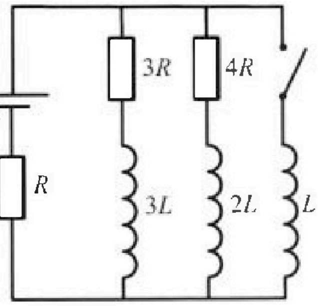
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

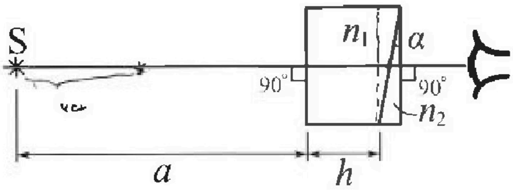
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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

1) Найти ток I_{10} 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?

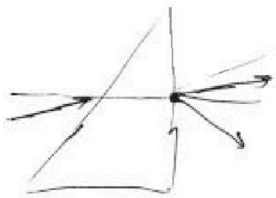
Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_в = 1{,}0$. 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 $n_1 = n_в = 1{,}0$, $n_2 = 1{,}7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
2) Считая $n_1 = n_в = 1{,}0$, $n_2 = 1{,}7$, 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.

$\alpha_0 - \varphi = n_1\alpha(n-1)$
$0{,}7\alpha$
$\varphi = \alpha_0 - 0{,}7\alpha \quad \varphi =$



$0{,}7\alpha + \varphi$

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

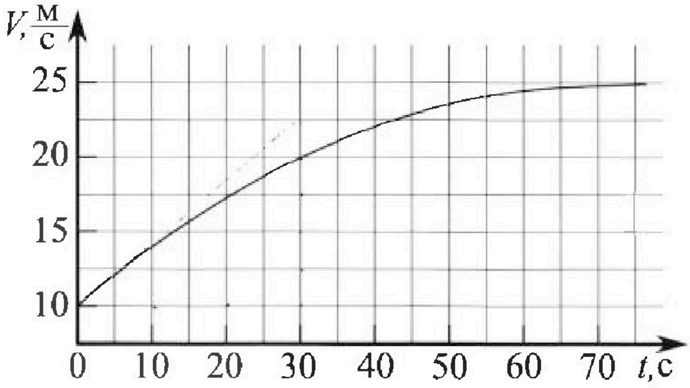
Вариант 11-03

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%.



$-3U = \frac{U}{d}\cdot d - \frac{3U}{d}\cdot d$

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 $P_0 = P_{АТМ}/2$ ($P_{АТМ}$ – 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 $\Delta\nu$ растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta\nu = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0{,}5\cdot10^{-3}$ моль/(м^3·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3\cdot10^3$ 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) Оп ределите отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0.

$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{qU}{4} + \frac{mV_0^2}{2}$

$V_1^2 = \frac{qU}{2m} + V_0^2$

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
X						

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

МФТИ

1) Т.к ускорение - это $a=\frac{d\vartheta}{dt}$, 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 $a_0=\frac{d\vartheta}{dt}\approx\frac{22{,}5\,\frac{м}{с}-10\,\frac{м}{с}}{30с-0с}=\frac{5}{12}\,\frac{м}{с^2}$ ← уск. в начале разгона

2) В конце разгона ускорение $a_к\approx 0$ (касательная параллельна оси t), а скорость $\vartheta_к\approx 25\,\frac{м}{с}$

По условию сила сопротивл. пропорциональна скорости $\Rightarrow$ $F_к=\alpha\vartheta_к$ сила сопротивл., где $\alpha=const$

Тогда для начала разгона 2ЗН: $F_0-\alpha\vartheta_0=ma_0 \Rightarrow F_0=\alpha\vartheta_0+ma_0=\frac{F_к\vartheta_0}{\vartheta_к}+ma_0$,

где $\vartheta_0=10\,\frac{м}{с}$ из графика

$\Rightarrow F_0=600Н\cdot\frac{10}{25}+1500кг\cdot\frac{5}{12}\,\frac{м}{с^2}=\cancel{6}\,240Н+625Н=865Н$

