



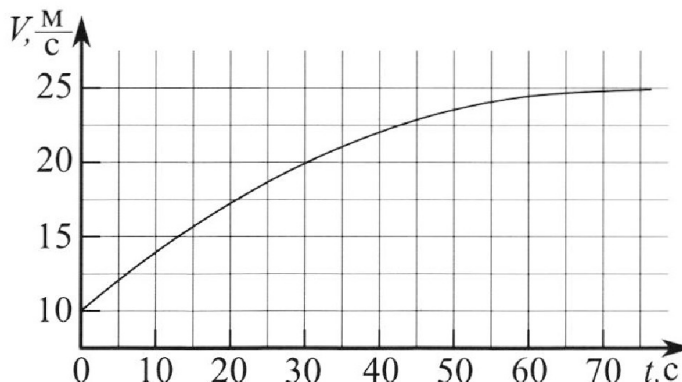
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 ?

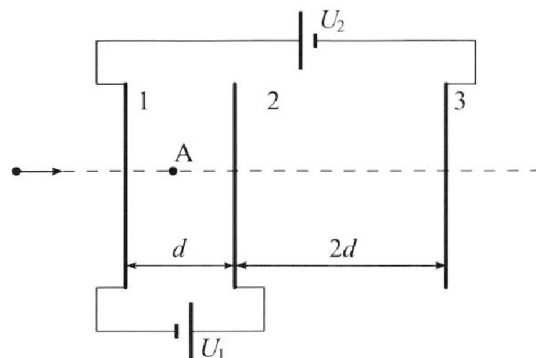
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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

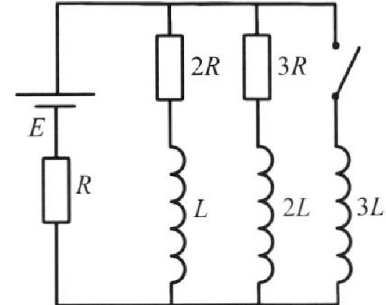
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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 $n_v = 1,0$. 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.

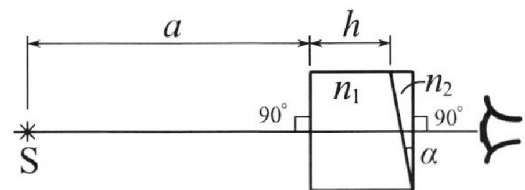


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

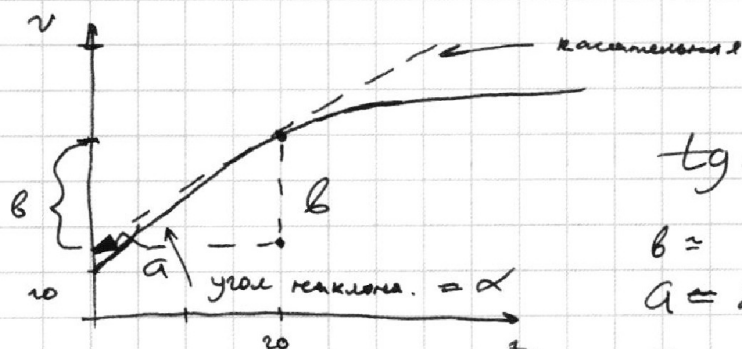
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 1. (М1)

- 1) По определению: $a = \frac{dv}{dt}$, a — ускорение автомобиля.
 $\frac{dv}{dt}$ — производная скорости по времени, что также равно
 тангенсу угла касательной к графику.

По графику можно найти этот тангенс.



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v}{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$v \approx (15,2 - 10,2) \frac{\text{м}}{\text{с}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a \approx 20 \text{ с}$$

По графику видно, что $a \approx \frac{5 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{20 \text{ с}} = \frac{1}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Ответ: $a \approx 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

- 2) Мы знаем, что сила, при пост. равномерном движении
 и скорости $v_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, силе тяги (F_k) равна 500 Н .
 Если движение равномерное, то равнодействующая сила равна нулю.
 F — сила тяги; $F_{\text{тр}}$ — сила сопротивления

$$R = F - F_{\text{тр}} \quad (\text{проекции на ось движения, пусть } O_x)$$

R — результирующая сила.

