



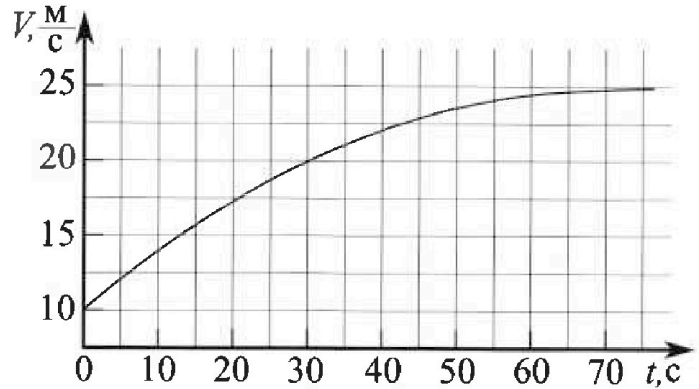
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

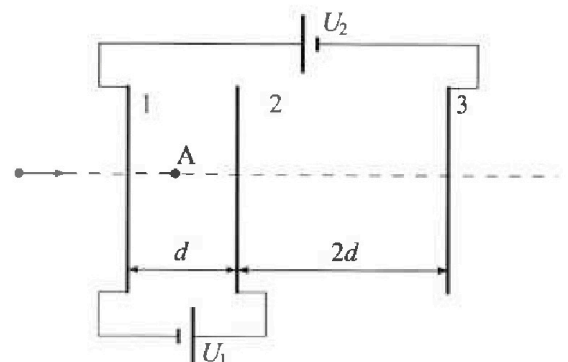
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 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 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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

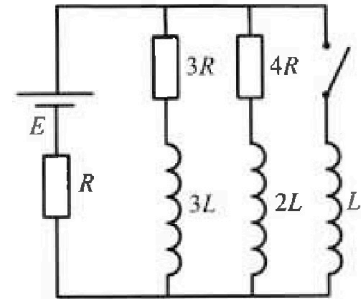
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



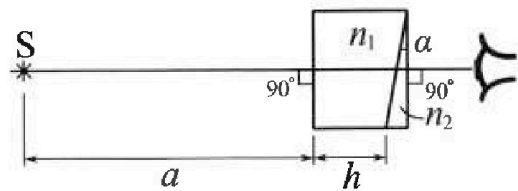
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.



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.

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 17

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

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

$$2/ 3 \text{ Н}: m a_{\text{н}} = F - 2V$$

$$2/ \text{ в конце разгона } a = 0$$

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

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

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

$$a_0 \approx 0,38 \text{ м}/\text{с}^2$$

$$4/ m a_0 = F_0 - 2V_0; \quad F_0 = m a_0 + 2V_0 = 7500 \cdot 375 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10 = 2812,5 + 20 = 2814,5 \text{ Н}$$
$$= 380 \cdot 7,5 + 240 = 870 \text{ Н}; \quad F_0 = 870 \text{ Н}$$

$$5/ p_0 = \frac{F_0}{v_0} = \frac{870}{10} = 87 \text{ Вт}$$

Ответ: 1/ $a_0 = 0,38 \text{ м}/\text{с}^2$; 2/ $F_0 = 870 \text{ Н}$; 3/ $p_0 = 87 \text{ Вт}$

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

$$(p_a dt = F \cdot ds; \quad p_a = F \cdot \frac{ds}{dt} = F \cdot v)$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

Анализ
Прочитайте задачу 2

$$J_2 + \Theta J + J_{\text{н}} = \frac{77}{2} J_2; \quad \frac{\kappa p_0 V}{4} + \frac{77}{70} \frac{p_0 V}{RT} = \frac{9}{8} \frac{p_0 V}{RT_0}$$

$$\frac{\kappa RT}{4} + \frac{77}{70} = \frac{9}{8} \frac{T}{T_0}; \quad \frac{T}{T_0} = \frac{2\kappa RT}{9} + \frac{44}{45}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3}{9} + \frac{44}{45} = \frac{7}{3} + \frac{44}{45} = \frac{59}{45}$$

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

1 2 3 4 5 6 7

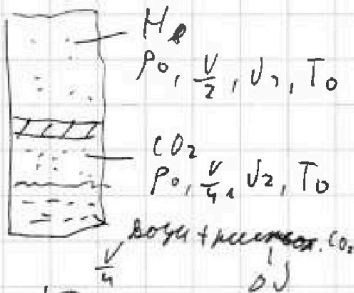
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача № 2

$T = 343 \text{ K}; p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{2}; k = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}/(\text{м}^3 \cdot \text{Па}); RT = 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$
 1) $\frac{J_1}{J_2} = ?$ 2) $\frac{T}{T_0} = ?$

1) Рассчитать нач. соск.



