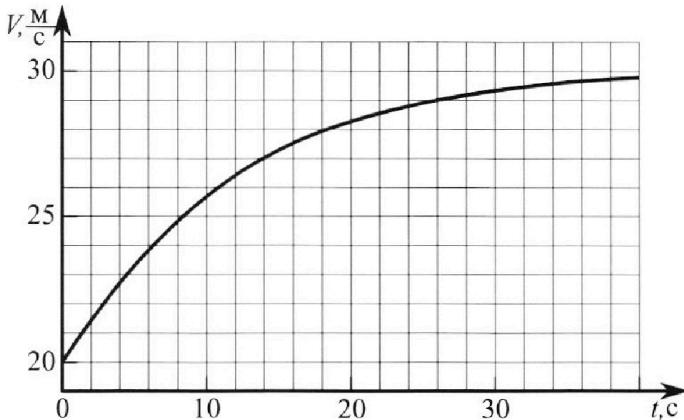


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**
Вариант 11-04



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

- 1.** Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ 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 $F_k = 200$ 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 численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

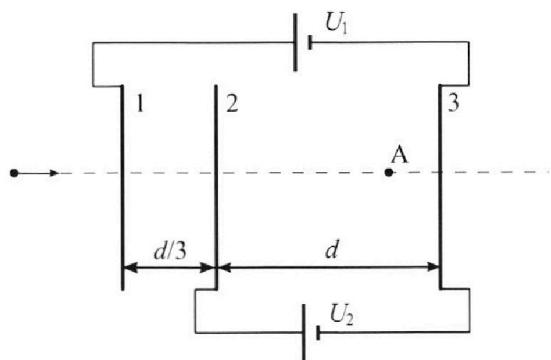
- 2.** Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный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

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k_{pw}$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ 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 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.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

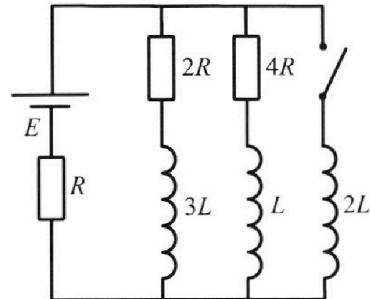
Вариант 11-04

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

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

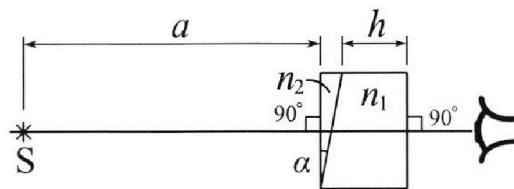
- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми 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 $n_b = 1,0$. 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.



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 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!

1. 1) Ускорение $a = \frac{dV}{dt}$, тогда начальное ускорение a_0 равно уч. коэф. касательной к графику $V(t)$ при $t = 0$.

Можно считать, что в 1-ух с. движение было (пост) равноускоренным, тогда из графика получится:

$$\Delta V \approx 1,5 \frac{m}{s}, \Delta t = 2s.$$

$$a_0 = \frac{\Delta V}{\Delta t} \approx \frac{1,5 \frac{m}{s}}{2s} = 0,75 \frac{m}{s^2}$$

2) $N = F_t \cdot V$, где N -мощность, F_t -сила тяги

В конце рабочего $F_{t_f} \approx F_k$, т.к. $a \rightarrow 0$. Поэтому

$\frac{N}{V_k} \approx F_k \Rightarrow N \approx F_k \cdot V_k$, где $V_k \approx 30 \frac{m}{s}$ - значение скоро-

сти, к которой стремится график. $N = 200H \cdot 30 \frac{m}{s} = 6000 \text{ Вт}$

Из II з. Известна получаем: $m a_0 = \frac{N}{V_0} - F_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_0 = \frac{N}{V_0} - m a_0 \approx \frac{F_k \cdot V_k}{V_0} - m a_0 \approx \frac{200H \cdot 30 \frac{m}{s}}{20 \frac{m}{s}} - 2400 \text{ Н.}$$

$$\cdot 0,75 \frac{m}{s^2} = 300 \text{ Н} - 180 \text{ Н} = 120 \text{ Н}$$

3) Работа сил сопротивления $A = -\bar{F} \cdot s$, где s -перемещение
 $\frac{dA}{dt} = -\frac{d(\bar{F} \cdot s)}{dt} = -\frac{d(\bar{F} \cdot s + F \cdot ds)}{dt}$

При $t=0$: $s=0$, $\frac{ds}{dt} = V_0$: $-\frac{dA}{dt} = F_0 \cdot V_0 = 120 \text{ Н} \cdot 20 \frac{m}{s} = 2400 \text{ Вт}$

$k = \frac{-\frac{dA}{dt}}{N}$ - коэффициент, изujący на преодоление силы сопротивления. $k = \frac{2400 \text{ Вт}}{6000 \text{ Вт}} = 0,4$

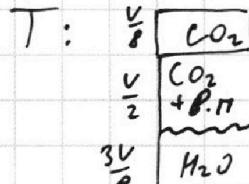
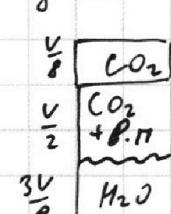
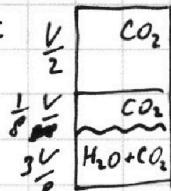
Ответ: 1) $0,75 \frac{m}{s^2}$, 2) 120 Н , 3) $0,4$

