

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

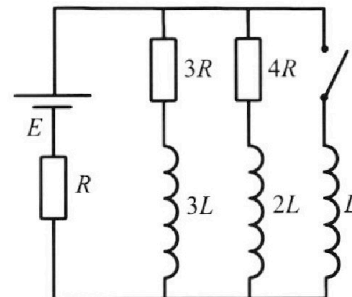
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

- 1) Найти ток I_0 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 коэф. фициентами 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 $a = 90$ 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.

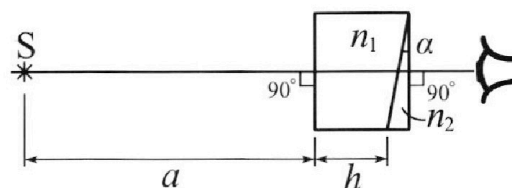


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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 $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



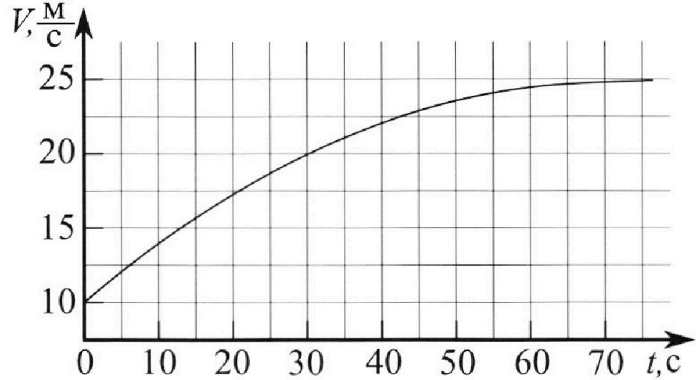
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

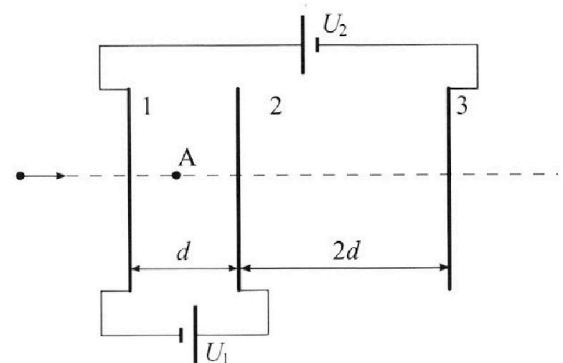
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом 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 $P_0 = P_{\text{ATM}}/2$ (P_{ATM} - 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 и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpv$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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.

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) $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ Давайте проведем канальную к точке (0;10) $\Delta V = 20 - 10 = 10 \text{ м/с}$ $\Delta t = 20 - 2 = 20 \text{ с}$

$$a = \frac{10}{20} \text{ м/с} = 0,5 \text{ м/с}^2$$

Ответ: в какой момент разгона $a = 0,5 \text{ м/с}^2$

2) $\sum \vec{F} = m\vec{a}$ (23 Н) в конце $a = 0 \Rightarrow F_{\text{конт}} - F_{\text{упр}} = 0$

$F_{\text{упр}} = kV$ $F_{\text{упр}}$ — сила сопротивления

$$F_{\text{к}} - F_{\text{упр}} = 0 \Rightarrow F_{\text{к}} = F_{\text{упр}} \Rightarrow 600 = 25 \cdot k \Rightarrow k = \frac{600}{25} = 24$$

В какой момент разгона $V_{(0)} = 10 \text{ м/с} \Rightarrow F_{\text{упр}(0)}$ — в какой

$$F_{\text{упр}(0)} = k \cdot V_{(0)} = 240 \text{ Н} \quad F_0 - F_{\text{упр}(0)} = ma \Rightarrow F_0 = ma + F_{\text{упр}(0)}$$

$$F_0 = 1500 \cdot \frac{1}{2} + 240 = 990 \text{ Н} \quad V_{(0)} = 10 \text{ м/с}$$

