



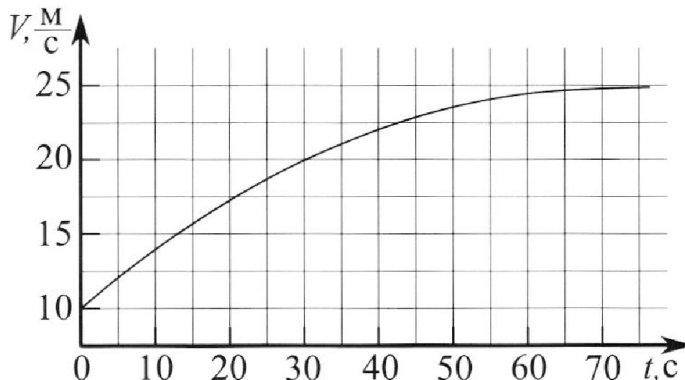
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



- Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

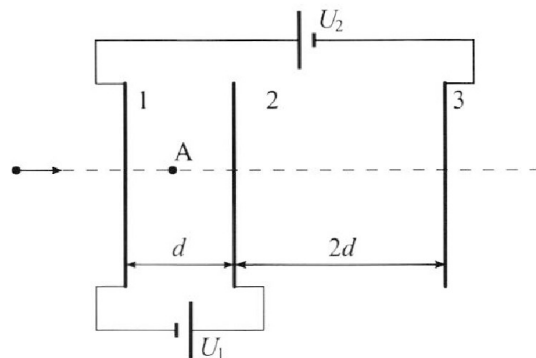
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 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.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

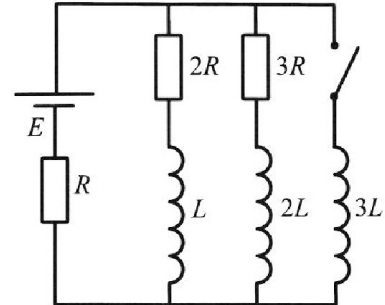
Вариант 11-01

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_0 через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 194$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

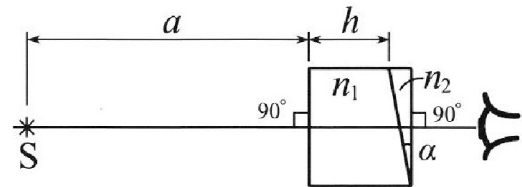


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

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 1) Проведем касательную к данному графику в точке

$v(t) = 20 \frac{m}{c}$. Она проходит через узлы сетки с координатами $(t_A; v_A)$ и $(t_B; v_B)$.
 $A = (5; 12,5)$ и $B = (35; 22,5)$. Ускорение a_1 есть коэффициент

наклона данной касательной:

$$a_1 = \frac{v_B - v_A}{t_B - t_A} = \frac{22,5 - 12,5}{35 - 5} \frac{m}{c^2} = \left| \frac{1 m}{3 c^2} \right| (0,33)$$

2) В конце разгона ускорение автомобиля равно нулю.

Значит, сила тяги F_k численно равна силе сопротивления

$$F_{ск} : F_k = F_{ск}$$

$$\text{По условию } F_c = d \overset{\text{скорость}}{\underset{\substack{\uparrow \\ \text{сила} \\ \text{сопр.}}}{V}}.$$

Тогда: $F_k = d V_k$, где V_k — конечная скорость, $V_k = 25 \frac{m}{c}$

$$\text{Откуда } d = \frac{F_k}{V_k} = \frac{500}{25 \frac{m}{c}} = 20 \frac{N}{c}$$

Теперь запишем II закон Ньютона для машины в мом., когда

$$v = v_1 : m a_1 = \overset{\text{сила}}{\underset{\substack{\uparrow \\ \text{тяги}}}{F_1}} - \overset{\text{сила}}{\underset{\substack{\uparrow \\ \text{сопр.}}}{F_{c1}}} = F_1 - d V_1$$

$$F_1 = m a_1 + d V_1 = (600 + 400) N = \left| 1000 N \right|$$

$$3) P_1 = F_1 V_1 = \left| 20 \text{ кВт} \right|$$

$$\text{Ответ: } a_1 = 0,33 \frac{m}{c^2}; F_1 = 1000 N; P_1 = 20 \text{ кВт}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