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

2. T_0 : $\frac{V}{2}$
 $\frac{V}{8}$
 $\frac{3V}{8}$



1) При температуре T_0 : (погрешность стояла, поэтому)
 ли давление на первом ярусе)
 ли и между единаково

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = \bar{v}_B \cdot R \cdot T_0 \quad \bar{v}_{B1} - \text{кал. вода в верхней части}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{8} = \bar{v}_{\text{нр}} \cdot R \cdot T_0 \Rightarrow \bar{v}_{\text{нр}} - \text{кал. вода в нижней части при } T_0 \text{ (переадм.)}$$

$$\Rightarrow \frac{\bar{v}_B}{\bar{v}_{\text{нр}}} = 4 \quad \bar{v}_{\text{нр}} - \text{кал. вода в нижней части / нераст. + раствор.}$$

2) При температуре T :

($T = 373 \text{ K} = 100^\circ\text{C}$ - темп. кипения влаги, давление насыщенных паров влаги равно $P_{\text{атм}} = 100 \text{ kPa}$)

$$P_1 \cdot \frac{V}{8} = \bar{v}_B \cdot R \cdot T \quad \text{Причина неподвижки} \Rightarrow P_1 = P_2 + P_{\text{атм}}$$

$$P_2 \cdot \frac{V}{2} = \bar{v}_H \cdot R \cdot T$$

$$\text{Каждый } \bar{v}_H: \cancel{k} \cdot \cancel{P_0} = k \cdot P_0 \cdot \frac{3V}{8} \quad (\text{изменение } \Delta \bar{v} = k \cdot \rho \cdot u)$$

$$= k \cdot \frac{3V}{8} \cdot 8 \cdot \frac{\bar{v}_{\text{нр}} \cdot R \cdot T_0}{V} = \frac{9}{4} k \bar{v}_{\text{нр}} \cdot R \cdot T \Rightarrow$$

$$\bar{v}_H = \bar{v}_{\text{нр}} \cdot \left(1 + \frac{9}{4} k \cdot R \cdot T\right) = \bar{v}_{\text{нр}} \left(1 + \frac{9}{4} \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{100 \text{ K}}{\text{m}^3 \cdot \text{Pa}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}\right) =$$

$$= 5,05 \cdot \bar{v}_{\text{нр}}$$

$$P_{\text{атм}} = P_1 - P_2 = \frac{8 \bar{v}_H \cdot R \cdot T}{V} - \frac{2 \bar{v}_H \cdot R \cdot T}{V} = \frac{8 \cdot 4 \cdot \bar{v}_{\text{нр}} \cdot R \cdot T}{V} - \frac{2 \cdot 5,05 \cdot \bar{v}_{\text{нр}} \cdot R \cdot T}{V} =$$

$$= 21,9 \frac{\bar{v}_{\text{нр}} \cdot R \cdot T}{V} = 21,9 \cdot \frac{P_0}{8} \Rightarrow P_0 = \frac{80}{21,9} \cdot P_{\text{атм}} = \frac{80}{21,9} P_{\text{атм}}$$

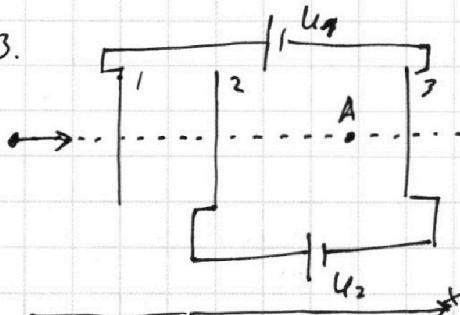
$$\text{Объем: 1) 4 , 2) } P_0 = \frac{80}{21,9} P_{\text{атм}}$$

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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.



Пусть потенциалы приложены за
ради q_1, q_2, q_3 . Тогда

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

* Пусть потенциалы членов $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$

$$\text{Тогда } \varphi_1 - \varphi_3 = U_1 = 5U, \quad \varphi_2 - \varphi_3 = U_2 = U,$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = (\varphi_1 - \varphi_3) - (\varphi_2 - \varphi_3) = 5U - U = 4U$$

Найдём напряжённости полей между септаками 1 и 2, 2 и 3:

$$E_{1,2} = \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\varepsilon_0 S} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{\frac{d}{2}} = 12 \frac{U}{d} \quad | \Rightarrow$$

$$E_{2,3} = \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\varepsilon_0 S} = \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{\frac{d}{2}} = U/d$$

$$\Rightarrow q_1 - q_2 - q_3 = 12q_1 + 12q_2 - 12q_3 \Rightarrow 11q_1 + 13q_2 - 11q_3 = 0$$

$$\cancel{q_1} + \cancel{q_2} = -q_3 \Rightarrow -11q_3 + 2q_2 - 11q_3 = 0 \Rightarrow q_2 = 11q_3,$$

$$q_1 = -12q_3$$

1) по II з. Нормона для напряжения между септаками 2 и 3:

$$q E_{2,3} = m a_{2,3} \Rightarrow a_{2,3} = \frac{q E_{2,3}}{m} = \frac{q U}{dm}$$

$$2) K_3 - K_2 = A_{3,11} = q \cdot (\varphi_2 - \varphi_3) = qU \quad (A-\text{работа эл. поля})$$

$$3) \text{Скорректируем напряжение } \Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$\frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) = 4qU$$

$$\frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_2^2}{2} = q \cdot (\varphi_A - \varphi_2) = q \cdot E_{2,3} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{3}{4} qU$$

