



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

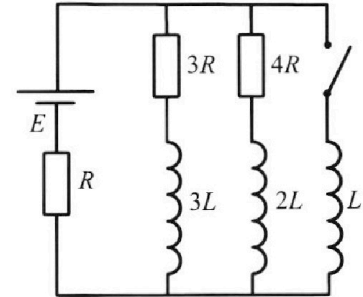


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 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 $a = 90$ 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.

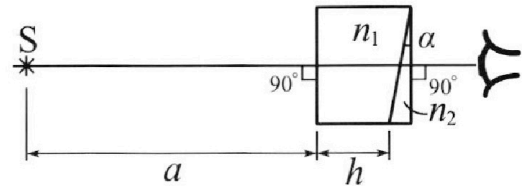


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

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



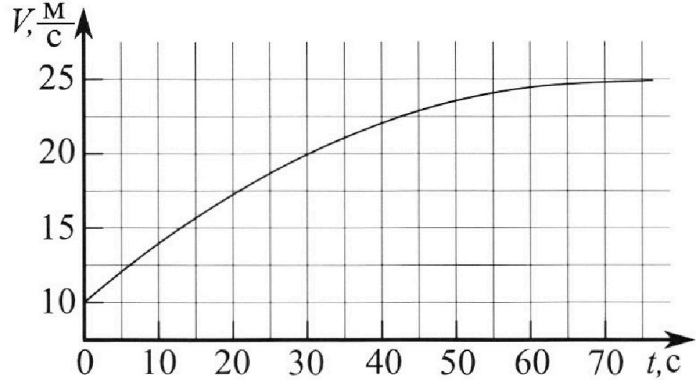
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

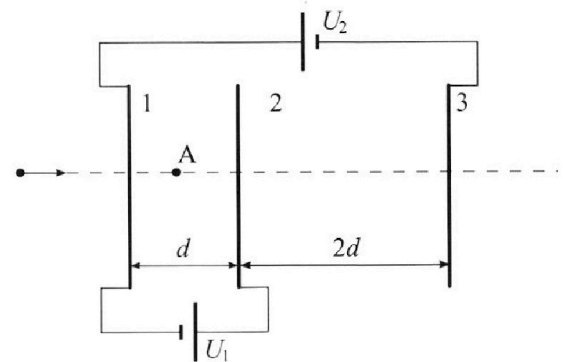
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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: $\Delta v = kpw$. 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.

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.

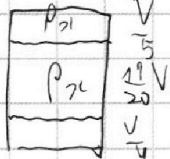
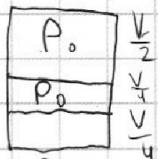
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



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 $F_{тр}$ \Rightarrow давление назов в обоих частях равно

P_2 - давление в корпусе μ -М.-К: $PV = \nu RT$

$\frac{P_0 V}{2} = \nu_1 R T_0$ ν_1 - к-во молей He ν_3 - к-во O_2 в конде
 ν_2 - к-во молей O_2 в камере

$\nu_3 = \nu_2 + \Delta \nu$ $\Delta \nu = \frac{P_0 K V}{5}$ $\frac{P_2 V}{5} = \nu_1 R T \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{2 P_2}{5 P_0}$

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

$\frac{11V}{20} (P_2 - 2P_0) = \nu_3 R T = \nu_2 R T + \Delta \nu R T = \nu_2 R T + \frac{P_0 K V}{4}$

$\frac{11}{20} V P_2 - \frac{11}{10} P_0 V = \nu_2 R T + \frac{3 \cdot 10^3 \cdot V \cdot 10^3 P_0}{4 \cdot 2} = \nu_2 R T + \frac{3 P_0 V}{8}$

$\frac{11}{20} P_2 V - P_0 V \left(\frac{11}{10} + \frac{3}{8} \right) = \nu_2 R T$, $\frac{P_0 V}{4} = \nu_2 R T_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2$, $\frac{T}{T_0} = \frac{4 \left(\frac{11}{20} P_2 - P_0 \left(\frac{11}{10} + \frac{3}{8} \right) \right) V}{P_0 V} = \frac{2 P_2}{5 P_0} \quad | : V$

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

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

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

$\frac{T}{T_0} = \frac{2 \cdot 59}{5 \cdot 18} \approx \frac{4}{3}$, $\frac{\nu_1}{\nu_2} = 2$

Ответ: 1) 2 2) 1,33

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

1 2 3 4 5 6 7

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



3) Запишем ЗСЭ: V_A - скорость частицы в т. А
 A_{n3} - работа сил поля при
проходе частицы от 1 до
точки т. А

$$\frac{mV_1^2}{2} + A_{n3} = \frac{mV_A^2}{2}$$
$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + A_{n1}$$
$$A_{n1} = -\frac{3}{2}Uq \quad A_{n3} = (\varphi_1 - \varphi_A)q$$
$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + A_{n1} + A_{n3} = \frac{mV_0^2}{2} + (-\frac{3}{2}Uq) + A_{n3}$$

