

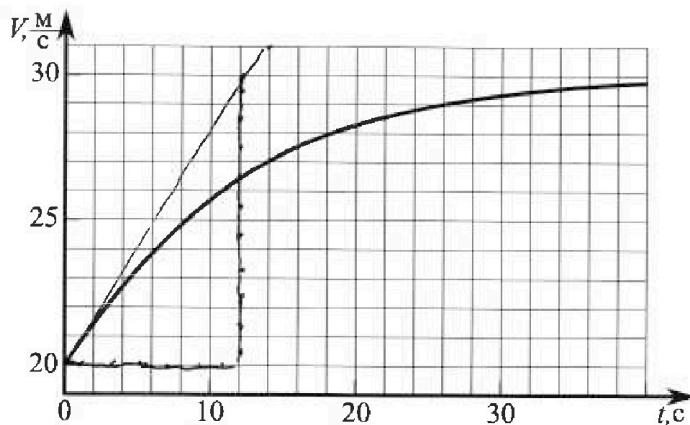
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

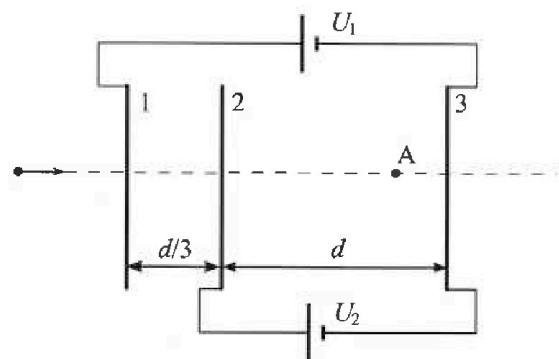
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный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



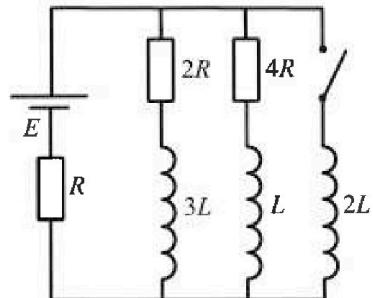
Вариант 11-04

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

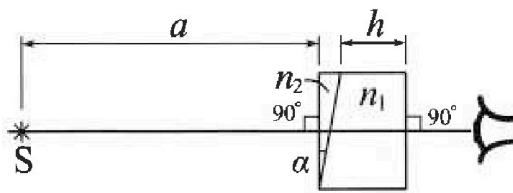
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установленся. Затем ключ замыкают.

- 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!

Задача 1.

1) По определению ускорение $a = \frac{dV}{dt}$, т.е.
изменение скорости по времени, что соответствует
tg угла наклона касательной к токке на
графике, где $V = 20 \frac{m}{s}$, $t = 0 \text{ с}$.

Считая квадратики, получаем $a = \frac{10 \text{ кв.} \cdot 1 \frac{m}{s}}{6 \text{ кв.} \cdot 2 \text{ с}} \approx$
 $\approx \frac{5}{6} \frac{m}{s^2}$

2) При $t \rightarrow \infty V \rightarrow 30 \frac{m}{s}$; $V = \text{const} \Rightarrow a = 0$

При $V = \text{const}$ $F_{\text{comp}} = F_{\text{T2ru}}$

$F_{\text{T2ru}} = \frac{N}{V}$, где N - мощность, передаваемая
на колеса. $F_{\text{comp}} = \frac{N}{V} \Rightarrow N = F_{\text{comp}} \cdot V =$
 $= 200 \text{ Н} \cdot 30 \frac{m}{s} = 6000 \text{ Вт}$.

Тогда б.кн. момент времени:

$$F_{\text{T2ru}_0} - F_{\text{comp}_0} = m \frac{dV}{dt} \Rightarrow F_{\text{comp}} = F_{\text{T2ru}_0} - m \alpha$$

$$F_{\text{T2ru}_0} = N/V_0, \text{ где } V_0 = 20 \frac{m}{s}$$

$$F_{\text{comp}} = \frac{N}{V_0} - ma = \frac{6000}{20} - 240 \cdot \frac{5}{6} = \\ = 300 - 200 = 100 \text{ Н.}$$

3) N' - мощность, используемая на преодоление силы
сопротивления б. начальне движения.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

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

3) ~~N=const.~~

$$N' = f$$

$$N' = F_{\text{comp.}} \cdot V = 100 \text{ H} \cdot 20 = 2000 \text{ Bt}$$

$$\frac{N'}{N} = \frac{2000}{6000} = \frac{1}{3}$$

м/с

Ответ:

1) $\frac{5}{6} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) 100 Н

3) $\frac{1}{3}$.



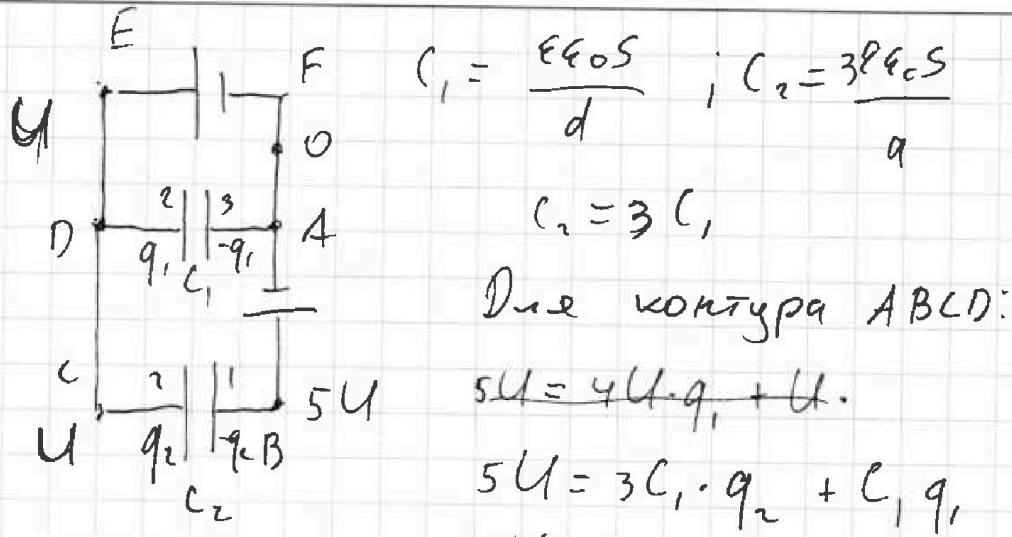
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



Две контура $EDAF$: $U = C_1 q_1 \Rightarrow C_1 = \frac{U}{q_1}$

$$\frac{5U}{4} \cdot q_1 = 3q_2 + q_1 \Rightarrow 4q_1 = 3q_2; q_1 = \frac{3}{4}q_2.$$

E После смены пластинами 2 3 $E_{23} = E_2 - E_3$.