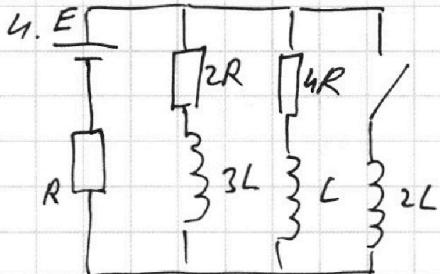
$$\frac{mV_A^2}{2} = \frac{3}{4} qU + \frac{mV_2^2}{2} = \frac{19}{4} qU + \frac{mV_1^2}{2} = \frac{19}{4} qU + \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{19}{2} \frac{qU}{m}}$$

$$\text{Ответ: 1) } a_{2,3} = \frac{qU}{dm}, \quad 2) K_3 - K_2 = qU, \quad 3) V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{19}{2} \frac{qU}{m}}$$

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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) До замыкания через $3L$ и L идёт максимальный ток, потому что \mathcal{E} DC индукции нет.

$$\text{Начальный ток } I_0 = \frac{E}{R + 2R \cdot 4R} = \frac{3}{7} \frac{E}{R}$$

$$\text{Напряжение на } 4R: U_{4R} = E - I_0 \cdot R = \frac{4}{7} \frac{E}{R}$$

$$I_{20} = \frac{U_{4R}}{4R} = \frac{1}{7} \frac{E}{R}$$

2) сразу после замыкания каких токов в катушках:

$$I_{3L} = I_0 - I_{20} = \frac{2}{7} \frac{E}{R}, \quad I_L = I_{20} = \frac{1}{7} \frac{E}{R}, \quad I_{2L} = 0.$$

По 2-ому правилу Кирхгофа для внешней контура:

(одно по часовой стрелке)
 $E = L I'_{2L} + I_0 R$ (так I_0 через резистор R не успел

$$I'_{2L} = \frac{E - I_0 R}{L} = \frac{4}{7} \frac{E}{L}$$

измениться)

3) Запишем 2-ое правило Кирхгофа для правого контура:

(одно по час. стрелке)

$$-L \cdot I'_L - I_L \cdot 4R + 2L I'_{2L} = 0$$

$$-L \frac{dq_L}{dt} - \frac{dq_L}{dt} \cdot 4R + 2L \frac{dI_{2L}}{dt} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow dq_L \cdot 4R = 2L \cdot dI_{2L} - L \cdot dI_L \quad (dq_L = dq_{4R})$$

Суммарное от佈 начального замыкания тока во всем -
внешнем контуре, получим:

$$q_{4R} = q_L = \frac{2L \cdot I_y + L \cdot I_L}{4R}, \quad \text{где } I_y = \frac{E}{R}, \quad I_L = \frac{1}{7} \frac{E}{R}.$$

$$q_{4R} = \frac{2L \cdot \frac{E}{R} + L \cdot \frac{1}{7} \frac{E}{R}}{4R} = \frac{15}{28} \frac{LE}{R^2} - \text{искомый заряд.}$$

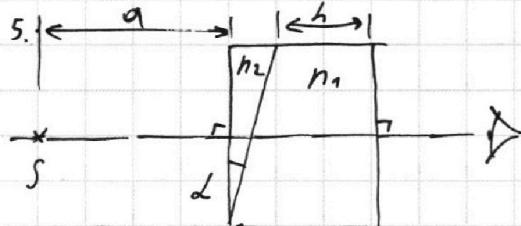
$$\text{Ответ: 1) } I_{20} = \frac{1}{7} \frac{E}{R}, \quad 2) I'_{2L} = \frac{4}{7} \frac{E}{L}, \quad 3) q_{4R} = \frac{15}{28} \frac{LE}{R^2}$$



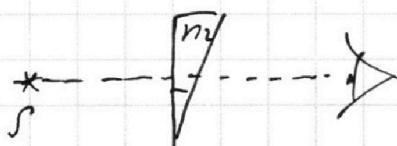
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

