



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

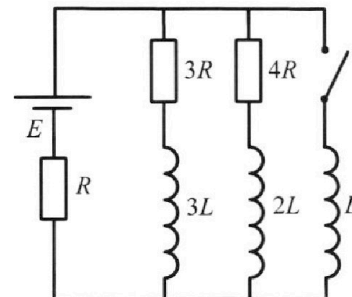
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



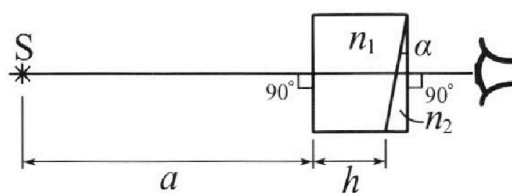
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 $n_v = 1,0$. 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 $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.



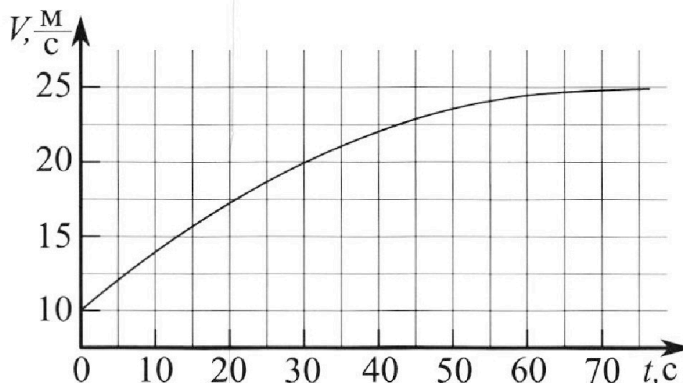
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

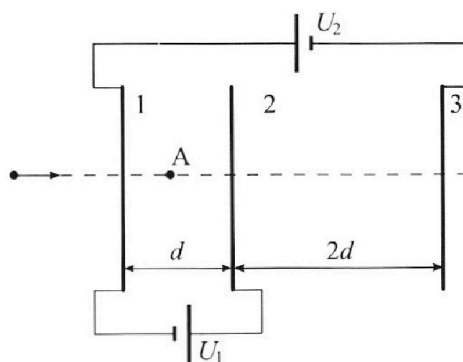
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд 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 Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. 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 А 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



№1)

Для ответа на п.1 воспользуемся графиком. Вблизи $t=0$

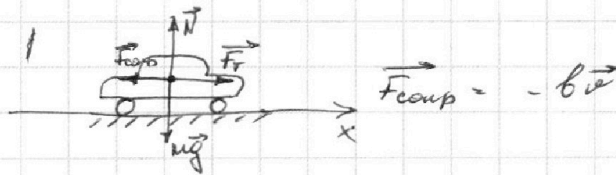
будем считать его линейным, тогда $a = \frac{dv}{dt} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

Для $\Delta t = 5c$ $\Delta v \approx 0,8 \cdot 2,5 \frac{M}{c} = 2 \frac{M}{c}$

$$a_0 = \frac{2 \frac{M}{c}}{5c} = 0,4 \frac{M}{c^2}$$

Ответ: $0,4 \frac{M}{c^2}$

№2)



По 2 3. Ньютону:

$$Ox: F - F_{ср} = ma$$

Для начального момента времени

$$F_0 - bv_0 = ma_0 \Rightarrow F_0 = ma_0 + bv_0$$

Для установившегося режима

$$F_k - bv_k = 0 \Rightarrow b = \frac{F_k}{v_k}$$

$$F_0 = ma_0 + F_k \cdot \frac{v_0}{v_k}, \text{ из графика } v_0 = 10 \frac{M}{c}, v_k = 25 \frac{M}{c}$$

$$F_0 = 1500 \text{ кг} \cdot 0,4 \frac{M}{c^2} + 600 \text{ Н} \cdot \frac{10 \frac{M}{c}}{25 \frac{M}{c}} = 600 \text{ Н} + 600 \text{ Н} + 240 \text{ Н} = 840 \text{ Н}$$

