



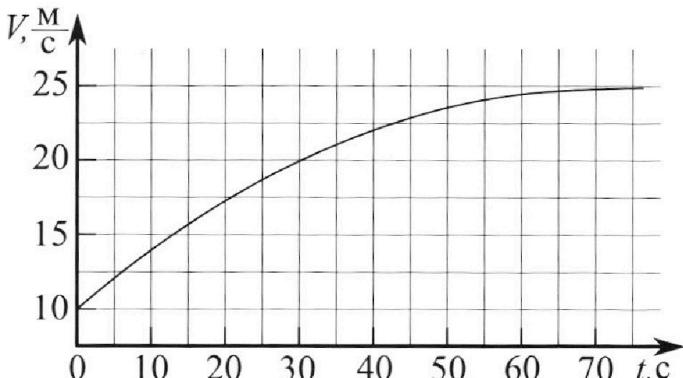
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 ?

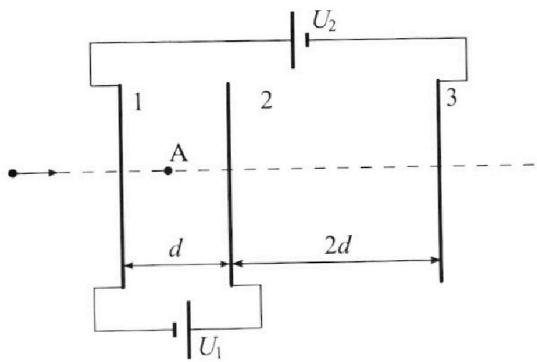
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд 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 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 и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p w$. 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 $R T \approx 3 \cdot 10^3$ 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 А на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

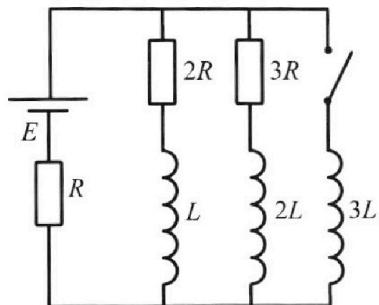
Вариант 11-01

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

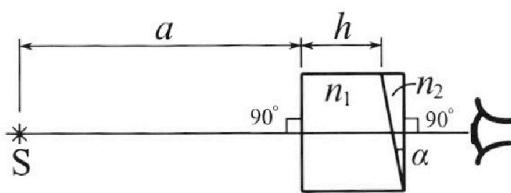
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.



- 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.



- 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!

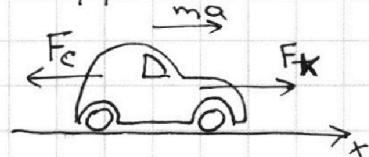
$$1) \text{ ускорение } a_1 = \frac{dv}{dt} \approx 2,5 \text{ м/с}^2 \text{ в точке } V=20 \text{ м/с}$$

1

Приведем касательную к графику в точке

$$V=20 \text{ м/с} \text{ заменим, что } K = \frac{dv}{dt} \approx \frac{2,5 \text{ м/с}}{10 \text{ с}} \approx 0,25 \text{ м/с}^2 = a_1$$

$$\text{Ответ: } a_1 \approx 0,25 \text{ м/с}^2$$



2) Назовем K_c -коэффициентом сцепления движущегося тела.

Согласно закону Ньютона для автомобилей: $ma = F_k - F_c = F_k - K_c V_k$ т.к. $F_c = K_c V_k$. Но график разгон криволинейный до $V_k = 25 \text{ м/с}$. Тогда заменим второй закон Ньютона (на ось x как на рисунке) для автомобиля: $ma = 0 = F_k - F_c = F_k - K_c V_k$ т.к. $F_k - K_c V_k = 0 \Leftrightarrow K_c \cdot V_k = F_k \Rightarrow K_c = \frac{F_k}{V_k} = 20 \text{ Н/м}$.