~~$$E_{23} = \frac{3q_2}{8\epsilon_0} + \frac{3q_2}{8\epsilon_0} * \frac{-q_1}{2\epsilon_0} = \frac{1}{4} \frac{q_2}{\epsilon_0}$$~~

~~$$E_{23} = -E_1 + E'_2 + E_3. \cancel{\frac{U}{4}} = \cancel{\frac{q_2}{4\epsilon_0}}$$~~

~~$$q_2 = \cancel{\frac{4\epsilon_0 U}{4}}$$~~

На частицу действует總 силы. $qE = ma$

$$a = \frac{q}{m} \cdot \frac{1}{4} \frac{q_2}{\epsilon_0}$$

Найдем q_2 . $q_2 = 5U = E_1 \frac{d}{3} + E_2 \frac{d}{3} + E'_2 \frac{d}{3}$

$$-E_3 \left(d + \frac{d}{3}\right) = \frac{-q_2}{2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{3} + \frac{q_2}{2\epsilon_0} \frac{d}{3} + \frac{3}{4} q_2 \frac{d}{3} -$$

$$-\frac{3}{4} q_2 \cdot \frac{4}{3} d \Rightarrow 5U = -$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



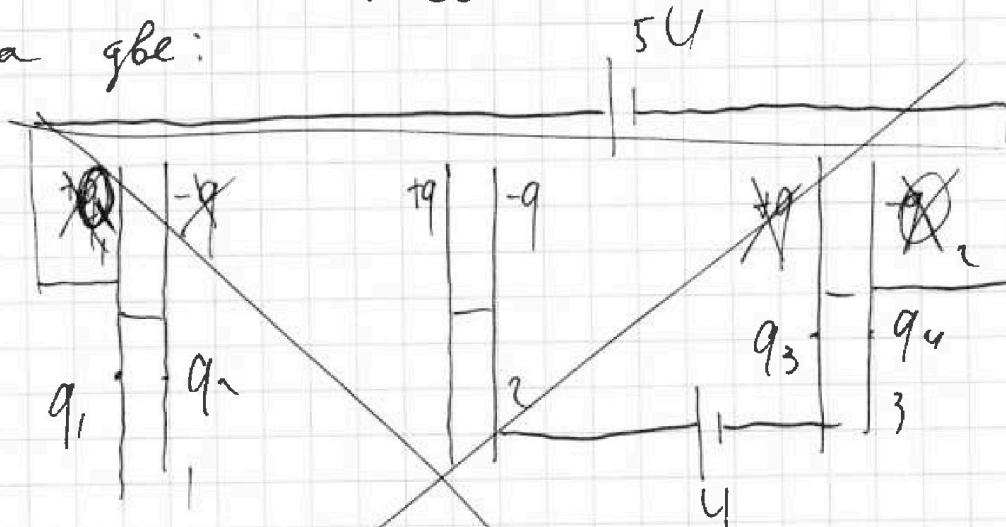
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

Задача 3.

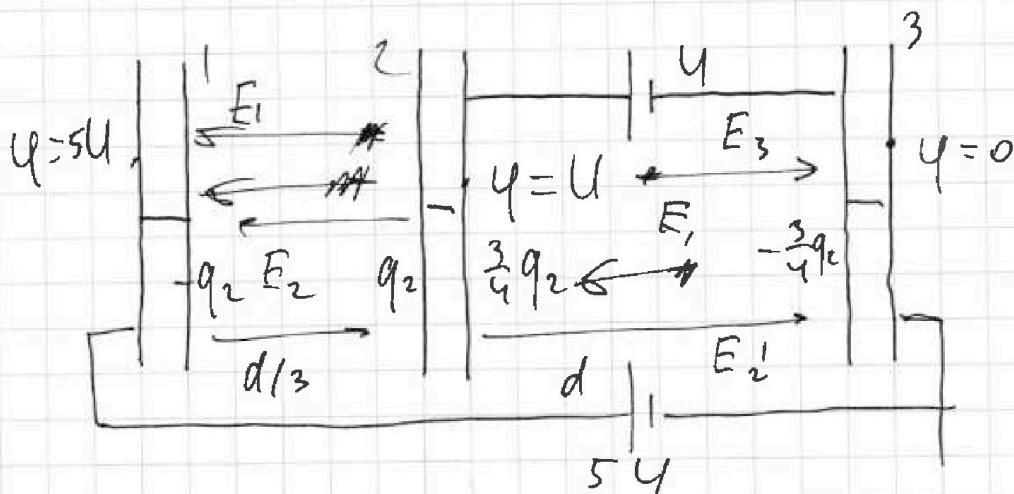
Максимум разделили провод и пластин
на две:



На пластине 2 $\sum q = 0$.

Пусть заряд на левой пл. = $+q$, на правой $-q$.

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 = 0$$



Данная схема эквивалентна следующей:

Найдем заряды пластин:



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!

$$\Delta I_{2L} = \frac{\epsilon}{R} - 0 = \frac{\epsilon}{R}$$

$$\text{Тогда } \Delta q_{4R} \cdot 4R = 2L \cdot \frac{\epsilon}{R} + L \cdot \left(-\frac{\epsilon}{7R} \right)$$

$$\Delta q_{4R} \cdot 4R = \frac{L\epsilon}{R} \left(2 - \frac{1}{7} \right) = \frac{13}{7} \frac{L\epsilon}{R}$$

$$\Delta q_{4R} = \frac{13L\epsilon}{28R^2}$$

Очевидно:

$$1) I_{10} = \frac{\epsilon}{7R}$$

$$2) i = \frac{? \epsilon}{7L}$$

$$3) \Delta q_{4R} = \frac{13L\epsilon}{28R^2}$$

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

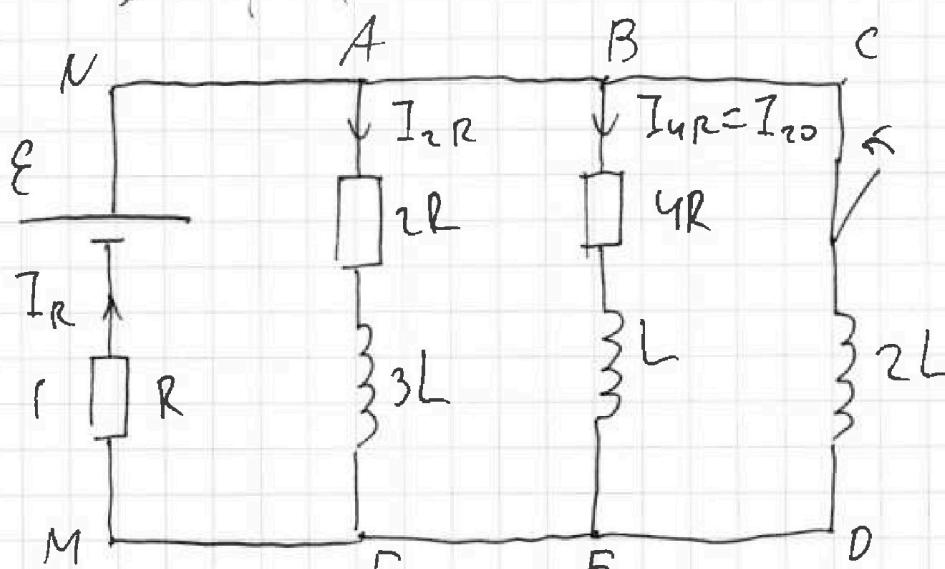
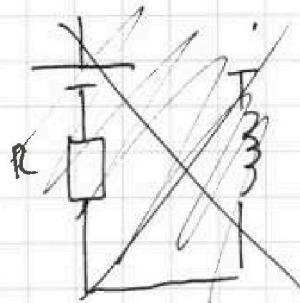
МФТИ



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

Задача 4.

1)



1) Решим уст. \Rightarrow катушки = провод

$$I_{4R} = I_{20}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E = I_{20} \cdot 4R + I_R \cdot R \\ I_R = I_{2R} + I_{20} \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{20} \cdot 4R = I_{2R} \cdot 2R \Rightarrow 2I_{20} = I_{2R} \\ I_R = I_{2R} + I_{20} \end{array} \right.$$

$$I_R = 3I_{20}$$

$$E = I_{20} \cdot 4R + 3I_{20} \cdot R = 7I_{20}R$$

$$I_{20} = \frac{E}{7R}$$



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 checked="" 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!

2) Ток в цепи не может изменяться мгновенно

$$\mathcal{E} = U_{2L} + I_R \cdot R$$

$$U_{2L} = U_{CD}$$

$$I_R = \frac{3}{7} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$\mathcal{E} = 2L\dot{I} + \frac{3\mathcal{E}}{7}; 2L\dot{I} = \frac{4}{7}\mathcal{E}$$

$$L\dot{I} = \frac{2\mathcal{E}}{7} \Rightarrow \dot{I} = \frac{2\mathcal{E}}{7L}$$

3) Рассмотрим контур BCDE и

проверь, можно ли решить:

$$I_{UR} \cdot 4R - L \frac{dI_{UR}}{dt} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt} \leftarrow \begin{array}{l} \text{"-", т.к. } \frac{dI_{UR}}{dt} \\ \text{отрицательно} \end{array}$$

$$0 \cdot I_{UR} \cdot 4R - L \Delta I_{UR} = 2L \Delta I_{2L}$$

Рассмотрим этот же контур в уст.
решение: $U_{2L} + U_L + I_{UR} \cdot R = 0$

$$I = \text{const} \Rightarrow U_{2L} = U_L = 0 \Rightarrow I_{UR} = 0$$

Аналогично в уст. решении $I_{2L} = 0$.

$$\Delta I_{UR} = 0 - I_{2L} = -\frac{\mathcal{E}}{7R}$$

Также в уст. решении $I = I_{2L} \cdot R \Rightarrow I_{2L} = \frac{\mathcal{E}}{R}$

также \rightarrow ток $I_{2L} = 0$ только на контуре NCDM



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

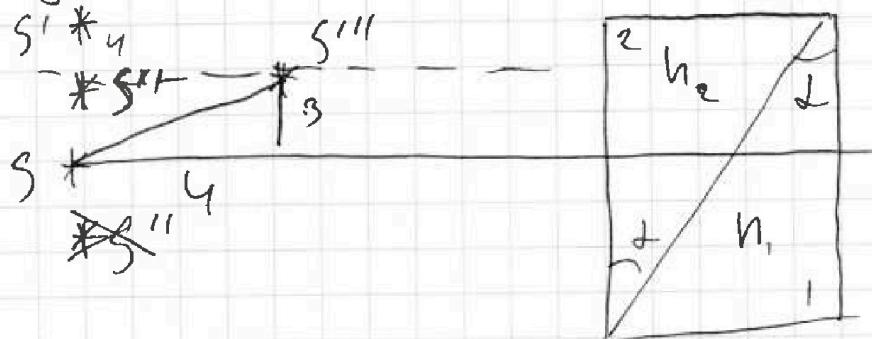
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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

МФТИ

Задача 5.

3). Разобьем призму на неподпогасимую
частицу шарикой 1 и призму с
углом α при основании.



Рассмотрим две треугольные призмы.

Пусть призма 2 - призма с n_2

призма 1 - призма с n_1 .

После пропадения призмы 2 линия скользит в точке S' , она будет движением предметом для шарика 1.

Затем аналогично линии скользят в точке S'' , $S'S'' = a \cdot \varphi$, где φ - угол отклонения
 $\varphi = \alpha(n_1 - 1) = 0,1 \cdot 0,4 = 0,04$; $S'S'' = 4 \text{ см}$

Теперь рассмотрим следующую систему:
шарик + призма.

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

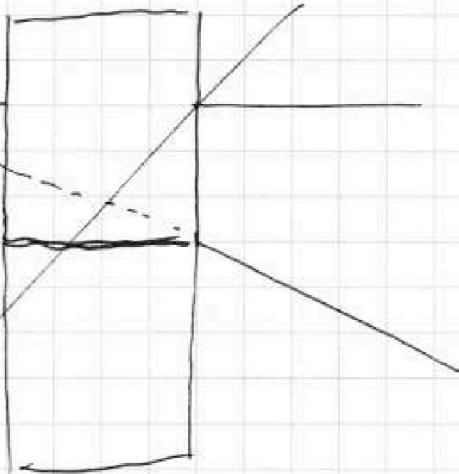
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5 проф.

