

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

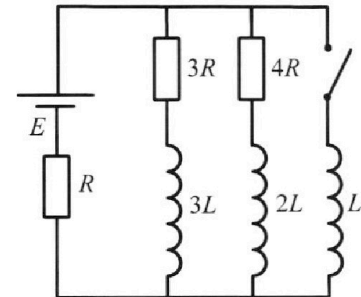
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



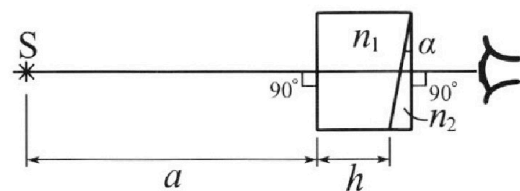
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

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

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



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



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

- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



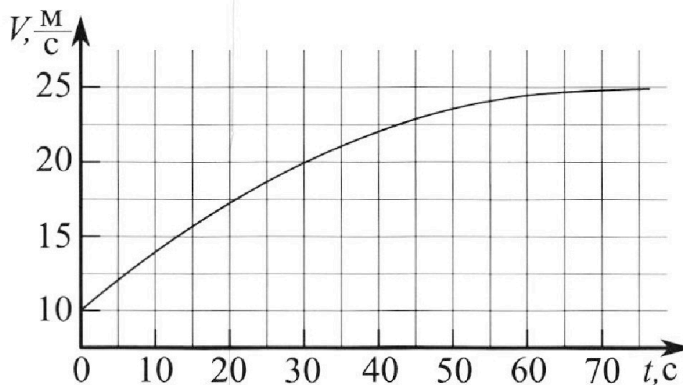
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

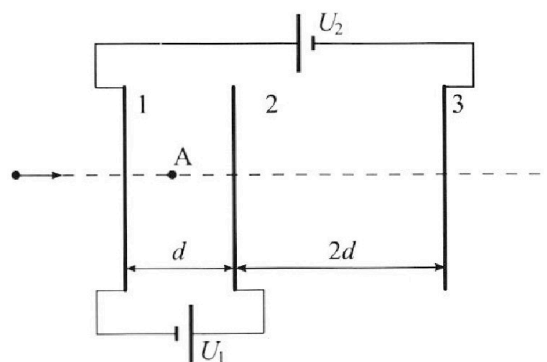
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 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 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

МФТИ

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

№1)

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

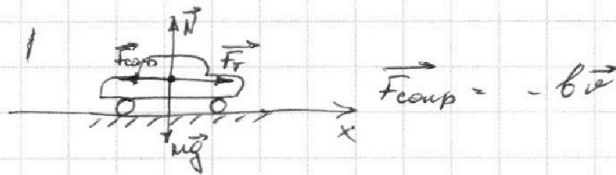
будем считать его линейным, тогда $a = \frac{dv}{dt} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

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

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

Ответ: $0,4 \frac{\text{M}}{\text{c}^2}$

№2)



По 2 3. Ньютона:

$$\text{ОХ: } F_0 - F_{\text{сoпp}} = ma$$

Для начального момента времени

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

Для установившегося режима

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

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

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

Ответ: 840 Н

3) По $P = F \cdot v$

В начальный момент $P_0 = F_0 v_0$

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

Ответ: 8,4 кВт

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

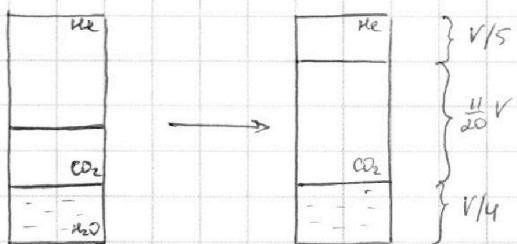
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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 паров пренебрежем. Тогда $p_{He_0} = p_{CO_2_0}$.

Газы считаем идеальными

Из ур. Менделеева-Клапейрона:

$$p_{He_0} = \frac{\nu_{He} RT}{V_{He}} = \frac{2 \nu_{He} RT}{V}$$

$$p_{CO_2_0} = \frac{\nu_{CO_2} RT}{V_{CO_2}} = \frac{4 \nu_{CO_2} RT}{V}$$

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

Ответ: 2:1

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

$$\frac{p_{He_0} V_{He_0}}{T_0} = \frac{p_{He_1} V_{He_1}}{T_1} \Rightarrow p_{He_1} = \frac{p_{He_0} V_{He_0}}{V_{He_1}} \cdot \frac{T_1}{T_0}, \frac{T_1}{T_0} = \beta$$

$$p_{He_1} = \frac{p_{atm} V_5}{2 \cdot 2V} \cdot \beta = \frac{5}{4} \beta \cdot p_A$$

До нагревания $p_{CO_2_0} = \frac{p_A}{2} \Rightarrow$ 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 начального CO_2 , растворенного CO_2 и нач. 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
<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!



