



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

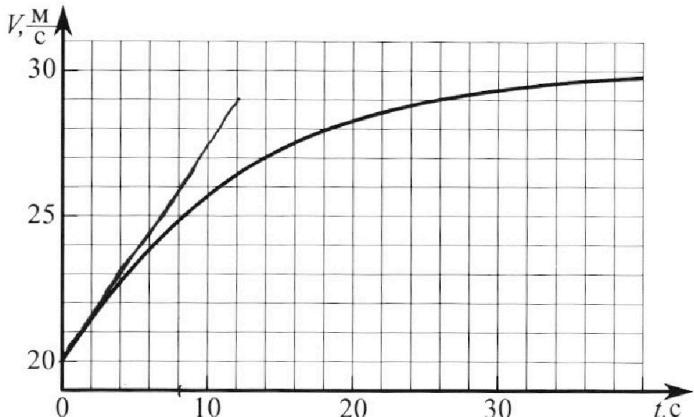
Вариант 11-04



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?

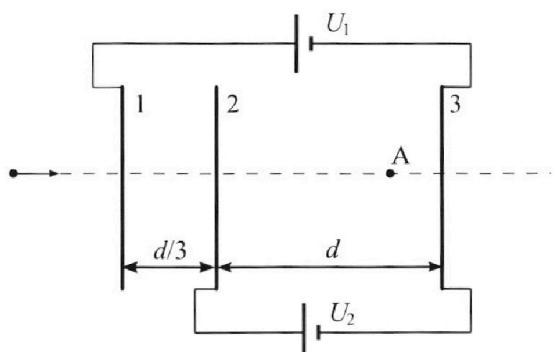
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kp\omega$. 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_{ATM} (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



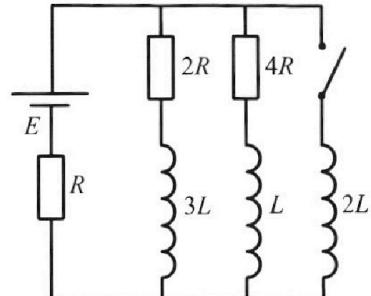
Вариант 11-04

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

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

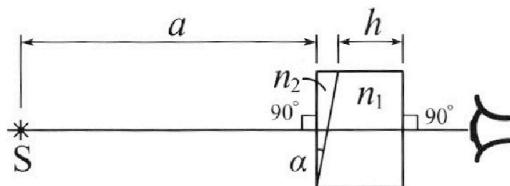
- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $4R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $2L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $4R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми 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!

2-й закон Ньютона в начальном ускорении:

$$ma = F_u - F_0, \text{ где } F_u - сила \text{ тяжести равна } \frac{P}{v_0} \Rightarrow$$

$$F_0 = \frac{P}{v_0} - ma = \frac{6 \text{ кВт}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}}} - 240 \text{ кг} \cdot 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}}^2 = 120 \text{ Н}$$

Ответ: 120 Н

3) Мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления
по модулю равна мощности силы тяги $P_{\text{сил}}$:

$$P_{\text{сил}} = \frac{\Delta A_{\text{сил}}}{\Delta t} = F_{\text{сил}} \cdot \frac{\Delta x}{\Delta t} = F_{\text{сил}} \cdot v \Rightarrow \text{в начальном моменте}$$

~~$$P_{\text{сил}} = F_{\text{сил}} \cdot v$$~~
$$\frac{P_{\text{сил}}}{P} = \frac{F_{\text{сил}} \cdot v}{P} = \frac{F_0 \cdot v_0}{P} = \frac{120 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{6 \text{ кВт}} = 0,4$$

Ответ: 0,4 (40%).

