

**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

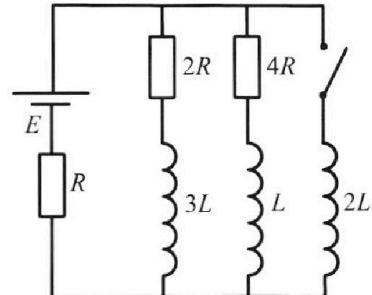
Вариант 11-04

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

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

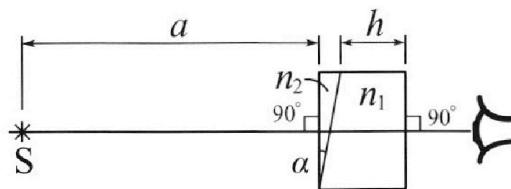
- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми к оэффициентами 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 $a = 100$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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,

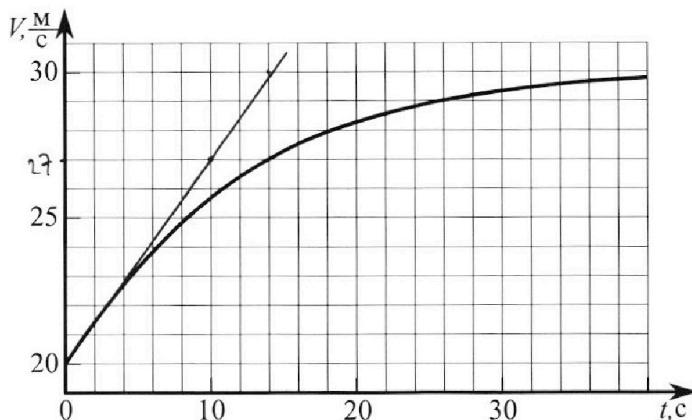
февраль 2023

Вариант 11-04



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240 \text{ кг}$ движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 200 \text{ Н}$.



- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?

Требуемая точность чисел енного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

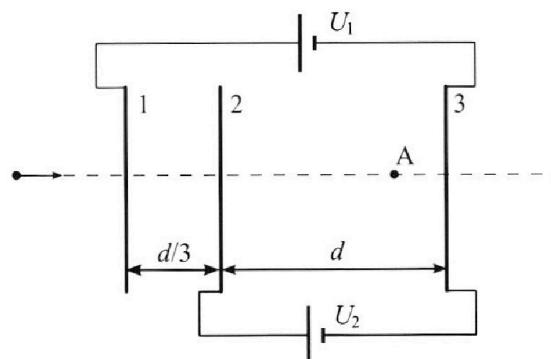
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагревали до $T = 4T_0/3 = 373 \text{ К}$. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k_{\text{рв}}$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ моль}/(\text{м}^3 \cdot \text{Па})$. При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$, 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 начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{АТМ}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ и $U_2 = U$. 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 2 и 3.
- 2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- 3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

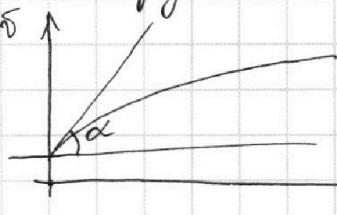
МФТИ

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

$$m = 240 \text{ кг}$$

$$F_k = 200 \text{ Н}$$

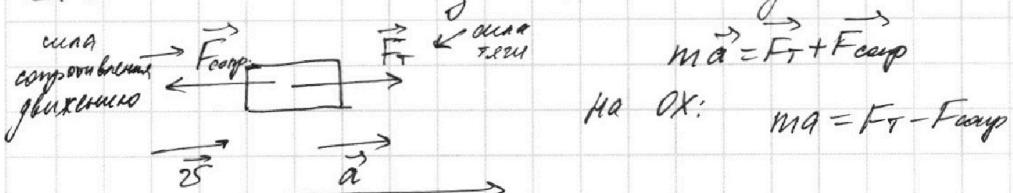
1. Ускорение - производная скорости по времени.
Равнотрассийский закон производной заключается в том,
что касательная к графику функции $y(x)$ равна ради $y'(x_0)$.
Таким образом найдем аналитически:



$$\operatorname{tg} \alpha = a_{\text{ нач}}$$

$$a_{\text{ нач}} = \frac{27 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \text{ с}} = 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2. Запишем II-ой закон Ньютона для математика:



$$\text{на ОХ: } ma = F_T - F_{\text{susp}}$$

$$\frac{dA}{dt} = P = \text{const} \Rightarrow F_T \cdot \sqrt{\frac{dA}{dt}} = P. \quad \text{В конце разгона } a = 0 \Rightarrow F_T = F_{\text{susp}} = F_k$$

Скорость на урации ограничена $\sqrt{P} = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

$$\text{В начале разгона } a = a_{\text{ нач}} \Rightarrow F_T = ma_{\text{ нач}} + F_0$$

$$\text{Скорость в начале разгона } v_0 = \sqrt{\frac{F_0}{m}} = v_0$$

$$F_0 \cdot v_0 = F_T \cdot \sqrt{k} \quad (ma_{\text{ нач}} + F_0) v_0 = F_k \cdot \sqrt{k}$$

$$F_0 = F_k \cdot \frac{\sqrt{k}}{v_0} - ma_{\text{ нач}}$$

$$F_0 = 200 \text{ Н} \cdot \frac{30 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}}} - 240 \text{ кг} \cdot 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 132 \text{ Н}$$

3. Мощность, используемая на преодоление силы сопротивления:

$$P_{\text{супр}} = F_{\text{супр}} \cdot v \Rightarrow \frac{P_{\text{супр}}}{P} = \frac{F_{\text{супр}}}{F_T}$$

$$\text{В начале разгона: } \frac{P_{\text{супр}}}{P} = \frac{F_0}{F_{T_0}} = \frac{F_0}{ma_{\text{ нач}} + F_0} = \frac{1}{ma_{\text{ нач}} + 1}$$

$$\frac{P_{\text{супр}}}{P} = \frac{1}{\frac{240 \text{ кг} \cdot 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{132 \text{ Н}} + 1} = \frac{1}{25} = 0,04$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ.



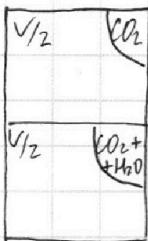
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$V_x = \frac{3V}{8} = \text{const}$$

$$T = \frac{4}{3} T_0 = 373K$$

$$k(T) = 0 \quad k(T_0) = 96 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Ра}} \cdot \text{жель}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$



$$P_{\text{пара}}(T_0) = 0$$

1. Т.к. парение невозможна, то
в начальном положении давление равно P_0 ,
объем CO_2 в верхней части $- V/2$, в нижней $- (V/2 - V_x) = V/8$.

Запишем ур-ние состояния:

$$\begin{aligned} P_0 \cdot V/2 &= \bar{D}_1 R T_0 \\ P_0 \cdot V/8 &= \bar{D}_2 R T_0 \end{aligned} \Rightarrow \boxed{\frac{\bar{D}_1}{\bar{D}_2} = 4}$$

2. В конечном положении давление газов будут также равны.

Обозначим это давление P .

Запишем ур-ние состояния для сухого CO_2 :

$$\begin{array}{l} \text{верхняя} \\ \text{часть} \end{array} : \quad P \cdot V/8 = \bar{D}_1 R T \Rightarrow P = 4 P_0 \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{16}{3} P_0$$

$$\begin{array}{l} \text{нижняя} \\ \text{часть} \end{array} : \quad P_{\text{сух}} \cdot V_{\text{сух}} = (\bar{D}_2 + \Delta D) R T \quad V_{\text{сух}} = \frac{7V}{8} - V_{\text{пар}}$$

~~$$\Delta D = V_x \cdot P_0 \cdot k$$~~

$$\text{При } T = 373K \quad P_{\text{рас}} = P_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па.}$$

Т.к. испарение жидкости не происходит, то $V_{\text{сух}} = \frac{7V}{8} - \frac{3V}{8} = V/2$,
при этом давление водяного пара равно $P_{\text{рас}} = P_{\text{атм}}$.
Согласно правилу Daltona: $P_{\text{рас}} + P_{\text{сух}} = P$.