3) Мощность силы тяги $P_0=\frac{dA_{F_т}}{dt}=\frac{F_0\cdot dx}{dt}=F_0\vartheta_0=865Н\cdot 10\,\frac{м}{с}=8650\,Вт$

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

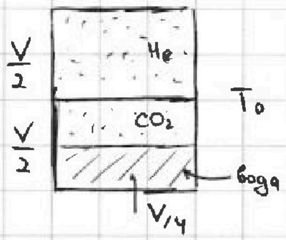
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

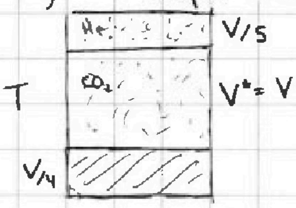


~~для в~~ для гелия: $\begin{cases} \frac{p_{атм}}{2}\cdot\frac{V}{2} = \nu_{He}RT_0 \ (1) \\ \frac{p_{атм}}{2}\cdot\frac{V}{4} = \nu_{CO_2}RT_0 \ (2) \end{cases}$ для угл. газа $\Rightarrow \frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2}} = 2$

Замечу, что мы пренебрегли кол-вом вещества пара, т.к при комнатной температуре давление насыщенного пара он мало

Кол-во CO_2 растворенное в воде $\Delta\nu = k\cdot\underbrace{\frac{p_{атм}}{2}}_{\text{все давление создает } CO_2}\cdot\frac{V}{4} = \frac{k p_{атм}V}{8}$ (3); при нагреве до $T = 373K$ весь раств. газ выйдет из воды по условию задачи

2) Рассмотрим конечное сост. системы



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

Т.к $T = 373K$, то насыщенный водяной пар имеет давление равное $p_{атм}$;

• Для верхней части сосуда: $p\cdot\frac{V}{5} = \nu_{He}RT = \frac{p_{атм}V}{4}\cdot\frac{T}{T_0}$ (ν_{He} выразим из (1))

Пусть $\frac{T}{T_0} = \beta$

• Для нижней части сосуда, для угл. газа: $p_{CO_2}\cdot\frac{11}{20}V = (\nu_{CO_2} + \Delta\nu)RT$

$\Rightarrow p_{CO_2} = \frac{20RT}{11V}\left(\frac{kp_{атм}V}{8} + \frac{p_{атм}V}{8RT_0}\right) = \frac{20p_{атм}}{88}(kRT + \beta)$ из (2) и (3)

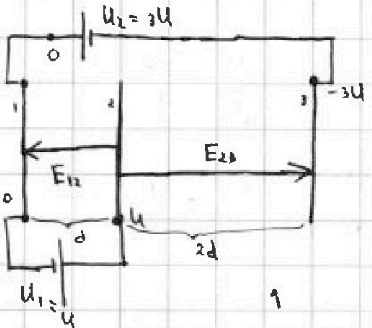
Из закона Дальтона: $p_{CO_2} + p_{атм} = p$, вновь используем невесомость поршня

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

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

Ответ: 1) $\frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2}} = 2$

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



используем метод потенциалов

0) $\begin{cases} E_{12} \cdot d = U \\ E_{23} \cdot 2d = U - (-3U) = 4U \end{cases} \Rightarrow E_{12} = \frac{U}{d}$, $E_{23} = \frac{2U}{d}$, т.к пластины можно считать приблизительно бесконечными, а поле приблизительно однородным (краевыми эфф. пренебрегаем)

1) $m|a_{12}| = qE_{12} = \frac{qU}{d} \Rightarrow |a_{12}| = \frac{qU}{md}$ ← 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-ей ~~на~~ вдалеке от системы сеток;

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

3) $K_1 = \frac{mV_0^2}{2}$; 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 тел заряд достиг точки „A" 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 $V_0 \geq \sqrt{\frac{qU}{2m}}$

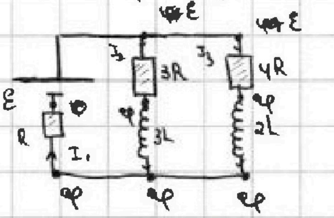
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

МФТИ

1) Т.к режим установился, то напряжение на катушках равно нулю (т.к т.к через них постоянен)



