



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

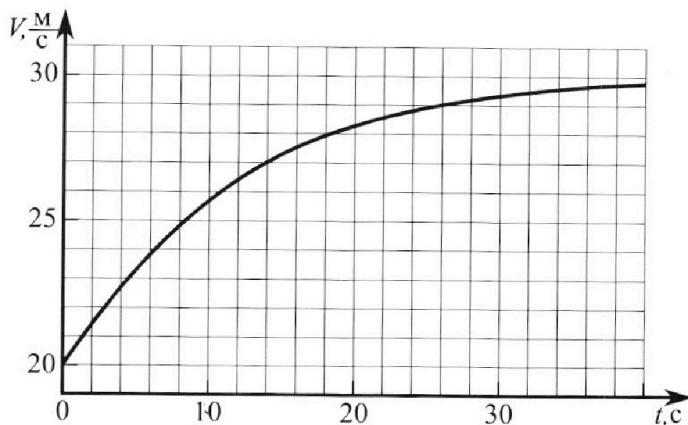


Вариант 11-02

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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 300$ 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 $F_k = 405$ Н.

- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости $V_1 = 27$ м/с.
- 2) Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1 .
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости V_1 ?



Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

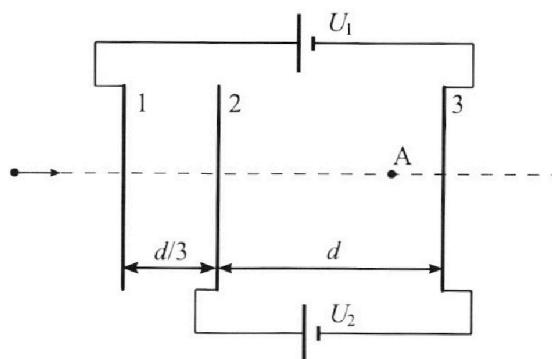
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/6$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p w$. 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 $R T \approx 3 \cdot 10^3$ 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 конечное давление в сосуде P . 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 $U_1 = 2U$ 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 $2d/3$ от сетки 2.



**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

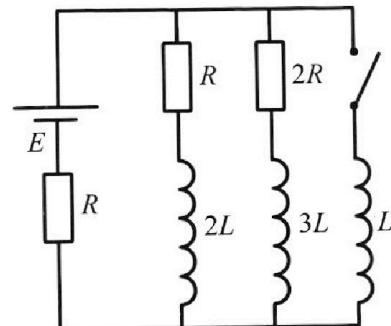
Вариант 11-02

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

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

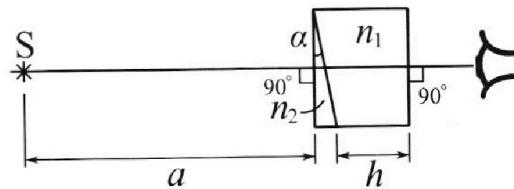
- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

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 $n_{\text{в}} = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 200$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,8$, $n_2 = 1,6$, 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!

Теперь решим вторую задачу Несущая
для помощника с помощником для
помощника времени, когда старший помо-
щником равен α_1

$$Ox: M_d = F_T(1) - F_c(\alpha) - \text{один силовой}$$

$$M_{d1} = F_{T1} - F_{c1}$$

$$F_{T1} = \frac{P}{\alpha_1} = \frac{F_K \cdot \alpha_K}{\alpha_1}$$

$$P = \alpha_1 \cdot F_{T1}$$

$$F_{c1} = F_{T1} - M_{d1} = \frac{F_K \cdot \alpha_K}{\alpha_1} - M_{d1} = \frac{405 \text{Н} \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{24 \frac{\text{м}}{\text{с}}} -$$

$$- 300 \text{кн} \cdot 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 450 \text{Н} - 90 \text{Н} = 360 \text{Н}$$

$$3) F_T P = F_{T1} \cdot \alpha_1 = (F_{c1} + M_{d1}) \cdot \alpha_1 = \underbrace{F_{c1} \cdot \alpha_1}_{P_{c1}} +$$

+ $M_{d1} \cdot \alpha_1$. Первое слагаемое как раз и
отвечает за момент времени, который идёт на
преобразование силы сопротивления флангов.

$$\frac{P_{c1}}{P} - K = \frac{F_{c1} \cdot \alpha_1}{P} = \frac{F_{c1} \cdot \alpha_1}{F_K \cdot \alpha_K} = \frac{360 \text{Н} \cdot 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{405 \text{Н} \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{36}{45} = \frac{4}{5} =$$

$= 0,8 = 80\%$, где K - остаток момента времени, когда
идёт на преобразование силы сопротивления к концам полуколца

$$\text{Ответ: 1)} \alpha_1 = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; 2) F_{c1} = 360 \text{Н}; 3) K = 0,8$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input 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) Для изображения ускорения воспользуемся
графиком из условия.