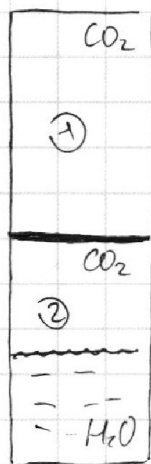
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

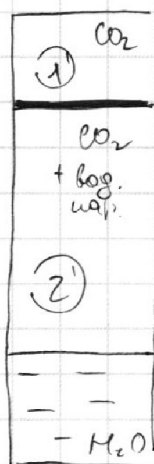
МФТИ

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

② 1)



до



после

3-й Менделеева-Клапейрона
для ① и ②:

$$\textcircled{1}: p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0 \leftarrow p_0 = \frac{2 \nu_1 R T_0}{V}$$

↑
нач. дав.
↑
кол-во в-ва в 1-м отсеке

$$\textcircled{2}: p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0$$

↑
-//- 2-м отсеке

1:2: $\left[z = \frac{\nu_1}{\nu_2} \right]$

2) Найдем уст. давление p при темп. T :

~~$$\textcircled{1}: p V = \nu_1 R T, p = \frac{p_0 V}{2 T_0} = \frac{p_0 V \cdot 4}{5 \cdot 5 T_0}, p = p_0 \cdot \frac{25}{8}$$~~

3-й Менделеева-Клапейрона для углекислого газа в сост. 2':

~~$$p_2 \cdot \frac{11V}{20} = \nu_2 \cdot R T_0 \cdot \frac{5}{4}, p_2 = \frac{25 \nu_2 R T_0}{11V} = \frac{10 \nu_1 R \cdot \frac{5}{4} T_0}{11V} = \frac{25 \nu_1 R T_0}{22V} = \frac{25}{44} p_0$$~~

тогда парциальное давление вод. пара:

~~$$p_H = p - p_2 = \frac{225}{88} p_0$$~~

2) Новое количество углекислого газа в нижнем отсеке:

$$\nu_2' = \nu_2 + k p_0 \frac{V}{4} = \frac{\nu_1}{2} + k \frac{V}{4} \cdot \frac{2 \nu_1 R T_0}{V} = \frac{\nu_1}{2} \left(1 + \frac{k R T_0}{p_0} \right)$$

Давление в верхнем отсеке после уст. равновесия:



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!

$$\frac{p_1' \cdot V \cdot 4}{5 \cdot 5T_0} = \frac{p_0 V}{2T_0}, \quad p_1' = \frac{25}{8} p_0.$$

V_2' (новый объем CO_2 в миним. отсеке):

$$V_2' = \frac{11}{20} V$$

Давл. CO_2 в миним. части p_2' :

$$\frac{p_2' \cdot 11V}{20} = \frac{\gamma_1}{2} (1 + KRT_0) \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4} = (1 + KRT_0) \frac{5\gamma_1 RT_0}{8} \quad \textcircled{3}$$

$$\textcircled{3} \quad (1 + KRT_0) \cdot p_0 \cdot \frac{5}{16}.$$

$$p_1' - p_2' = p_{\text{атм}} = \frac{25}{8} p_0 - p_0 \cdot \frac{5}{16} (1 + KRT_0)$$

$$p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{\frac{25}{8} - \frac{5}{16} (1 + KRT_0)} = \frac{p_{\text{атм}}}{\frac{50}{16} - \frac{5}{16}} = \underline{\underline{\left(\frac{16}{41} p_{\text{атм}} \right)}}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = 2; \quad p_0 = \frac{16}{41} p_{\text{атм}}}$$

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

③ 1) Напряженность эл. поля на участке 12:

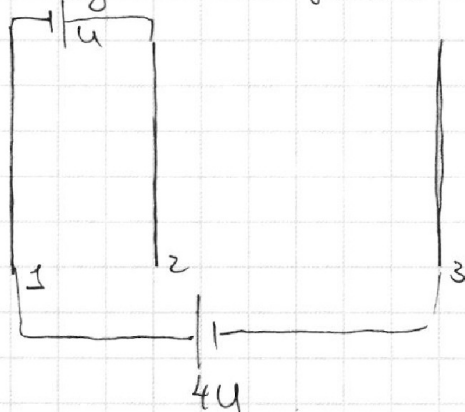
$$E_{12} = \frac{U_1}{d},$$

Сила, г-щая на частицу:

$$F_{12} = qE_{12} = \frac{qu_1}{d} = ma,$$

$$a = \frac{qu_1}{md} = \left| \frac{qu}{md} \right|$$

2) Найдём потенциалы пластин:



$$\varphi_1 = 2U$$

$$\varphi_2 = 3U$$

$$\varphi_3 = -2U$$

ЗСЭ где част. в макс. пролета
сетки 1 и 2:

$$\frac{mv_1^2}{2} + 2qU = \frac{mv_2^2}{2} + 3qU$$

" "

K_1 K_2

$$K_1 - K_2 = qU$$

3) Найдём потенциал в Т.А:

$$\varphi_A = \varphi_1 + E_{12} \frac{d}{3} = 2U + \frac{U}{3} = \frac{7U}{3}.$$

ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_3^2}{2} + \frac{7qU}{3}$$

$$v_3 = \sqrt{v_0^2 - \frac{14qU}{3m}}$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{qu}{md}; \quad K_1 - K_2 = qU; \quad v_3 = \sqrt{v_0^2 - \frac{14qU}{3m}}$$

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!



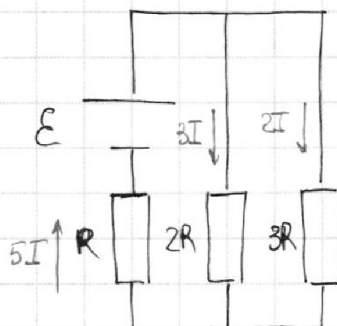
4) В установившемся режиме напряжения на катушках равны нулю.

Тогда схему можно переписать так:

Расставим токи. Тогда $3I \cdot 2R + 5I \cdot R = \mathcal{E} = 11IR$,

$$I = \frac{\mathcal{E}}{11R}$$

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



2) Сразу после замыкания ключа токи изменились не

успешно. $U_{3L} = 6IR = \frac{6\mathcal{E}}{11} = 3LI \cdot \frac{1}{L}$

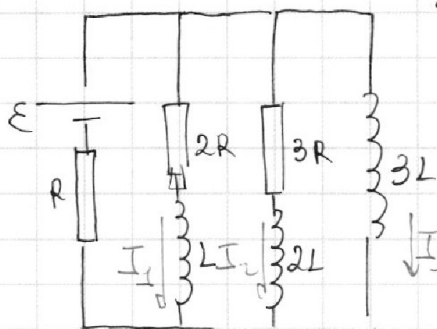
↑
напряжение
на катушке
инд. $3L$

↑
скорость
возр. тока

~~$I = \frac{2\mathcal{E}}{11L}$~~

$I = \frac{2\mathcal{E}}{11L}$

3)



~~Рассм.~~ Рассм. произв. магн. в.р.
после замыкания ключа
Через катушку течет ток I_3 ,
через друг. ветки I_1 и I_2 (в соотв.
с рисунком).

$$3L \cdot \frac{dI_3}{dt} = L \cdot \frac{dI_1}{dt} + 2R \cdot I_1 \leftarrow \text{равенство магн. на ветках.}$$

Равенство на dt левой и правой части:

$$3L dI_3 = L dI_1 + 2R I_1 dt = L dI_1 + 2R dQ_{2R} \leftarrow \text{заряд, прошедший за } dt.$$



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!

$$3L \int_0^{I_K} dI_3 = L \int_{I_{10}}^0 dI_1 + 2R \int_0^{Q_{2R}} dQ_{2R} \leftarrow \text{Принципиально}$$

$$I_K = \frac{\mathcal{E}}{R}.$$

заряд, прошедший через $2R$

$$3L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} = -L \cdot \frac{3\mathcal{E}}{11} + 2R Q_{2R}, \quad 2R Q_{2R} = \frac{36L\mathcal{E}}{11R},$$

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

$$\text{Ответ: } I_{10} = \frac{3\mathcal{E}}{11R}; \dot{I} = \frac{2\mathcal{E}}{11L}; Q_{2R} = \frac{18L\mathcal{E}}{11R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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

