + V_0^2}$$

Дана: $a = \frac{k_1 \cdot q}{dm}$

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

$$V = \sqrt{\frac{8q^2}{3m} + V_0^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

В любой момент времени, если обойти контур:

$$I_{10} \cdot 2R + L \frac{dI_{10}}{dt} - 3L \frac{dI}{dt} = 0 \Rightarrow I_{10} \cdot 2R = \frac{L}{dt} (3dI - dI_{10}) \Rightarrow$$
$$\Rightarrow I_{10} \cdot dt \cdot 2R = L(3dI - dI_{10}); \quad I_{10} \cdot dt = dq_{10} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow dq_{10} \cdot 2R = L(3dI - dI_{10}) \Rightarrow \sum dq_{10} \cdot 2R = \sum (L(3dI - dI_{10}))$$

$q_{10} \cdot 2R = L(3I - 0) - (0 - I_{10})$ в конце ток на катушке
 $3L$ считаем равен $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, так как катушка имеет
идеальным проводником, а ток на катушке
 L считаем равен нулю, так как через резистор
перестанет течь ток. $\Rightarrow q_{10} \cdot 2R = L(3I + I_{10}) \Rightarrow$

$$= q_{10} = \frac{L(3I + I_{10})}{2R} = \frac{L(3\frac{\mathcal{E}}{R} + \frac{3\mathcal{E}}{11R})}{2R} = \frac{3L\mathcal{E}}{R^2} \left(1 + \frac{1}{11}\right) =$$
$$= \frac{18L\mathcal{E}}{11R^2}$$

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

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

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

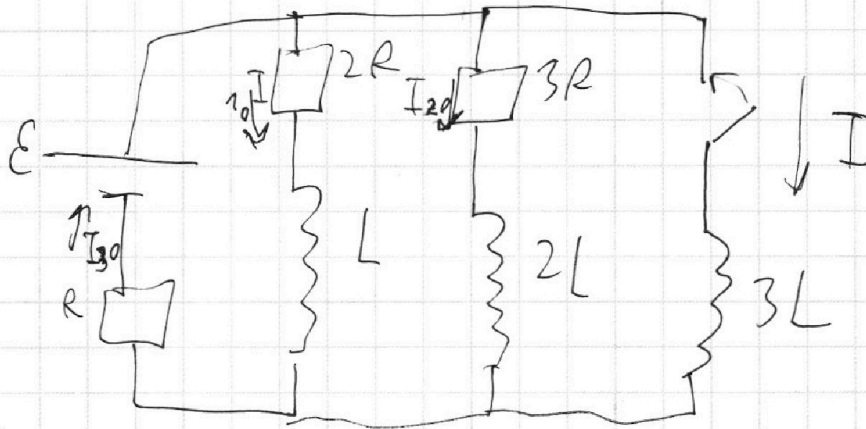
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

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

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

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

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

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

2) $3L \frac{dI}{dt} = \varepsilon - I_{30} R$ Заменим закон Кирхгофа. Токи в цепи в начальный момент не изменились.

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

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

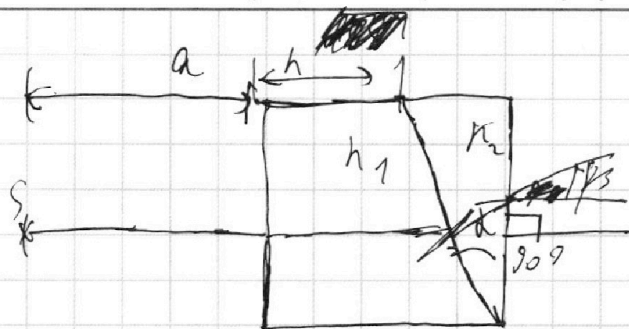
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