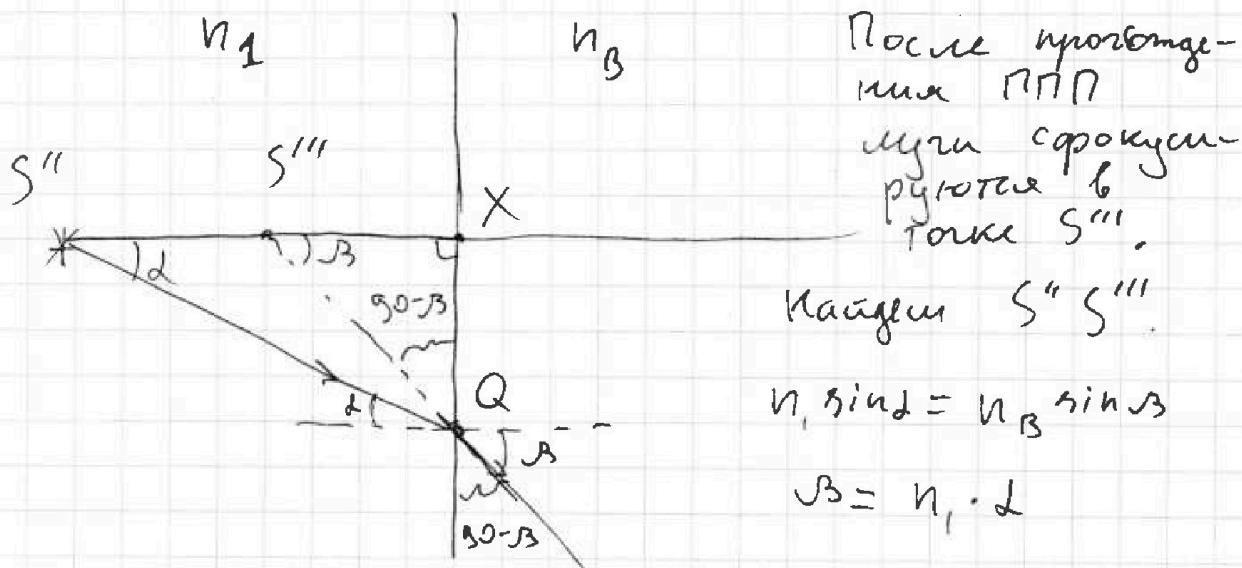
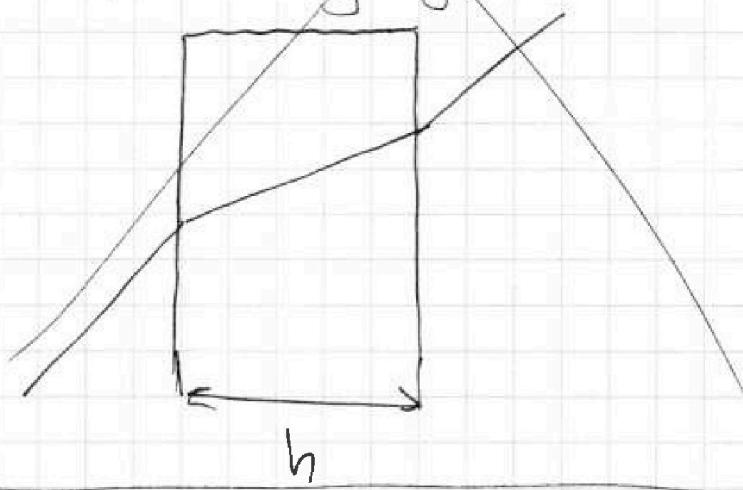
S''

S'''

После пропогонения ППП
лучи срачкасируются
в точке S''' .



Рассмотрим ход луча в ППП:



После пропогоне-
ния ППП
лучи срачкаси-
руются в
точке S''' .

Найдем $S''S'''$.

$$n_1 \sin i = n_3 \sin \beta$$

$$\beta = n_1 \cdot \lambda$$



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!

$$S'' \cdot X = h = \frac{XQ}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{XQ}{2} \Rightarrow XQ = h \alpha$$

$$S''' X = \frac{XQ}{\beta} \Rightarrow XQ = S''' X \cdot \beta$$

$$S''' X \cdot \beta = h \alpha; S''' X = \frac{h \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{h}{h_1}$$

$$\begin{aligned} S'' S''' &= h - \frac{h}{h_1} = h \left(1 - \frac{1}{h_1}\right) = \\ &= 14 \left(1 - \frac{1}{14}\right) = 14 - \frac{14}{14} = 13 \text{ см.} \end{aligned}$$

$$\text{Тогда } S S''' = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ см}$$

Ответ:

1) ~~7 см~~ 0,07 рад

2) 7 см

3) 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"/> |

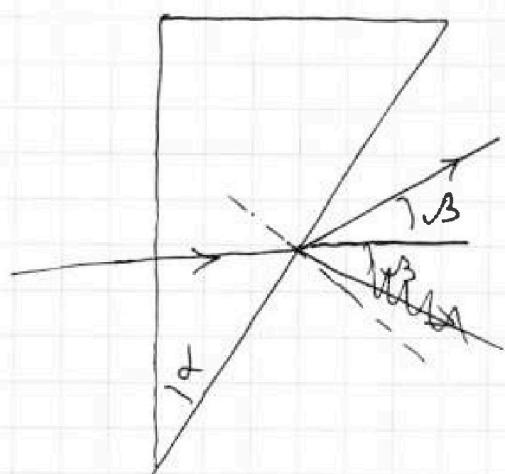
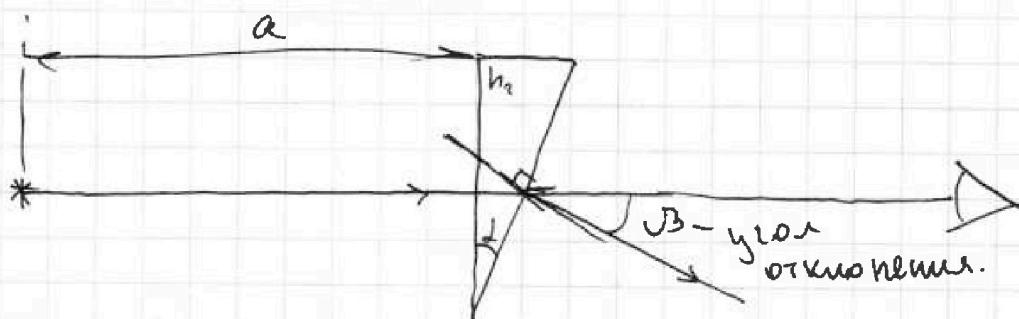
МФТИ

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

Задача 5.

$$i) \quad n_{\text{им}} = 1,0$$

$$n_2 = 1,7.$$



Известно, что для
тонкой присмы
справедлива формула
 $B = d(n_2 - 1)$, где B -
угол отклонения
изогнувшегося луча,

d - угол при основании присмы.

$$B = 0,1 \cdot (1,7 - 1) = 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад.}$$

2). Тонкую присму можно с высокой

точностью рассмотреть как ~~луч~~ отрезок, который
отклоняет пропадающие через него лучи на