$a = \frac{dv}{dt} = f(v) = f'(v)$, ускорение постоянное
при $v = v_0 + 2 \frac{m}{s}$ будем являемся тангенс
угла наклонения, проведённой к графику
при v концу, где $v = v_0 + 2 \frac{m}{s}$
 $\operatorname{tg} \alpha = \frac{3 \frac{m}{s}}{10 s} = 0,3 \frac{m}{s^2} = a_0$

2)

Под силой F_c понимается сила сопротивления
движению движущимся в какой-то момент
времени. То есть это сумма всех сил, мешающих
движению движущимся

Запишем первое уравнение Ньютона для
движущимся в некоторый момент времени
(условие $\alpha = 0$), что это касательная сила
из графика видно, что сила сопротивления движущимся
имеет супротивность к $(F_k = 30 \frac{N}{s})$, $a = 0$

$F_c = F_k$. Тогда сила сопротивления
движущимся $- P$, тогда

$$P = F_k \cdot (v_k); \quad P = F_t(v) \cdot (v); \quad F_t(v) = \frac{P}{v}$$

$$\text{Ox: } F_k = F_{T_k} = \frac{P}{v_k}; \quad P = F_k \cdot v_k = 405 N \cdot 30 \frac{m}{s}$$

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!

N2

1)

N_2	T_0
\bar{V}_m	
T_0	CO_2
$\frac{V}{4}$	40

P	$4T_0/3$
$4T_0/3$	P
$\bar{V} - \Delta \bar{V}$	
$\frac{V}{4}$	40

$$RT = \frac{4}{3} RT_0 = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$RT_0 = \frac{9}{4} \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

\bar{V} - полное количество
 CO_2 , $\Delta \bar{V}$ - растворённое
количество CO_2

$$\Delta \bar{V}_{\text{вн}} = K p \frac{V}{4} = K (\bar{V} - \Delta \bar{V}) RT_0 \frac{V}{4} : K (\bar{V} - \Delta \bar{V}) RT_0$$

$$\text{Заменим ур-ие } \frac{V}{4} \text{ на } \frac{V}{4} \text{ множества - близнейшее
для двух частей } \frac{V}{4} \text{ суть}$$

$$\Delta \bar{V} (1 + KRT_0) = K \bar{V} RT_0$$

$$\Delta \bar{V}_0 = \bar{V} \frac{KRT_0}{1 + KRT_0}$$

$$(\bar{V} - \Delta \bar{V}) RT_0 = P_0 \frac{V}{4}$$

$$\bar{V} RT_0 = P_0 \frac{V}{2}; \Delta \bar{V}_0 =$$

При давлении водяного пара при T_0 можно
принять, что и влагой она имеет газодиаграмму

Молекулы H_2O тоже можно принять

$\frac{\bar{V}_N}{\bar{V} - \Delta \bar{V}_0} = 2$, если растворённый умножить

тогда не учитывать.

$$\frac{\bar{V}_N}{\bar{V} (1 - \frac{KRT_0}{1 + KRT_0})} = 2$$

$$\frac{\bar{V}_N}{\bar{V}} = 2 \left(1 - \frac{KRT_0}{1 + KRT_0} \right) = 2 \left(1 - \frac{0,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{9}{4} \cdot 10^3}{1 + 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{9}{4} \cdot 10^3} \right) = \\ = 2 \left(1 - \frac{24}{49} \right) = 2 \cdot \frac{20}{49} = \frac{40}{49}, \text{ если учитывать}$$

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 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!

