



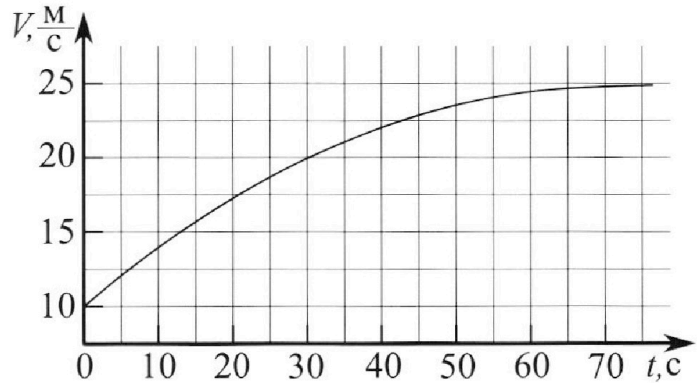
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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  $v_1$ ?

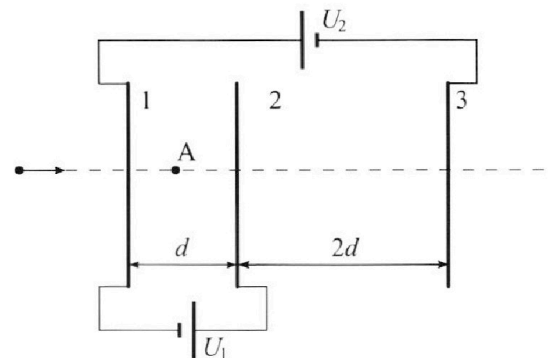
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $v$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpv$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите начальное давление в сосуде  $P_0$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (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 A на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

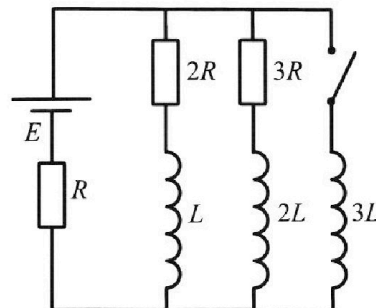
Вариант 11-01

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.

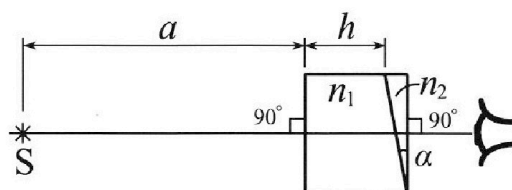


рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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) 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:

$$a_1 = \frac{v_B - v_A}{t_B - t_A} = \frac{22,5 - 12,5}{35 - 5} \frac{m}{c^2} = \left| \frac{10}{30} \right| = 0,33$$

2) В конце разгона ускорение автомобиля равно нулю.

Значит, сила тяги  $F_k$  численно равна силе сопротивления

$$F_{ск} : F_k = F_{ск}$$

$$\text{По условию } F_c = d \overset{\text{скорость}}{V}.$$

$\uparrow$  сила сопр.       $\uparrow$  коэффициент

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

$$v = v_1 : m a_1 = \overset{\text{сила}}{F_d} - \overset{\text{сила сопр.}}{F_{c1}} = F_d - d V_1$$

$$F_d = m a_1 + d V_1 = (600 + 400) N = \underline{1000 N}$$

$$3) P_1 = F_d V_1 = \underline{20 \text{ кВт}}$$

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

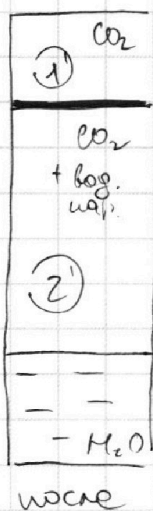
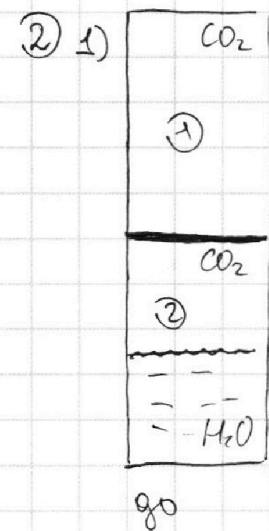
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



