



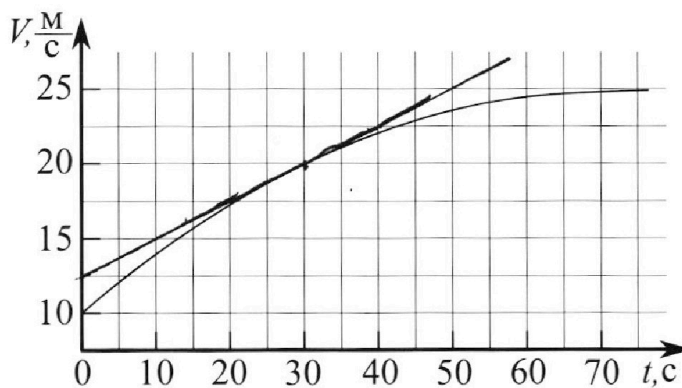
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01



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

1. Автомобиль массой  $m = 1800$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна  $F_k = 500$  Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



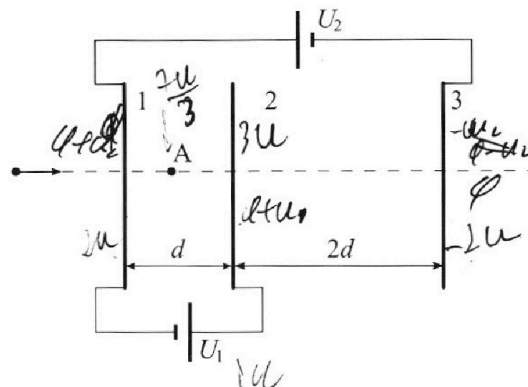
- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости  $v_1 = 20$  м/с.
  - 2) Найти силу тяги  $F_1$  при скорости  $v_1$ .
  - 3) Какая мощность  $P_1$  передается от двигателя на ведущие колеса при скорости  $v_1$ ?
- Требуемая точность числа нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 5T_0/4 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/5$ .

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  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  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 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  $2d$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = U$  и  $U_2 = 4U$ . 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 1 и 2.
- 2) Найти разность  $K_1 - K_2$ , где  $K_1$  и  $K_2$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01

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



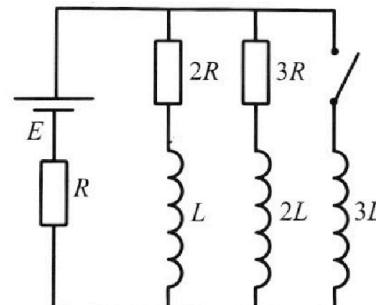
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

1) Найти ток  $I_0$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.

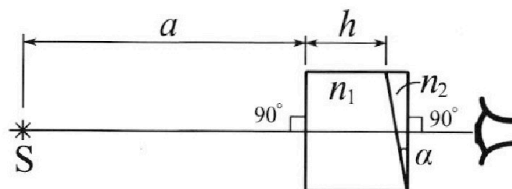
2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $3L$  сразу после замыкания ключа.

3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  и находится в воздухе с показателем преломления  $n_b = 1,0$ . Точечный источник света S расположен на расстоянии  $a = 194$  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  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.



1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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  $n_1 = 1,5$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

$$\frac{9}{165} = \frac{9}{3} = 3$$

$$\frac{5E}{174} \cdot \frac{6}{5} R = 1 \text{ A} \cdot 100$$

$$100 \cdot \frac{2}{100} = 4 \text{ cm}$$

$$1 - \frac{5}{17} = \frac{12}{17} = \frac{6}{17}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- 1  2  3  4  5  6  7

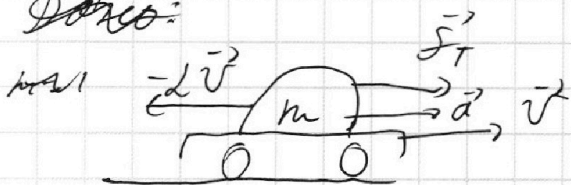


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

# Задача 17

## Решение

Доказано:



из графика

не стоит забывать

заметьте, что

со временем скорость становится

и означенно  $v_{уст} = 25 \frac{м}{с}$ , а значит,

это будет уменьшившееся сопротивление,

где  $F_k = 500Н$ , тогда в этом

уст. regime ускорение машины равно

0. из II закона Ньютона в направлении

на ОХ:  $F_T - L \cdot v_{уст} = 0$ , где  $L$  - коэффициент

пропорциональности между силой

сопротивления воздуха и скоростью

$$\Rightarrow L = \frac{F_T}{v_{уст}} = \frac{500Н}{25 \frac{м}{с}} = 20 \left( \frac{Н}{с} \right)$$

Поскольку ускорение машины  $a$  -

это  $a = \frac{dv}{dt}$ , но из графика  $v(t)$  при

$$v_1 \quad \frac{dv}{dt} \approx \frac{2,5 \frac{м}{с}}{10с} = 0,25 \left( \frac{м}{с^2} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = 0,25 \left( \frac{м}{с^2} \right) \text{ при скорости } v_1 = 20 \frac{м}{с}$$

$\left( \frac{dv}{dt} \approx \frac{2,5 \frac{м}{с}}{10с} \right)$ , так как за 10 с скорость увеличивается

примерно на  $2,5 \frac{м}{с}$

Мат 1 из 11

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!

2) Когда из II з.ч. вх.трелькум ко ох ~~или~~ ~~или~~  
скорости  $v_1 = 20 \frac{m}{c}$ ;  $F_1 - 2U_1 = ma \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_1 = 2U_1 + ma = 400H + 1800m \cdot 0,25 \frac{m}{c^2} =$$
$$= 400H + 450H = 850(H)$$

3) Когда мощность передаваемая от  
двигателем на ведущие колеса равна

$$P_1 = F_1 \cdot v_1 = 850H \cdot 20 \frac{m}{c} = 17000 (BT) = 17 (кBT)$$

Ответ: 2) ускорение автомобильное  
или скорости  $v_1 = 20 \frac{m}{c}$  равно  $a = 0,25 \frac{m}{c^2}$ ;

$$2) F_1 = 850H \quad ; \quad 3) P_1 = 17 \text{ кВТ.}$$

лист 2 из 18



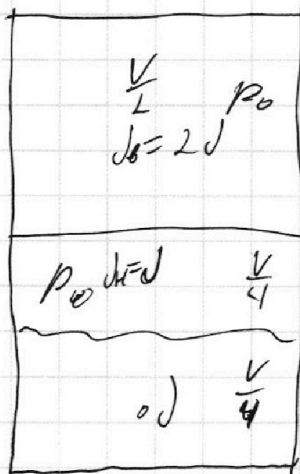
1  2  3  4  5  6  7

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



## Задача №2

Решение:



Сила кон  
 $T = \frac{5}{4} T_0 \Rightarrow T_0 = \frac{4}{5} T$   
 нормальным

силу на две части, но  
 объём газа в верхней  
 части  $\frac{V}{2}$ ; а нижней  
 части  $\frac{V}{4}$   $\frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$ , кон  
 кон объём  $\frac{V}{4}$  занимает  
 вода

из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu R T_0 = \nu R \cdot \frac{4}{5} T$ , где  $\nu = \frac{5 p_0 V}{76 R T_0}$  кол-во  
 $\nu$  - объём газа в

нижней части, а  $p_0$  - нормальное давление  
 газа в смеси, тогда в верхней части  
 $\nu$  - газа, тогда  $p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu R T_0 \Rightarrow 2 \nu R T_0 = \nu R T_0$   
 $\Rightarrow$  в верхней части  $\nu = 2 \nu$  кол-во газа. а сила

в воде растворяется  $\nu = k p_0 \cdot \frac{V}{4}$  из закона  
 Генри  $\nu = k p_0 \cdot \frac{V}{4}$  уменьшено газа.