$$F_k = F_{\text{тр}} = 500 \text{ Н} \Rightarrow F_{\text{тр}}(v=25 \frac{\text{м}}{\text{с}}) = 500 \text{ Н} \Rightarrow$$

$$\alpha \cdot 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 500 \text{ Н} \quad (F_{\text{тр}} = \alpha \cdot v, \text{ где } \alpha = \text{const, т.к. } F_{\text{тр}} \sim v \text{ по усл.})$$

$$\alpha = \frac{500 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

$$F_{\text{тр}}(v=v_1=20 \frac{\text{м}}{\text{с}}) = \alpha \cdot v_1 = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 400 \text{ Н}$$

$$a(v_1) = \frac{R}{m} = \frac{F - F_{\text{тр}}}{m} = \frac{F - 400 \text{ Н}}{m} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

(по второму закону Ньютона на O_x)



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!

Задача 1 (12)

$$F = \frac{400 \text{ Н}}{1800 \text{ кг}} \approx 0,22 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \rightarrow F = \frac{1}{4} \cdot 1800 \text{ Н} + 400 \text{ Н} =$$
$$= \frac{9 \cdot 10^3 \cdot 50}{2^4} \text{ Н} + 400 \text{ Н} = 450 \text{ Н} + 400 \text{ Н} = 850 \text{ Н}$$

Ответ: $F(v=v_1) = 850 \text{ Н}$

3) P - мощность
По опр. $P = \frac{dA}{dt}$, A - работа сил F

$$A = F \cdot dx$$

$$P = \frac{d}{dt} (F \cdot dx) = F \cdot \frac{dx}{dt} = F \cdot v$$

$$P(v=v_1) = F(v_1) \cdot v_1 = 850 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 17000 \text{ Вт} =$$
$$= 17 \text{ кВт}$$

Ответ: $P_1 \approx 17000 \text{ Вт}$

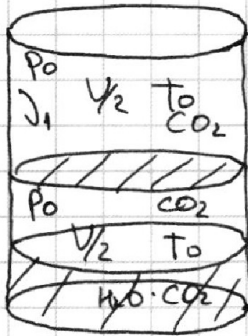
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

Задача 2 (11)

$$T_0 \rightarrow T = \frac{5}{4} T_0 = 373 \text{ K} = 100^\circ \text{C}$$

$$T_0 = \frac{4}{5} T$$



По закону Гей-Люссака: $\Delta V = k p \Delta W$, W - объем воды
 $k(T_0) \approx \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$, P - парциальное давление CO_2

$T = 100^\circ \text{C}$ - температура кипения воды при $P = P_{\text{атм}}$
 при T , CO_2 в воде нет, по условию.

P_0 - начальное давление сверху и снизу сосуда.
 P_k - конечное давление

По закону Менделеева-Клапейрона:

$$P_0 \frac{V}{2} = 3 \nu_1 R T_0 \quad (1)$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = 3(\nu_2 - \Delta \nu) R T_0 + 3 \nu_{\text{в0}} R T_0 \quad (2)$$

ν_1 - кол-во CO_2 в верхнем сосуда = const

ν_2 - кол-во CO_2 в нижнем сосуда = const

$\Delta \nu$ - кол-во растворенного газа CO_2 в воде при T_0

$$\frac{(1)}{(2)} \approx \frac{P_0 \frac{V}{2}}{P_0 \frac{V}{4}} = \frac{3 \nu_1 R T_0}{3 R T_0 (\nu_2 - \Delta \nu + \nu_{\text{в0}})} \quad (3)$$

r - кол-во степеней свободы газа, для прехватанных газов, как CO_2 и H_2O ,
 $r = 6$

$\nu_{\text{в0}}$ - кол-во паров воды до нагревания

$$(3): 2 = \frac{\nu_1}{\nu_2 - \Delta \nu + \nu_{\text{в0}}} \quad \text{— искомое отношение.}$$

кол-во в-ва в газобразном состоянии в нижнем сосуда.

Ответ: 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!

Задача 2 (12)

2) По закону Менделеева-Клапейрона после нагревания:

$$\sum P_k \frac{V}{T} = 30, RT \quad (4)$$

$$\sum P_k \frac{11}{20} V = 30,2 RT + 30,8 RT \quad (5)$$

$\frac{11}{20} V$ - объём газа внизу при T , т.е.