Ответ: $F_0 = 990 \text{ Н}$

$$3) P_0 = F_0 \cdot V_{(0)} = 990 \cdot 10 = 9900 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $P_0 = 9900 \left(\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{с}} \right)$

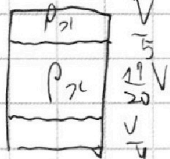
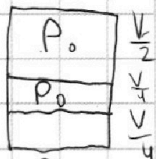
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Поршень лёгкий, перегибается без $F_{тр}$ ⇒ давление назов в обоих частях равно

P_2 - давление в корпусе $\mu \cdot M \cdot K: P_2 V = \sqrt{RT}$

$\frac{P_0 V}{2} = \sqrt{1} R T_0$ $\sqrt{1}$ - к-во молей He $\sqrt{3}$ - к-во O_2 в конде
 $\frac{P_0 V}{2} = \sqrt{2} R T_0$ $\sqrt{2}$ - к-во молей O_2 в камере

$$\sqrt{3} = \sqrt{2} + \Delta \sqrt{\quad} \quad \Delta \sqrt{\quad} = \frac{P_0 K V}{5} \quad \frac{P_2 V}{5} = \sqrt{1} R T \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{2 P_2}{5 P_0}$$

Поле нагревания объема $O_2 = V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5} = \frac{11}{20} V$
 образовались максимальные парциальные давления $\frac{11}{20} P_0$, $\frac{3}{20} P_0$ -
 при этом парциальное давление $O_2 = P_2 - 2 P_0$

$$\frac{11}{20} V (P_2 - 2 P_0) = \sqrt{3} R T = \sqrt{2} R T + \frac{3}{20} V R T = \sqrt{2} R T + \frac{3}{20} V R T$$

$$\frac{11}{20} V P_2 - \frac{11}{10} P_0 V = \sqrt{2} R T + \frac{3 \cdot 10^3 \cdot V \cdot 10^3 P_0}{4 \cdot 2} = \sqrt{2} R T + \frac{3 P_0 V}{8}$$

$$\frac{11}{20} P_2 V - P_0 V \left(\frac{11}{10} + \frac{3}{8} \right) = \sqrt{2} R T, \quad \frac{P_0 V}{4} = \sqrt{2} R T_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{2}} = 2, \quad \frac{T}{T_0} = \frac{4 \left(\frac{11}{20} P_2 - P_0 \left(\frac{11}{10} + \frac{3}{8} \right) \right) V}{P_0 V} = \frac{2 P_2}{5 P_0} \quad | : V$$

$$\frac{11}{5} P_2 - 4 P_0 \left(\frac{11}{10} + \frac{3}{8} \right) = \frac{2 P_2}{5} \Rightarrow \frac{9 P_2}{5} = 4 P_0 \left(\frac{11}{10} + \frac{3}{8} \right) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{9}{5} P_2 = \frac{P_0 \cdot 59}{10} \Rightarrow P_2 = \frac{59}{18} P_0, \quad \frac{T}{T_0} = \frac{2 P_2}{5 P_0}$$

$$T_0 = \frac{5 T}{2} \frac{P_0}{P_2} = \frac{5}{2} \cdot 373 \cdot \frac{18}{59} \approx 280^\circ$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2 \cdot 59}{5 \cdot 18} \approx \frac{4}{3}, \quad \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{2}} = 2$$

Ответ: 1) 2 2) 1,33

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!

3) Запишем ЗСЭ: V_A - скорость частицы в т. А
 A_{13} - работа сил поля при
проходе частицы от 1 до
точки т. А
 $A_{11} = -\frac{3}{2}Uq$ $A_{13} = (\varphi_1 - \varphi_A)q$

$$\frac{mV_1^2}{2} + A_{13} = \frac{mV_A^2}{2}$$
$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + A_{11}$$
$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + A_{11} + A_{13} = \frac{mV_0^2}{2} + (-\frac{3}{2}Uq) + A_{13}$$