φ_A - потенциал т. А

$$\varphi_A = \varphi_1 + \frac{E_{12}d}{4} = \varphi_1 + \frac{Ud}{4d} = \varphi_1 + \frac{U}{4} \Rightarrow A_{n3} = (\varphi_1 - \varphi_1 - \frac{U}{4})q = -\frac{Uq}{4}$$
$$\Rightarrow \frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{3}{2}Uq - \frac{Uq}{4} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{7}{4}Uq$$
$$V_A^2 = V_0^2 - \frac{7Uq}{2m} \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{3,5Uq}{m}}$$

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

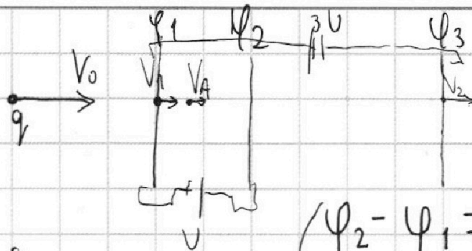
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 сетками
 Трехмерная градиентная функция (не выстроена на ортогонально)

$$|a| = \frac{|F_{эл}|}{m}$$

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

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

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 сеток 1 и 2 соответственно.

3з): $\frac{mv_0^2}{2} + A_{n1} = \frac{mv_1^2}{2} = K_1$
 $A_{n1} = (0 - \varphi_1)q = -\frac{3Uq}{2}$

A_{n1} - работа сил поля при переходе частицы к электроду
 A_{n2} - работа сил поля при переходе между 1 и 2 электродами

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

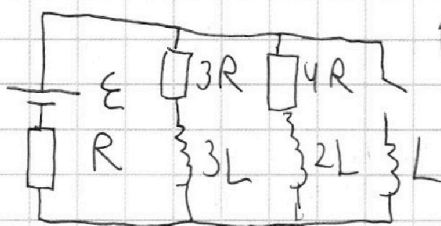
$$A_{n2} = (\varphi_1 - \varphi_2)q = (\frac{3U}{2} - \frac{5U}{2})q = -Uq$$

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

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 - общий ток в штыле при разрыве цепи катушек. Катушки не имеют сопротивления

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\epsilon + \epsilon_{\text{си}} = RI_0 - \text{внешний контур}$$

$\epsilon_{\text{си}} = \mathcal{E}$ самоиндукция катушки L

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

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

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

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

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

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

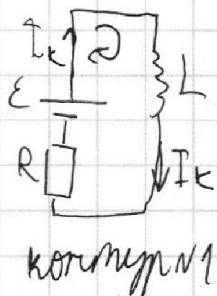
· На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

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

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

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

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

Умножим время Δt

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

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

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

Ответ: $q = \frac{7 \varepsilon L}{57R^2}$

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

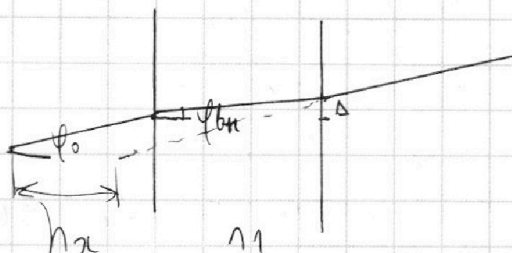
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

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

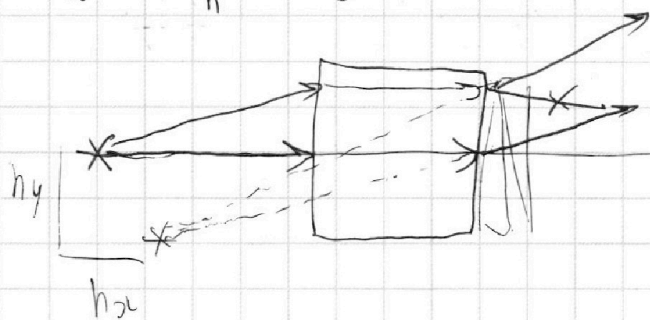
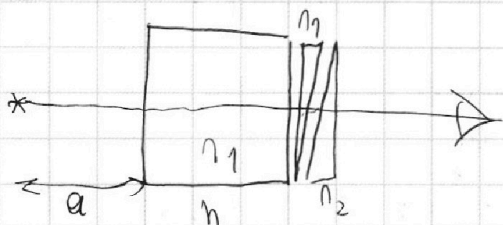


$$\operatorname{tg} \varphi_{bn} = \varphi_{bn} = \frac{\Delta}{h}$$

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

$h_x = h - \frac{h}{n_1} = h(n_1 - 1)$ — 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 значение изобразительности по горизонтали на h_x ,