3-я Менделеева-Клапейрона для ① и ②:

①:  $p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0 \leftarrow p_0 = \frac{2 \nu_1 R T_0}{V}$   
 ↑                      ↑  
 нач. габр.            кол-во в-ва в 1-м отсеке

②:  $p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0$   
 ↑  
 -//- 2-м отсеке

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

2) Найдём ~~усл.~~ <sup>(в/казем)</sup> давление  $p$  при темп.  $T$ :

~~①.  $p = \frac{p_0 V}{2 T_0} = \frac{p_0 V \cdot 4}{5 \cdot 5 T_0}$ ,  $p = p_0 \cdot \frac{25}{8}$~~

3-я Менделеева-Клапейрона для ~~уменьшенного~~ газа в сост. 2':

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

~~Тогда парциальное давление вод. пара:~~

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

2) Новое количество углекислого газа в нижнем отсеке:

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

Давление в верхнем отсеке после усл. 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
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**МФТИ**

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



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

$V_2'$  (новый объем  $\text{CO}_2$  в меньшем отсеке):

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

Давл.  $\text{CO}_2$  в меньш. части  $p_2'$ :

$$\frac{p_2' \cdot 11V}{20} = \frac{\nu_1}{2} (1 + \kappa R T_0) \cdot R \cdot \frac{5T_0}{4} = (1 + \kappa R T_0) \frac{5\nu_1 R T_0}{8} \quad \textcircled{3}$$

$$\textcircled{3} (1 + \kappa R T_0) \cdot p_0 \cdot \frac{5}{16}.$$

$$p_1' - p_2' = p_{\text{атм}} = \frac{25}{8} p_0 - p_0 \cdot \frac{5}{16} (1 + \kappa R T_0)$$

$$p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{\frac{25}{8} - \frac{5}{16} (1 + \kappa R T_0)} = \frac{p_{\text{атм}}}{\frac{50}{16} - \frac{5}{16}} = \frac{16}{41} p_{\text{атм}}$$

$$\boxed{\text{Ответ: } \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2; \quad p_0 = \frac{16}{41} p_{\text{атм}}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

3) 1) Напряженность эл. поля на участке 12;

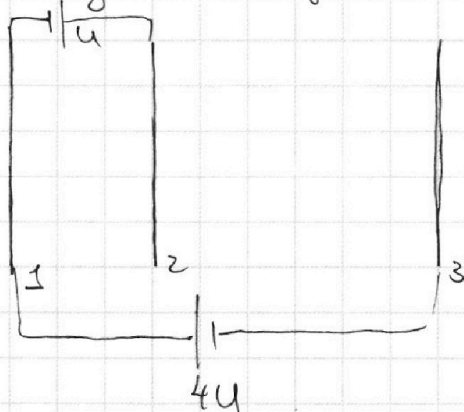
$$E_{12} = \frac{U_1}{d},$$

Сила,  $q$ -заряд на частицу:

$$F_{12} = qE_{12} = \frac{qU_1}{d} = ma,$$

$$a = \frac{qU_1}{md} = \left| \frac{qU}{md} \right|$$

2) Найдем потенциалы электродов:



$$\varphi_1 = 2U$$

$$\varphi_2 = 3U$$

$$\varphi_3 = -2U$$

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

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

" "  $K_1$   $K_2$

$$\boxed{K_1 - K_2 = qU}$$

3) Найдем потенциал в Т.А:

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

ЗСЭ:

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

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

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

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!



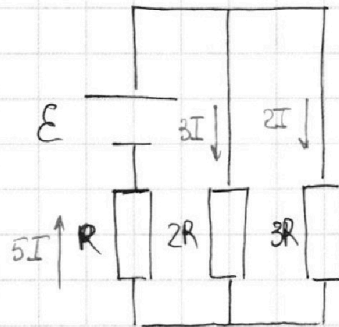
4) В установившемся режиме напряжения на катушках равны нулю.