φ_A - потенциал т. А

$$\varphi_A = \varphi_1 + \frac{E_{12}d}{4} = \varphi_1 + \frac{Ud}{4d} = \varphi_1 + \frac{U}{4} \Rightarrow A_{13} = (\varphi_1 - \varphi_1 - \frac{U}{4})q = -\frac{Uq}{4}$$
$$\Rightarrow \frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{3}{2}Uq - \frac{Uq}{4} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{7}{4}Uq$$
$$V_A^2 = V_0^2 - \frac{7Uq}{2m} \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{3,5Uq}{m}}$$

Ответ: $V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{3,5Uq}{m}}$

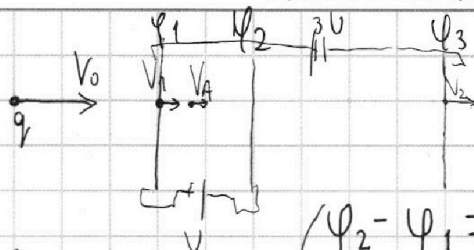
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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) Пусть $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ - потенциалы или потенциалы от поверхности к поверхности со стороны.

дано:
 $q, v_0, U_1 = U, m$
 $U_2 = 3U, d, 2d$
 $a_1 - ? K_1 - K_2 - ?$
 $v_A - ?$

$$\begin{cases} \varphi_2 - \varphi_1 = U = U_1 \\ \varphi_1 - \varphi_3 = 3U = U_2 \\ \varphi_3 = -\varphi_1 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \varphi_1 - (-\varphi_1) &= 3U = 2\varphi_1 \\ \varphi_1 &= \frac{3U}{2} \\ \varphi_2 - \frac{3U}{2} &= U \Rightarrow \varphi_2 = \frac{5U}{2} \\ \frac{3U}{2} - \varphi_3 &= 3U \Rightarrow \varphi_3 = -\frac{3U}{2} \end{aligned}$$

используем 23з:
 $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$$F_{эл} = E_{12} q$$

E_{12} - поле между 1 и 2 емкостями
 трехпроводная система (не выстроена на перпендикулярно)

$$|a| = \frac{|F_{эл}|}{m}$$

$$|F_{эл}| = |E_{12}| q = \frac{|\varphi_1 - \varphi_2|}{d} q = \frac{|\frac{3U}{2} - \frac{5U}{2}|}{d} q = \frac{|-U|}{d} q = \frac{U}{d} q$$

$$\Rightarrow |F_{эл}| = \frac{U}{d} q \Rightarrow |a| = \frac{Uq}{md}$$

ответ: $|a| = \frac{Uq}{md}$

$$2) K_1 = \frac{mv_1^2}{2}, K_2 = \frac{mv_2^2}{2}$$

v_1, v_2 - скорости при прохождении точек 1 и 2 соответственно.

$$3) \frac{mv_0^2}{2} + A_{n1} = \frac{mv_1^2}{2} = K_1$$

A_{n1} - работа сил поля при переходе частицы к потенциалу

$$A_{n1} = (0 - \varphi_1) q = -\frac{3Uq}{2}$$

A_{n2} - работа сил поля при переходе между 1 и 2 потенциалами

$$K_2 = \frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + A_{n2}$$

$$A_{n2} = (\varphi_1 - \varphi_2) q = (\frac{3U}{2} - \frac{5U}{2}) q = -Uq$$

$$K_1 - K_2 = \frac{mv_1^2}{2} - (\frac{mv_1^2}{2} + A_{n2}) = -A_{n2} = Uq$$

ответ: $K_1 - K_2 = Uq$

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) Ток I_0 - ток в ветви при разрыве цепи катушек. Катушки не имеют сопротивления

