



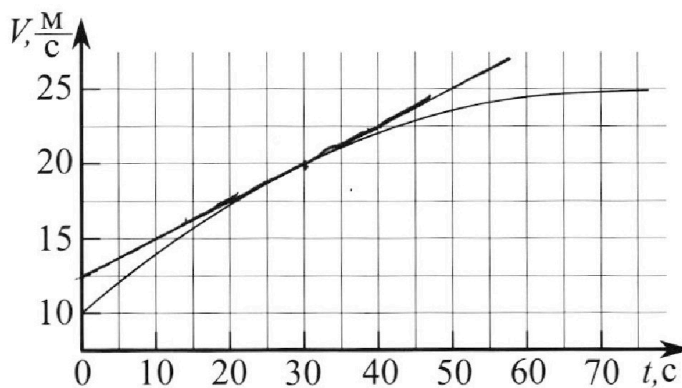
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



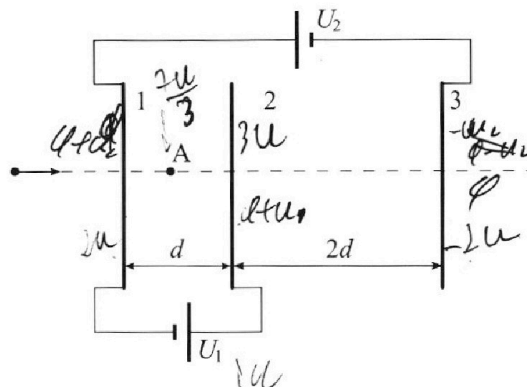
- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости  $v_1 = 20$  м/с.
  - 2) Найти силу тяги  $F_1$  при скорости  $v_1$ .
  - 3) Какая мощность  $P_1$  передается от двигателя на ведущие колеса при скорости  $v_1$ ?
- Требуемая точность числа нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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

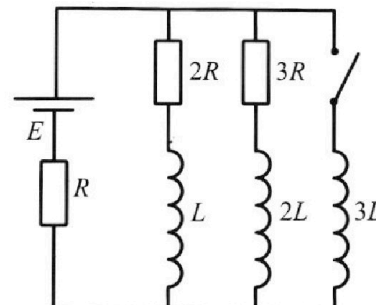
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



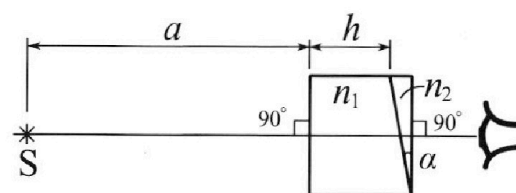
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.



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.

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

$$\frac{5E}{174} \cdot \frac{6}{5} R = 1 \text{ A } 00$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- 1  2  3  4  5  6  7

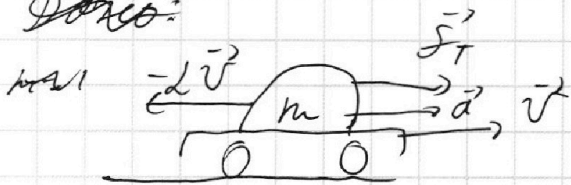


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

# Задача 17

## Решение

Решение:



из графика

не стоит забывать

заметьте, что

со временем скорость увеличивается

и означено  $v_{\text{огр}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , а значит,

это будет максимальная скорость,

где  $F_k = 500 \text{ Н}$ , тогда в этот

момент нет сил ускорения машины а равно 0.

из II закона Ньютона в направлении

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

пропорциональности между силой сопротивления воздуха и скоростью

в форме  $F_c = -L v$ , тогда  $F_T = L \cdot v_{\text{огр}} \Rightarrow$

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

Итак как ускорение машины  $a$  -

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

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

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

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

примерно на  $2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ )

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. втягиваем ко ох ~~или~~  
скорости  $v_1 = 20 \frac{m}{c}$ ;  $F_1 - 2v_1 = ma \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_1 = 2v_1 + ma = 400H + 1800m \cdot 0,25 \frac{m}{c^2} =$$
$$= 400H + 450H = 850(H)$$

