



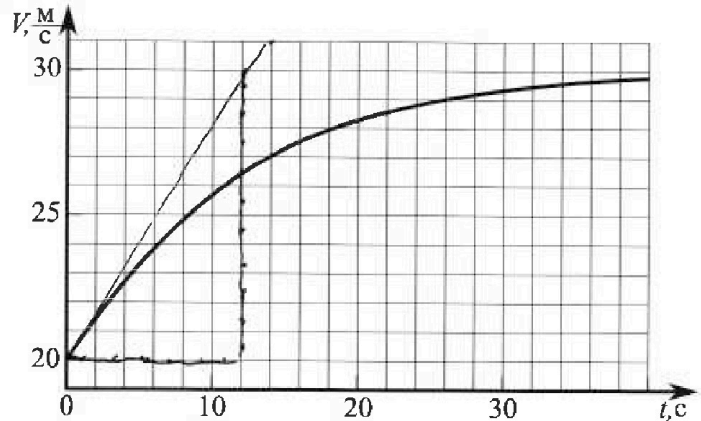
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



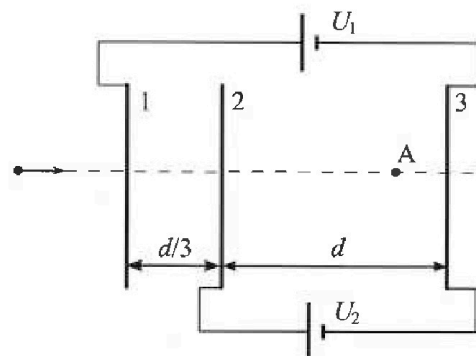
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделен 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 объем  $3V/8$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объем его верхней части стал равен  $V/8$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворенного газа в объеме жидкости  $v$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpv$ . Объем жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·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 объема жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 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.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $3d/4$  от сетки 2.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-04

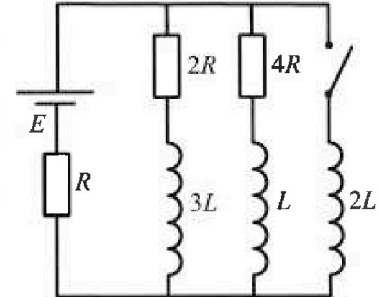
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



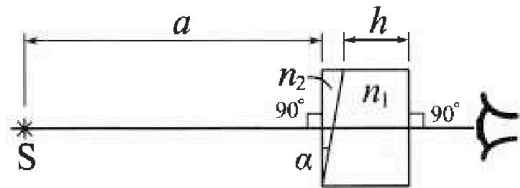
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

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

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 100$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.



(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

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. производная скорости по времени, что соответствует  $\tan$  угла наклона касательной в точке на графике, где  $V = 20 \frac{m}{s}$ ,  $t = 0$  с.

Считая клеточки, получаем  $a = \frac{10 \text{ кл.} \cdot 1 \frac{m}{c}}{6 \text{ кл.} \cdot 2c} \approx \frac{5}{6} \frac{m}{c^2}$

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

При  $V = \text{const}$   $F_{\text{сопр}} = F_{\text{тяги}}$

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

Тогда в нач. момент времени:

$$F_{\text{тяги}_0} - F_{\text{сопр}_0} = m \frac{dV}{dt} \Rightarrow F_{\text{сопр}} = F_{\text{тяги}_0} - ma$$

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

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

3)  $N'$  - мощность, идущая на преодоление силы сопротивления в начале 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
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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!

$$3) \quad N = \text{const.}$$

$$Nl = F$$

$$N' = F_{\text{comp.}} \cdot V = 100 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 2000 \text{ Вт}$$

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

Ответ:

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

2) 100 Н

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



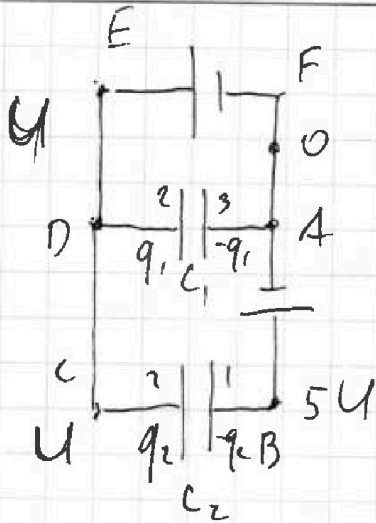
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!



$$C_1 = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}; \quad C_2 = \frac{3\epsilon \epsilon_0 S}{d}$$

$$C_2 = 3C_1$$

Для контура ABCD:

$$5U = 4U \cdot q_1 + U$$

$$5U = 3C_1 \cdot q_2 + C_1 q_1$$

$$\frac{5U}{C_1} = 3q_2 + q_1$$

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

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

Е Поле между пластинами 2 3  $E_{23} = E_2 + E_3$

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

$$E_{23} = -E_1 + E_2' + E_3 \cdot \frac{U}{d} = \frac{q_2}{4\epsilon_0}$$

$$q_2 = \frac{4\epsilon_0 U}{d}$$

На частицу действует Эл. сила.  $qE = ma$

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

Найдем  $q_2$ .  $q_2 = 5U = E_1 \frac{d}{3} + E_2 \frac{d}{3} + E_3' \frac{d}{3}$

$$- E_3 (d + \frac{d}{3}) = \frac{-q_2}{2\epsilon_0} \cdot \frac{d}{3} + \frac{q_2}{2\epsilon_0} \frac{d}{3} + \frac{3}{4} q_1 \frac{d}{3}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