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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\beta = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{моль}}{\text{моль}} \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}}{9} + \frac{44}{45} = \frac{1}{3} + \frac{44}{45} = \frac{59}{45}$$

Ответ: $\frac{59}{45}$

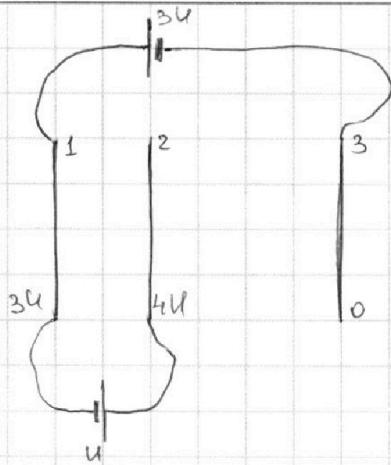
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



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

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

$$U = Ed$$

Поле направлено вниз между 1 и 2

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

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

$$m a_{12} = F_k = q E_{12} \Rightarrow a = \frac{q E_{12}}{m} = \frac{qU}{md}$$

Ответ: $\frac{qU}{md}$

2) В системе действует лишь консервативное поле \Rightarrow

$$\Delta E_{\text{пот}} = -\Delta W_k$$

$$\Rightarrow \Delta W_{\text{пот}} = q \Delta \varphi = qU \Rightarrow \Delta W_k = -qU$$

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

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

МФТИ

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

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

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

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

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

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

Ответ: $\sqrt{v_0^2 - \frac{qU}{2m}}$

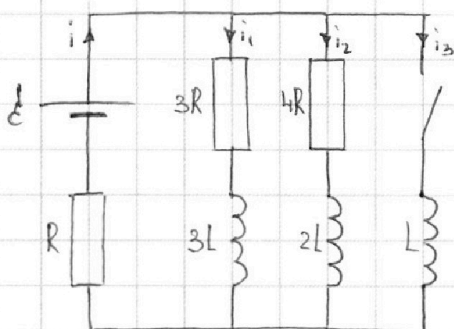
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



1) При размыкании ключа в установившемся режиме ток постояен \Rightarrow напряжения на катушках 0

Един результирующее сопротивление $R_{\Sigma} = \frac{19}{7}R \Rightarrow$
Ток через источник $I_0 = \frac{\epsilon}{R_{\Sigma}} = \frac{7\epsilon}{19R}$

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

Ответ: $\frac{4\epsilon}{19R}$

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

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

$$\frac{di_3}{dt} = \frac{12\epsilon}{19L}$$

Ответ: $\frac{12\epsilon}{19L}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

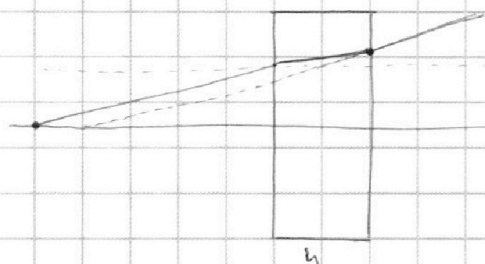
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

$$\alpha_1 = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \quad \text{Ответ на п. 1: } 0,07$$

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



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

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

Одна из треугольных частей совершит изображение на
 $(n_1 - 1) \alpha$. Вторая в другую сторону на $(n_2 - 1) \alpha$
Итого изображение повернется на
 $|n_2 - n_1| \alpha$

Тогда расстояние между объектом и изображением

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

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

$$R_{\text{линз}} \quad R_{\text{линз}} = (a + h) - h \left(1 - \frac{1}{n_2}\right) ; = 104 - 14 \left(1 - \frac{1}{1,4}\right) =$$
$$= 104 - 14 + 10 = 100 \text{ см}$$

