

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02

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

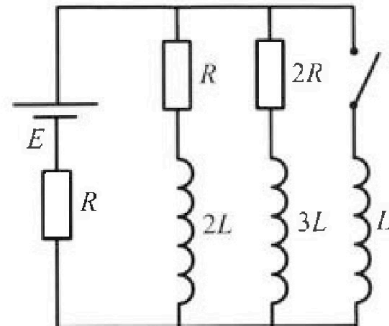
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

√1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.

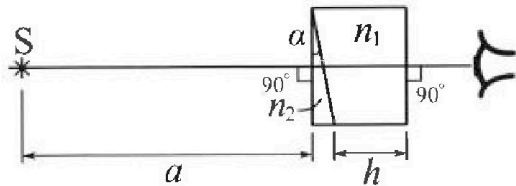
√2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.

3) Ка кой 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  $n_v = 1,0$ . 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  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

√2) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.

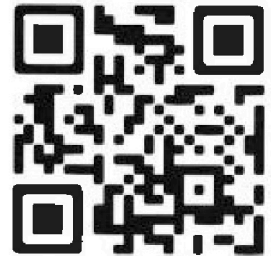
√3) Считая  $n_1 = 1,8$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

$$\Delta s = \frac{d(n-1)}{n}$$



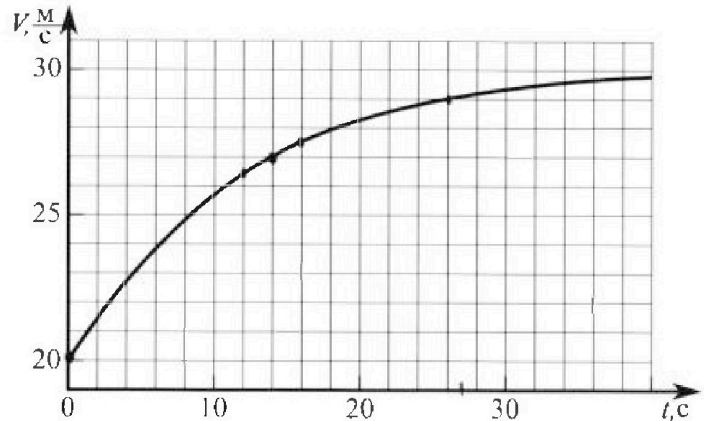
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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%.

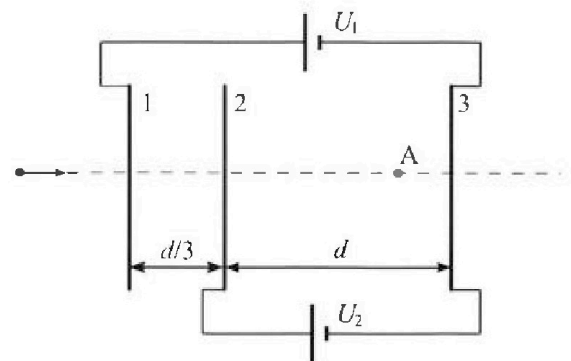
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём 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 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  $P_{\text{атм}}$  (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  $U_1 = 2U$  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 A на расстоянии  $2d/3$  от сетки 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

МФТИ

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

1) По определению, ускорение — это изменение скорости тела за время, пропорциональное для этого изменения. В нашем случае зависимость ускорения от времени не линейная, значит ускорение не постоянное.

Возьмем точки графика  $P$  малой окружности точки  $v_{27} \text{ м/с}$

$$\left. \begin{aligned} v(12) &\approx 26,5 \text{ м/с} \\ v(16) &\approx 27,5 \text{ м/с} \end{aligned} \right\} \text{ из графика}$$

$$\Delta a_{27} \approx \frac{v(16) - v(12)}{16 - 12} \approx 0,25 \text{ м/с}^2$$

Ответ:  $0,25 \text{ м/с}^2$ .

2) Мы знаем ускорение мощности при скорости  $v$ , а также знаем, что мощность перестает различаться при достаточно большой сопротивлении значение  $F_k$ . Это говорит о том, что в этом

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!

Момент силы тяги мотора  $\textcircled{2}$   
контрида равна  $l$  и  $l$  и  $l$   
сопротивление среды

$\Rightarrow F_T = F_K = 405 \text{ Н}$ , где  $F_T$  - сила тяги  
по II  $z$ -ю кромки для той  $UCC$

$$m a_{2z} = F_T - F_l$$

$$\Rightarrow F_l = F_T - m a_{2z} = 405 - 0,25 \cdot 300 = 330 \text{ Н}$$

ответ: 330 Н

3) ~~по формуле мощности  $N = F \frac{ds}{dt}$~~

~~за одно и то же время  $dt$~~

~~мотор выдает мощность где~~

~~$F$  - сила тяги~~

Мощность прямо пропорциональна  
силе тяги. В момент, когда мощность  
двигателя со скоростью  $V_1$ , на  
преодоление силы сопротивления  
идет часть силы тяги ( $F_l$ ), а  
оставшееся идет на ускорение



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. Поиск QR-кода недопустим!