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

$\nu_{вк}$ - количество кол-во пара

$\frac{V}{4}$ - объём воды, вытесненный по усл.

$$\frac{(4)}{(5)}: \frac{P_k \frac{V}{5}}{P_k \frac{11}{20} V} = \frac{30, RT}{3 RT (\nu_2 + \nu_{вк})} = \frac{\nu_1}{\nu_2 + \nu_{вк}} = \frac{4}{11}$$

$$\Delta \nu = k p w = k \cdot \frac{V}{4} \cdot \frac{3 RT (\nu_2 - \Delta \nu)}{\frac{V}{4}} = 3 k RT (\nu_2 - \Delta \nu)$$

парциальное давление CO_2 внизу при T_0

$$\Delta \nu = \frac{3 k RT}{1 + 3 k RT} \cdot \nu_2$$

$$\nu_2 - \Delta \nu = \nu_2 - \frac{3 k RT}{1 + 3 k RT} \nu_2 = \nu_2 \left(\frac{1}{1 + 3 k RT} \right) = \frac{\nu_2}{1 + 3 k RT}$$

$$\frac{\nu_1}{\frac{\nu_2}{1 + 3 k RT} + \nu_{вк}} = 2; \quad \frac{\nu_1}{\nu_2 + \nu_{вк}} = \frac{4}{11} \quad (6) \quad (7)$$

В условии сказано предположить давление водяных паров при комнатной температуре, т.е. при T_0 , значит (2) предположить в:

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = 3 (\nu_2 - \Delta \nu) \cdot RT_0 = \frac{3 \nu_2 RT_0}{1 + 3 k RT} \quad (8)$$

Давление водяных паров при $100^\circ\text{C} = T$ равно $P_{\text{атм}} \Rightarrow$
 $\Rightarrow 3 \nu_{вк} RT = P_{\text{атм}} \cdot \frac{11}{20} V \Rightarrow \nu_{вк} = \frac{P_{\text{атм}} 11 V}{20 \cdot 3 RT}$

$$(6): \frac{\nu_1}{\nu_2} \cdot (1 + 3 k RT) = 2$$

$$(7): \frac{\nu_1}{\nu_2 + \frac{P_{\text{атм}} V}{RT} \cdot \frac{11}{60}} = \frac{4}{11}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$(6): J_1 = \frac{J_2 \cdot 2}{1+3kRT}$$

$$\frac{T_0}{T} = \frac{4}{5}$$

Задача 2 (13)

$$(7): \frac{J_2 \cdot 2}{(1+3kRT)(J_2 + \frac{P_{ATM} \cdot V}{RT} \cdot \frac{11}{60})} = \frac{4}{11}$$

$$J_2 = 4(1+3kRT) \left(J_2 + \frac{11}{60} \frac{P_{ATM} V}{RT} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 11J_2 - 4(1+3kRT)J_2 = \frac{4(1+3kRT) \cdot 11 P_{ATM} V}{15 RT}$$

$$J_2 = 11 \cdot \frac{11}{15} \frac{P_{ATM} V (1+3kRT)}{RT (11 - 4(1+3kRT))} = \frac{11 P_{ATM} (1+3kRT) \cdot V}{15 RT (18 - 12kRT)}$$

$$(8): P_0 \frac{V}{4} = \frac{3J_2 RT_0}{1+3kRT} = \frac{3RT_0}{1+3kRT} \cdot \frac{11 P_{ATM} \cdot V (1+3kRT)}{15 RT (18 - 12kRT)} =$$

$$= \frac{T_0 \cdot 11 \cdot P_{ATM} V}{5 \cdot T (18 - 12kRT)} = \frac{44 P_{ATM} V \cdot 5}{25 (18 - 12kRT)}$$

$$P_0 \approx \frac{4^2 \cdot 11}{5^2} \frac{P_{ATM}}{(18 - 12 \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{10^{-3} \text{ моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}})} =$$

$$= \frac{4^2 \cdot 11 P_{ATM}}{5^2 (18 - 12)} = \frac{4^2 \cdot 11}{5^2 \cdot 6} P_{ATM} = \frac{4^2 \cdot 11}{5^2 \cdot 6} P_{ATM} =$$

$$\frac{2 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 11}{5 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 2} P_{ATM} = \frac{88}{75} P_{ATM}$$