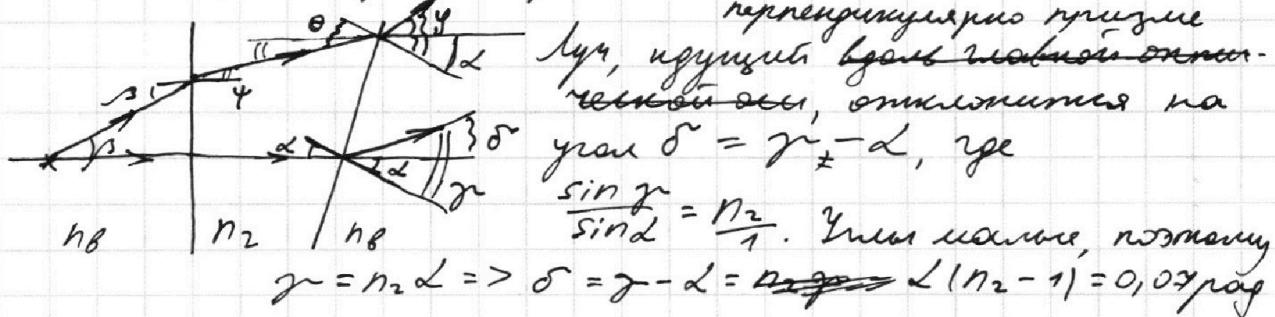
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) Считая, что $n_1 = n_\infty = 1$, можно представить схему
иначе следующим образом:

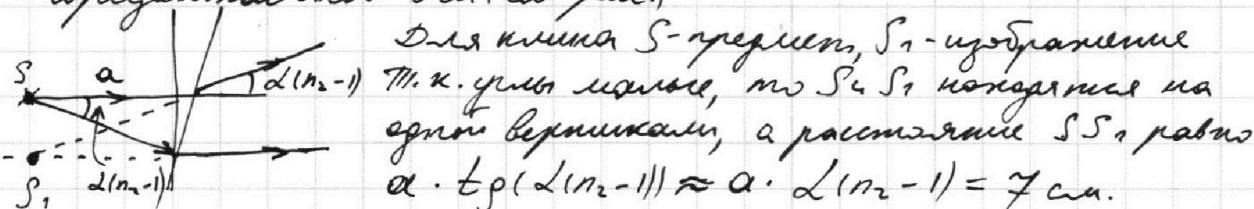


Рассмотрим процесс преломления:



2) Будем считать винес под углом β , преломившись, $\frac{\sin \gamma}{\sin \beta} = \frac{1}{n_2} \Rightarrow \gamma = \frac{\beta}{n_2}$, затем преломившись под углом $\theta = \gamma + \delta = \frac{\beta}{n_2} + \delta$ и винес из призмы под углом φ к её поверхности $\varphi = n_2 \cdot \theta = \beta + n_2 \delta$, то есть под углом $\varphi - \delta = \beta + \delta (n_2 - 1)$

Пусть $\beta = -\delta (n_2 - 1)$ (знак "-" означает, что угол откладывается влево от горизонтальной оси (см. рис.)





- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

Призма

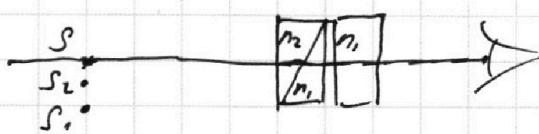
3) Каток n_2 поворачивает лучи, пропагтиющие через него на угол $\angle(n_2 - 1)$ против часовой стрелки.

Геометрический процесс Годен для второго призыва на 2 составляющие: идеализированное изображение лучей и линза-параллельная пластинка.

$$\not \vdash \boxed{\square} = \boxed{1} + \boxed{2}$$

Первый призыв развернёт лучи на угол $\angle(n_1 - 1)$ к фокусу основного параллельного призыва n_2 , что сдвигнет изображение от источника вверх на $a \cdot \operatorname{tg}(\angle(n_1 - 1)) = 0,04 \text{ см}$.

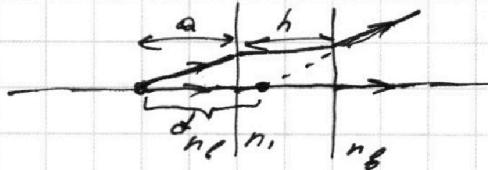
Тогда систему можно изобразить так:



Для призыва с n_2 : S -источник
 S_1 - изображение
Для линзы призыва с n_1 :
 S_2 -источник, S_1 - изображение

Для линзы-параллельной пластины с n_1 :

S_2 -источник. Геометрический процесс хода лучей:

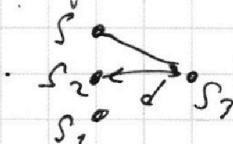


Источника не меняет направление лучей, а создает изображение, сдвинувшее относительно источника на расстояние, равное

$$d = h - h' \cdot \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} \alpha} = h(1 - \frac{1}{n_1}) \quad (\text{где } \gamma \text{- угол падения,} \\ \alpha \text{- угол преломления})$$

$$= 14 \text{ см} \cdot (1 - \frac{1}{1.4}) = 14 \text{ см} - 10 \text{ см} = 4 \text{ см}$$

Тогда первая система изображения так:



$$SS_1 = \sqrt{(S_1 - S_2)^2 + (S_2 S_1)^2} = \sqrt{(364)^2 + (4 \text{ см})^2} = 5 \text{ см}$$

Ответ: 1) 0,07 рад, 2) 7 см, 3) 5 см

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

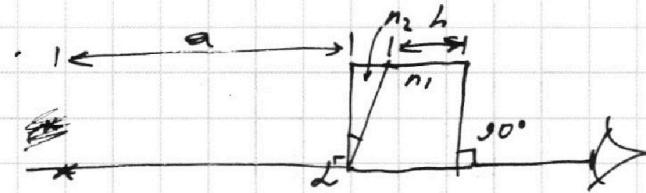
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