$U_{3R} = U_{4R}$ - напряжения на резисторах

$U = IR$ I_{20} - ток через резистор $4R$

$$I_0 = I_{10} + I_{20} \quad I_{10} \cdot 3R = I_{20} \cdot 4R \Rightarrow I_{10} = \frac{4}{3} I_{20}$$

$$I_0 = \frac{7}{3} I_{20} \Rightarrow I_{20} = \frac{3}{7} I_0 \Rightarrow I_{10} = I_0 - I_{20} = \frac{4}{7} I_0$$

$$\frac{1}{\frac{1}{3R} + \frac{1}{4R}} + R = R_{\text{общ}} - \text{общее сопротивление}$$

$$\varepsilon = I_0 R_{\text{общ}} \quad R_{\text{общ}} = \frac{19}{7} R \quad I_0 = \frac{7\varepsilon}{19R}$$

$$I_{10} = \frac{4}{7} I_0 = \frac{4}{7} \cdot \frac{7\varepsilon}{19R} = \frac{4\varepsilon}{19R}$$

Ответ: $I_{10} = \frac{4\varepsilon}{19R}$

2) сразу после замыкания цепи ток через катушки L не идет. Занесли уравнение раз. цепи

$$\varepsilon + \varepsilon_{\text{си}} = RI_0 - \text{внешний контур}$$

$\varepsilon_{\text{си}} = \mathcal{E}$ индуцируемая катушкой L

$$\varepsilon_{\text{си}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad \varepsilon - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = R \cdot \frac{7\varepsilon}{19R} = \frac{7\varepsilon}{19}$$

$$L \frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{12}{19} \varepsilon$$

$\frac{\Delta I}{\Delta t}$ - скорость воз-
растания тока
в катушке

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{12\varepsilon}{19L}$$

Ответ: скорость воз $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{12\varepsilon}{19L}$

3) I_k - ток в установившемся режиме после замыкания цепи. ток идет через резистор и катушки L

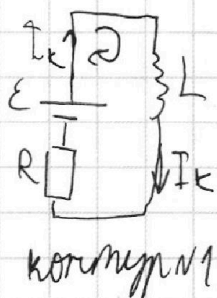
· На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$I_k = \frac{\varepsilon}{R}$ Давайте рассмотрим контур N_2 и запишем по правилу Кирхгофа для произвольного момента времени



$$\varepsilon_{S1L} + \varepsilon_{S13L} = -I(t) \cdot 3R$$

$I(t)$ - ток через резистор в момент времени t

$$\varepsilon_{S13L} = \frac{\Delta I \cdot 3L}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_{S1L} = \frac{\Delta I}{\Delta t} L$$

$$+ \left(0 - \frac{1 \cdot \varepsilon}{R}\right) = \left(-3L \cdot \left(\frac{4\varepsilon}{19R} - 0\right)\right)$$

$$\frac{L}{\Delta t} \left(0 - \frac{\varepsilon}{R}\right) + \frac{3L}{\Delta t} \left(\frac{4\varepsilon}{19R} - 0\right) = -3R \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Умножим время Δt

$$- \frac{19LE}{19R} + \frac{12LE}{19R} = -3Rq$$

$$q = \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$-\frac{7EL}{19R} = -3Rq \Rightarrow q = \frac{7EL}{57R^2}$$

Ответ: $q = \frac{7EL}{57R^2}$

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

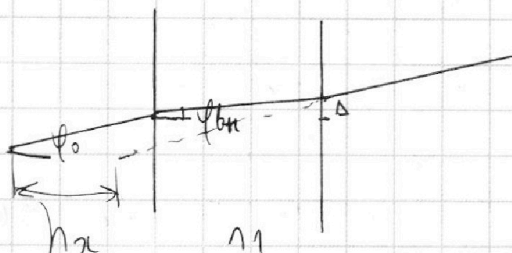
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

ЛМФТИ

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

$$\sin \varphi = \varphi, \sin \varphi_0 = \varphi_0$$

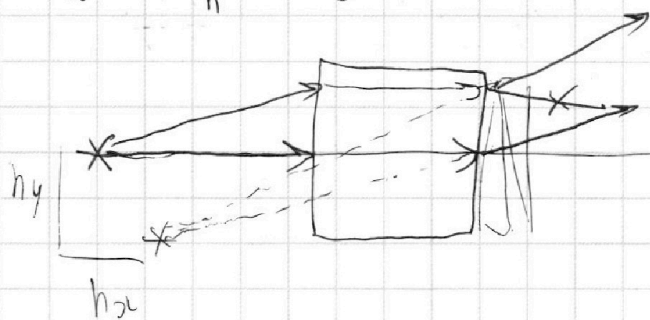
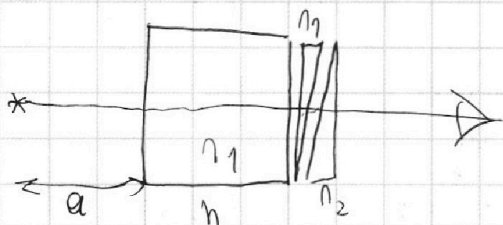