и когда сосуд нагреют до температуры  
 $T = 273 \text{ K} = 0^\circ \text{C}$  давление  $p_0$  в воде

паров может равняться атмосферному  $p_{атм}$

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!



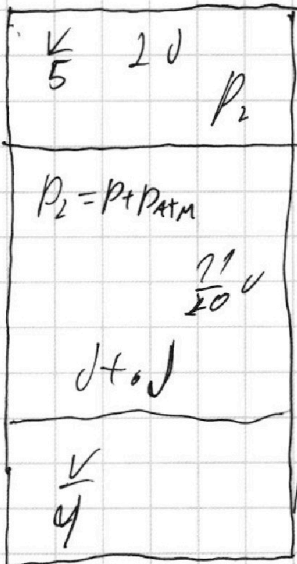
При дожимании  
мембрана имеет  $T = 373 \text{ K}$

Тогда газ  
под поршнем

будет занимать

объем  $V_2$

$$V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$$



Тогда  $P_2$  - давление газа  
в верхней камере, масса

$$P_2 = P + P_{\text{атм}} \text{ где } P -$$

нормальное давление

уменьшего газа в  
нижней камере.

Тогда масса в

нижней камере будет уменьшится газ

$$\text{до же верхнего газа } P_2 \cdot \frac{V}{5} = 2J \cdot RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_2 \frac{V}{5} = 2 \cdot \frac{5P_0 V}{16} \Rightarrow P_2 = P_0 \cdot \frac{25}{8}$$

же уменьшено газа в нижней камере

$$10 \cdot \frac{11}{20} V = (J + \delta J) RT = JRT + \delta JRT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P \cdot \frac{11}{20} V = \frac{5P_0 V}{16} + K P_0 \frac{V}{4} \cdot RT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P = P_0 \cdot \frac{11}{10} = \frac{5}{16} P_0 + \frac{K}{4} RT P_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P \cdot \frac{11}{10} = \frac{5}{16} P_0 + \frac{P_0}{4} \cdot \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

Страница 77 из 8

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input 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!

$$P_{20}^{11} = \frac{5}{16} P_0 + \frac{P_0}{4} = \frac{5}{16} P_0 + \frac{4}{16} P_0 = \frac{9}{16} P_0$$

$$P = \frac{20}{11} \cdot \frac{9}{16} P_0 = \frac{5 \cdot 9}{11 \cdot 4} P_0 = \frac{45}{44} P_0$$

$$\text{Плюс } P_2 = P + P_A = \frac{25}{8} P_0 = \frac{49}{8} P_0 = \frac{45}{44} P_0 + P_A$$

$$\Rightarrow P_{\text{атм}} = P_0 \left( \frac{25}{8} - \frac{45}{44} \right) = P_0 \left( \frac{25 \cdot 11}{88} - \frac{90}{88} \right) = P_0 \left( \frac{275}{88} - \frac{90}{88} \right)$$

$$\Rightarrow P_{\text{атм}} = \frac{185}{88} P_0 \Rightarrow P_0 = \frac{88}{185} P_{\text{атм}}$$

Уз начала решаемая  $\frac{J_6}{J_H} = \frac{2J}{J}$ , где

$J_6$  - количество газа в верхней части сосуда, а  $J_H$  - количество воздуха (воздуха  $\text{CO}_2$  до нагревателя сосуда

Ответ: 1) Включение кол-во  $\text{CO}_2$  в воздушном соотношении в верхней ( $J_6$ ) к нижней ( $J_H$ ) частях сосуда равно

$\frac{J_6}{J_H} = 2$  2) начальное давление в

сосуде перед нагревателем  $P_0 = \frac{88}{185} P_{\text{атм}}$ ,

где  $P_{\text{атм}}$  атмосферное давление.

Страница 1 из 18



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

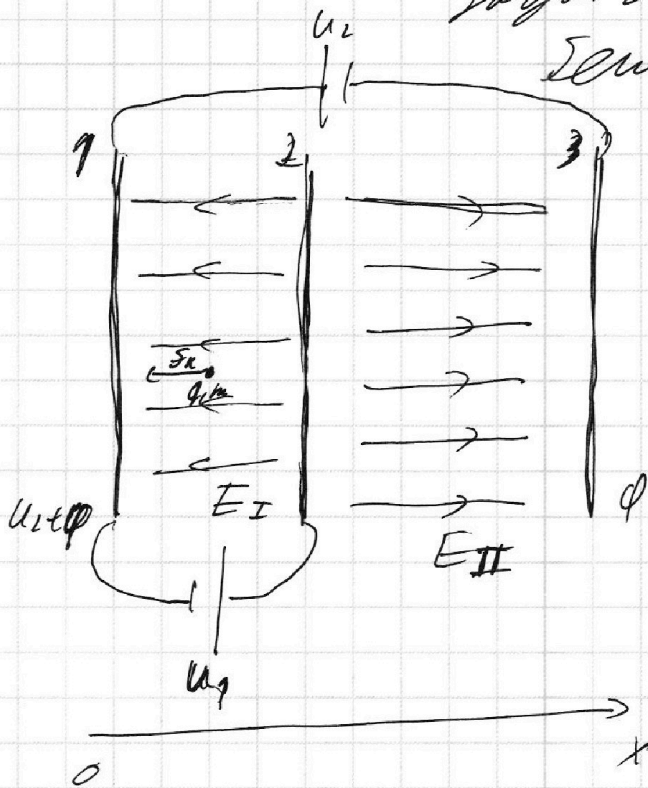


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача 3

Геометрия:



1) Три независимых параметра потенциалов  $\phi, \phi, \phi$ , можно ли?