Ответ: 840 Н

3) $P = F \cdot v$

В начальный момент $P_0 = F_0 v_0$

$$P_0 = 840 \text{ Н} \cdot 10 \frac{M}{c} = 8,4 \text{ кВт}$$

Ответ: 8,4 кВт

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

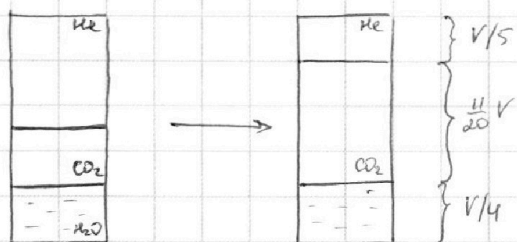
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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)



1) До нагревания

т.к. поршень невесомый, то давления в верхней и нижней частях цилиндра равны. Давлением водного пара пренебрежем. Тогда $p_{He} = p_{CO_2}$.

Газы считаем идеальными

Из ур. Менделеева-Клапейрона:

$$p_{He} = \frac{\nu_{He} RT}{V_{He}} = \frac{2 \nu_{He} RT}{V}$$

$$p_{CO_2} = \frac{\nu_{CO_2} RT}{V_{CO_2}} = \frac{4 \nu_{CO_2} RT}{V}$$

$$\frac{2 \nu_{He} RT}{V} = \frac{4 \nu_{CO_2} RT}{V} \Rightarrow \nu_{He} : \nu_{CO_2} = 2 : 1$$

Ответ: 2:1

$$2) \nu_{He} = \text{const} \Rightarrow \frac{p_{He} V_{He}}{T_{He}} = \text{const}$$

$$\frac{p_{He0} V_{He0}}{T_0} = \frac{p_{He1} V_{He1}}{T_1} \Rightarrow p_{He1} = \frac{p_{He0} V_{He0}}{V_{He1}} \cdot \frac{T_1}{T_0}, \frac{T_1}{T_0} = \beta$$

$$p_{He1} = \frac{p_{Atm} V_5}{2 \cdot 2V} \cdot \beta = \frac{5}{4} \beta \cdot p_A$$

До нагревания $p_{CO_2} = \frac{p_A}{2} \Rightarrow$ в воде растворено $\Delta \nu_{CO_2} = \frac{k p_A V}{8}$

По з. Дальтона после нагревания давление в нижней части сосуда складывается из парциального давления насыщенного CO_2 , растворенного CO_2 и паров воды (при $T = 373 K$ $p_{H_2O} = p_A$)

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!



$$P = P_{CO_2} + \Delta P_{CO_2} + P_{к.п.}$$

$$\frac{P_{CO_2} \cdot V_{CO_2}}{T} = \frac{P_{CO_2} \cdot V_{CO_2}}{T_0} \Rightarrow P_{CO_2} = \frac{P_{CO_2} \cdot V_{CO_2}}{V_{CO_2}} \cdot \beta = \frac{P_A \cdot V}{2 \cdot 4 \cdot \frac{11}{20}} \beta = \frac{20}{88} \beta P_A = \frac{5}{22} \beta P_A$$

$$\Delta P_{CO_2} = \frac{\Delta V_{CO_2} R T}{V_{CO_2}} = \frac{k P_A \cdot 8 \cdot \frac{11}{20} R T}{8 \cdot \frac{11}{20} V} = \frac{5}{22} k P_A R T$$

$$P = \frac{5}{22} \beta P_A + \frac{5}{22} k P_A R T + P_A$$

Т.к. поршень в равновесии, то давление в газе сосуда равно

$$\frac{5}{4} \beta P_A = P_{ге} = P \Rightarrow P = \frac{5}{22} \beta P_A + \frac{5}{22} k P_A R T + P_A$$

$$\frac{5}{4} \beta - \frac{5}{22} \beta = \frac{5}{22} k R T + 1$$

$$\beta \cdot \left(\frac{55 - 10}{44} \right) = \frac{5 k R T + 22}{22}$$

$$\beta = \frac{44}{45} \cdot \frac{5}{22} k R T + \frac{44}{45} = \frac{10}{45} k R T + \frac{44}{45} = \boxed{\frac{2 k R T}{9} + \frac{44}{45}}$$

$$\beta = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{10}{9} \cdot \frac{8.31}{1000}}{9} + \frac{44}{45} = \frac{1}{3} + \frac{44}{45} = \frac{59}{45}$$