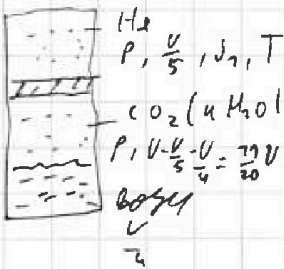
уравнение состояния: $p_0 \frac{V}{2} = J_1 RT_0$

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

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

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

2) Рассчитать нач. соск. в момент, когда $T = 343 \text{ K}$, ~~воздух не успевает испариться~~. Предполагаем, что вода не испарилась.



уравнение состояния: $p \cdot \frac{V}{5} = J_1 RT$

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

$p \cdot \frac{7V}{20} = (J_2 + \delta J) RT$

$\frac{J_2 + \delta J}{J_2} = \frac{77p}{5p_0} \cdot \frac{T_0}{T} = \frac{77}{2}$

$J_2 + \delta J = \frac{77}{2} J_2; \delta J = \frac{9}{2} J_2 = \frac{9 p_0 V}{8 RT_0} = \frac{k p_0 V}{RT_0}; RT_0 = \frac{9}{2k}$

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

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

3) уравнение состояния: $p \cdot \frac{7V}{20} = (J_2 + \delta J + J_H) RT$, где $J_H = 2p_0 \cdot \frac{7V}{20} = \frac{77 p_0 V}{20 RT}$

(при $T = 343 \text{ K} - p_{\text{вн}} = p_{\text{атм}} = 2p_0$)

$\frac{77 p_0 V}{20 RT}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Прочитайте задание №3

Два колеса касаются от точки A до точки B (максимальная поперечная величина равен q). Тогда условие, что колеса движутся по прямой является $K_2 \geq 0$, где:

$$3) \quad \frac{m v_0^2}{2} + \varphi_0 \cdot q = \varphi_A \cdot q + K_2; \quad K_2 = \frac{m v_0^2}{2} - (\varphi_A - \varphi_0) \cdot q \geq 0$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



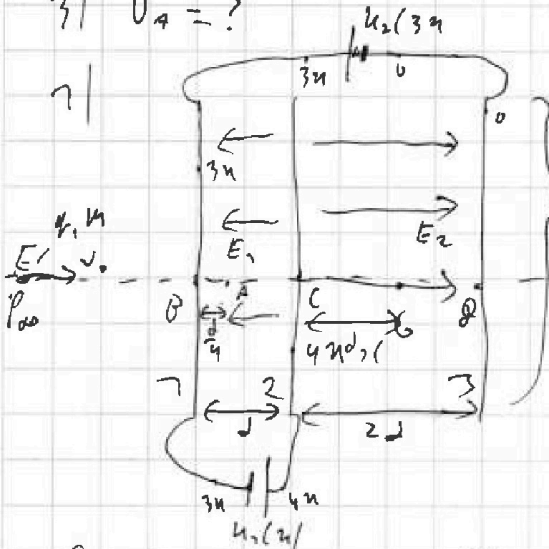
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача № 3

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

3) $U_A = ?$



М. К. ↓ << размеров и вид выводов
иногда можно считать однородными.

иногда можно считать однородными.

иногда можно считать однородными.