$\phi_1 = U_2 + \phi$ ,  
 а потенциал 2 независимых  
 $\phi_2 = \phi + U_2 + U_1$ ,

можно  $dE_I = \phi + U_1 + U_2 - U_2 - \phi = U_1 \Rightarrow \Delta \phi + E_{II} = \frac{U_1}{d}$  -

поле между цилиндрами 2 и 1 (направлено от 2 к 1).  $2d E_{II} = \phi + U_1 + U_2 - \phi = U_1 + 4U_2 = 5U_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow E_{II} = \frac{5U_1}{2d}$  - поле в между 2 и 3 цилиндрами

(направлено от 2 к 3). Тогда на радиусу в области между 1 и 2 действует сила  $E_I \cdot q$ , тогда из II закона Ньютона:

$ma = qE_I \Rightarrow |a| = \frac{q}{m} \frac{U_1}{d}$  - модель ускорения

действующей на радиусу в  $\vec{r}$  направлении между 1 и 2

Мен 12 из 18

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



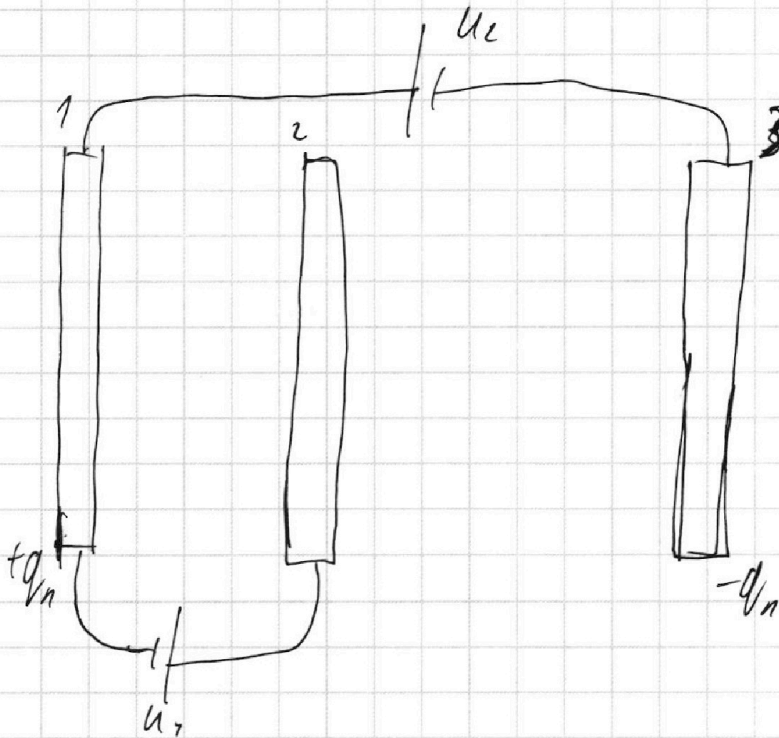
1  2  3  4  5  6  7



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

2) ~~из~~ из закона сохранения  
энергии  $K_1 - K_2 + q(\varphi + u_1 + u_2) - q(\varphi + u_2) = 0 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow K_1 - K_2 = -q \cdot u_1 = -qU$  - разность  
кин. энергии частицы при крайних членах  
1 и 2 стержня ( $K_1$ ) и 2 стержня ( $K_2$ )

3)



Очевидно,  
что  
плоскости 2  
зарядена  
положительно,  
так как  
из неё  
исходят  
поле,

точно так же как  
она имеет

$K$  и плоскости,

так и 3, то на левой стороне будет заряд  $+q_n$ ,  
плоскости?

а на правой стороне 3 плоскости  $-q_n$  ( $q_n > 0$ ).

Точно так же как в предыдущей плоскости нет поля,  
то заряды

Александрова 13.08.18  
Старик

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!

но на заряде правее левой стороны ?  
плотности, но левее нулевой стороны  
? плотности не будем создавать  
нале стороны, а зарядом все будем  
создавать только  $+q_n$  и  $-q_n$  зарядом.

Тогда  $\Phi$  становится очевидно, что  
из этих сил суммарная потенциальная ?  
(?) должен быть равен  $\rightarrow$  нулю  
плотности  $(\rho_3)$ , но есть  $\rho_3 = -\rho_1$

$\Phi = -(\rho + u_0)$   $\Phi = -\rho - u_0 \Rightarrow 2\Phi = -4u_0 \Rightarrow \Phi = -2u_0$ ,  
тогда потенциальная ? плотности  $\rho_1 = 2u_0$ .

Тогда потенциальная в Т. А. характеризует

$\frac{d}{3}$  от плотности ? равен  $\Phi_A = \rho_1 + \frac{d}{3} E \Rightarrow$   
 $\Rightarrow \Phi_A = 2u_0 + \frac{d}{3} \cdot \frac{u_0}{d} = 2u_0 + \frac{u_0}{3} = \frac{7u_0}{3}$   $U_A$

Затем сокращение энергии:

$$\frac{m v_0^2}{2} = q \Phi_A + \frac{m v_A^2}{2}, \quad \text{где } v_A - \text{ скорость}$$

частицы в Т. А.

Страница 4 из 28



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!

$$m v_0^2 - 2q\varphi_A = m v_A^2 \Rightarrow v_0^2 - \frac{2q}{m} \cdot \frac{7u}{3} = v_A^2$$

$$\text{при } v_0^2 < \frac{2q\varphi_A}{m} = \frac{14qu}{3m} \quad \text{электрон не$$

достигнет  $\varphi_0$  т. А

$$\text{при } v_0^2 \geq \frac{14qu}{3m}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{14qu}{3m}}$$

$$\text{Ответ: 1) } |a| = \frac{qu}{md} \quad ; \quad 2) K_1 - K_2 = -uq ;$$

$$3) v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{14qu}{3m}}, \quad \text{при } v_0 \geq \sqrt{\frac{14qu}{3m}}.$$

Страница 15 из 18

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

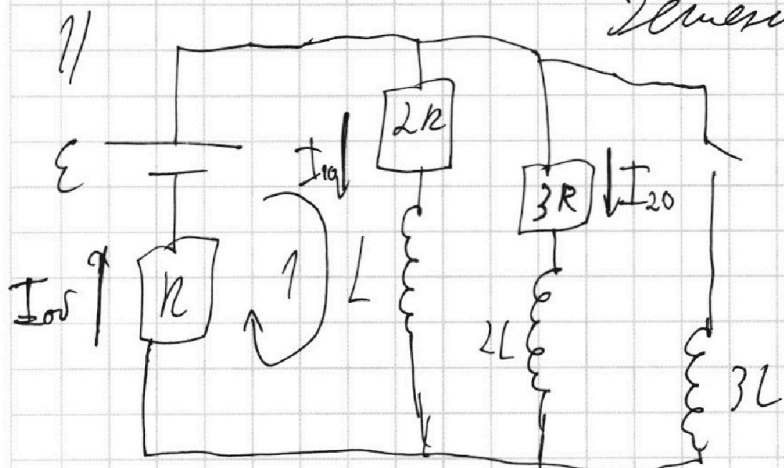


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



### Задача №4

Демонстрация:

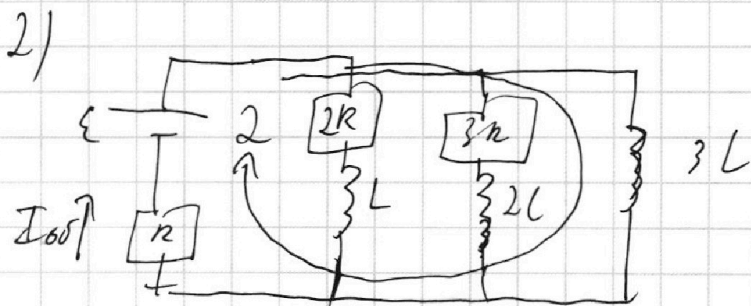


$I_{00}$  - ток к не нагруженному концу  
 суммарно  
 $I_{20}$  - ток через индуктивность  
 через  $3R$ .