исп. метод потенциалов

$$I_1 = I_2 + I_1$$

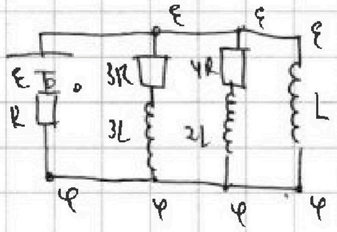
$$I_1 = \frac{\varphi}{R}; \quad I_2 = \frac{\mathcal{E}-\varphi}{3R}; \quad I_3 = \frac{\mathcal{E}-\varphi}{4R}$$

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

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

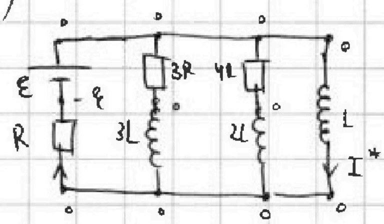
2) Рассмотрим момент сразу после замыкания ключа => ток в катушках не успеет измениться скачком, т.е через „L" он не потечет, а через „2L" и „3L" останет-ся прежним (т.е и через резистор тоже)

Т.к ток через резистор не изменился, то $\varphi = \frac{7\mathcal{E}}{19}$ остался прежним и тогда для напряжения на катушке L:



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

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

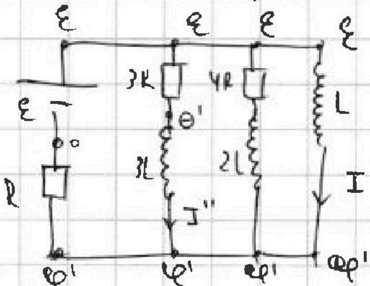


Используем метод потенциалов

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

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

Рассмотрим произвольный момент времени



исп. метод потенциалов

Для „L": $\mathcal{E} - \varphi' = L\frac{dI'}{dt}$ (1)

Для „3L": $\Theta' - \varphi' = 3L\frac{dI''}{dt} \Rightarrow \Theta' = 3L\frac{dI''}{dt} + \varphi'$

Для „3R": $\frac{\mathcal{E} - \Theta'}{3R} = I'' = \frac{\mathcal{E} - \varphi'}{3R} - \frac{L}{R}\cdot\frac{dI''}{dt}$

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

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): $\int_0^{\infty}(\mathcal{E}-\varphi)dt = L\Delta I' = L(I^*-0)$, т.к в конце ток через неё (катушку L) равен $I^* = \frac{\mathcal{E}}{R}$, 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 конце через нее ток не течет

$$\Rightarrow q = \frac{L\mathcal{E}}{3R^2} + \frac{4L\mathcal{E}}{19R^2} = \frac{31}{57}\cdot\frac{L\mathcal{E}}{R^2}$$

Ответ: 1) $I_{10} = \frac{4\mathcal{E}}{19R}$

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

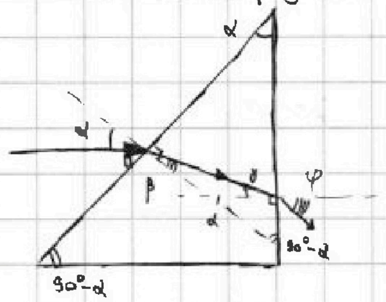
3) $q = \frac{31}{57}\cdot\frac{L\mathcal{E}}{R^2}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 [ ] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [x] 6 [ ] 7 [ ]

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

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



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

из геометрии рисунка видно, что $\gamma + \beta = \alpha$ ← Th. о внешнем угле

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

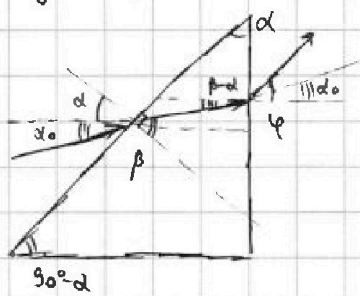
Опять закон Снеллиуса: $\gamma n_2 = (\alpha - \beta) n_2 = \varphi$