иногда можно считать однородными.

$$E_1 = \frac{4\pi - 3\pi}{d} = \frac{\pi}{d}$$

$$E_2 = \frac{4\pi - 0}{2d} = \frac{2\pi}{d}$$

(Сферический конденсатор)

Если конденсатор запитан (с внешнего источника), то они походят на диоды => возникнет слева и справа разность потенциалов

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

Найдём между точкой G, что $\varphi_G = \varphi_{\infty} = \frac{3}{2}\pi$

$$\varphi_C - \varphi_G = 4\pi - \frac{3}{2}\pi = E_2 \cdot d_2; \frac{5}{2}\pi = \frac{2\pi}{d} \cdot d_2; d_2 = \frac{5}{4}d$$

2) по $23H$ для расстояния в области между точками A и B

$$U_A = E_1 \cdot d; \boxed{a_1 = \frac{4\pi}{\pi d}}$$

3) 3C7 для расстояния от центра до точки 2:

$$K_1 + \varphi_0 \cdot q = K_2 + \varphi_C \cdot q; \boxed{K_1 - K_2 = (\varphi_C - \varphi_0) \cdot q = 4\pi}$$

Заметим, что K_2 отрицательна, только если числитель отрицателен до центра 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

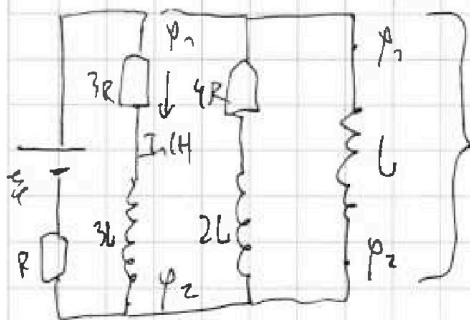


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Печать QR-кода недопустима!



Решение задачи № 4.

4) Ток в катушке произвольной величины в момент времени t замыкаем ключ.



Ключ замкнут. $\varphi_1 - \varphi_2 = I_1(t) \cdot 3R + U_1(t) = U_2(t)$

М.П. $\int \frac{d\varphi_{3R}}{dt} \cdot 3R + 3L \frac{dI_1}{dt} = L \frac{dI_0}{dt}$

$\Rightarrow 3R \cdot d\varphi_{3R} + 3L dI_1 = L dI_0$

Теперь интегрируем численно в течение времени t за время, которое ключ был замкнут.

$$\int_0^{\varphi_{3R}} 3R \cdot d\varphi_{3R} + \int_{I_{0(0)}}^{I_{0(t)}} 3L dI_1 = \int_{I_{0(0)}}^{I_{0(t)}} L dI_0; \quad 3R \cdot \varphi_{3R}$$

$$3R \cdot \varphi_{3R} + 3L(0 - \frac{4}{79} \frac{E}{R}) = L(\frac{E}{R} - 0); \quad 3R \cdot \varphi_{3R} = \frac{4}{79} \frac{E}{L R}$$

$$\varphi_{3R} = \frac{4}{54} \frac{E}{L R^2}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{4}{79} \frac{E}{R} = \frac{4}{79} \frac{E}{R}$; 2) $I'_{0(0)} = \frac{72}{79} \frac{E}{L} = \frac{72}{79} \frac{E}{L}$

3) $\varphi_{3R} = \frac{4}{54} \frac{E}{L R^2} = \frac{4}{54} \frac{E}{L R^2}$

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

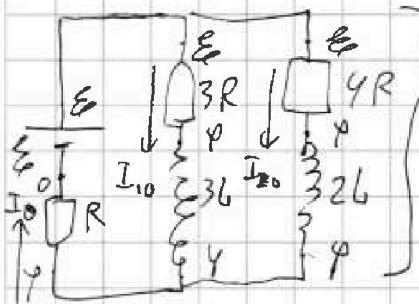
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача №4.

ⓔ(ⓔ), Ⓡ, Ⓛ; 1/ $I_{10} = ?$; 2/ $I_6(0) = ?$; 3/ $q_{3R} = ?$

1/ Рассмотрим цепь до замыкания ключа.
 Терм. установився \Rightarrow напряжение на катушке равно 0.