Ток как в замкнутом контуре решим  
 контурным - проводимки, но ~~сложно~~  
 соотносимые цепи по Кирхгофу  
 к диаграмме равно  $R + \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} = R + \frac{6R}{5} =$   
 $= \frac{11R}{5} \Rightarrow I_{00} = \frac{E}{\frac{11R}{5}} = \frac{5E}{11R}$ . По II правилу  
 напряжения для 1 контура:

$$E = 2R \cdot I_{10} + R \cdot I_{00} \Rightarrow 2R I_{10} + 2R I_{10} = E - R \cdot \frac{5E}{11R}$$

$$4R I_{10} = \frac{3E}{11} \Rightarrow I_{10} = \frac{3}{11} \frac{E}{R}$$



МММ 9 из 18



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!

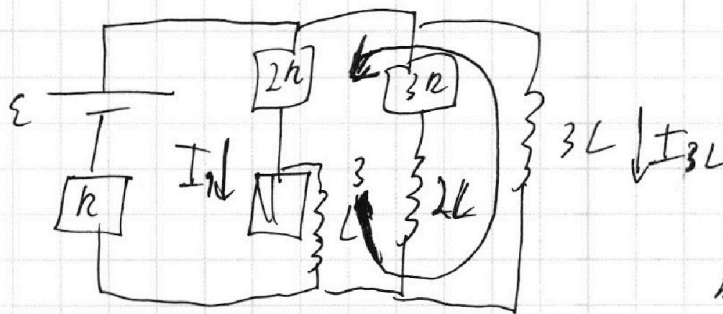
Если как сразу после замыкания ключа ток в катушке  $3L$  не начал увеличиваться, а распределение тока в цепи осталось тем же, то через феморетто можем найти ток  $I_{00} = \frac{5\varepsilon}{77R}$ , тогда по II правилу Кирхгофа для 2 катушки

$\varepsilon - 3L \frac{dI_{3L}}{dt} = I_{00} R$ , где  $I_{3L}$  - ток текущий через катушку  $3L$ , тогда  $\frac{dI_{3L}}{dt}$  - это скорость изменения тока в катушке  $3L$

$$\varepsilon - \frac{5R\varepsilon}{77R} \cdot R = 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} \Rightarrow \frac{6R\varepsilon}{77} = 3L \frac{dI_{3L}}{dt} = 1$$

$$\Rightarrow \frac{dI_{3L}}{dt} = \frac{2\varepsilon}{77L}$$

3) Ток  $I_0$  - ток через катушку  $L_0$ . В этот момент времени в цепи катушки  $3L$  превратились в



временно в момент времени  $t$  и катушка  $3L$  превратились в

проводник, и поэтому напряжение на резисторах будет 0, и  $I_0 = 0$ , а тогда

$$I_{3L} = \frac{\varepsilon}{R}, \text{ так как через феморетто ток}$$

не меняется.

ММ 20 из 18



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 50 II таблицы характеристик для  
формула 3:

$$3L \frac{dI_{3L}}{dt} - L \frac{dI_1}{dt} = 2I_1 R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3L dI_{3L} - L dI_1 = 2RI_1 dt, \text{ по } dI_1$$

$dq_{2k} = I_1 dt$  - заряд прошедший через конденсатор

$$2R \int_0^{\frac{\epsilon}{R}} 3L dI_{3L} - \int_0^{\frac{\epsilon}{R}} L dI_1 = 2R dq_{2k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3L \left( \frac{\epsilon}{R} - 0 \right) - L \left( 0 - \frac{3\epsilon}{11R} \right) = 2R \cdot q_{2k} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{3L\epsilon}{R} + \frac{3\epsilon L}{11R} = 2R q_{2k} \Rightarrow q_{2k} = \frac{3L\epsilon}{2R^2} + \frac{3\epsilon L}{22R^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow q_{2k} = \frac{3\epsilon L}{2R^2} \left( \frac{11}{11} + \frac{1}{11} \right) = \frac{3\epsilon L}{2R^2} \cdot \frac{12}{11} = \frac{18}{11} \frac{\epsilon L}{R^2}$$

Ответы: 1)  $I_{10} = \frac{3}{11} \frac{\epsilon}{R}$ ; 2)  $\frac{dI_{3L}}{dt} = \frac{3\epsilon}{11L}$ ;

3)  $q_{2k} = \frac{18}{11} \frac{\epsilon L}{R^2}$

МММ 11 vs 18

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

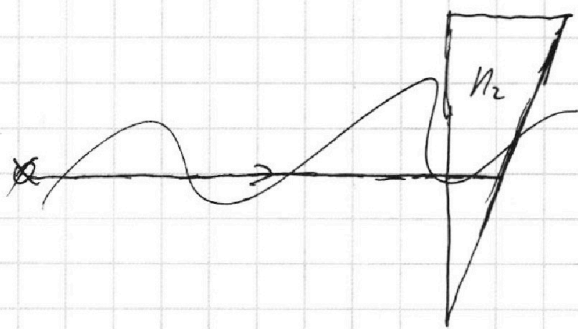
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

## Задача №5

1)

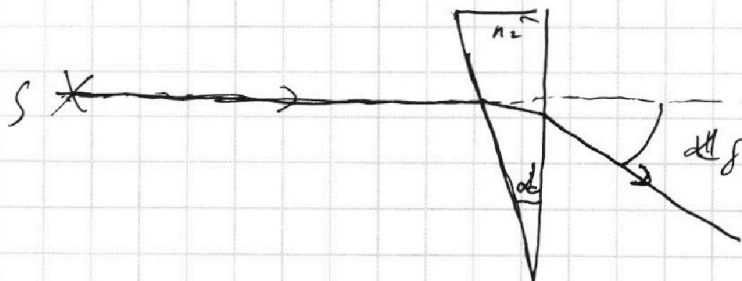
Решение:

Если  $n_1 = n_2 = 1$ , то лучи не испытывают преломления при прохождении через клин  $n_1$ , тогда можно его убрать и оставить только один клин  $n_2$ .