Теперь заменим второй закон Ньютона на ту же ось для момента когда $V = V_1 = 20 \text{ м/с}$: $ma_1 = F_1 - F_{c1} = F_1 - K \cdot V_1 \Rightarrow F_1 = ma_1 + KV_1 = 1800 \text{ кг} \cdot 0,25 \text{ м/с}^2 + 20 \text{ Н/м} \cdot 20 \text{ м/с} = 450 \text{ Н} + 400 \text{ Н} = 850 \text{ Н}$

$$\text{Ответ: } 850 \text{ Н}$$

$$3) P_1 = \frac{dA_1}{dt} = \frac{F_1 \Delta X}{dt} = \frac{F_1 \cdot V_1 \cdot dt}{dt} = F_1 V_1 = 850 \text{ Н} \cdot 20 \text{ м/с} = 17000 \text{ Н} \cdot \text{м/с}$$

$= 17 \text{ кВт}$ Мощность передаваемая на колеса равна работе силы сопротивления колес движущейся машины за малое время к этому малому времени заменим, что суммарная сила вращения колес равна силе тяги, а расстояние которое она проходит за малое время $= \Delta X = V_1 dt$



$$\text{Ответ: } 17 \text{ кВт}$$



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

III. К. Объемы разделены легкими перегородками, 2
но давление сверху и снизу парения равны.
При этом сверху будем P_B называемое
ущекинским газом, а снизу P_H и также P_{ATM} ,
т.к. ^{исходной} _{после нагревания} температура 100° или 373K . имеем
давление $P_H = P_{ATM}$. То есть: $P_B = P_H + P_{H,n} = P_H + P_{ATM}$.
Запишем уравнение ^{газа} ~~разделенного~~ ~~перегородки~~
для ущекинского газа сверху и снизу:

$$\begin{aligned} P_B &= P_B V_B = J_B RT \Rightarrow P_B = \frac{J_B RT}{V} \\ P_H V_H &= (J_H + \Delta J) RT \Rightarrow P_H = \frac{(J_H + \Delta J) RT}{V} \\ \text{так } P_B &+ V_B = \text{давление и объем ущекинского } 20^\circ \text{ газа} \\ \text{сверху и снизу } &\text{после нагрева. } V_B \text{ и } J_H \text{ показаны} \\ \text{на рисунке. } J_B &= J_B \text{ и } J_H = J_H + \Delta J \text{ по описанию при решении.} \end{aligned}$$

Теперь: $P_B = P_H + P_{ATM} \Leftrightarrow \frac{J_B RT}{V} = (J_H + \Delta J) RT + P_{ATM}$

$$\Rightarrow 10 J_H \cdot \frac{RT}{V} = \frac{20}{11} \cdot \frac{9}{5} J_H \cdot \frac{RT}{V} + P_{ATM} \Rightarrow P_{ATM} = \frac{\frac{110 - 36}{74} J_H \cdot \frac{RT}{V}}{V}$$

$$\Rightarrow J_H \frac{RT}{V} = \frac{11}{74} P_{ATM} \quad (J_H + \frac{4}{5} J_H)$$

$$\begin{aligned} \text{Тогда } P_0 &= P_B = P_H = \frac{J_H R T_0}{V_H} = \frac{J_H R \cdot \frac{4}{5} T_0}{V} = \frac{16}{5} \frac{J_R T}{V} \\ &= \frac{176}{370} P_{ATM} = \frac{86}{185} P_{ATM} \approx \frac{17}{37} \end{aligned}$$

Ответ: $\frac{86}{185} P_{ATM}$

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

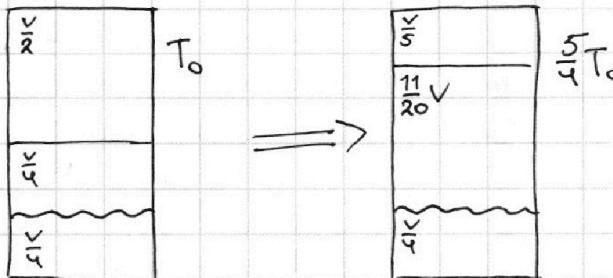
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