используя закон сохранения энергии

$$I_0 = \frac{\varphi - 0}{R}; I_{10} = \frac{E - \varphi}{3R}$$

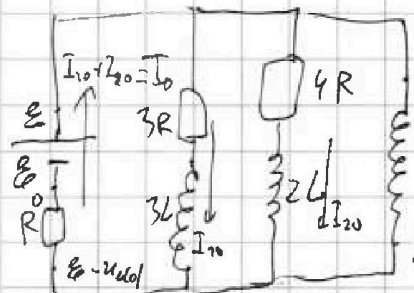
$$I_{20} = \frac{E - \varphi}{4R}; \frac{\varphi}{R} = \frac{E - \varphi}{3R} + \frac{E - \varphi}{4R} \quad | \cdot 12R$$

$$12\varphi = 3E - 3\varphi + 4E - 4\varphi; 4E = 7\varphi$$

$$\varphi = \frac{4}{7} E; \quad I_{10} = \frac{E - \frac{4}{7} E}{3R} = \frac{3}{79} \frac{E}{R}; \quad I_{20} = \frac{E - \frac{4}{7} E}{4R} = \frac{3}{79} \frac{E}{R}$$

2/ Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа.
 ток через катушки никак не изменится.

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



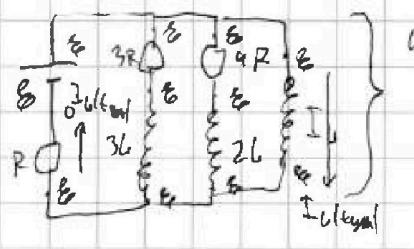
используем закон сохранения энергии

$$I_0 = \frac{E - U_6(0) - 0}{R} = \frac{4E}{79R}$$

$$U_6(0) = \frac{12}{79} E$$

$$U_6(0) = L I_6'(0); \quad I_6'(0) = \frac{12E}{79L}$$

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



используем закон сохранения энергии

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

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

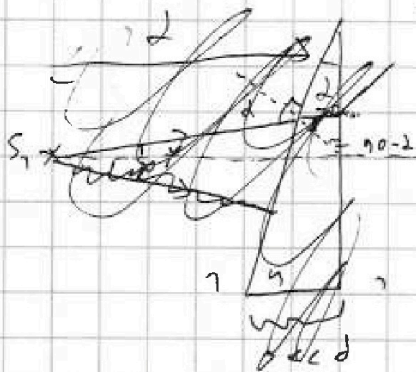
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



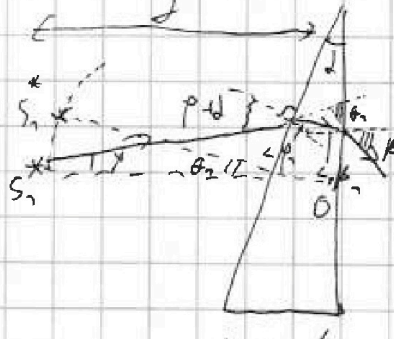
Задача №5

$n_1 = 1$; $a = 90^\circ$; $d = 0,7$; $h = 74$ 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) Дисконтинуальное изображение в мотковой призме O через точечного источника S_1 , расположенного от вершины O на расстоянии d .



Дисконтинуальное изображение S_2 по лучу под углом θ к горизонту.



Закон Снеллиуса:

(где n — индекс преломления)
 $\varphi + d = \rho \sin \varphi \cdot n$
 $\varphi_2 = \frac{\varphi + d}{n}$
 $\beta_2 \cdot h = \beta_1 \cdot h; \beta_2 = \frac{\beta_1}{n}$

$$\theta_2 = (\varphi + d - \varphi_2) + (\beta - \beta_2) = (\varphi + d) \frac{(n-1)}{n} + \beta \frac{(n-1)}{n}$$

Внешний угол в вершине $\varphi_2 + \beta_2 + (180 - \alpha) = 180$; $\frac{\beta}{n} = \alpha - \frac{\varphi + d}{n}$

матричный метод непрерывности

$$\theta_2 = (\varphi + d) \frac{(n-1)}{n} + \left(\alpha - \frac{\varphi + d}{n} \right) (n-1) = \alpha (n-1) \text{ — не зависит от угла } \varphi.$$

Так как призма мотковая и все параксиальные лучи отклоняются на одинаковый угол θ_2 , можно сказать, что изображение S_2^* преломлена S_1 будет смещено на угол θ_2 относительно O и O , расстояние d и угол θ_2 .