Ответ: $\frac{59}{45}$



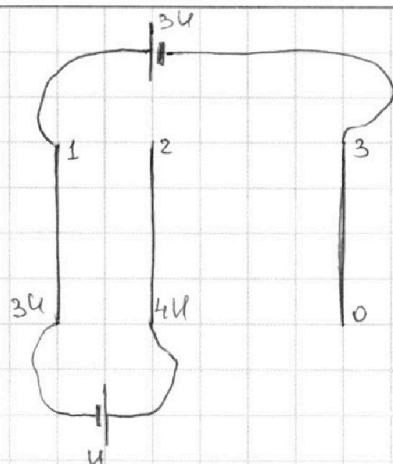
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



- 1) Примем потенциал правой пластины $\varphi_3 = 0$, тогда потенциал левой $\varphi_1 = 3U$, потенциал середины $\varphi_2 = 4U$

Размеры сеток много больше d , считаем поле вблизи траектории частицы однородным. Тогда

$$U = Ed$$

Поле направленность поле между 1 и 2

$$E_{12} = \frac{U_{12}}{d} = \frac{U}{d}$$

Из 2 3. Ньютона (силы тяжести и силами сопротивления пренебрегаем)

$$m a_n = F_k = q E_{12} \Rightarrow a = \frac{q E_{12}}{m} = \frac{q U}{m d}$$

Ответ: $\frac{qU}{md}$

- 2) В системе действует лишь консервативные силы $\Rightarrow$

$$\Delta W_{\text{мех}} = \Delta W_n = -\Delta W_k$$

$$\Delta W_n = q \Delta \varphi = qU \Rightarrow \Delta W_k = -qU$$

$$K_1 - K_2 = -\Delta W_k = qU$$

Ответ: qU



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!

На траектории частицы за пределами ядра (слева от 1)
напряженность поля 0 $\Rightarrow$ скорость частицы постоянна

$$W_k = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\Delta W_k = - \Delta W_n = - \frac{qU}{4} \quad (\Delta \varphi = \frac{U}{4}, \text{ т.к. поле однородно})$$

$$W_{kA} = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{qU}{4}$$

$$v_A = \sqrt{\frac{2W_{kA}}{m}} = \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$$

$$\text{Ответ: } \sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$$



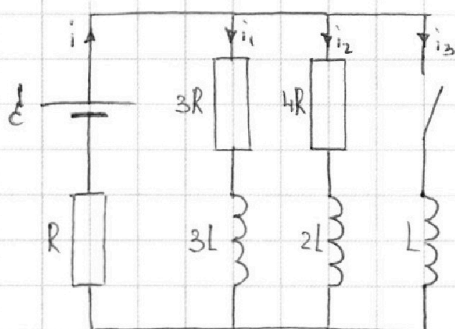
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 разомкнутом ключе в установившемся режиме ток постояен $\Rightarrow$ напряжения на катушках 0

Сумма результирующее сопротивление $R_{\Sigma} = \frac{19}{7}R \Rightarrow$
Ток через источник $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_{\Sigma}} = \frac{7\mathcal{E}}{19R}$

Резисторы $3R$ и $4R$ параллельны $\Rightarrow I_{10} = \frac{4}{7}I_0 = \frac{4\mathcal{E}}{19R}$

Ответ: $\frac{4\mathcal{E}}{19R}$

- 2) Сразу после замыкания ключа ток через источник не изменяется, тогда из 3. Ома

$$L \frac{di_3}{dt} = \mathcal{E} - I_0 R = \mathcal{E} - \frac{7}{19}\mathcal{E} = \frac{12\mathcal{E}}{19}$$

$$\frac{di_3}{dt} = \frac{12\mathcal{E}}{19L}$$

Ответ: $\frac{12\mathcal{E}}{19L}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