$$\operatorname{tg} \varphi_{bn} = \varphi_{bn} = \frac{\Delta}{h}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \varphi_0 = \frac{\Delta}{h - h_x}$$

$h_x = h - \frac{h}{n_1} = h(n_1 - 1)$ — так мы вычислили отклонение n по горизонтали

луча представляем собой:



$$n \varphi_0 = \varphi_0 \cdot n_1 \Rightarrow \frac{\varphi_0}{n_1} = \varphi_{bn}$$

φ_{bn} — угол лучей внутри малой n_1
 φ_0 — произвольный угол падения

Δ — высота, на которую "возвысил" луч

$$\frac{\varphi_0}{n_1} = \varphi_0 (h - h_x) \quad | \cdot \varphi_0$$

лучи будут идти

изгиб.

Часть матрицы дает нечетные изобразительные по горизонтали на h_x ,

а две штыри в форме крива — по вертикали на h_y

$h_{одн_0} = \sqrt{h_{одн_1}^2 + h_y^2}$ $h_{одн_0} = \text{более маленькое}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

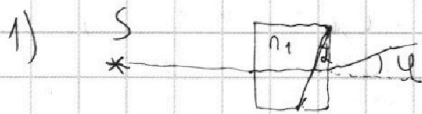
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



Дано:
 a, h, n_1, n_2, d

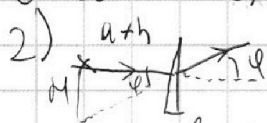


φ - угол отклонения

на ветви не преломляется φ_0 - произвольный угол
по закону Снелла $n_1 \sin \varphi_0 = n_2 (\sin(\varphi_0 - \varphi))$ угол
малее $\Rightarrow \sin \varphi_0 \approx \varphi_0, \sin(\varphi_0 - \varphi) \approx \varphi_0 - \varphi$
 $\varphi_0 = n_2(\varphi_0 - \varphi) \Rightarrow \varphi = \varphi_0$
 $\varphi = 2(n_2 - 1)$
 $2n_2 = \varphi + n_2 \Rightarrow d = \frac{\varphi}{n_2} + 1$

$\varphi = 0,1 \cdot (1,7 - 1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад}$

Ответ: 0,07 рад

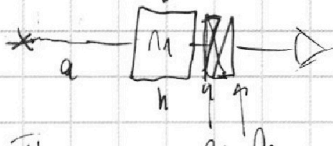


Пусть M - расстояние между
изображением и изображением
угол вертикальным $\text{tg } \varphi = \frac{M}{a+h}$ $\text{tg } \varphi \approx \varphi$
(угол мал)

$M = \text{tg } \varphi \cdot (a+h) = \varphi(a+h) \approx 0,07 \cdot (90+14) \approx 7,28 \text{ м}$

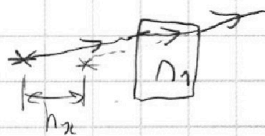
Ответ: расстояние $\approx 7,28 \text{ м} = 0,0728 \text{ м}$

3) данную систему можно представить
объективом.



представим картину n_1 на
равновысоженных точках, два клина
 $l = 2$ "А", водителю в виде.