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 автомобиля

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

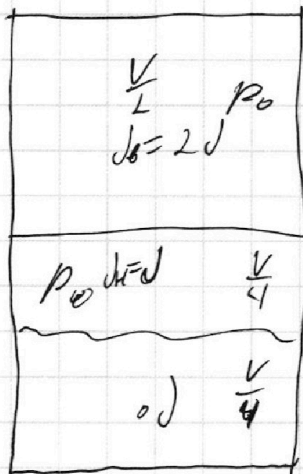
1  2  3  4  5  6  7

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 давлением

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

нижней части, а  $p_0$  - нормальное давление  
 газа в ширине, тогда в верхней части  
 $\frac{h}{2}$  - 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  $\frac{h}{2} = 2 \nu R T_0$  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  
 $T = 273 \text{ K} = 100^\circ \text{C}$  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!



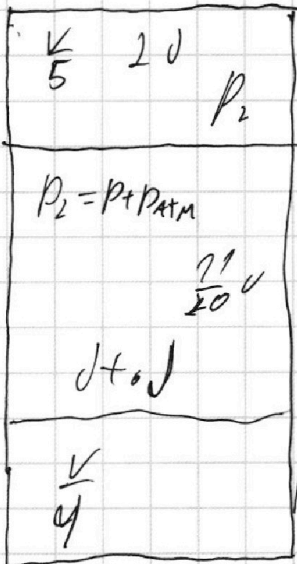
При дожимании  
мембрана имеет  $T = 373 \text{ K}$

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!

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

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

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

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

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

Уз канала ременная  $\frac{J_B}{J_H} = \frac{2J}{J}$ , где

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

Ответ: 1) Включением клапана в-во в  $\text{CO}_2$  в воздушном соотношении в верхней ( $J_B$ ) к нижней ( $J_H$ ) частям сосуда равно

$\frac{J_B}{J_H} = 2$  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

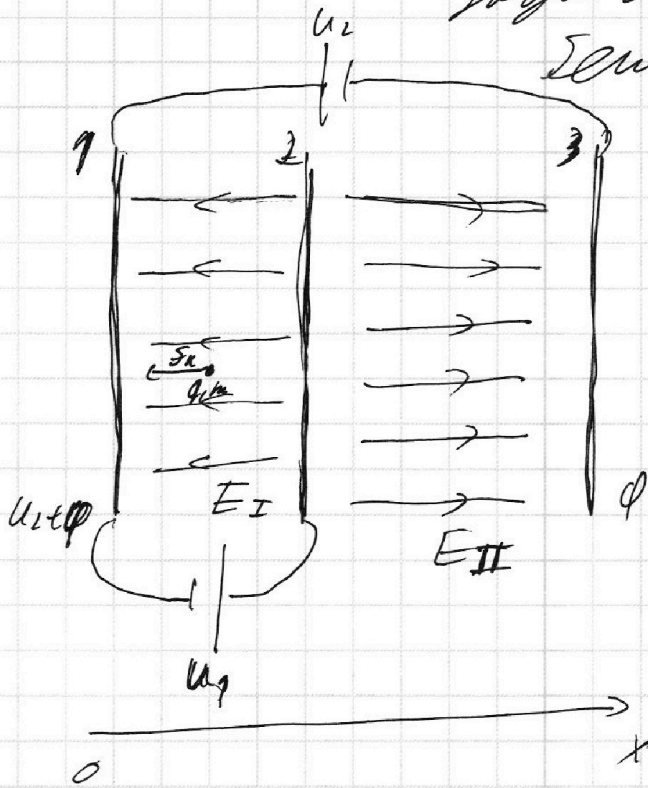
МФТИ

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) Трижды поперечные  
3 переменные  
полюса  $\phi, \phi, \phi$

полюса поперечные?

$$\phi_1 = U_2 + \phi,$$

2 переменные

$$\phi_2 = \phi + U_2 + U_3,$$

полюса  $dE_I = \phi + U_1 + U_3 - U_2 - \phi = U_1 \Rightarrow \Delta \phi + E_I = \frac{U_1}{d}$  -

поле между перемычками 2 и 3 (направлено от 2 к 3).  $2d E_{II} = \phi + U_1 + U_2 - \phi = U_1 + 4U_2 = 5U_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow E_{II} = \frac{5U_2}{2d} - \text{поле в между 2 и 3 перемычками}$$