МФТИ

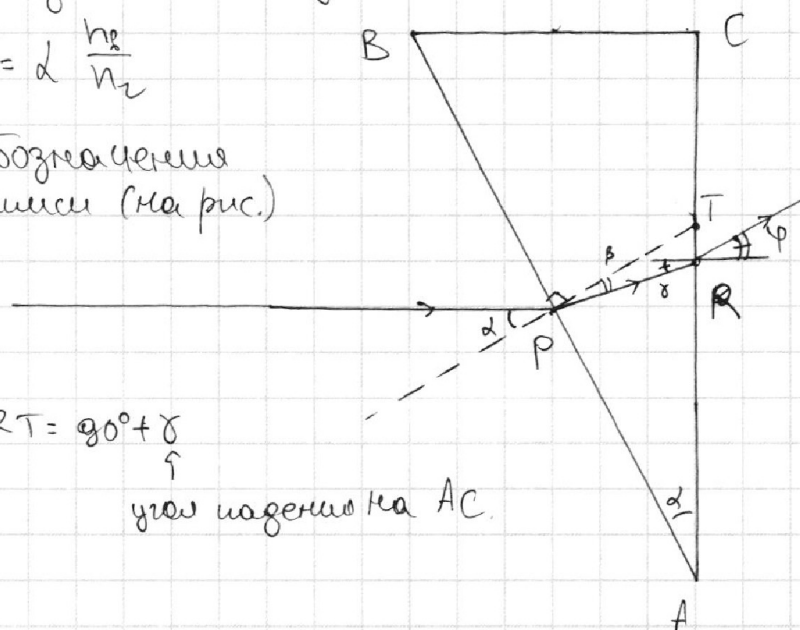
5) 1) Рассмотрим луч, перпендикулярный левой грани системы.

Он пересекает левую грань второй призмы под углом α к нормали (из геом. сообр.). 3-й

3-й Снеллиуса для малых углов:

$$\alpha n_2 = \beta n_1, \quad \beta = \alpha \frac{n_2}{n_1}$$

Далее введем обозначения для удобства записи (на рис.)



$$\angle ATP = 90^\circ - \alpha, \quad \angle PRT = 90^\circ + \gamma$$

↑
угол падения на AC.

$$180^\circ = 90^\circ - \alpha + \beta + 90^\circ + \gamma$$

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

3-й Снеллиуса для AC:

$$n_2 \gamma = n_1 \varphi = \varphi = \alpha (n_1 - 1) = \underline{\underline{0.07 \text{ рад.}}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

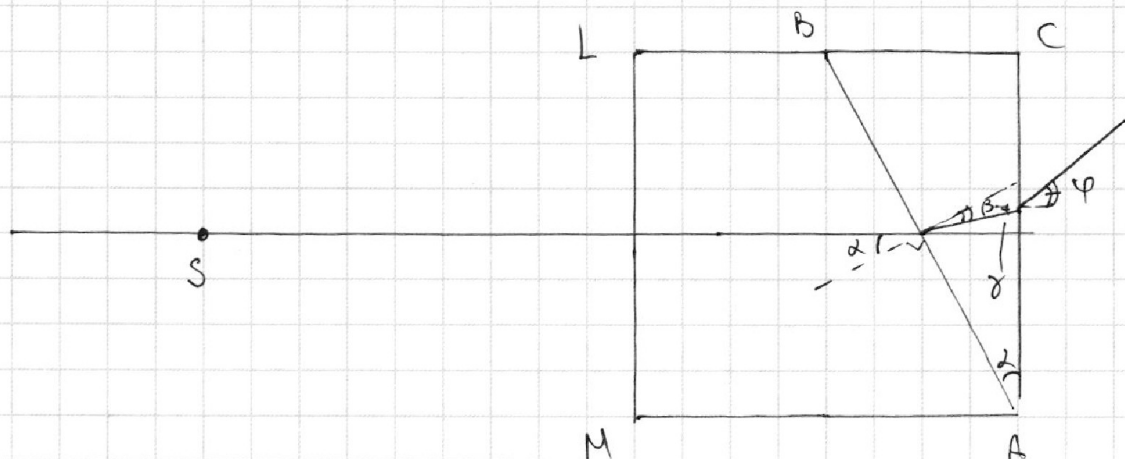
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



