

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

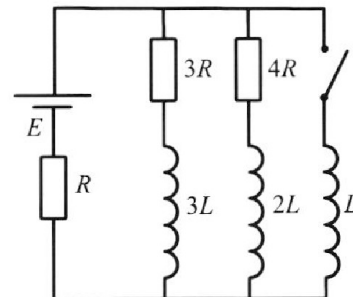
Вариант 11-03

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.

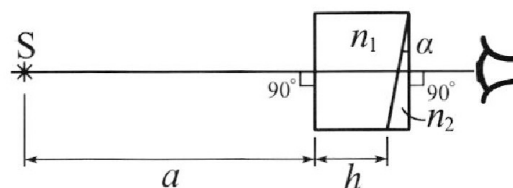


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.



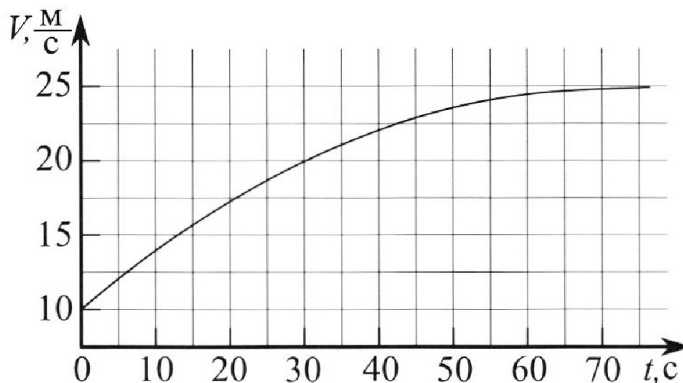
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

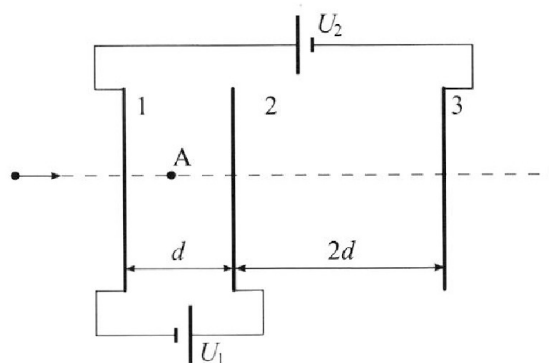
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - 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 пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = k p V$. 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 A на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

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!



1) $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$ Давайте проведем касательную к точке (0;10) $\Delta V = 20 - 10 = 10 \text{ м/с}$ $\Delta t = 20 - 2 = 18$

$a = \frac{10}{18} \text{ м/с}^2 = 0,5 \text{ м/с}^2$

Ответ: в начале движения $a = 0,5 \text{ м/с}^2$

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 упругости

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

В начале движения $V_0 = 10 \text{ м/с} \Rightarrow F_{\text{упр}0} = k \cdot V_0$

$F_{\text{упр}0} = k \cdot V_0 = 240 \text{ Н}$ $F_0 - F_{\text{упр}0} = ma \Rightarrow F_0 = ma + F_{\text{упр}0}$

$F_0 = 1500 \cdot \frac{1}{2} + 240 = 990 \text{ Н}$ $V_0 = 10 \text{ м/с}$

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

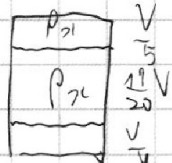
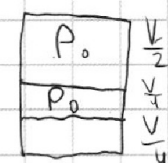
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 газов в обоих частях равно

$P_{г1}$ - давление в корпусе $\mu \cdot M \cdot K: P_0 V = \nu R T$

$$\frac{P_0 V}{2} = \nu_1 R T_0 \quad \nu_1 - \text{к-во молей He} \quad \nu_3 - \text{к-во } O_2 \text{ в кон-це}$$

$$\nu_2 - \text{к-во молей } O_2 \text{ в начале}$$

$$\nu_3 = \nu_2 + \Delta \nu \quad \Delta \nu = \frac{P_0 K V}{5} \quad \frac{P_{г1} V}{5} = \nu_1 R T \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{2 P_{г1}}{5 P_0}$$