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

$$|a| = q E_I \Rightarrow |a| = \frac{q}{m} \frac{U_1}{d} - \text{под действием}$$

действующей на пластину в том 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:

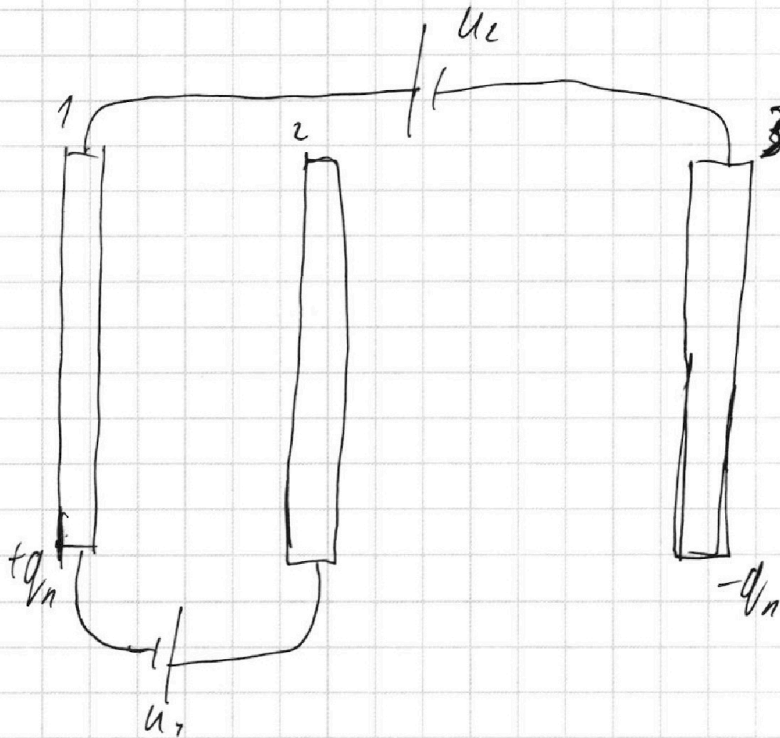
1  2  3  4  5  6  7



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 цепи ( $K_1$ ) и 2 цепи ( $K_2$ )

3)



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

точно так же  
она имеет

$K$  и плоскости,

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

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

Точно так же между плоскостями 1 и 2 поле,  
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 эти шмелли коммерция ? плотности  
( $\Phi$ ) должен быть равен  $\rightarrow$  ~~то~~ коммерция  
? плотности  $|\Phi_3|$ , но есть  $\Phi_3 = -\Phi_1$

$\Phi = -(\Phi + U_0)$   $\Phi = -\Phi - U_0 \Rightarrow 2\Phi = -U_0 \Rightarrow \Phi = -2U_0$ ,  
тогда коммерция ? плотности  $\Phi_1 = 2U_0$ .

Тогда коммерция в Т. А.  $\rightarrow$  ~~коррелируемые~~

$\frac{d}{3}$  от плотности ? равен  $\Phi_A = \Phi_1 + \frac{d}{3} E \Rightarrow$   
 $\Rightarrow \Phi_A = 2U_0 + \frac{d}{3} \cdot \frac{U_0}{d} = 2U_0 + \frac{U_0}{3} = \frac{7U_0}{3}$   $U_0$

Затем сокращение энергии:

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

плотности 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!