Почтовый ящик. картина "продузит"
изображение на h_x , изображение будет на
прямой



$h_x = h(n_1 - 1)$, система 2 пружин будет

отклоняться по вертикали, под
разные стороны. Даны на $2(n_1 - 1)$, а пружин
на $2(n_2 - 1)$ значит, изобразит от отклонения
на $|2(n_1 - 1) - 2(n_2 - 1)| = 2(n_2 - n_1 - 1 + 1) = 2(n_2 - n_1) = \varphi_2$

φ_2 - угол отклонения в системе h_y - откло-
нение по высоте на $\text{tg } \varphi_2 \cdot (a+h-h_x) = \varphi_2(a+h-h_x) = h_y$

общее отклонение $= \sqrt{h_x^2 + h_y^2} = \sqrt{16 + 9} = 5 \text{ м}$

Ответ: изображение удалится 5 м.

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) $U_{12} = \dots$

2) $F_{max} - F_{min} = ma$
 $F_{min} = KV = 25K = F_{max} \quad K = \frac{600}{25} = 24$
 $F_{min} = ma + F_{ext} = 1000 + 1740H$
 $F_{min} = \frac{10}{25}K = 0,4K = \frac{180}{25} = 7,2$

3) $U = P = F_{ext}V = 17400 \text{ Вт}$

$\varphi_1 = \frac{U}{A_1} \quad \varphi_2 = \frac{U}{A_2}$
 $F = Eq \quad E = -\frac{U}{d}$
 $\varphi_1 - \varphi_2 = U \quad \varphi_1 - \varphi_3 = 3U \quad \varphi_1 = -\varphi_3$
 $2\varphi_1 = 3U \quad \varphi_1 = \frac{3U}{2} \quad \varphi_2 = \frac{5U}{2} \quad \varphi_3 = -\frac{3U}{2}$

$A_n = (n-1)q \quad A_n = -3Uq$
 $\varphi = \frac{U}{d} \quad \varphi = \frac{EL}{R}$
 $\frac{mV_1^2}{2} + An_1 = \frac{mV_2^2}{2}$
 $\frac{mV_1^2}{2} - 3Uq = \frac{mV_2^2}{2}$
 $V_1 = \sqrt{V_0^2 - \frac{3Uq}{m}}$
 $V_1 = \sqrt{V_0^2 - 3Uq/m}$
 $\frac{P_0 V}{2} = \sqrt{1} RT_0 \quad \frac{V_1}{V_2} = 2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{2}$
 $\frac{P_0 V}{4} = \sqrt{2} RT_0 \quad V_3 = V_2 + \frac{K P_0 V}{2} = V_2 + \frac{1}{2} \cdot 10^5 \cdot 10^9 \frac{1V}{2} = \sqrt{2} + 25V$
 $\frac{P_{2c} V}{5} = \sqrt{1} RT \quad \sqrt{3} = 4\sqrt{1} \quad \sqrt{3} = 4(P_{2c} - P_0) = 4 - \frac{P_0}{P_{2c}}$
 $\frac{4P_{2c} V}{5} = \sqrt{3} RT \quad \varepsilon - \frac{L \Delta I}{\Delta t} = I_0 R \quad \varphi = \frac{U}{d} \quad I = \frac{\varepsilon}{R}$
 $\frac{4(P_{2c} - P_0) V}{5} = \sqrt{3} RT$
 $\varepsilon - \frac{L \Delta I}{\Delta t} = \frac{4}{19} \varepsilon \quad I_0 = \frac{4 \varepsilon}{19 R}$
 $\sqrt{1} \quad I_0 = \frac{4 \varepsilon}{19 R}$
 $\sqrt{1} = \frac{P_0 V}{2RT_0} \quad \varphi = \frac{U}{d} = \frac{Uq}{4} = \frac{Uq}{4} \quad \frac{V}{d} = \frac{U}{4}$
 $\varphi = 2(n_2 - 1) = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ рад}$
 $\varphi h = \varphi(h - h_2) \quad \frac{K}{8RT_0} \varphi = \frac{\Delta}{h \cdot h_2}$
 $\frac{1}{12} + \frac{3}{12} = \frac{7}{12} \quad H = \varphi_1(a+h) = 0,07(0,9 + 0,14) = 0,07 \cdot 1,04 \approx 0,0728$
 $2(n_2 - 1 - n_1) = 2(n_2 - n_1) = 4$
 $\varphi_1 = \frac{\Delta}{h} \quad \varphi = \frac{\Delta}{h - h_2}$