3)



Рассм. луч, перп. левой грани системы. Через LM
луч пройдет, не преломившись, поэтому закон 3-й
Снеллиуса для AB (луча, унаваив на граничную
форму):

$$n_1 \alpha = n_2 \beta. \quad \beta = \alpha \frac{n_1}{n_2}$$

Далее луч падает под углом γ на AC:

$$\gamma = \alpha - \beta, \quad n_2 \gamma = n_3 \varphi$$

$$\varphi = \frac{n_2}{n_3} \cdot \gamma = \frac{n_2}{n_3} \cdot \alpha \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) = \frac{n_2}{n_3} \alpha \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2}\right)$$

Тогда, аналогично со вт. участком

$$l_2 = a + h - \frac{a + h}{\varphi} \left(1 - \frac{n_2}{n_3}\right)$$

$$l_2 = a + h - \frac{(a + h) \alpha}{\alpha \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2}\right)} = (a + h) \left(1 - \frac{1}{n_2 - n_1}\right) = -\frac{3}{2}(a + h)$$

т.е. слева от источника

$$l_2 = 304,5 \text{ см} \quad \text{Ответ: } \varphi = 0,07 \text{ рад; } l_1 = 83,06 \text{ см; } l_2 = 304,5 \text{ см}$$

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

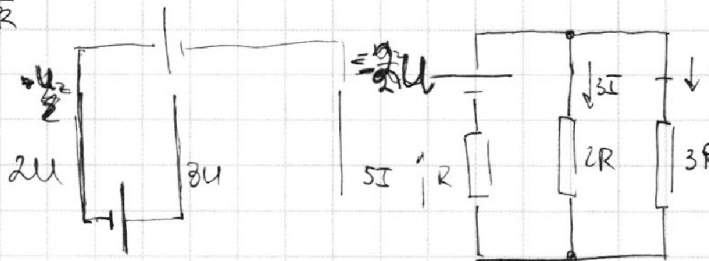
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

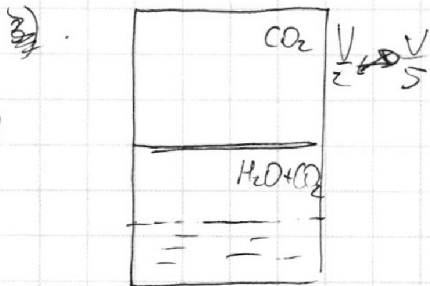
1) $I_{10} = \frac{3\varepsilon}{4R}$



$4IR = \varepsilon, \quad 3I = I_{10} = \frac{3\varepsilon}{4R}$

2) $U_2 = \frac{6\varepsilon}{11} = 1V$
 $I = \frac{6\varepsilon}{11L}$

$\sigma_2 + \sigma_1 + \sigma_3 = 0.$



$LD = k\rho\omega$

$\frac{p_0 V}{2T_0} = 4p \cdot \frac{V}{5 \cdot 5\%}$

$\frac{p_0}{P} = \frac{8}{25}$

$E = \frac{6}{35\varepsilon_0}$

$F_{kmV} \quad 1) a_1 = \frac{22,5 - 12,5}{30} = \frac{10}{30} = 0,33 \frac{m}{s^2}$

