

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

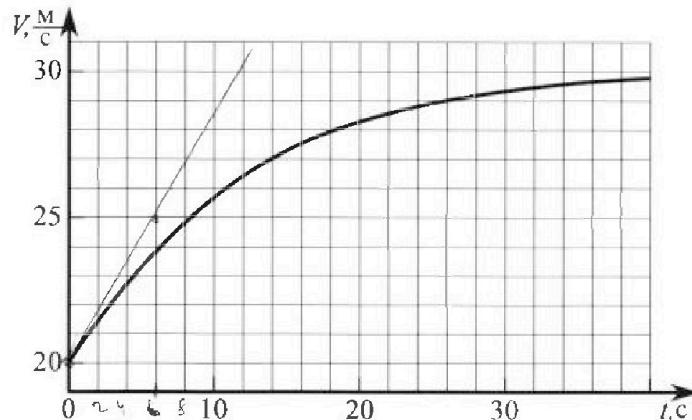
Вариант 11-04



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_k 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%.

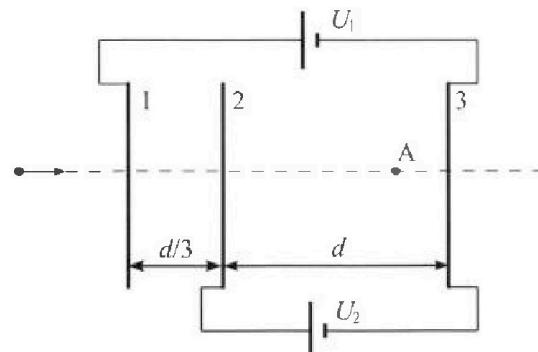
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели 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 пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p$. 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**



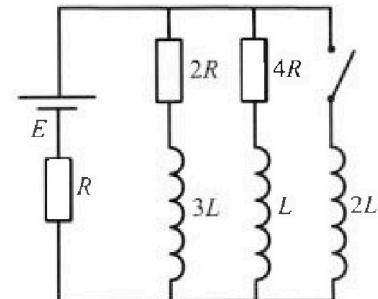
Вариант 11-04

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

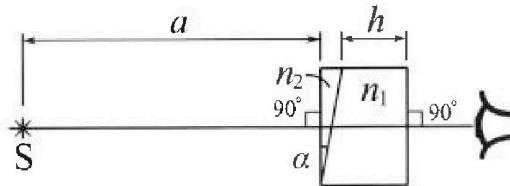
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

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

МФТИ

Задача 1 1) По определению ускорение $a = \frac{dv}{dt}$, то есть тангенс угла наклона касательной к графику $v(t)$ в данной точке. Проведя касательную, получаем $a_0 \approx \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5 \text{ м/c}}{6 \text{ с}} = \boxed{\frac{5}{6} \text{ м/c}^2}$

Ответ: $a_0 = \frac{5}{6} \text{ м/c}^2$

2) Запишем II З.Н. для момента времени:

$ma = F_T - F_c(t)$, F_T - сила тяги, возникающая при передачи мощности от движущегося на переднее колесо; F_c - сила сопротивления.

По условию $N = F_T \cdot v = \text{const}$

В конце (из графика) $a_k \approx 0$; по условию $F_k = 200 \text{ Н}$, $v_k \approx 30 \text{ м/c}$ (из графика). \Rightarrow подставим в (1): $0 = \frac{N}{v_k} - F_k \Rightarrow N = F_k \cdot v_k$

$$N = 200 \text{ Н} \cdot 30 \text{ м/c} = \boxed{6.000 \text{ Нт}}$$

В начале: $ma_0 = \frac{N}{v_0} - F_0$; v_0 (из графика) = 20 м/c

$$F_0 = ma_0 + \frac{N}{v_0} \quad F_0 = -240 \cdot \frac{5}{4} + \frac{6.000}{20} = -200 + 300 = \boxed{100 \text{ Н}}$$

(Ответ: $F_0 = 100 \text{ Н}$)

3) $N = F_0 \cdot v_0 + P_{\text{non}}$; $P_{\text{non}} = \text{постоянная мощность}$.