1) Углекислый газ CO_2 выпускает из шприца Затоева, но они расположены ногти на одной оси, поэтому его можно считать двухжидким (ведь имеет 5 степеней свободы).
Запишем уравнение идеального газа для верхней части и нижней. Учитывая, что давление насыщенного пара при комнатной температуре очень мало, можно считать, что давления углекислого газа сверху и снизу равны: $P_B = P_H = P_{\text{атм}} = P_0$

$$\begin{cases} P_B V_B = J_B R T_0 \\ P_H V_H = J_H R T_0 \end{cases} \Rightarrow \frac{J_B}{J_H} = \frac{V_B}{V_H} = \frac{\frac{V}{2}}{\frac{11V}{20}} = \frac{2}{11}$$

где P_B , V_B , J_B это давление, объем и кол-во углекислого газа сверху и снизу.

Ответ: $\frac{J_B}{J_H} = 2$ (растворенный газ не считали в газородавчих сосудах, т.к. это молекулы)

2) Заметим, что кол-во растворенного газа в начале опыта ~~ст~~ переходит в газ в момент.

$$T = \frac{5}{4} T_0, \text{ т.к. углекислый газ ногти не растворяется в воде при } T. \text{ Узнаем } J = K p w = K \cdot \frac{J_H R T_0}{V_H} \cdot V_B = K \cdot \frac{J_H R T_0}{\frac{V}{2}} \cdot \frac{V}{2} = K \cdot J_H R \cdot \frac{4}{5} T = \frac{4}{5} J_H (K \cdot RT) = \frac{4}{5} J_H \left(\frac{1}{2} \cdot 10^3 \text{ моль} \cdot 3 \cdot 10^3 \text{ грамма} \right) = \frac{4}{5} J_H \cdot 15 \cdot 10^6 \text{ моль}$$

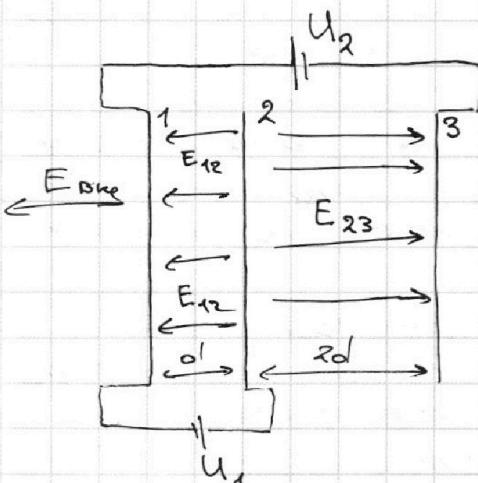
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Формула для напряженности
москвой вблизи нее:

$$\frac{3}{2\varepsilon_0} = \frac{Q_n}{2\varepsilon_0 S}$$

Так как заряды частицы
не заряжены, то после подключения
источников на них успокаиваются
заряды Q_1, Q_2, Q_3 , причем $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$

Так же заметим, что $-U_1 = E_{12}d$ и $+U_2 = E_{12}d + E_{23}d$
как разности потенциалов частиц.

$E_{23} = E_1 + E_2 - E_3$ $E_{12} = E_1 - E_2 - E_3$ по принципу
суперпозиции. где E_{12} и E_{23} - напряженности
поля между 12 и 23 соотв. А. $E_{1,2,3}$ - напри-
женности создаваемые частицами 1, 2, 3
соотв

1) В области между 1 и 2 существует
поле E_{12} , напряженность которого равна.

$E_{12} = \frac{U_1}{d} = \frac{U}{d}$, тогда заменим второй закон
Ньютона для частицы в этом поле:

$$ma = E_{12} \cdot q \Rightarrow a = \frac{q}{m} \cdot E_{12} = \frac{q \cdot U}{m \cdot d}, \text{ т.е. направлена влево}$$

2) Заменим закон сохранения энергии.