расширенный ученый газ

2) При температуре $T = \frac{4T_0}{3} = 373 K$, давление
космического пара $P_{\text{кос}} = P_{\text{ATM}}$ (от космической
ш.к. выше подача если вода)

$$P \cdot \frac{V}{6} = D_n RT$$

$$(P - P_{\text{ATM}}) \frac{\gamma}{72} V = (D - \Delta D) RT = D \left(1 - \frac{KRT}{7 + KRT}\right) RT$$

$$\frac{(P - P_{\text{ATM}}) \frac{\gamma}{72} V}{P \cdot \frac{V}{6}} = \frac{D}{D_n} \cdot \left(1 - \frac{KRT}{7 + KRT}\right) = \frac{D}{D_n} \frac{7}{7 + KRT} = \frac{47}{40} \cdot \frac{1}{7 + K}$$

$$= \frac{47}{40} \cdot \frac{1}{7 + 0,6 \cdot 70} = \frac{47}{40} \cdot \frac{1}{7 + 42} = \frac{47}{40} \cdot \frac{1}{49} = \frac{47}{40} \cdot \frac{1}{7} = \frac{47}{40} \cdot \frac{10}{28} = \frac{47}{40} \cdot \frac{5}{14} = \frac{47}{112}$$

$$\left(\frac{P - P_{\text{ATM}}}{P}\right) \cdot \frac{\gamma}{2} = \frac{47}{112}$$

$$1 - \frac{P_{\text{ATM}}}{P} = \frac{94}{112 \cdot 4}$$

$$\frac{P_{\text{ATM}}}{P} = 1 - \frac{94}{112 \cdot 4} = \frac{112 \cdot 4 - 94}{112 \cdot 4} = \frac{680}{484}$$

$$P = \frac{484}{680} P_{\text{ATM}}$$

$$\text{Ответ: 1)} \frac{D_n}{D - \Delta D} = 2 ; 2) P = \frac{484}{680} P_{\text{ATM}}$$

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

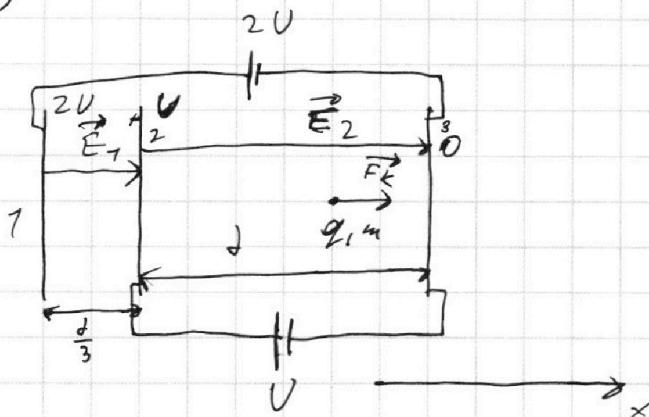
МФТИ



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

№3

1)



Систему можно представить как систему из 3-ех конденсаторов
изображенных ~~пометку~~ $E(\cdot)$ давшим же

$$E = -\frac{d\varphi}{dr} \quad \text{или}$$

$$E_1 = \frac{2U - U}{\frac{d}{3}} = \frac{3U}{d}$$

$$E_2 = \frac{U - 0}{\frac{d}{2}} = \frac{U}{d}$$

тогда Запишем 2-ой закон Ньютона на ось Ox

$$Ox: m\ddot{x} = kE_2 q$$

$$d = \frac{E_2 q}{m} = \frac{Uq}{m}$$

$$2) M \frac{\omega_0^2}{2} = M \frac{(\omega_1)^2}{2} + Vq \quad \text{из Закона сохранения энергии}$$

$$M \frac{\omega_0^2}{2} = M \omega_1^2 K_3 + 0q$$

$$K_3 = M \frac{\omega_0^2}{2}$$

$$\omega_2 = M \frac{\omega_0^2}{2} - Vq$$

$$\omega_3 - \omega_2 = Vq$$

$$3) M \frac{\omega_0^2}{2} = q \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{3} + \frac{M(\omega_1)^2}{2} \quad \frac{M\omega_1^2}{2} = \frac{M\omega_0^2}{2} - \frac{Vq}{3}$$

$\downarrow q \cdot \varphi_A$

$$\omega_1 = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{2Vq}{3M}}$$



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 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!