Тогда часть мощности, передаваемой  
мотором на ведущую ось, которая  
идет на преодоление швы  
экспоненциально равна  $\frac{F_1}{F_T} = \frac{336}{405} =$   
 $= \frac{\cancel{110} 110}{135} \cdot \frac{22}{27}$

Ответ:  $\frac{22}{27}$

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!

1) Узнаем ли суммарный объем поршня  
на две равные части:  $\frac{V}{2}$  и  $\frac{V}{2}$

В нижней части  $\frac{V}{4}$  занимает вода,  
 $\Rightarrow$  газ занимает  $\frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$

В итоге установилось какое то  
давление  $p$ . Пусть газ был в

кювете  $v_1$ , а газобразный  $CO_2$

(кювете  $v_2$ . Запишем закон Менделеева-Клайперона для обеих частей:

$$\begin{cases} p \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0 \\ p \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0 \quad (1) \end{cases} \Rightarrow \nu_2 = \frac{1}{2} \nu_1 \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2$$

Ответ: 2

2) посчитаем кювету  $CO_2$ , которое

было растворено в воде: по закону Генри:

$$\Delta \nu = p \cdot \frac{V}{4} k = \nu_2 R T_0 k \quad (\text{из (1)}) \Rightarrow \text{вычисл}$$

$$\text{кювету } CO_2: \nu_2' = \nu_2 + \Delta \nu = \nu_2 (1 + R T_0 k)$$

Вспомогательная, что при  $T$  без  $CO_2$  находится

в воде. Изменим объема воды при

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"/>	<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!

карированием можно пренебречь. (2)

Пусть некоторое количество -  $p_k$

Объем азота -  $\frac{V}{6}$ , объем углекислоты

$\frac{V}{4}$  и объем  $\text{CO}_2$  и водного паров

равно  $V - \frac{V}{4} - \frac{V}{6} = \frac{7V}{12}$

$T = 373 \text{ K} \Rightarrow$  давление водного паров

равно  $p_0$  - т.е.  $p_0$  - атмосферное

давление.  $\Rightarrow$  по закону Дальтона,

давление ~~азота~~  $\text{CO}_2$  равно  $p_k - p_0$

Запишем новые уравнения Менделеева-Клапейрона

$\text{CO}_2$  и  $\text{N}_2$ :

$$\left\{ \begin{array}{l} p_k \frac{V}{6} = \nu_1 R T \quad (2) \\ (p_k - p_0) \frac{7V}{12} = \nu_2 R T = \nu_2 (1 + RT_0/k) T R \quad (3) \end{array} \right.$$

поделим (2) на (3):

$$\frac{p_k \frac{1}{6} V}{(p_k - p_0) \frac{7}{12} V} = \frac{\nu_1 R T}{\nu_2 (1 + RT_0/k) T R} \Rightarrow \frac{p_k}{7(p_k - p_0)} = \frac{\frac{\nu_1}{\nu_2}}{1 + RT_0/k} \quad \left( \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2 \right)$$

$$\Rightarrow 7(p_k - p_0) = p_k (1 + RT_0/k)$$

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"/>	<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. Печать QR-кода обязательна!

Как мы знаем из условия:

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{л} \cdot \text{атм}}{\text{моль}} \quad \text{и} \quad T_2 = \frac{4}{3} T_0$$

$$\Rightarrow T_0 = \frac{3}{4} T \Rightarrow RT_0 = \frac{3}{4} RT = 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{4} = \frac{9}{4} \cdot 10^3$$

$$\kappa RT_0 = \frac{9}{4} \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 10^5 = 2,25 \cdot 0,6 = 225 \cdot 6 \cdot 10^{-3} = 1,35$$

$$\text{Умножим } p_K - p_0 = 2,35 \cdot p_K$$

$$p_K = \frac{7}{4,65} p_0 = \frac{140}{93} p_0$$

$$\text{Ответ: } \frac{140}{93} p_0$$



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!

массой  $m$  и заряда  $q$  между пластинами  
2 и 3 Ответ:  $a_{23} = \frac{qU}{dm}$  ②

д) аналогично в поле между пластинами  
1-2 частица  $m, q$  будет двигаться с  
ускорением  $a_{12} = \frac{qU_{12}}{\frac{d}{3}m} = \frac{3qU_{12}}{dm}$

Итак это частица направленно  
переходит из поля 1-2 в поле 2-3.