мощность, излучаемая на преодоление силы сопротивления.

$$\frac{F_0 v_0}{P} = \frac{100 \cdot 20}{6.000} = \left(\frac{1}{3}\right)$$

Ответ: $\frac{1}{3}$



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

Задача 2 1) Начало изотермического нагревания в верхней части J_1 газообразного CO_2 , в нижней — J_2 . В первом начальном состоянии CO_2 занимает

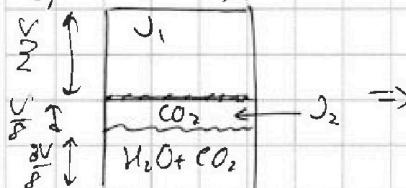
$$\frac{V}{2} - \frac{3V}{8} = \frac{V}{8}. \quad \text{Причина неизмененное давление в}$$

обеих частях одинаковое давление p_0 . Запишем уравнения

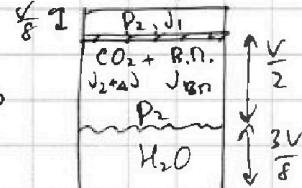
составления: верхний: $p_0 \frac{V}{2} = J_1 RT_0$; нижний: $p_0 \frac{V}{8} = J_2 RT_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \text{изотермическое} \quad \frac{J_1}{J_2} = \frac{\frac{p_0 V}{2 RT_0}}{\frac{p_0 V}{8 RT_0}} = 4. \quad \text{Однако!} \quad \frac{J_1}{J_2} = 4.$$

2) T_0, p_0



$$T = \frac{RT_0}{\frac{V}{2}}$$



В.п. - Водяные пары;

при $T = 273K = 100^\circ C$,
давление насыщенных паров равно
атмосферному: $p_{\text{пар}} = p_{\text{атм}}$.

Уравнение состояния для верхней части после нагрева: $p_2 \cdot \frac{V}{8} = J_2 RT$ (A), где $p_0 \cdot \frac{V}{2} = J_1 RT_0$

$$\Rightarrow \left(p_2 = \frac{J_2 RT_0}{\frac{V}{8}} \right) \cdot \frac{4}{3} = \frac{p_0 \cdot \frac{V}{2} \cdot \frac{4}{3}}{\frac{V}{8}} = \frac{16p_0}{3} \quad \text{Причина в том что мы в равновесии}$$

$$\Rightarrow p_0 = 2 \frac{J_2 RT_0}{V}$$

В нижней части: $p_2 = p_{\text{CO}_2} + p_{\text{пар}}$; p_{CO_2} — парциальное давление углекислого газа

$$\Rightarrow \frac{16p_0}{3} - p_{\text{атм}} = p_{\text{CO}_2} \quad (\star) \quad p_{\text{CO}_2} \cdot \frac{V}{2} = (J_2 + \Delta) \cdot RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p_{\text{CO}_2} V}{2} = \frac{J_2 RT}{4} + \Delta RT \quad (\star) \Rightarrow J_2 RT = \frac{p_2 V}{8} = \frac{16p_0}{3} \cdot \frac{V}{8} = \frac{p_0 2V}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{p_{\text{CO}_2} V}{2} = \frac{2p_0 V}{3} + \Delta RT \Rightarrow p_{\text{CO}_2} = \frac{p_0}{3} + 2 \frac{\Delta RT}{V}$$

$$(\star) \Rightarrow \frac{16p_0}{3} - p_{\text{атм}} = \frac{p_0}{3} + 2 \frac{\Delta RT}{V} \Rightarrow \frac{15p_0}{3} = p_{\text{атм}} + 2 \frac{\Delta RT}{V} \Rightarrow 5p_0 = p_{\text{атм}} + \frac{2\Delta RT}{V}$$

$$\Delta = k p_0 \frac{3V}{8}; \quad p_{\text{атм}} \text{ задано}$$

но закон Гейла

$$5p_0 = p_{\text{атм}} + \frac{2\Delta RT}{V} \cdot k p_0 \frac{3V}{8} \Rightarrow 5p_0 = p_{\text{атм}} + \frac{3k RT}{4} p_0 \Rightarrow \left(5 - \frac{3k RT}{4}\right) p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$p_{\text{атм}} = \left[p_0 = p_{\text{атм}} \cdot \frac{1}{5 - \frac{3k RT}{4}} = \frac{4 \cdot p_{\text{атм}}}{20 - 3k RT} \right]$$

$$p_0 = \frac{4}{20 - 3 \cdot 0,610^2 \cdot 3,10} p_{\text{атм}}$$

$$p_0 = \frac{4}{20 - 5,44} p_{\text{атм}} \Rightarrow p_0 = \frac{4}{14,6} p_{\text{атм}} \Rightarrow p_0 = \frac{20}{73} p_{\text{атм}} \quad \text{Однако!} \quad \boxed{p_0 = \frac{20 p_{\text{атм}}}{73}}$$



