



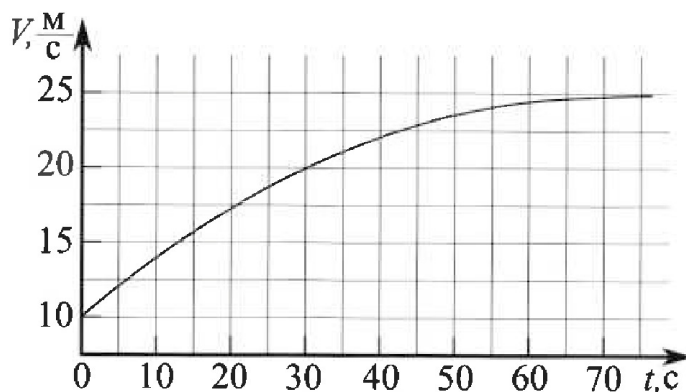
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

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



1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

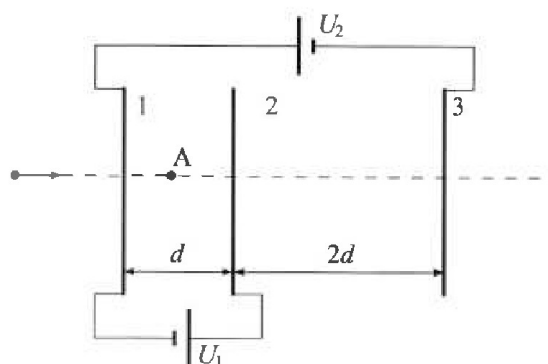
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество 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 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 3U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



- 1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

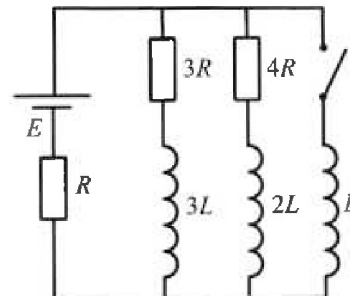
Вариант 11-03

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

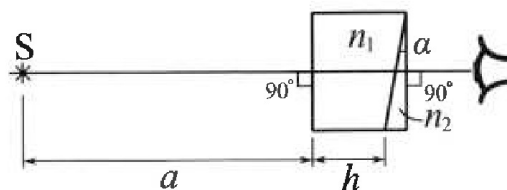
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

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

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



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



- 1) Считая $n_1 = n_a = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_a = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



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 17

$m = 7500 \text{ кг}$; $F_k = 600 \text{ Н}$; 1/ $a_0 = ?$; 2/ $F_0 = ?$; 3/ $p_0 = ?$

1/ $F_{cx} = -2V$

23 Н: $ma_{||} = F - 2V$

2/ в конце разгона $a = 0$

$0 = F_k - 2V_k$; $2 = \frac{F_k}{V_k}$; $2 = \frac{600}{25} = 24 \text{ Н} \cdot \text{с/м}$

3/ $a_0 = \frac{2V}{dt} \approx \frac{17,5 - 10}{20 - 0} = \frac{7,5}{20} = 375 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2 = 375 \text{ м/с}^2$

(касательная к графику
проходит через точки
 $(0 \text{ с}; 10 \text{ м/с})$ и $(20 \text{ с}; 17,5 \text{ с})$)

$a_0 \approx 0,38 \text{ м/с}^2$

4/ $ma_0 = F_0 - 2V_0$; $F_0 = ma_0 + 2V_0 = 7500 \cdot 0,38 + 24 \cdot 10 = 380,75 + 240 = 870 \text{ Н}$; $F_0 = 870 \text{ Н}$

5/ $p_0 = \frac{F_0}{v_0} = \frac{870}{10} = 87 \text{ Па}$ ($p_0 dt = F_0 ds$; $p_0 = F_0 \frac{ds}{dt}$)
ответ: 1/ $a_0 = 0,38 \text{ м/с}^2$; 2/ $F_0 = 870 \text{ Н}$; 3/ $p_0 = 87 \text{ Па}$

5/ $p_0 = F_0 \cdot v_0 = 870 \cdot 10 = 8700 \text{ Па} = 8,7 \text{ кПа}$

($p_0 dt = F_0 ds$; $p_0 = F_0 \frac{ds}{dt} = F_0 \cdot v$)

Ответ: 1/ $a_0 = 0,38 \text{ м/с}^2$; 2/ $F_0 = 870 \text{ Н}$; 3/ $p_0 = 8,7 \text{ кПа}$



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!