В поле 1-2 она замедлена со скоростью  
 $V_0$  а в поле 2-3 со скоростью  $V_1$ ,  
тогда  $\frac{d}{3} \cdot \frac{V_1^2 - V_0^2}{2a_{12}} \Rightarrow V_1^2 = \frac{2}{3}d a_{12} + V_0^2$

Аналогично с продолжением движения в поле 2-3:  
 $\frac{V_2^2 - V_1^2}{2a_{23}} \cdot d \Rightarrow V_2^2 = 2a_{23}d + V_1^2 =$   
 $= 2a_{23}d + \frac{2}{3}a_{12}d + V_0^2$ , где  $V_2$  - скорость

при прохождении через 3-ю пластину

тогда  $K_3 = \frac{mV_2^2}{2}$ ,  $K_2 = \frac{mV_1^2}{2}$   
 $K_3 - K_2 = \frac{m}{2}(V_2^2 - V_1^2) = \frac{m}{2}(2a_{23}d) = ma_{23}d = qU$   
Ответ:  $qU$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

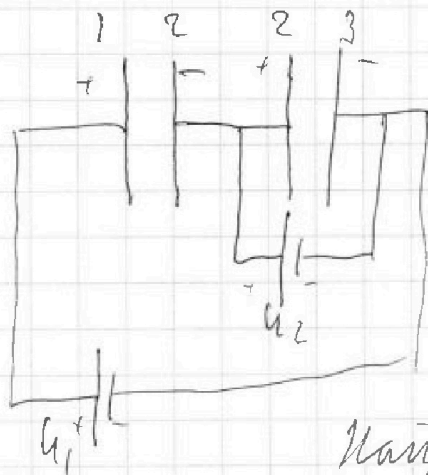
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

1

1) 2-проводящая сеть конденсаторов и источник. Удобно разделить ее на две сети, заряд которых в сумме будет равен заряду конденсатора. Размер сетей можно выбирать произвольным образом, главное, чтобы они были равнозначны по энергии. Будем считать, что цель:



По закону сохранения энергии:

$$U_{12} = U_1 + U_2 = 3U$$

$$U_{23} = U_2 = U$$

Найдём параметры сети

поле внутри конденсатора 2-3:

$$U_{23} = d E_{23} \Rightarrow E_{23} = \frac{U_{23}}{d} = \frac{U}{d}$$

$$F_{23} = q E_{23} = \frac{qU}{d} - \text{сила действующая на заряд}$$

$$q \text{ в конденсаторе } 2-3 \quad \sigma_{23} = \frac{F_{23}}{m} = \frac{qU}{d m} \quad (\text{по } E = \frac{U}{d} \text{ Н/м})$$

— заряды, с которыми будет взаимодействовать

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) Аналогично пред. пунктам:

3

$$\frac{2}{3}d = \frac{v_a^2 - v_1^2}{2a_{23}} \Rightarrow v_a^2 = \frac{4}{3}da_{23} + v_1^2$$

$$\Rightarrow \frac{4}{3}da_{23} + \frac{2}{3}da_{12} + v_0^2 = \frac{4}{3}d \cdot \frac{2g}{m} + \frac{2}{3}d \cdot \frac{g}{m} +$$

$$+ v_0^2 = \frac{22g}{3m} + v_0^2$$

$$v_a = \sqrt{\frac{22g}{3m} + v_0^2}$$

$$\text{Ответ: } v_a = \sqrt{\frac{22g}{3m} + v_0^2}$$

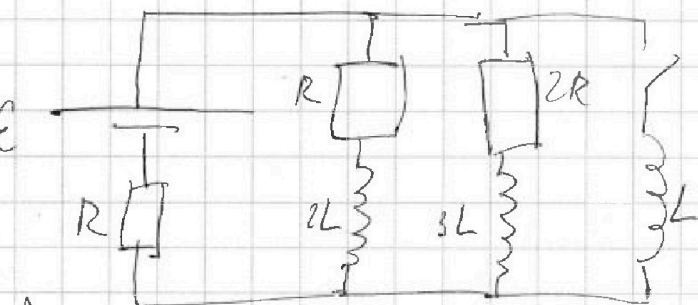
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

МФТИ

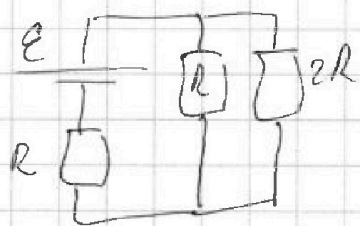
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1

1) В цепи режимы ток через резисторы  
 постоянный, индуктивности не  
 играют роли.

Эта цепь:



Находим экв сопротивление

Цепи:  $R_0 = \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} + R = \frac{2}{3}R + R = \frac{5}{3}R$

Общий ток в цепи:  $I_0 = \frac{\varepsilon}{R_0} = \frac{3\varepsilon}{5R}$

R и 2R соединены параллельно  $\Rightarrow$

ток раздвигается на ток пропорционально.

$I_{02} = \frac{R}{R+2R} I_0 = \frac{1}{3} I_0 = \frac{\varepsilon}{5R}$  Ответ:  $I_{02} = \frac{\varepsilon}{5R}$

2) Ключ замыкает параллельно катушку

ЭРЛ: ток через R не меняется

мгновенно и в установившемся режиме равен  $I_0$

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!