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



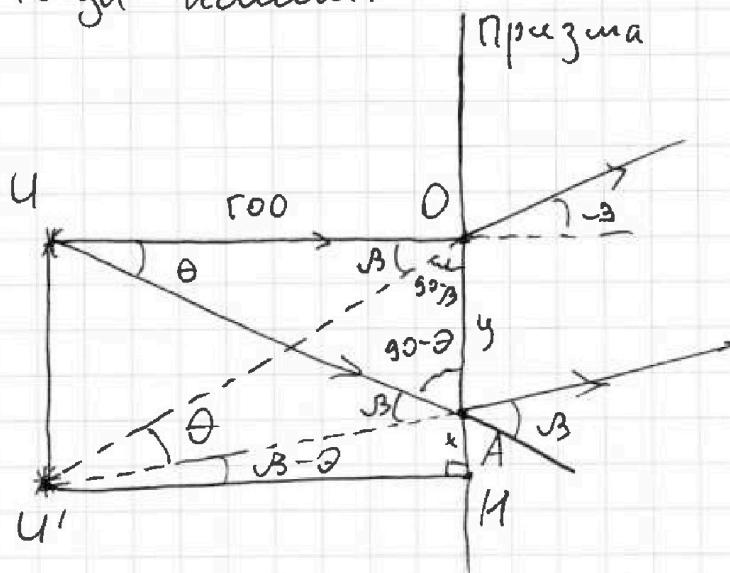
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

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

МФТИ

$$\text{угол } \beta = 2(n_2 - 1)$$

Тогда имеем:



Проведем прямолинейный луч $U'A'$, тусів он $\angle \theta$ проподіл под UH у частин θ к ГОО.

Проверяем
 $U'U \perp OH$.

U' - точка, соінадамоючі
с мінимальним изображением, зозг. прямий.

Пусть $AH = x$; $OA = y$

$$\angle OAH = 180 - (90 - \beta) - (90 - \theta - \beta) = \theta$$

$$\angle AA'H = \beta - \theta; \angle OA'H = \beta$$

$$\textcircled{1} \quad x = U'U \operatorname{tg}(\beta - \theta) \approx U'U (\beta - \theta) \quad (\Delta U'AH)$$

$$\textcircled{2} \quad y = UO \operatorname{tg} \theta \approx UO \cdot \theta \quad (\Delta UOA)$$

$$\textcircled{3} \quad x + y = U'U \operatorname{tg} \beta \approx U'U \cdot \beta \quad (\Delta OA'U)$$

При этом $U'U(\beta - \theta) + UO \cdot \theta = U'U \cdot \beta$

$$\textcircled{1} + \textcircled{2} \rightarrow \textcircled{3}. \text{ Тогда } U'U = UO \rightarrow \angle OAU' = \frac{\pi}{2}.$$

$$\text{Тогда } UU' = \cancel{UO} \quad OH = \cancel{UH} \quad U'U \cdot \operatorname{tg} \beta = a \cdot \beta = \\ = 100 \text{ см. } 0,07 = 7 \text{ см.}$$

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!

$$a = \frac{dV}{dt} = \text{const}$$

$$\frac{10 \text{ м/c}}{6 \text{ м/c}} = \frac{10 \text{ м/c}}{12 \text{ с}} = \frac{5}{6} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\frac{14}{40}$$

200

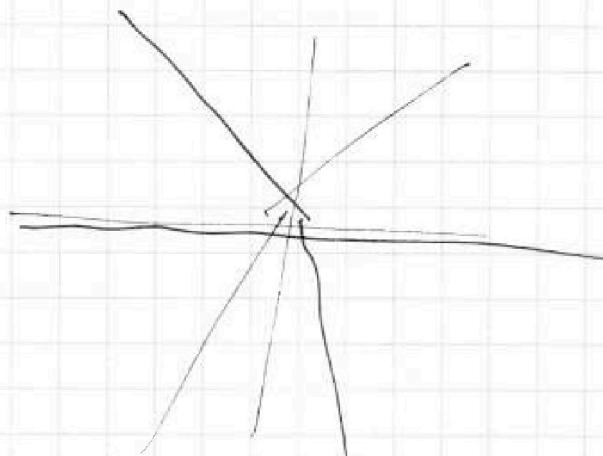
$$F = ma$$

$$N = \sqrt{F_T \cdot V}$$

$$F_T - F_{\text{comp}} = m \frac{dV}{dt}$$

$$F_{\text{comp}} = F_T - m \frac{dV}{dt}$$

$$\text{При } F_T \rightarrow \text{const} \quad F_{\text{comp}} \approx F_{T \text{ const}}$$



$$F_{\text{comp}} \approx \frac{N}{V}$$

$$N = \text{const.}$$

$$N' + N_{\text{const}} = \text{const.}$$

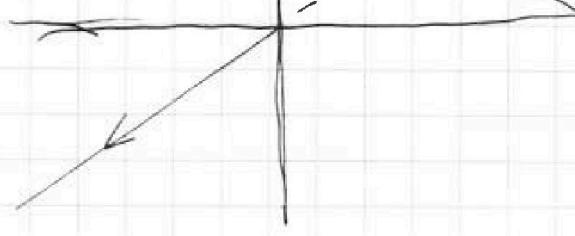
$$N' + N_{\text{const}} = \text{const}$$

$$N = F \cdot V$$

$$N_{\text{const}} = \text{const}$$

$$N_{\text{const}}$$

$$0^\circ - {}^\circ C$$



d

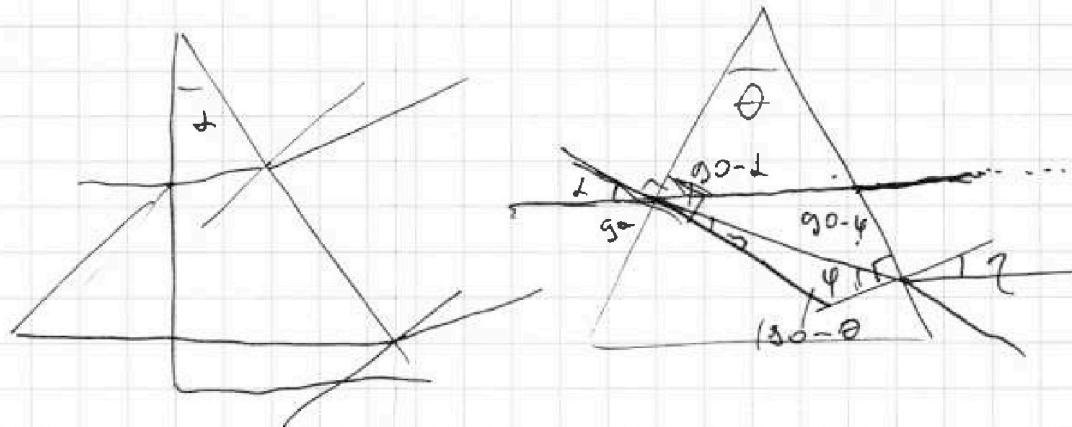
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta \quad \lambda = \beta \cdot n_2$$