$\Rightarrow \varphi = (\alpha - \frac{\alpha}{n_2}) n_2 = \alpha(n_2 - 1) = 0{,}7\alpha = 0{,}07$ рад

Именно на этот угол отклонится луч

2) Т.к n_1 вновь равно 1, то преломляются все лучи только в призме с $n = n_2$. Все углы малые 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 будет падает на призму, идя под малым углом к горизонту, то его отклонение (конечный угол к горизонту минус начальный) также будет равно $\Delta = \alpha(n_2 - 1)$; докажем это



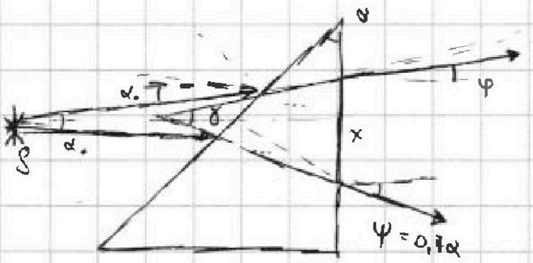
Законы снеллиуса:

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

$\varphi - \alpha_0 = \Delta = \alpha(1 - n)$, т.е φ на самом деле меньше α_0

$\Rightarrow |\varphi - \alpha_0| = |\Delta| = \alpha(n - 1)$ ЧТД

Рассмотрим падение луча из первого пункта и близкого к нему луча



$\gamma = \varphi + 0{,}7\alpha = \alpha_0$

Тогда для отрезка x: $\alpha_0(a+h) = \gamma d$

$\Rightarrow d = a + h$

Изображение совпадает с источником

$d = 104$ см

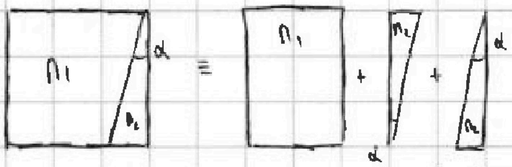
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

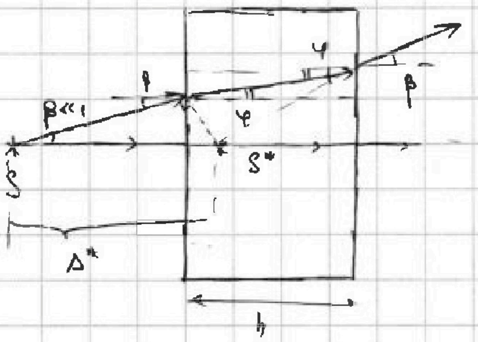
МФТИ

3) Заметим, что нашу систему из двух призм можно заменить на следующую:



Т.е на плоскопараллельную пластину и две начальные призмы

Рассмотрим преломление в ППП (плоскопарал. пластина):



S^* - изображение S в ППП

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

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

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

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

Тогда ответом на вопрос задачи будет $\Delta^* = h\left(1 - \frac{1}{1{,}4}\right) = a\, h\left(1 - \frac{10}{14}\right)$

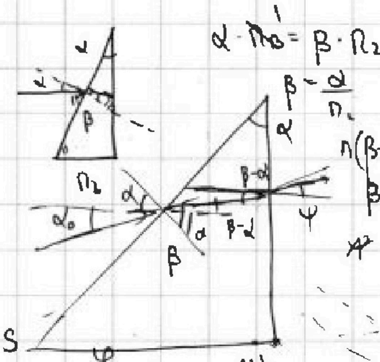
$\Rightarrow \Delta^* = \frac{4}{14} h = 4$ см

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



$\alpha \cdot n_0 = \beta \cdot n_2$

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

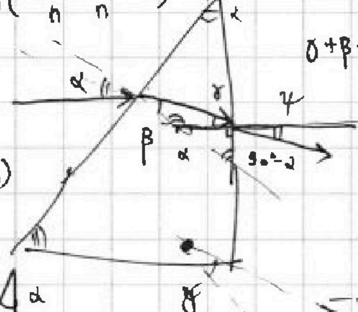
$n(\beta - \alpha) = \psi$

$\beta n = (\alpha + \alpha_0)$

$n\left(\frac{\alpha}{n} + \frac{\alpha_0}{n} - \alpha\right) = \psi = \alpha + \alpha_0 - \alpha n$