Тогда схему можно переписать так:

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

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

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



2) Сразу после замыкания ключа токи изменились не

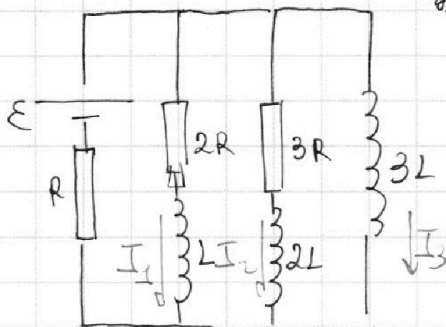
успешно.  $U_{3L} = 6IR = \frac{6\mathcal{E}}{11R} = 3LI \dot{I}$

↑  
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. вл. после замыкания ключа

Через катушку течет ток  $I_3$ , через друг. ветки  $I_1$  и  $I_2$  (в соотв. с рисунком).

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

Равенства на  $dt$  влево и вправо части:

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

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!

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

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

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

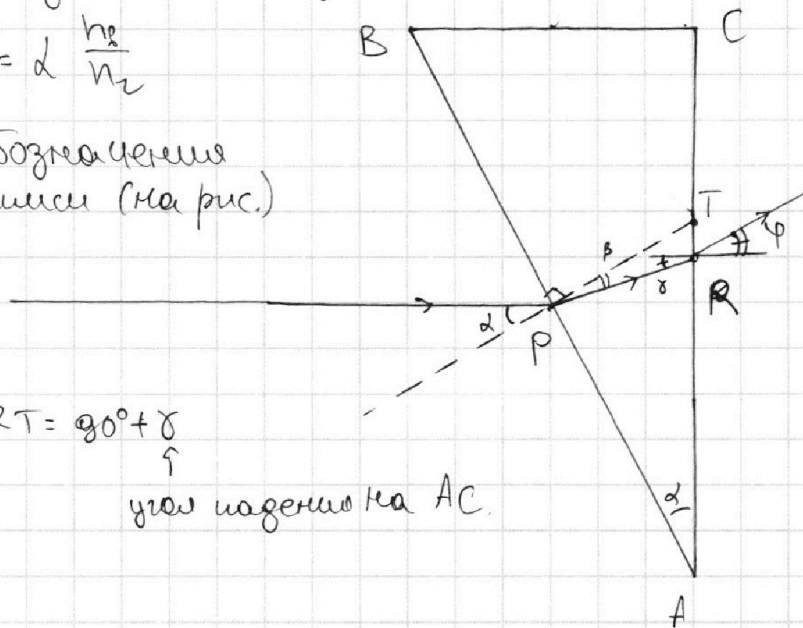
5) 1) Рассмотрим луч, перпендикулярный левой грани системы.

Он пересекает левую грань второй призмы под углом  $\alpha$  к нормали (изgeom, сообр.). 3-н

3-н Снеллиуса для малых углов:

$$2n_1 \alpha = \beta n_2, \quad \beta = \alpha \frac{n_2}{n_1}$$

Далее введем обозначения для удобства записи (на рис.)



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

↑  
угол падения на AC.

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

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

3-н Снеллиуса для AC:

$$n_2 \gamma = n_1 \varphi = \varphi = \alpha (n_1 - n_2) = \underline{\underline{0,07 \text{ рад}}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

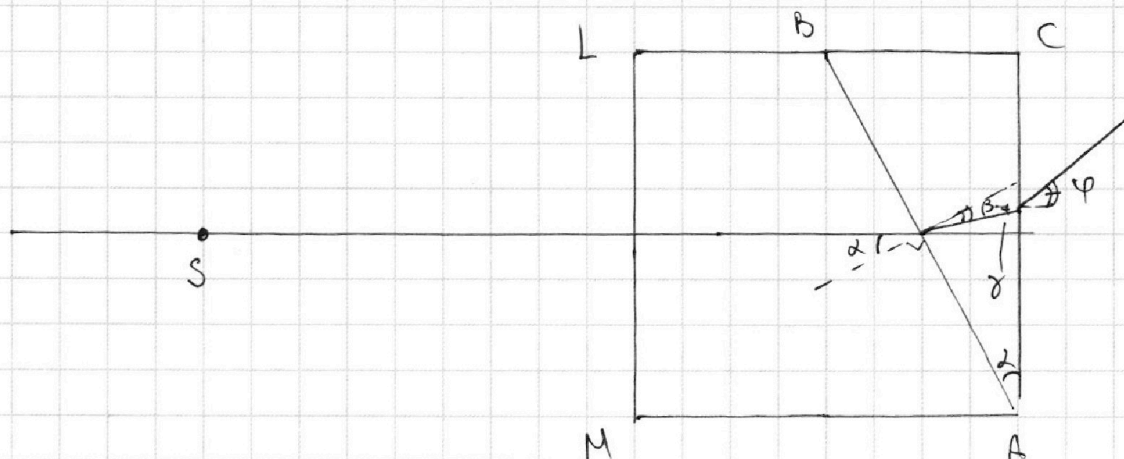
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