применим к этому контуру  $\textcircled{2}$   
второе правило Кирхгофа:

$\mathcal{E} = I_0 R + L I'$ , где  $I'$  и есть искомого  
скорость изменения тока на  
контуре  $L$ , тогда

$$I' = \frac{\mathcal{E} - I_0 R}{L} = \frac{\mathcal{E} - \frac{3}{5}\mathcal{E}}{L} = \frac{2\mathcal{E}}{5L} \quad I' = \frac{2\mathcal{E}}{5L}$$

Ответ:  $I' = \frac{2\mathcal{E}}{5L}$

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!

1)  $n_1 = n_2 = 1$ ,  $n_2 = 1,6$  ①

$n_1 = 1 \Rightarrow$  преломление луча через призму эквивалентно его ходу во внешней среде  $\Rightarrow$  при этих условиях ее можно выкинуть.

Возьмем тонкий клин с малым углом  $\alpha = 0,05 \text{ рад.} \Rightarrow$  система параллельных

Воспользуемся моделью тонкого клина:

$\Delta\varphi_2 = 2(n_2 - 1)\alpha$ , где  $\alpha_1$  - угол, на который клин отклонит лучи, идущий перпендикулярно к его поверхности, а  $n_2$  - его показатель преломления.

Ответ:  $\Delta\varphi_2 = 2(n_2 - 1)\alpha = 0,05 \cdot 0,6 = 0,03 \text{ рад}$  Ответ:  $0,03 \text{ рад}$

2) Знаю, что клин отклоняет лучи на  $\Delta\varphi_2$ , рассмотрим лучи, идущие перпендикулярно к клину, и идущие к нему под углом  $\Delta\varphi_2$  к горизонту:

(для простоты обозначим клин как треугольник, при прохождении через который луч отклоняется)

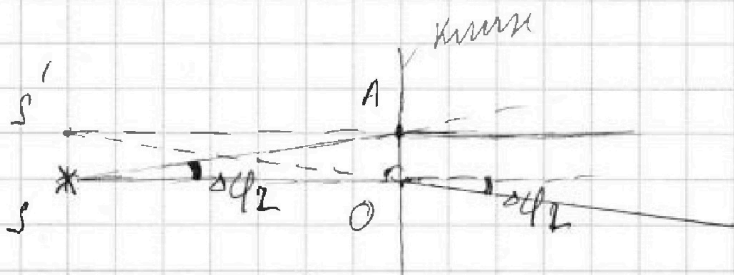
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



ⓐ

луч, идущий горизонтально из источника  $S$  и падает под углом  $\alpha_1$  к клину,

а идущий под углом  $\alpha_1$  падает горизонтально (ке это работает только при малых углах падения на клин, но  $0^\circ$  и  $2(n_2-1)$  град).

Продолжим преломляющиеся лучи обратно за клин и получим в точке их пересечения  $S^*$  изображение источника. Заметим, что

$\triangle SAO$  и  $\triangle S'AO$  равны по острому углу и общей катете  $\Rightarrow S'$  находится на

той же расстоянии от клина, что и  $S$ , но он падает от  $S$  на  $AO$  по горизонтальной линии расстояние между источниками

и изображением равно  $SS' = AO \cdot n = a \cdot \tan \alpha_2$

$= a \cdot \alpha_2$  (т.к.  $\tan \alpha \approx \alpha, \alpha \ll 1$ )  $= a \cdot 2(n_2 - 1) = 0,06 \text{ м}$  (вместо  $0,06 \text{ м}$   $\frac{3}{50} \text{ м}$ )

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

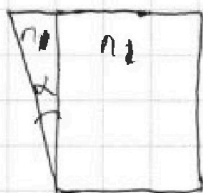
МФТИ

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

3)  $n_1 = 1, 8$      $n_2 = 1, 6$     (3)

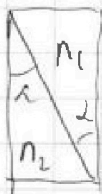
$\Rightarrow$  пусть высота и ширина  $n_1$  и клин  $n_2$

Разделим призму на клин с углом  $\alpha$   
и перпендикулярную пластину:



Для начала рассмотрим  
это сечение штыря из

двух смежных клиньев  $n_1$  и  $n_2$



Как мы знаем, клин  $n_2$  отклоняет  
луч на  $\alpha_2 = 2(n_2 - 1)$

Аналогичным образом клин  $n_1$

отклоняет луч на  $\alpha_1 = 2(n_1 - 1)$ , но

если  $n_2$  отклоняет луч, то  $n_1$  отклоняет

черк. В результате угол отклонения

$$\alpha = \alpha_2 - \alpha_1 = 2(n_2 - 1) - 2(n_1 - 1) = 2(n_2 - n_1)$$

Аналогично второйю пункту задачи,

то рассмотрим изображение предмета

$$\text{на } H' : \alpha = \alpha_2 - \alpha_1 = 2(n_2 - n_1) = 2 \cdot 0 = 0,$$



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!