Работа силы действующей на заряд будет равна
изменению энергии. Поэтому начальной энергии
т.к. это единственная сила действующая на заряд.

$$A_C = F \cdot d = K_2 - K_1 = -\frac{U_1}{d} \cdot d \cdot q = K_2 - K_1 \Rightarrow K_1 - K_2 = U \cdot d$$

(Напряженность и, соответственно, сила ($a > 0$)
показана влево, а значит и работа от
частицы 1 до 2 будет отрицательна)



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

3) Замечаем, что т.к. $Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$, а ~~сумма~~
расстояния между шариками крайне мало,
то вин шарикам начальная скорость ~~очень~~
мала, но за бесконечное время она совершила
большую работу, что все шарик изменили
скорость. 23

Проверю замечание, что изменение скорости
на бесконечности шариков (крайне далеки друг от друга). А также что ~~вместе~~
~~изменяющаяся~~ скорость может конвергировать
равна на одинаковых расстояниях или 1
(слева) и 3 (справа) шарикам. \Rightarrow ~~поменяю~~

~~Начиная с образца №1~~

Наконец шариком номер 3, ведь подключение шариков
для них ничего не думалось. Значит
скорость на бесконечности. Будем пользоваться
при пролете ^(из ЗСЭ) $mV_0^2 + 0 = mV_A^2$. Получим
шарик узла изменил энергию между шариками
и 3 шариком. Запишем ЗСЭ:

$$\Delta A = E_{12} q \left(d - \frac{d}{3} \right) + E_{23} q (2d) = \underbrace{\frac{m V_0^2}{2}}_{\Delta A \rightarrow 2} + \underbrace{\frac{m V_A^2}{2}}_{2 \rightarrow 3} \Delta K.$$

$$\Rightarrow - \frac{U}{d} \cdot q \cdot \frac{2}{3} d + \frac{U_1 + U_2}{2d} \cdot q \cdot 2d = \frac{m V_0^2}{2} - \frac{m V_A^2}{2} = S$$

$$5Uq - \frac{2}{3}Uq = \frac{m V_0^2}{2} - \frac{m V_A^2}{2} \Rightarrow V_A^2 = \sqrt{V_0^2 - \frac{26U}{3m}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

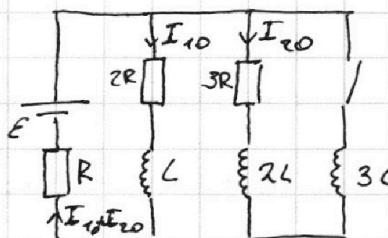
5

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) III.к. режим установившись, ток не изменяется, значит $\frac{dI}{dt} = 0$. В обеих катушках $\Rightarrow L \frac{dI}{dt} = U_L = 0$. Тогда по зондированию 2 правило Кирхгофа

$$\begin{cases} E = R(I_{10} + I_{20}) + 2Ri_{10} = 0 \\ 2RI_{10} = 3RI_{20} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E = \frac{5}{2}RI_{20} + 3RI_{20} = 0 \\ i_{10} = \frac{3}{2}i_{20} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_{20} = \frac{2E}{7R} \\ I_{10} = \frac{3E}{11R} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{Ответ: } I_{10} = \frac{3E}{11R}$$

2) Заметим, что ток через катушку не меняется мгновенно, иначе возникнет $U_L = L \frac{dI}{dt} = \infty$.

Значит токи I_{10} и I_{20} останутся неизменными.

Тогда, записав в иное правило Кирхгофа для внешнего контура, получаем:

$$\begin{aligned} E &= R(I_{10} + I_{20}) + 3L \frac{dI_3}{dt} = 3L \frac{dI_3}{dt} = 3I_3' = U_L = E - R(I_{10} + I_{20}) \\ &= E - \frac{5E}{11R}R = \frac{6}{11}E \Rightarrow \frac{dI_3}{dt} = \frac{6E}{11 \cdot 3L} = \frac{2E}{11L} \\ \Rightarrow \text{Ответ: } \frac{dI_3}{dt} &= \frac{2E}{11L} \end{aligned}$$