$$\frac{P_{\text{сух}} \cdot \frac{V}{2}}{P \cdot \frac{V}{8}} = \frac{\bar{D}_2 + \Delta D}{\bar{D}_1} = \frac{1}{4} + \frac{\Delta D}{\bar{D}_1} = \frac{1}{4} + \frac{\Delta D \cdot RT}{P_0 V} = \frac{1}{4} + \frac{8 \Delta D RT}{\frac{16}{3} P_0 V} = \frac{1}{4} + \frac{3 k RT}{2 P_0 V}$$

$$P_{\text{сух}} = P \left(\frac{1}{4} + \frac{3 \cdot \frac{3V}{8} \cdot 16 k \cdot R \cdot T}{2 P_0 V} \right) = P \left(\frac{1}{4} + \frac{9 k RT}{16} \right)$$

$$P_{\text{атм}} = \frac{16}{3} P_0 \left(1 - \frac{1}{16} - \frac{9 k RT}{64} \right) = \frac{16}{3} P_0 \left(\frac{15}{16} - \frac{9 k RT}{64} \right) =$$

$$= P_0 \left(5 - \frac{3 k RT}{4} \right)$$

$$P_0 = \frac{4 P_{\text{атм}}}{20 - 3 k RT}$$

$$\boxed{P_0 = \frac{4 \cdot P_{\text{атм}}}{20 - 3 \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \cdot 96 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \text{Ра}}} = \frac{20}{73} P_{\text{атм}}}$$

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

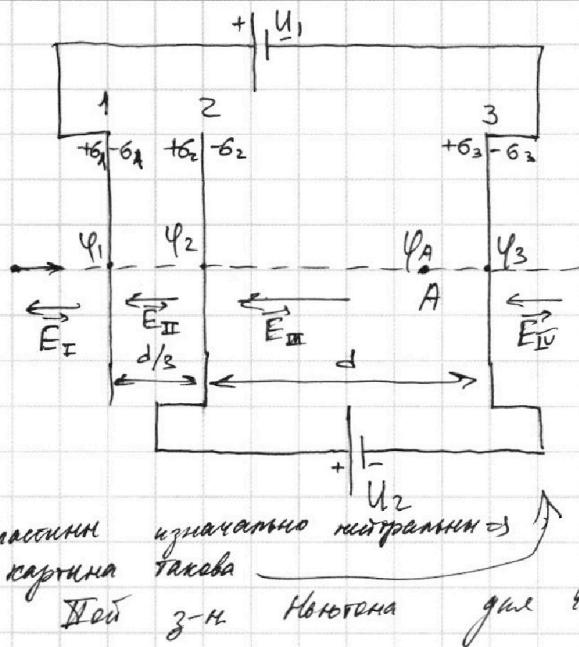
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



$\delta_1, \delta_2, \delta_3$ — подвижные
плотности зарядов пластин

1. т.к. у частицы заряд $q > 0$, то
имеющие массы электростатического
поля пластин сенсибилизированы
с ~~заряд~~ кулоновскими силами,
действующими на частицу.
 $q \ll \text{заряд} \Rightarrow$ сам q собственного
поля почти не создает.

$$a_{\text{III}} = a_{\text{II}} = \frac{q}{m} \cdot E_{\text{III}}$$

$$\text{при этом } E_{\text{III}} \cdot d = U_2 - U_1 \Rightarrow a_{\text{III}} = \frac{qU}{m \cdot d}$$

разогр. эл. поля

$$2. K_3 - K_2 = q(\varphi_3 - \varphi_2)$$

Закон сохранения энергии

$$3. \frac{m v_A^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = q(\varphi_A - \varphi_1)$$