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

при  $v_0^2 < \frac{2q\varphi_A}{m} = \frac{14qu}{3m}$  *не выполняется*

дадим  $v_0 = v_A$

при  $v_0^2 \geq \frac{14qu}{3m}$

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

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

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

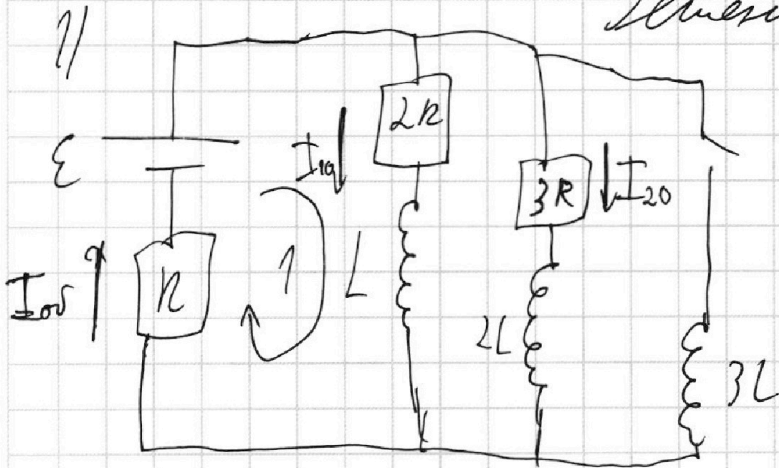


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



### Задача №4

Демонстрация:



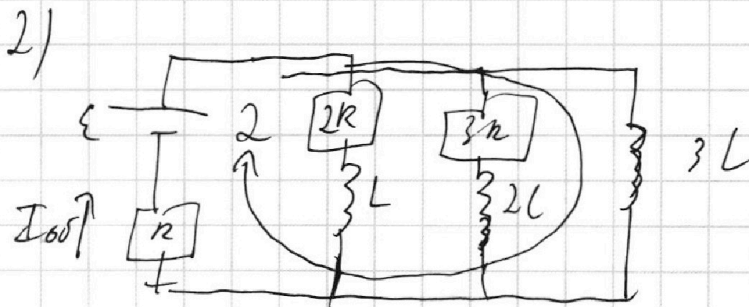
$I_{00}$  - ток  
к неразрывной цепи  
формально  
 $I_{20}$  - ток через  
цепь  $3R$ .

Ток как в замкнутом контуре решим  
контурным - проводимки, но ~~сложно~~  
составим уравнение цепи по второму закону Кирхгофа  
к контуру 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 закону

уравнения 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

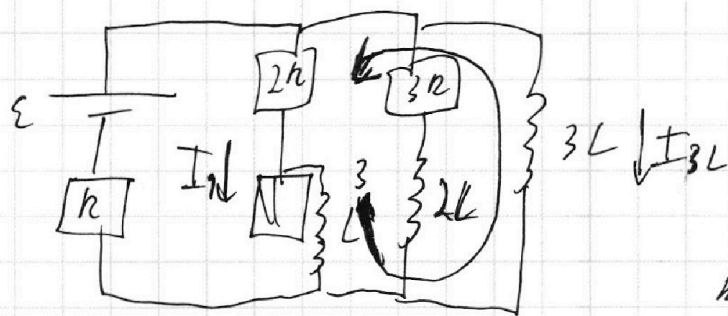
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Если как сразу после замыкания  
ключа ток в катушке  $3L$  не начал  
повышаться, а распределение тока в цепи  
осталось тем же, то через феморетто  
мерём ток же 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  $3L$

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

$$\Rightarrow \frac{dI_{3L}}{dt} = \frac{2\varepsilon}{77L} \quad 3) \text{ Ток } I_0 - \text{ ток через}$$



катушкой  $L_0$ . В этот  
самый промежуток  
времени в цепи  
установится и  
в катушке  $3L$   
превратится в

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

$$I_{3L} = \frac{\varepsilon}{R}, \text{ ток через самый малый ток}$$

в времени

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 Киргелова для  
формула 3:

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

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

$dq_{2k} = I_1 dt$  - 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!

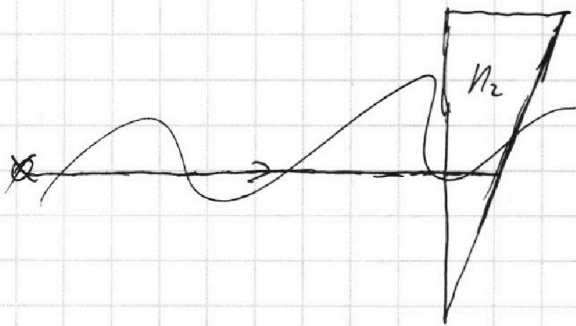


## Задача №5

1)