3) Аналогично первому пункту, после установившись тока, направления катушек будем равны между собой, сопротивление направления на магнитном ядре будем равны между собой, значит и ток через них будем исчислять раздельно. Но в правило Кирхгофа для внешнего контура установившийся токами:

$$E = RI_3 + L \frac{dI_3}{dt} \Rightarrow I_3 = \frac{E}{R}.$$

I_3 - устанавливающийся ток на катушке $L = 3L$.

$$I_2 = I_1 = 0$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Теперь заменим 2 правило Курилова для
коммутатора состоящего из $2R$, L и $3L$ 2

$$2R \cdot I_{1i} + L \frac{dI_1}{dt} = 3L \frac{dI_3}{dt}, \text{ проигнорировав дополнительный член}$$

$$\Rightarrow 2R \cdot (I_{1i} \cdot dt) + L dI_1 = 3L dI_3, \text{ заметив, что } I_i \cdot dt - \text{ заряд пробегавший за малое } dt \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2R \cdot dQ_{1i} + L dI_1 = 3L dI_3. \text{ проигнорировав момент замыкания контура, до изменения начальных условий решения.}$$

$$2R \cdot \sum dQ_{1i} + L \sum dI_1 = 3L \sum dI_3 \Rightarrow$$

$$2R \cdot Q_{\text{протекший}} + L \cdot (0 - I_{10}) = 3L \cdot (I_3 - 0)$$

$$\Rightarrow Q_{\text{протекший}} = \frac{3L \cdot I_3 + L \cdot I_{10}}{2R} = \frac{3L \cdot \frac{E}{R} + L \cdot \frac{3E}{11R}}{2R} = \frac{18}{11} \frac{E \cdot L}{R^2}$$

$$\text{Ответ: } \frac{18}{11} \frac{E \cdot L}{R^2}$$

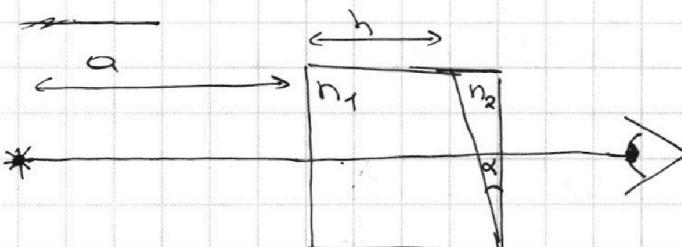
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

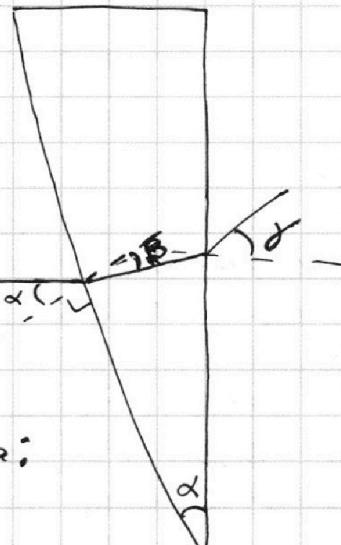
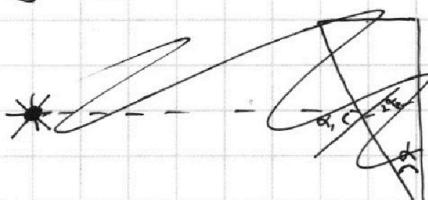
МФТИ.