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



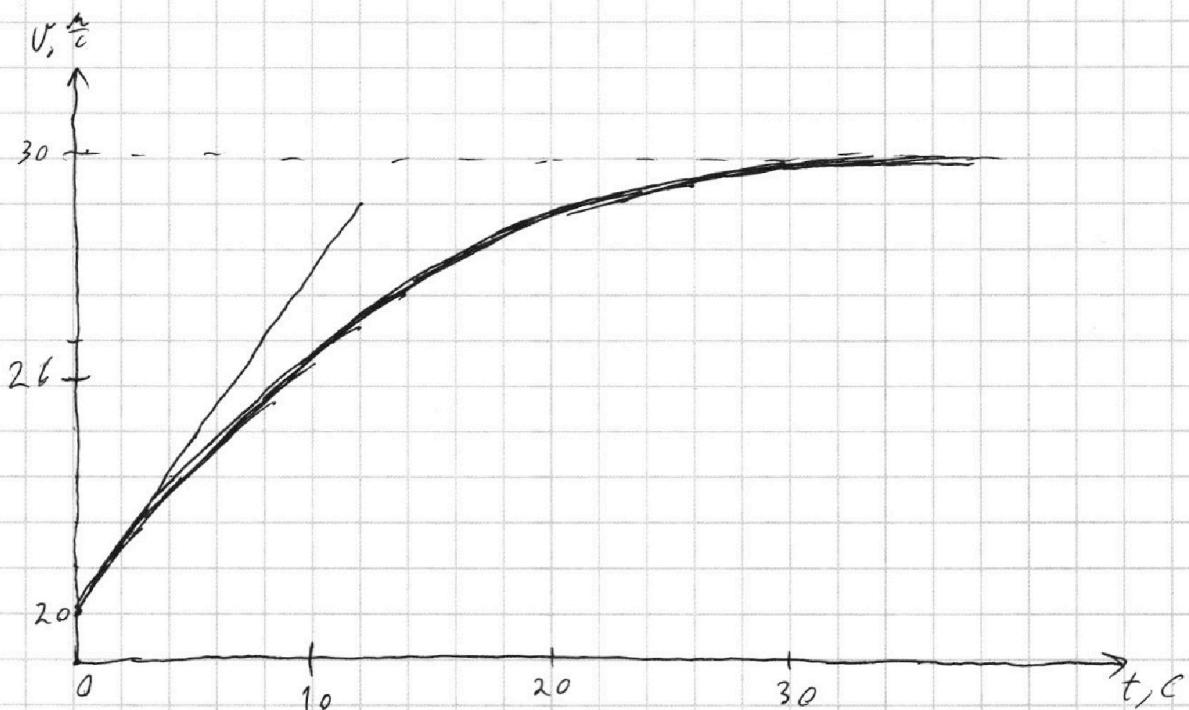
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

N1

1) ускорение $a(0) = V'(0) \Rightarrow$ на графике $V(t)$ ускорение
соответствует козырьчатому наклону касательной



Проведя касательную через точку $t=0$, получим,

$$\text{Что } a_0 = k = \frac{3 \frac{m}{s}}{4 s} = 0,75 \frac{m}{s^2}$$

Имеем: $0,75 \frac{m}{s^2}$

2) По графику видно, что устанавливается скорость $V_k = 30 \frac{m}{s}$, а сила сопротивления при этой скорости $F_k = 2000 N$ равна силе ~~действия~~ мотора (так как ускорение = 0)

$$\text{Мощность } P - \text{постоянна и равна: } P = \frac{\Delta F}{\Delta t} = \frac{F_k \cdot \Delta x}{\Delta t} = F_k \cdot V \Rightarrow$$

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = V$$

$$P = V_k \cdot F_k = 6 \text{ kW}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



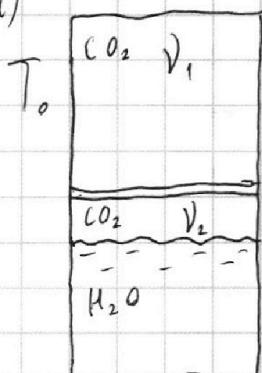
- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/>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

МФТИ

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

N2

1)



уравнение идеального газа:

$$\text{верхняя часть: } P_0 \frac{V}{2} = V_1 RT_0$$

\Rightarrow

$$\text{нижняя часть: } P_0 \frac{V}{8} = V_2 RT_0$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{V}{2}}{\frac{V}{8}} = 4$$