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

$$= \sqrt{10009 + 9} \text{ см} = \sqrt{10009} \text{ см}$$

$\sqrt{3^2 + 100^2} \text{ см} = 5 \text{ см}$

$$\text{Ответ: } \sqrt{10009} \text{ см}$$

5 см

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

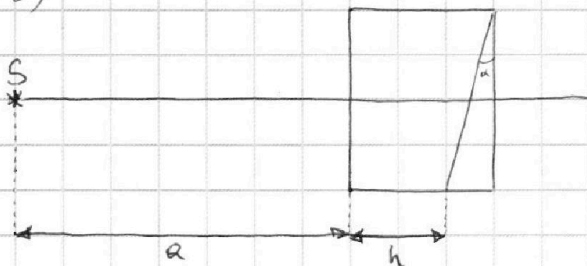
1 2 3 4 5 6 7



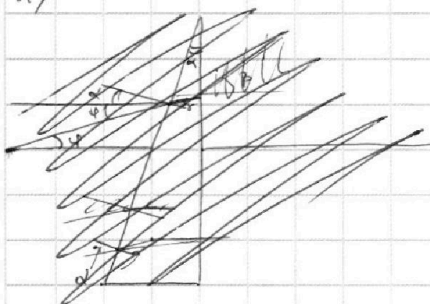
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№5)



1)

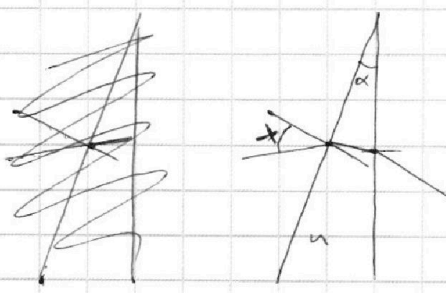


Вспомогательный угол α , $\sin \alpha \approx x$

~~$\sin(\alpha + \varphi) = n_2 \rightarrow \sin \delta_1 = n_2$~~
 ~~$\sin \delta_1 = n_2$~~

~~Угол падения δ_1 на горизонтальную поверхность~~
 ~~$\sin \delta_1 = n_2 \rightarrow \delta_1 = \arcsin n_2$~~

~~Угол выноса δ_2 призма $n_2 \delta_2 = (n_2 - 1)\alpha + \varphi$~~
~~т.е. δ_2 , пройдя призму, повернется вниз на $(n_2 - 1)\alpha$~~



n_2 падает на призму под углом α , преломляется под углом δ_1
 $(\frac{\sin \alpha}{\sin \delta_1} = n_2 \Rightarrow \frac{\alpha}{\delta_1} = n_2)$ падает на
 края призмы под углом $\delta_1 - \frac{\alpha}{n_2}$,
 преломляется под углом $n_2 \delta_2 - \alpha$ к
 горизонтали. Угол выноса $\delta_2 - \alpha$ к
 горизонтали.

т.е. луч "поворачивается вниз" на угол $(n_2 - 1)\alpha$
 Если $n_1 = n_2 = 1$, то левая призма никак не влияет
 на ход лучей, правая поворачивает для наблюдателя
 картинку на малый угол $(n_2 - 1)\alpha$. Тогда расстояние
 между объектом и изображением $R = (n_2 - 1)\alpha(a+h)$ (лучи окр)
 $R = (n_2 - 1)\alpha(a+h) = 0,7 \cdot 0,1 \cdot 104 \text{ см} = 7,28 \text{ см}$ Ответ: 7,28 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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