Плоскопараллельная пластина  
толщиной  $h$  и пок. прел  $n_1$ ,

приведит изображение к формуле  
по излучателю на  $\Delta X \approx \frac{h(n_1-1)}{n_1}$

Тогда по Т. Пифагора расстояние  
от источника до его изображения

$$SS' = \sqrt{\Delta X^2 + H'^2}$$

$$\Delta X \approx \frac{0,09 \cdot 0,8}{1,8} = \frac{2 \cdot 0,08}{18} \approx 0,04$$

$$H' = d(n_2 - n_1) = -2 \cdot 0,05 \cdot 0,22 = -0,1 \cdot 0,2 = -0,02$$

$$SS' = 0,01 \sqrt{4^2 + 2^2} = 0,02 \sqrt{5} \text{ м} = \frac{\sqrt{5}}{50} \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } 0,02 \sqrt{5} \text{ м} = \frac{\sqrt{5}}{50} \text{ м}$$

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!

спизу:  $\frac{V}{4}$  объема  $\Rightarrow$  еще  $\frac{V}{4}$  газа  
при увеличении  $P$ . его также растворится  
в воде, но она не может это по химическим  
связям  $\nu_2$  - газобразный  $CO_2$

$$P \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0 = \nu_1 R T_0 \cdot \frac{1}{2}$$
$$\text{газа} \rightarrow \nu_2 = \frac{1}{2} \nu_1 = \frac{\nu_1}{2} = 2$$

2) растворимость газобразного  $CO_2$

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

$$\rightarrow \text{число молей } \nu_2 = \nu_2 + \Delta V = \nu_2 + P \frac{V}{4} = \nu_2 + \nu_2 R T_0 k$$
$$CO_2 = \nu_2 (1 + R T_0 k)$$

$$\text{измен } P_k. \text{ Вытуж } P_k \frac{V}{6} = \nu_1 R T$$

$$V \text{ не изменилось, } \rightarrow V_2 = V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} = \frac{7}{12} V$$

$$P_k T (\nu_k - \nu_0) = \frac{7}{12} V = \nu_2' R T$$

по парцу уравнению б.п.

$$\frac{P_k \frac{V}{6}}{(P_k - P_0) \frac{7}{12} V} = \frac{\nu_1 R T}{\nu_2' R T} = \frac{\nu_1}{\nu_2 (1 + R T_0 k)} = \frac{2}{1 + R T_0 k}$$



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 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!

$$\begin{array}{r} \times 225 \\ 1350 \\ \hline \end{array}$$

$$\frac{200}{965}, \frac{140}{93}$$

$$a_5 \approx \frac{50}{64}$$

$$v(12) \approx 26,5$$

$$v(16) \approx 27,5$$

$$a_{23} \approx \frac{1}{4} \approx 0,25 \text{ мкс}^2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$$k = \frac{510}{47}$$

$$v_1 = 29 \text{ км/с} \quad t_2 = 26 \text{ с}$$

$$\Delta v = 9 \text{ км/с}$$

$$k_{\text{пер}} = \frac{9}{26} \approx 0,33$$

$$k_{\text{пер}} = \frac{207 - (v_2 - v_1)k}{2m}$$

$$\begin{array}{r} 135 \\ 270 \\ 810 \\ \hline 47 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 600 \\ 200 \\ \hline 160 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 135 \\ - 35 \cdot 49 \\ \hline 47 \end{array}$$

100

$$T = \frac{4}{3} T_0 = 373 \rightarrow T_0 = \frac{3}{4} \cdot 373$$

22

$$V: \quad \frac{V}{2} \quad \frac{V}{2}$$

$\frac{V}{2} N_1$	$T_0$	$D_1$
-------------------	-------	-------

$\frac{V}{2} N_2$	$T_0$	$D_2$
-------------------	-------	-------

$\frac{V}{4}$  - температура

$$\Delta v = k p v$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$$

1) скорость  $N_2$  больше  $\frac{V}{2}$  при увеличении  $p$

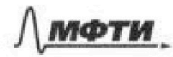
$$p \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$$