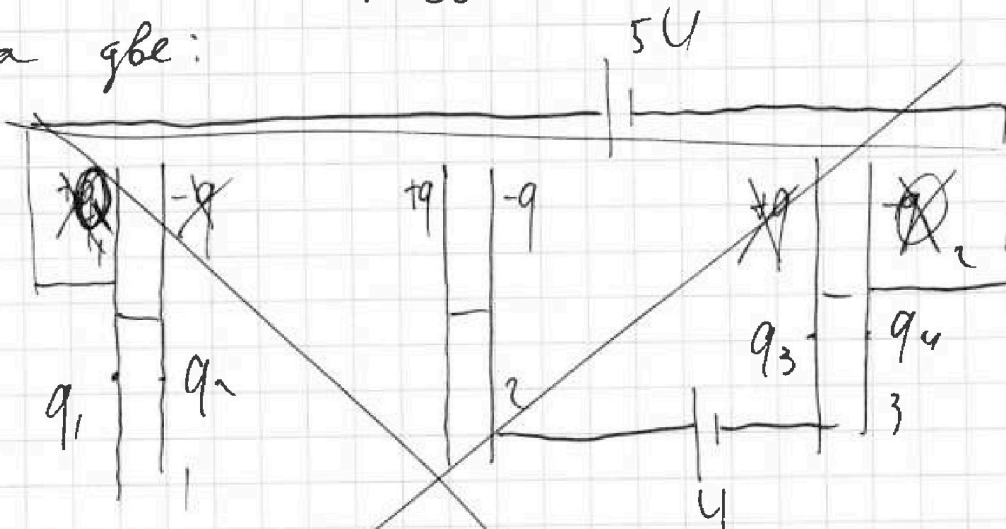
- 1  2  3  4  5  6  7

МОТИ

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

Задача 3.

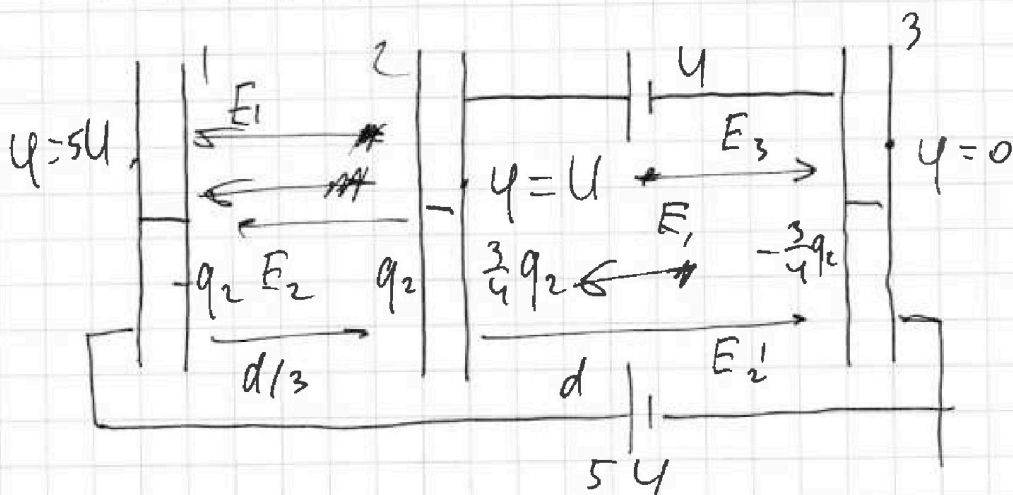
Мысленно разделим пространство пластин  
на две:



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!

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

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

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

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

Ответ:

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

$$2) \dot{z} = \frac{2\mathcal{E}}{7L}$$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

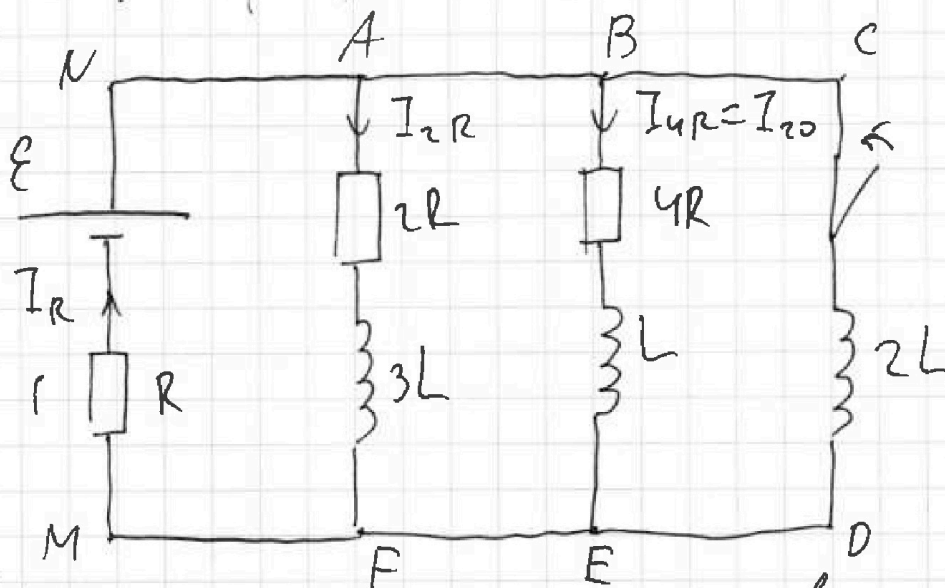
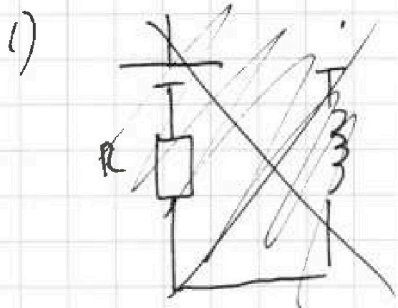
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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) Решим уст.  $\Rightarrow$  катушка = провод

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

$$\left\{ \begin{aligned} \varepsilon &= I_{20} \cdot 4R + I_R \cdot R \\ I_{20} \cdot 4R &= I_{2R} \cdot 2R \Rightarrow 2I_{20} = I_{2R} \\ I_R &= I_{2R} + I_{20} \end{aligned} \right.$$

$$I_R = 3I_{20}$$

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

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

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!