Прочисленные задачи 2

Анализ

$$J_2 + \Delta J + J_n = \frac{11}{2} J_2; \quad \frac{\kappa p_0 V}{4} + \frac{11}{70} \frac{p_0 V}{RT} = \frac{9}{8} \frac{p_0 V}{RT_0} \quad \cdot \frac{RT}{p_0 V}$$

$$\frac{\kappa RT}{4} + \frac{11}{70} = \frac{9}{8} \frac{T}{T_0}; \quad \frac{T}{T_0} = \frac{2\kappa RT}{9} + \frac{44}{45}$$

$$\boxed{\frac{T}{T_0} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3}{9} + \frac{44}{45} = \frac{1}{3} + \frac{44}{45} = \frac{59}{45}}$$

$$\text{Ответ: } 7 / \frac{J_2}{J_1} = 2; \quad 2 / \frac{T}{T_0} = \frac{59}{45}$$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

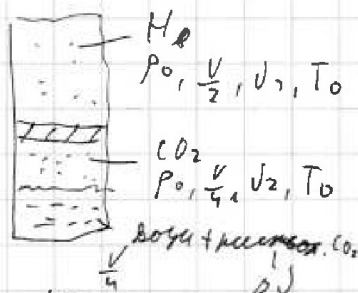
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача № 2

$T = 343 \text{ K}$; $p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2}$; $k = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль/(м}^3 \cdot \text{с)}$; $RT = 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$

1) $\frac{J_1}{J_2} = ?$ 2) $\frac{T}{T_0} = ?$

1) Рассчитать макс. соск.



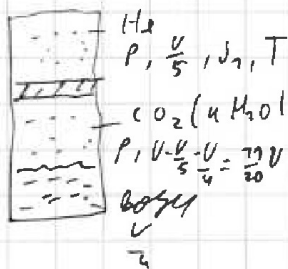
усл. макс. - экв.: $p_0 \frac{V}{2} = J_1 RT_0$

$p_0 \frac{V}{4} = J_2 RT_0$

$\frac{J_1}{J_2} = 2$

$J_2 = \frac{p_0 V}{4 RT_0}$

2) Рассчитать макс. время, когда $T = 343 \text{ K}$, ~~вода еще~~
~~не успела испариться~~. Предполагаем, что вода не испарилась.



усл. макс. - экв.: $p \cdot \frac{V}{5} = J_1 RT$

$\frac{p}{p_0} = \frac{p_0 \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{T}{T_0}}{p_0}$

$p \cdot \frac{47}{20} V = (J_2 + \Delta J) RT$

$\frac{J_2 + \Delta J}{J_2} = \frac{17 p}{5 p_0} \cdot \frac{T_0}{T} = \frac{17}{2}$

$J_2 + \Delta J = \frac{17}{2} J_2$; $\Delta J = \frac{9}{2} J_2 = \frac{9 p_0 V}{8 RT_0} = \frac{k p_0 V}{RT_0}$; $RT_0 = \frac{9}{2 k}$

$\frac{T}{T_0} = \frac{RT}{RT_0} = \frac{2 RT \cdot k}{9}$; $\frac{T}{T_0} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}}{9} = \frac{7}{3}$

$\frac{T}{T_0} < 7 \Rightarrow$ предположение, что вода не успела испариться неверно.