Так как угол

угла  $n_1$  клина малый, то для небольшого угла  $n_1$  на который отклоняется луч можно воспользоваться формулой тонкого клина,



$$\text{тогда } \delta = n_2(n_2 - 1) = 1,7(1,7 - 1) = 1,2 \text{ рад}$$

2) Знаю это найдём как смещается изображение относительно источника при прохождении через  $n_1$  лучей через тонкий клин (формула тонкого клина преломления  $n$ ).

Мот 3 из 18





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

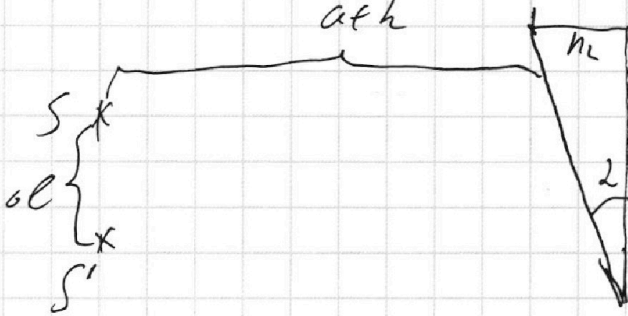
1  2  3  4  5  6  7



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



$$oL = l \cdot \delta = l \cdot L(n-1)$$



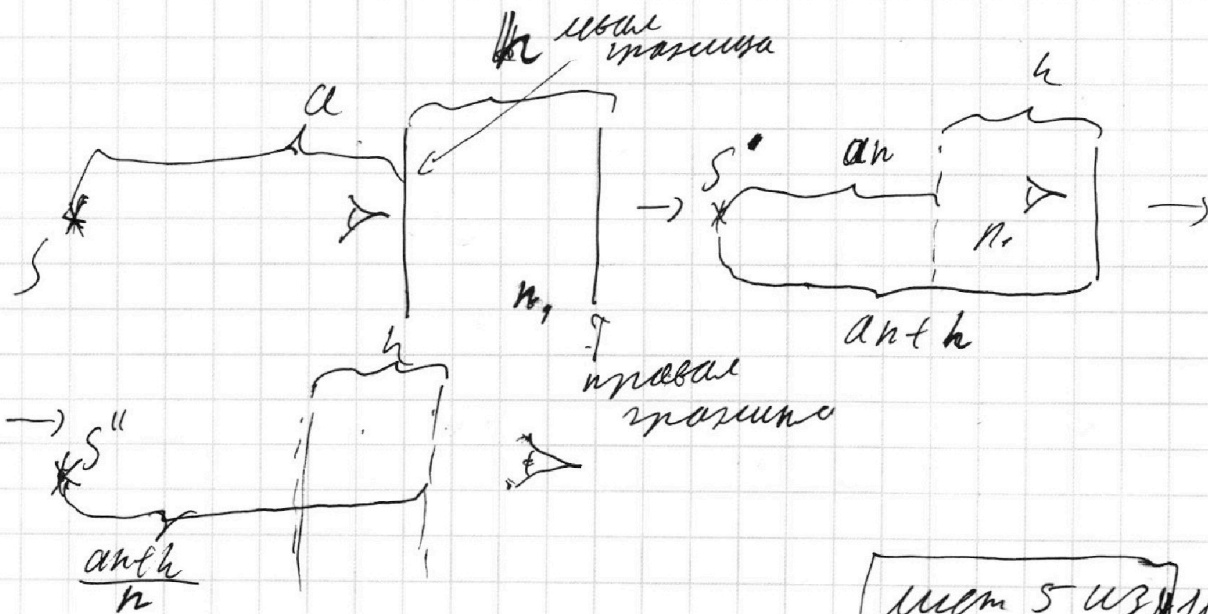
В пункте 2  $a_n = h_n$   
 $l = a + h$ , тогда  
 изображение  
 смежные стороны  
 на величину

$$oL = (a+h) \cdot L(n-1) =$$

$$\Rightarrow oL = (1996 \text{ м} / 0,7(1,7-1)) = 203 \text{ м} \cdot 0,07 =$$

$= 14,21 \text{ (м)}$ , тогда расстояние между  
 изображениями  $S$  и  $S'$   
 смежные стороны равно  $oL \approx 14,21 \text{ м}$

3) рассмотрим смежные изображение  
 в параллельной плоскости расстояния  
 $a$  и  $h$



Мем 5 уз 18

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

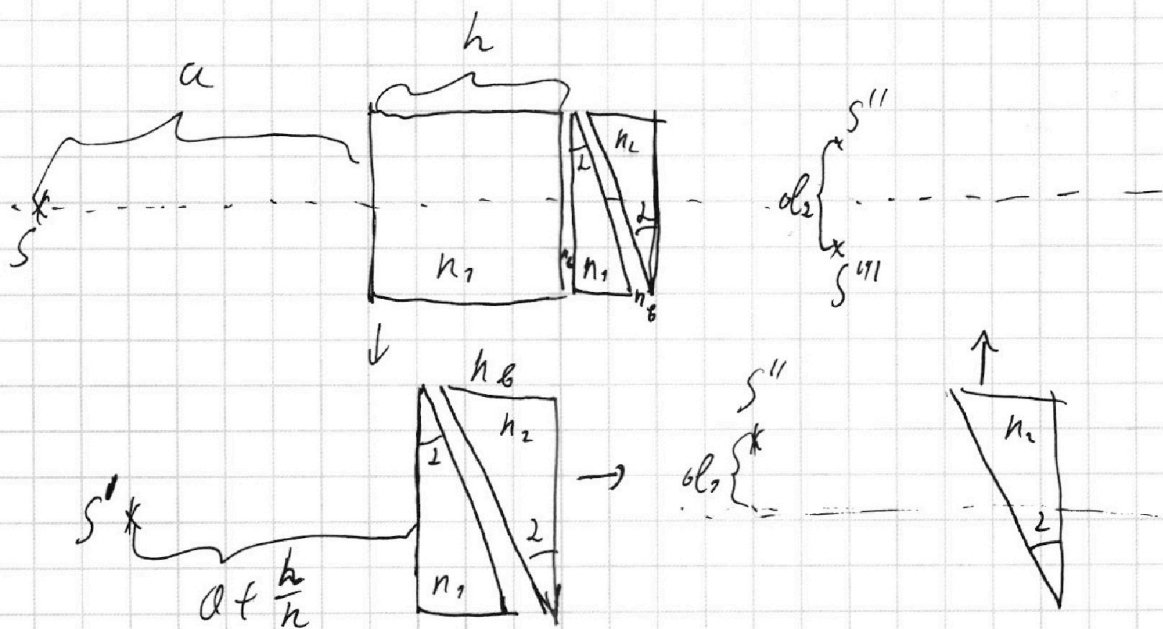


- 1  2  3  4  5  6  7



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

В начале изображения ~~на~~ <sup>изображение S</sup> ~~на~~ <sup>на</sup> ~~расстояние~~ <sup>расстояние</sup>  
на расстоянии  $a$  от левой границы,  
если наблюдатель наметит внутри  
плотности, то известный факт, то, что  
луч будет казаться, что изображение  
 $S'$  находится на расстоянии  $a$  и  
от левой  $z$ . Если же расстояние  $a+h$  от  
правой границы. Плечо вымпела  
наблюдатель из системы через правую  
границу, тогда меняет изображение  $S''$   
изображение  $S'$  будет находиться на  
расстоянии  $\frac{a+h}{h} = a + \frac{h}{h}$  от правой  
границы



mm 6 из 18



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!