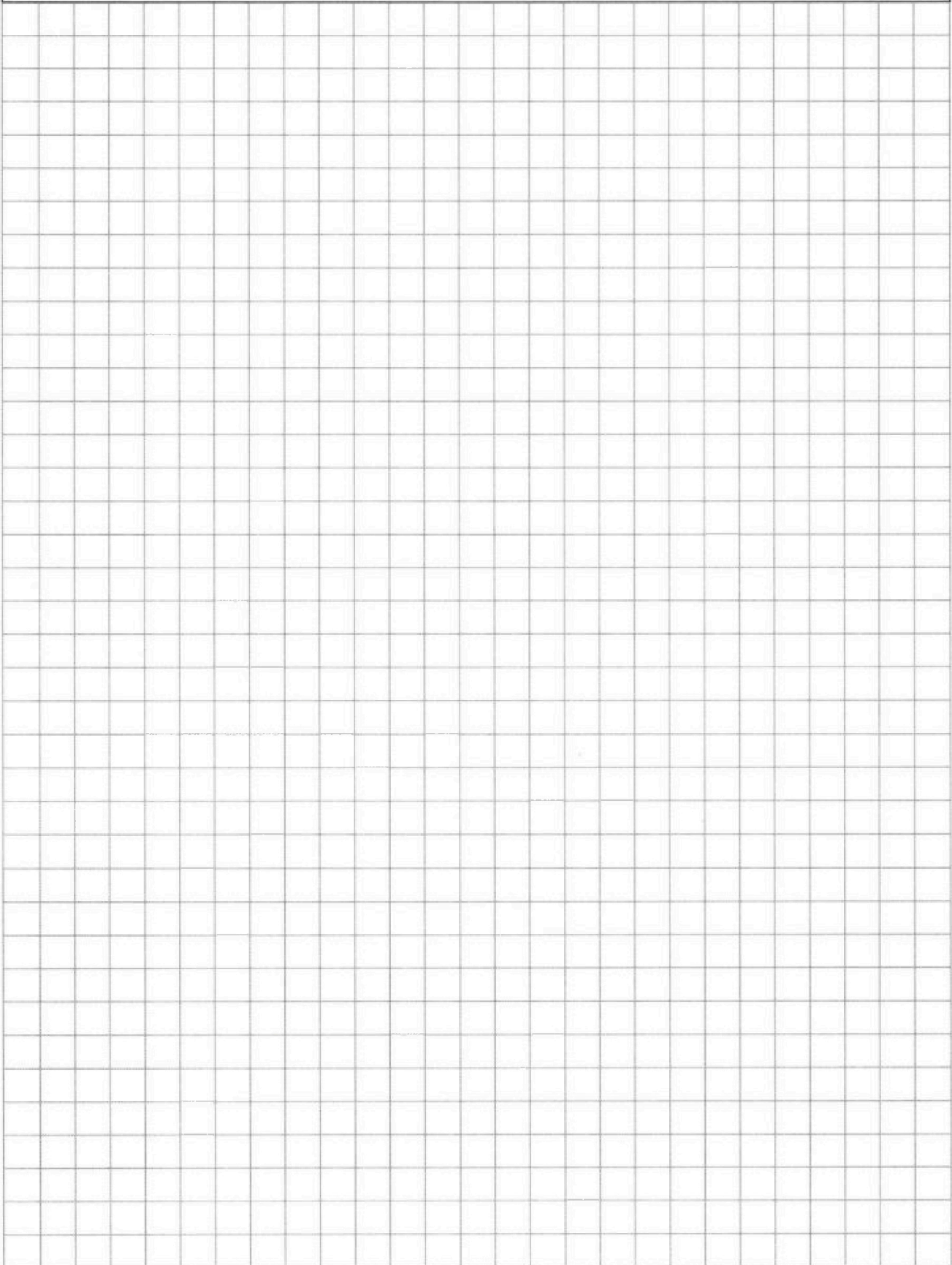
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 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!



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



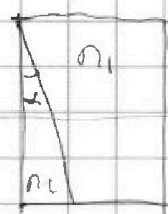
1  2  3  4  5  6  7



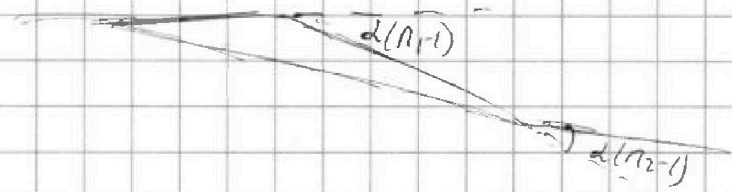
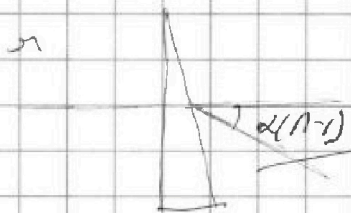
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

25

23



1)  $n_1 = n_2 \sqrt{2}$

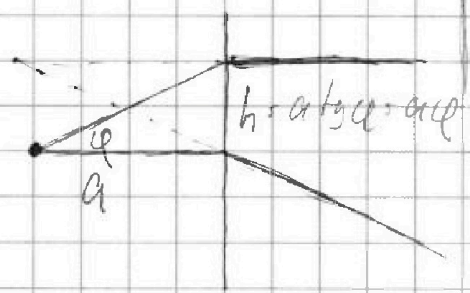
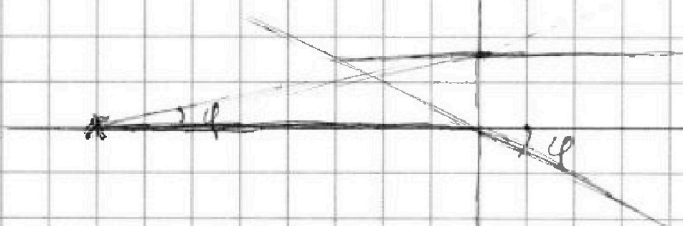


2)

не могу оптимизировать

не  $d(n) = d(n-1)$

так как



система из двух  
линий при изменении  
 $h_1 = a$

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!