3) усл. макс. - экв.: $p \cdot \frac{17}{20} V = (J_2 + \Delta J + J_1) RT$, где $J_1 = 2 p_0 \cdot \frac{27}{20} V$
(при $T = 343 \text{ K}$ - $p_{\text{н}} = p_{\text{атм}} = 2 p_0$)

$= \frac{17 p_0 V}{20 RT}$

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!

Прочтение условия №3

Два электрона движутся от точки A к точке B (максимальный потенциал равен φ_0). Тогда известно, что электрона движется от точки A к точке B $K_2 \geq 0$, где:

$$3) \frac{mv_0^2}{2} + \varphi_0 \cdot q = \varphi_0 \cdot q + K_2; \quad K_2 = \frac{mv_0^2}{2} - (\varphi_0 - \varphi_A) \cdot q \geq 0$$

$$\frac{mv_0^2}{2} \geq (4\eta - \frac{3}{2}\eta) \cdot q; \quad v_0^2 \geq \frac{5q\eta}{m}; \quad v_0 \geq \sqrt{\frac{5q\eta}{m}}$$

$$4) \varphi_0 - \varphi_A = \varphi_A - \varphi_0 = \epsilon, \quad \frac{d}{4}; \quad \varphi_A = 3\eta + \frac{\eta}{2} \cdot \frac{d}{4} = \frac{73}{4}\eta$$

$$3) \frac{mv_0^2}{2} + \varphi_0 \cdot q = \frac{mv_A^2}{2} + \varphi_A \cdot q; \quad v_A^2 = v_0^2 - (\varphi_A - \varphi_0) \cdot \frac{2q}{m}$$

$$v_A^2 = v_0^2 - \left(\frac{73}{4}\eta - \frac{3}{2}\eta\right) \cdot \frac{2q}{m} = v_0^2 - \frac{7}{2} \frac{q\eta}{m}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{7}{2} \frac{q\eta}{m}}$$

ответ: 1) $a_1 = \frac{q\eta}{md}$; 2) $K_1 - K_2 = q\eta \left(v_0 \geq \sqrt{\frac{5q\eta}{m}} \right)$;

$$3) v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{7}{2} \frac{q\eta}{m}} \left(v_0 \geq \sqrt{\frac{7q\eta}{2m}} \right)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

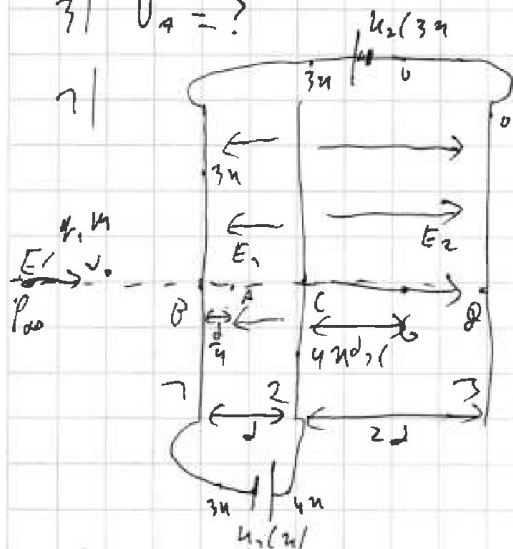
МФТИ

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

Задача № 3

1; 4; $U_1 = U$; $U_2 = 3U$; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 1) $q_1 = ?$; 2) $K_1 - K_2 = ?$

3) $U_A = ?$



М. К. $d \ll$ размеров пластин, следовательно можно считать однородными.