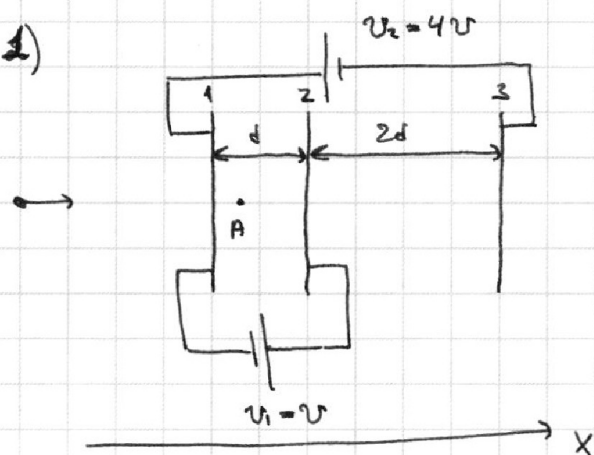
Ответ: $P_0 = \frac{88}{75} P_{ATM}$

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!

Задача 3 (12)

1)



По усл: $d \ll \sqrt{S}$ (S - площадь сетки) $\Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \text{const}$ - эл. поле от одной сетки

σ - плотности заряда одной сетки.

E_A - поле между сетками 1 и 2

$$U_1 = U = E_A \cdot d \Rightarrow E_A = \frac{U}{d}$$

По 2 закону Ньютона: $a_1 = \frac{F}{m} = \frac{E \cdot q}{m}$

Ускорение заряда q между сетками 1 и 2:

$$a_{12} = \frac{F_{12}}{m} = \frac{E_A q}{m} = \frac{U \cdot q}{md}$$

Ответ: $a_{12} = \frac{Uq}{md}$

2) По закону сохранения энергии:

$$K_1 + \Pi_1 = K_2 + \Pi_2, \quad K_{1,2}; \Pi_{1,2} - \text{кинетическая и потенциальная энергии на сетках 1 и 2.}$$

$$K_1 - K_2 = \Pi_2 - \Pi_1 = q(\varphi_2 - \varphi_1), \quad \varphi_{1,2} - \text{потенциалы}$$

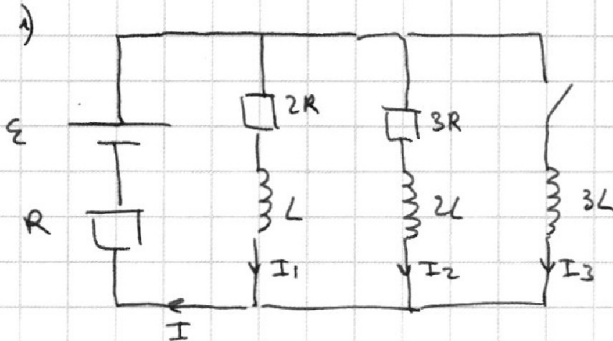
$$= U \cdot q$$

Ответ: $K_1 - K_2 = U \cdot q$

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!

Задача 4



Ток установился, значит $I = \text{const} \Rightarrow \dot{I} = 0$
и по первому.

По второму закону Кирхгофа:

$$\begin{cases} \varepsilon = 2R \cdot I_1 + \dot{I}_1 L + I R & (1) \\ \varepsilon = I_2 \cdot 3R + \dot{I}_2 2L + I R & (2) \\ I = I_1 + I_2 & (3) \end{cases} \quad \dot{I}_1 = \dot{I}_2 = 0$$

(1) $\varepsilon = 2R I_{10} + I R \Rightarrow I_{10} = \frac{(2R I_{10} - \varepsilon)}{R} = \frac{\varepsilon - 2R I_{10}}{R}$

(2) $I_{20} = \frac{\varepsilon - I_{10} R}{3R} = \frac{\varepsilon}{3R} - \frac{I_{10}}{3} = \frac{\varepsilon}{3R} - \left(\frac{\varepsilon}{R} - 2I_{10} \right) \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{3} I_{10}$

(3) $\frac{\varepsilon - 2R I_{10}}{R} = I_{10} + \frac{2}{3} I_{10}; \quad \frac{\varepsilon}{R} - 2I_{10} = \frac{5}{3} I_{10}$

$\frac{\varepsilon}{R} = 2I_{10} + \frac{5}{3} I_{10} = \frac{11}{3} I_{10} \Rightarrow I_{10} = \frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{R}$