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

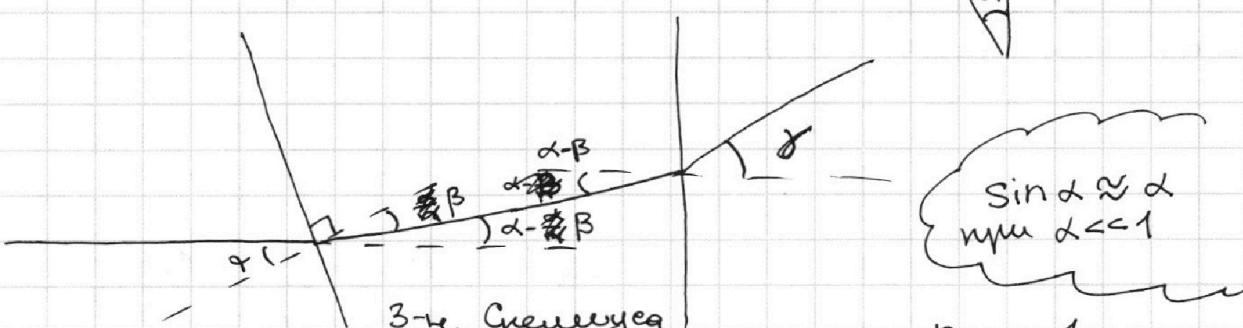


1

1) когда $n_1 = n_2 = 1$ можно проин-
тегрировать по левую часть и рассмотреть
под углом только через пра вую:



Решим задачу построением,
с использованием закона Снелльса:



З-е. Снелльса

$$1) n_2 \cdot \sin \alpha = n_1 \sin \beta \Rightarrow \beta = \alpha \cdot \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{n_2} \alpha$$

тогда он первоначального направления он отклонится
на $\alpha - \beta = \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$. При этом же уклон он
будет падать и на правую часть прямой прозрачности.

$$2) n_2 \cdot \sin (\alpha - \beta) = n_2 \sin \gamma \Rightarrow \gamma = \frac{n_2}{n_1} \cdot \left(\alpha - \frac{\alpha}{n_2}\right) = \alpha \left(n_2 - \frac{1}{n_2}\right)$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

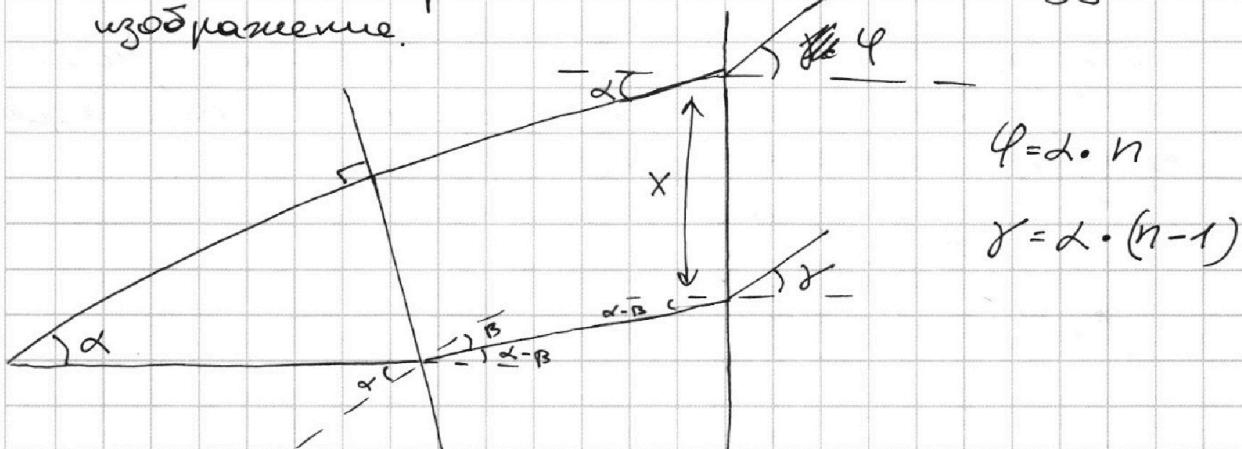
МФТИ

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

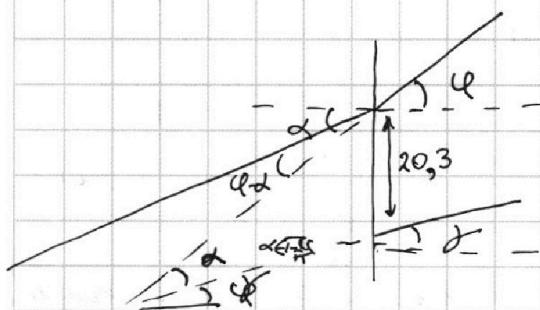
$$= 0,07 \text{ рад} \Rightarrow \text{Ответ: } \delta = 0,7 \text{ рад}$$

2

2) Аналогично первой задаче получаем
луч под малым углом α , который будет
затемняться при северном и южном созревании
изображение.