используем закон

полюсов.

$$E_1 = \frac{q_1 - q_2}{d} = \frac{q}{d}$$

$$E_2 = \frac{q_2 - q_1}{2d} = \frac{2q}{2d}$$

(справочный материал)

Если мы рассмотрим пластины с бесконечного расстояния, то они будут на расстоянии $\Rightarrow$ создадут слева и справа равные однородные поля $\Rightarrow$

$$\varphi_{\infty} = \frac{3q + 0}{2} = \frac{3}{2} q$$

найдем теперь точку G, что $\varphi_G = \varphi_{\infty} = \frac{3}{2} q$

$$\varphi_C - \varphi_G = q - \frac{3}{2} q = E_2 \cdot d_1; \frac{q}{2} = \frac{2q}{d} \cdot d_1; d_1 = \frac{d}{4}$$

2) по 23Н для пластины вблизи точки G, которая равна 742

$$m_1 = E_1 \cdot q; a_1 = \frac{q}{m_1}$$

3) 367 для пластины при нахождении от середины 7 до середины 2:

$$K_1 + \varphi_G \cdot q = K_2 + \varphi_C \cdot q; K_1 - K_2 = (\varphi_C - \varphi_G) \cdot q = q$$

Заметим, что K_2 отрицательна, только если пластина заряжена до середины 2.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

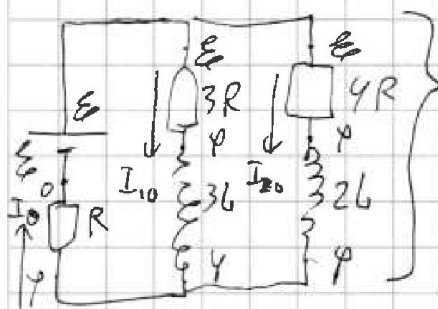
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача №4.

Ⓔ(E); Ⓕ(R); Ⓖ(L); 1/ $I_{10} = ?$; 2/ $I_6(0) = ?$; 3/ $q_{3R} = ?$

1/ Рассмотрим цепь до замыкания ключа.
Температура установилась $\Rightarrow$ напряжение на катушке равно 0.

используем закон Кирхгофа

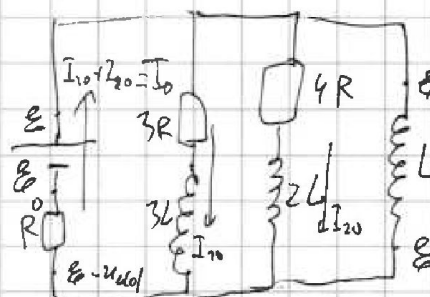


3(3): $I_0 = I_{10} + I_{20}$
 по закону Кирхгофа: $I_0 = \varphi - 0$; $I_{10} = \frac{E - \varphi}{3R}$
 $I_{20} = \frac{E - \varphi}{4R}$; $\frac{\varphi}{R} = \frac{E - \varphi}{3R} + \frac{E - \varphi}{4R} \quad | \cdot 12R$
 $12\varphi = 3E - 3\varphi + 4E - 4\varphi$; $7\varphi = 7E$
 $\varphi = E$; $I_{10} = \frac{E - E}{3R} = 0$; $I_{20} = \frac{E - E}{4R} = 0$

2/ Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа.
Ток через катушку индуктивности не изменяется.

$I_1(0) = I_{10}$; $I_2(0) = I_{20}$; $I_6 = 0$.

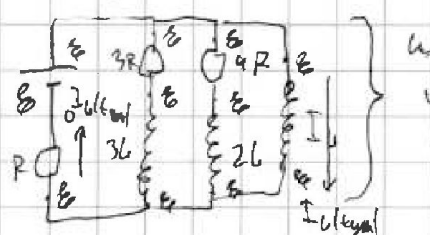
используем закон Кирхгофа



по закону Кирхгофа: $I_0 = \frac{E - U_L(0) - 0}{R} = \frac{7E}{19R}$
 $U_L(0) = \frac{12E}{19}$
 $U_L(0) = L I_6'(0)$; $I_6'(0) = \frac{12E}{19L}$

3/ Рассмотрим цепь в дем. соед. при замкнутом ключе.
ЭДС индукции катушки равна 0.