Ответ: 4

2) После нагрева весь растворенный CO_2 выходит \Rightarrow (снизу) $V_2^* = V_2 + \Delta V$

$$\Delta V = k \cdot P_0 \cdot \frac{3V}{8}$$

После нагрева $T = T_{\text{исход}} \Rightarrow$ парциальное давление водяного пара равно $P_{\text{пар}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

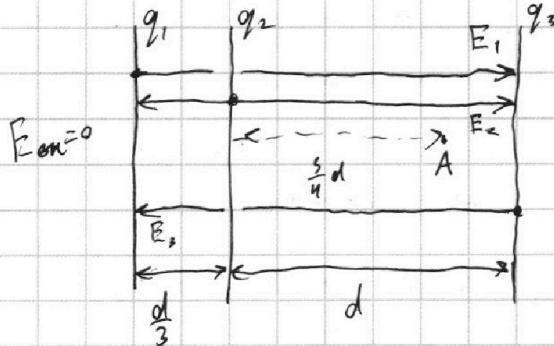


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

МФТИ

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

3) Обозначим заряды пластинок q_1, q_2, q_3 . Будем считать их положительными



$$E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}, E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S}, E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$$

Учтывая что симметрия не зачитывается

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \Rightarrow \text{внешнее поле } E_{\text{ext}} = 0$$

Запишем разности потенциалов $\varphi_1 - \varphi_3$ и $\varphi_2 - \varphi_3$ через заряды:

$$\begin{cases} \varphi_1 - \varphi_3 = \frac{4d}{3} \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{4d}{3} \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} + \frac{d}{2\epsilon_0 S} \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{d}{3} \cdot \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} = 5U \\ \varphi_2 - \varphi_3 = \frac{d}{2\epsilon_0 S} \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} + \frac{d}{2\epsilon_0 S} \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{d}{2\epsilon_0 S} \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} = U \end{cases} \quad (=)$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$\begin{cases} 2q_1 - 2q_3 + q_2 = \frac{15U\epsilon_0 S}{d} \\ q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2U\epsilon_0 S}{d} \end{cases} \quad (=)$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$\begin{cases} q_3 = -\frac{4U\epsilon_0 S}{d} \\ q_2 = -\frac{11U\epsilon_0 S}{d} \\ q_1 = \frac{12U\epsilon_0 S}{d} \end{cases} \quad (=)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E_1 = \frac{12U}{d} \frac{6U}{d} \\ E_2 = -\frac{11U}{2d} \\ E_3 = -\frac{1U}{2d} \end{array} \right.$$

Зная напряженность, можно посчитать разности потенциалов

$$\varphi_1 - \varphi_A = \frac{(E_1 - E_2 - E_3)d}{3} + \frac{(E_1 + E_2 - E_3)3d}{9} =$$

$$= 4U + \frac{3}{9}U = \frac{19}{9}U$$

Так как $E_{\text{ext}} = 0$, при прохождении через 1-ю ступень у частиц не было потенциальной энергии \Rightarrow закон сохранения эн-ергии:

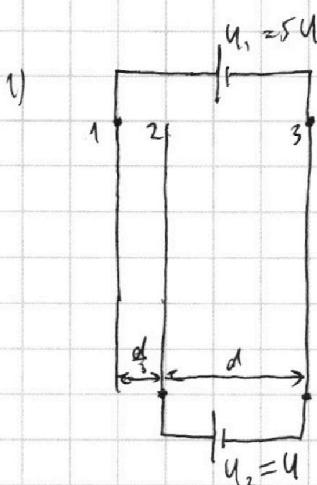
$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_A^2}{2} + q(\varphi_1 - \varphi_3) \Rightarrow V_A^2 = V_0^2 - \frac{19qU}{2m} \Rightarrow \text{Ответ: } \sqrt{V_0^2 - \frac{19qU}{2m}}$$



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



1/3

Семки писки и $d \ll$ их размеры \Rightarrow
можно считать пластины из них
бесконечной равнотолщиной заряженной
плоскостью с λ напряженностью $E = \frac{q_{\text{пл}}}{2\epsilon_0 S}$
однородным полем E

(S - площадь пластины \Rightarrow плохость заряда $\sigma = \frac{q_{\text{пл}}}{S}$)

Таким образом, в зл. поле между
двумя пластинами однородное.