Однажды: 1) $d = \frac{Uq}{m_2}$; 2) $K_3 - K_2 = Uq$; 3) $U' = \sqrt{U_0^2 - \frac{2Uq}{3m}}$

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

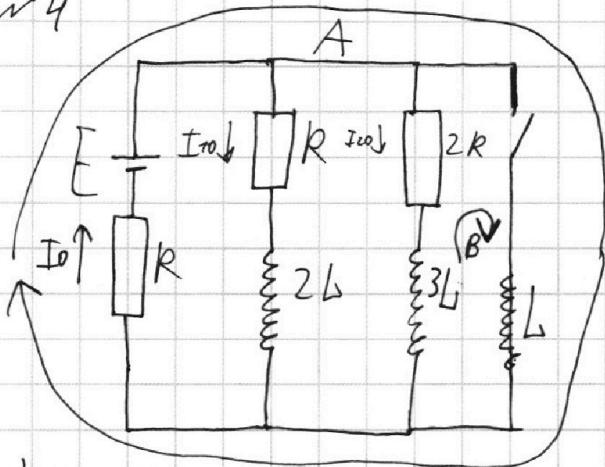
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

№ 4



1) Когда ключ K разомкнут и ток установился
в цепи, то катушки ведут себя как
пробода. Значит схема будет иметь вид

$$R_T = \frac{2R \cdot R}{2R + R} \quad \left(\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} \right)$$
$$R_{\text{total}} = R + \frac{2R^2}{3R} = R + \frac{2}{3}R = \frac{5}{3}R$$
$$I_0 = \frac{E}{R_{\text{total}}} = \frac{3}{5} \frac{E}{R}$$

$$I_{20} \cdot 2R = I_{10} \cdot R$$

$$I_{20} + I_{10} = I_0$$

$$2I_{20} = I_{10}$$

$$3I_{20} = I_0 = \frac{3}{5} \frac{E}{R}$$

$$I_{20} = \frac{E}{5R}$$

2) Сразу после замыкания ключа ток в
цепи ещё не успел установиться, но У
кото ~~исчезает~~ катушек уже появилось
эДС самоиндукции. Заменим правило
Кирхгофа для катушки A

$$A: E - L \frac{dI}{dt} = I_0 R = \frac{3}{5} \frac{E}{R} R = \frac{3}{5} E$$

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!

$$L \frac{dI}{dt} = \frac{2}{5} E$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{2E}{5L}$$

3) Запишем правило Кирхгофа для катушки
B в начальный момент времени

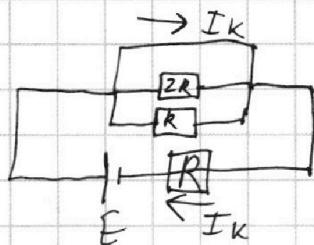
$$-L \frac{dI}{dt} - 3L \frac{dI_2}{dt} = I_2 R$$

Повторно запишем правило Кирхгофа для
катушки B в произвольный момент времени

$$-L \frac{dI}{dt} - 3L \frac{dI_2}{dt} = I_2 R / dt$$

$$-L dI - 3L dI_2 = \underbrace{I_2 dt \cdot R}_{dq_2}$$

- $L dI - 3L dI_2 = dq_2 R$ (1) В катушке A будет установив-
шийся ток I_K , где ток постоянный и неёт
ко катушке A и равен $I_K = \frac{E}{R}$, будем
также использовать схему



- из схемы видно, что ток будет
меньше только из катушки A.

► Пронумеруем формулы (1)

$$-L(I_K - 0) - 3L(0 - I_{20}) = q_2 R$$

$$-L \frac{E}{R} + 3L \cdot \frac{E}{5R} = q_2 R$$

$$q_2 R = -\frac{2}{5} \frac{LE}{R}; q_2 = -\frac{2}{5} \frac{LE}{R^2}$$

$$\text{Ответ: 1) } I_{20} = \frac{E}{5R}; 2) \frac{dI}{dt} = \frac{2E}{5L}; 3) q_2 = -\frac{2}{5} \frac{LE}{R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