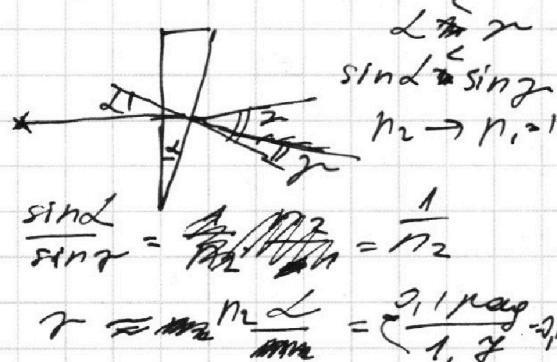
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

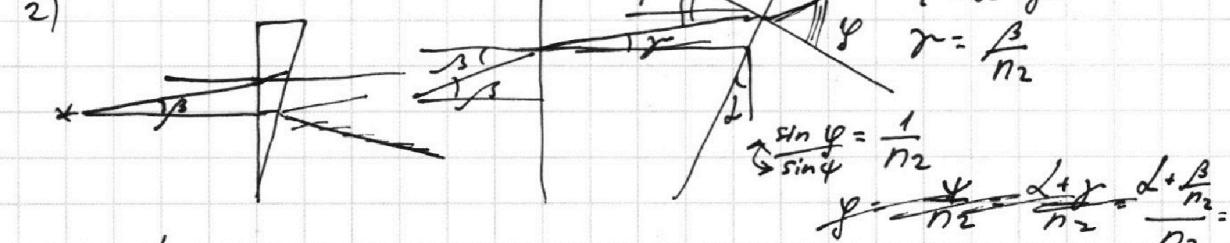
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$1) n_1 = 1$$

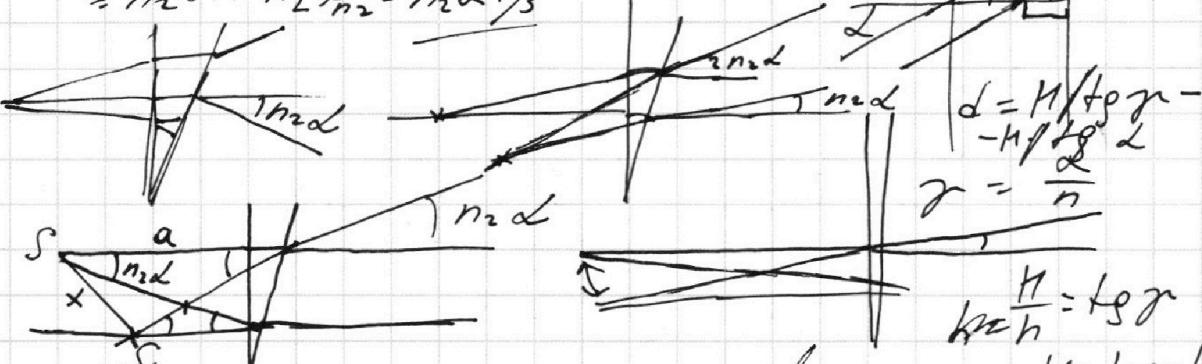


2)

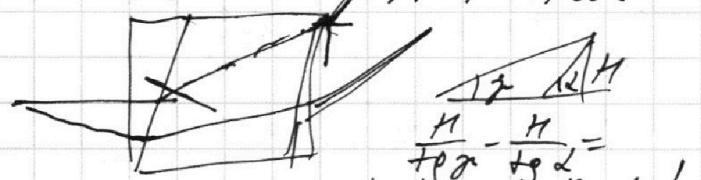


$$\text{угл } \frac{\beta}{n_2} + \frac{\gamma}{n_2} \quad \beta = 0 \quad \sin \cdot \varphi = n_2 \cdot \varphi = n_2 \cdot \gamma = n_2 L + n_2 \gamma =$$

$$= n_2 \alpha + n_2 \frac{\beta}{n_2} = n_2 \alpha + \beta$$



$$x \approx a \cdot \tan \alpha \quad n_2 \alpha \approx a n_2 \alpha = 100 \text{ cm} \cdot 1.7 \cdot 0.1 = 17 \text{ cm}$$



$$d = \frac{H}{\tan \alpha} - \frac{H}{\tan \alpha} = H \cdot \tan \alpha - H \cdot \tan \alpha = h$$

$$n_B = 1 \\ a = 100 \text{ см} \\ L = 0.1 \text{ рад - максимум} \\ h = 14 \text{ см}$$

ОТРАН. НЕ ЧУДИТСЯ.

$$1) n_1 = n_B = 1, n_2 = 1.7 \\ \gamma = ?$$

$$2) n_1 = n_B = 1, n_2 = 1.7$$

$$\rho(\frac{L}{n_2}, u) - ?$$

$$3) n_1 = 1.4, n_2 = 1.7$$

$$\rho(u, u) - ?$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

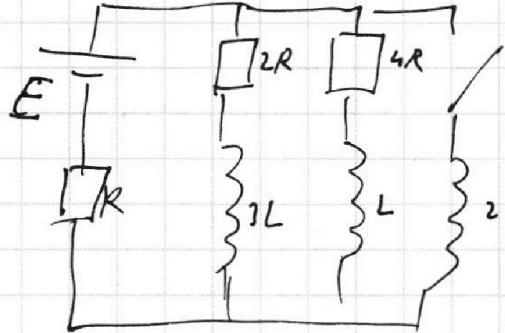


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

МФТИ

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

4.