Разность потенциалов между пластинами 1 и 3 и 2 и 3
поставлены за счёт источников: $\varphi_1 - \varphi_3 = 5U$; $\varphi_2 - \varphi_3 = U$

Разность потенциалов в однородном зл. поле:

$\varphi_2 - \varphi_3 = E \cdot d = U \Rightarrow$ напряженность м/у пластинами 1 и 2

$E = \frac{U}{d} \Rightarrow$ по 2-му закону Фарадея:

$$m \cdot a = F = E q = \frac{U}{d} \cdot q \Rightarrow a = \frac{U \cdot q}{d \cdot m}$$

Ответ: $\frac{U q}{d m}$

2) Запишем закон сохр-я энергии для частицы при

прохождении через сектора 2 и 3:

$$\cancel{K_2} + \cancel{W_2} = K_3 + W_3 \quad (W_2 \text{ и } W_3 - \text{ потенциальная}\}$$

$$\Rightarrow K_3 - K_2 = W_2 - W_3 = \varphi_2 \cdot q - \varphi_3 \cdot q \quad \text{энергия заряда в зонах}$$

$$K_3 - K_2 = q (\underbrace{\varphi_2 - \varphi_3}_{U}) = q U$$

Ответ: $q U$

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!

$$2L \frac{dI_3}{dt} - L \frac{dI_2}{dt} = 4R I_2 = 4R \frac{dq_4}{dt}$$

Просуммируем получившееся выражение по dt :

$$\int_0^{\infty} 2L \frac{dI_3}{dt} dt - \int_0^{\infty} L \frac{dI_2}{dt} dt = \int_0^{\infty} 4R \frac{dq_4}{dt} dt \Rightarrow$$

$$2L(I_{3K}^{=0} - I_{3H}^{=0}) - L(I_{2K}^{=0} - I_{2H}^{=0}) = 4R \cdot q_4$$

2-й закон Кирхгофа для контура K_3 при установленных маках:

$$E = R \cdot I_{3K} \Rightarrow I_{3K} = \frac{E}{R} \Rightarrow$$

$$2L \cdot \frac{E}{R} - L(-\frac{E}{7R}) = 4R \cdot q_4 \Rightarrow \frac{15EL}{7R} = 4R \cdot q_4 \Rightarrow q_4 = \frac{15EL}{28R^2}$$

$$\text{Ответ: } \frac{15EL}{28R^2}$$

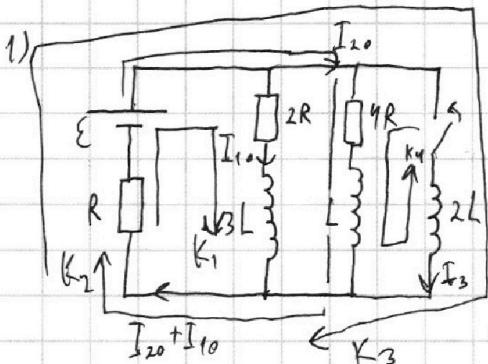


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

N4



при замкнутом контакте резистор
установился \Rightarrow все токи постоянны
также \Rightarrow самоиндукция в катушках неиз.