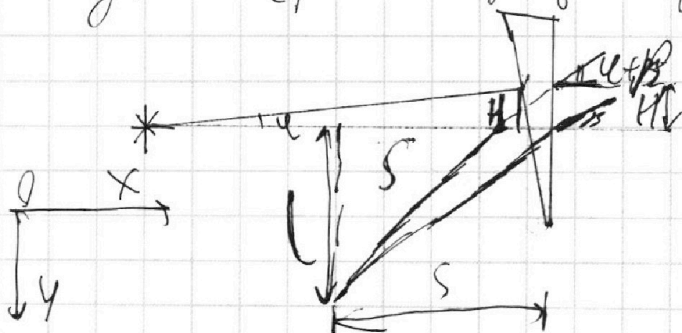
МФТИ

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 изогнутой так как $n_1 = n_2 = 1,0 \Rightarrow$ преломляет луч только во второй призме, следовательно формулой преломления для второй призмы: $\beta = \alpha(n_2 - 1) = \alpha \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад}$

2) Если угол падения луча падает на систему под углом α , то выходящий луч падает под углом $\alpha + \beta$ к гор.



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

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

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

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

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

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

$$\text{равно нулю, а по оси } OY: L = S \cdot \beta = (a+h) \cdot \beta = (a+h) \alpha (n_2 - 1)$$

$$= 203 \cdot 0,07 \cdot 0,7 = 99,21 \text{ см}$$

~~$$S \cdot \beta + H = \alpha \cdot S + \beta \cdot S$$~~
~~$$H = \alpha \cdot S$$~~
~~$$S = a+h$$~~



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

| | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

$$L = \sqrt{410^2 + 10^2} \approx 251 \text{ см}$$

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

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

$$\text{3) } L = 251 \text{ см}$$

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

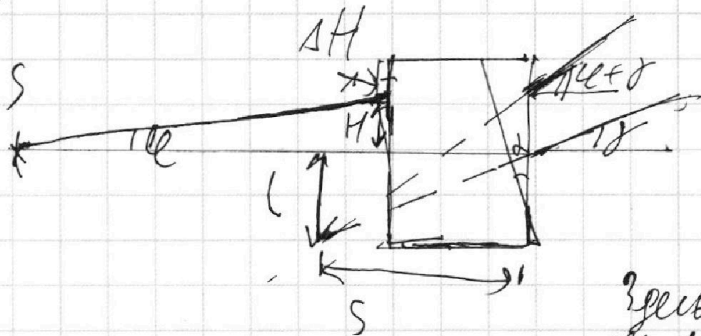
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

3) Поверхность ~~плоская~~ ~~и~~ луч света преломляется в двух средах и угол его преломления ~~большее~~ ~~меньше~~ равен $\gamma = d(n_2 - 1) + d(n_1 - 1) = d(n_2 + n_1 - 2)$



Здесь луч в самой середине имеет высоту на ΔH

~~Требуется изменить высоту луча в самой~~

~~среде, получаем систему уравнений:~~

$$1) H = l \cdot (n_1 - 1)$$

$$2) \Delta H + l = s \cdot (n_2 + \gamma)$$

$$n_1 \cdot n_2 = n_1 \Rightarrow \gamma = \frac{l}{n_1}$$

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

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

$$\Rightarrow s \cdot l = H + \frac{h \cdot l}{n_1} \Rightarrow s \cdot l = l \left(a + \frac{h}{n_1} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow s = a + \frac{h}{n_1} \Rightarrow \Delta H = a + h - a + \frac{h}{n_1} =$$

$$= h \left(\frac{n_1 - n_2 - 1}{n_1} \right) = -\frac{h}{n_1} = -0,8 \text{ см} \Rightarrow S = a + h + |\Delta H| = 20 + 8 =$$

$$l = s \cdot \gamma = S \cdot d(n_2 + n_1 - 2) \Rightarrow 0,8 \cdot 20 = 250,8$$

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!



$$\frac{5}{4} = \frac{6(P-Pa)}{5 p_0} + \frac{K P}{P_0} RT \Rightarrow \frac{5}{4} p_0 = \frac{6}{5} (P-Pa) + K P RT$$

$$P = \frac{25}{8} p_0 \Rightarrow \frac{5}{4} p_0 = \left[\frac{6}{5} \left(\frac{25}{8} p_0 - Pa \right) + \frac{K 25 p_0}{8} RT \right]$$

$$\frac{K 25 p_0 RT}{8} - \frac{5}{4} p_0 + \frac{15}{4} p_0 = \frac{6}{5} Pa \quad b_3 = b_1 + b_2$$

$$p_0 \left(\frac{10}{4} + \frac{25 K RT}{8} \right) = \frac{6}{5} Pa \quad \delta E_2 - E_1 =$$