2) Ток в цепи не может изме-  
ниться мгновенно

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

$$U_{2L} = U_{10}$$

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

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

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

3) Рассмотрим контур BCDE в

произв. момент времени:

$$I_{4R} \cdot 4R \rightarrow L \frac{dI_{4R}}{dt} = 2L \frac{dI_{2L}}{dt} \left( \begin{array}{l} \text{"-"} \text{, т.к. } \frac{dI_{4R}}{dt} \\ \text{отрицательно} \end{array} \right)$$

$$\Delta I_{4R} \cdot 4R \neq L \Delta I_{4R} = 2L \Delta I_{2L}$$

Рассмотрим этот же контур в уст.

решиме:  $U_{2L} + U_L + I_{4R} \cdot R = 0$

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

Аналогично в уст. решиме  $I_{2R} = 0$ .

$$\Delta I_{4R} = 0 - I_{20} = -\frac{\mathcal{E}}{7R}$$

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

ток идет только по контуру BCDE

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

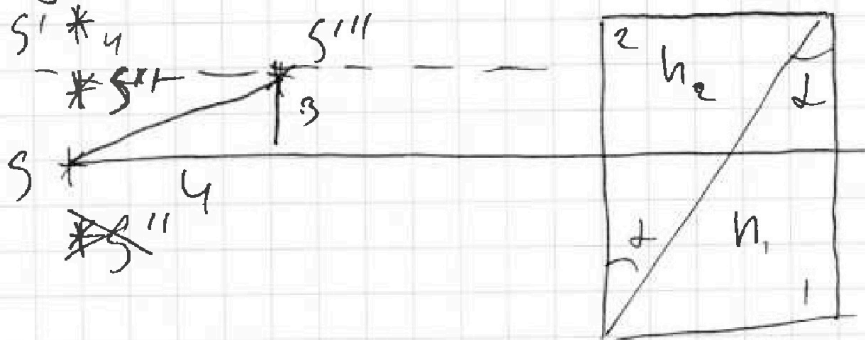
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 5.

3). Разобьем призму на плоскопараллельную пластину шириной  $h$  и призму с

углом  $\alpha$  при основании.



Рассмотрим две треугольные призмы.

Пусть призма 2 - призма с  $n_2$

призма 1 - призма с  $n_1$ .

После прохождения призмы 2 лучи сфокусируются в точке  $S'$ , она будет мнимым предметом для линзы 1.

Затем аналогично лучи сфокусируются в точке  $S''$ ,  $S'S'' = a \cdot \varphi$ , где  $\varphi$  - угол отклонения

$$\varphi = \alpha(n_1 - 1) = 0,1 \cdot 0,4 = 0,04; \quad S'S'' = 4 \text{ см}$$

Теперь рассмотрим следующую систему:

см. прод.



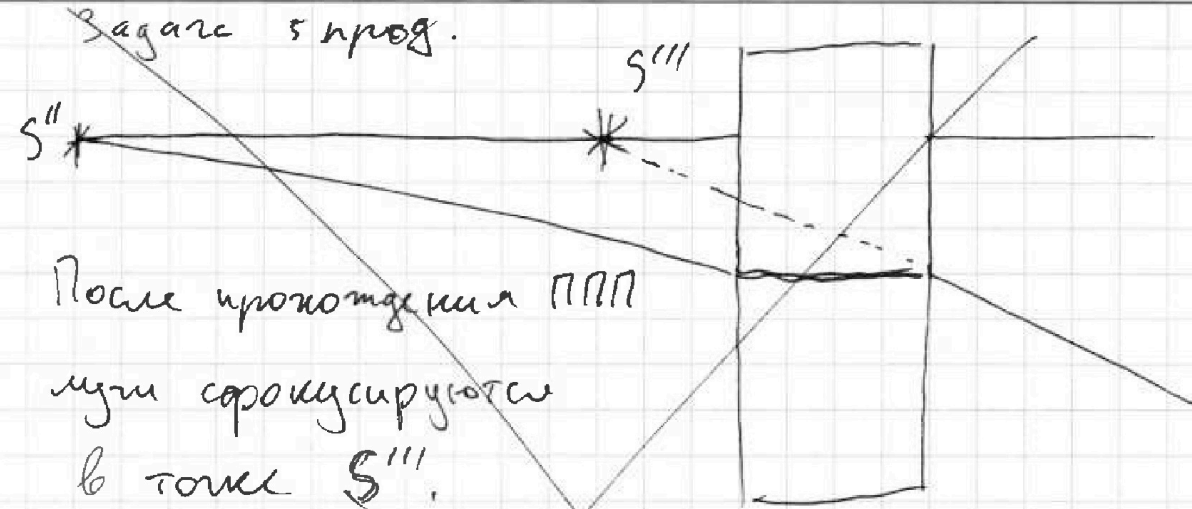
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