Ответ: $I_{10} = \frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{R}$

2) По 2.3. Кирхгофа:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= 3L \cdot \dot{I}_3 + I_{10} R \Rightarrow \dot{I}_3 = \frac{\varepsilon - I_{10} R}{3L} = \frac{\varepsilon - (\varepsilon - 2R I_{10})}{3L} = \\ &= \frac{2R I_{10}}{3L} = \frac{2R}{3L} \cdot \frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{R} = \frac{2}{11} \frac{\varepsilon}{L} \end{aligned}$$

Ответ: $\dot{I}_{30} = \frac{2}{11} \frac{\varepsilon}{L}$



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)

3) По законам Кирхгофа:

$$\begin{cases} \mathcal{E} = IR + I_1 \cdot 2R + \dot{I}_1 \cdot L \\ \mathcal{E} = IR + I_2 \cdot 3R + \dot{I}_2 \cdot 2L \\ \mathcal{E} = IR + \dot{I}_3 \cdot 3L \\ I = I_1 + I_2 + I_3 \end{cases}$$



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

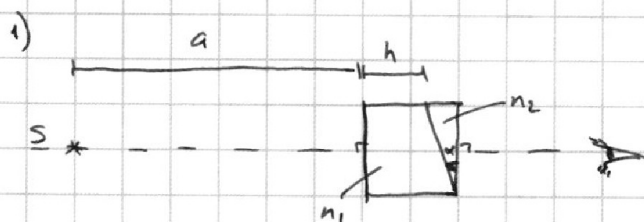
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

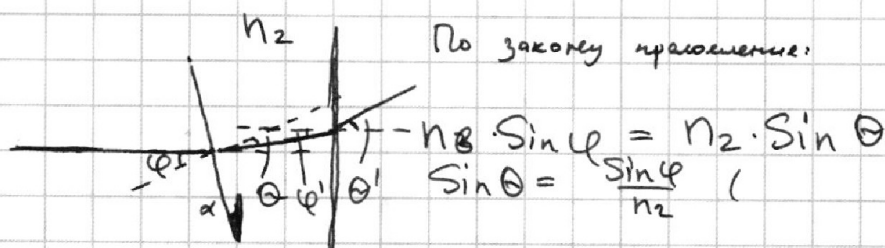
МФТИ

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

Задача 5 (11)



т.к. $n_2 = 1 = n_v$, считаем, что первой призмы нет.
Рассмотрим луч, проходящий через вторую призму.



φ - угол падения; θ - угол отражения

$$n_2 \sin \varphi' = n_1 \sin \theta' \Rightarrow \sin \theta' = n_2 \sin \varphi'$$

φ', θ' - углы падения и преломления луча при прохождении правой грани призмы

$$\varphi, \theta, \varphi', \theta' - \text{малы} \Rightarrow \theta = \frac{\varphi}{n_2} = \frac{\alpha}{n_2}$$

$$\theta' = \varphi' \cdot n_2$$

$$\alpha - \theta = \varphi'$$

$$\theta' = (\alpha - \theta) n_2 = \left(\alpha - \frac{\alpha}{n_2} \right) \cdot n_2 = \alpha (n_2 - 1) = 0,1 (1,7 - 1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07$$

Ответ: $\theta' \approx 0,07$

2)

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

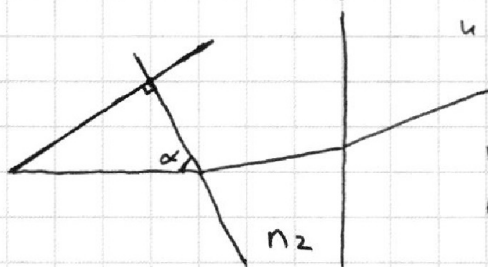
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

Задача 5 (12)

Рассмотрим два луча: луч, ~~перпендикулярный~~ перпендикулярный левой грани первой призмы,
и луч, перпендикулярный грани второй призмы.