И.к. угол θ_2 мал, можно сказать, что изображение не смещено по горизонтали, а повернуто по отношению к $P_1 = d \cdot \theta_2 = d \alpha (n-1)$

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. Нормы QR-кода недопустима!



Прочитанные задачи №5

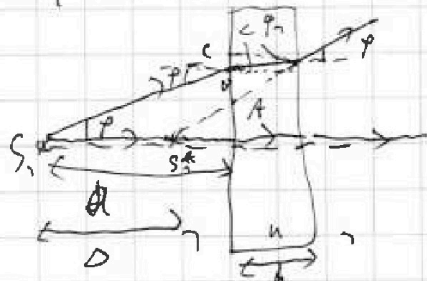
2) Точка P находится на отрезке AB (показана на рисунке). $h_1 = h_2 = 7$, лучи не имеют направления, углы α и β по отношению к AB .

Через P проведем перпендикуляр к AB с углом α , продолжим перпендикуляр $h_2 = 7$, β и найдем α и β относительно AB от середины.

Используя формулы, полученные в задаче 1, найдем α и β . $\alpha = 2 \cdot (h_2 - 7) = 0, 7 \cdot (7, 7 - 7) = 0, 04$

$$\beta = (a + h) \cdot \alpha = (90 + 74) \cdot 0, 04 = 7, 28 \text{ км} \approx 7, 3 \text{ км}$$

3) Точка P находится на отрезке AB в многоугольнике. Иллюстрация (рис.) показана на рисунке h , илюстрирует на рисунке h от середины.



Закон синусов: $\varphi = h \varphi_1$; $\varphi_1 = \frac{\varphi}{h}$

Точка P находится на отрезке AB (показана на рисунке) h , илюстрирует на рисунке h от середины.

$$AB = d \cdot \sin \varphi = d \cdot \varphi_1 ; AC = h \cdot \sin \varphi = h \cdot \varphi_1 ; AB = h \cdot \sin \varphi_1 = \frac{h \cdot \varphi}{h}$$

$$d \cdot \varphi = h \cdot \varphi - \frac{h \cdot \varphi}{h} = \frac{h \cdot \varphi (h - 1)}{h} ; d = \frac{h (h - 1)}{h} \text{ не зависит от } \varphi$$

Иллюстрация S^+ иллюстрирует к ППД на расстоянии $d > \frac{h(h-1)}{h}$. Заметим, что если $h \rightarrow 0$, то $d \rightarrow 0 \Rightarrow$ точка ППД не существует на этой линии.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



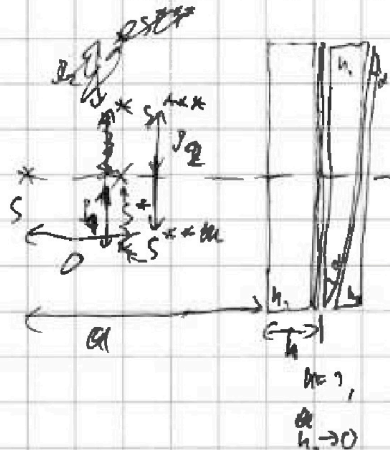
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Продольные участки

Масштаб

1) Разобьем червято-кривошип на ППД толщиной h и толщиной h шириной $2a$. Вращать можно как в одну так и в другую сторону ППД, чтобы не увеличивать вращательные моменты.



S^* - удлинение кривошипа в ППД по формуле из задания

$$\delta = \frac{h(\gamma_1 - \gamma)}{\gamma_1} = \frac{h(1,4 - 1)}{1,4} = \frac{2}{7}h$$

S^{**} - удлинение S^* в вершине кривошипа

$$p_1 = (a + h - \delta) \cdot 2(\gamma_1 - \gamma) = \left(a + \frac{5}{7}h\right) \cdot 2(1,4 - 1) = 0,42 \cdot \left(a + \frac{5}{7}h\right)$$