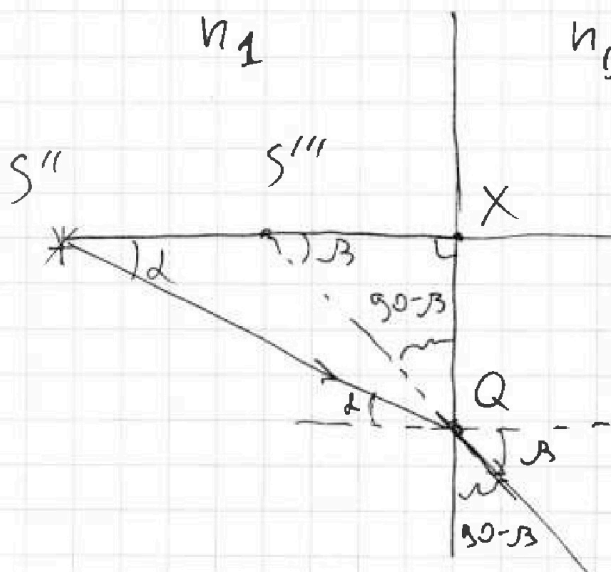
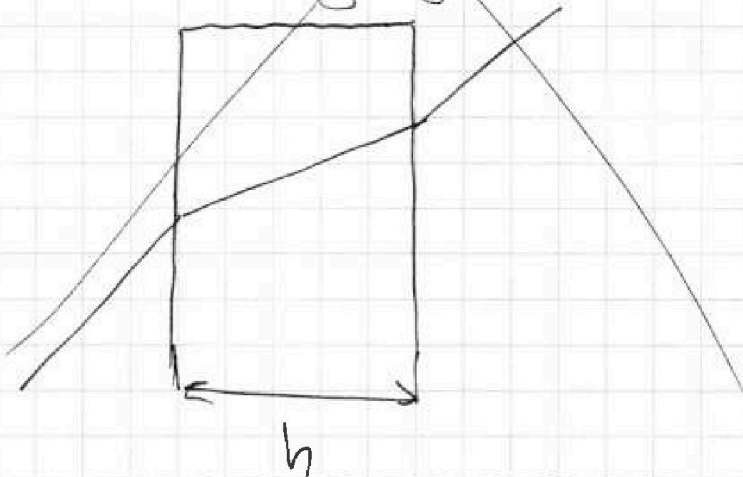
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



Рассмотрим ход луча в ППП:



После прохождения  
ППП  
лучи сфокусиру-  
ются в  
точке S'''.

Каждый S'' S'''

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

$$\beta = n_1 \cdot \alpha$$

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!

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

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

$$S''' X \cdot \beta = h \cdot 2; \quad S''' \cdot X = \frac{h \cdot 2}{\beta} = \frac{h}{h_1}$$

$$S'' S''' = h - \frac{h}{h_1} = h \left( 1 - \frac{1}{h_1} \right) =$$
$$= 14 \left( 1 - \frac{1}{1,4} \right) = 14 - \frac{14}{1,4} = 4 \text{ см.}$$

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

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:

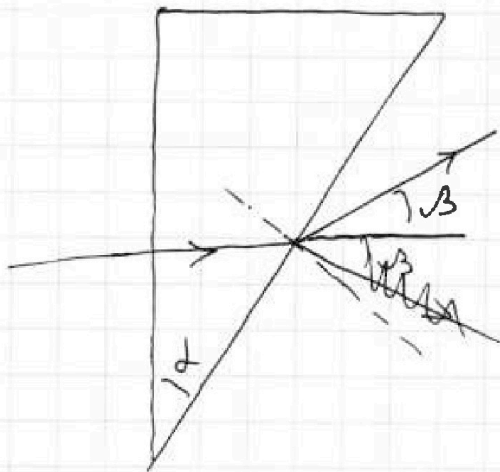
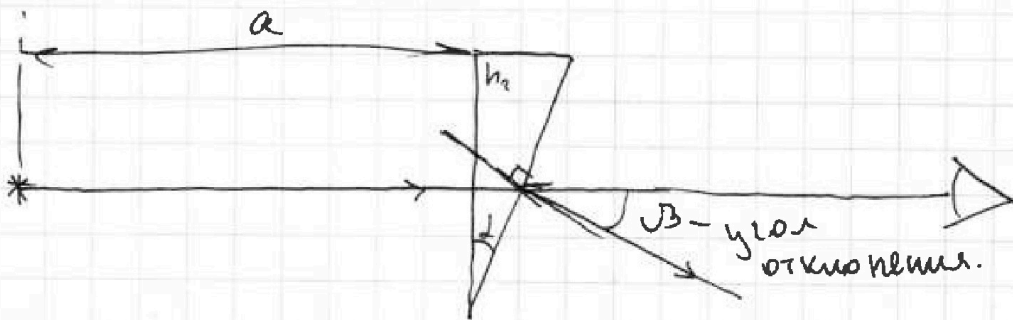
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

Задача 5.

1) При  $n_1 = 1,0$   
 $n_2 = 1,7$ .



Известно, что для  
тонкой призмы  
справедлива формула  
 $\beta = \alpha(n_2 - 1)$ , где  $\beta$  -  
угол отклонения  
произвольного луча,

$\alpha$  - угол при основании призмы.

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

2). Тонкую призму можно с высокой  
точностью рассмотреть как ~~thin~~ отрезок, который  
отклоняет проходящие через него лучи на

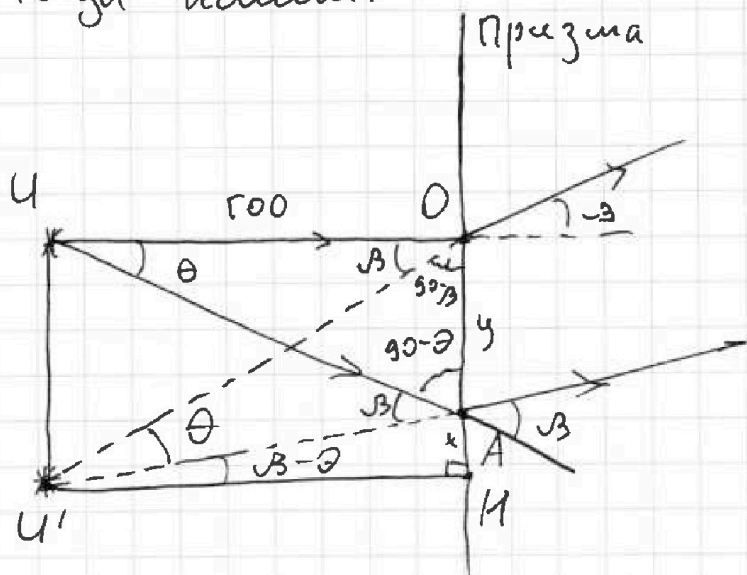


1  2  3  4  5  6  7

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

$$\text{угол } \beta = 2(n_2 - 1)$$

Тогда имеем:



Проведем произвольный луч UA, пусть он имеет прощелок под углом  $\theta$  к  $UO$ .