$\cancel{\psi - \alpha_0} = \alpha$

$\alpha_0 - \psi$



$\gamma + \beta + \cancel{180^\circ} - \alpha = \cancel{180^\circ}$

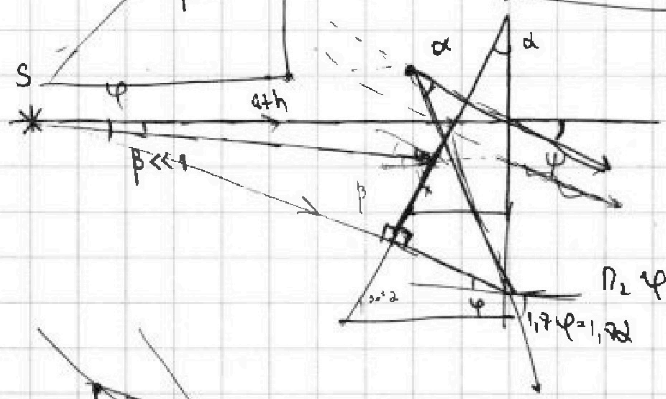
$\gamma = \alpha - \beta$

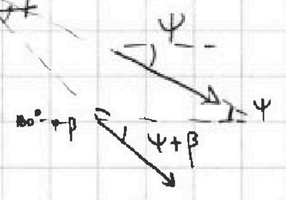
$n_2 \cdot (\alpha - \beta) = \psi$

$\psi = n_2\left(\alpha - \frac{\alpha}{n_2}\right) =$

$= \alpha(n_2 - 1) = 0{,}7\alpha =$

$= \frac{7}{10} \cdot \frac{1}{10} = 0{,}07$





$180^\circ - \psi - \beta$

$\psi + \beta$

$\psi = \alpha$

$\gamma + \cancel{180^\circ} - \psi - \beta + \psi = \cancel{180^\circ}$

$\gamma = \beta$

$(\alpha + \alpha_0) = n\beta$

$n_2 \psi = 1 \cdot \Theta$

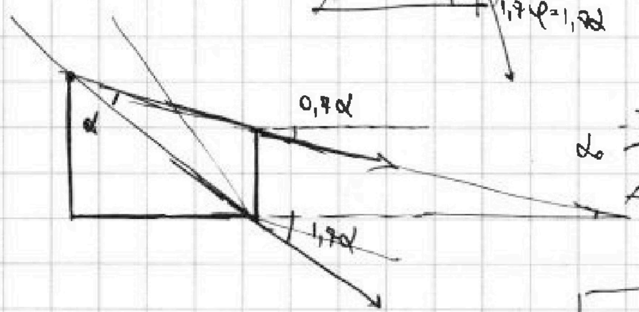
$1{,}7 \cdot \psi = 1{,}7\alpha$

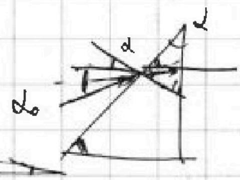
$\psi = \alpha + \alpha \frac{x}{a+h}$

$x = (a+h) \cdot \alpha = \frac{104}{100} \cdot \frac{1}{10} = \frac{104}{1000} \approx 0{,}1$