3)



Расши. луч, перп. левой грани системы. Через LM  
луч пройдет, не преломившись, поэтому закон 3-й  
Снеллиуса для AB (луча, упрощено на формулу  
граней):

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

Далее луч падает под углом  $\gamma$  на AC:

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

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

Тогда, аналогично со вт. пунктом

~~$$l_2 = a+h - \frac{a+h}{\varphi} \cdot \frac{n_3}{d(n_2 - n_1)}$$~~

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

т.е. слева от источника

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

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

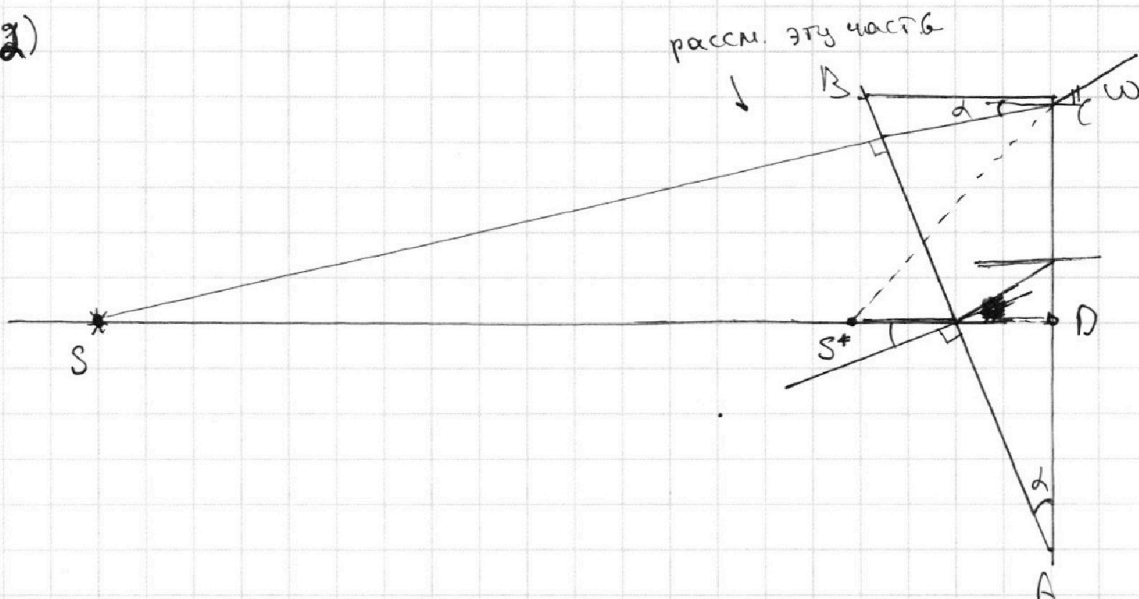
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

5 а)



Рассмотрим луч, который идет от источника под углом  $\alpha$  к оси. Он не преломляется на грани

$AB$ , а от грани  $AC$  преломляется так:

$$dn_2 = \omega n_1 = \omega.$$

$$SD - \text{ось. } CD = (a+h)\alpha$$

$$\angle DC S^* = 90^\circ - \omega \Rightarrow \angle OS^* C = \omega.$$

$$S^*D = \frac{CD}{\omega} = \frac{(a+h)\alpha}{dn_2} = \frac{a+h}{n_2}$$

$$l_s = a+h - \frac{a+h}{n_2} = \frac{a+h}{n_2} (n_2 - 1) = \boxed{83,06 \text{ см}}$$