2) $F_T = F_{comp} = kV = 25k = 5000$

$k = 20$

$F_i = kV_i = 20 \cdot 20 = 400H$

$ma_1 = F_T - F_i \Rightarrow F_T = 400 + 1800 \cdot \frac{1}{3} = 1000H$

$P_i = F_T V_i = 1000 \cdot 20 = 20кВТ$

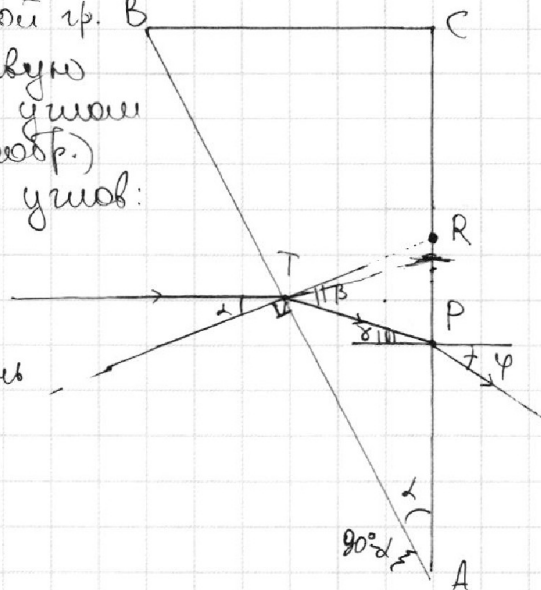
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

5) Рассмотрим луч, перп. левой гр. В
системе. Он пересекает левую
грань второй призмы под углом
 α к нормали (изgeom. сообр.)
3-м Снеллиуса для малых углов:

$$\frac{\alpha}{n_2} = \frac{\beta}{n_1}, \quad \beta = \alpha \frac{n_2}{n_1}$$

Далее луч перес. правую грань
под углом γ к норм.



Найдем γ . Для этого введем бжв. Обознач. на рисунке

$$\angle ART = 90^\circ - \alpha, \quad \angle TRC = 90^\circ + \alpha = \beta + (90^\circ - \gamma)$$

$$90^\circ - \beta + \alpha + \gamma + 90^\circ = 180^\circ$$

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

$$\frac{\gamma}{n_2} = \frac{\alpha}{n_1}, \quad \gamma = \frac{\alpha}{n_2} \cdot n_1 = \frac{\alpha}{n_2} = \alpha \frac{(n_2 - 1)}{n_2} = \frac{0,1 \cdot 0,7}{1,7} \approx 0,04$$

2) Рассмотрим луч, который идет от источника под
углом α к ~~норм.~~ оси. Тогда он падает на грани
AB и не преломляется, а у грани AC:

$$\frac{\alpha}{n_2} = \frac{\alpha}{n_1} = \alpha = \frac{0,1}{1,7} = 0,6$$



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!

$$\sigma_1$$
$$\sigma_2$$

$$\sigma_3 \begin{cases} \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0 \\ \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 \cdot d = -U \\ \sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3 \cdot 2d = 5U \end{cases}$$
$$\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 = -\frac{2\epsilon_0 U}{d}$$
$$\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3 = \frac{5\epsilon_0 U}{d}$$

$$\sigma_1 = -\frac{\epsilon_0 U}{d}$$

$$\sigma_2 = \frac{7\epsilon_0 U}{2d}$$

$$\sigma_3 = -\frac{5\epsilon_0 U}{2d}$$

203

1,5

1615

203

304,5

0,07 117

100 117
85 0,58
150
0,1 136
14

0,70 117
68 0,041
20

2030 117

0,7 · 0,1

203 · 0,7
1,7

203
x 0,7
142,1

142,1 117
136 83,05
61
51
100
85
15

$$1 - \frac{1}{0,1 \cdot 0,2} =$$

$$\frac{1}{0,2} = \frac{5}{2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

① 1) Проведем касательную к траектории в точке, где
 $v(t) = \omega \frac{M}{c}$ Она ~~пересекает~~ проходит через узлы сетки
 в точках $A = (15, 12,5)$ и $B = (35, 22,5)$.

Ускорение есть ~~тогда же~~ коэф. наклона касательной.

~~А~~ $a_1 = \rho \cdot \frac{v}{z} = v_1 R T_0$

$\rho \cdot \frac{v}{4} = v_2 R T_0$

$\frac{K \Gamma \cdot M \cdot c}{c^2 \cdot \lambda} = K \Gamma$

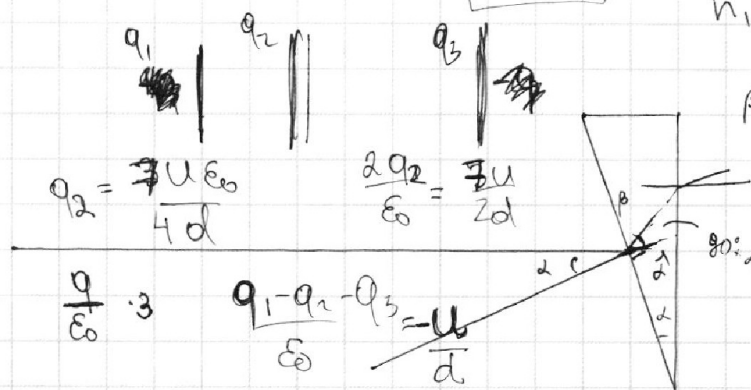
$\lambda = \frac{v_1}{v_2}$

$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$

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

⑤

1)