$\frac{100}{1000} + \frac{4}{1000} =$

$= 0{,}104$ м





$\alpha h = \Delta + \beta h$

$\alpha = \beta \cdot n$

$\alpha h = \alpha\Delta + \frac{\alpha}{n} h =$

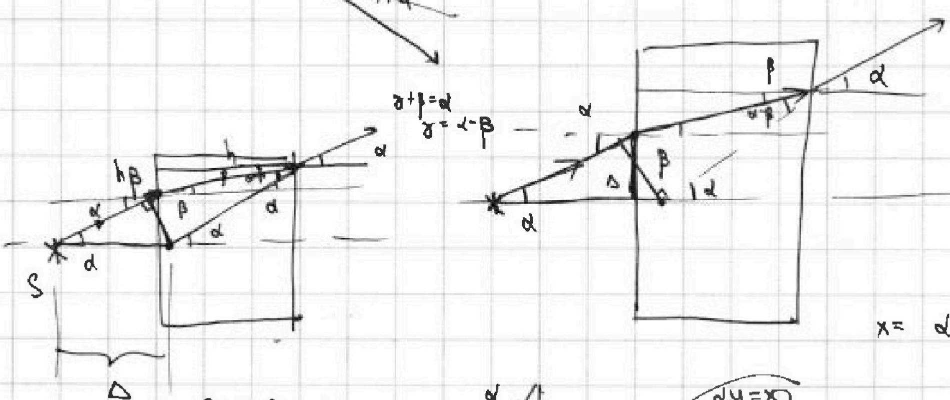
$= h\left(1 - \frac{1}{n}\right) = 4$ см

$1 - \frac{10}{14} = \frac{4}{14}$

$x = \alpha(a+h)$

$\gamma + \beta = \alpha$

$\gamma = \alpha - \beta$



$\cos(90^\circ + 0{,}7\alpha) =$

$= -\cancel{\cos} \ldots$

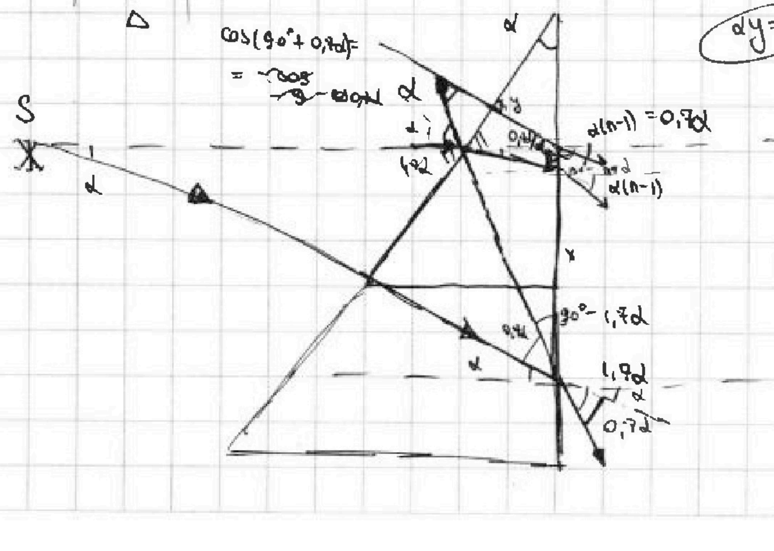
$\alpha(n-1) = 0{,}7\alpha$

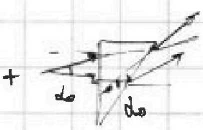
$\alpha y = x$

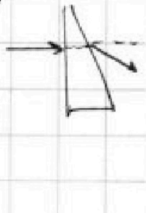
$0{,}7\alpha + 90^\circ + \alpha +$

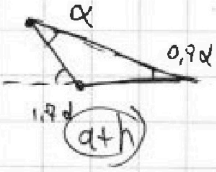
$\frac{y}{\cos 1{,}7\alpha} = \frac{x}{\alpha} = \frac{y'}{-\cos 0{,}7\alpha}$

$\alpha y = \alpha(a+h)$









На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

$F_c \sim \vartheta$

$F_c = 600\,H$

1) $a = \frac{d\vartheta}{dt}$ ... $\frac{12{,}5}{30} = \frac{125}{10\cdot 30} = \frac{\cancel{25}\cdot\cancel{5}}{16\cdot 3\cdot 6} = \frac{5}{12}\ \frac{м}{с^2}$ $\quad \frac{25}{2\cdot 30} = \frac{5\cdot 5}{2\cdot 5\cdot 6} =$

2) $F_0 - F_c = ma_0$ $\quad$ Для кон. пол. бр. $a = 0$ $\;: F_к = \alpha\vartheta_к$ $\quad \alpha = \frac{F_к}{\vartheta_к}$