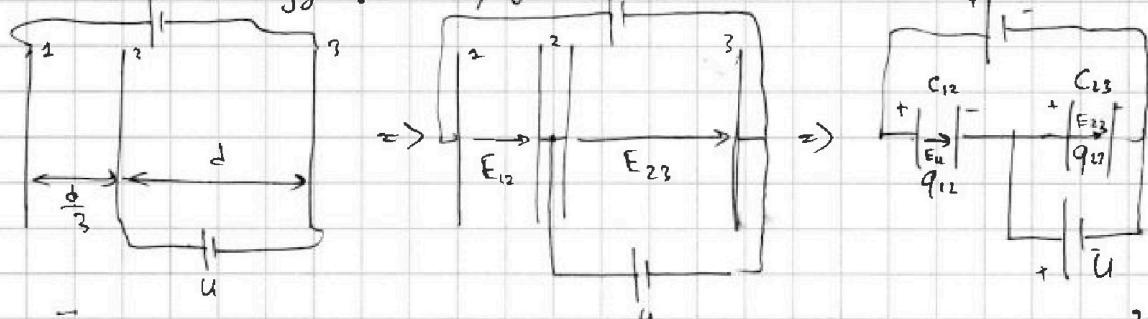
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

Задача 3

Данную схему можно эквивалентно представить
следующим образом: 54



Суммы полученных конденсаторов 12 и 23 равны: $C_{12} = \frac{3 \cdot \Sigma_0 S}{d}$,
 $C_{23} = \frac{\Sigma_0 S}{d}$.

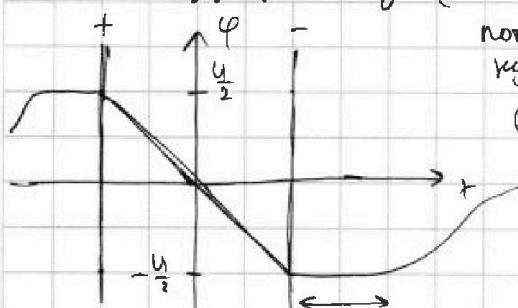
1) Между пластинами 2 и 3 находится в поле конденсатора 23
 E_{23} (в поле конденсатора 12 скомпенсировано вправо плюс поляризации и зазора). $m|a_{23}| = |F_{kin23}| \Rightarrow |a_{23}| = \frac{q|E_{23}|}{m}$; $U = E_{23} \cdot d \Rightarrow$
 $\Rightarrow E_{23} = \frac{U}{d} \Rightarrow |a_{23}| = \frac{q \cdot U}{m \cdot d}$

$$\text{Ответ: } |a_{23}| = \frac{qU}{md}$$

2) По Т3 однозначно реш. энергии: $\Delta K_3 = A_{23}$; $A_{23} = q \cdot E_{23} \cdot d = qU$

$$\text{Ответ: } K_3 - K_2 = \Delta K_{23} = qU.$$

3) В однополярном конденсаторе график потенциала φ от изолированной пластины имеет следующий вид: (U - направление на конденсатор). В сечу симметрии потенциал в центре уединенного конденсатора равен нулю. Потенциал ассиметрии \Rightarrow потенциал в центре конденсатора 23 равен:



наибольшее значение потенциала в сечении уединенного конденсатора равно нулю. Потенциал ассиметрии \Rightarrow потенциал

в центре конденсатора 23 равен:

$$\varphi_0 = \varphi_{23}^0 + \varphi_{12}; \varphi_{12} = -\frac{U}{2} \text{ (из графика)}$$

$$\varphi_A = \varphi_0 - E_{23} \cdot \frac{d}{4} = -\frac{U}{2} - \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{4} = -\frac{9U}{4}$$

$$\text{З.ч.д: } \frac{m\omega_0^2}{2} + q \cdot \varphi_0^0 = \frac{m\omega_A^2}{2} + q \cdot \varphi_A$$

ω_A - симметрия частоты в $\pi/2$

$$\omega_A^2 = \omega_0^2 + \frac{2q}{m} \cdot \frac{9U}{4} \Rightarrow \omega_A = \sqrt{\omega_0^2 + \frac{9qU}{2m}}$$

$$\text{Ответ: } \omega_A = \sqrt{\omega_0^2 + \frac{9qU}{m}}$$



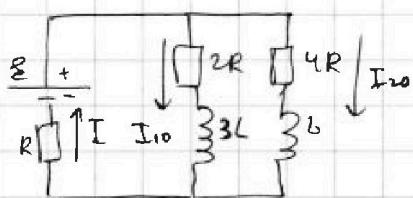
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <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 чёрновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 4

1) Схема при разомкнутом
ключе и уст. решите!



В ус. решите $I = \text{const} \Rightarrow \dot{I} = 0 \Rightarrow$
 \Rightarrow напряжение на катушках равно нулю.