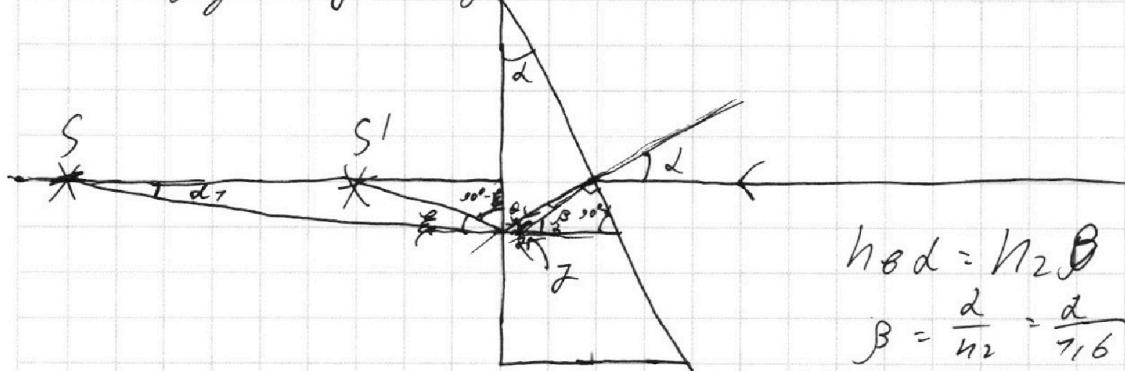
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

2)

Установите падение изодромии, полученной
множеством из градусов



$$h_2 d = n_2 \theta$$

$$\theta = \frac{d}{n_2} = \frac{d}{7,6}$$

$$\alpha = 180^\circ - \theta$$

$$\alpha + \theta + \beta = 180^\circ$$

$$180^\circ - \alpha + \theta + \frac{\alpha}{n_2} = 180^\circ$$

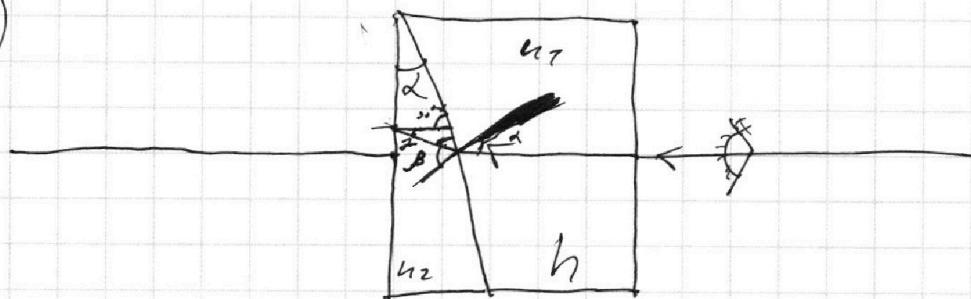
$$\theta = \alpha \left(1 - \frac{1}{n_2} \right) = \alpha \frac{n_2 - 1}{n_2}$$

$$n_2 \theta = h_2 \xi$$

$$\xi = \alpha (n_2 - 1)$$

тако

3)



$$h_1 \sin \alpha = h_2 \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{h_1}{h_2} \sin \alpha$$

$$\theta = 0,2 \text{ д}$$

$$\beta = \frac{h_1}{h_2} \alpha = \frac{7,8}{7,6} \alpha = \frac{9}{8} \alpha \times$$

$$\alpha = \beta - \theta = \left(\frac{h_1}{h_2} - 1 \right) \alpha$$

$$\alpha + 90^\circ - \beta + (180^\circ - 90^\circ + \alpha) = 180^\circ \quad h_2 \sin \beta = h_2 \theta$$

$$\theta = h_2 \left(\frac{h_1}{h_2} - 1 \right) \alpha = (h_1 - h_2) \alpha$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



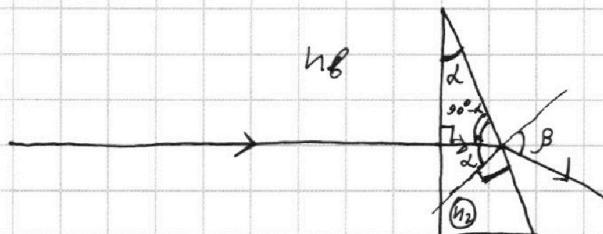
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

№5

7)



с ходом луча

Постройте изображение на рисунке

$$n_2 \sin \alpha = n_8 \sin \beta$$

$$\sin \alpha \approx \alpha \text{ (рад)}$$

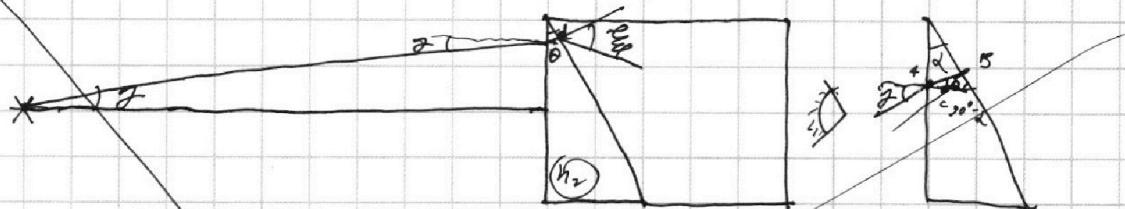
$$n_2 \alpha = n_8 \sin \beta$$

$$1,6 \cdot 0,05 = 1 \cdot \sin \beta; \sin \beta = 0,08; \sin \beta \approx \beta = 0,08 \text{ радиан}$$