$q_2 = \frac{7U \epsilon_0}{4d}$

$\frac{2q_2}{\epsilon_0} = \frac{7U}{2d}$

$\frac{q}{\epsilon_0} \cdot 3$

$\frac{q_1 - q_2 - q_3}{\epsilon_0} = -\frac{U}{d}$

$E_{\text{внеш}} = q\psi$

$\frac{q_1 + q_2 - q_3}{\epsilon_0} = \frac{5U}{2d}$ $90^\circ - \alpha = \beta + 90^\circ - \gamma$ $\gamma = \alpha + \beta$

$\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0$

$\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3$

$-q \quad +q \quad |$

$+q \quad +q \quad | \quad -2q$

$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} +$

$n_2 (\alpha + \beta) = \delta =$

$= n_2 d + d = d(1 + n_2) = 0,1 \cdot 2,7 =$

$= 0,27$

3.) 1. $E_{12} = \frac{U_1}{d}$

$F_{12} = \frac{U_1 q}{d} = ma, a = \frac{U_1 q}{md} = \frac{U_1 q}{md}$

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!



5) 1)

$$\frac{P_0 X}{4P_0} = \frac{P_2 \cdot 11 \cdot 5}{20 \cdot 4P_0}$$

$$P_2 = \frac{20}{55} P_0$$

$$25 P_0 \left(\frac{1}{8} - \frac{1}{44} \right) =$$

$$= \frac{25}{4 P_0} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{44} \right) = \frac{9}{22} \cdot \frac{25}{4 P_0} = \frac{225}{88} P_0$$

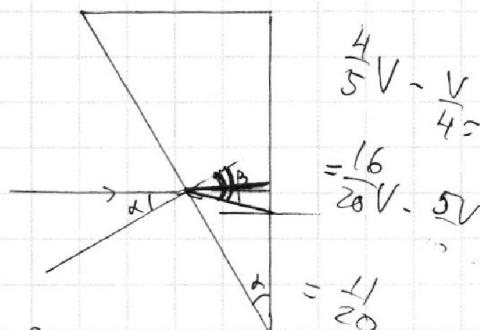
Введя обозначения вершин призмы и точки перес.

Луч, идущий перп. к фр. системе (на данном рисунке
дел. призмы
не изобр., т.к. $n_1 = n_2$), пересекает AB под углом α

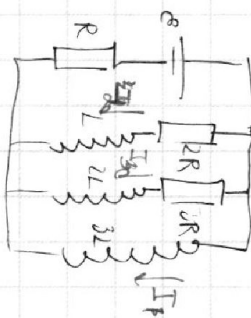
к нормали к этой грани в т. Р. 3-м. Внешнуса для малых
углов:

$$n_0 \alpha = n_2 \beta, \quad \beta = \alpha \frac{n_0}{n_2}$$

Далее луч пересекает AC в т. R



$$I \cdot 3L$$



$$\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} =$$

$$\frac{4}{5} \cdot 3 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10 = \frac{16V}{20} - \frac{5V}{20} = \frac{11V}{20}$$

$$= 0.8 \quad 1.8 = \frac{18}{10} = \frac{9}{5} \cdot \frac{8}{16} = \frac{8}{16}$$

$$\frac{9L\epsilon}{R} \left(1 + \frac{1}{11} \right) =$$

$$dI_1 \cdot 3L = dI_2 \cdot L + 2R \cdot dQ_2$$

$$\frac{dI_1}{dt} \cdot 3L = \frac{dI_2}{dt} \cdot L + 2R \cdot dQ_2$$

$$I_1 \cdot 3L = I_2 \cdot L + 2I_2 R$$