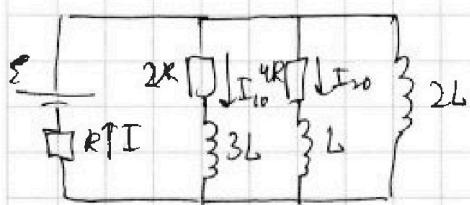
$$I = I_{10} + I_{20}$$

$$\text{II 3.Кирхгоф: } I_{10} \cdot 2R - I_{20} \cdot 4R^2 = 0 \Rightarrow I_{10} = 2I_{20}$$

$$\underbrace{I \cdot R - E}_{3I_{20}} + 4R I_{20} = 0 \Rightarrow I_{20} = \frac{E}{7R}$$

$$\text{Ответ: } I_{20} = \frac{E}{7R}$$

2) Мгновенно после в катушках изменения не может \Rightarrow токи через все катушки сразу после замыкания ключа такие же, как сразу же.



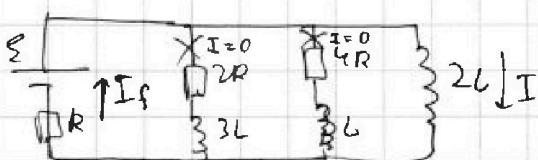
$$\text{II 3.Кирхгоф: } IR - E + 2L \dot{I}_{20} = 0$$

I_{10} — скорость возрастания тока в катушке
2L — сразу после замыкания ключа.

$$\dot{I}_{20} = \frac{E - (I_{10} + I_{20})R}{2L} = \frac{2E}{7L}$$

$$\text{Ответ: } \frac{2E}{7L}$$

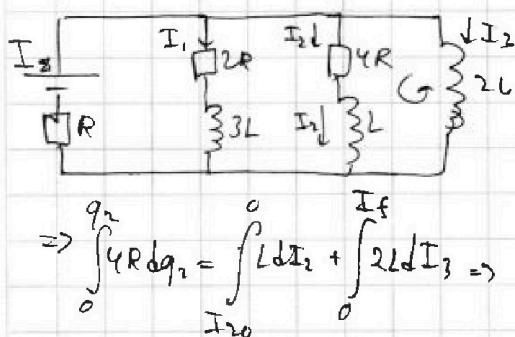
3) В ус. решите схема примет следующий вид:



I_f — ток. В ус. решите;

$$\dot{I}_f = \frac{E}{R}$$

В переходном процессе!



$$\text{II 3.Кирхгоф: } I_2 4R - L \dot{I}_2 + 2L \dot{I}_3 = 0$$

$$I_2 \cdot 4R = L \frac{dI_2}{dt} + 2L \frac{dI_3}{dt}$$

$$4R \cdot \int_{I_20}^{q_2} dq_2 = L dI_2 + 2L dI_3 \Rightarrow$$

dq_2 — магн. заряд, прошедший через
переключатель 4R

$$\Rightarrow 4R q_2 = L(0 - I_{20}) + 2L(I_f - 0) \Rightarrow 4R q_2 = \frac{2L E}{R} - \frac{L E}{R} = \frac{13L E}{7R}$$

$$q_2 = \frac{13L E}{28R^2}$$

$$\text{Ответ: } q_2 = \frac{13L E}{28R^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

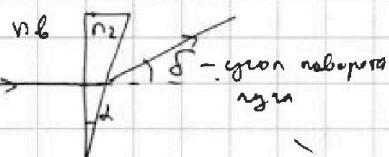


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

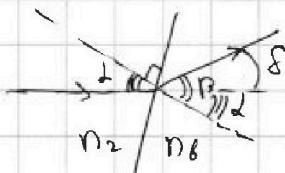
МФТИ

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

Задача 5. 1). Т.к. $n_1 = n_6$, то пружину с n_1 можно считать вогнутой (не влияет на ход луча).



На левую часть луч падает I \Rightarrow не преломляется; рассмотрим преломление на правой границе:



Закон Снелла с учетом малости угла:

$$\Delta n_2 = \beta n_6; \beta = \delta + \alpha \Rightarrow \delta = \beta - \alpha = \alpha \frac{n_2}{n_6} - \alpha = \alpha \left(\frac{n_2}{n_6} - 1 \right)$$

$$n_2 = 1,7, \alpha = 0,1 \text{ rad} \Rightarrow \delta = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ rad}.$$

Ответ: 0,07 rad.

2) Как и в случае 1, пружина n_2 не влияет на ход лучей.

h - искажение расстояния.