$F_c = \alpha\vartheta_0$ $\quad \alpha\vartheta_0 \quad F_0 \quad \to a$

$F_0 = ma_0 + \alpha\vartheta_0 = ma_0 + \frac{F_к\vartheta_0}{\vartheta_к} = 1500\cdot\frac{5}{12} + \cancel{800}\,120\cdot\frac{10\,2}{\cancel{25}\,5} = 125\cdot 5 + 240 = \ldots$

3) $P_0 = F_0\vartheta_0$ $\quad F_0$

$\frac{2}{5}\ \cancel{800}\ 120$

$125 \times 5 = 625$ $\quad 125 \times 12 = 250 + 125 = 1500$

$\frac{600}{10}$, $\frac{1500}{125}$

$N\,2$

T_0

невесомый теплопров.

$\Delta\nu = k\frac{p_{атм}}{2}\cdot\frac{V}{4}$

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

$\frac{p_{атм}}{2}\cdot\frac{V}{4} = \nu_{CO_2}RT_0$

$\Rightarrow 2 = \frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2}}$ $\quad \frac{V}{2}\cdot\frac{4}{V} = 2$

$22 \times 5 = 110$

$\frac{20}{88}\ \ \frac{10}{44} = \frac{5}{22}$

$\nu_{CO_2\Sigma} = \Delta\nu + \nu_{CO_2} = \frac{kp_{атм}V}{8} + \frac{\cancel{2}RT_0}{p_{атм}V}\ \ \frac{p_{атм}V}{8RT_0}$

$\frac{5}{4} - \frac{5}{22} = \frac{110-20}{88} = \frac{90}{88}$

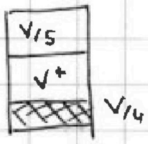
4) Пусть пар насыщен, тогда $p_п = p_{атм}$

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

$\frac{11}{20} + \frac{1}{5} + \frac{1}{4} = \frac{11+4+5}{20} =$

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

$\frac{11}{20} = 0{,}55$



$\cancel{p_{атм}} + p\cdot\frac{V}{5} = \nu_{He}RT = \frac{p_{атм}V}{4}\cdot\frac{T}{T_0}$

$\frac{\cancel{2}}{8}\cdot\frac{1}{3}\cdot 10^{-3}\cdot 1\cdot 10^{4}$

$p = \frac{5p_{атм}}{4}\cdot\frac{T}{T_0}$ $\quad \frac{T}{T_0} = \beta$

$88 + 30 = 118$

$\frac{5}{4} - \frac{20}{88} =$

$p = p_{атм} + p_{CO_2}$

$= \frac{110-20}{88} = \frac{90}{88}$

$p_{CO_2} = \frac{\nu_{CO_2\Sigma}RT}{V^*} = \frac{20\nu_{CO_2\Sigma}RT}{11V} = \frac{20RT}{11V}\cdot\left(\frac{kp_{атм}V}{8} + \frac{p_{атм}V}{8RT_0}\right) =$

$\frac{2}{\cancel{8}}\cdot\frac{1}{\cancel{2}\,3}\cdot\cancel{10^{-3}}\cdot\cancel{8}\cdot\cancel{10^{3}}$ $\quad = \cancel{\frac{20RT}{11\cdot 8}}\ \frac{20}{11\cdot 8}\left(kRTp_{атм} + p_{атм}\frac{T}{T_0}\right) =$

$= \cancel{p_0}\ \frac{5p_{атм}}{4}\cdot\beta - p_{атм}$

N3

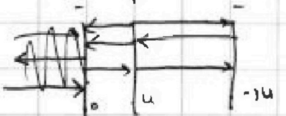
$\cancel{W}E_0 = \frac{mV_0^2}{2}$; $\quad E_{12}d = U$ $\quad m|a_{12}| = \frac{qU}{d}$

$\frac{q_1}{2\varepsilon S}$

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

$E_{23}\cdot 2d = 4U$ $\quad K_1 = \frac{mV_0^2}{2}$

$E_{23} = \frac{3U}{d}$



$q_1 + q_1 + q_2 = -\frac{\varepsilon_0 SU}{d}$

$q_1 - q_3 = -2\varepsilon_0 S\cdot\frac{U}{2d}$

$q_1 + q_2 + q_3 = 0$

$E_{12} = \frac{U}{d} = \frac{q_2}{2\varepsilon_0 S} + \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\varepsilon_0 S}$