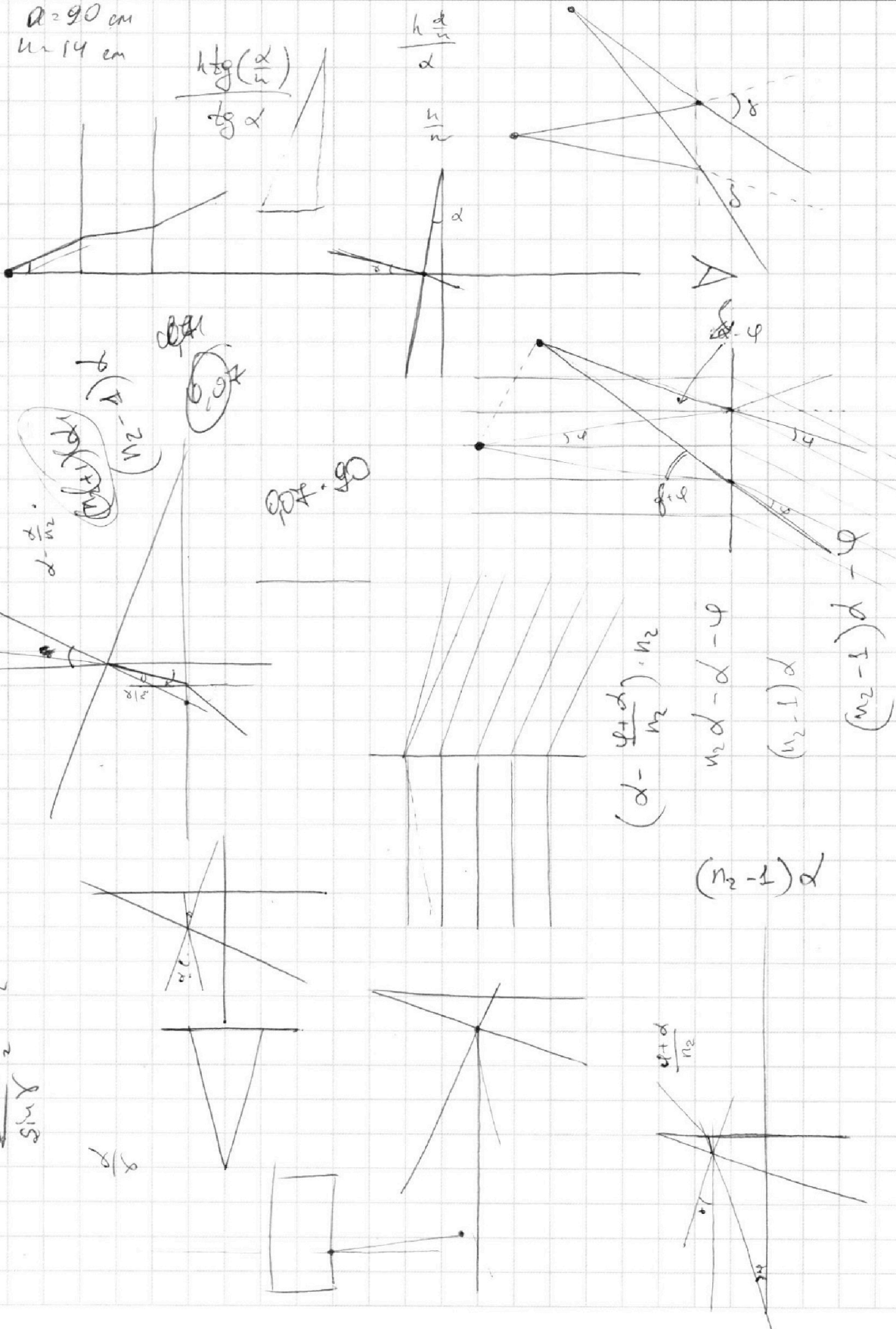


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$d = 90 \text{ cm}$
 $n_2 = 1.4$

$$\frac{h \frac{d}{n}}{\text{tg } \alpha}$$

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



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_2$$

$$\frac{d}{\delta}$$

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

$$\left(d - \frac{d+n}{n_2}\right) \cdot n_2$$

$$n_2 d - d - \varphi$$

$$(n_2 - 1)d$$

$$(n_2 - 1)d - \varphi$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$6\mathcal{E} - 6L \frac{di_3}{dt} = 6iR$$

40.6

$$i_1 = \frac{\mathcal{E}}{3R} - \frac{6L}{R} \frac{di}{dt} - \frac{iR}{3}$$

$$36\mathcal{E} - 6L \frac{di_2}{dt} = 12i_2R + 3iR$$

$$2\mathcal{E} - 6L \frac{di_1}{dt} = 6i_1R + 2iR$$

$$11\mathcal{E} - 6L \frac{di}{dt} = 11iR + 12i_2R + 6i_1R$$

$$\int_0^{\infty} i dt = \int_0^{\infty} \left(\frac{\mathcal{E}}{3R} - \frac{6L}{R} \frac{di}{dt} - \frac{iR}{3} \right) dt = -L i \Big|_0^{(\infty)}$$

$$\frac{P_A}{8T_0} = \frac{P_{\text{ср}} \sqrt{1/4}}{T_0} = \frac{P_1 \frac{11}{20} K}{T}$$