Закон сохранения энергии

$$\frac{m(v_A^2 - v_0^2)}{2} = q(-4U - \frac{3}{4}U) = \frac{19qU}{4}$$

$$m(v_A^2 - v_0^2) = -9,5qU$$

$$\varphi_A - \varphi_1 = (\varphi_2 - \varphi_1) + (\varphi_A - \varphi_2)$$

$$-(\varphi_A - \varphi_2) = E_{\text{III}} \cdot \frac{3}{4}d = \frac{3}{4}(\varphi_2 - \varphi_3) = \frac{3}{4}U$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = -(U_1 - U_2) = -4U$$

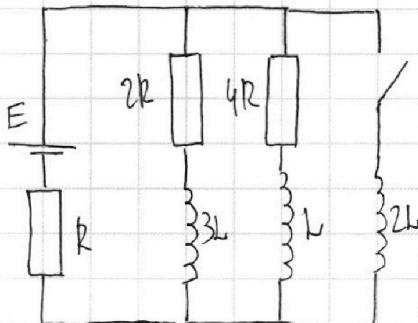
$$v_A^2 = v_0^2 - \frac{9,5qU}{m}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{9,5qU}{m}}$$

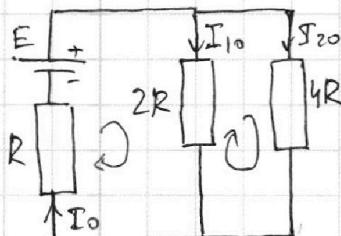
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!



1. При разомкнутом ключе в установившемся режиме все катушки, кроме катушки $2L$, будут сидеть как провода (т.е. их сопротивление равно 0). эквивалентная схема:



Пусть через регистр $2R$ течет ток I_{10} , а через $4R - I_{10}$.

по I-ому правилу Кирхгофа:
по II-ому правилу Кирхгофа:

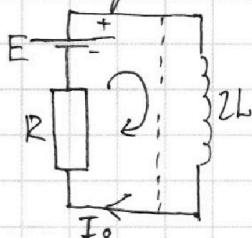
$$\begin{cases} I_0 = I_{10} + I_{20} \\ I_{20} \cdot 4R - I_{10} \cdot 2R = 0 \\ I_{10} \cdot 2R + I_0 \cdot R = E \end{cases}$$

Решив систему, получим:

$$I_{20} = \frac{E}{7R}$$

2. сразу после замыкания токи, чьи направления в цепи не меняются, но на ~~на~~ катушках начинают наливаться направления, равные $\pm E$ с индукцией на них.

II-ое правило Кирхгофа:



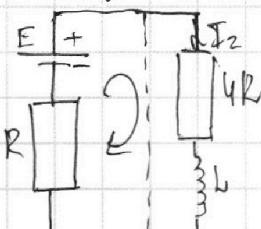
$$2L \cdot \frac{dI}{dt} + I_0 R = E$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{E - I_0 R}{2L} = \frac{I_{20} \cdot 4R}{2L} = \frac{2I_{20} R}{L} = \frac{2E}{7L}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{2E}{7L}$$

$$\frac{dI_2}{dt} + \frac{dI_1}{dt} = \frac{dI_0}{dt}$$

3. III-ое правило Кирхгофа:



$$-L \frac{dI_2}{dt} + 4I_2 R + I_0 R = E$$

закон сохранения источника энергии:

$$Q = \int_0^t 4I_2^2 R dt + \int_0^t 2I_1^2 R dt + \int_0^t I_0^2 R dt =$$

$$Q = \frac{6}{11} \cdot \frac{(E)^2}{R} - \frac{3L I_{10}^2}{2} - \frac{2I_{20}^2}{2} = \left(\frac{6}{11} - \frac{13}{49} \right) \frac{L E^2}{R}$$

$$Q = \int_0^{q_2} 4I_2^2 R dq_2 + \int_0^{q_1} 2I_1^2 R dq_1 + \int_0^{q_0} I_0^2 R dq_0$$

$$Q_{\text{общ}} = Q_0$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

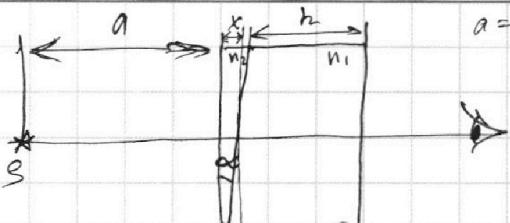
решение которой представлено на странице:

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



$$a = 100 \text{ cm}$$

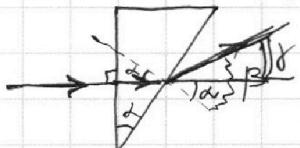
$$\alpha = 91^\circ \text{ rad}$$

$$h = 14 \text{ cm}$$

$$n_2 = 1.0$$

$$x < h$$

1. Если $n_1 = n_2 = 1.0$, то заменим систему на призму.