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

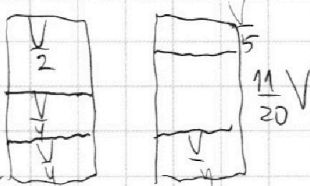
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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!

$$19LE - 12LE = -3R \quad \left\{ \begin{array}{l} L \\ 3L \end{array} \right.$$



V_1 - высота
 V_2 - высота макс
 V_3 - высота мин

1) $P_0 V = V_1 R T_0$

$V_1 = 2V_2$

3) $P_{21} V = V_1 R T$ $\frac{T}{T_0} = \frac{2P_{21}}{5P_0}$

2) $P_0 V = V_2 R T_0$

~~$\Delta V = k P_0 V = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5}{2} \cdot \frac{V}{4} P_0$~~

~~$11P_{21} V = V_3 R T$~~

$V_1 = \frac{P_0 V}{2RT_0}$

$\Delta V = \frac{P_0 V \cdot 10^{-3}}{8}$

~~$V_3 = \frac{11}{4} V_1 = V_2 + \Delta V$~~

~~$\frac{9}{4} \frac{P_0 V}{2RT_0} = \Delta V = \frac{P_0 V}{8} \cdot 10^{-3}$~~

~~$\Delta V = \frac{9}{4} V_1$~~

~~$\frac{11}{20} V (P_{21} - 2P_0) = V_3 R T = V_2 + P_0 V$~~

$\frac{9000}{8131} = T_0$

4) $\frac{11}{20} V (P_{21} - 2P_0) = (V_2 + \frac{P_0 V}{2} \cdot 10^{-3}) R T$

5) $\frac{11}{20} P_{21} V - \frac{11}{10} P_0 V = V_2 R T + \frac{P_0 V \cdot 10^{-3}}{8} \cdot 3 \cdot 10^3$

$\frac{P_{21}}{5} = \frac{V_1 R T}{V}$ $\frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \cdot \frac{118}{12}$

$\frac{11}{20} P_{21} V - P_0 V (\frac{11}{10} + \frac{3}{8}) = V_2 R T$

$59P_0 = 18P_{21}$

$\frac{1}{2} = \frac{P_{21}}{5}$

$\frac{1}{10} P_{21} = \frac{11}{20} P_{21} - \frac{118}{80} P_0$ $P_{21} = 9 \frac{19}{16} P_0$

6) $\frac{11}{20} P_{21} - P_0 \cdot \frac{118}{80}$

$\frac{3}{20} P_{21} = \frac{118}{80} P_0$ $12P_{21} = 118P_0$

$373 = 10 \cdot \frac{19^2}{3}$

$\frac{9}{20} P_{21} = \frac{118}{80} P_0$ $P_{21} = \frac{118}{36} P_0$

$\frac{P_0 V}{2} = V_1 R T_0$ $V_1 = 2V_2$

$\frac{9}{T_0} = \frac{2P_{21}}{5P_0}$ $\frac{373}{T_0} = \frac{118}{36} \cdot \frac{2}{5}$

$P_0 V = V_2 R T_0$ $\frac{P_{21} V}{5} = V_1 R T$

$\frac{11}{20} P_{21} V - \frac{11}{10} P_0 V = V_2 R T$

$\frac{T}{T_0} = \frac{11 P_{21} - P_0 (\frac{11}{20} + \frac{3}{8})}{5 P_0} = \frac{2 P_{21}}{5 P_0}$

$\frac{2}{5} P_{21} = \frac{11}{5} P_{21} - P_0 (\frac{11}{5} + \frac{3}{5})$ $\frac{10^3}{2} \cdot \frac{1}{2} P_0$

$\frac{2}{5} \cdot \frac{12}{18} = \frac{2}{3}$

$\frac{9}{5} P_{21} = P_0 \cdot 19.5$ $P_{21} = \frac{19.5}{9} P_0$