1) Уст. режимы работы:

$$I_o = \frac{E}{2R \cdot 4R + R} = \frac{3}{7} \frac{E}{R}$$

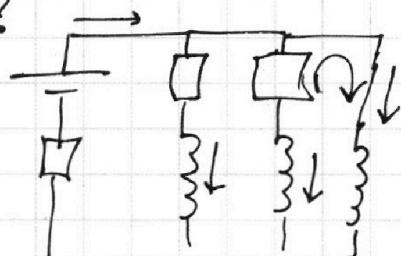
$$U_{4R} = E - I_o R = \frac{4}{7} E$$

$$I_{2L} = \frac{U_{4R}}{4R} = \frac{1}{7} \frac{E}{R}$$

2) Стационарные токи замкнутых контуров: $I_{3L} = \frac{2}{7} \frac{E}{R}$, $I_L = \frac{1}{3} \frac{E}{R}$, $I_{2L} = 0$

2-ое уравн. Кирхгофа: $E = L I^1 + I_o R$
(внеш. конт.) $\Rightarrow I^1 = \frac{E - I_o R}{L} = \frac{E - \frac{3}{7} E}{L} = \frac{4}{7} \frac{E}{L}$

3) Q_{4R} ?



Кон. моментум: $W_{3L} = 0$, $W_L = 0$, $W_{2L} = \frac{2L I_y^2}{2} = L I_y^2$

$$I_y = \frac{E}{R} \Rightarrow W_{2L} = \frac{L E^2}{R^2}$$

ЗСЗ: $A_{4R} = \Delta W_L + Q$

$$A_{4R} = \Delta Q \frac{E}{R}$$

$$\Delta W_L = \frac{3L}{2} \left(\frac{2}{7} \frac{E}{R} \right)^2 - \frac{L \left(\frac{1}{3} \frac{E}{R} \right)^2}{2} + \frac{L E^2}{R^2} = \left(-\frac{6}{49} - \frac{1}{98} + 1 \right) \frac{L E^2}{R^2}$$

$$= \frac{98 - 12 - 1}{98} \frac{L E^2}{R^2} = \frac{85}{98} \frac{L E^2}{R^2} X$$

2-ое уравн. Кирхгофа для контура: $-L I_L^1 - I_L \cdot 4R + 2L I_{2L}^1 = 0$
 $-L \frac{d I_L}{dt} - I_L \frac{d q_C}{dt} - 4R + 2L \frac{d q_{2L}}{dt} = 0$ $d I_L < 0$

$$d q_C \cdot 4R = 2L d I_{2L}^1 - L d I_L$$

Суммируем: $q_{4R} \cdot 4R = 2L I_y + L I_L = 2L \frac{E}{R} + L \cdot \frac{1}{3} \frac{E}{R} = \frac{15}{7} \frac{L E}{R}$.



На одной странице можно оформлять только одну задачу

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

МФТИ

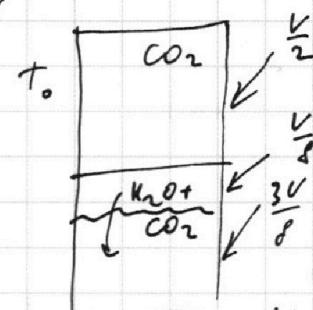
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима.

ΔV = $\rho A \Delta h$ *объем*

$$k = 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Mars}}{\mu^3 \cdot T} - \text{you know } T$$

You know what T yes. say we have now T

$$R \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}, \quad P_{\text{вн}} - \text{предварительное}$$



$$1. T = 373K = 200^{\circ}C - \text{т.к. теплоэнергия подает}$$

$$P_B = P_{CO_2} \frac{V}{\frac{V}{P}}$$

$$P_n = P_{\text{atm}} + P_{\omega_{2n}} = P_{\text{atm}} + \frac{\gamma_n RT}{\frac{V}{2}}$$

$$P_B = P_H \Rightarrow P_{ADM} = \frac{RT}{\nu} (g_2 - 2g_1) \quad (1)$$

newspaper.

$$\frac{\frac{V_B RT}{\frac{V}{2}}}{\frac{V_H RT}{\frac{V}{8}}} = \frac{V_B}{V_H} \Rightarrow V_B = 8 V_H$$

$$2 \text{ regom. f } (1) : \frac{1}{30} P_{\text{ext}} = \frac{RT}{V} (30 \sqrt{h})$$

$$P_0 = 28 \frac{4RT}{V} = \frac{8}{30} P_{ATM} = \frac{4}{15} P_{ATM}$$

3-  $U_1 = 5 U_2$, $U_2 = 4$

- 1) $a_{23} - ?$
- 2) $K_3 - K_2 - ?$
- 3) $\sqrt[4]{4}, \left(\frac{3}{n}\right)^d$ or $c_{\text{cubic}}(2)$

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!