Проверим  $U'K \perp OK$ .

$U'$  - точка, совпадающая с мнимым изображением, созд. призмой.

Пусть  $AK = x$ ;  $OA = y$

$$\angle OU'A = 180 - (90 - \beta) - (90 - \theta - \beta) = \theta$$

$$\angle AU'K = \beta - \theta; \quad \angle OU'K = \beta$$

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

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

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

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

$$① + ② = ③. \quad \text{Тогда } U'K = UO \rightarrow \angle OUU' = \frac{\pi}{2}.$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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

$$a = \frac{dv}{dt} = \lg d$$

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

$$\frac{24 \cdot 6}{40} = 200$$

$$F = ma$$

$$N = \sqrt{F \cdot v}$$

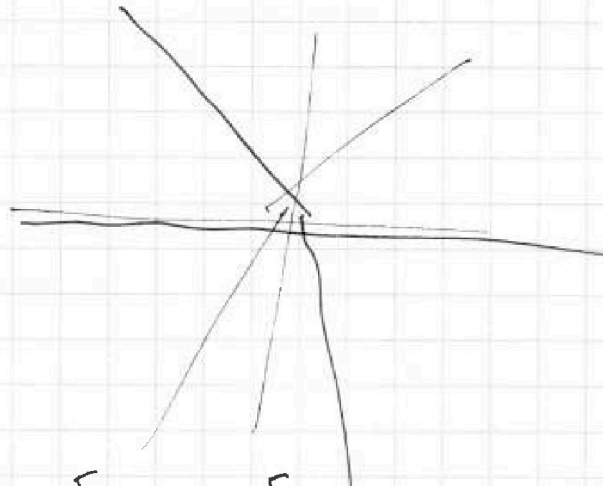
$$F_T - F_{\text{сопр}} = m \frac{dv}{dt}$$

$$F_{\text{сопр}} = F_T - m \frac{dv}{dt}$$

При  $F_{\text{сопр}} \rightarrow \text{const}$

$$F_{\text{сопр}} \approx F_{\text{Тяги}}$$

$$F_{\text{сопр}} \approx \frac{N}{v}$$



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

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

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

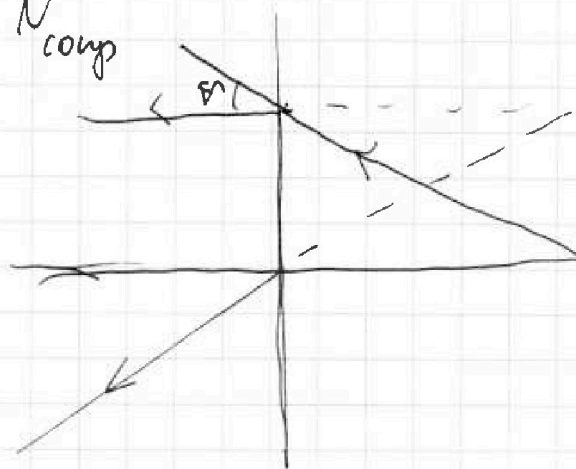
$$N = F \cdot v$$

$$N_{\text{об}} = \text{const.}$$

$N_{\text{тяги}}$

$N_{\text{сопр}}$

$\theta - ^\circ\text{C}$



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

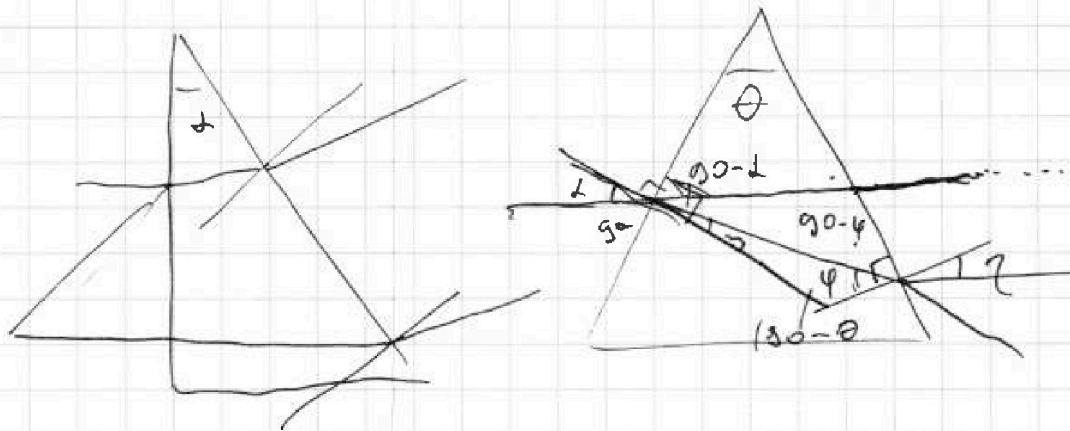
Отметьте крестиком номер задачи.

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!