N1

$$m = 300 \text{ кг}$$

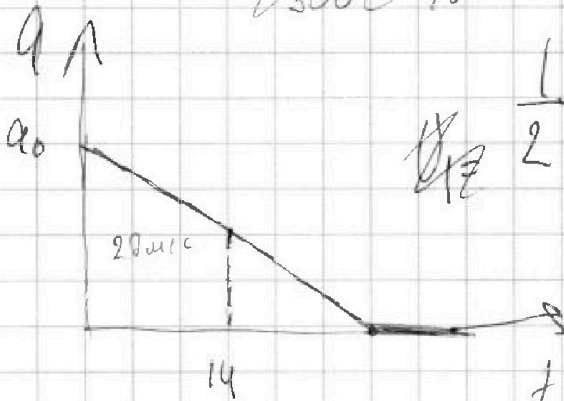
$F_k = 405 \text{ Н}$  - при достижении  $F_c$  разлок

преодолевается  $\Rightarrow F_T = F_k = 405 \text{ Н}$

$$F_c = 100$$

$$m a(t) = (F_T - F_c(t)) = F_T - 100(t) = F_T - 100$$

$$a_0 = \frac{F_T}{m} = \frac{405}{300} = 1,35 \text{ м/с}^2$$



$$\frac{1}{2} (a_0 - a_1) \cdot t_1 = (v_1 - v_0)$$

$$a_1 = \frac{2(v_1 - v_0)}{t_1} - a_0$$

$$a_1 = \frac{2 \cdot 27}{14} - \frac{405}{300} = \frac{(2 \cdot 10 - 7) 27}{140}$$

$$\frac{13 \cdot 27}{140}$$

$$\approx 2,5 \text{ м/с}^2$$

$$\begin{array}{r} 27 \\ - 13 \\ \hline 91 \\ 27 \\ \hline 351 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 351 \\ 280 \\ \hline 71 \end{array} \Bigg| \begin{array}{r} 140 \\ 2,5 \end{array}$$

$$\frac{(1,35 + 2,5)}{2} \cdot 14 = 3,45 \cdot 7$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

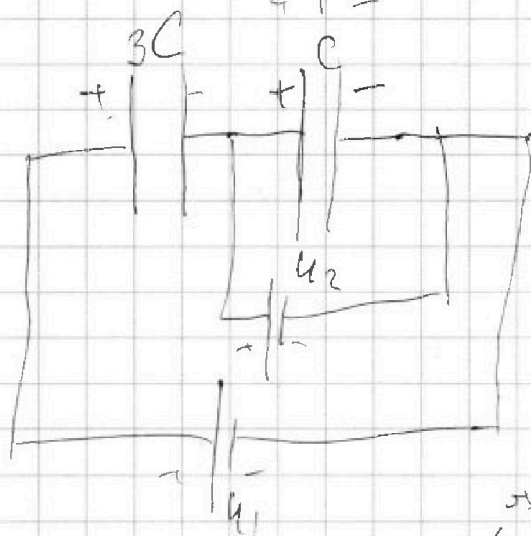
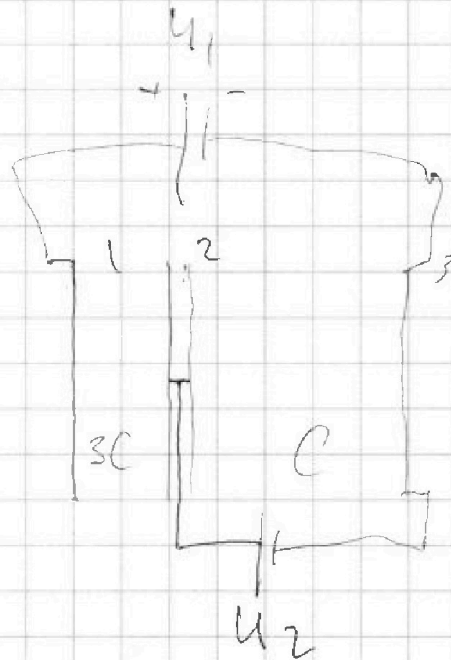
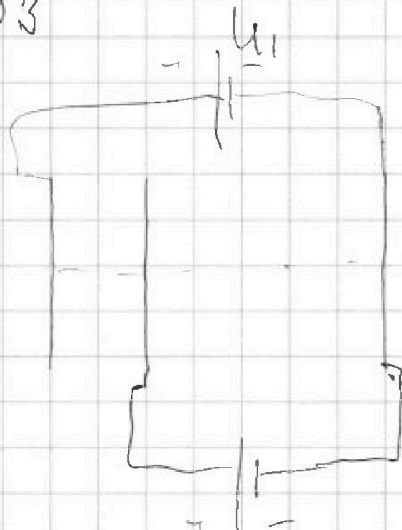
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