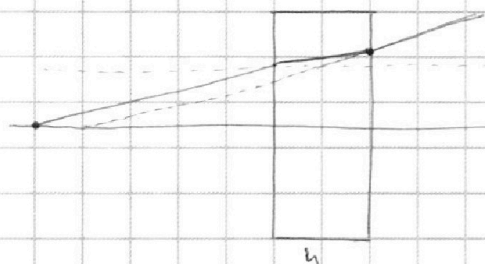
МФТИ

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

В пункте 1 катаный угол с горизонтально
0 $\Rightarrow$ константа $(n_2 - 1)\alpha$

$$\alpha_1 = 0,70,1 = 0,07 \quad \text{Ответ на п.1: } 0,07$$

3) Разобьём левую призму (в сечении) на
прямоуг. и треуго.



прямоугольный часть не имеет направления хода луча, однако приближает изображение объекта на

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

Одна из треугольной частей повернёт изображение на $(n_1 - 1)\alpha$. Вторая в другую сторону на $(n_2 - 1)\alpha$
Итого изображение повернётся на $|n_2 - n_1|\alpha$

Тогда расстояние между объектом и изображением

Расстояние между изображением, видимым наблюдателю и изображением в плоског. линзе

$$R_{\text{набл}} = R_{\text{линз}} \cdot |n_2 - n_1| \alpha ; = 100 \cdot 0,03 = 3 \text{ см}$$

$$R_{\text{линз}} = R_{\text{линз}} = (a + h) - h \left(1 - \frac{1}{n}\right) ; = 104 - 14 \left(1 - \frac{1}{1,4}\right) = 104 - 14 + 10 = 100 \text{ см}$$

$$R_{\text{судит}} = \sqrt{R_{\text{набл}}^2 + R_{\text{линз}}^2} =$$

$$= \sqrt{10000 + 9} \text{ см} = \sqrt{10009} \text{ см} \quad \sqrt{3^2 + 100^2} \text{ см} = 100 \text{ см}$$

Ответ: ~~10009~~ см
100 см

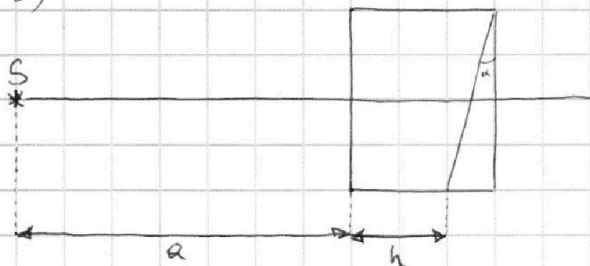
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

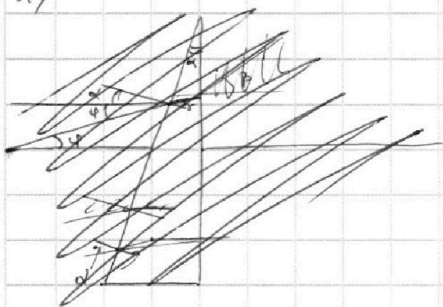


МФТИ

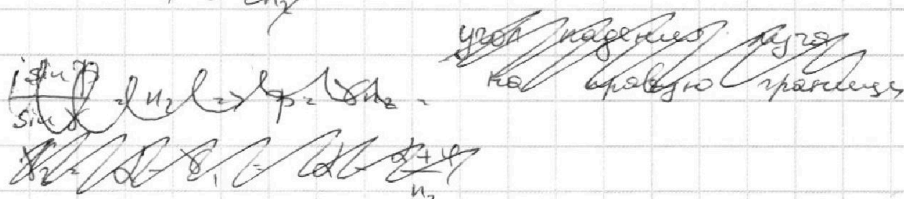
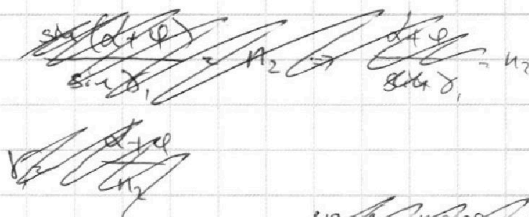
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\sqrt{5})$$