Закончен замыкание Контакта
для контактных K1 и K2:

$$K_1: \left\{ \begin{array}{l} E = I_{10} \cdot 2R + (I_{10} + I_{20})R \\ \Rightarrow E = 3I_{10}R + I_{20}R \end{array} \right.$$

$$K_2: \left\{ \begin{array}{l} E = I_{20} \cdot 4R + (I_{10} + I_{20})R \\ \Rightarrow 3E = 15I_{20}R + 3I_{10}R \end{array} \right.$$

$$2E = 14I_{20}R \Rightarrow I_{20} = \frac{E}{7R} \Rightarrow I_{10} = \frac{2E}{7R}$$

Омбем: $\frac{E}{7R}$

2) Так как ток через катушку не может резко
изменяться, то $I_{30\text{ нач}} = I_{30}$ — ток через первичную
маной же, как и при размыкании контакта \Rightarrow

2 закон Кирхгофа для контакта K3:

$$E - 2L \cdot \frac{dI_3}{dt} = (I_{10} + I_{20})R = \frac{3}{7}E \Rightarrow 2L \frac{dI_3}{dt} = \frac{4}{7}E \Rightarrow \frac{dI_3}{dt} = \frac{2E}{7L}$$

Омбем: $\frac{2E}{7L}$

($t \rightarrow \infty$)

3) После установления токов^v после замыкания контакта,
токи через $2L$ не меняются $\Rightarrow E_{2L} = 0$, а м.к. реостата

$2R$ и $4R$ подключены параллельно, $U_{2R} = U_{4R} = 0 \Rightarrow I_{2k} = I_{1k} = 0$

Закончен 2 ~~закон~~ закон Кирхгофа для контакта K4:



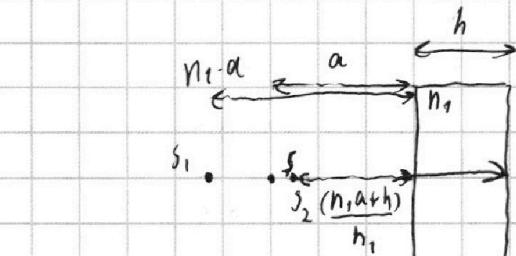
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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



После первого преломления изображение отдалилось от левой плюс-тины в n_1 , раз, после второго — приближается к правой в n_2 , раз. В итоге расстояние d от правой плюс-тины до источника:

$$d = \frac{(n_1 \cdot \alpha + h)}{n_1} = \alpha + \frac{h}{\frac{n_1 - 1}{n_1}} \text{ могда изменение отрицательного источника:}$$

$$\Delta x = \alpha + h - d = \alpha + h - \alpha - \frac{h}{\frac{n_1 - 1}{n_1}} = 4 \text{ см}$$

Изображение на вертикальной шкале изображения
после второго преломления. В $\triangle S_1 S_2 S$ угол
 $= \angle S_1 S_2 = 2$ (угла соединяющего изображение и источник)

 \Rightarrow боковая $h = s \cdot y = S_1 S_2 \cdot \sin \alpha \approx (SA_{n_2} - AS_{n_1}) \sin \alpha \approx$
 $\approx \alpha (n_2 - n_1) \cdot d = 3 \text{ см}$

Нормальное расстояние между источником и
изображением находится по теореме Пифагора:

$$s = \sqrt{\Delta x^2 + h^2} = 5 \text{ см}$$

Ответ: 5 см

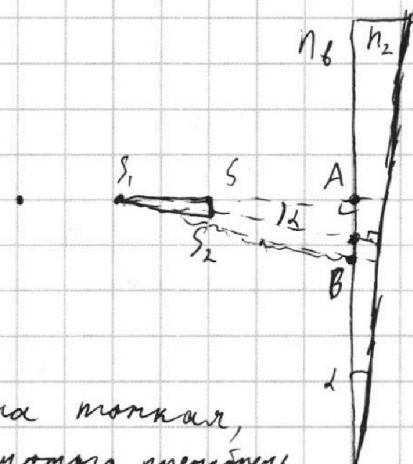
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$S, B \perp$ правой
поверхности призмы \Rightarrow

$$\angle B S, A = \alpha$$

(углы со ~~этими~~-
перпендикулярными
~~сторонами~~ сторонами)

Так как призма тонкая,
её толщина может пренебречь

Из полученного соотношения:

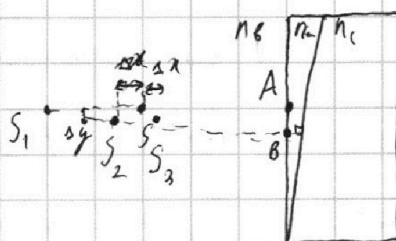
$$\frac{S_1 A}{S A} = \frac{n_2}{n_1} ; \frac{S_1 B}{S_2 B} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \triangle S_1 S S_2 \sim \triangle S_1 A B \Rightarrow$$

$$S_1 S = \alpha \cdot \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \Rightarrow S S_2 = S_1 S \cdot \tan \alpha \approx S_1 S \cdot \alpha = \alpha \cdot d \cdot \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) =$$

$$= 7 \text{ см}$$

Ответ: 7 см

3) ~~При каких граних призмы~~ ~~изображены~~ ~~на изображении можно пренебречь~~ ~~на величину~~ ~~на горизонтальную~~



Так как угол мал, то
 $S_1 A \approx S_1 B; S A \approx S B; S_2 A \approx S_2 B$

Так как толщина этой
призмы мала, её высота и

границы по горизонтали можно пренебречь:



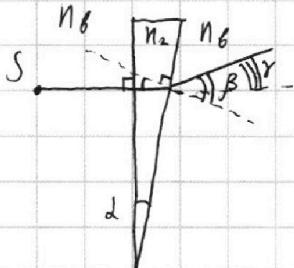
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

N5

1)



При нормальном падении на поверхность не преломляется \Rightarrow
преломление только на правой
поверхности. Угол падения $= d$
(углы со взаимно перпендикулярными
сторонами равны) \Rightarrow

По закону синусов: $n_2 \sin d = n_1 \sin \beta$.

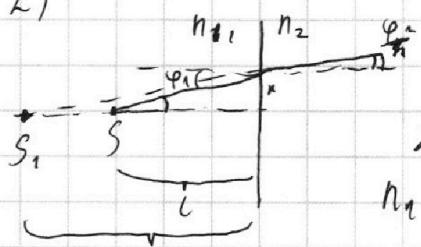
Углы d и β малые, \Rightarrow для них первое приближение
 $\sin d \approx d$; $\sin \beta \approx \beta \Rightarrow$

$$\beta = n d$$

Искомый угол отклонения $\gamma = \beta - d = d(n-1) =$
 $= 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ rad}$

Ответ: $0,07 \text{ rad}$

2)



При преломлении на тонкой поверхности
под малыми углами:

закон синусов:

$$n_1 \cdot \sin \varphi_1 \approx n_1 \cdot \tan \varphi_1 = n_2 \tan \varphi_2 \approx n_2 \cdot \sin \varphi_2 \Rightarrow$$

$$\frac{n_1 \cdot x}{l} = \frac{n_2 \cdot x}{l_1} \Rightarrow l_1 = \frac{n_2}{n_1} l \Rightarrow \text{изображение}$$

изображение отдаляется от левой поверхности в $\frac{n_2}{n_1}$ раз. \Rightarrow

После первого изображения преломление изображение
отдаляется от левой поверхности в $\frac{n_2}{n_1}$ раз, затем после
2-го преломления приближается к правой поверхности в $\frac{n_2}{n_1}$ раз.

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

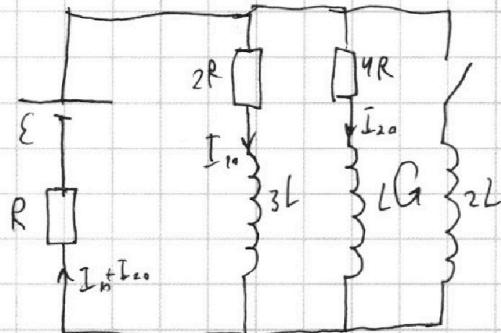
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$E = 2RI_{10} + RI_{10} + RI_{20}$$