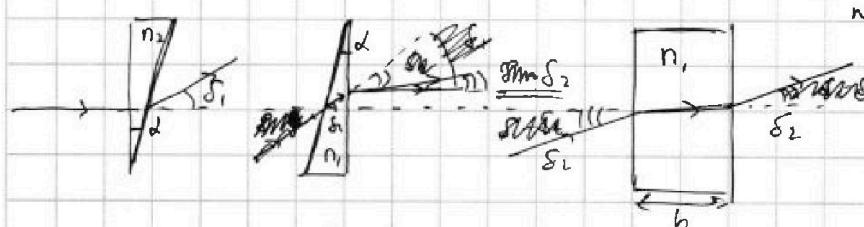
Т.к. линза тонкая, то изображение не сместится от источника по оси x; будет только смещение по оси y.

$$\tan \delta = \frac{h}{a}; \delta \ll 1 \Rightarrow h = a\delta = a\alpha \left(\frac{n_2}{n_6} - 1 \right) = 100 \cdot 0,01 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = 1 \text{ cm}$$

Ответ: 1 cm

3) Рассмотрим схему разбивки на две тонкие пружины с малым углом и плоско-параллельную пластину:



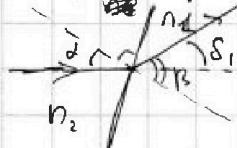
Установим, что плоско-параллельная пластина не ~~воздействует~~ на луч, но ~~сдвигает~~ его ~~изменяет~~ \Rightarrow её можно "заменить" вогнутой тонкой линзой $\frac{h}{n_1} \Rightarrow$

$$\Rightarrow (\text{усл-ва}) \text{ этого изображения источника} \text{ не} \rightarrow \text{но } x \text{ на } \Delta x = h - \frac{h}{n_1} = 14 - \frac{14}{1,7} = 4 \text{ cm}$$

(Изображение ~~известно~~, что $28,7 \times 2 = 57,4$) ~~известно~~ \Rightarrow $\frac{h}{n_1} = 4$.

$$f_1 = \alpha \frac{n_2}{n_1} d = 0,07 \text{ rad} \cdot 100 \cdot \frac{1,7}{1,7} = 0,07 \cdot 100 = 7 \text{ cm}$$

Первое преломление: Следовательно, $\Delta n_1 = \beta n_1$, $\Rightarrow \beta = \alpha \frac{n_2}{n_1}$, $\delta_1 = \beta - \alpha = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Входное изображение: $\delta_1 = \frac{n_2 - n_1}{n_1} d$

Слой: $(\delta_1 + d) n_2 = \delta_1 n_1 + d n_2 = \delta_1 n_1 + \frac{n_2}{n_1} (\delta_1 + d) - \delta_1 = \frac{n_2}{n_1} (\delta_1 + d) - \delta_1 = 0$

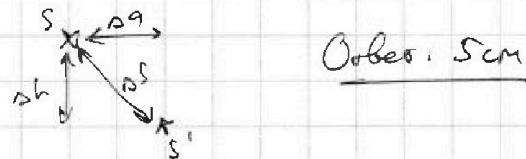
$\Rightarrow \delta_2 = \frac{n_2}{n_1} (\delta_1 + d) - \delta_1 = \frac{n_2}{n_1} d$

Выходное изображение: $\delta_2 = d n_1 \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) = d(n_2 - n_1)$

Начало координат: $n_1 | n_2 / \delta_1 \quad \delta_2$

Из пункта 2 известно, что если луч в итоге повернётся δ_2 ,
то изменение изображения по оси y отн. начальной $b = a \delta_2 =$
 $= a \cdot d(n_2 - n_1) = 100 \cdot 0,1 \cdot 0,3 = 3 \text{ см.}$

Задача: Изобразите изображение: $\Delta S = \sqrt{sh^2 + da^2} = 5 \text{ см}$



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!

$$G_1 = \frac{q_{12}}{S} = \frac{12U \cdot \frac{d}{8}}{\frac{d}{8}} = \frac{12Ud}{d} = 12U$$

$$G_2 = \frac{-q_{23}}{S} = -d \cdot \frac{Ud}{\frac{d}{8}} = -Ud$$

$$G_3 = -\frac{q_{13}}{S} = -\frac{12U \cdot d}{\frac{d}{8}} = -12U$$

$$G_1 + G_2 + G_3 = \frac{-Ud + 12U + 12U}{\frac{d}{8}} = \frac{13Ud}{\frac{d}{8}} = 104U$$