первый луч отклонится под углом $\theta' \approx 0,07$
второй луч отклонится под углом γ'

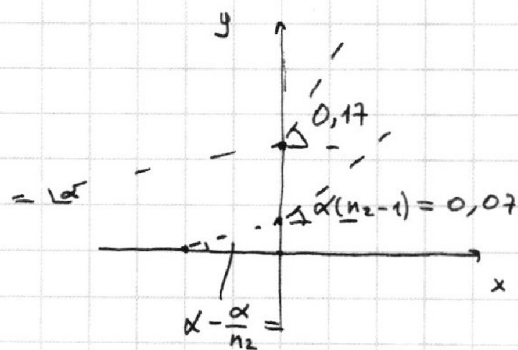
По закону преломления:

$$n_2 \sin \alpha = n_1 \cdot \sin \gamma$$

$$\alpha, \gamma \approx 1$$

$$\gamma = n_2 \cdot \alpha$$

Продолжим лучи до их пересечения



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!

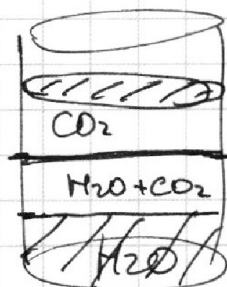
Черновик

$$F_{TP} \sim V$$

$$F_{TP} = \kappa V$$

$$F_{TP}(V=25) = 500 \text{ H}$$

$$a = \left. \frac{dV}{dt} \right|_{V_1} =$$



$$V/4$$



$$T_0 \rightarrow T = \frac{5}{4} T_0 = 373 \text{ K} = 100^\circ \text{C}$$

$$P_0 \frac{V}{2} = 3 \nu_1 R T_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = 3(\nu_2 - \Delta \nu) R T_0 + 3 \nu_{H_2O} R T_0$$

$$P_u \frac{V}{5} = 3 \nu_1 R T$$

$$P_k \cdot \frac{11}{20} V = 3 \nu_2 R T + 3 \nu_{H_2O} R T$$

$$\Delta \nu = k p w = \frac{4}{7} \cdot k \cdot \frac{3(\nu_2 - \Delta \nu) R T_0}{V/4} = 3 k R T_0 (\nu_2 - \Delta \nu)$$

$$\Delta \nu = 3 k R T_0 \nu_2 - 3 k R T_0 \Delta \nu$$

$$\Delta \nu (1 + 3 k R T_0) = 3 k R T_0 \nu_2$$

$$\Delta \nu = \frac{3 k R T_0 \nu_2}{1 + 3 k R T_0}$$

$$\frac{4 \cdot 20}{5 \cdot 11} = \frac{4}{11}$$

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

$$P_0 \frac{V}{2} = 3 \nu_1 R T_0$$

$$P_0 \frac{V}{4} = 3(\nu_2 - \Delta \nu) R T_0 + 3 \nu_{H_2O} R T_0 = 3 R T_0 (\nu_2 - \Delta \nu + \nu_{H_2O})$$

$$\frac{P_0 \frac{V}{4}}{P_0 \frac{V}{2}} = \frac{3 R T_0 (\nu_2 - \Delta \nu + \nu_{H_2O})}{3 R T_0 \nu_1} =$$

$$1 + 3 k R T - 3 k R T$$

$$\frac{370}{5} \cdot 4 = 37 \cdot 2 \cdot 4 =$$

$$40 \cdot 2 \cdot 4 = 40 \cdot 8 = 320$$

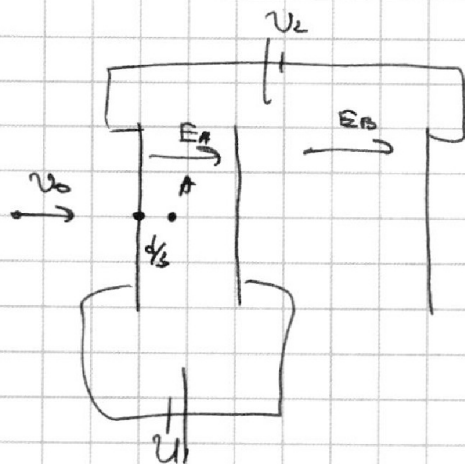
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\frac{q_A \tau^2}{2} - v_1 \tau + \frac{d}{3} = 0$$

$$D = v_1^2 - 4 \cdot \frac{q_A}{2} \cdot \frac{d}{3} = v_1^2 - \frac{2}{3} q_A d$$