После нагревания объема $O_2 = V - \frac{V}{4} - \frac{V}{5} = \frac{11V}{20}$
образовались молекулы паров воды, кото-
рые имеют парциальное давление $P_0 = P_{амб}$.
Поскольку парциальное давление $O_2 = P_{г1} - 2 P_0$

$$\frac{11V}{20} (P_{г1} - 2 P_0) = \nu_3 R T = \nu_2 R T + \Delta \nu R T = \nu_2 R T + \frac{P_0 K V}{4}$$

$$\frac{11}{20} V P_{г1} - \frac{11}{10} P_0 V = \nu_2 R T + \frac{3 \cdot 10^3 \cdot V \cdot 10^{-3} P_0}{2} = \nu_2 R T + \frac{3 P_0 V}{8}$$

$$\frac{11}{20} P_{г1} V - P_0 V \left(\frac{11}{10} + \frac{3}{8} \right) = \nu_2 R T, \quad \frac{P_0 V}{4} = \nu_2 R T_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2, \quad \frac{T}{T_0} = \frac{4 \left(\frac{11}{20} P_{г1} - P_0 \left(\frac{11}{10} + \frac{3}{8} \right) \right) V}{P_0 V} = \frac{2 P_{г1}}{5 P_0} \quad | : V$$

$$\frac{11}{5} P_{г1} - 4 P_0 \left(\frac{11}{10} + \frac{3}{8} \right) = \frac{2 P_{г1}}{5} \Rightarrow \frac{9 P_{г1}}{5} = 4 P_0 \left(\frac{11}{10} + \frac{3}{8} \right) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{9}{5} P_{г1} = \frac{P_0 \cdot 59}{10} \Rightarrow P_{г1} = \frac{59}{18} P_0, \quad \frac{T}{T_0} = \frac{2 P_{г1}}{5 P_0}$$

$$T_0 = \frac{5 T}{2} \frac{P_0}{P_{г1}} = \frac{5}{2} \cdot 373 \cdot \frac{18}{59} \approx 280^\circ$$

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

Ответ: 1) 2 2) 1,33

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

3) Заменим 3СЭ:

$$\frac{mV_1^2}{2} + A_{13} = \frac{mV_A^2}{2}$$

V_A - скорость тапмичи б.т. А
 A_{13} - работа ил. полл при
проме тапмичи от 1 до
емки 20 т. А

$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + A_{11}$$

$$A_{11} = -\frac{3}{2}Uq$$

$$A_{13} = (\varphi_1 - \varphi_A)q$$

$$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + A_{11} + A_{13} = \frac{mV_0^2}{2} + (-\frac{3}{2}Uq) + A_{13} \quad \varphi_A - \text{полюс т. А}$$

$$\varphi_A = \varphi_1 + \frac{E_{12}d}{4} = \varphi_1 + \frac{Ud}{4d} = \varphi_1 + \frac{U}{4} \Rightarrow A_{13} = (\varphi_1 - \varphi_1 - \frac{U}{4})q =$$

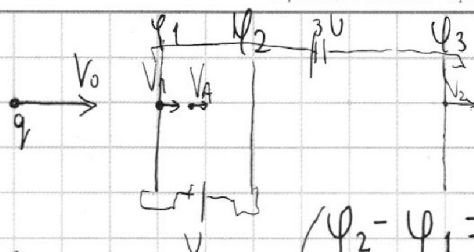
$$= -\frac{U}{4}q \Rightarrow \frac{mV_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{3}{2}Uq - \frac{U}{4}q = \frac{mV_0^2}{2} - \frac{7}{4}Uq$$

$$V_A^2 = V_0^2 - \frac{7Uq}{2m} \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{3,5Uq}{m}}$$

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

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) Пусть $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ — потенциалы
или потенциалы от зарядов к
каким-то точкам.

дано:

$$q, v_0, U_1 = U, m$$

$$U_2 = 3U, d, 2d$$

$$|a| = ? \quad K_1 - K_2 = ?$$

$$V_A = ?$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = U = U_1$$

$$\varphi_1 - \varphi_3 = 3U = U_2$$

$$\varphi_3 = -\varphi_1$$

по закону 232:

$$\sum \vec{F} = m \vec{a}$$

$$\varphi_1 - (-\varphi_1) = 3U = 2\varphi_1$$

$$\varphi_1 = \frac{3U}{2}$$

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

$$\frac{3U}{2} - \varphi_3 = 3U \Rightarrow \varphi_3 = -\frac{3U}{2}$$

$$F_{эл} = E_{12} q$$

E_{12} — поле между 1 и 2 сетками
Теперь определим направление
(не выдумывай направление)

$$|a| = \frac{|F_{эл}|}{m}$$

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

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

Ответ: $|a| = \frac{Uq}{md}$

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

V_1, V_2 — скорости при прохождении сеток 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 прохождении зарядом к сеткам

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

A_{n2} — работа сил поля при прохождении между 1 и 2 сетками

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

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

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

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) Пусть I_0 - общий ток в цепи при разрыве цепи. катушки не имеют сопротивления