$$\alpha = n_2 \sin \beta \quad \beta = \frac{\lambda}{n_2}$$

$$\therefore \lambda = \beta \cdot n_2 \quad \beta = \frac{\lambda}{n_2}$$

$$\varphi = 180 - \beta - 120 + \theta =$$

$$= \theta - \beta = \theta - \frac{\lambda}{n_2}$$

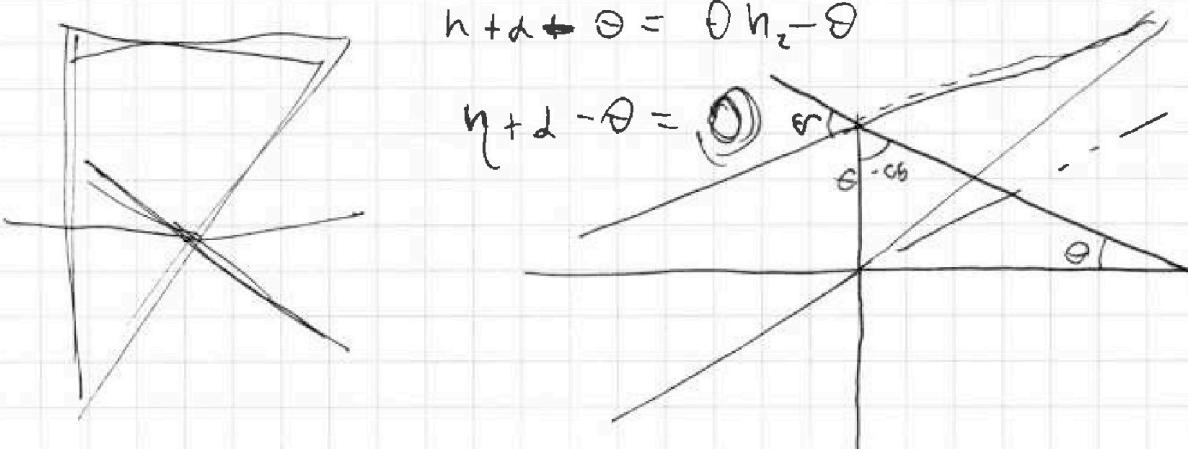
$$\eta = \varphi \cdot n_2 = \theta n_2 - \lambda$$

$$\Delta = \eta - \lambda = \theta n_2 - \lambda$$

$$\theta(n_2 - 1) = \theta n_2 - \lambda$$

$$\eta + \lambda - \theta = \theta n_2 - \lambda$$

$$\eta + \lambda - \theta = \theta$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

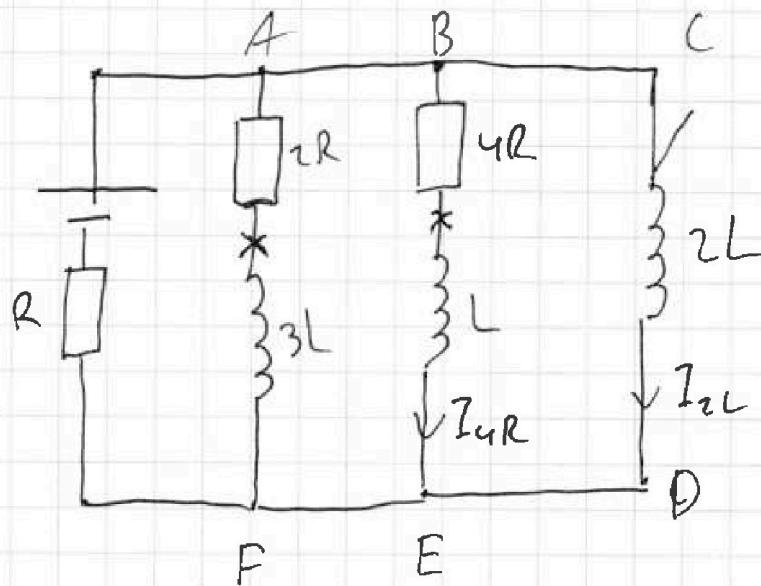
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

3)



Рассмотрим контур $BCDE$ в установившемся режиме.

$$U_{2L} + U_L + I_{4R} \cdot R = 0 \quad I = \text{const} \Rightarrow U_{2L} = U_L = 0. \\ I_{4R} = 0$$

Рассмотрим этот же контур в произвольный момент времени:

$$I_{4R} \cdot 4R + L \frac{dI_{4R}}{dt} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt}$$

$$dq_{4R} \cdot 4R + L \cdot dI_{4R} = 2L \cdot dI_{2L}$$

$$4R \cdot dq_{4R} + L \cdot dI_{4R} = 2L \cdot I_{2L}.$$

В кон. момент времени ток $I_{4R_K} = 0$.

В нач. момент времени ток $I_{4R_0} = I_{20}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

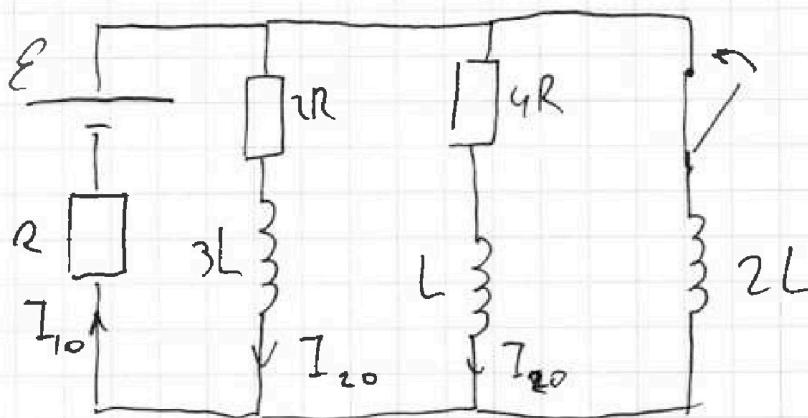
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

Задача 4.