$$P_1 = P \frac{P_A T \cdot 20}{8T_0 \cdot 11} = \frac{20}{88} P_A \cdot \phi$$

$$AP = \frac{11RT}{20V} = \frac{20 k P_A K RT}{88K} = \frac{20 k P_A RT}{88}$$

$$P_{\text{ср}} = P_A$$

$$\frac{20}{88} P_A B + \frac{20 k P_A RT}{88} + P_A = \frac{5}{4} P_A$$

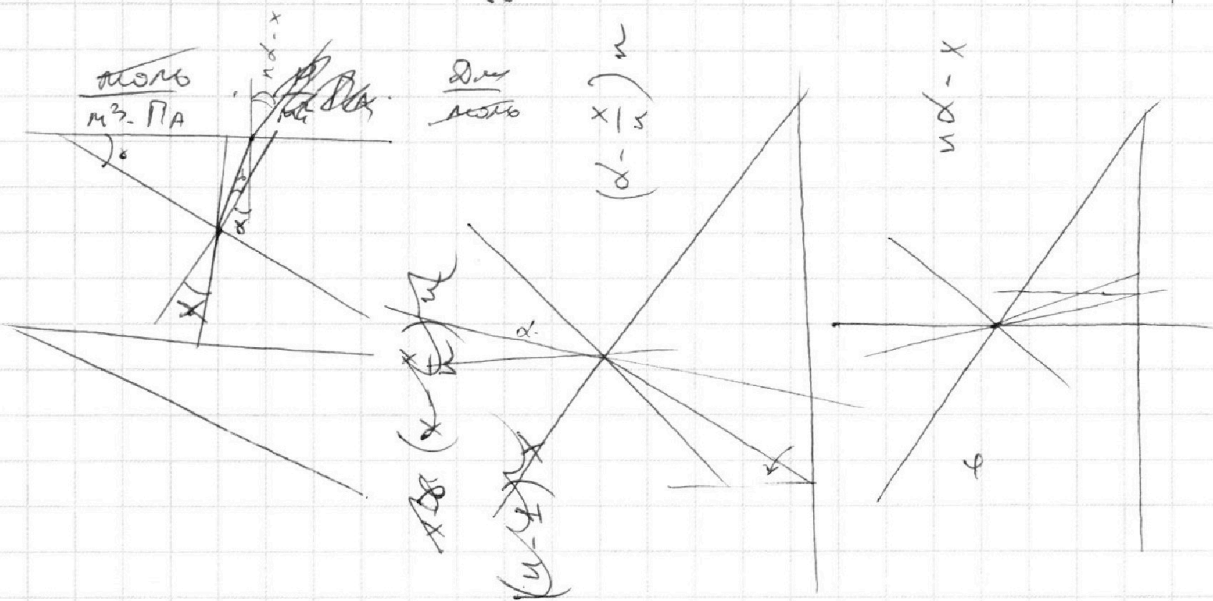
полю
м³. Па

полю
м³. Па

$\times 15$
 $\frac{1}{8}$

$\frac{11RT}{20V}$
 $(\frac{11}{20})$

$\times 15$
 $\frac{1}{8}$



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

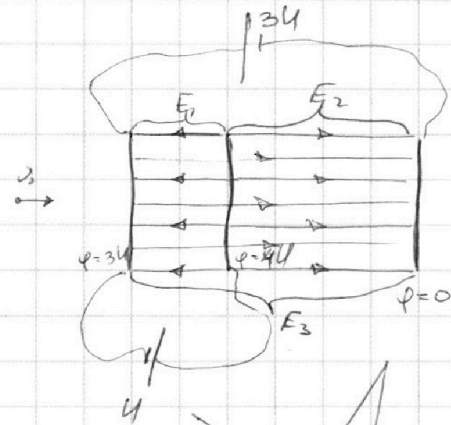
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

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



$$U = E \cdot d$$

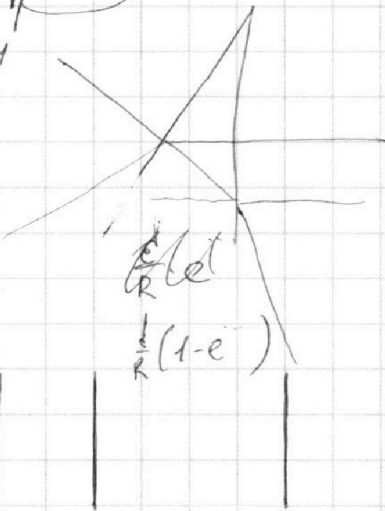
$$\frac{U}{d} = E_0$$

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

$$\begin{aligned} E_2 + E_3 &= \frac{2U}{d} = 2E_0 \\ E_1 - E_3 &= E_0 \end{aligned}$$