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

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

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

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

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

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

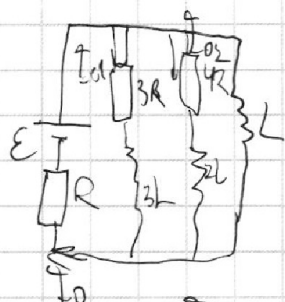
$$I_{10} = \frac{4}{7} I_0 = \frac{4}{7} \cdot \frac{7E}{19R} = \frac{4E}{19R}$$

Ответ: $I_{10} = \frac{4E}{19R}$

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

$$E + \mathcal{E}_{\text{си}} = RI_0 - \text{внешний контур}$$

$\mathcal{E}_{\text{си}} - \mathcal{E}$ самоиндукция катушки L



$$\mathcal{E}_{\text{си}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$E - L \frac{\Delta I}{\Delta t} = R \cdot \frac{7E}{19R} = \frac{7E}{19}$$

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

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

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

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

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

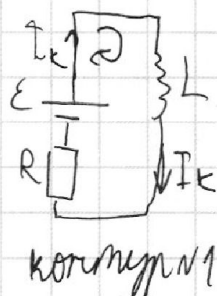
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 №2 и запишем уравнение Кирхгофа для произвольного момента времени



контур №2

$$\varepsilon_{S1L} + \varepsilon_{S3L} = -I(t) \cdot 3R$$

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

$$\varepsilon_{S3L} = \frac{\Delta I}{\Delta t} \cdot 3L$$

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

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

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

Умножим обе части на 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.

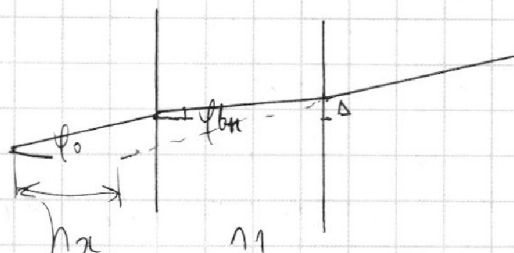
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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

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

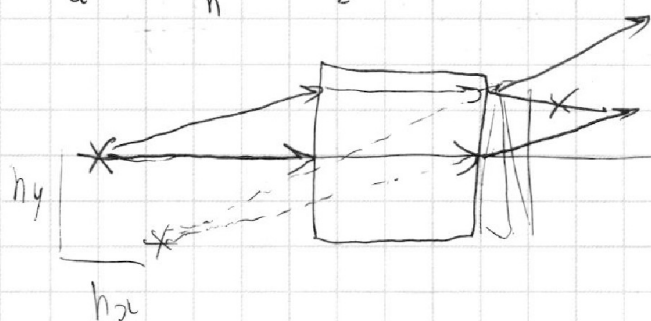
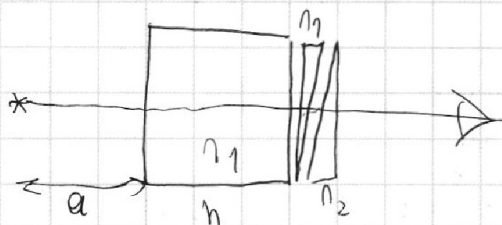


$$\tan \varphi_{bn} = \varphi_{bn} = \frac{\Delta}{h}$$

$$\tan \varphi_0 = \varphi_0 = \frac{\Delta}{h - h_x}$$

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

луча представляет собой:



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

φ_{bn} — угол лучей внутри
материала
 φ_0 — произвольный угол
падения

Δ — высота, на которую
поднялся луч

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

лучи будут
идти:

Часть матри-
цы даст не-
цветные изобра-
жения по ори-
зонтали на h_x ,

а две штыри в форме креста —
по вертикали на h_y

$$h_{\text{общ}} = \sqrt{h_x^2 + h_y^2} \quad h_{\text{общ}} = \text{общее смещение}$$

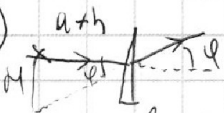
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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