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

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

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

$$\begin{aligned} \varphi &= 180 - \beta - 180 + \theta = \\ &= \theta - \beta = \theta - \frac{\alpha}{n_2} \end{aligned}$$

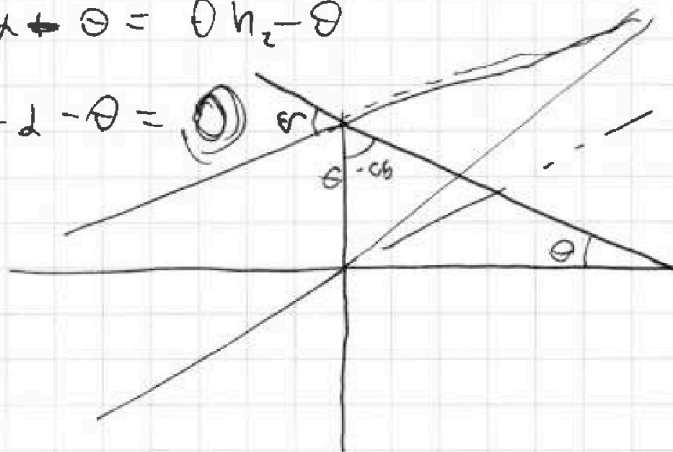
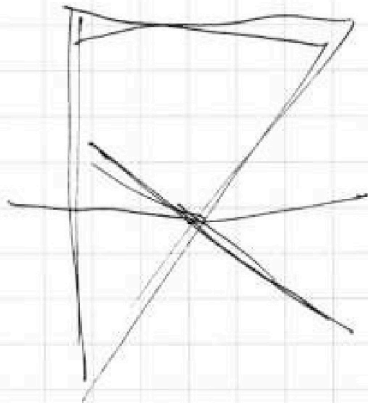
$$\eta = \varphi \cdot n_2 = \theta n_2 - \alpha$$

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

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

$$\theta + \alpha - \theta = \theta n_2 - \theta$$

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





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

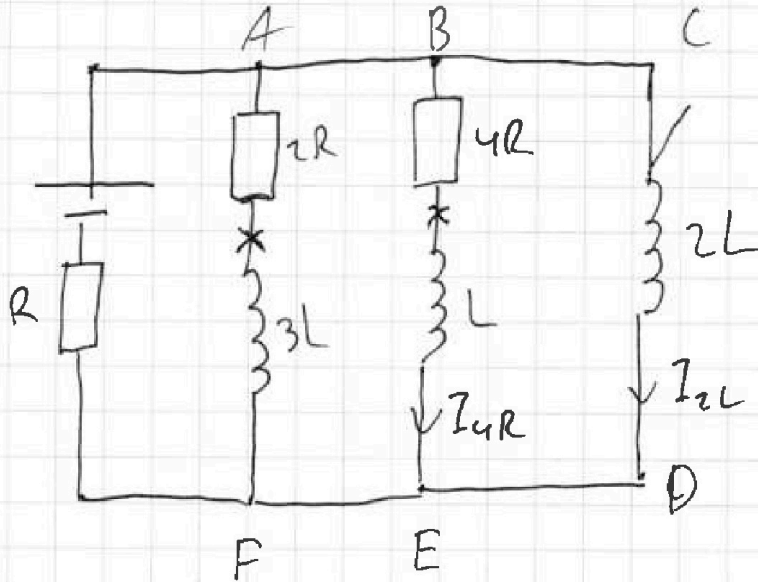
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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 уст. 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:

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

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

$$4R \cdot \Delta q_{4R} + L \cdot \Delta I_{4R} = 2L \Delta I_{2L}.$$

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

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:

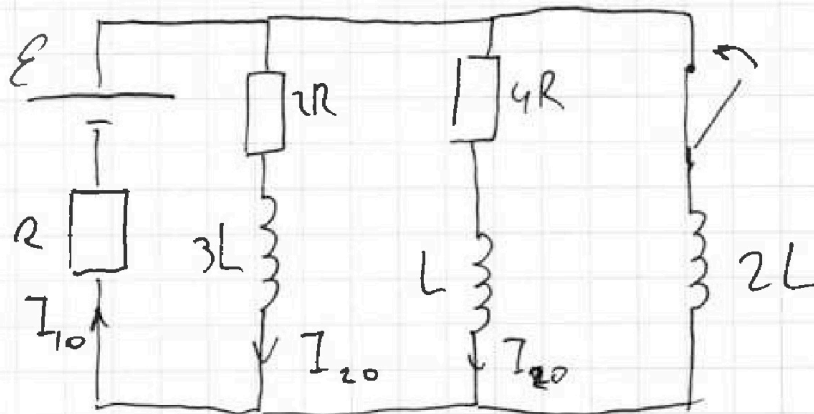
1  2  3  4  5  6  7

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

МФТИ

Задача 4.

1)



Решим установившаяся  $\Rightarrow$  катушка = провод.

$$\begin{cases} \mathcal{E} = I_{20} \cdot 4R + I_{10} \cdot R \\ I_{40} \cdot 2R - I_{20} \cdot 4R = 0 \Rightarrow I_{20} = 2I_{40} \\ I_{10} = I_{20} + I_{40} \end{cases}$$

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

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

$$I_{20} = \frac{2\mathcal{E}}{11R}$$

2) Ток в цепи не может измениться

иновенно  $\Rightarrow \mathcal{E} = U_{2L} + I_{10}R$

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

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



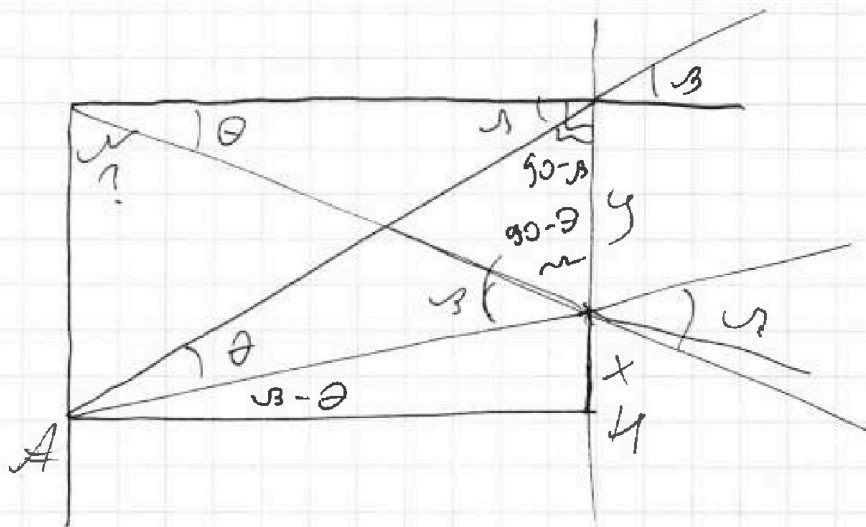
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$q_1 q_2$

