

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

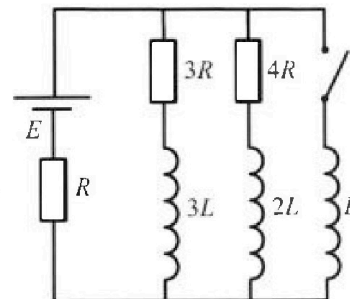
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



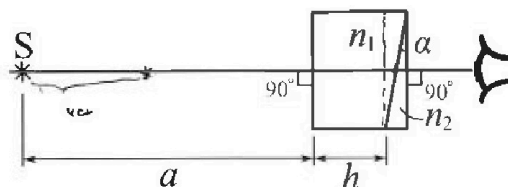
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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) Ка кой 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.

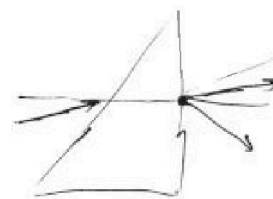


1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

- 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.

$$d_0 - \varphi = n_2 d \frac{(n_1 - 1)}{n_1 n_2}$$

$$\varphi = d_0 - 0,2d \quad \varphi =$$



$$0,9214$$

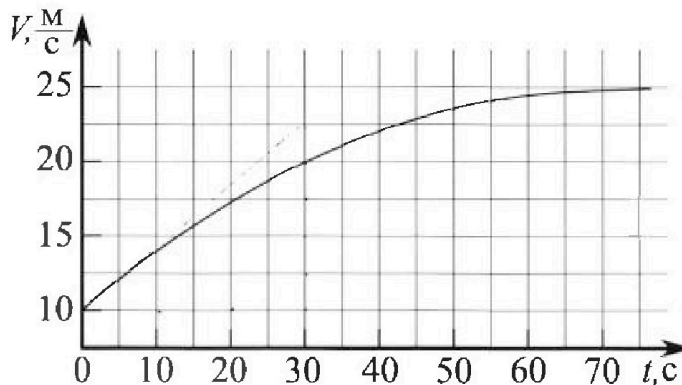
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

$$-3u = \frac{1}{2} \cdot d -$$

$$- \frac{21}{2} \cdot u$$

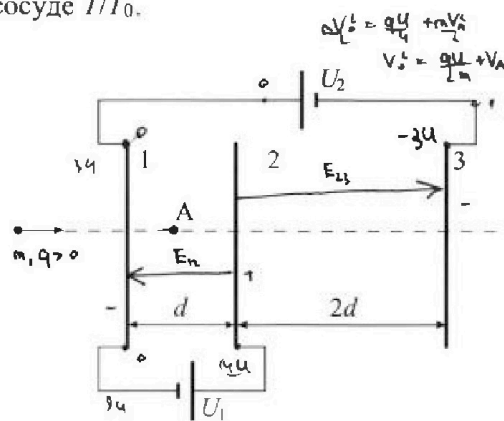
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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 Δv растворённого газа в объёме жидкости w 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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input 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!

1) Т.к. ускорение - это $a = \frac{dV}{dt}$, то ускорение в каждой точке можно найти проведя касательную к графику и найдя тангенс угла наклона к оси t (из геом. смысла производной)

Из графика $a_0 = \frac{dV}{dt} \approx \frac{22,5 \frac{м}{с} - 10 \frac{м}{с}}{30 \text{ с} - 0 \text{ с}} = \frac{5}{12} \frac{м}{с^2}$ ← уск. в начале разгона

2) В конце разгона ускорение $a_k \approx 0$ (касательная параллельна оси t), а скорость $V_k = 25 \frac{м}{с}$
По условию сила сопротивл. пропорциональна скорости $\Rightarrow F_k = dV_k$, где $d = \text{const}$

Тогда для начала разгона 23 Н : $F_0 - dV_0 = ma_0 \Rightarrow F_0 = dV_0 + ma_0 = F_k \frac{V_0}{V_k} + ma_0$,
где $V_0 = 10 \frac{м}{с}$ из графика

$\Rightarrow F_0 = 600 \text{ Н} \cdot \frac{10}{25} + 1500 \text{ кг} \cdot \frac{5}{12} \frac{м}{с^2} = 240 \text{ Н} + 625 \text{ Н} = 865 \text{ Н}$