и.к. угол β - малый

Ответ: $\beta = n_2 \alpha = 0,08 \text{ радиан}$

2)



ΔABC

$$\theta + 780^\circ - \alpha + \beta = 780^\circ$$

$$\sin \beta = n_2 \sin \theta$$

$$\beta = 7,6^\circ$$

$$\beta = \alpha - \theta$$

$$n_2 \beta = n_8 \theta$$

$$1,6 \alpha - 7,6^\circ = \theta$$

$$1,6 \alpha - \beta = \theta$$



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"/> |

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

МФТИ



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

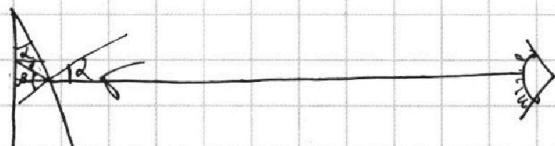
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

2)



$$n_B \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n_2} = \frac{\alpha}{7,6}$$

$$\beta = \frac{\alpha}{7,6}$$

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!

$$F\ell = P$$

$$F_{\text{жгт}} \cdot 30 \frac{m}{c} = X$$

$$F_T = F_T \cdot \ell = F_C$$

$$F_C = \frac{P}{\ell_{\text{жгт}}}$$

$$P = F_C \cdot \ell_{\text{жгт}} = 30 \frac{m}{c} \cdot 405 \text{H}$$

$$P = F \cdot \ell_1 = 30 \frac{m}{c} \cdot 405 \text{H} = 27 \frac{m}{c} \cdot F$$

$$F$$

$$\frac{405 \cdot 30}{27} = \frac{405 \cdot 10}{9} = 45 \cdot 10 = 450$$

$$\begin{array}{r} 405 \\ - 36 \\ \hline 45 \end{array}$$

$$300 \cdot 0,3 = 30 \cdot 3 = 90$$

$$\begin{array}{r} 27 \\ \times 2 \\ \hline 54 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 2 \\ \hline 90 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ \times 2 \\ \hline 14 \end{array}$$

$$P = F_T \cdot \ell_1 + P = F_C \cdot \ell_1 + F_p \cdot \ell_1$$

$$0,6 \cdot 70 \cdot 3 = 7,8$$

$$\begin{array}{r} 360 \cdot 27 \\ \hline 405 \cdot 30 \end{array} = \frac{360 \cdot 2}{405 \cdot 10} = \frac{36 \cdot 7}{45 \cdot 1} = \frac{36}{45} = \frac{4}{5}$$

$$R \frac{0,6 \cdot 700}{1+700 \cdot 0,01} = \frac{60}{61} = \frac{10}{11}$$

$$\frac{10}{11} = 0,909$$

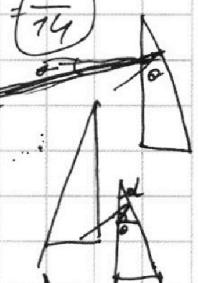
$$P = PV = DRT$$

$$K P \frac{V}{4} = 10$$

$$\Delta DRT = P \cdot \frac{V}{4}$$

$$K \frac{DRT \cdot 2V}{2 \cdot 42} = 10$$

$$(D - \Delta D)RT = P \frac{V}{4}$$



$$K P \frac{V}{4} = 10$$

$$\frac{K V R T}{2} = \Delta D$$

$$K P \frac{V}{4}$$

$$0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 7 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 1 \text{ K}^3$$