используем закон Кирхгофа



$I_6(t_{зам}) = \frac{E}{R}$; $I_1(t_{зам}) = I_2(t_{зам}) = 0$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

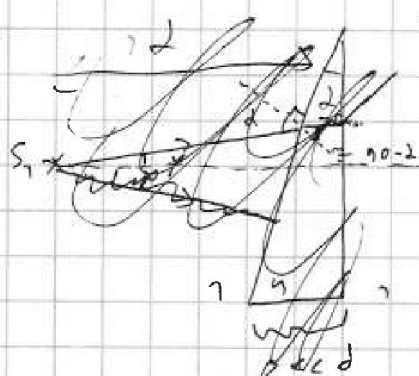


Задача №5

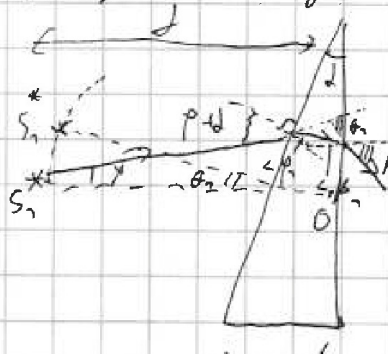
$n_1 = 1$; $a = 90^\circ$; $d = 0,7$; $h = 74$ см; $7 \mid \begin{matrix} n_1 = 1 \\ n_2 = 1,4 \end{matrix}$ $\theta = ?$;

2/ $n_1 = 1$ $n_2 = 1,4$ $\rho = ?$; 3/ $n_1 = 1,4$ $n_2 = 1,7$ $\rho^* = ?$

1) Рассматриваем изображение в тонкой призме с вершиной в фокусе источника S_1 , на поверхности от которой исходят лучи рассейвания d .



Рассматриваем лучи под углом ρ к горизонту.



Закон Снеллиуса:
(для малых углов)

$$\varphi + d = \varphi_1 \cdot n$$

$$\varphi_1 = \frac{\varphi + d}{n}$$

$$\beta_1 \cdot h = \beta; \quad \beta_1 = \frac{\beta}{h}$$

$$\theta_1 = (\varphi + d - \varphi_1) + (\beta - \beta_1) = (\varphi + d) \frac{(h-1)}{h} + \beta \frac{(h-1)}{h}$$

внешний

угол в верш.

$$\varphi_1 + \beta_1 + (78,0 - 2) > 180; \quad \frac{\beta}{h} = 2 - \frac{\varphi + d}{h}$$

интервал

между лучами

$$\theta_1 = (\varphi + d) \frac{(h-1)}{h} + \left(2 - \frac{\varphi + d}{h}\right) (h-1) = 2(h-1) \text{ — не зависит от угла } \varphi.$$

Так как призма тонкая и все параксиальные лучи отражаются на одинаковый угол θ_1 , можно сказать, что изображение S_1^* призмы S_1 будет смещено на угол θ_1 от центра O и O , расстояние d и угол θ_1 .

И.к. угол θ_1 мал, можно сказать, что изображение не смещено по горизонтали, а вертикально поднято на $\rho_1 = d \cdot \theta_1 = d \cdot 2(h-1)$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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

Прочитанные задачи №5

2/ Три изображения через линзу с показателем преломления $n_1 = n_2 = 1$, луч не меняет направления, зная n_1 и n_2 по лучу.

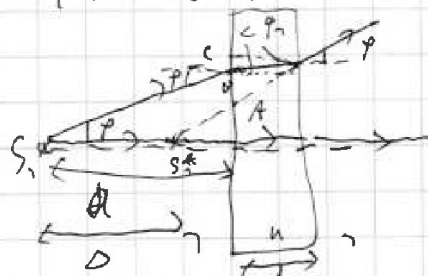
Величина изображения h_1 с углом α , показателем преломления $n_2 = 1,4$ и направлением на расстоянии $a+h$ от поверхности.