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

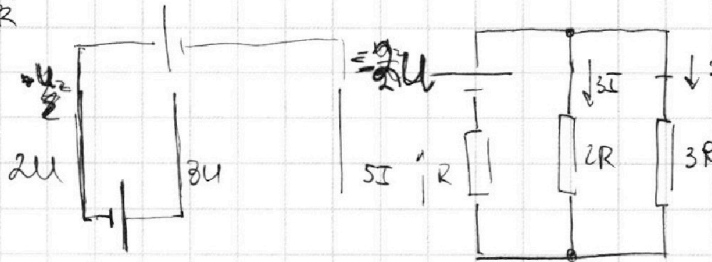
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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

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

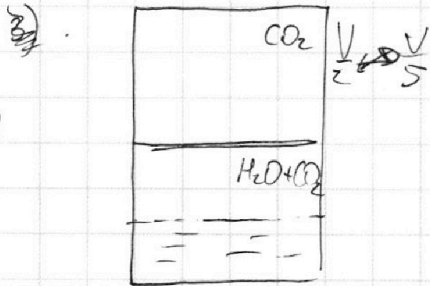


12,5    22,5  
5    35

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

2)  $U_2 = \frac{6E}{11} = LI$   
 $I = \frac{6E}{11L}$

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



$LD = kPw$

$\frac{P_0 V}{2T_0} = \frac{4p \cdot V}{5 \cdot 573}$

$\frac{P_0}{P} = \frac{8}{25}$

$E = \frac{6}{35E_0}$

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

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

$k = 20$

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

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

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

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

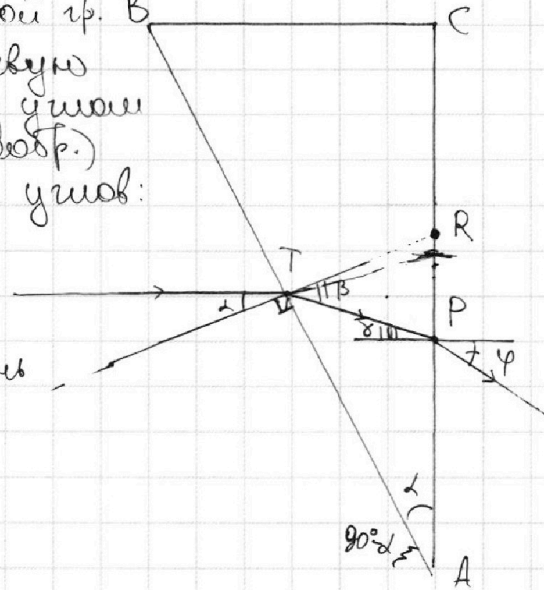
МФТИ

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

5) 1) Рассмотрим луч, перп. левой гр. В  
системе, Он пересекает левую  
грань широкой призмы под углом  
 $\alpha$  к нормали (изgeom. соотр.)  
З-н Снеллиуса для малых углов:

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

Далее луч перес. правую грань  
под углом  $\gamma$  к норми.



Найдем  $\gamma$ . Для этого введем букв. обознач. на рисунке

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

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

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

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

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

$\sigma_1$

$\sigma_2$

$\sigma_3$

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

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

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

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

$$\begin{array}{r} 203 \\ 1,5 \\ \hline 1015 \\ 203 \\ \hline 304,5 \end{array}$$

$$0,07 \quad \overline{117}$$

$$\begin{array}{r} 100 \quad \overline{117} \\ 85 \quad 0,58 \\ \hline 150 \\ 0,1 \quad \overline{136} \\ \hline 14 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,70 \quad \overline{117} \\ 68 \quad 0,041 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$2030 \quad \overline{117}$$

$$0,7 \cdot 0,1$$

$$\begin{array}{r} 203 \cdot 0,17 \\ \hline 1,7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 203 \\ \times 0,7 \\ \hline 1421 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1421 \quad \overline{117} \\ 136 \quad 83,05 \\ \hline 61 \\ 51 \\ \hline 100 \\ 85 \\ \hline 15 \end{array}$$

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

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 траектории в точке, где  
 $v(t) = 20 \frac{m}{c}$  Она ~~пересекает~~ проходит через узлы сетки

в точках  $A = (15, 12,5)$  и  $B = (35, 22,5)$ .