Получаем такую систему. Изображение
шторма будет находиться на пересечении этих двух лучей, другие
приосевые лучи будут пересекаться тоже
также. Из-за малой ширины берега
при малом угле можно не учитывать
пересечение оси, высотой же можно пренебречь.
на $x = (a+h) \sin \alpha = (a+h) \alpha = 203 \cdot 0,1 = 20,3 \text{ см.}$



$$\varphi - \delta = 2n - 2(n-1) = 2$$

Угол между пересекающимися
лучами равен нулю.

Замечание, что изначальный.

шторма и приосевые лучи
изображения шторма одинаковый угол
при вершине и одинаковое основание,
может она находиться на винчестере в очутилось

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

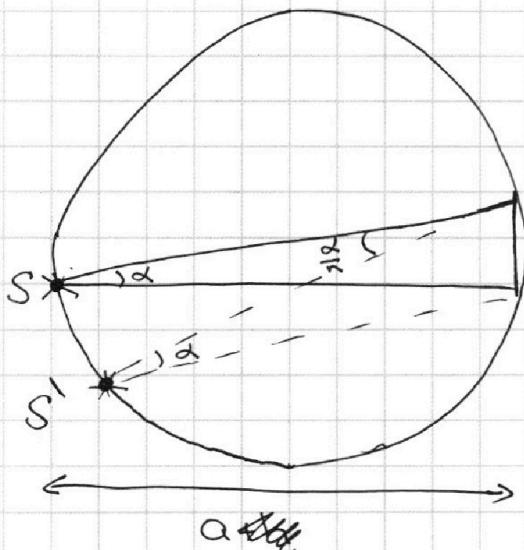
6

7

МФТИ



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



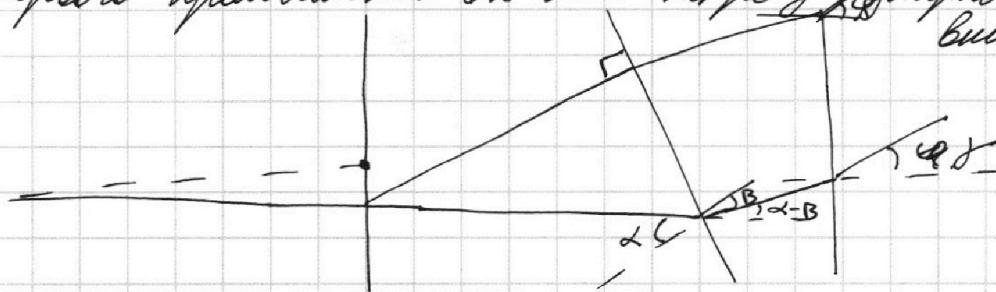
При $\alpha = 20,3$ см
 $\beta = 12,0$ см

$$\text{расстояние между изображениями} = \frac{\alpha + \beta}{\alpha - \beta} \sin \frac{\alpha}{n} = \frac{20,3}{12,0} \cdot \frac{20,3}{12,0} \sin \frac{20,3}{12,0} = 20,3 \text{ см}$$

Решение: $20,3 \text{ см}$

3

3) Аналогично проведем лучи, один перпендикулярно границе биссектрисой линз, чтобы поглощать первое преломление он шел перпендикулярно левой границе внешней линзы



$$\gamma = (\alpha - \beta) \frac{n_2}{n_1} = (\alpha - \frac{\alpha}{n_1}) \frac{n_2}{n_1}$$

$$\varphi = \alpha \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

получим изогнутый угол пучкового луча.