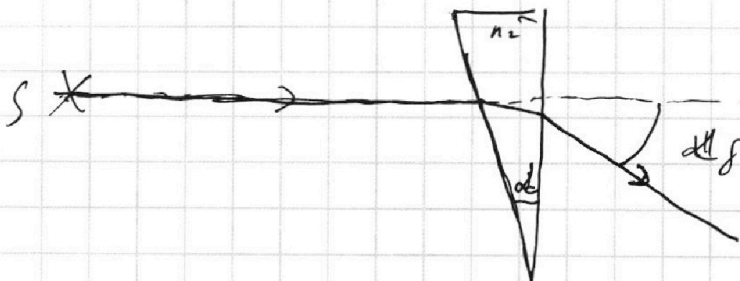
Решение:

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  
равен нулю, то  
для нахождения  
угла 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  
применяется к  $n_1$ ).

Мот 3 из 18





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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

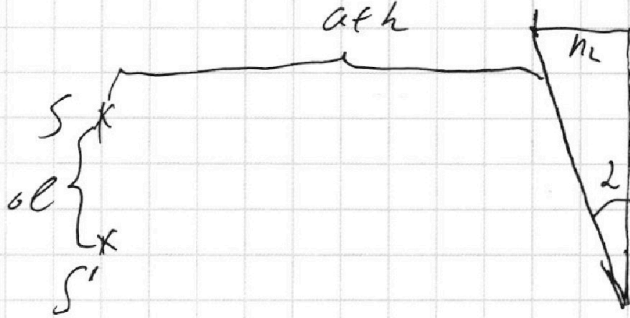
1  2  3  4  5  6  7



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



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



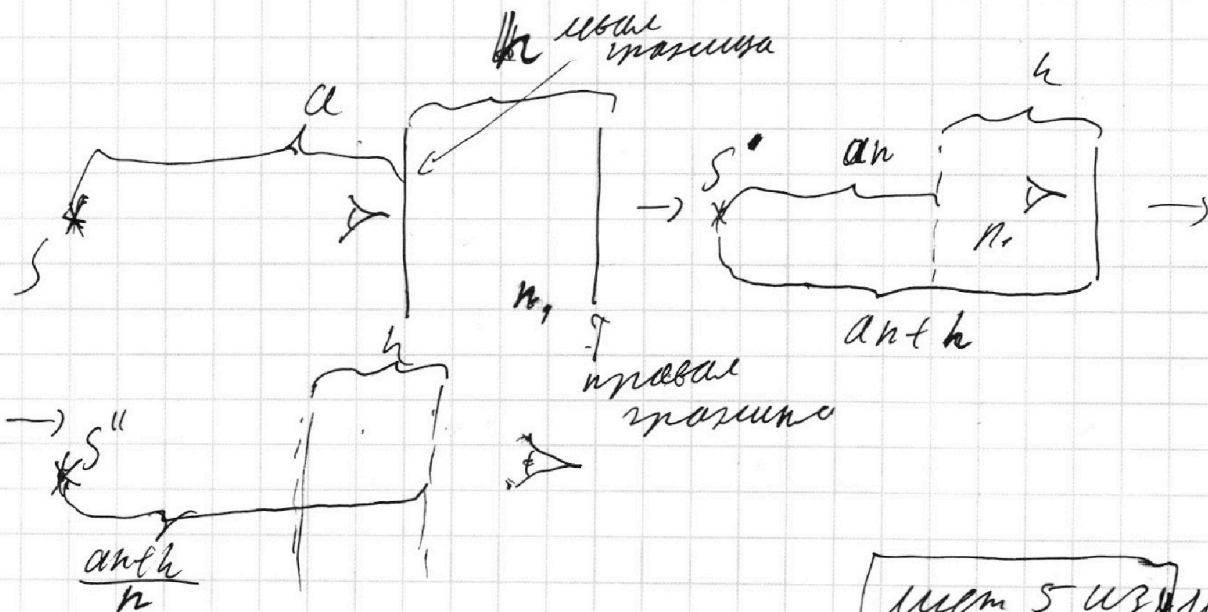
в пункте 2  $a_n = h_n$   
 $l = a + h$ , тогда  
 изображение  
 смежные стороны  
 на величину

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

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

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

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





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 штырь форму  $\times$  декартово  
показываю плоскостями параллельными плоскостями  
на  $n$  координатах параллельные  $n_0 = 1$ , эти  
 $k$  на плоскости параллельно крестку  
толщиной  $h$  и на два толщине крестка

~~Тогда проективные сечения через крестку~~  
Тогда как крестку из воздуха декартово  
показываю, то они все одинаковы на координатах.