S^{***} - удлинение S^{**} во второй точке кривошипа и условия контакта

$$S \text{ в центре. } p_2 = (a + h) \cdot 2(\gamma_2 - \gamma) = \left(a + \frac{5}{7}h\right) \cdot 2(1,4 - 1) = 0,42 \cdot \left(a + \frac{5}{7}h\right)$$

$$p^* = \sqrt{0^2 + (p_2 - p_1)^2} = \sqrt{\left(\frac{2}{7}h\right)^2 + \left(0,32 \cdot \left(a + \frac{5}{7}h\right)\right)^2}$$

$$p^* = \sqrt{\left(\frac{2}{7} \cdot 14\right)^2 + \left(0,32 \cdot 0,7 \cdot \left(90 + \frac{5}{7} \cdot 14\right)\right)^2} = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5 \text{ см}$$

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



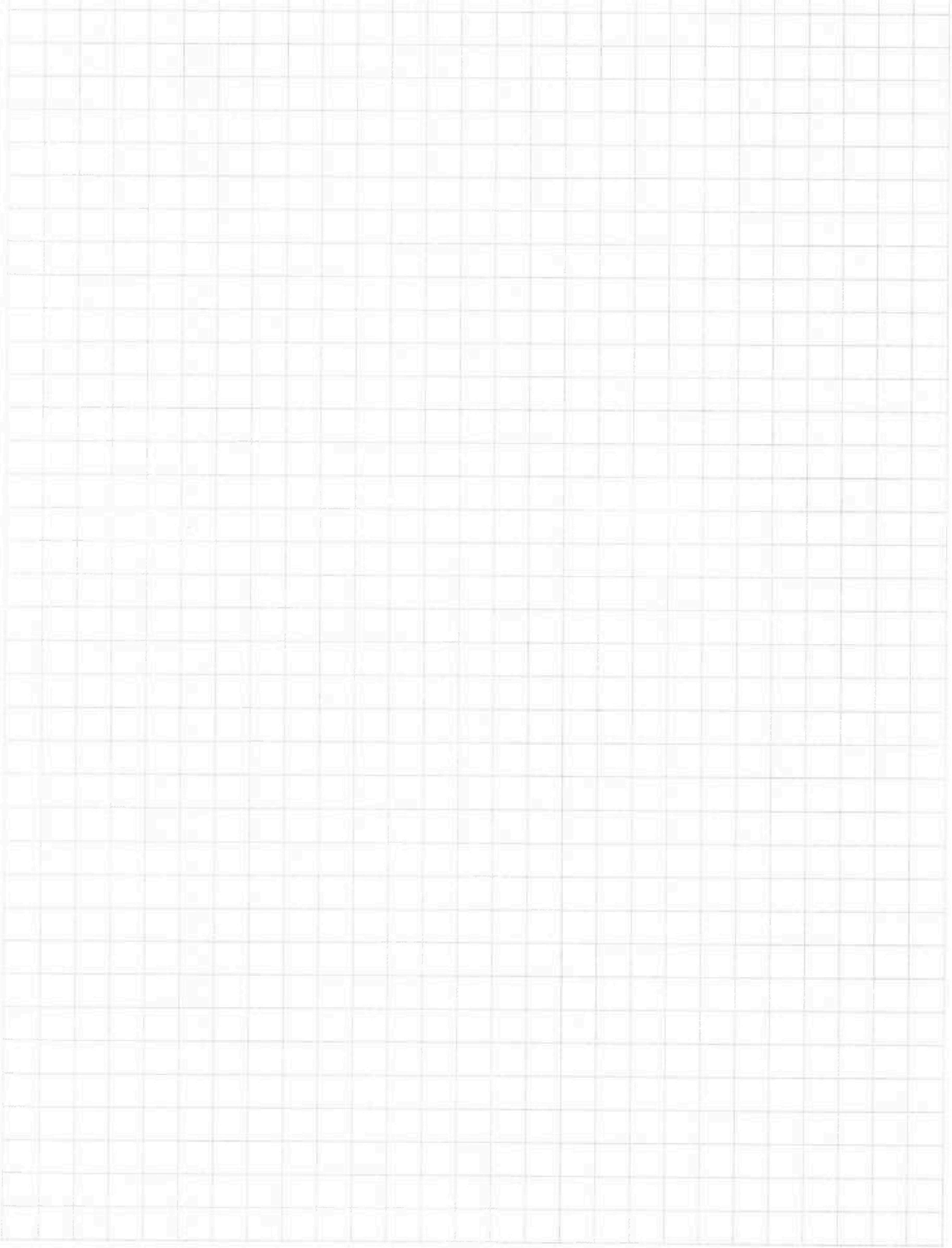
На одной странице можно оформлять **только одну задачу.**