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

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

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

$$E_1 = \frac{24}{d}$$

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

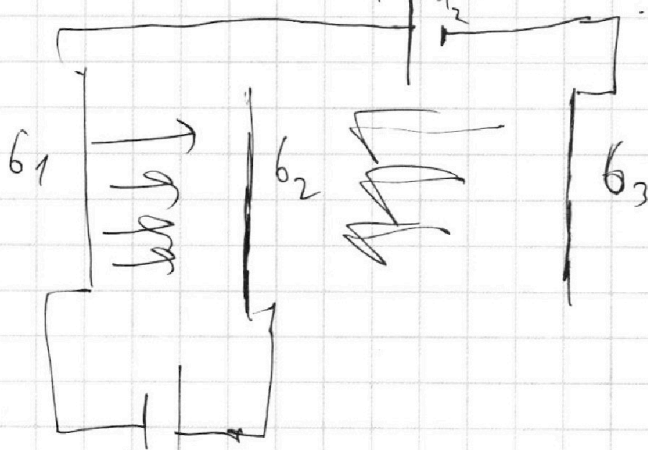
$$E_2 = \frac{b_2}{2\epsilon_0} + \frac{b_1}{2\epsilon_0} + \frac{b_3}{2\epsilon_0}$$

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

$$U_2 = E_2 \cdot 2d$$

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

$$b_2 + b_3 = E_2 \epsilon_0$$



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

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

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

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

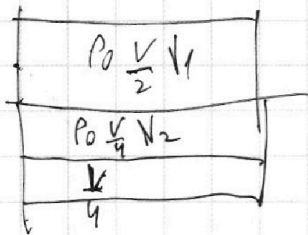
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Уравнение Максвелла - Ома поперек

$$1) \frac{P_0 V}{2} = N_1 R T_0 \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = 2 \Rightarrow$$

$$2) \frac{P_0 V}{4} = N_2 R T_0$$

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

2) Когда обе лампы разогрелись температура $T = \frac{5T_0}{4}$ и

у нас стала в 3 раза больше (сверху) в 2 раза больше (снизу) и имеет значение P_a , тогда

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

$$V' = \frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{8V}{10} - \frac{2.5V}{10} = \frac{5.5V}{10}$$

N_2' - кол-во уле-

кислорода.

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

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

$$4) (P - P_a) \frac{V \cdot 3}{10} = N_2' R T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{(P - P_a) V \cdot 3}{10} = \left(N_2 + k P \frac{V}{4} \right) R T \Rightarrow 5) \frac{V_2 R T}{N_2 R T_0} = \frac{3(P - P_a) V + k P V R T}{10}$$

3

$$\frac{P V_2}{5 P_0 V} = \frac{N_1 R T}{N_2 R T_0} \Rightarrow \frac{2 P}{5 P_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow P = \frac{25}{8} P_0$$

1

5:

$$\frac{V_2 R T}{N_2 R T_0} = \frac{3(P - P_a) V + k P V R T}{10} \Rightarrow$$

2

$$\frac{P_0 V}{4}$$

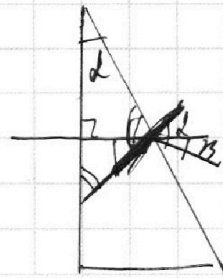
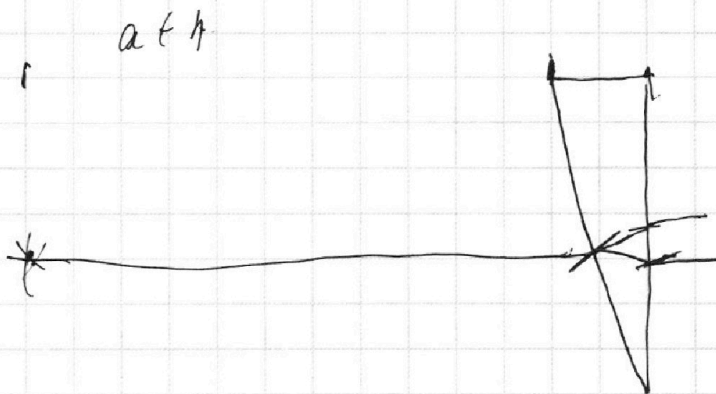
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