Исходя из формулы, полученное в пункте 1, найдем

$$\theta \text{ и } \rho. \quad \theta = 2 \cdot (n_2 - 1) = 0,4 \cdot (1,4 - 1) = 0,16$$

$$\rho = (a+h) \cdot \theta = (90+14) \cdot 0,16 = 15,68 \text{ см} \approx 1,6 \text{ м}$$

3/ Точечный излучатель света S в плоскопараллельной пластине (ППП) показателем преломления n , толщиной h , находится на расстоянии a от поверхности.



Закон Снеллиуса: $\sin \alpha = n \sin \beta$; $\sin \alpha = \frac{\rho}{a}$

Точка A через ППП проходит лучи света, лучи света параллельны друг другу.

$$AB = a \cdot \sin \alpha = a \cdot \frac{\rho}{a} = \rho; \quad AC = h \cdot \sin \beta = h \cdot \frac{\rho}{a}; \quad AB = h \cdot \sin \beta = \frac{h \cdot \rho}{a}$$

$$\rho \cdot \rho = h \cdot \rho - \frac{h \cdot \rho}{a} = \frac{\rho h (a-h)}{a}; \quad \rho = \frac{h (a-h)}{a} \text{ не зависит от } \rho$$

Изображение S^* находится к ППП на расстоянии $a > \frac{h(a-h)}{a}$. Заметим, что если $h \rightarrow 0$, то $a \rightarrow 0 \Rightarrow$ точка ППП не влияет на лучи.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

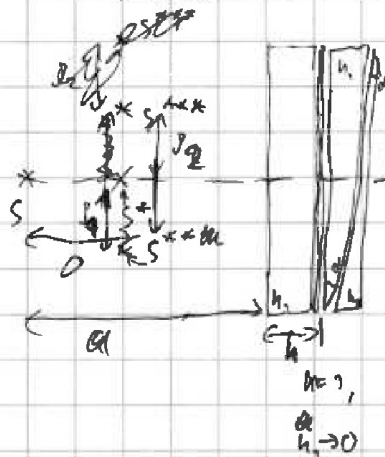
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Продолжение задачи 5

Масштаб

4/ Трансформировать центральную кривую на ППД масштабом h и построить кривую S (рис. 2). Вспомогательная кривая S^* должна быть построена по кривой ППД, которая не совпадает с кривой S по левому краю.



S^* - изображение кривой S в ППД
по формуле из задания

$$\delta = \frac{h(4, -7)}{h_1} = \frac{h(7, 4 - 7)}{7, 4} = \frac{2}{7} h$$

S^{**} - изображение S^* в первой точке кривой

$$p_1 = (a + \delta) \cdot 2(4, -7) = (a + \frac{2}{7} h) \cdot 2(7, 4 - 7) = 0,42 \cdot (a + \frac{2}{7} h)$$

S^{***} - изображение S^{**} во второй точке кривой и изображение кривой S в системе. $p_2 = (a + \delta) \cdot 2(4, -7) = (a + \frac{2}{7} h) \cdot 2(7, 4 - 7) = 0,42(a + \frac{2}{7} h)$

$$p^* = \sqrt{0^2 + p_2 - p_1^2} = \sqrt{\left(\frac{2}{7} h\right)^2 + (0,32(a + \frac{2}{7} h))^2}$$

$$p^* = \sqrt{\left(\frac{2}{7} \cdot 74\right)^2 + (0,32 \cdot 0,7(90 + \frac{2}{7} \cdot 74))^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ см}$$

Ответ: 1/ $\theta = 0,07 \text{ рад}$; 2/ $p = 4,3 \text{ см}$; 3/ $p^* = 5 \text{ см}$