Тогда проективные сечения через крестку  
параллельные  $\sigma$  изобразительные  $S'$ , до  
крестку  $\sigma$  крестку равно

$a + \frac{h}{n}$ , тогда сечения изобразительные  $S'$   $\sigma$

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

Тогда проективные сечения через крестку  
 $n_1$  изобразительные  $S''$  изобразительные  $S'$

~~Относительно крестку~~ вверх на крестку

$\sigma_1 = \left(a + \frac{h}{n_1}\right) \cdot (n_1 - 1)$ . Значит тогда проективные

сечения крестку  $n_2$  изобразительные  $S'''$  изобразительные  
изобразительные  $S''$  сечения  $\sigma_2$

Относительно крестку на  $\sigma_2 = \left(a + \frac{h}{n_2}\right) \cdot (n_2 - 1)$

Тогда  $\sigma$  и  $\sigma_2$  сечения изобразительные  
сечения  $\sigma_2$

Мин 7 из 18

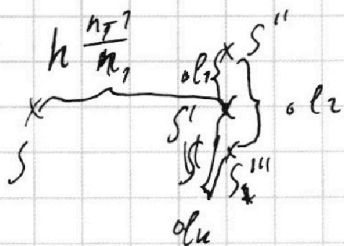
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$oL_1 = oL_2 - oL_3 =$$

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

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

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

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

$$\Rightarrow oL_1 = \left(194 \mu\text{m} + \frac{9 \mu\text{m}}{1,5}\right) 2(1,7 - 1,5) =$$

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

$$h \frac{n_2 - 1}{n_1} = 9 \mu\text{m} \frac{1,5 - 1}{1,5} = 6 \mu\text{m} \cdot 0,5 = 3 \mu\text{m}$$

Путь разности между интерференцией S и S'' изображением S''' является

суммой равно  $oS = \sqrt{(oL_1)^2 + \left(h \frac{n_2 - 1}{n_1}\right)^2} =$

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

Ответ: 1)  $\alpha \approx 18^\circ$  угол на который отклонится луч  $\theta = 0,07 \text{ rad}$ ; 2)  $oL = 28,5 \mu\text{m}$ ;

3)  $oS = 28,5 \mu\text{m}$ .