$q_2 = q_1$

$\frac{q_2}{2\varepsilon_0 S} + \frac{q_1}{2\varepsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\varepsilon_0 S} = \frac{4U}{2d}$

$\frac{3U}{2d} = \frac{q_2}{2\varepsilon_0 S}$ $\quad q_2 = \frac{3U\varepsilon_0 S}{d}$

$4q_1 = -\frac{2U\varepsilon_0 S}{d}$

$q_3 = -\frac{U\varepsilon_0 S}{d}$

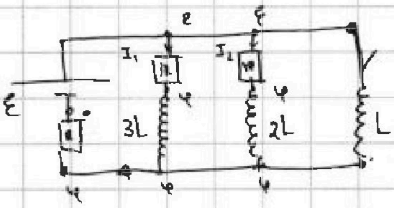
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

Уст. режим => напряж. на концах катушки коло



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

$$12\varphi = 4\mathcal{E} - 4\varphi + 3\mathcal{E} - 3\varphi$$

$$(12+4+1)\varphi = 7\mathcal{E}$$

$$19\varphi = \frac{7\mathcal{E}}{19}$$

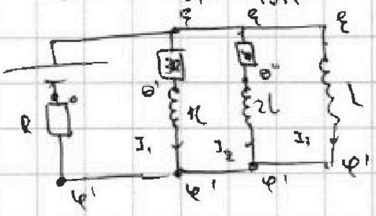
$$1 - \frac{7}{19} = \frac{12}{19\cdot 3}$$

$$\mathcal{E} - \frac{7}{19}\mathcal{E} = \frac{12\mathcal{E}}{19} = \frac{4\mathcal{E}}{19R}$$

$$\frac{12\mathcal{E}}{19\cdot 4R} = \frac{3\mathcal{E}}{19R}$$

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

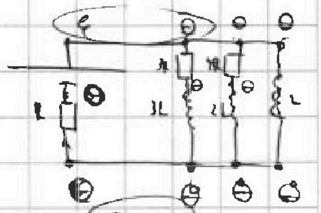
2)



произв. нач. кр

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

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



$\theta = \mathcal{E}$

$\frac{\mathcal{E}}{R} = I_1$

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

$$\theta' - \varphi' = 3L\frac{dI_1}{dt} + \varphi' \qquad \theta'' - \varphi' = 2L\frac{dI_1}{dt} + \varphi'$$

$$I_1 = \frac{\mathcal{E} - 3L\frac{dI_1}{dt} - \varphi'}{3R} \qquad \mathcal{E} - \varphi' = L\frac{dI_3}{dt} + \varphi'$$

$$\frac{\varphi'}{R} = \frac{\mathcal{E} - 3L\dot{I}_1 - \varphi'}{3R} + \frac{\mathcal{E} - 2L\dot{I}_2 - \varphi'}{4R} + I_3$$

$$12\varphi' = \cancel{\mathcal{E} - 3L\dot{I}_1}\ 4\mathcal{E} - 12L\dot{I}_1 - 4\varphi' + 3\mathcal{E} - 6L\dot{I}_2 - 3\varphi' + 12I_3R$$

...

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

$$\int(\mathcal{E}-\varphi')dt = L\int\frac{dI_3}{dt} = \frac{L\mathcal{E}}{R}$$

$\mathcal{E}dt$

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

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

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

$$\frac{\int(\mathcal{E}-\varphi')dt}{3R} = \frac{L\mathcal{E}}{3R^2} - \frac{L}{R}\cdot\frac{4\mathcal{E}}{19R} = \frac{L\mathcal{E}}{3R^2} - \frac{4L\mathcal{E}}{19R^2}$$

19 × 3 = 57

$$\frac{1}{3} + \frac{4}{19} = \frac{19+12}{57} =$$

$$\frac{19L\mathcal{E} - 12L\mathcal{E}}{57R^2} = \frac{7L\mathcal{E}}{57R^2}$$