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

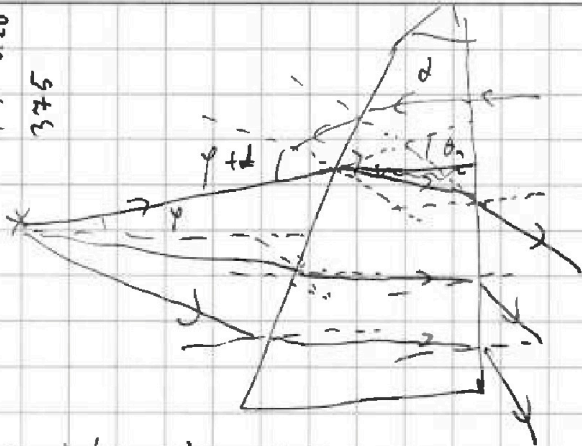
- 1 2 3 4 5 6 7

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



$$90 - |780 - p - 90 - 2| = \varphi + d$$

$$\varphi + d - \frac{p+d}{n} + \beta - \frac{\beta}{n} = \theta_2$$

$$\frac{\varphi+d}{n} + \frac{\beta}{n} + 780 - 2 = 180$$

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

$$\varphi + d \frac{(h-1)}{n} + \beta \frac{(h-1)}{n} = \theta_2$$

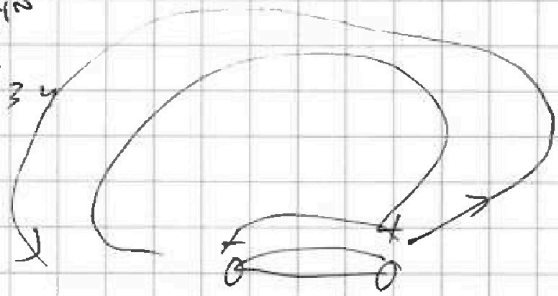
$$\left(\varphi + d \frac{(h-1)}{n} + (d - \frac{\varphi+d}{n}) \frac{(h-1)}{n} \right) = \theta_2$$

$$\theta_2 = 2(h-1)$$

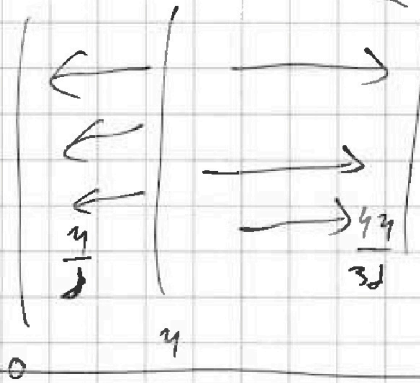
$$204 \cdot 7 = 428$$

$P_0 d t = F d s$

$- P_0 \frac{V}{n}$



$$M d v = (P_0 - 2) d s$$



$$P_{\infty} - P_0 = P_2 - P_0$$

$$P_0 - P_2 = 2 P_0$$

$$k \cdot P_0 \frac{V}{4} = \frac{g P_0 V}{2 R T_0}$$

$$P_0 = \frac{P_{atm}}{2} \quad \frac{R T_0 = g}{2k}$$

$$M u_2 =$$



$H_2, \frac{V}{2}, P_0, T_0$

$$P_0 \frac{V}{2} = J_2 R T_0$$

$$P_0 \frac{V}{4} = J_2 R T_0; J_2 = \frac{P_0 V}{4 R T_0}$$

$$\frac{J_2 + \Delta J}{J_2} = \frac{77}{2}$$

H_2O, CO_2, P_0, T_0

$$P \frac{V}{5} = J_1 R T_0; P = \frac{8}{2} P_0 \frac{T}{T_0}$$

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

$$\frac{5}{2} P_0 T \left(\frac{V - \frac{V}{2} - \frac{V}{4}}{4} \right) = (J_2 + \Delta J) R T$$

$$\frac{5}{2} P_0 \cdot \frac{77}{20} V = (J_2 + \Delta J) R T_0$$