1)



Решим установившись \Rightarrow катушка = провод.

$$\left\{ \begin{array}{l} E = I_{20} \cdot 4R + I_{10} \cdot R \\ I_{40} \cdot 2R - I_{20} \cdot 4R = 0 \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_{40} \cdot 2R - I_{20} \cdot 4R = 0 \Rightarrow I_{20} = 2I_{40} \\ I_{10} = I_{20} + I_{40} \end{array} \right.$$

$$I_{10} = I_{20} + \frac{I_{20}}{2} \Rightarrow I_{10} = \frac{3}{2} I_{20}$$

$$E = I_{20} \cdot 4R + \frac{3}{2} I_{20} \cdot R = I_{20} (4R + \frac{3}{2} R)$$

$$I_{10} = \frac{2E}{11R}$$

2) Так как ток не может изменяться
непрерывно $\Rightarrow E = U_{2L} + I_{10}R$:

$$I_{10} = \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{2E}{11R} \right) = \frac{3}{11} \frac{E}{R}; U_{2L} = 2L \dot{I}$$

$$E = \frac{3}{11} E + 2L \dot{I} \Rightarrow \frac{8}{11} E = 2L \dot{I} \Rightarrow \frac{4E}{11L} = \dot{I}$$



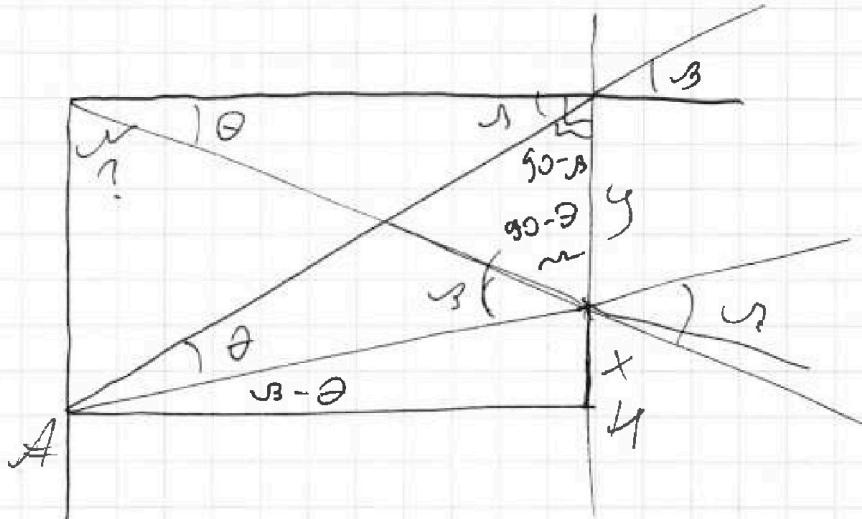
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\begin{aligned} & \text{Diagram shows a circuit with two parallel branches. The left branch has a resistor } R \text{ and a voltage source } U_0. \text{ The right branch has a resistor } R \text{ and an angle } \theta. \\ & \text{The total current } I \text{ enters the top node and splits into } I_1 \text{ and } I_2. \\ & \text{The angle between the vertical axis and the branch with current } I_1 \text{ is } \alpha. \\ & \text{The angle between the vertical axis and the branch with current } I_2 \text{ is } \beta. \\ & \text{The angle between the branch with current } I_1 \text{ and the branch with current } I_2 \text{ is } \gamma. \\ & \frac{I_1}{I} = \operatorname{tg}(\beta - \alpha) = \operatorname{tg}(\beta - \alpha) \\ & I_1 = U_0 \operatorname{tg} \alpha = U_0 \alpha \\ & I_1 + I_2 = A R \cdot \beta \end{aligned}$$

$$\frac{I_1}{I} = \operatorname{tg}(\beta - \alpha) = \operatorname{tg}(\beta - \alpha)$$

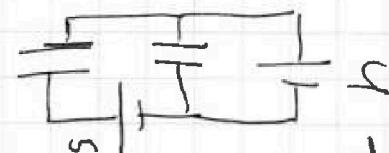
$$I_1 = U_0 \operatorname{tg} \alpha = U_0 \alpha$$

$$I_1 + I_2 = A R \cdot \beta$$

$$\frac{XQ}{XS''} \cdot \operatorname{tg} \beta$$

$$\frac{OA}{\alpha} = \operatorname{tg} \beta$$

$$\underline{OA}$$

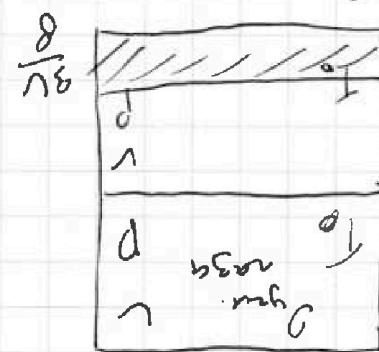


$$V = C \Delta P$$

$$I_1^2 R_1 = I_1^2 R_2 + I_1^2 R_3$$

$$I_1^2 R_1 = I_1^2 R_2 + I_1^2 R_3$$

$$I_1^2 R_1 = I_1^2 R_2 + I_1^2 R_3$$



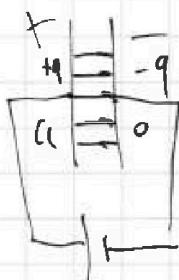
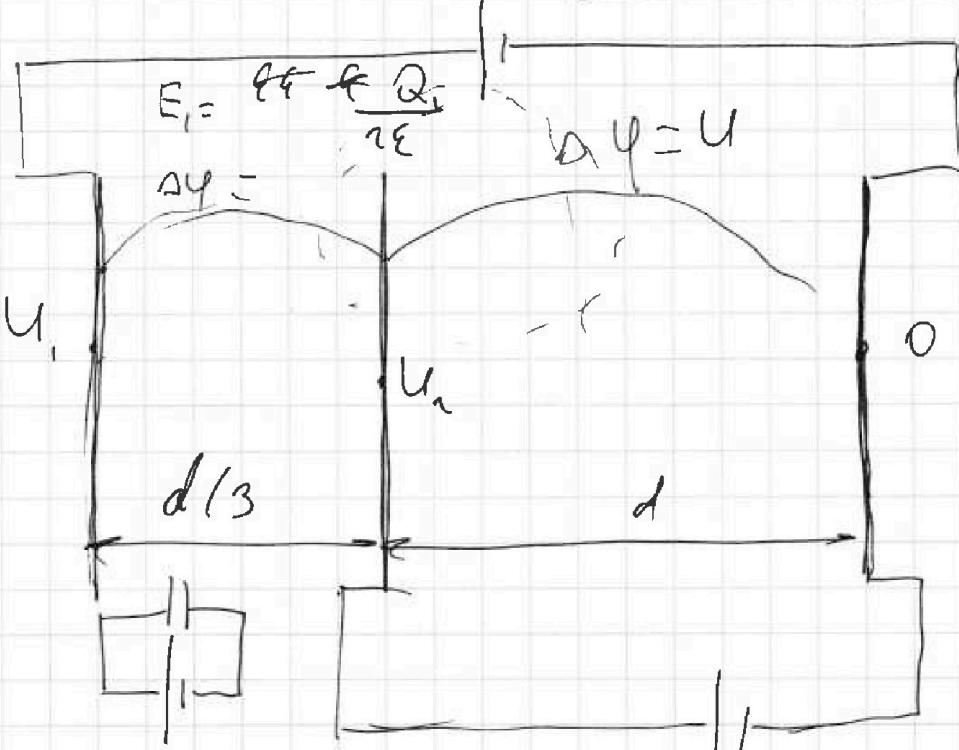
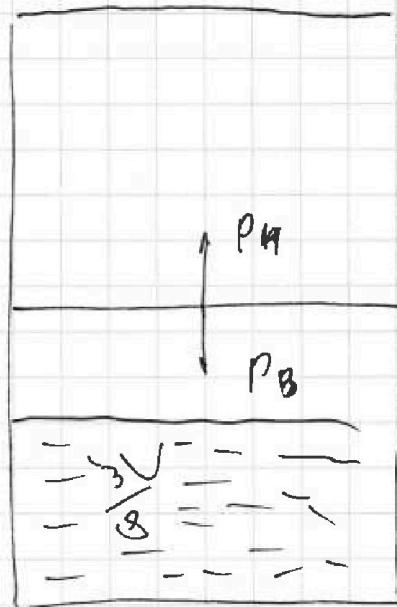
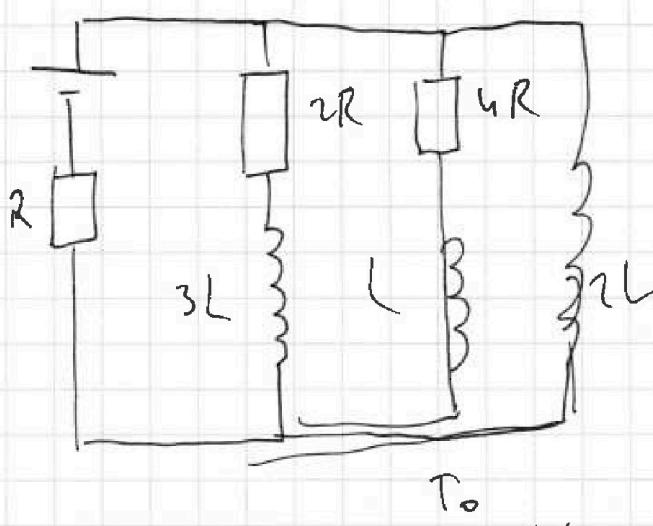
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$E = 0 \cdot 4R$$