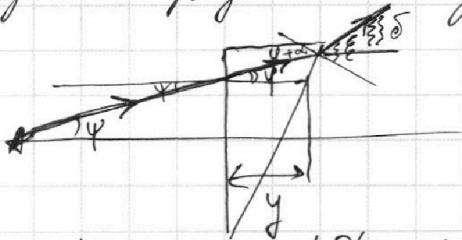


Закон Снелла: $n_2 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta$

$$\alpha - \text{малый угол} \Rightarrow n_2 \cdot \alpha \approx n_2 \cdot \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = \frac{n_2}{n_2} \cdot \alpha = 0.917 \Rightarrow$$

$\Rightarrow \beta$ -также малый угол $\approx 0.917 \Rightarrow \gamma = \beta - \alpha = 0.917 - 0.1 = 0.807 \text{ rad}$, где γ -угол отклонения луча от первоначального направления.

2. Возьмём произвольный угол ψ , под которым юз мыши, глобусом падает произвольный угол φ , восходящий из источника S:



Закон Снелла:

$$n_2 \sin \psi = n_2 \sin \varphi$$

$$\psi - \text{малый угол} \Rightarrow n_2 \cdot \psi = n_2 \cdot \varphi \quad (\text{так и } \varphi)$$

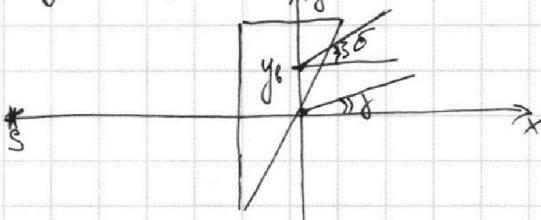
$$n_2 \cdot \sin(\varphi + \alpha) = \sin \delta \cdot n_2, \quad \delta - \text{малый угол}$$

$$1.7\varphi = \psi$$

$$1.7(\varphi + \alpha) = \delta$$

$$\delta = \delta - \alpha = 1.7(\varphi + \alpha) - \alpha = 1.7\varphi + 0.7\alpha = \psi + 0.7\alpha$$

Углы малые $\Rightarrow \gamma \approx x \ll h$. Тогда можно ввести декартову систему координат где призма:



$$x_s = -a$$

$$y_1 = y_2 \approx a \cdot \tan \psi, \text{ т.к. } y \ll a, h; b_2 = 0$$

$$k_1 = \tan \delta \approx \delta$$

$$k_2 = \tan \gamma \approx \gamma$$

$$\begin{cases} y = k_1 x + b_1 \\ y = k_2 x + b_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} y = \delta x + a \cdot \psi \\ y = \gamma x \end{cases}$$

Решаем систему:

$$\delta \cdot x + a \cdot \psi = \gamma x$$

$$(1.7\varphi + 0.7\alpha)x + a \cdot \psi = 0.7\alpha x \Rightarrow$$

$\Rightarrow x = -a = x_s$, т.е. субстратное совпадает с источником

$$\Delta K_2 = 0$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

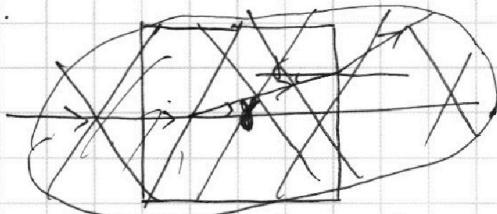
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

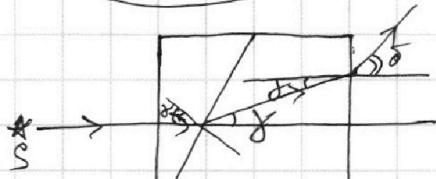


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

3.