$$E = 4RI_{20} + RI_{10} + RI_{20}$$

$$E = 3RI_{10} + RI_{20}$$

$$E = 5RI_{20} + RI_{10}$$

$$3E = 15RI_{20} + 3RI_{10}$$

$$2E = 14RI_{10}$$

$$I_{10} = \frac{E}{7R}$$

$$E - \frac{dI}{dt} \cdot 2L = \frac{3}{4} R E$$

$$\frac{2}{4} \frac{E}{L}$$

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

$$2L(I_{3K} - I_{3H}) - L(I_{2K} - I_{2H}) = g \cdot 4R$$

$$2L \frac{g}{R} - L \frac{E}{4R} = g \cdot 4R$$

$$\frac{13}{4} \frac{L}{R} E = g \cdot 4R \quad g = \frac{13}{28} \frac{L}{R} E$$

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

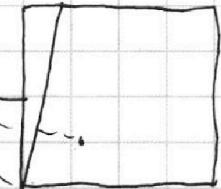
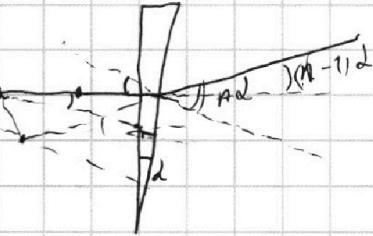
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$\begin{array}{r} 79 \\ \times 99 \\ \hline 711 \\ 553 \\ \hline 6299 \end{array}$$

114 - 45, 7
79

a + h



$\Delta y =$

$$\frac{190 + 14}{14} =$$

110

$$(a \cdot 1, 7 - a \cdot \frac{14}{14} \cdot \frac{14}{14}) \cdot 0,1$$

$$\frac{17}{10} - \frac{14}{14} = \frac{238 - 170}{140}$$

$$= \frac{17 \cdot 4}{14 \cdot 10} = \frac{17}{350} a$$

#

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 68 \\ 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

45, 4

$$\frac{17a + h}{350}$$

0, 05 a

$$\frac{a+h}{1,4}$$

$$\frac{69}{1,4}$$

$$\frac{320}{7}$$

$$\frac{320 + 69}{7} \cdot 0,05 a$$

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!

$$1) d = V' = k = \frac{2 \cdot 6 \frac{m}{c}}{8c} = \frac{0,75}{3,25} \frac{m}{c^2}$$

$$N =$$

$$0,6 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3 = 1,8 =$$

$$F \Delta A = F d u$$

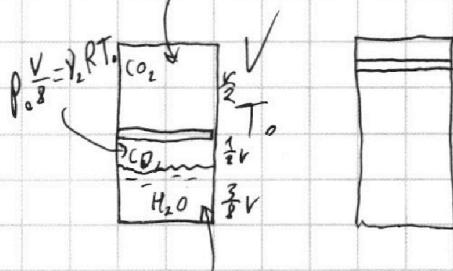
$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{Fd\alpha}{dt} = FV = \frac{2}{5}$$

$$P - FV_k = F_k V_k = 6 \text{ kH}$$

$$\frac{3,25}{240}$$

$$m \ddot{a}_x = \cancel{F_0} \frac{P}{V_0} - F_0 = \frac{1300}{650} = \frac{1300}{780,00}$$

$$F_i = \frac{P}{V_0} - ma = \frac{6000 \text{ Pa}}{25} - 2000 \cancel{1200} = 180$$



$$P_2 \left(\frac{V}{2} + \Delta V \right) = (\gamma_2 + k P_0 \frac{3}{8} V) RT$$

$$P_{\text{new}} \left(\frac{V}{2} + \Delta V \right) = P_i RT = 120$$

$$120 \text{ H} \cdot 20 =$$

$$\frac{3,73}{8,3} = \frac{2984}{30659} \approx 3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Pa}}{\text{mol}}$$

$$\frac{2400}{6000} = \frac{4}{10} = 40\%$$

$$\frac{45}{4} \cdot \frac{P}{kRT} = P_0 = \frac{25}{36} P_{\text{new}}$$

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{\frac{V}{2}}{\frac{V}{8}} = 4 \quad k_0 = 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \text{К} \text{а}}$$