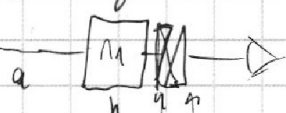
Дано: a, h, n_1, n_2, d 1)  φ - угол отклонения
на свет не преломляется $n_1 = n_2 \Rightarrow$ первая призма
по закону Снелла $n_1 \sin \varphi_0 = n_2 (\sin(\varphi_0 - \varphi))$ произвольный $\angle$
малые $\Rightarrow \sin \varphi_0 \approx \varphi_0, \sin(\varphi_0 - \varphi) \approx \varphi_0 - \varphi$ $n_1 \varphi_0 = n_2 (\varphi_0 - \varphi)$ $n_1 = 1$
 $\varphi_0 = n_2 (\varphi_0 - \varphi) \Rightarrow \varphi = \varphi_0$ $\varphi = 2(n_2 - 1)$ $2n_2 = \varphi + n_2$ $d = \frac{\varphi}{n_2} + 1$
 $\varphi = 0,1 \cdot (1,7 - 1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад}$

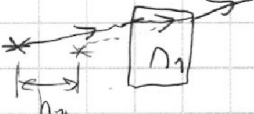
Ответ: 0,07 рад

2)  Пусть M - расстояние между
источником и изображением
угол вертикальный $\tan \varphi = \frac{M}{a+h}$ $\tan \varphi \approx \varphi$
 $M = \tan \varphi \cdot (a+h) = \varphi(a+h) \approx 0,07 \cdot (90+14) \approx 7,28 \text{ м}$ (угол малый)

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

3) Даными и тем же можно представить
объект и изображение.

 Представим картину p_1 с па-
раметровыми точками, два куска
 $l = 2$ "А", соединенных вместе.
Поскольку n_1, n_2 картина "пронизует"
источник на h_x , изображение будет на
прямой

 $h_x = h(n_1 - 1)$, и тем же 2 призма будет
отклонять по вертикали, но в
разные стороны. Если на $2(n_1 - 1)$, другой
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 вместе h_y - откло-
нение по высоте на $\tan \varphi_2 \cdot (a+h-h_x) = \varphi_2(a+h-h_x) = h_y$
общее отклонение $= \sqrt{h_x^2 + h_y^2} = \sqrt{16 + 9} = 5 \text{ м}$

Ответ: изображение увеличится 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) 1 м/с ⑦ $\varphi_1 = \frac{U}{h}$ $(n_2 - 1)h$ $\varphi_1 = \frac{\lambda}{h}$

2) $F_{\text{нн}} - F_{\text{он}} = ma$ $F_{\text{он}} = K V = 25 \text{ Н} = F_{\text{нн}}$ $K = \frac{600}{25} = 24$

$F_{\text{нн}} = ma + F_{\text{он}}$ $F_{\text{он}} = \frac{10}{25} K = 0,4 K = \frac{10 \cdot 600}{25} = 240$

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

$\frac{n V_0^2}{2} + A n = \frac{n V_1^2}{2}$ $A n = (2 - \varphi_1) q$ $A n = -3 U q$

$\varphi_1 - \varphi_1 = U$ $F = E q$ $F = -\frac{U}{d}$

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

$\frac{m V_1^2}{2} + A n_1 = \frac{m V_2^2}{2}$ $A n_1 = \frac{3}{2} U \cdot \frac{3}{2} U q = -\frac{9}{4} U^2 q$

$\frac{P_0 V}{2} = \sqrt{1} R T_0$ $\frac{V_1}{V_2} = 2 \Rightarrow V_2 = \frac{V_1}{2}$ $n_2 \varphi = 2(n_1 - 1)$ $d = n_2(\lambda + \varphi)$

$\frac{P_0 V}{4} = \sqrt{2} R T_0$ $V_3 = V_2 + \frac{K P_0 V}{4} = V_2 + \frac{1}{2} \cdot 10^5 \cdot 10^9 \cdot 1 \text{ В} = \sqrt{2} + 25 \text{ В}$

$\frac{P_{\text{н}} V}{5} = \sqrt{1} R T$ $\sqrt{3} = 4 \sqrt{1}$ $\sqrt{3} = 4(P_{\text{н}} - P_0)$ $4(P_{\text{н}} - P_0) V = \sqrt{3} R T$

$4 \frac{P_{\text{н}} V}{5} = \sqrt{3} R T$ $\varepsilon - \frac{L \Delta I}{\Delta t} = I_0 R$ $\frac{1}{2} + \frac{K P_0 V}{4 \sqrt{1}} = 4 - \frac{P_0}{P_{\text{н}}}$

$4(P_{\text{н}} - P_0) V = \sqrt{3} R T$ $\varepsilon - \frac{L \Delta I}{\Delta t} = \frac{4 \varepsilon}{19 R}$ $I_0 = \frac{4 \varepsilon}{19 R}$

$\sqrt{1} = \frac{P_0 V}{2 R T_0}$ $\varphi = \frac{1}{2} + \frac{K P_0 V}{4 \sqrt{1}} = 4 - \frac{P_0}{P_{\text{н}}}$