а две шпиги в форме крива — по вертикали на h_y

$h_{общ} = \sqrt{h_x^2 + h_y^2}$ $h_{общ} =$ общее значение

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

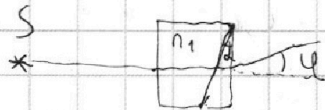
МФТИ

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

1)

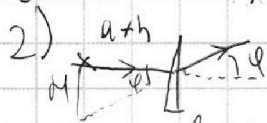


φ - угол отклонения

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

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

Ответ: 0,07 рад

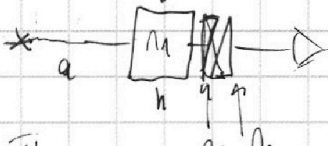


Пусть M - расстояние между
 углом наклона и изображением

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

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

3) Даны две шпатель плиты представим
 в виде цилиндра.



представим плитку n_1 с на-
 равновесии точками, два клина
 $l = 2$ "А", водителем в виде.

Почтовый канал. плитка "продузит"
 шпатель на h_x , изображение будет на
 прямой



$h_x = h(n_1 - 1)$, шпатель 2 плитки будет

отклонять по вертикали, под
 разрыв стороны. Даны на $2(n_1 - 1)$, а прямой
 на $2(n_2 - 1)$ значит, изображение 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 шпатель 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



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) $F_{max} - F_{min} = ma$
 $F_{min} = K \Delta x = 25 \cdot 0.1 = 2.5 \text{ Н}$
 $F_{max} = 10 \text{ Н}$
 $K = 0.4 \text{ Н/м}$

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

$\varphi_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$
 $\varphi_1 = \frac{\Lambda}{h}$

$F = Eq$
 $F_{12} = -\frac{U}{d}$
 $\omega = \frac{F}{m}$
 $Ax = (\Lambda r - 1)h$
 $F = \frac{-U}{d}$
 $0.1 \cdot 0.3 \cdot (1000) = 3 \text{ м}$

$\varphi_1 - \varphi_2 = U$
 $\varphi_1 - \varphi_3 = 3U$
 $\varphi_1 = -\varphi_3$
 $2\varphi_1 = 3U$
 $\varphi_1 = \frac{3U}{2}$
 $\varphi_2 = \frac{5U}{2}$
 $\varphi_3 = -\frac{3U}{2}$

$n_1 \frac{V_1^2}{2} + An_1 = \frac{mV_1^2}{2}$
 $n_1 = -\frac{3U}{2} q$
 $\frac{a}{n_2} = \beta = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2}$
 $\varphi_2 = \frac{5U}{2}$
 $\varphi_3 = -\frac{3U}{2}$
 $d = 2 + \varphi$
 $n_1 \frac{V_1^2}{2} + An_1 = \frac{mV_1^2}{2}$
 $n_2 \varphi = 2(n_2 - 1)$
 $d = n_2(\varphi + 1)$

$P_0 V = \sqrt{1} RT_0$
 $\frac{V_1}{V_2} = 2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{2}$
 $n_2 \varphi = 2(n_2 - 1)$
 $d = n_2(\varphi + 1)$

$P_0 V = \sqrt{2} RT_0$
 $V_3 = V_2 + \frac{K P_0 V}{4} = V_2 + \frac{1}{2} \cdot 10^5 \cdot \frac{10^9}{2} \cdot \frac{1 \text{ В}}{2} = \sqrt{2} + 25 \text{ В}$
 $d = n_2 \varphi = \varphi + 2 = 2n_2$
 $n_1 h - h - h x = \frac{h x}{2}$
 $d = \frac{\varphi}{n} + 1$
 $\frac{12}{7} R$

$P_{2c} V = \sqrt{1} RT$
 $\sqrt{3} = 4\sqrt{1}$
 $\sqrt{3} = \frac{4(P_{2c} - P_0)}{P_0}$
 $n h - h - h x = \frac{h x}{2}$
 $d = \frac{\varphi}{n} + 1$
 $\frac{12}{7} R$

$4 P_{2c} V = \sqrt{3} RT$
 $\epsilon - \frac{L \Delta I}{\Delta t} = I_0 R$
 $\varphi + h = \frac{\varphi + (h - h x)}{n}$
 $\frac{4 P_{2c} V}{5} = \sqrt{3} RT$
 $\frac{V_2 + K P_0 V}{2} = 4 - \frac{P_0}{P_{2c}}$
 $\frac{1}{2} + \frac{K P_0 V}{4 \sqrt{1}} = 4 - \frac{P_0}{P_{2c}}$