ΔD

$$K \frac{(D - \Delta D)RT}{4} = \Delta D \quad \bar{K}(D - \Delta D)RT = \Delta D$$

$$KRT = \Delta D(14KRT)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

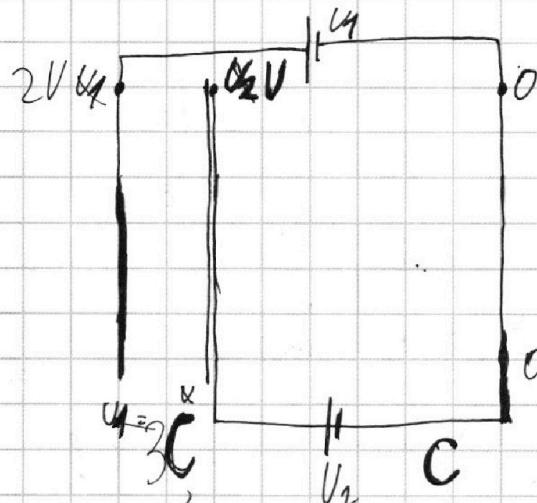
решение которой представлено на странице:



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



$$L \gg J$$

$$\frac{0}{2\epsilon_0} = E$$

$$CV = q$$

$$7 \sin \frac{7.6Q}{7.2} = K$$

$$3 \frac{\epsilon_0 \epsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{\epsilon_0 \epsilon_0 S}{d}$$

$$\frac{3U}{2J}$$

$$CV = q$$

$$\frac{q}{2\epsilon_0 \epsilon_0} = \frac{CV}{2\epsilon_0 \epsilon_0} E = \frac{3 \frac{\epsilon_0 \epsilon_0 S}{d} U}{2\epsilon_0 \epsilon_0} E = \frac{3U}{2J} E$$

$$-L \frac{dI}{dt}$$

$$+ L \frac{dI_2}{dt} = I_2 R$$

$$dI_2 - L dI + L dI_2 = I_2 \underbrace{dR}_{dq}$$

$$-L(I_1 + I_2) - I_2 E = L \frac{dI_2}{dt} = I_1 R + I_2 R$$

$$E - L \frac{dI_3}{dt} = I_3 R$$

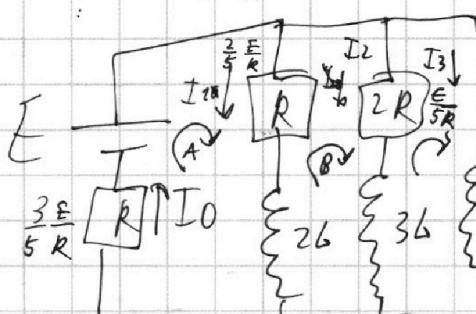
$$+ 2L \frac{dI_1}{dt} - 3L \frac{dI_2}{dt} = I_2 \cdot 2R - I_1 \cdot R$$

$$3L \frac{dI_2}{dt} - L \frac{dI_3}{dt} = -I_3 R$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{2E}{3L}$$

$$\frac{E}{R} \cdot \frac{5L}{2\epsilon_0} = t$$

$$\frac{5L}{R} = t$$



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

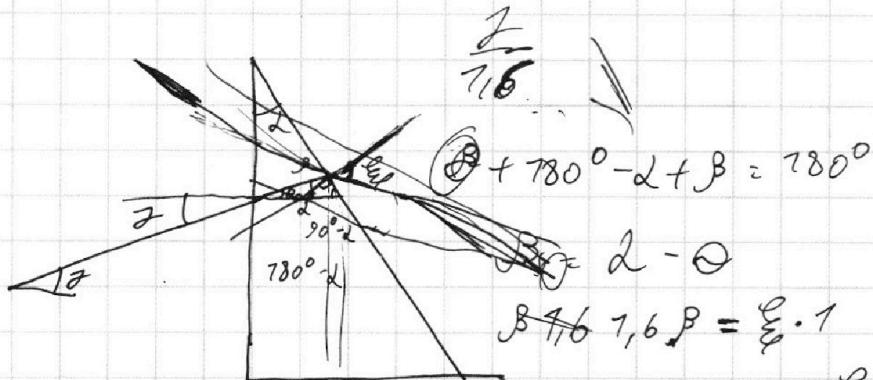
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- 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