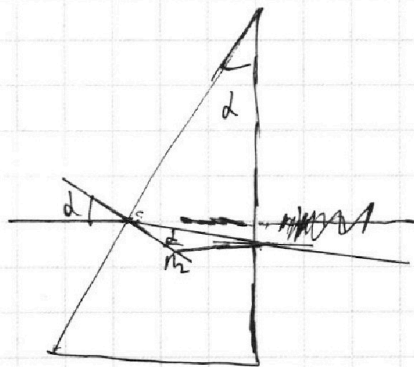
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

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

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



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

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

$$180 - \alpha = \beta$$

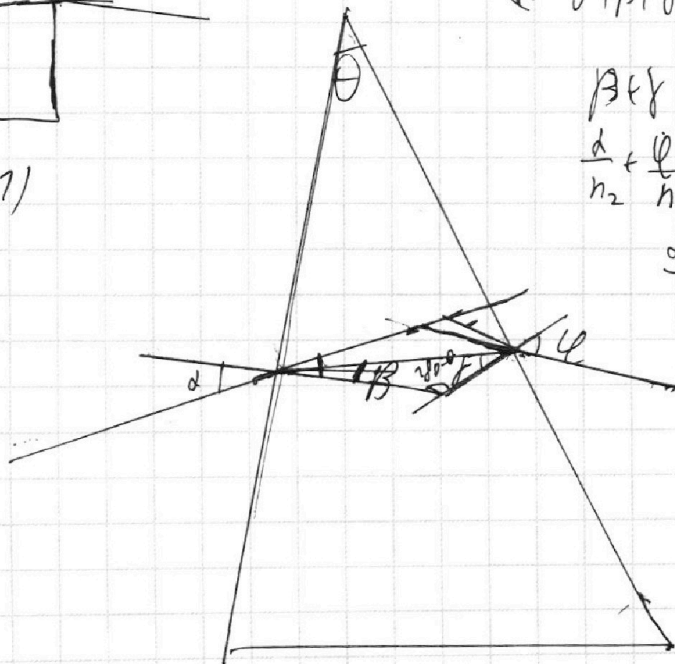
$$180 - \alpha + \beta + \gamma = 180$$

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

$$\beta + \gamma = \alpha$$

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

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



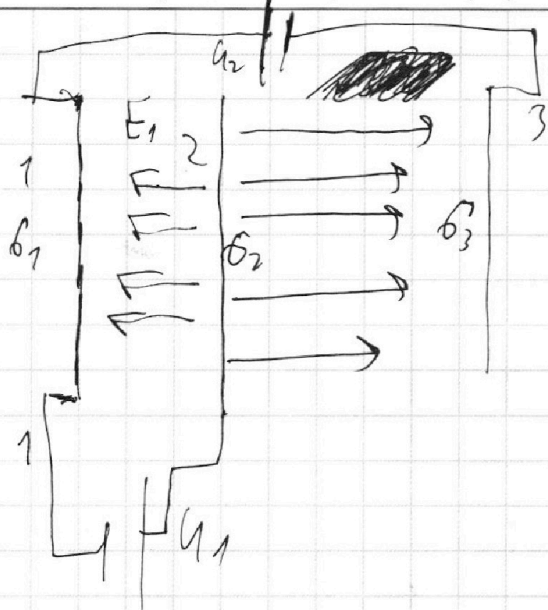
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$72 \cdot 20,9 = 252 - q_2 = 250q$$

$$\frac{72}{25} = \frac{q_2}{q}$$

$$E_1 + E_2 = \frac{\sigma_2}{\epsilon_0}$$

$$1) \sigma_1 = \sigma_2 + \sigma_3 \Rightarrow \sigma_1 = -\sigma_2 + \sigma_3 = \sigma_3 - \sigma_2$$

$$E_1 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} \quad E_2 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} + \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} - \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} =$$

$$U_2 = -E_1 d + E_2 \cdot 2d = 44 \quad = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0}$$

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

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

$$44 = 2E_2 d - 4$$

$$54 = 2E_2 d$$

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

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