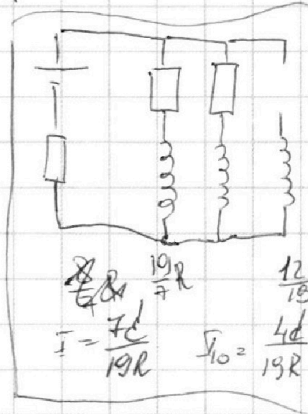
$$\begin{cases} (E_2 + E_3) \cdot 2d = 4U \\ (E_1 - E_3) \cdot d = U \end{cases}$$

$$\begin{aligned} a + b &= 0 \\ b + c &= 0 \\ c + a &= 0 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} E_3 \cdot 3d + E_2 \cdot 2d - E_1 \cdot d &= 3U \\ (3E_3 + 2E_2 - E_1) \cdot d &= 3U \end{aligned}$$

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



$$\begin{aligned} I &= \frac{U}{19R} \\ I_0 &= \frac{4U}{19R} \end{aligned}$$

$$E_3 - E_1$$

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

$$E_3 - E_1 = 2E_0$$

$$(E_3 - E_2)d = U \quad E_2 - E_1 + E_0$$

$$E_3 - E_2 = E_0$$

$$E_1 + E_2 + E_3 = 0$$

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

$$E_2 = 0$$

$$E_1 = -E_0$$

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

$$\frac{qU}{md}$$

$$i_2 R + i_1 R$$

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

$$E_3 = 1,5E_0$$

$$E_1 = -E_0$$

$$E_2 = -0,5E_0$$

$$L \frac{di_3}{dt} + i_3 R = \mathcal{E}$$

$$2E_3 + 2E_1 = E_0$$

$$\begin{cases} E_3 + E_2 - E_1 = 2E_0 \\ E_3 + E_1 - E_2 = E_0 \\ E_3 + E_2 + E_1 = 0 \end{cases}$$

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

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



д.8 0,8

$$\frac{2,5 \cdot 0,8 \frac{M}{c}}{5 c} = \frac{200 \cdot 262 \frac{M}{c}}{5 c} = 0,4 \frac{M}{c^2} \quad (21)$$

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

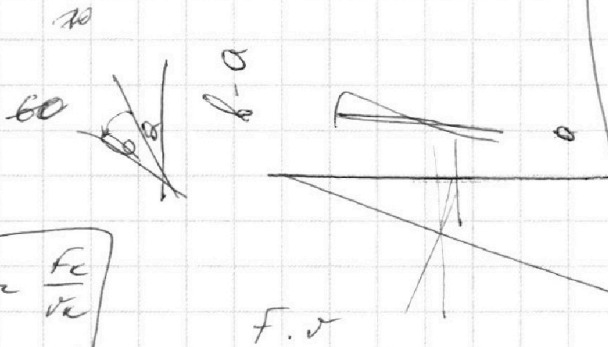
$$m a = F_r - b v$$

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

$$m a_0 = F_0 - b v_0$$

$$F_0 = m a_0 + b v_0$$

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



Handwritten notes on the right side of the page, including some diagrams and mathematical expressions like $(n-1) \alpha - x$.



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

$$P_0 = \frac{P}{4}$$

$$\Delta V = k p V$$

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

$$P V = n R T$$

$$V_0 = \frac{(\frac{5}{4} P_A P - P_A) \cdot 11 V}{20 R T}$$

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

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

$$0: k \frac{P_{He}}{P_{CO_2} + P_{H_2O}} = \frac{P_{He}}{P_{CO_2}} = \frac{\frac{d n_{He} R T_0}{2 V_{He}}}{\frac{d n_{CO_2} R T_0}{V_{CO_2}}} \Rightarrow \lambda_{He} = 2 \lambda_{CO_2}$$

$(T/T_0) - ?$

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

$$He: T_0, \frac{P_A}{2}, \frac{V}{2} \rightarrow T, ?, \frac{V}{5} \Rightarrow P_A \cdot \frac{V}{4 T_0} = \frac{P_C \cdot V}{5 T} \Rightarrow P_C = P_A \cdot \frac{5}{4} \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{5}{4} P_A \cdot P$$

$$H_2O + CO_2: \frac{P_0 V_0}{V_0} = \frac{P_C V_C}{V_C P} \quad \frac{P_A V}{2 \cdot 4 \cdot \frac{11 V}{20}} = \frac{(\frac{5}{4} P_A P - P_A) V_{atm}}{20 V_C P}$$