Зададим крестку штырьку форму  $\times$  делением  
показом плоско-параллельными пластинками  
на  $n_1$  поперечных параллельных  $n_1 = 1$ , эти  
 $n_1$  на плоско-параллельно пластинку  
толщиной  $h$  и на два толстых стекла

~~Тогда прообразные световые лучи~~  
Тогда как пластинки из воздуха делением  
показом, то они все одинаковы на поперечной.

Тогда прообразные световые лучи  
различные от  $n_1$  изображения  $S'$ , до  
левой правой грани пластинки равно

$a + \frac{h}{n_1}$ , тогда свиста изображения  $S'$  от

$$a + h - \left(a + \frac{h}{n_1}\right) = h - \frac{h}{n_1} = \frac{n_1 h - h}{n_1} = h \frac{n_1 - 1}{n_1}$$

Тогда прообразные этого световые лучи  
 $n_2$  изображения  $S''$  изображения  $S'$

~~определяется~~ определяется вверх на величину

$0_1 = \left(a + \frac{h}{n_1}\right) d (n_2 - 1)$ . Значит тогда прообразные

через линзу  $n_2$  изображения  $S'''$  изображение  
изображение  $S''$  свиститая вниз

определяется него на  $0_2 = \left(a + \frac{h}{n_1}\right) d (n_2 - 1)$

Тогда  $\times$  иголок смещение изображения

вниз составит

Мин 7 из 18



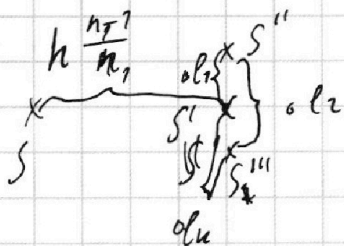
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\delta l_{\text{н}} = \delta l_{\text{с}} - \delta l_{\text{р}} =$$

$$= \left(a + \frac{h}{n_2}\right) 2(n_2 - 1) - \left(a + \frac{h}{n_2}\right) 2(n_2 - 1) =$$

$$= \left(a + \frac{h}{n_2}\right) 2 \cdot n_2 - \left(a + \frac{h}{n_2}\right) 2 - \left(a + \frac{h}{n_2}\right) 2 n_2 +$$

$$+ \left(a + \frac{h}{n_2}\right) 2 =$$

$$= \left(a + \frac{h}{n_2}\right) \cdot 2(n_2 - n_2) = 0$$

$$\Rightarrow \delta l_{\text{н}} = \left(194 \mu\text{м} + \frac{9 \mu\text{м}}{1,5}\right) 2(1,7 - 1,5) =$$

$$= \left(194 \mu\text{м} + 6 \mu\text{м}\right) \cdot 0,7 \cdot 0,2 = 200 \mu\text{м} \cdot 0,14 = 28 \mu\text{м}$$

$$h \frac{n_1 - 1}{n_1} = 9 \mu\text{м} \frac{1,5 - 1}{1,5} = 6 \mu\text{м} \cdot 0,5 = 3 \mu\text{м}$$

Путь разности между интерференцией  $S$  и  $S''$  изображением  $S'''$  является суммой равно  $\delta S = \sqrt{(\delta l_{\text{н}})^2 + \left(h \frac{n_1 - 1}{n_1}\right)^2} =$

$$= \sqrt{(28 \mu\text{м})^2 + (3 \mu\text{м})^2} = 28,5 \mu\text{м}$$

Ответ: 1)  $\delta l_{\text{н}}$  путь на который оплошится при  $\delta = 0,07 \text{ рад}$ ; 2)  $\delta l = 28,5 \mu\text{м}$ ;

3)  $\delta S = 28,5 \mu\text{м}$ .

Мет 8 из 18

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

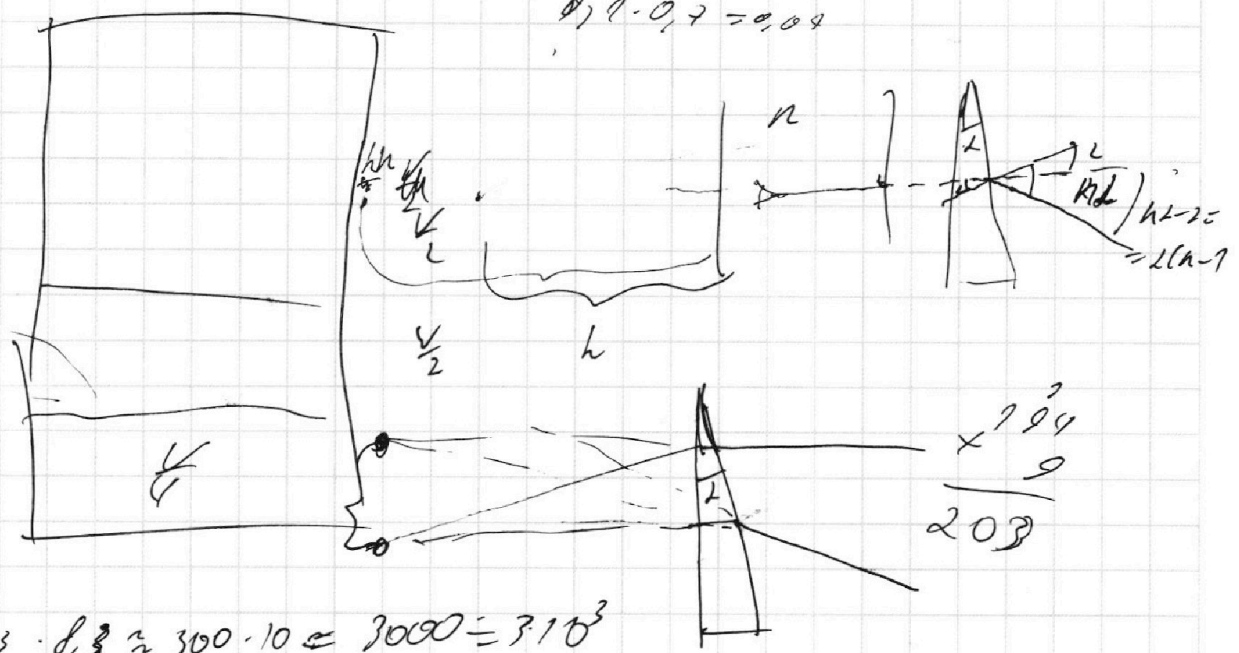
- 1  2  3  4  5  6  7



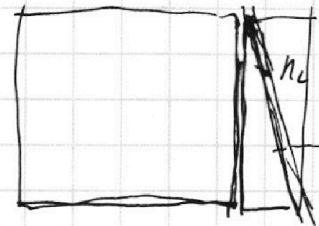
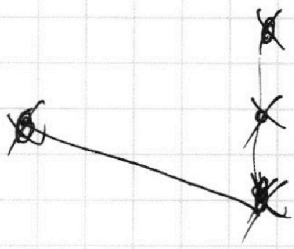
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