$$\tau = \frac{v_1 \pm \sqrt{v_1^2 - \frac{2}{3} q_A d}}{q_A}$$

$$U_{\infty} + K_{\infty} = K_1 + U_1$$

$$U_{\frac{d}{2}} - U_1 + K_{\infty} = K_1$$

$$\varphi_A - \varphi_1 = E_A \cdot \frac{d}{3}$$

$$U_A - U_1 = \frac{E_A \cdot d \cdot q}{3}$$

$$q(\varphi_{\frac{d}{2}} - \varphi_1) + K_{\infty} = K_1 =$$

$$= q(E_A \cdot \frac{d}{2}) + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$K_1 + U_1 = K_A + U_A$$

$$U_A - U_1 = K_A - K_1 = \frac{E_A d q}{3}$$

$$E_A d = U$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - U_1 - K_A = \frac{E_A d q}{3}$$

$$E_A d + E_B \cdot 2d = U_2$$

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0} \cdot d + \frac{\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0} \cdot 2d = U_2$$

$$(\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 + 2\sigma_1 + 2\sigma_2 - 2\sigma_3) \cdot \frac{d}{2\epsilon_0} = U_2$$

$$3\sigma_1 + \sigma_2 - 3\sigma_3 = \frac{2\epsilon_0 U_2}{d} = \frac{8\epsilon_0 U}{d}$$

$$\frac{2\epsilon_0 U}{d} = \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 \quad | \cdot 3$$

$$\sigma_2 + 3\sigma_2 = \frac{8\epsilon_0 U}{d} - \frac{6\epsilon_0 U}{d} = \frac{2\epsilon_0 U}{d}$$

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

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!



Черновик

$$E_{Ad} = U$$

$$-E_{Ad} - E_{B2d} = 4U$$

$$3\sigma_1 + \sigma_2 - 3\sigma_3 = - \frac{8\varepsilon_0 U}{d}$$

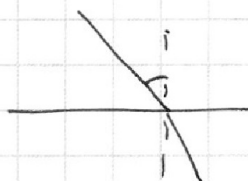
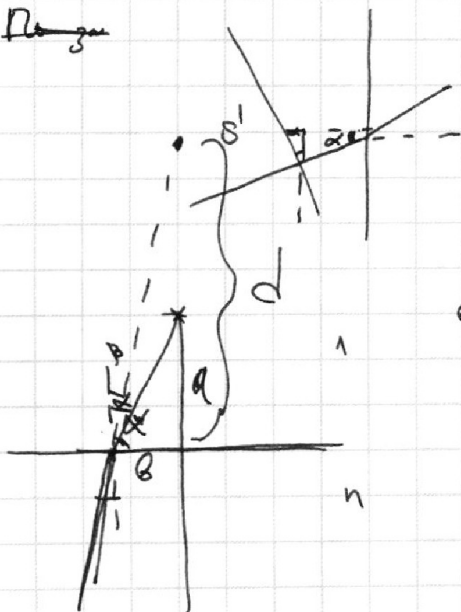
$$\sigma_2 + 3\sigma_3 = - \frac{8\varepsilon_0 U}{d}$$

$$\begin{aligned} 4 \quad Q &= \int_0^\infty P dt = \int_0^\infty IU dt = \int_0^\infty I^2 R dt = \int_0^\infty \frac{dq^2}{dt^2} 2R dt = \\ &= \int_0^\infty \frac{dq^2}{dt} R = \int_0^\infty \frac{dq}{du} \cdot \underbrace{I R}_{u} = q \cdot I R \Big|_0^\infty + \int_0^\infty q \cdot \frac{d}{dt}(I R) = \\ &= q I R + q \cdot I R \Big|_0^\infty = 2q I R \Big|_0^\infty = 2q I_{10} R = \end{aligned}$$

$$= Q \Rightarrow I_{10} = \frac{Q}{2 I_{10} R}$$

N5

Решение



$$\beta = \frac{a}{\tan \alpha} = \frac{a}{\frac{\pi}{2} - \alpha}$$

$$\alpha = \eta \beta$$

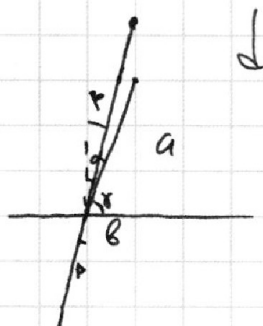
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