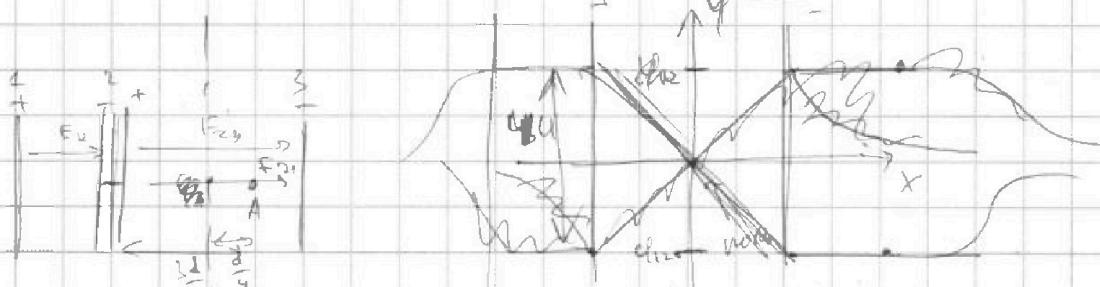
2) Водяной мешок сечением $\frac{d^2}{4}$ имеет массу $2U$ в начале 2)

$$E_{23} = \frac{q}{d} \cdot ; m(a_{23}) = q(E_{23}) \Rightarrow |a_{23}| = \frac{q}{m} |E_{23}| = \frac{qU}{md}$$

2) по ТД. силы, кин. энергии: $\Delta K = A_{kin} \sin \varphi_2; A_{kin} =$

$$= f_{kin23} \cdot d = q \cdot \frac{U}{d} \cdot d = qU \Rightarrow K_3 - K_2 = \Delta K = qU$$

3)



$$\varphi_{13} = 0$$

$$\varphi_0 = \varphi_{12} \leftarrow \text{от катетов } 12! \quad \varphi_{12} = -2U = -\varphi_0$$

$$\varphi_A = \varphi_0 + E_{23} \frac{d}{4}$$

$$\varphi_A = -2U - \frac{4 \cdot \frac{1}{4}}{\frac{d}{4}} = -2U - \frac{U}{\frac{d}{4}} = -\frac{9U}{4}$$

$$m \omega_0^2 \frac{d}{2} + q \varphi_{12} = m \omega_A^2 \frac{d}{2} + q \varphi_A$$

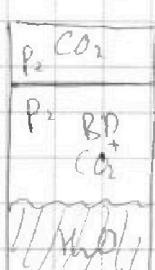
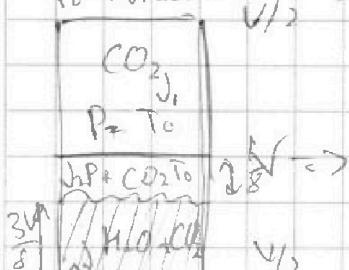
$$\omega_0^2 = \omega_A^2 + \frac{q \cdot (-\frac{9U}{4})}{m}$$

$$\omega_A^2 = \omega_0^2 + \frac{9qU}{2m}$$

$$\omega_A = \sqrt{\omega_0^2 + \frac{9qU}{2m}}$$

$$T_0 \rightarrow \frac{4T_0}{3} = 371K = 100^\circ C$$

постоянство нейтрона $\Rightarrow P = D$



$$P \frac{V}{2} = J_1 R T_0 ; P \frac{V}{8} = J_2 R T_0$$

$$P \cdot \frac{V}{8} = D J R T_0$$

$$J_2 R T_0 = \frac{J_1}{2} \frac{P V}{8} \rightarrow \frac{P V}{8} = D J R T_0$$

$$R T_0 = \frac{J_1}{2} \frac{P V}{8} = \frac{P V}{2m} = (4)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

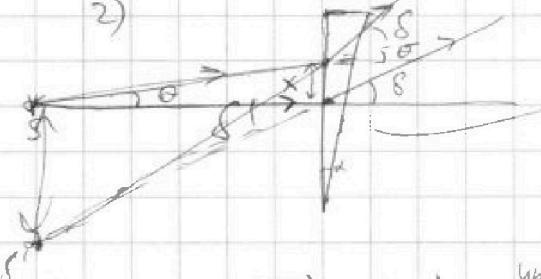
МФТИ



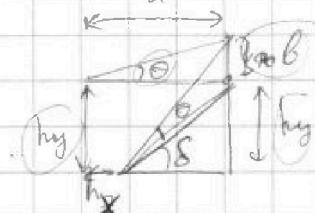
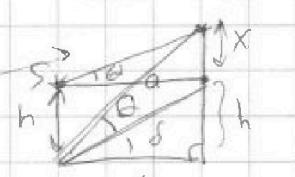
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