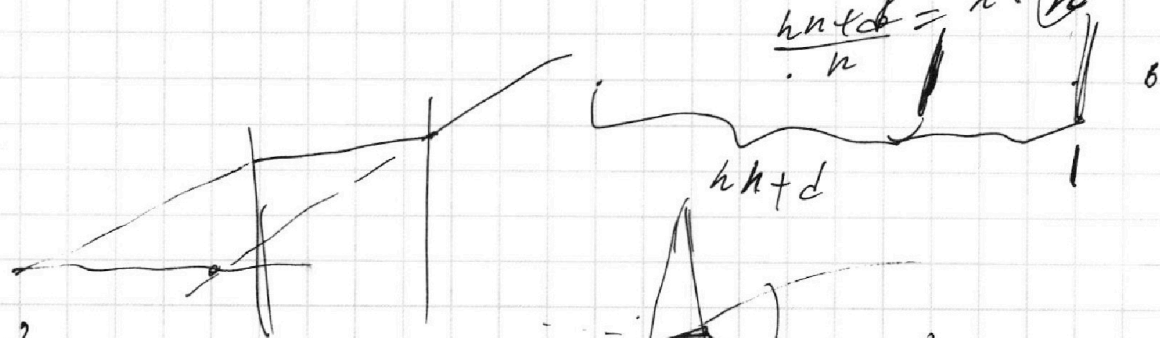
$$0,9 \cdot 0,7 = 0,09$$



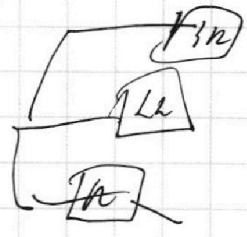
$$373 \cdot 8,3 \approx 300 \cdot 10 = 3000 = 3 \cdot 10^3$$



$$\frac{h \cdot d}{n} = h + \frac{d}{n}$$



$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 203 \\ \hline 7 \\ \hline 1429 \end{array}$$



$$\frac{2h \cdot 5n}{5n} = \frac{6}{5} a$$

$$\frac{6}{5} a + \frac{5}{7} a = \frac{27}{5} a$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

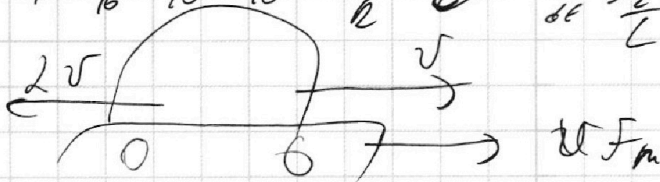
$$\frac{5}{16} + \frac{1}{4} = \frac{5}{16} + \frac{4}{16} = \frac{9}{16}$$

$$\frac{L}{2} \in$$

$$\frac{dP}{dL} = \frac{\Sigma}{L} \times \frac{d\Sigma}{dL}$$

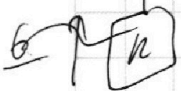
$$\Sigma = L \frac{A_{ke}}{C^2}$$

15 L  
x20  
25.4 = 100

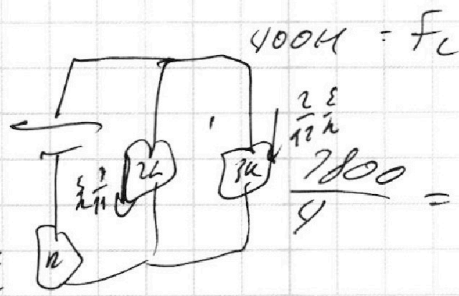


$$\frac{\Sigma}{L} = \frac{A_{ke}}{C^2} - 25 = 0 \Rightarrow 1 = \frac{F_k}{25} = \frac{300}{25} = 20 \frac{кка}{лб}$$

$$\frac{11}{14} - \frac{\Sigma}{12} \frac{A_{ke}}{C^2} \cdot \frac{L}{x} = \frac{A_{ke}}{C^2}$$



$$\begin{array}{r} 4 \\ 25 \\ \times 18 \\ \hline 200 \\ 25 \\ \hline 450 \end{array}$$



$$\frac{7800}{4} = 18 \cdot \frac{100}{4} = 18 \cdot 25 =$$

$$25 = 10 \cdot 25 + 8 \cdot 25 = 250 + 200 =$$

$$\frac{7800}{4} = 450 \cdot 4 = 450 \cdot 4$$

$$\frac{78}{4} = \frac{9}{2} = 4.5$$

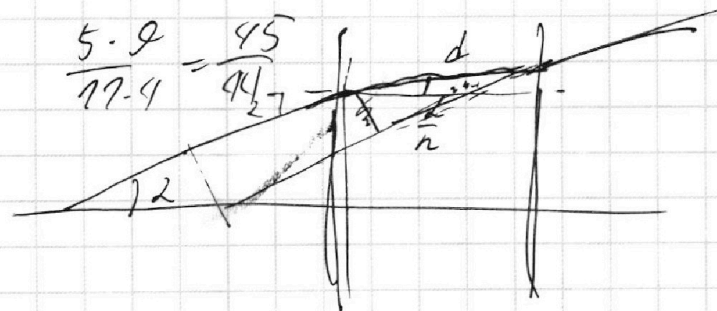
$$850 \cdot 20 = 85 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 10 = 85 \cdot 2 \cdot 700$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 85 \\ \times 2 \\ \hline 170 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 85 \\ + 85 \\ \hline 170 \end{array}$$

$$\frac{11}{20} k = \frac{9}{16} P_0$$

$$P_k = \frac{20 \cdot 9}{11 \cdot 16} \cdot P_0$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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

Handwritten calculations and circuit diagram for an RL circuit problem.

Arithmetic:  $15 \cdot 10 = 150$ ,  $275 - 150 = 125$ ,  $125 / 5 = 25$ .

Arithmetic:  $25 \cdot 11 = 275$ ,  $275 - 250 = 25$ ,  $25 / 5 = 5$ .