$$180 - 90 + \beta - (90 - \theta + \beta) = 90 + \beta - 90 + \theta - \beta = \theta$$

$$\frac{x}{A} = AK \operatorname{tg} \beta - \theta = AK(\beta - \theta)$$

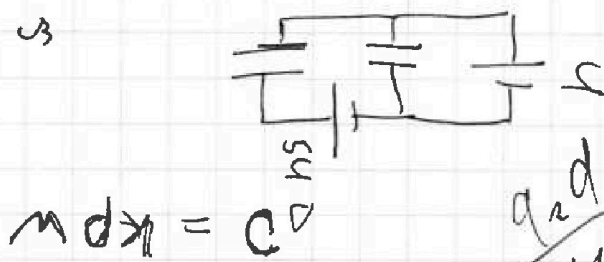
$$y = UO \operatorname{tg} \theta = UO \theta$$

$$x + y = AK \cdot \beta$$

$$\frac{xR}{xS} \cdot \operatorname{tg} \theta$$

OA

$$\frac{OK}{a} = \operatorname{tg} \alpha$$



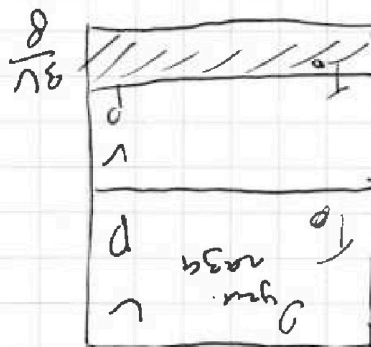
$$m \operatorname{tg} \alpha = \frac{C}{S} \Delta \varphi$$

$$\frac{q_1 q_2}{4} - q_2 \varphi$$

$$L dI' + dq \cdot nR = 2L dI'$$

$$P_{\text{пр}} V = C_n RT$$

$$P_{\text{пр}} + P_{\text{гидр}} = P_{\text{гидр}} \cdot \omega_{\text{гидр}}$$



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

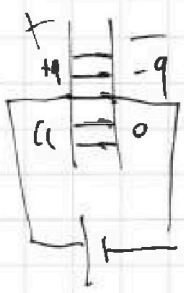
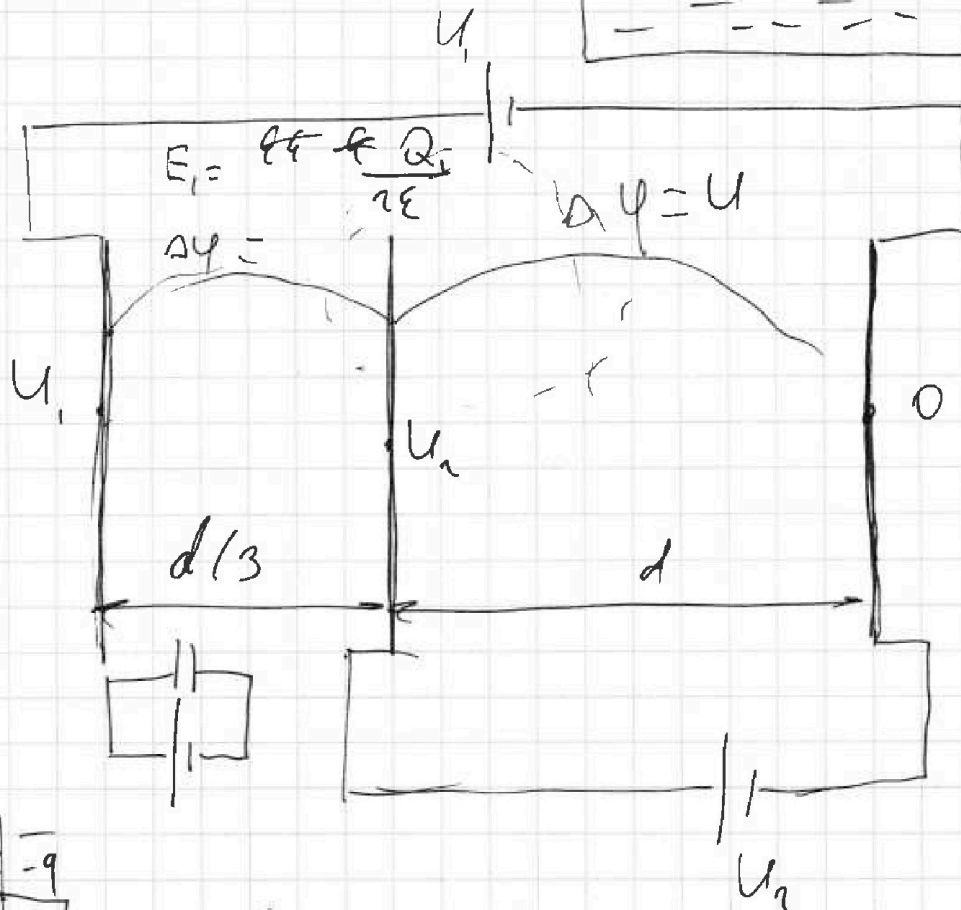
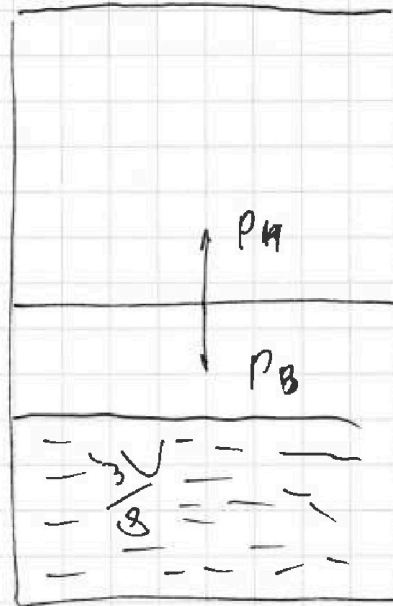
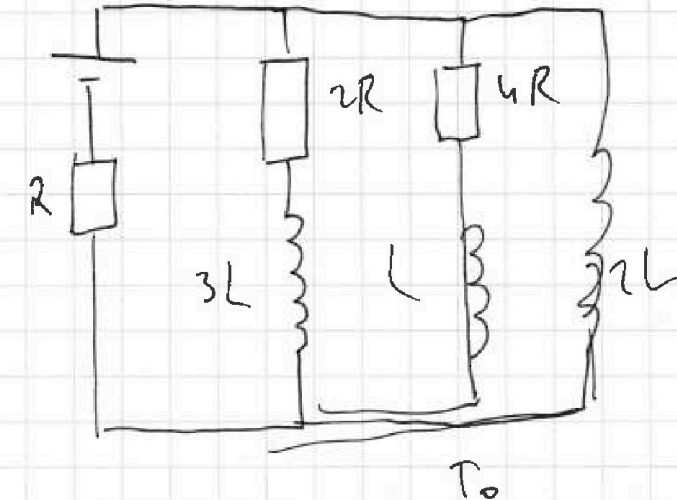
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$\epsilon = 0.4R$$