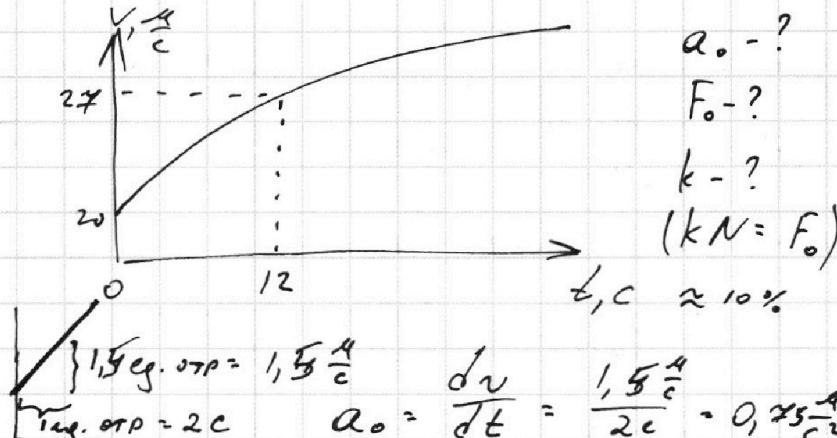
$$1. m = 240 \text{ кг}$$

$$v_0 = \text{const}$$

$$N \cdot P = \text{const}$$

$$F_K = 200 \text{ Н}$$

$$v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$a_0 - ?$$

$$F_0 - ?$$

$$k - ?$$

$$(kN = F_0)$$

$$\Delta t, \Delta v \approx 10\%$$

$$\begin{aligned} 1,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}^2 &= 1,5 \frac{\text{Н}}{\text{с}} \\ \text{Исп. отр.} &\approx 2 \text{ с} \quad a_0 = \frac{dv}{dt} = \frac{1,5 \frac{\text{Н}}{\text{с}}}{2 \text{ с}} = 0,75 \frac{\text{м/с}^2}{\text{с}} \end{aligned}$$

$$2) \text{ В конце } v_K \approx 29,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad t = 40 \text{ с}$$

$$N = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F_t \cdot v$$

$$\frac{24}{60} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5}$$

$$\text{В конце рабочего } F_{T_K} \approx F_K \Rightarrow F_{T_K} = 200 \text{ Н} \Rightarrow$$

$$v \approx 200 \text{ Н} \cdot 29,7 \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 200 \text{ Н} \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 6 \text{ кВт}$$

$$F_c \sim v \quad (v^2)?$$

$$m a_0 = \frac{N}{v_0} - F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{N \cdot v_0}{v_0} - m a_0 = \frac{F_K \cdot v_K}{v_0} - m a_0 = \frac{200 \text{ Н} \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}}} - 240 \text{ кг} \cdot 0,75 \frac{\text{м/с}^2}{\text{с}} = 300 \text{ Н} - 180 \text{ Н} = 120 \text{ Н}$$

$$3) \Delta E_K = A_{K1} = \Delta E_K = \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2} \quad \Rightarrow \frac{dA_C}{dt} = \frac{d(F_c \cdot s)}{dt} = \frac{d(F_c \cdot s + F_0 \cdot \frac{s}{v})}{dt} = F_0 \cdot \frac{ds}{dt} = F_0 \cdot a_0 = 120 \text{ Н} \cdot 0,75 \frac{\text{м/с}^2}{\text{с}} = 90 \text{ кВт}$$

$$A = N \cdot t$$

$$A_C = A - A_K = N \cdot t - \frac{m(v^2 - v_0^2)}{2}$$

$$\frac{dA_C}{dt} = N \cdot t - \frac{2mv}{2} a_0 = N \cdot t - \frac{2mv}{2} \cdot 0,75 \frac{\text{м/с}^2}{\text{с}} = 120 \cdot 20 = 2400 \frac{\text{к.д}}{\text{с}}$$

$$\text{П. нач. врем. } t = 0: \frac{dA_C}{dt} = N - \frac{2ma_0^2}{2} = F_K \cdot v_K - m \cdot a_0 = 6000 - 240 \cdot 0,75^2 = 6000 - 135 = 5865$$

$$k = \frac{5865}{6000} = \frac{1955}{2000} = 0,9775$$

$$\frac{90}{6000} = \frac{30}{2000} = \frac{3}{200} = 0,015$$

$$2) V, \quad \boxed{\frac{V}{2} \text{ CO}_2} \rightarrow T_0, \quad V_m = \frac{3}{8} V$$

$$T_0 \rightarrow T = \frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ К: } V_B = \frac{V}{8}$$

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!