Arithmetic:  $45 \cdot 11 = 495$ ,  $495 - 450 = 45$ ,  $45 / 5 = 9$ .

Arithmetic:  $57 \cdot 5 = 285$ ,  $285 - 250 = 35$ ,  $35 / 5 = 7$ .

Arithmetic:  $25 \cdot 5 = 125$ ,  $125 - 110 = 15$ ,  $15 / 5 = 3$ .

Arithmetic:  $25 \cdot 5 = 125$ ,  $125 - 110 = 15$ ,  $15 / 5 = 3$ .

Arithmetic:  $25 \cdot 11 = 275$ ,  $275 - 250 = 25$ ,  $25 / 5 = 5$ .

Arithmetic:  $45 \cdot 11 = 495$ ,  $495 - 450 = 45$ ,  $45 / 5 = 9$ .

Arithmetic:  $185 + 90 = 275$ .

Arithmetic:  $125 - 45 = 80$ .

Equation:  $3L \cdot \frac{dI_3}{dt} - L \frac{dI_1}{dt} = 2RI_1$

Equation:  $3L dI_3 - L dI_1 = 2RI_1 dt$

Diagram: A circuit with a voltage source  $\mathcal{E}$ , a resistor  $2R$ , an inductor  $L$ , and a superconducting loop with inductance  $3L$  and a source  $\mathcal{E}_n$ . Currents  $I_1$  and  $I_3$  are indicated.

Graph: A plot of current  $I_3$  versus time  $t$  showing a step-like increase.

Handwritten calculations and diagram for a capacitor problem.

Arithmetic:  $25 \cdot 11 = 275$ ,  $275 - 250 = 25$ ,  $25 / 5 = 5$ .

Arithmetic:  $125 - 45 = 80$ .

Equation:  $q_1 + q_2 + q_3 = 0$

Equation:  $U_1 = U_2 = U_3 = U$

Equation:  $U = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_1^2} = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_2^2} = \frac{q_3}{4\pi\epsilon_0 r_3^2}$

Equation:  $q_1 = 4\pi r_1^2 \epsilon_0 U$ ,  $q_2 = 4\pi r_2^2 \epsilon_0 U$ ,  $q_3 = 4\pi r_3^2 \epsilon_0 U$

Equation:  $4\pi r_1^2 \epsilon_0 U + 4\pi r_2^2 \epsilon_0 U - 4\pi r_3^2 \epsilon_0 U = 0$

Equation:  $U(4\pi\epsilon_0)(r_1^2 + r_2^2 - r_3^2) = 0$

Equation:  $U = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0(r_1^2 + r_2^2 - r_3^2)}$

Diagram: A diagram of three concentric spherical shells with radii  $r_1$ ,  $r_2$ , and  $r_3$  and charges  $q_1$ ,  $q_2$ , and  $q_3$ .

Arithmetic:  $185 + 90 = 275$ .

Arithmetic:  $125 - 45 = 80$ .

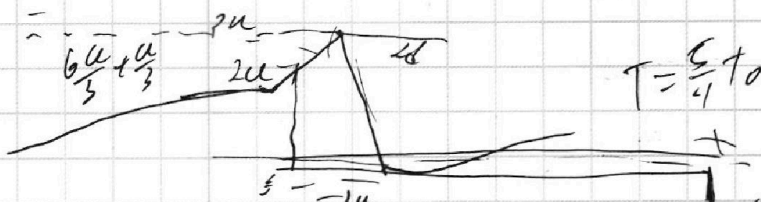
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

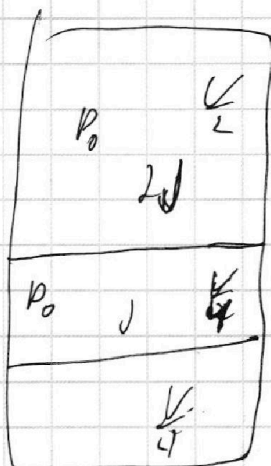
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$0J = KR_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$P_0 \frac{V}{4} = JR \frac{4}{5} T$$

$$R_0 \frac{V}{4} = \frac{5}{16} P_0 \frac{V}{4} T = \frac{9}{2} T$$



$\frac{R_0}{2}$

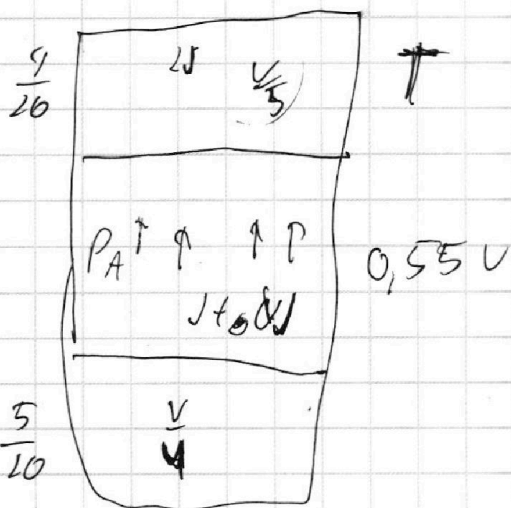
$$T_0 = \frac{4}{5} T$$

№ 22

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = 2JR \left( \frac{4}{5} T \right)$$

$$\frac{55}{100} = \frac{11}{20}$$

$$V_0 \cdot \frac{V}{2} = 2JR T_0 \quad \frac{5}{4} P_0 \cdot \frac{V}{4} = JR T \cdot \frac{4}{5}$$



$$0,25 + 0,1 = 0,35$$

$$P \cdot \frac{V}{5} = 2JR \frac{4}{5} T$$

$$P \cdot \frac{V}{5} = P_0 \cdot \frac{V}{2} \cdot \frac{5}{4}$$

$$P = P_0 \cdot \frac{25}{8} = P_2 + P_A$$

$$P_2 \cdot \frac{11}{20} V = (J + 0J) R \cdot \frac{4}{5} T$$

$$P_2 \cdot \frac{11}{20} V = JR T + 0JR T = \frac{5 P_0 V}{16} + KR_0 \frac{V}{4} RT$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu R T \frac{4}{5} \quad \text{или} \quad \nu R T = \frac{5 P_0 V}{16}$$

$$P_2 \cdot \frac{V}{5} = 2 \nu R T = 2 \cdot \frac{5 P_0 V}{16} = \frac{5 P_0 V}{8}$$

$$\frac{1}{10000} \cdot 30000$$

$$P_2 = \frac{25 P_0}{8}$$

$$-V - 5$$

$$20 - 9 = 11$$

$$\frac{5 \cdot 2}{4 \cdot 80} = \frac{45}{84}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 11 \\ \hline 25 \\ +25 \\ \hline 275 \end{array}$$

$$\frac{275}{88} - \frac{90}{88}$$

$$\frac{275}{88}$$

$$\begin{array}{r} 275 \\ - 90 \\ \hline 185 \end{array}$$



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"/>



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