$$\omega = \alpha \cdot \frac{n_2}{n_1}$$

$$\varphi - \gamma = \left(\alpha - \frac{\alpha}{n_1} \right) \frac{n_2}{n_1} - \alpha \frac{n_2}{n_1} - \alpha \frac{n_2}{n_1} + \alpha \frac{n_2}{n_1 n_2}$$

$$\Rightarrow \varphi - \gamma$$



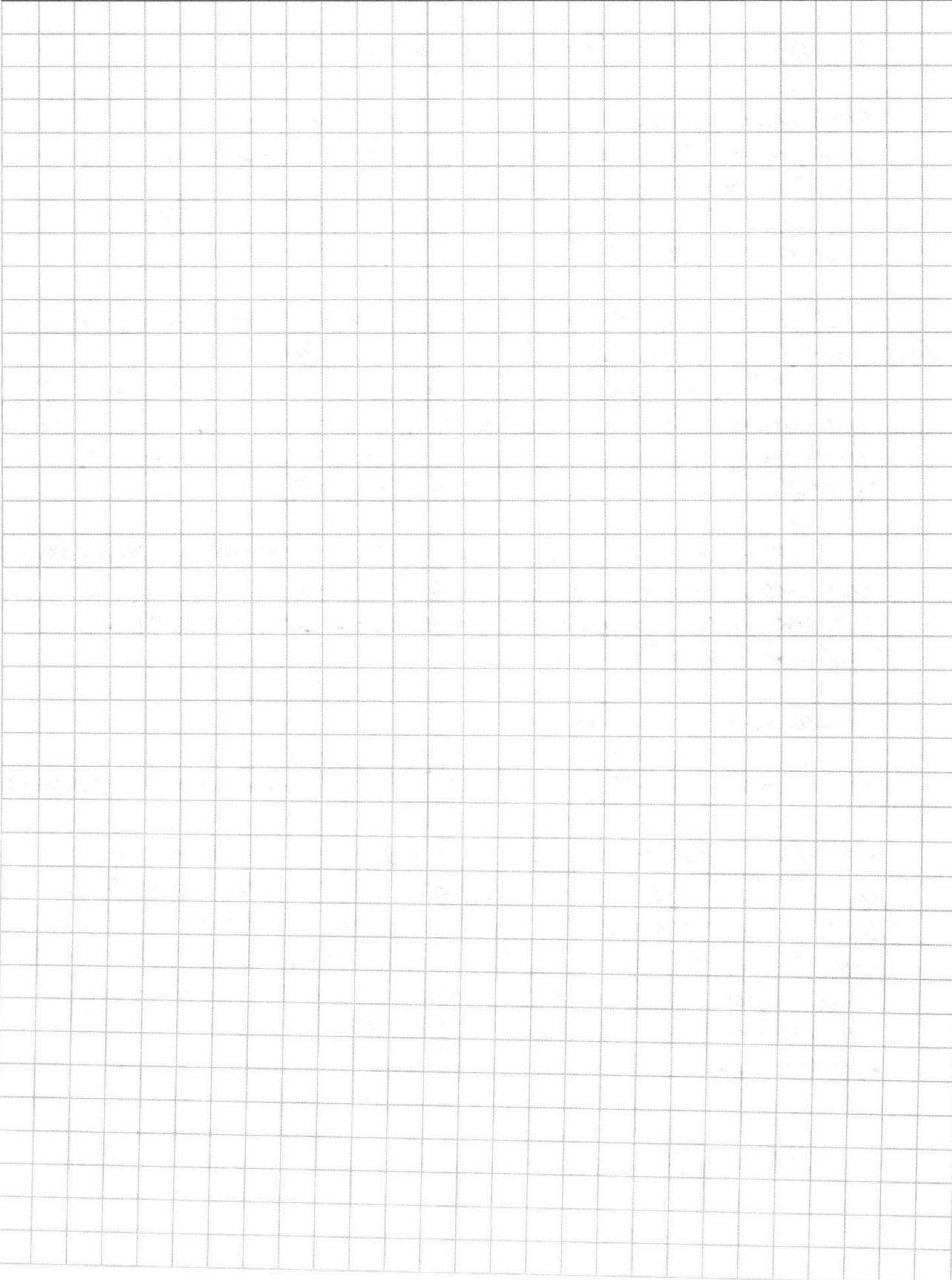
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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