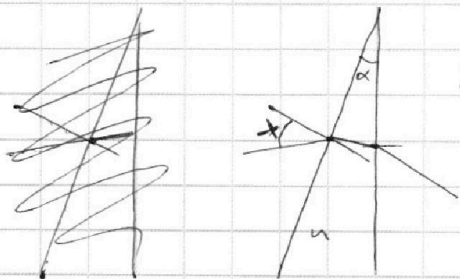
1)



Вспомогательная функция, $\sin x \approx x$



Тогда φ выразится из уравнения $\mu_2 \delta_2 = (n_2 - 1) \delta_2 + \varphi$
Решим, получим уравнение, "повторяющееся" выразим μ_2 из $(n_2 - 1) \delta_2$



Луч падает на призму под углом α , преломляется под углом $\frac{\alpha}{n}$ ($\frac{\sin \alpha}{\sin \frac{\alpha}{n}} = n \Rightarrow \frac{\alpha}{\frac{\alpha}{n}} = n$). Падает на край призмы под углом $\alpha - \frac{\alpha}{n}$, преломляется под углом $n(\alpha - \frac{\alpha}{n}) = \alpha$ к горизонтали. Изменяя $\alpha - \alpha$ к горизонтали.

Т.е. путь "поворачивает" вниз на угол $(n-1)\alpha'$

Если $n_1 = n_2 = 1$, то левая призма никак не влияет на ход луча, правая превращает его наблюдателя картинку на малый угол $(n-1)\alpha$. Тогда расстояние между объектом и изображением $l = (n-1)\alpha/(a+h)$ (дуга окр)

$$R = (n_2 - 1) \lambda (a + h) = 0,7 \cdot 0,1 \cdot 104 \text{ nm} = 7,28 \text{ nm} \quad \text{Ober: } 7,28 \text{ nm}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:


МФТИ

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

$a = 90 \text{ cm}$
 $u = 14 \text{ cm}$

$$\frac{\log\left(\frac{x}{n}\right)}{\log x}$$

$$\frac{h \frac{d}{n}}{d}$$

$$\frac{h}{m}$$

α

[illegible]

$$(\alpha - \frac{\alpha}{\alpha + \beta}) \cdot n_2$$

$$m \rightarrow -m$$

$$\alpha(I - \alpha)$$

$$p(z-1) d$$

$$(n_2 - 1) \propto$$

$$\frac{r_2}{r_1} = \frac{w_2}{w_1}$$

8/8

$$\frac{c + d}{n_2}$$

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!

$$6\epsilon - 6L \frac{di_1}{dt} = 6i_1 R$$

$$40.6 \quad i_1 = \frac{\epsilon}{3R} - \frac{6L}{R} \frac{di_1}{dt} - \frac{i_1 R}{3}$$

$$36\epsilon - 6L \frac{di_2}{dt} = 12i_2 R + 3i_1 R$$

$$2\epsilon - 6L \frac{di_3}{dt} = 6i_1 R + 2i_2 R$$

$$11\epsilon - 6L \frac{di_1}{dt} = 11i_1 R + 12i_2 R + 6i_3 R$$

$$\int_0^\infty i_1 dt = \int_0^\infty \left(\frac{\epsilon}{3R} - \frac{6L}{R} \frac{di_1}{dt} - \frac{i_1 R}{3} \right) dt = -L i_1 \Big|_0^\infty$$

$$\frac{P_A}{8\gamma_0} = \frac{P_{C2} \sqrt{1/4}}{\gamma_0} = \frac{P_1 \frac{11}{20} K}{\gamma}$$

$$\Delta J = \frac{k p_0 V}{8}$$

$$P_1 = P_2 \quad \frac{P_A \gamma \cdot 20}{8\gamma_0 \cdot 11} = \frac{20}{88} P_A \cdot \phi$$