Ускорение есть ~~только~~ коэф. наклона касательной.

~~а<sub>1</sub>~~  $a_1 = \rho \cdot \frac{v}{z} = \gamma_1 R T_0$

$\rho \cdot \frac{v}{4} = \gamma_2 R T_0$

$\frac{K \Gamma \cdot M \cdot x}{c z \cdot x} = K \Gamma$

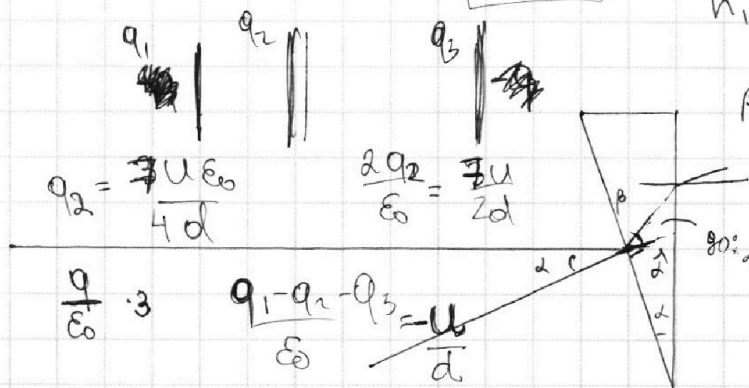
$\lambda = \frac{z_1}{z_2}$

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

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

⑤

1)



$q_2 = \frac{3U \epsilon_0}{4d}$

$\frac{2q_2}{\epsilon_0} = \frac{3U}{2d}$

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

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

$E_{induc} = q\varphi$

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

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

$\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3$

$-q \quad +q \quad |$

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

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

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

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

$= 0,27$

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

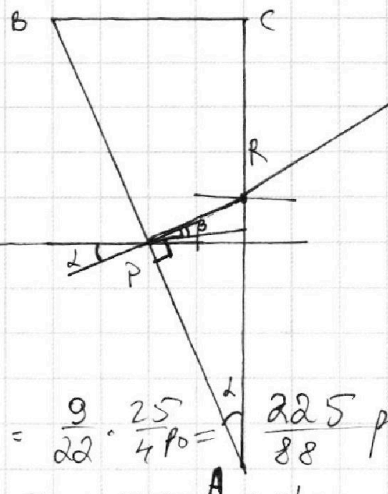
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



5) 1)

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

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



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

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

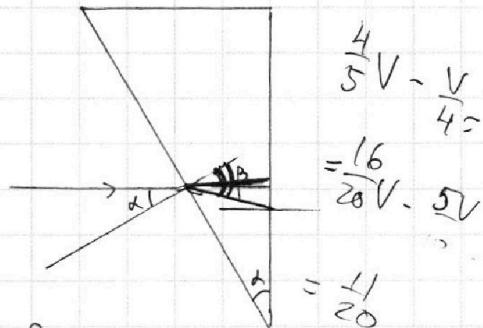
Введем обозначения вершин призмы и точки A перес.

Луч, идущий перп. к поверхности пр. системы (на данном рисунке перп. к поверхности AB), не изобр., т.к.  $n_1 = n_2$ , пересекает AB под углом  $\alpha$

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

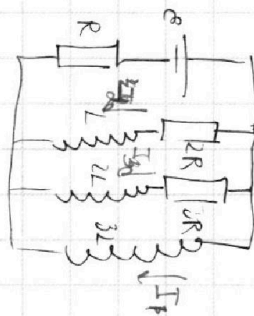


$$\frac{4}{5}V - \frac{V}{4} = \frac{16}{20}V - \frac{5V}{20} = \frac{11}{20}V$$

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

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

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



$$I \cdot 3L = \frac{4V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{16}{20} - \frac{5}{20} = \frac{11}{20}$$

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

$$= 0,8 \quad 1,8 = \frac{18}{10} = \frac{9}{5} \cdot \frac{8}{16} = \frac{8}{16}$$