$$k P_0 \frac{3V}{8}$$

$$P \frac{V}{8} = \gamma_1 RT$$

$$P \frac{V}{2} = (\gamma_2 + k P_0 \frac{3V}{8}) RT$$

$$\gamma_1 = \frac{PV}{8RT}$$

$$\gamma_1 = \frac{3k P_0 RT}{P}$$

$$\frac{\gamma_2 + k P_0 \frac{3V}{8}}{\gamma_1} = 4 = \frac{1}{4} + \frac{k P_0 \frac{3V}{8}}{P \gamma_1} = \frac{1}{4} + \frac{k P_0 \frac{3V}{8}}{P \gamma_1}$$

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

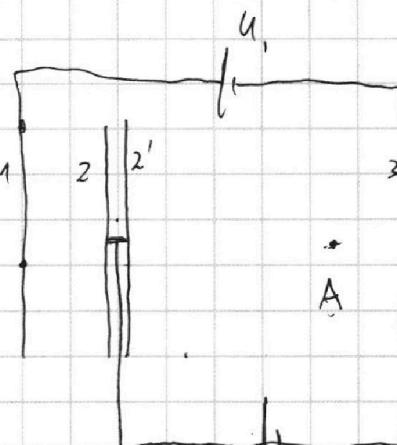
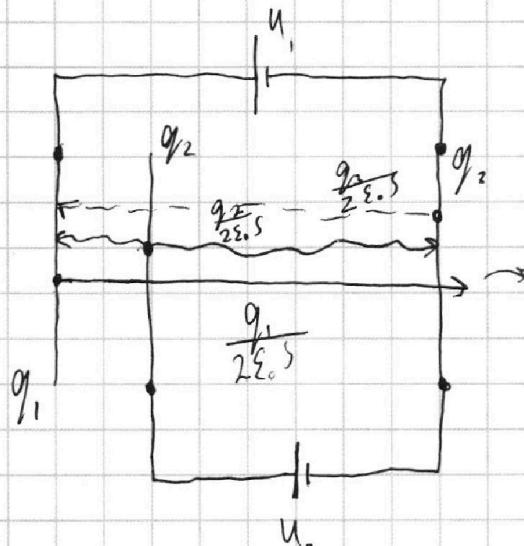
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$\varphi_1 - \varphi_3 = \frac{q}{3}d - \frac{q_1}{2\epsilon_0 s} - \frac{q}{3}d \frac{q_2}{2\epsilon_0 s} +$$

$$+ \frac{d q_2}{2\epsilon_0 s} - \frac{d q_2}{3 2\epsilon_0 s} =$$

$$= \frac{2d}{3 2\epsilon_0 s} (2q_1 - 2q_3 + q_2) = 5U$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = \frac{d(q_1 + q_2)}{2\epsilon_0 s} - \frac{dq_3}{2\epsilon_0 s} = \frac{d}{2\epsilon_0 s} (q_1 + q_2 - q_3) \cdot U$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2q_1 + q_2 - 2q_3 = \frac{15U\epsilon_0 s}{d} \\ q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2U\epsilon_0 s}{d} \\ q_1 + q_2 + q_3 = 0 \end{array} \right.$$

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

$$ma = qE = \frac{qU}{d}$$

$$a = \frac{qU}{dm}$$

$$\frac{120}{300} \frac{U_0}{100}$$

$$\begin{cases} q_3 = -\frac{U\epsilon_0 s}{d} \\ 2q_1 + q_2 = \frac{13U\epsilon_0 s}{d} \\ 2q_1 + 2q_2 = \frac{2U\epsilon_0 s}{d} \end{cases}$$

$$q_2 = -\frac{11U\epsilon_0 s}{d}$$

$$q_1 = \frac{12U\epsilon_0 s}{d}$$

$$K_3 + \varphi_3 \cdot q = K_2 + \varphi_2 \cdot q \Rightarrow$$

$$K_3 - K_2 = (\varphi_2 - \varphi_3) q = U q$$