3) Мощность силы тяги $P_0 = \frac{dA_k}{dt} = \frac{F_0 \cdot dx}{dt} = F_0 \cdot V_0 = 865 \text{ Н} \cdot 10 \frac{м}{с} = 8650 \text{ Вт}$

Ответ:
1) $a_0 = \frac{5}{12} \frac{м}{с^2}$
2) $F_0 = 865 \text{ Н}$
3) $P_0 = 8650 \text{ Вт}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

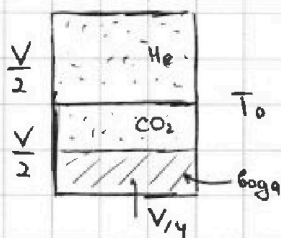
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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) Рассмотрим нач. сост. системы



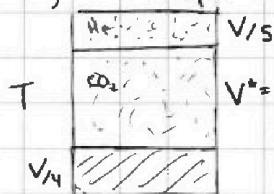
для He:
$$\frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2} = \nu_{\text{He}} RT_0 \quad (1) \Rightarrow \frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{\text{CO}_2}} = 2$$

для угл. газа:
$$\frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4} = \nu_{\text{CO}_2} RT_0 \quad (2)$$

Заметим, что мы пренебрегли кол-вом вещества пара, т.к. при комнатной температуре давление насыщенного пара очень мало. Если давление возрастает CO_2

Кол-во CO_2 растворенное в воде $\Delta \nu = k \cdot \frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4} = \frac{k P_{\text{атм}} V}{8} \quad (3)$; при нагреве до $T = 393\text{K}$ весь раств. газ выйдет из воды по условиям задачи

2) Рассмотрим конечное сост. системы



Т.к. $T = 393\text{K}$, то насыщенный водный пар имеет давление равное $P_{\text{атм}}$;

• для верхней части сосуда:
$$P \cdot \frac{V}{5} = \nu_{\text{He}} RT = \frac{P_{\text{атм}} V}{4} \cdot \frac{T}{T_0}$$
 (ν_{He} выразим из (1))

• для нижней части сосуда, для угл. газа:
$$P_{\text{CO}_2} \cdot \frac{11V}{20} = (\nu_{\text{CO}_2} + \Delta \nu) RT$$

$$\Rightarrow P_{\text{CO}_2} = \frac{20RT}{11V} \left(\frac{k P_{\text{атм}} V}{8} + \frac{P_{\text{атм}} V}{8RT_0} \right) = \frac{20 P_{\text{атм}}}{88} (kRT + \beta) \quad (2) \quad (3)$$

Из закона Дальтона: $P_{\text{CO}_2} + P_{\text{атм}} = P$, в итоге используем известность β

$$\Rightarrow \frac{20 P_{\text{атм}}}{88} (kRT + \beta) = \frac{5 P_{\text{атм}}}{4} \beta - P_{\text{атм}} \Rightarrow \frac{20}{88} kRT + \frac{20}{88} \beta = \frac{5}{4} \beta - 1$$

$$\frac{90}{88} \beta = \frac{20}{88} kRT + 1 \Rightarrow \beta = \frac{2}{9} kRT + \frac{88}{90} = \frac{1}{3} + \frac{88}{90} = \frac{118}{90}$$

Ответ: 1) $\frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{\text{CO}_2}} = 2$

2) $\beta = \frac{118}{90}$

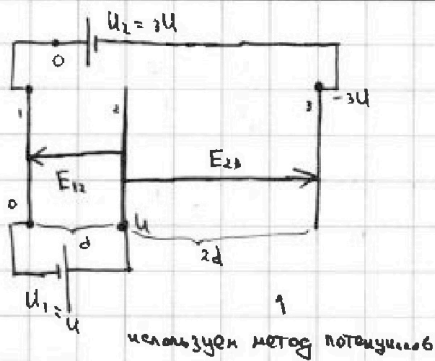
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$0) \begin{cases} E_{12} \cdot d = U \\ E_{23} \cdot 2d = U - (-3U) = 4U \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_{12} = \frac{U}{d} \\ E_{23} = \frac{2U}{d} \end{cases}, \text{ т.к.}$$

пластины можно считать бесконечными, а поле ^{приближительно} однородным (краевыми эфф. пренебреж.)