$$\Delta P = \frac{\Delta J \gamma}{\frac{11}{20} V} = \frac{20 k p_0 K \gamma}{88 K} = \frac{20 k p_0 \gamma}{88}$$

$$P_{C2} = P_A$$

$$\frac{20}{88} P_A \gamma + \frac{20 k p_0 \gamma}{88} + P_A = \frac{5}{4} P_A$$

$$\frac{20}{88} P_A \gamma + \frac{20 k p_0 \gamma}{88} + P_A = \frac{5}{4} P_A$$

$$\frac{20}{88} P_A \gamma + \frac{20 k p_0 \gamma}{88} + P_A = \frac{5}{4} P_A$$

$$\Delta J = \frac{k p_0 V}{8}$$

$$\Delta J = \frac{k p_0 V}{8}$$

$$\Delta J = \frac{k p_0 V}{8}$$

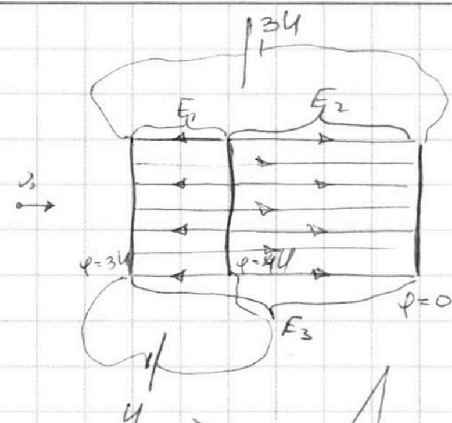
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$U = E \cdot d$$

$$\frac{U}{d} = E_0$$

$$E_2 + E_3 = \frac{2U}{d} = 2E_0$$

$$E_1 - E_3 = E_0$$

$$(E_2 + E_3) \cdot 2d = 4U$$

$$(E_1 - E_3) \cdot d = U$$

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

$$(3E_3 + 2E_2 - E_1) d = 3U$$

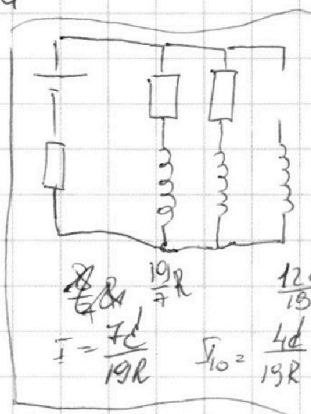
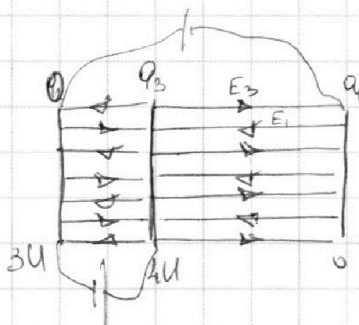
$$a+b=0$$

$$b+c=0$$

$$c+a=0$$

$$\frac{1}{R} (1 - e^{-t/\tau})$$

$$E = \frac{q}{2\epsilon_0 S}$$



$$I = \frac{U}{19R}$$

$$I_0 = \frac{4U}{19R}$$

$$E_3 - E_1$$

$$4U = (E_3 - E_1) \cdot 2d$$

$$E_3 - E_1 = 2E_0$$

$$(E_3 - E_2) d = U$$

$$E_2 - E_1 = E_0$$

$$E_3 - E_2 = E_0$$

$$E_1 + E_2 + E_3 = 0$$

$$3E_3 = 3E_0 \Rightarrow E_3 = E_0$$

$$E_2 = 0$$

$$E_1 = -E_0$$

$$E_3 = 1.5E_0$$

$$E_1 = -1.5E_0 - E_0$$

$$E_2 = -0.5E_0$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{qE_0}{m}$$

$$i_2 R + i_1 R$$

$$E_3 + E_2 - E_1 = 2E_0$$

$$E_3 + E_1 - E_2 = E_0$$

$$E_3 + E_2 + E_1 = 0$$

$$2E_3 + 2E_1 = E_0$$

$$L \frac{di}{dt} + iR = \mathcal{E}$$

$$\Rightarrow E_0$$

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!