~~закон синусов~~



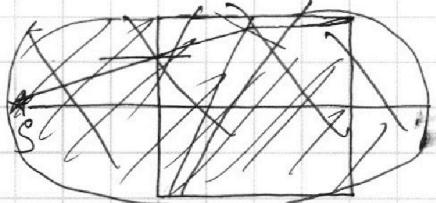
закон синусов:

$$n_2 \cdot \sin j = n_1 \cdot \sin f$$

$$\sin f = \frac{17}{14} \cdot 0,1 = \frac{17}{140} \Rightarrow f - \text{угол} \approx \frac{17}{14}$$

$$n_1 \cdot \sin j = n_2 \cdot \sin \delta$$

$$\sin \delta = \frac{17}{14} \cdot 1,4 = 0,17 \Rightarrow \delta - \text{угол} \approx 0,17$$



Аналогично п.2 возвратом пренебречь можно
угол $\psi \approx 0,1 \text{ rad}$

$$n_2 \cdot \sin \psi = n_1 \cdot \sin \varphi$$

$$\psi \approx 1,7 \varphi$$

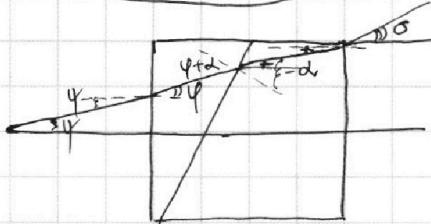
$$n_2 \cdot \sin(\varphi + \alpha) = n_1 \cdot \sin \xi$$

$$1,7(\varphi + \alpha) \approx 1,4 \xi$$

$$n_1 \cdot \sin(\xi - \alpha) = n_2 \cdot \sin \sigma$$

$$1,4(\xi - \alpha) \approx \sigma$$

$$\sigma \approx \psi + 0,3 \alpha$$



~~закон синусов~~

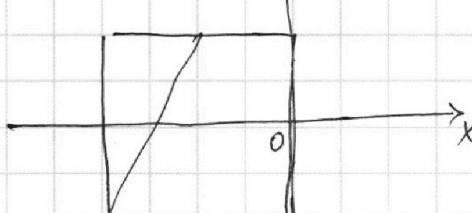
y

$$x_3 = -(a + h)$$

$$k_2 = \operatorname{tg} \delta \approx \delta$$

$$k_1 = \operatorname{tg} \sigma \approx \sigma$$

$$f_1 \approx a \cdot \operatorname{tg} \psi + h \cdot \operatorname{tg}(\xi - \alpha) \quad f_2 \approx h \cdot \operatorname{tg} \delta$$



$$x_3 = -(a + h)$$

$$y = \delta \cdot x + h \cdot \delta$$

$$y = \sigma(x + \frac{h}{1,4}) + a \cdot \sigma$$

Решая систему, получим:

$$x \approx -2,3 \text{ см}$$

$$\Delta x_3 \approx 112 \text{ см}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

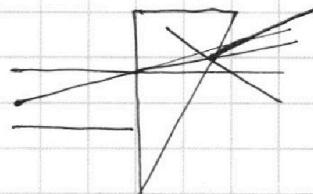


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> |

МФТИ

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

$$129^3 - 28^3 = (129^2 + 28^2 + 129 \cdot 28)$$



224.7

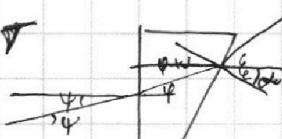
12.11

$$\frac{14}{11} + 1 = \frac{25}{11}$$

$$\frac{132}{300} = \frac{44}{100}$$

$$D_n = \frac{m}{\sqrt{n}}$$

$$p_{\text{разр}} \cdot V_{\text{разр}} = D_n \cdot R T$$



$$\frac{9}{16} + \frac{4}{16}$$

$$\frac{13}{16}$$

$$90^\circ + \psi + \alpha = 180^\circ - x$$
$$x = 90^\circ - (\psi + \alpha)$$

10(5)