$$1) m|a_{12}| = qE_{12} = \frac{qU}{d} \Rightarrow |a_{12}| = \frac{qU}{md} \leftarrow \text{ между сетками 1-2}$$

2) Т.к. мы пренебрегаем краевыми эффектами, то поле снаружи можно считать нулевым и тогда при пролете сетки "1" кин. эн-ия совпадает с эн-ией на большом расстоянии от системы сеток;

$$\text{тогда из ЗСЭ: } K_1 = qE_{12}d + K_2 \Rightarrow K_1 - K_2 = qE_{12}d = qU$$

$$3) K_1 = \frac{mV_0^2}{2}; \quad \text{ЗСЭ: } \frac{mV_0^2}{2} = qE_{12} \cdot \frac{d}{4} + \frac{mV_A^2}{2} \Rightarrow V_0^2 = V_A^2 + \frac{qU}{2m}$$

$$\Rightarrow V_A^2 = V_0^2 - \frac{qU}{2m} \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{qU}{2m}}$$

Видно, что чтобы такое было возможно и т.ч. заряд достиг точки "А" нужно чтобы $V_0^2 \geq \frac{qU}{2m} \Rightarrow V_0 \geq \sqrt{\frac{qU}{2m}}$

Ответ: 1) $|a_{12}| = \frac{qU}{md}$

2) $K_1 - K_2 = qU$

3) $V_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{qU}{2m}}$, при $V_0 \geq \sqrt{\frac{qU}{2m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

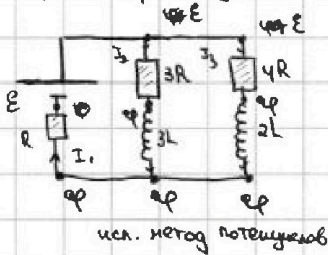
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



1) Т.к режим установился, то напряжения на катушках равно нулю (т.е. т.к. через них ток равен нулю)



$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$I_1 = \frac{\varphi}{R}; \quad I_2 = \frac{E - \varphi}{3R}; \quad I_3 = \frac{E - \varphi}{4R}$$

$$\Rightarrow \frac{\varphi}{R} = \frac{E - \varphi}{3R} + \frac{E - \varphi}{4R} \Rightarrow \varphi = \frac{7E}{19}$$

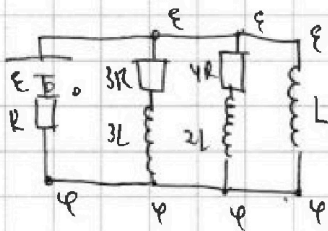
$$I_2 = \frac{E - \varphi}{3R} = \frac{4}{19} \frac{12E}{3R} = \frac{4E}{19R} = I_{10}$$

2) Рассмотрим момент сразу после замыкания ключа \Rightarrow ток в катушках не успевает измениться скачком, т.е. через L он не потечет, а через $2L$ и $3L$ останется с прежним (т.е. и через резистор тоже)

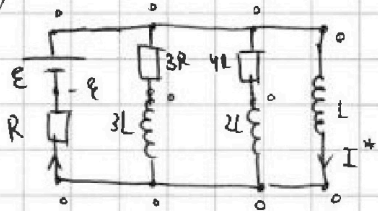
Т.к. ток через резистор не изменился, то $\varphi = \frac{4E}{19}$ остался прежним

и тогда для напряжения на катушке L :

$$E - \varphi = \frac{12E}{19} = L \frac{dI}{dt} \Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{12E}{19L}$$



3) Рассмотрим уст. режим после замыкания ключа: напряжения на катушках вновь равно нулю:

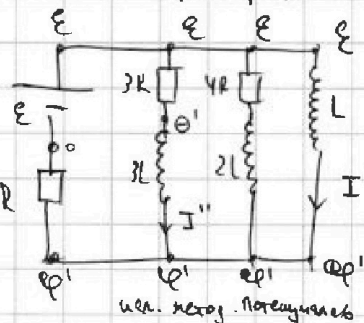


используем метод потенциалов

Из метода потенциалов видно что ток течет только через L , т.к. $2L$ и $3L$ соединены коротко и с резисторами на которых нулевое напряжение и тока тоже нет:

$$I^* = \frac{E}{R}$$

Рассмотрим произвольный момент времени



$$\text{для } L: \quad E - \varphi' = L \frac{dI'}{dt} \quad (1)$$

$$\text{для } 3L: \quad \varphi' - \varphi' = 3L \frac{dI''}{dt} \Rightarrow \varphi' = 3L \frac{dI''}{dt} + \varphi'$$

$$\text{для } 3R: \quad \frac{E - \varphi'}{3R} = I'' = \frac{E - \varphi'}{3R} - \frac{L}{R} \frac{dI''}{dt}$$

$$\text{Протекший через } 3R \text{ заряд: } q = \int_0^{\infty} I'' dt = \frac{\int_0^{\infty} (E - \varphi') dt}{3R} - \frac{L}{R} \int_0^{\infty} \frac{dI''}{dt} dt$$

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!

Заметим, что из (1): $\int \dot{E} - \dot{\varphi} dt = L \Delta I' = L(I^* - 0)$, т.к. в
конце ток через неё (катушку L) равен $I^* = \frac{E}{R}$, а в начале ток через
нее равен нулю

Тогда $q = \frac{LI^*}{3R} - \frac{L\Delta I''}{R}$, где $\Delta I'' = 0 - I_{10}$, т.к. в начале ток
через неё так же течет

$$\Rightarrow q = \frac{LE}{3R} + \frac{LE}{19R} = \frac{31}{57} \cdot \frac{LE}{R}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{4E}{19R}$

2) $\frac{dI}{dt} = \frac{12E}{19L}$

3) $q = \frac{31}{57} \cdot \frac{LE}{R}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

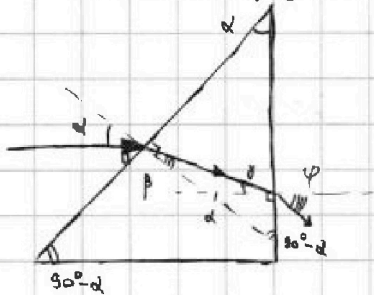
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



1) Рассмотрим преломление в призме (т.к. $n_1 = 1 = n_2$, то в луч преломляется только в призме с $n = n_2$):



закон Снеллиуса: $\alpha = \beta \cdot n_2$, т.к. $\alpha \ll 1$ и $\beta \ll 1$

из геометрии рисунка видно, что $\gamma + \beta = \alpha$

Т.е. о внешнем угле

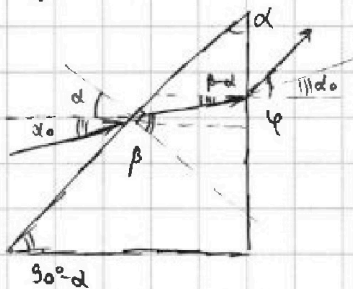
$$\Rightarrow \gamma = \alpha - \beta$$

опять закон Снеллиуса: $\gamma n_2 = (\alpha - \beta) n_2 = \psi$

$$\Rightarrow \psi = \left(\alpha - \frac{\alpha}{n_2}\right) n_2 = n_2 \alpha (n_2 - 1) = 0,7 \alpha = 0,07 \text{ рад}$$

Именно на этот угол отклонится луч

2) Т.к. n_1 вобще равно 1" то преломляются все лучи только в призме с $n = n_2$. Все углы малы т.к. глаз видит только такие, а изображение будет на пересечении лучей или их продолжений. Для того, чтобы найти изображение построим второй луч от источника (параксиальный) и рассмотрим его преломление. Заметим, что факт из пункта (1) можно обобщить - если луч идет под углом α к горизонту, то его отклонение Δ (качелый угол к горизонту) также будет равно $\Delta = \alpha(n_2 - 1)$; докажем это



закон Снеллиуса:

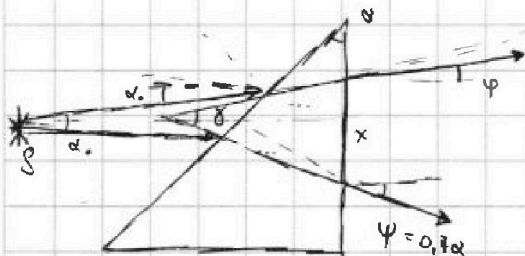
$$\begin{cases} (\alpha + \alpha_0) = n\beta \\ n(\beta - \alpha) = \varphi \end{cases} \Rightarrow \varphi = \alpha + \alpha_0 - \alpha n$$