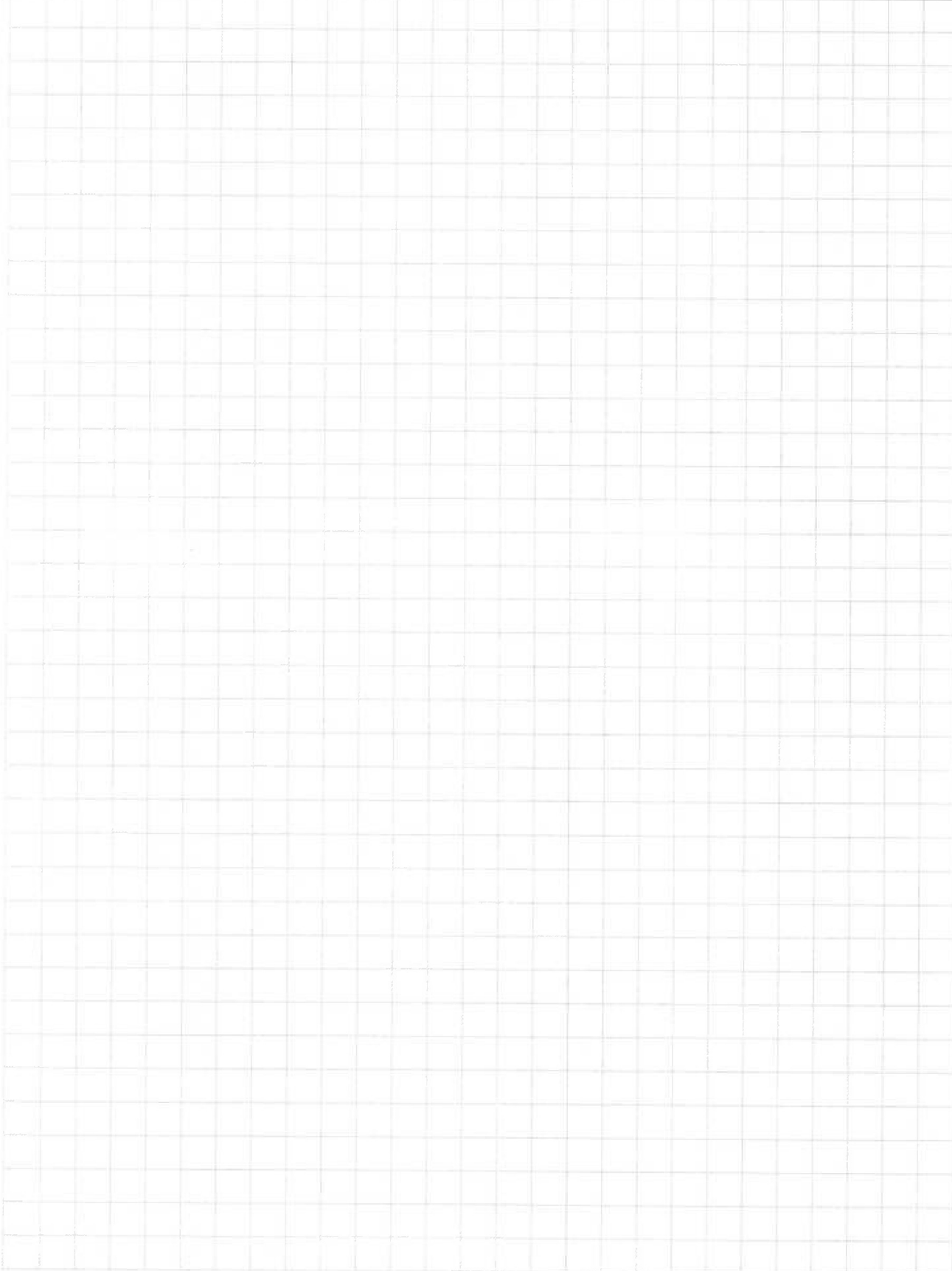
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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.