**МФТИ**

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



~3



$$U_C = U_2$$

~~$$U_1 + U_2 = U_{3C}$$~~

$$Q_E = U \cdot dE$$

$$\rightarrow E_{23} = \frac{U_C}{d} = \frac{U_2}{d}$$

$$F_{23} = \Phi E_{23} = \frac{eU_2}{d}$$

$$1) a_{23} = \frac{eU_2}{dM}$$

$$2) a_{12} = \frac{e(U_1 + U_2)}{3d}$$

$$2 \cdot 0,05 (1,6 - 1) = 2 \cdot 0,05 \cdot 0,6 = 0,06$$



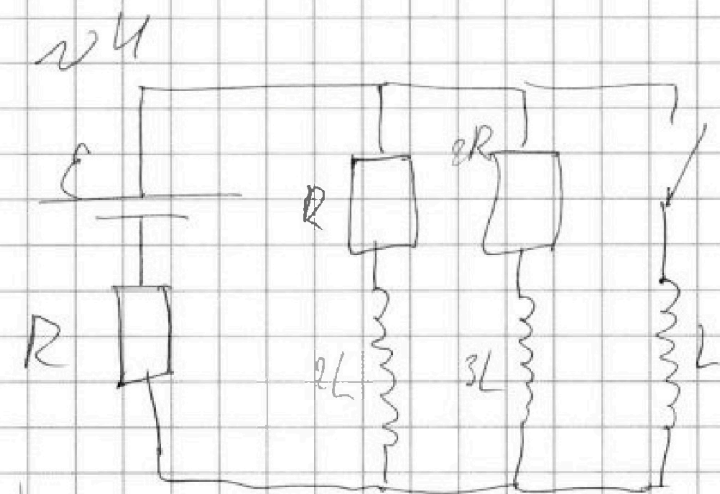
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

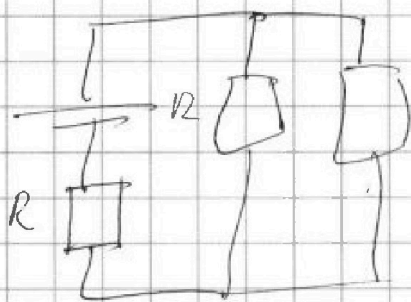
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

**МФТИ**

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



1) Вычет напряжения при замыкании ключа:



$$R_0 = \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} + R = \frac{2}{3}R + R = \frac{5}{3}R$$

$$I_0 = \frac{E}{R_0} = \frac{E}{\frac{5}{3}R} = \frac{3E}{5R}$$

$$I_{02} = \frac{2}{3} I_0 = \frac{2E}{5R}$$

$$U_{02} = I_{02} \cdot 2R = \frac{4E}{5}$$

$$Q = U_{02} - L \cdot I'$$

$$I' = \frac{U_{02}}{L} = \frac{4E}{5L}$$

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
<input 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) до замыкания ключа резистор  
установившие. Когда ключ установившие  
уже замыкающие ключа,  
мы будем при мощности цепи  
$$L \Delta I_k = \frac{e}{R}$$

мы на разности  $eR$  (концы цепи  
равен 0.

$$E = I_R R + I_R L \frac{dI}{dt}$$

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 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!



н/д

$$\Delta V = 7 \text{ м/с}$$

$$\Delta t = 14 \text{ с}$$

$$a_{\text{ср}} = 0,5 \text{ м/с}^2 = \frac{1}{2}(a_0 + a_1)$$

$$a_1 \approx 0,3734$$

$$a_0 = \frac{F_T - V_0 k}{m} \quad a_1 = \frac{F_T - V_1 k}{m}$$

$$2a_{\text{ср}} = \frac{2F_T - (V_0 + V_1)k}{m}$$

$$k = \frac{(2a_{\text{ср}} m - 2F_T)}{V_0 + V_1} = \frac{810 - 300}{20 + 27} = \frac{510}{47}$$

$$a_1 = \frac{F_T - V_1 k}{m} = \frac{900 - 27 \cdot \frac{510}{47}}{100}$$

$$= \frac{135 - \frac{9 \cdot 510}{47}}{100}$$

$$\begin{array}{r} 135 \cdot 47 \\ \hline = 135 \\ 47 \\ \hline 945 \\ 540 \\ \hline 6345 \\ - 4500 \\ \hline 1845 \end{array}$$

$$910 + 1000 + 345 = 1755$$

$$\begin{array}{r} 510 \\ \hline 000 \\ \hline 1845 \end{array}$$

$$510 \cdot 9 = 4590$$

$$\begin{array}{r} 1755 \\ - 141 \\ \hline 345 \\ - 329 \\ \hline 160 \\ - 141 \\ \hline 190 \\ \hline 190 \\ \hline 3 \end{array} \quad \begin{array}{r} 47 \\ \hline 37,34 \\ \hline 37,34 \end{array}$$



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 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!