$$|\varphi - \alpha_0| = \Delta = \alpha(1 - n), \text{ т.е. } \varphi$$

на такой же величине α_0

$$\Rightarrow |\varphi - \alpha_0| = |\Delta| = \alpha(n - 1) \text{ ЧТО}$$

Рассмотрим падение луча из первого пункта и близкого к нему луча



$$\text{т.е. } \gamma = \varphi + 0,7\alpha = \alpha_0$$

Тогда для отрезка x : $d_0(\alpha + h) = \gamma d$

$$\Rightarrow d = \alpha + h$$

Изображение совпадает с источником

$$d = 104 \text{ см}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

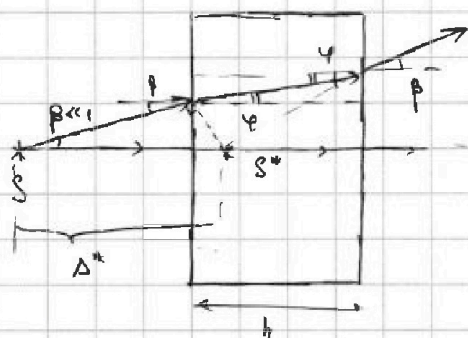


3) Заметим, что такую систему из двух призм можно заменить из следующей:



т.е. на плоскопараллельную пластинку и две начальные призмы

Рассмотрим преломление в ППП (плоскопаралл. пластинка):



S^* - изображение S в ППП

Из геометрии $\beta h = \beta \Delta^* + \varphi h$ (используем малость углов)

Закон Снелля $\beta = n_1 \varphi \Rightarrow \varphi = \frac{\beta}{n_1}$

$$\Rightarrow h = \Delta^* + \frac{h}{n_1} \Rightarrow \Delta^* = h \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) \quad (1)$$

S^* становится источником для двух призм однако заметим что две призмы с $n=n_2$ можно заменить (соединив их) на ППП толщиной h ; но из ф-лы (1) мы видим что тогда $\Delta^* \rightarrow 0$ т.е. изображение S^* источника S^* совпадает с самим S^* :

Тогда ответом на вопрос задачи будет $\Delta^* = h \left(1 - \frac{1}{1,4}\right) = 0,1 \cdot \left(1 - \frac{1}{1,4}\right)$

$$\Rightarrow \Delta^* = \frac{4}{14} h = 4 \text{ см}$$

Ответ: 1) $\varphi = 0,7 \alpha = 0,07 \text{ рад}$
 2) $d = a + h = 104 \text{ см}$
 3) $\Delta^* = 4 \text{ см}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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

$\alpha \cdot \rho_1 = \beta \cdot \rho_2$
 $\beta = \frac{\alpha}{\rho_2}$
 $n(\beta - \alpha) = \psi$
 $\beta n = (\alpha + d_0)$
 $n(\frac{\alpha}{n} + \frac{d_0}{n} - d) = \psi = \alpha + d_0 - dn$
 $\psi - d_0 = \alpha$
 $0 + \beta + 180^\circ - \alpha = 180^\circ$
 $d_0 = \psi$
 $\delta = \alpha - \beta$
 $\rho_2 \cdot (\alpha - \beta) = \rho_1 \psi$
 $\psi = \rho_2 (\alpha - \frac{\alpha}{\rho_2}) = \alpha(\rho_2 - 1) = 0,7\alpha = \frac{7}{10} \cdot \frac{1}{10} = 0,07$
 $\psi = \alpha$
 $0 + 180^\circ - \psi - \beta + \psi = 180^\circ$
 $\delta = \beta$
 $(\alpha + d_0) = n\beta$
 $\rho_2 \psi = 1 \cdot \ominus$
 $1,7\psi = 1,7\alpha$
 $\psi = \alpha \cdot \frac{x}{a+h}$
 $x = (a+h) \cdot \alpha = \frac{104}{100} \cdot \frac{1}{10} = \frac{104}{1000} = 0,104$
 $\frac{104}{1000} = \frac{104}{1000}$
 $\frac{104}{1000} = \frac{104}{1000}$
 $10 = 0,104 \mu$
 $\alpha h = \Delta + \beta h$
 $\alpha = \beta \cdot n$
 $\alpha h = \Delta + \frac{\alpha}{n} h$
 $h(1 - \frac{1}{n}) = \Delta$
 $1 - \frac{10}{14} = \frac{4}{14}$
 $x = \alpha(a+h)$
 $\alpha y = x$
 $0,7d + 90^\circ + \alpha + \dots$
 $\frac{y}{0,17d} = \frac{x}{-0,07}$
 $\alpha y = \alpha(a+h)$
 $\alpha y = \alpha(a+h)$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