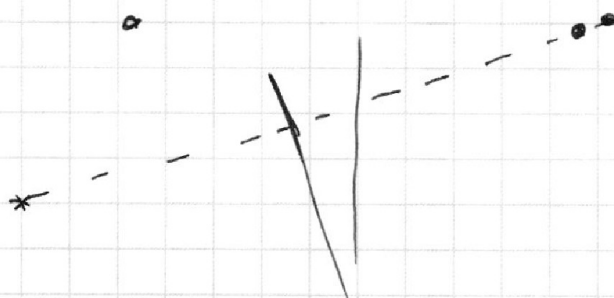
$$\frac{a}{b} = \operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{2} - \alpha \right) =$$

$$= \operatorname{ctg} \alpha = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{1}{\alpha}$$

$$b = a \alpha$$

$$p = \frac{a}{n} \quad \operatorname{tg} \beta = \beta = \frac{b}{a} \Rightarrow d = b \cdot \beta = a \cdot \alpha \cdot \frac{a}{n} = \frac{a^2 \alpha^2}{n}$$

$$d = \frac{b}{\beta} = \frac{a \alpha}{\alpha} \cdot n = na$$





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)

~~По 2 закону Ньютона: $a_A = -F_A$~~

~~$v_A = v_1 - a_A \cdot \tau$, τ - время полета от сетки 1 до т. А~~

~~$\frac{d}{3} = v_1 \cdot \tau - \frac{a_A \cdot \tau^2}{2} \Rightarrow \tau =$~~

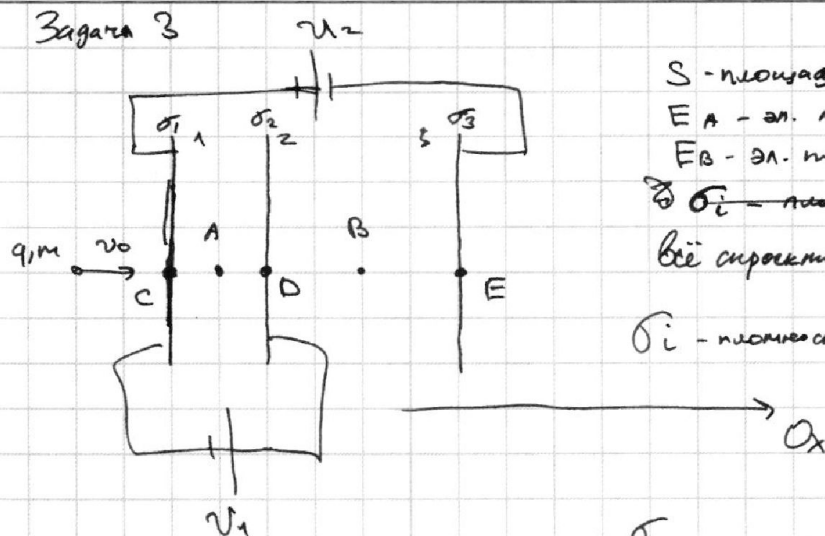
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



S - площади пластин
 E_A - эл. поле в т. А
 E_B - эл. поле в т. В.
 σ_i - плотность i -ой
 Все ориентировано на Ox .
 σ_i - плотность зарядов i -ой сетки.

По ука: $d \ll \sqrt{S} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$ - эл. поле от одной пластины

$$U_2 = E_B \cdot d = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0} \cdot d$$

$$U_1 = E_A \cdot d = \frac{\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0} \cdot d$$

Ускорения частицы в т. А: $a_A = \frac{F_A}{m} = \frac{E_A \cdot q}{m} = \boxed{\frac{U_1 \cdot q}{dm}}$

Ответ: $a_A = \frac{U_1 \cdot q}{dm}$

2) v_0 - скорости частицы на расстоянии $\gg \sqrt{S}$.

~~На большом расстоянии от пластин, потенциальная энергия частицы равна нулю.~~

~~U - потенциальная энергия частицы.~~

~~По закону сохранения энергии: $\frac{mv_0^2}{2} + \frac{mU_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mU^2}{2} \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - U_0$; $K_f = \frac{mv_0^2}{2} - U_0$~~

По з.с.э.: $K_1 + U_1 = K_2 + U_2 \Rightarrow K_1 - K_2 = U_2 - U_1 =$

$= \varphi_2 \cdot q - \varphi_1 \cdot q = q \cdot U_1$, U_1 - напряжение источника 1
 φ_1 - потенциал сетки 1
 φ_2 - потенциал сетки 2

Ответ: $K_1 - K_2 = q \cdot U_1 = q \cdot U$