$$\frac{3}{4}$$

$\delta - \alpha$

20-5,4

$$3 \cdot 3 \cdot 96$$

$$\frac{4}{14,6} = \frac{2}{7,3} = \frac{20}{73}$$

$$\underline{\psi + 1,8\alpha - 1,4\alpha =}$$

$$a \cdot \psi + h \cdot \frac{6}{1,4} + 6 \cdot x$$

$$1,4\psi - 1,4\alpha$$

$$1,2\psi + 1,8\alpha - 1,4\alpha$$

$$0,8\alpha + \psi$$

$$\frac{917}{1,4} \cdot h + 917x$$

$$\frac{h}{1,4} + x = \frac{a}{13}$$

$$917 \left(\frac{h}{1,4} + x \right) = (903 + \psi) \left(\frac{h}{1,4} + x \right) + a \cdot \psi$$

$$914 \left(\frac{h}{1,4} + x \right) = \psi \left(\frac{h}{1,4} + x \right) + a \cdot \psi$$

$$914h + 914x = 901h + 901a \quad 0,13 \left(\frac{h}{1,4} + x \right) = 901 \cdot a \quad x = \frac{100}{13} - 10$$

$$\frac{30}{26} \mid \frac{13}{40}$$

$$114 - 7,3$$

$$111,7$$

$$-3$$

$$-\frac{30}{13} \quad \frac{10}{13} - 1$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

q_0

$$dq_1 + dq_2 = dq_0$$

$$\int (I_0 + 4I_2) dq_2 \neq \int (I_0 + 2I_1) dq_1$$

$$\frac{dI_2}{dt}$$

$$E - (4I_2 + I_1)R = - L \frac{dI_2}{dt}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$n_2 \cdot \sin \alpha = n_1 \cdot \sin \beta$$

$$1,7 \cdot \alpha = 1 \cdot \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = 0,7 \approx \beta$$

$$n_1 \cdot \sin(\beta - \alpha) = n_2 \sin \gamma$$

$$\gamma = \beta - \alpha \approx 0,07 \text{ rad}$$

$$M_{\theta \phi}$$

$$2I_{20}R + 3I_{20}R = E$$

$$3I_{20} = I_{20}$$

$$I_{20} \cdot 2 = I_{20}$$

$$90^\circ - \varepsilon = 180^\circ - 1,74 - 90^\circ + \alpha$$

$$90^\circ - 1,74 - 90^\circ - \alpha = -\varepsilon$$

$$\varepsilon = \alpha + 1,74$$

$$\frac{\partial}{\partial b} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 = \frac{n}{n-b} \cdot \frac{1}{(n-b)^2} = \frac{n}{(n-b)^2}$$

$$3I_{20}R + 4I_{20}R = E \quad \frac{1}{2} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2$$

$$K = \frac{q}{2} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 = \frac{q}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 = \frac{q}{4} \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2$$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{2E}{7L} \quad \frac{dE}{dt} = \frac{2E}{7L} \quad \frac{dE}{dt} = \frac{2E}{7L} \quad \frac{dE}{dt} = \frac{2E}{7L}$$

$$I_{20} = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2$$

$$I = \frac{1}{3} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 = \frac{1}{3} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 = \frac{1}{3} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2$$

$$I_{20} = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{n-b} \right)^2$$

$$\frac{dF}{dt} + F \cdot \omega = P$$

$$28-14 \\ 20-26 \\ 20-0$$

$$t-x = 5^2$$

$$4I_{20}R = 2I$$

$$t-x = 25^2$$

$$I_{20} = \frac{dI}{dt}$$

$$\int I_{20}^2 R dt \quad \frac{dI}{dt} dt$$

$$\frac{dq}{dt} \cdot 4R + \frac{L \cdot dI}{dt} = E - I_{20}R$$

$$E$$

$$m = b \cdot \frac{P}{2n}$$

$$U_1 = E_{12}d + E_{23}d$$

$$U_2 = E_{23}d$$

$$> > > > >$$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{2E}{7L}$$