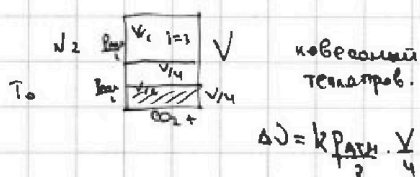
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$F_c \sim \vartheta$
 $F_c = 600 \text{ Н}$
 1) $a = \frac{d\vartheta}{dt}$
 $\frac{12,5}{30} = \frac{125}{10 \cdot 30} = \frac{25 \cdot 5}{10 \cdot 30} = \frac{5}{12} \text{ м/с}^2$
 $25 = 5 \cdot 5 = 2 \cdot 5 \cdot 5 =$

2) $F_0 - F_c = ma_0$
 $F_c = a\vartheta_0$
 $F_0 = ma_0 + a\vartheta_0 = ma_0 + \frac{F_c \vartheta_0}{\vartheta_k} = 1500 \cdot \frac{5}{12} + 600 \cdot \frac{10}{2} = 125 \cdot 5 + 2400 = \dots$

3) $P_0 = F_0 \vartheta_0$



$\frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{2} = \nu_{\text{He}} RT_0$

$\frac{P_{\text{атм}}}{2} \cdot \frac{V}{4} = \nu_{\text{CO}_2} RT_0$

$\Rightarrow 2 = \frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{\text{CO}_2}} \cdot \frac{V/2}{V/4}$

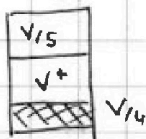
$\frac{20}{50} \cdot \frac{10}{44} = \frac{5}{L}$

$\frac{5}{4} - \frac{5}{L} = \frac{110 - 20}{88} = \frac{90}{88}$

1) Пусть пар насыщен, тогда $P_0 = P_{\text{атм}}$

$\frac{V}{5} + \frac{V}{4} + V^* = V$

$V^* = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{20V - 4V - 5V}{20} = \frac{11V}{20}$



$P_{\text{атм}} + P \cdot \frac{V}{5} = \nu_{\text{He}} RT = \frac{P_{\text{атм}} V}{4} \cdot \frac{T}{T_0}$

$P = \frac{5P_{\text{атм}}}{4} \cdot \frac{T}{T_0}$

$\frac{T}{T_0} = \beta$

$P = P_{\text{атм}} + P_{\text{CO}_2}$

$P_{\text{CO}_2} = \frac{\nu_{\text{CO}_2} RT}{V^*} = \frac{20 \nu_{\text{CO}_2} RT}{11V} = \frac{20RT}{11V} \cdot (k \frac{P_{\text{атм}} V}{8} + \frac{k_{\text{CO}_2} V}{8RT_0}) =$

$\frac{2}{8} \cdot \frac{1}{3} \cdot 10^5 \cdot 8 \cdot 10^3 = \frac{20RT}{11 \cdot 8} (kRT_{\text{атм}} + P_{\text{атм}} \frac{T}{T_0}) = P_{\text{He}} \frac{5P_{\text{атм}}}{4} \cdot \beta - P_{\text{атм}}$

N3)

$W_{\text{эл}} = mV_0^2$

$E_{\text{эл}} d = U$

$E_{23} \cdot 2d = 4U$

$E_{23} = \frac{2U}{d}$

$mp_{\text{эл}} = qU$

$K_1 = \frac{mV_0^2}{2}$

$\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{\epsilon_0 S} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{-\epsilon_0 S U}{d}$

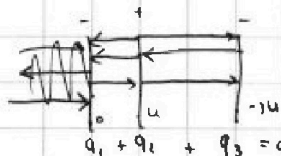
$K_2 = \frac{mV_0^2}{2} = qd \cdot \frac{U}{d}$

$q_1 + q_2 + q_3 = \frac{-\epsilon_0 S U}{d}$
 $q_1 - q_3 = -2\epsilon_0 S \cdot \frac{U}{2d}$