2) 1) переделать схему из чистовика

2)



$$s = \sqrt{a^2 + b^2 + h^2}, \quad \theta \ll 1$$

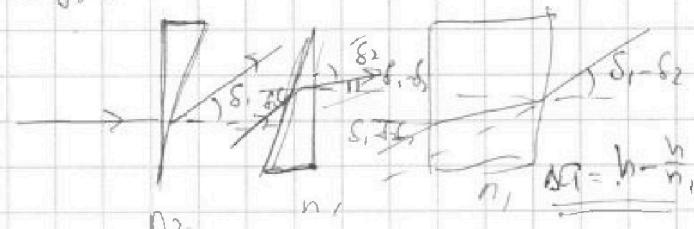


$$\text{условие } \theta_1 \leq \theta \ll 1 \\ \text{проще } \theta_1 = \frac{h}{a}; \quad \theta_2 = \frac{b}{a}; \quad \theta_1 + \theta_2 = \frac{h+b}{a}$$

$$h_x = a - \frac{h}{\theta} \rightarrow h_x = 0 \quad \text{значит, что}$$

$$h_y = h - \frac{a\theta}{\theta} = a\theta(n_2 - 1) \quad 100 \text{ см} \cdot 0,01 = 1 \text{ см}$$

3) находим зависимость от высоты генератора h/n .



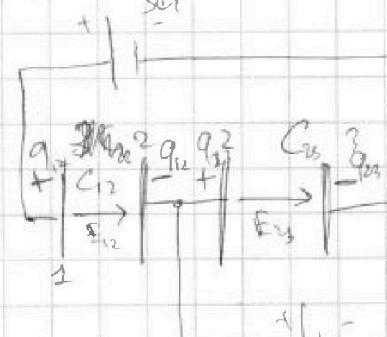
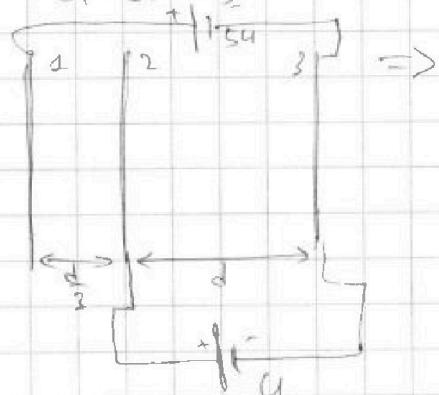
$$s_1 = \sqrt{a^2 + b^2 + h^2}, \quad s_2 = \sqrt{\frac{a^2}{n_1^2} + b^2 + h^2}$$

$$\Delta h = (\theta_1 - \theta_2) a (s_1 - s_2) = 100 \cdot (1 - 1)$$

$$\Delta a = a \cdot \frac{h}{n_1} = 100 \cdot \frac{1}{1.4} = \frac{100}{1.4} \text{ см}$$

3) находим $\theta_1, \theta_2, \theta_3$, условия которых должны выполняться

$$\theta_1 + \theta_2 + \theta_3 = 0$$



$$C_{23} = \frac{q_{23}}{U}$$

$$C_{12} = \frac{q_{12}}{U} = 3C_{23}$$

$$\frac{q_{12}}{C_{12}} + \frac{q_{23}}{C_{23}} = 54$$

$$\frac{q_{12}}{C_{12}} = 44$$

$$q_{12} = 44 C_{12}$$

$$\frac{q_{12}}{3C_{23}} + U = 54 \Rightarrow q_{12} = 12 U C_{23}$$



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

Черновик, № 2) $m = 240 \text{ кг}$, $F_k = 200 \text{ Н}$

1) ускорение a по определению $a = \frac{dv}{dt} \rightarrow a(0) - \text{какое можно}$
найти.

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{5 \text{ м/с}}{6} = \frac{5}{6} \text{ м/с}^2$$

2) $\Sigma 3 \text{ H.}$ (без учета F_k) $ma = F_T - F_c$ (1), F_T — резина, F_c — сцепление

$$\text{но упр. } N = F_T \cdot v = \text{const}$$

$$v_k \approx 30 \text{ м/с}$$

в 경우 (из черновика) $a \approx 0$; $F_k = 200 \text{ Н}$, ~~1000 Н~~, \Rightarrow

$$\Rightarrow \text{недостаток } F (1) 0 = \frac{N}{v_k} - F_k \Rightarrow N = F_k \cdot v_k = 200 \cdot 30 = 6000 \text{ Н}$$

$$\text{поэтому } ma_0 = \frac{N}{v_0} - F_0 \Rightarrow F_0 = \frac{N}{v_0} - ma_0$$

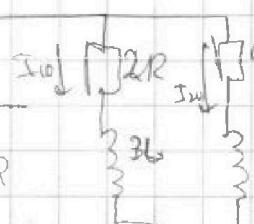
$$F_0 = \frac{6000}{40} - 240 \cdot \frac{5}{6} = 300 - 200 = 100 \text{ Н}$$

3) ~~№ 2~~ $N = F_0 v_0 + P_{\text{доп}}$ — можно машине

одинаково машине машина не преодолевает

$$\text{исходное } I = \frac{F_0 v_0}{N} = \frac{100 \cdot 40}{6000} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