0,8

$$\frac{2,5 \cdot 0,8 \frac{M}{c}}{5 c} = \frac{2,5 \cdot 25 \frac{M}{c}}{5 c} = 0,4 \frac{M}{c^2} \quad (21)$$

$$25 \frac{M}{c^2} \quad v_c = 25 \frac{M}{c^2}$$

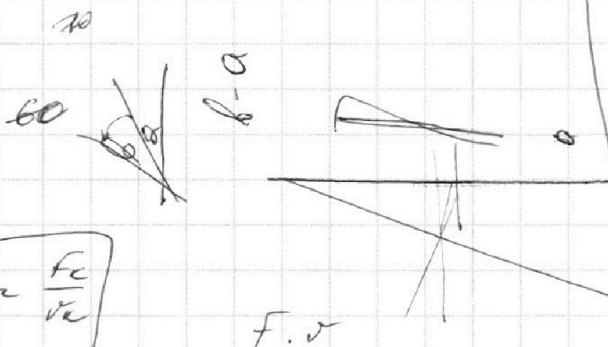
$$m a = F_r - b v$$

$$0 = F_r - b v_c \Rightarrow b = \frac{F_r}{v_c}$$

$$m a = F_0 - b v$$

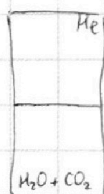
$$F_0 = m a + b v$$

$$P_0 = F_0 v_0 - (m a_0 + b v_0) v_0$$



$$x_{12} = \frac{1}{2} \frac{v_1^2 - v_2^2}{a}$$

$$x_{12} = \frac{1}{2} \frac{v_1^2 - v_2^2}{a}$$



$$P_0 = P_{atm} / 2$$

$$T_0$$

$$V_0 = \frac{V}{4}$$

$$\frac{1}{4} \frac{V}{5}$$

$$\Delta V = k p V$$

$$k = 9,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

$$P_{atm} = 0$$

$$P V = n R T$$

$$J_0 = \frac{(\frac{5}{4} P_{atm} P - P_{atm}) \cdot 11 V}{20 R T}$$

$$R T = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} + \frac{k p V}{8}$$

$$V \frac{1}{4} - \frac{V}{5} = \frac{11}{20} V$$

$$0: \quad k = \frac{P_{He}}{P_{CO_2} + P_{H_2O}} = \frac{P_{He}}{P_{CO_2}} = \frac{\frac{J_{He} R T_0}{2 V_{He}}}{\frac{J_{CO_2} R T_0}{2 V_{CO_2}}} = \frac{J_{He}}{2 J_{CO_2}} \Rightarrow J_{He} = 2 J_{CO_2}$$

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

$$J_{CO_2} = P_{atm} 2V + k P_0 \frac{V}{4}, \quad P_0 = \frac{P_{atm}}{2} = 2V + \frac{k P_0 V}{8}$$

$$He: T_0, \frac{P_{atm}}{2}, \frac{V}{2} \rightarrow T, P, \frac{V}{5}$$

$$\Rightarrow P_{atm} \frac{P_{atm} V}{4 T_0} = \frac{P V}{5 T} \Rightarrow P = P_{atm} \cdot \frac{5}{4} \frac{T}{T_0} = \frac{5}{4} P_{atm} \cdot P$$

$$H_2O + CO_2: \frac{P_{atm} V}{2 T_0} = \frac{P V}{5 T}$$

$$\frac{2}{8 T_0} = \frac{11 (\frac{5}{4} P - 1)}{20 P}$$

$$\frac{P_0 V_0}{V_0} = \frac{P_1 V_1}{V_1 P}$$

$$\frac{P_{atm} V}{2 \cdot 4 \cdot 10^3} = \frac{(\frac{5}{4} P_{atm} P - P_{atm}) V_{atm}}{20 P}$$