при q_1

$4q_1 = -2\epsilon_0 S$

$q_1 = -\frac{\epsilon_0 S}{2}$



$q_1 + q_2 + q_3 = 0$
 $\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{\epsilon_0 S} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{U}{d}$

$F_{12} = \frac{U}{d} = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_1}{\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$

$\frac{3U}{2d} = \frac{q_2}{\epsilon_0 S}$
 $q_2 = \frac{3U\epsilon_0 S}{d}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

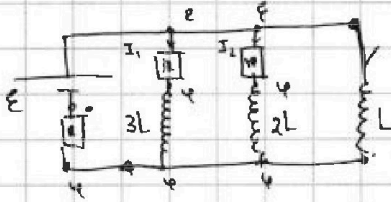
- 1 2 3 4 5 6 7



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



Уст. режим \Rightarrow неизм. маг. поток катушки коло



$$\frac{\varphi}{R} = \frac{E - \varphi}{3R} + \frac{E - \varphi}{4R}$$

$$12\varphi = 4E - 4\varphi + 3E - 3\varphi$$

$$(12 + 4 + 3)\varphi = 7E$$

$$19\varphi = 7E$$

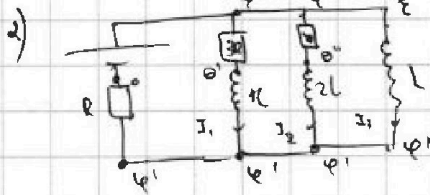
$$I = \frac{12V}{19 \cdot 3}$$

$$E - 4E = 12E = 4E$$

$$19 \cdot 3R = 19R$$

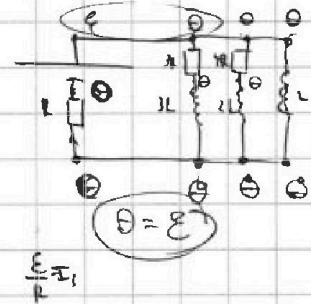
$$I = \frac{4E}{19R}$$

$$I_{10} = \frac{E - \varphi}{3R} = \frac{4E}{19R}$$



$$E - \varphi = L \frac{dI}{dt} = \frac{12E}{19}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{12E}{19L}$$



$$\frac{\varphi'}{R} = I_0 ; \quad I_1 = \frac{E - \Theta'}{3R} \quad I_2 = \frac{E - \Theta''}{4R} = \frac{E - 2L \frac{dI_2}{dt} - \varphi'}{4R}$$

$$\Theta' - \varphi' = 3L \frac{dI_1}{dt} + \varphi' \quad \Theta'' - \varphi' = 2L \frac{dI_2}{dt} + \varphi'$$

$$I_1 = \frac{E - 3L \frac{dI_1}{dt} - \varphi'}{3R} \quad E - \varphi' = L \frac{dI_2}{dt} + \varphi'$$

$$\frac{\varphi'}{R} = \frac{E - 3LI_1 - \varphi'}{3R} + \frac{E - 2LI_2 - \varphi'}{4R} + I_3$$

$$12\varphi' = E - 3LI_1 \quad 4E - 12LI_1 - 4\varphi' + 3E - 6LI_2 - 3\varphi' + 12I_3R$$

$$I_1 = \frac{E - 3L \frac{dI_1}{dt} - \varphi'}{3R} = \frac{E}{3R} - \frac{\Theta'}{3R}$$

$$\int (E - \varphi') R L \frac{dI_1}{dt} = \frac{LE}{R}$$

$$\Theta' - \varphi' = 3L \frac{dI_1}{dt}$$

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

$$\int \varphi' I_1 dt = \int \frac{E}{3R} dt - \int \frac{\varphi'}{3R} dt - \frac{L}{R} \int dI_1$$

$$\frac{19}{3} \quad \frac{19}{57} \quad \frac{19}{77}$$

$$\int (E - \varphi') dt = \frac{LE}{3R} - \frac{L}{R} \cdot \frac{4E}{19R} = \frac{LE}{3R} - \frac{4LE}{19R}$$

$$\frac{1}{3} + \frac{4}{19} = 19 + 1$$

$$\frac{19 + 12}{157}$$

$$\frac{19LE - 12LE}{592L} = \frac{7LE}{592L}$$