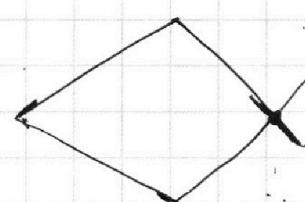
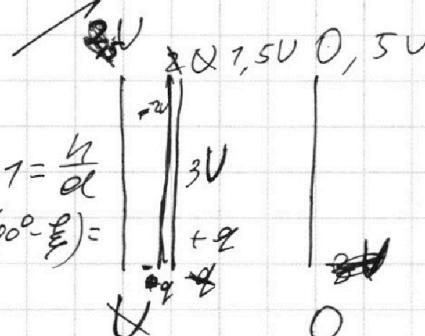
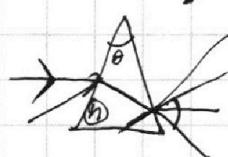
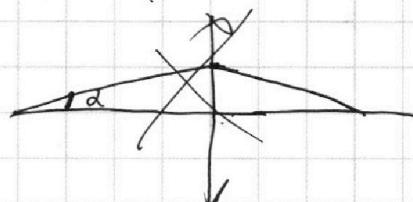


$$d + \theta f = h$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{h}$$



$$\frac{1}{R}$$



$$\text{tg} d_1 = \frac{h}{d}$$

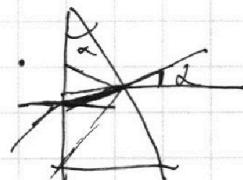
$$\text{tg} \beta (60^\circ - \frac{\alpha}{2}) =$$

$$= \frac{x}{h} =$$

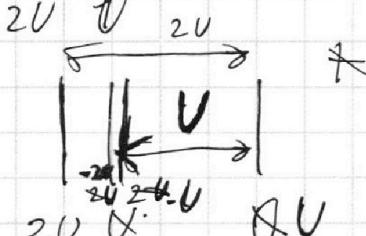
2V



0

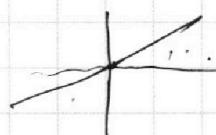


$\frac{d}{1,6}$



$$\frac{E}{E_0} = \frac{d}{d_0} = \frac{2}{2} = 1$$

$E = 1$



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

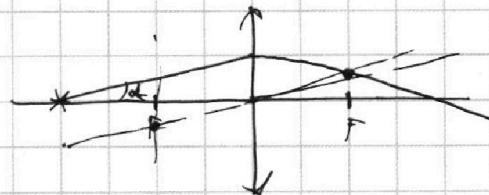
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



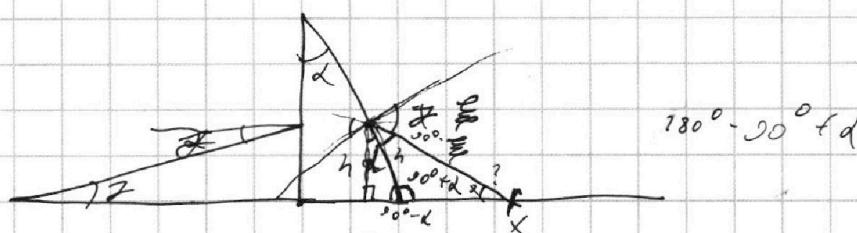
$$\frac{\theta}{x} = \frac{90^\circ}{\frac{\pi}{2}}$$

$$\frac{\alpha + 90^\circ}{2h} = \frac{\frac{\pi}{2}}{2h} = \frac{\alpha}{x} \quad x = \frac{2h\alpha}{\pi}$$

$$\frac{\alpha}{R} = \frac{2h\alpha}{\pi d} = \frac{2h}{\pi R}$$

$$\frac{1}{R_1} = \frac{2h\alpha}{\pi d}$$

$$\frac{\pi}{2h} = \frac{1}{R_1} = \frac{1}{R} \quad \frac{\pi}{2h} = \frac{1}{R} + \frac{1}{f} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{R} - \frac{\pi}{2h} = \frac{3}{200} = \frac{1}{6}$$



$$\epsilon = 0,08 - 0,07,67$$

$$\tan \alpha/2 = \frac{h}{d}$$

$$h = d \alpha/2$$

$$\frac{x}{\sin(90^\circ - \epsilon)} = \frac{h}{\epsilon - d} \quad ? = \epsilon - d$$

$$x = \frac{\sin(90^\circ - \epsilon) h}{\epsilon - d} = \frac{h}{\frac{\epsilon - d}{\sin(90^\circ - \epsilon)}} = \frac{h}{\frac{\epsilon - d}{\cos(\epsilon)}} = \frac{h \cos(\epsilon)}{\epsilon - d}$$

$$= \frac{\alpha}{0,03 - 1,6} \cdot \frac{\alpha}{1,6}$$

$$= \frac{0,08 - 0,07,67 - 0,05}{0,03 - 1,6} =$$