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,

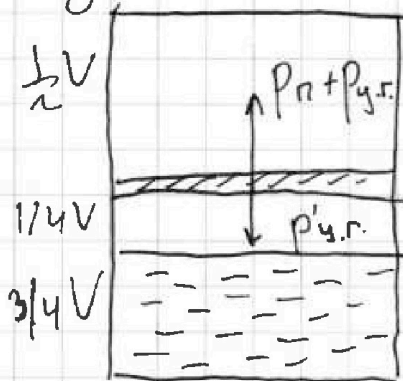
решение которой представлено на странице:

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



1) В нижней части сосуда  
наблюдается пар и углекис-  
лотный газ.

$p_n$  — дав. пара

$p_{y.r.}$  — дав. углекислого  
газа снизу

$p'_{y.r.}$  — давление уг. газа в верхней части  
сосуда.

$$p_n + p_{y.r.} = p'_{y.r.}$$

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

$$pV = \nu RT$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

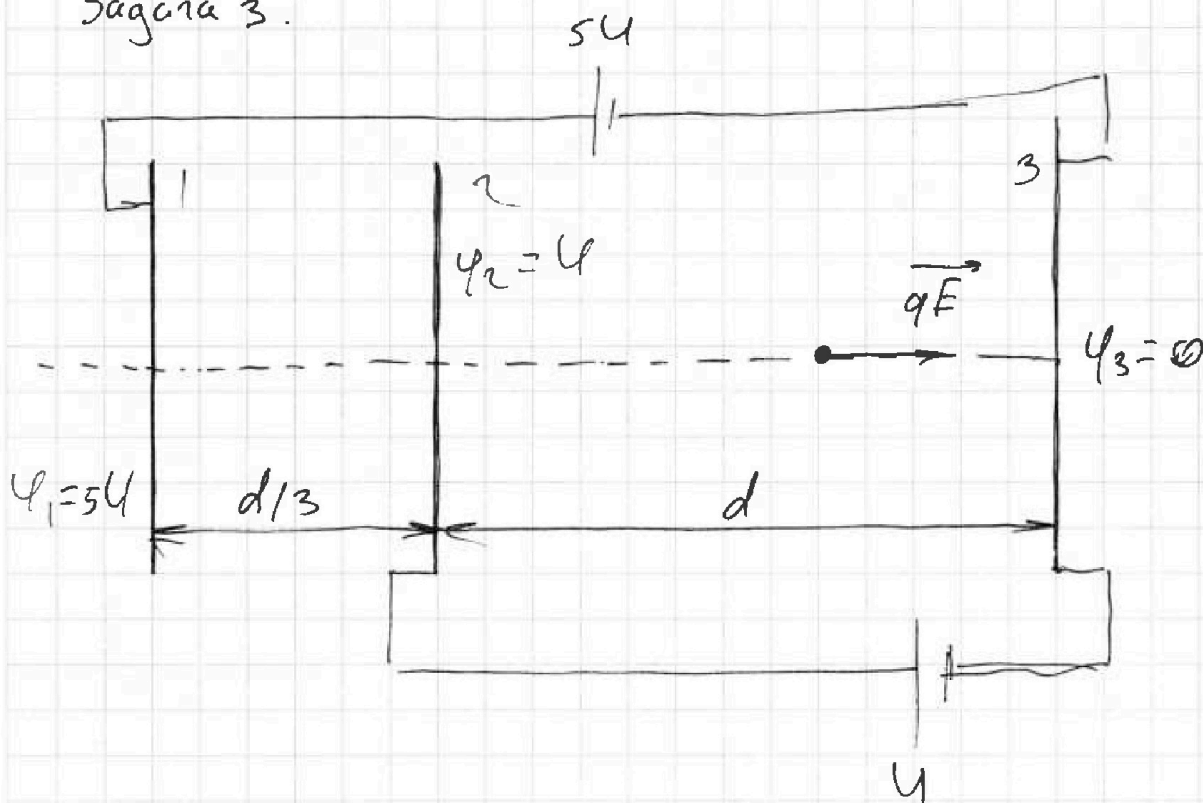
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



Задача 3.



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

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

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

2) При пролете сетки 2 частица имеет  
энергию  $K_2 + q\varphi_2 = W$

При пролете сетки 3 частица имеет  
энергию  $K_3 + q\varphi_3 = W$ .  $K_2 + q\varphi_2 = K_3 + q\varphi_3$ .