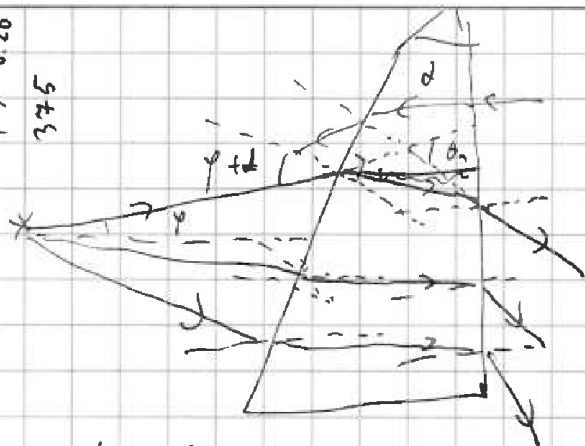
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

4500.20
375



$$90 - (180 - \beta - 90 - 2) =$$

$$= \varphi + \alpha$$

$$\varphi + \alpha - \frac{\varphi + \alpha}{n} + \beta - \frac{\beta}{n} = \theta_1$$

$$\frac{\varphi + \alpha}{n} + \frac{\beta}{n} + 180 - 2 = 180$$

$$\frac{\beta}{n} = 2 - \frac{\varphi + \alpha}{n}; \beta = 2n - \varphi - \alpha$$

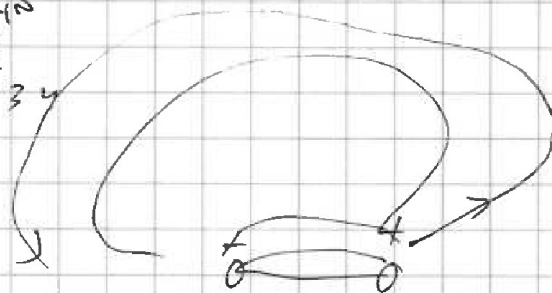
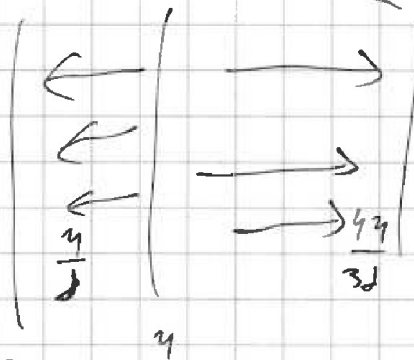
$$\left(\varphi + \alpha \right) \left(\frac{1}{n} - 1 \right) + \left(2n - \varphi - \alpha \right) \left(\frac{1}{n} - 1 \right) = \theta_1$$

$$\varphi + \alpha \left(\frac{1}{n} - 1 \right) + \beta \left(\frac{1}{n} - 1 \right) = \theta_1$$

$$\theta_1 = 2(1 - \frac{1}{n})$$

$$104 \cdot 7 = 728$$

$$\frac{u_2 v}{2} = (p_0 - p) \frac{v}{2}$$



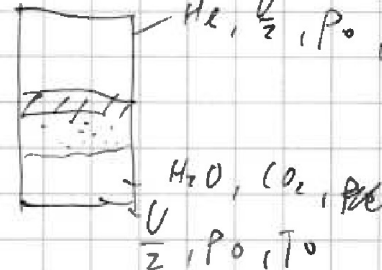
$$p_\infty - p_0 = p_2 - p_0$$

$$p_2 = 2p_0$$

$$k \cdot p_0 \frac{V}{4} = \frac{q p_0 V}{2 R T_0}$$

$$p_0 = \frac{p_{atm}}{2} \quad \frac{R T_0}{2k}$$

$$u_2 u_4 =$$



$$p_0 \frac{V}{2} = J_1 R T_0$$

$$p_0 \frac{V}{4} = J_2 R T_0; J_2 = \frac{p_0 V}{4 R T_0}$$

$$p \frac{V}{5} = J_1 R T_0; p = \frac{8}{2} p_0 \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{5}{2} p_0 \cdot \frac{11}{20} V = (J_2 + \Delta J) R T_0$$

$$\frac{J_2 + \Delta J}{J_2} = \frac{11}{2}$$

$$\Delta J = \frac{9}{2} J_2$$

$$\frac{5}{2} p_0 T \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} - \frac{1}{4} \right) = (J_2 + \Delta J) R T$$