$4(P_{2c} - P_0) V = \sqrt{3} RT$
 $\epsilon - \frac{L \Delta I}{\Delta t} = \frac{4}{19} \epsilon$
 $I_0 = \frac{4 \epsilon}{19 R}$
 $F = \frac{U}{d}$
 $I = \frac{7 \epsilon}{19 R}$

$\sqrt{1} = \frac{P_0 V}{2 R T_0}$
 $\varphi = \frac{1}{n}$
 $\varphi = 2(n_2 - 1) = 0.7 \cdot 0.1 = 0.07 \text{ рад}$
 $\varphi h = \varphi(h - h x)$
 $n h = h - h x$
 $h x = 0$
 $K = 3.5 - \frac{P_0}{P_{2c}}$
 $\frac{12 \epsilon}{19 L} = \frac{\Delta I}{\Delta t}$
 $\varphi = \frac{\Delta}{h \cdot h x}$
 $3) V_A = \sqrt{V_0^2 - 3.5 U_0}$
 $\varphi = \frac{1}{n} \cdot h$
 $H = \varphi_1 (a + h) = 0.07 (0.9 + 0.14) = 0.07 \cdot 1.04 \approx 0.0728 \text{ м}$
 $2(n_2 - 1 - n_1 + 1) = 2(n_2 - n_1) = 4$
 $13.12 \cdot \alpha(n_2 - n_1)(a + h) \uparrow$
 $\varphi_1 = \frac{\Delta}{h}$
 $\varphi = \frac{\Delta}{h - h x}$

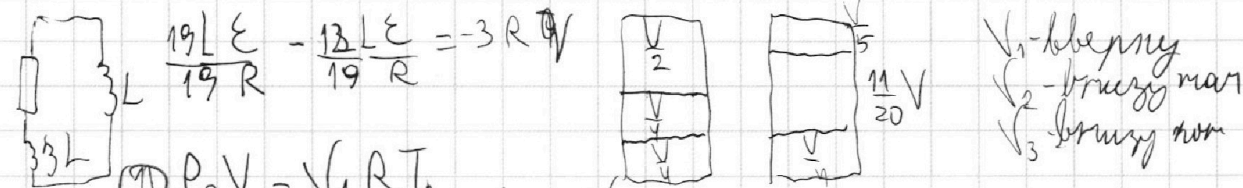
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\textcircled{1} P_0 V = V_1 R T_0$$

$$\textcircled{2} P_0 V = V_2 R T_0$$

$$V_1 = 2V_2$$

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

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

$$11 P_{21} V = V_3 R T \quad V_1 V_2 = P_{21} T$$

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

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

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

$$\frac{11}{4} V_1 = V_2 + \Delta V \quad \frac{11}{4} \cdot \frac{P_0 V}{2 R T_0} = \frac{P_0 V}{4 R T_0} + \frac{P_0 V \cdot 10^{-3}}{8}$$

$$\frac{9}{4} \frac{P_0 V}{2 R T_0} = \Delta V = \frac{P_0 V \cdot 10^{-3}}{8}$$

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

$$\frac{9000}{8131} = T_0 \quad V_3 = V_2 + \Delta V \quad \textcircled{4} \frac{11}{20} V (P_{21} - 2P_0) = \left(V_2 + \frac{P_0 V \cdot 10^{-3}}{4} \right) R T$$

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

$$\frac{P_{21}}{5} = \frac{V_1 R T}{V} \quad \frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \cdot \frac{118}{12} = \frac{19}{3}$$

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

$$59 P_0 = 18 P_{21}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{P_{21}}{P_0} \cdot \frac{2}{7} \quad \frac{1}{10} P_{21} = \frac{11}{20} P_{21} - \frac{118}{80} P_0 \quad P_{21} = 9 \frac{19}{16} P_0$$

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

$$\textcircled{6} \frac{11}{20} P_{21} - \frac{P_0 \cdot 118}{80} = \frac{118}{80} P_0 \quad 12 P_{21} = 118 P_0$$

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

$$\frac{373}{36} \cdot \frac{12}{131} \quad 373 = 10 \cdot \frac{19^2}{3}$$

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

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

$$\frac{373}{59} = \frac{118}{36} \cdot \frac{2}{5}$$

$$P_0 V = V_2 R T_0 \quad \frac{P_{21} V}{5} = V_1 R T \quad \frac{T}{T_0} = \frac{2 P_{21}}{5 P_0}$$

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

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

$$\frac{2}{5} P_{21} = \frac{11}{5} P_{21} - P_0 \left(\frac{11}{5} + \frac{3}{5} \right) \quad \frac{10}{5} P_{21} = 19.5 P_0$$

$$\frac{2}{5} \cdot \frac{12}{18} = \frac{2}{3} \quad \frac{P_0}{4} \cdot 373 \cdot \frac{19.5}{9} \cdot \frac{2}{5}$$

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