$\varphi = 2(n_2 - 1) = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ рад}$ $K = 3,5 - \frac{P_0}{P_{\text{н}}}$ $\frac{12 \varepsilon}{19 R} = \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$\varphi h = \varphi(n - n_2)$ $n \lambda = h - h_{\text{н}} \quad h_{\text{н}} = \lambda$ $3) V_A = \sqrt{V_0^2 - 3,5 U q}$ $\varphi = \frac{1}{n} \cdot h$

$\frac{1}{12} + \frac{3}{12} = \frac{7}{12}$ $H = \varphi_1(a + h) = 0,07(2,9 + 0,14) = 0,07 \cdot 3,04 \approx 0,21 \text{ м}$

$2(n_2 - 1 - n_1 + 1) = 2(n_2 - n_1) = 4$ $\varphi_1 = \frac{\lambda}{h} \quad \varphi = \frac{\lambda}{h - h_2}$

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

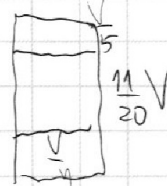
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

$$\left\{ \begin{array}{l} 19L \\ 33L \end{array} \right\} \frac{19LE}{19R} - \frac{13LE}{19R} = -3RT$$



V_1 - верхняя
 V_2 - средняя часть
 V_3 - нижняя часть

$$\textcircled{1} \frac{P_0 V}{2} = V_1 RT_0$$

$$\textcircled{2} \frac{P_0 V}{4} = V_2 RT_0$$

$$V_1 = 2V_2$$

$$\textcircled{3} \frac{P_2 V}{5} = V_1 RT \quad \left(\frac{V}{T_0} \right) = \frac{2P_2}{5P_0}$$

$$\Delta V = k P_0 W = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5}{2} \cdot \frac{V}{4} P_0 \cdot 20$$

$$\frac{11P_2 V}{20} = V_3 RT \quad V_1 V_2 = P_2 T$$

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

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

$$\Delta V = \frac{P_0 V \cdot 10^{-3}}{8} \approx \frac{9}{4} V_1$$

$$\frac{11}{4} V_1 = V_2 + \Delta V \quad \frac{11}{4} V_1 = V_2 + \frac{9}{4} V_1$$

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

$$\frac{11}{20} V (P_2 - 2P_0) = V_3 RT = V_2 + P_0 V$$

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

$$V_3 = V_2 + \Delta V$$

$$\textcircled{4} \frac{11}{20} V (P_2 - 2P_0) = \left(V_2 + \frac{P_0 V}{2} \cdot 10^{-3} \right) RT$$

$$\textcircled{5} \frac{11}{20} P_2 V - \frac{11}{10} P_0 V = V_2 RT + \frac{P_0 V}{8} \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3$$

$$\frac{P_2 V}{5} = \frac{V_1 RT}{V} \quad \frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \cdot \frac{118}{121}$$

$$\frac{11}{20} P_2 V - P_0 V \left(\frac{11}{10} + \frac{3}{8} \right) = V_2 RT$$

$$59P_0 = 18P_2$$

$$\frac{1}{2} = \frac{P_2}{P_0} \cdot \frac{2}{7}$$

$$\frac{1}{10} P_2 = \frac{11}{20} P_2 - \frac{118}{80} P_0 \quad P_2 = 9 \frac{19}{16} P_0$$

$$\textcircled{6} \frac{11}{20} P_2 - \frac{P_0 \cdot 118}{80}$$

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

$$\frac{3}{20} P_2 = \frac{118}{80} P_0 \quad 12P_2 = 118P_0$$

$$\frac{9}{20} P_2 = \frac{118}{80} P_0 \quad P_2 = \frac{118}{36} P_0$$

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

$$V_1 = 2V_2$$

$$\frac{P_0 V}{4} = V_2 RT_0$$

$$\frac{P_2 V}{5} = V_1 RT$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2P_2}{5P_0}$$

$$\frac{11}{20} P_2 V - \frac{11}{10} P_0 V = V_2 RT$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{11P_2 - P_0 \left(\frac{11}{20} + \frac{3}{8} \right)}{5P_0} = \frac{2P_2}{5P_0}$$

$$\frac{2}{5} P_2 = \frac{11}{5} P_2 - P_0 \left(\frac{11}{5} + \frac{3}{5} \right) \quad \frac{1}{2} P_2 = \frac{19}{5} P_0$$

$$\frac{2}{5} \cdot \frac{19}{18} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{9}{5} P_2 = P_0 \cdot 19.5 \quad P_2 = \frac{19.5}{9} P_0$$