автомобиль разгоняется

1)  В уз. режиме $I = \text{const}$, $\Rightarrow U_0 = 0$

$$\sum I = I_{10} + I_{20} + I_w \quad \text{по обеих катушкам.} \quad \text{2) З.к.: } I_{10} \cdot R - I_w \cdot R = 0 \Rightarrow I_{10} = 2I_{20}$$

$$(I_{10} + I_{20})R - \sum + 4R + I_{20} = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sum = 7RI_{20} \quad I_{20} = \frac{\sum}{7R} \quad I_{10} = \frac{2\sum}{7R}$$

2) Маловероятно, чтобы в катушках было не много — то есть I_{10} и I_{20} не отличаются, через некоторое время не будет ($\text{т.к. это не должно}$) \Rightarrow следующий способ.

$$\text{3) } \sum = (I_{10} + I_{20})R \Rightarrow I_{10} + I_{20} = \frac{\sum}{R}$$

$$\text{З.к. 3: } (I_{10} + I_{20})R - \sum + 2L I_{20} = 0$$

$$I_{20} - \text{тока через...} \quad I_{20} = \frac{\sum - (I_{10} + I_{20})R}{2L}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



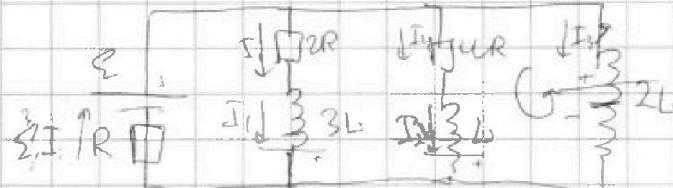
- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ.

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

$$I_{2L} = \frac{E - \frac{3}{8} \frac{E}{R} \cdot X}{2L} = \frac{\frac{5}{8} E}{2L} = \frac{5}{16} \frac{E}{L}$$

3) В чём минимум тока.

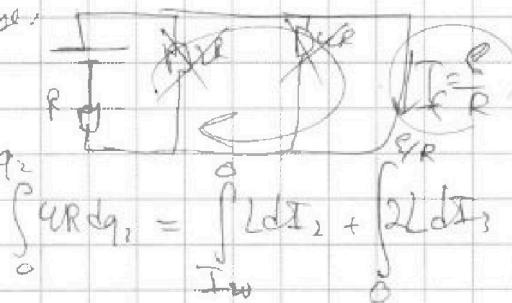


$$UR \cdot I_2 + LI_2 + LI_3 = 0$$

$$URI_2 = L \frac{dI_2}{dt} + 2L \frac{dI_3}{dt}$$

$$UR \frac{dI_2}{dt} = L dI_2 + 2L dI_3 \Rightarrow$$

В конусе:



$$dI_2 = \dots$$

$$\Rightarrow \int_0^R UR dI_2 = \int_0^L dI_2 + \int_0^{2L} dI_3 \Rightarrow UR q_2 = -L \cdot I_{20} + 2L \left(\frac{E}{R} - 0 \right)$$

$$UR q_2 = -L \cdot \frac{E}{R} + 2L \frac{E}{R} \quad UR q_2 = \frac{L E}{R} \left(2 - \frac{1}{R} \right) \Rightarrow UR q_2 = \frac{15}{16} E \cdot \frac{13}{14}$$

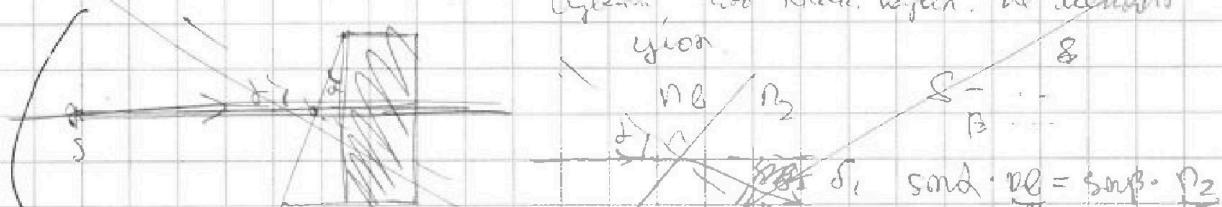
$$q_2 = \frac{LE}{R^2} \cdot \frac{13}{56}$$

$$\frac{13}{56} \frac{LE}{R^2}$$

$$\frac{13}{56} \frac{LE}{R^2}$$

5) 1) $n_1 = n_2 \Rightarrow$ иначе мы увидели бы (это же самое)

Система, это не то, что я вижу. не видят
чтобы



$$n_1$$

$$n_2$$

$$s$$

$$f_1$$

$$f_2$$

$$d$$

$$s$$

$$f_1$$

$$f_2$$

$$d$$