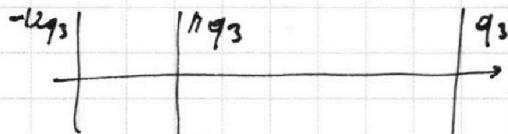
$$11q_1 + 13q_2 - 11q_3 = 0$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_1 + q_2 = -q_3$$

$$-11q_3 + 2q_2 - 11q_3 = 0 \Rightarrow q_2 = 11q_3$$

$$q_1 = -12q_3$$



$$E_{12} = \frac{-12q_3}{2\epsilon_0 s} + \frac{11q_3}{2\epsilon_0 s} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 s} = -12 \frac{q_3}{\epsilon_0 s} \quad q_1 - q_2 = -4 \frac{q_3}{\epsilon_0 s} = 4U$$

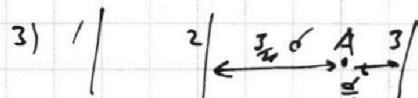
$$E_{23} = -\frac{12q_3}{2\epsilon_0 s} + \frac{11q_3}{2\epsilon_0 s} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 s} = -\frac{q_3}{2\epsilon_0 s} \quad q_2 - q_3 = -\frac{q_3}{\epsilon_0 s} = U$$

$$q_3 = -\frac{\epsilon_0 s}{d}$$
$$q_2 = 11q_3 = -11 \frac{\epsilon_0 s}{d}$$
$$q_1 = -12q_3 = -12 \frac{\epsilon_0 s}{d}$$

$$E_{23} = U/d$$

$$qE = ma \Rightarrow a = \frac{qE}{m}$$

$$2) K_3 - K_2 = A_{23} = q(\varphi_2 - \varphi_3) = dq E_{23} > 0 \\ > qU ?$$



$$K_A - K_2 = \frac{3}{4}d q \cdot E_{23} = \frac{3}{4}d q U$$

$$\frac{mv_A^2 - mv_0^2}{2} = \frac{3}{4}d q U$$

$$\text{спаруши паче цем} \Rightarrow \frac{mv_A^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + 4qU$$

$$\frac{mv_A^2}{2} = \frac{3}{4}d q U + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{12}{4}d q U$$

$$v_A^2 = v_0^2 + \frac{12}{2} \frac{qU}{m}, \quad v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{12}{2} \frac{qU}{m}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

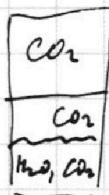
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

МФТИ

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

$$2. \text{ Sym } T: P_{4+m} = \frac{r_7}{v} (g\sqrt{3} - \sqrt{4})$$

Type T.:



$$2 \frac{v_B RT}{V} = g \frac{v_{app} RT}{V} \quad P_0 = \frac{v_P}{k w} =$$

$$V_{\text{rep}} = V_h - V_p \quad T = \frac{V T_0}{3} \Rightarrow T_0 = \frac{3}{h} T$$

$$v_p = k p w \quad , \quad \text{where } p = \frac{g}{V} \frac{m_p R T_0}{V}$$

$$\frac{g}{219} = \frac{g_0}{219} \quad (n = \frac{3}{8} V) \quad \bar{\gamma}_{\text{hyp}} = \bar{\gamma}_H - gk \frac{\sqrt{n_{\text{hyp}} RT_0}}{V} \cdot \frac{3}{8} V = \bar{\gamma}_H - \frac{3k \sqrt{n_{\text{hyp}} RT}}{219}$$

$$\frac{1}{1+3kRT} = \frac{1}{1+3 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3} = \frac{1}{1+5,4} = \frac{1}{6,4} = \frac{10}{64} = \frac{5}{32}$$

$$\bar{v}_{\text{kep}} = \frac{5}{32} \bar{v}_H \quad v_p = \frac{27}{32} \bar{v}_H$$

$$2 \frac{\nu_B R T}{V} = \frac{5}{4} \frac{\nu_H R T}{V} \Rightarrow 2 \frac{\nu_B R T}{\nu_H R T} = \frac{5}{4} \Rightarrow \rho_B = \frac{5}{8} \rho_H$$

$$\frac{\sqrt{B}}{\sqrt{m_{\text{rep}}}} = \frac{\sqrt{B}}{\frac{5}{32}\sqrt{m}} = \frac{32}{5} \cdot \frac{\sqrt{B}}{\sqrt{m}} = \frac{32}{5} \cdot \frac{5}{8} = 4 \quad \frac{\sqrt{B}}{\sqrt{m}} = \frac{5}{8}$$

$$P_{\text{arm}} = \frac{RT}{V} (g \gamma_B - \gamma_M) = g \frac{\gamma_M RT}{V} = g \cdot \frac{32}{5} \frac{\gamma_M RT}{V} = \frac{128}{5} P_0$$

$$P_o = \frac{5}{128} P_{UTM}$$

12/26/32

3.

$$q_0 = 0 \quad -\varphi_1 - \varphi_3 = 5U$$

$$-\varphi_2 - \varphi_3 = U$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = 4U$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = q_0 = 0 \quad q_1 > q_2 > 0$$

$$\frac{q_1}{n} \cdot 96 \cdot 3 =$$

$$= \frac{51,4 \cdot 3}{n} = \frac{81}{2} = 4,05$$

$$\begin{aligned} \text{Left } u &= \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{d}{3} \cdot E_{12} \quad E_{12} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \\ \text{Right } u &= \varphi_2 - \varphi_3 = d \cdot E_{23} \quad E_{23} = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} \\ u &= \frac{d}{12} E_{12} = d E_{23} \Rightarrow \frac{E_{12}}{E_{23}} = 12 \end{aligned} \quad : \frac{1}{2\epsilon_0 S}$$

$$q_1 - q_2 - q_3 = 12q_1 + 12q_3 - 12q_2$$

$$11q_1 + 13q_2 - 11q_3 = 0$$