$$L \frac{dI}{dt} + 2_{4R} \cdot 4R = iL \frac{dI_{2L}}{dt}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

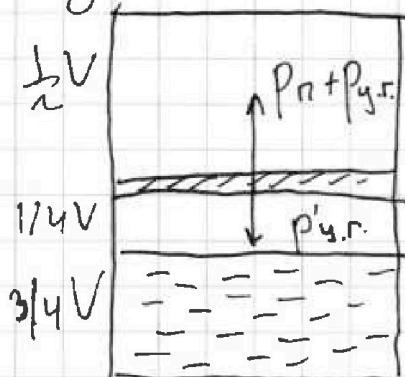
7

МФТИ



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

Задача 2.



1) В нижней части сосуда насыщенный пар и углекислиый газ.

p_n — давл. пара

$p_{y\Gamma}$ — давл. углекислого газа снизу

$p_{y\Gamma}^1$ — давление угл. газа в верхней част. сосуда.

$$p_n + p_{y\Gamma} = p_{y\Gamma}^1$$

$$\Delta p = k_p \Delta V = k_p \cdot \frac{3}{4} V$$

$$pV = DRT$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

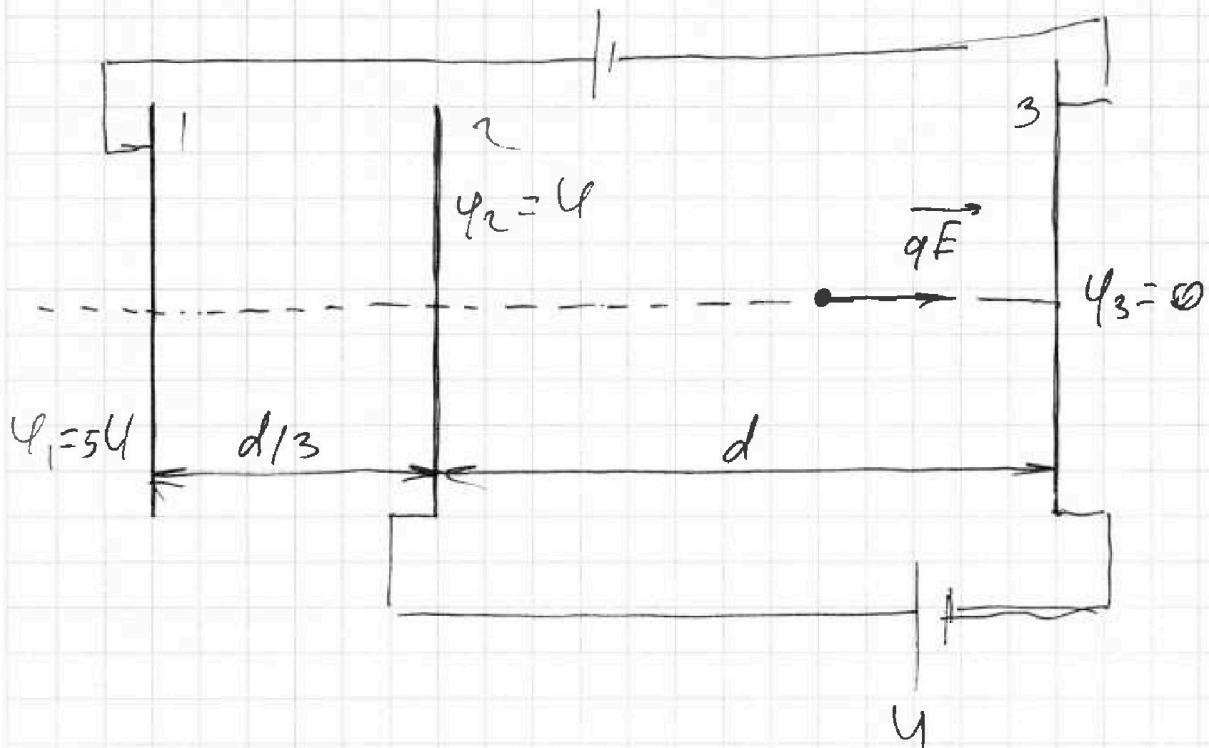
- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/>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

Задача 3.

54



1) На частицу действует эл. сила $F_{\text{эл}} = qE$

$E_{23} = \frac{\Delta\phi_{23}}{d}$, т.к. поле можно считать однородным. $q \left| \frac{\Delta\phi_{23}}{d} \right| = m |a|$; $\Delta\phi_{23} = U$

$$|a| = \left| \frac{qU}{md} \right|.$$

2) При прохождении сечки 2 частица имеет энергию $K_2 + q\phi_2 = W$

При прохождении сечки 3 частица имеет

энергию $K_3 + q\phi_3 = W$. $K_2 + q\phi_2 = K_3 + q\phi_3$.