Метод 8 из 18

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

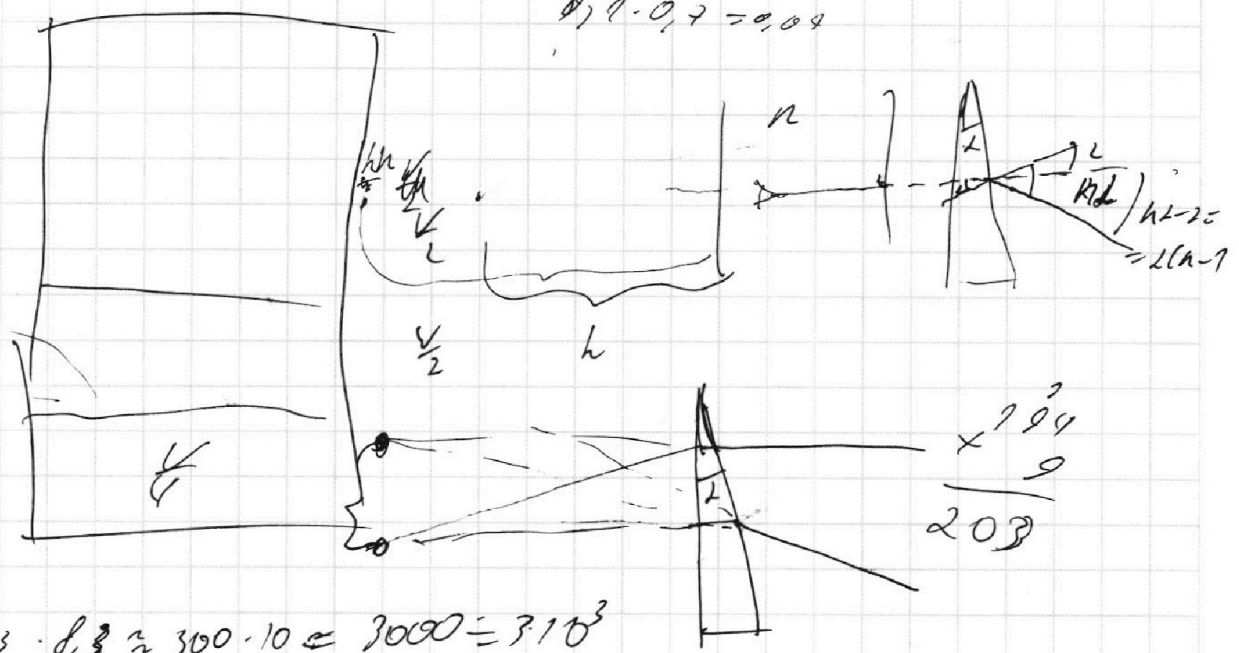
- 1  2  3  4  5  6  7



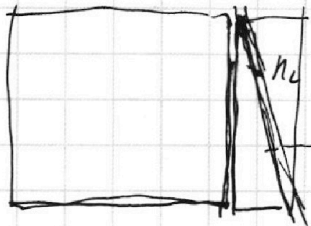
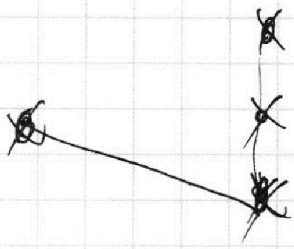
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



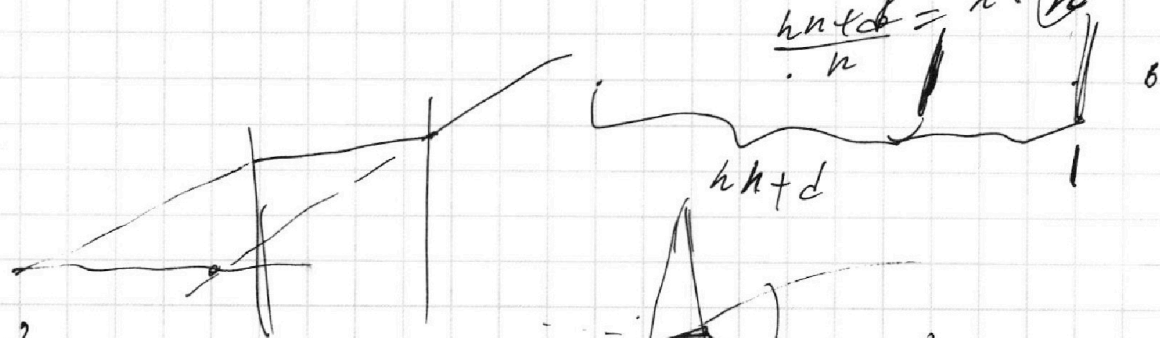
$$0,9 \cdot 0,7 = 0,09$$



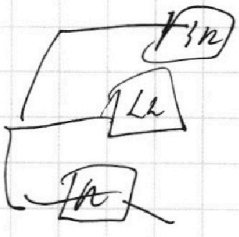
$$373 \cdot 8,3 \approx 300 \cdot 10 = 3000 = 3 \cdot 10^3$$



$$\frac{h_0 + d}{n} = h + \frac{d}{n}$$



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



$$\frac{h_0 - h_1}{5h} = \frac{6}{5}a$$

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

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!

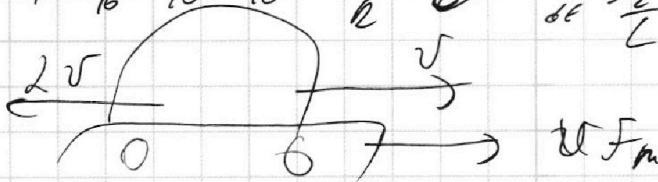
$$\frac{5}{16} + \frac{1}{4} = \frac{5}{16} + \frac{4}{16} = \frac{9}{16}$$

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

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

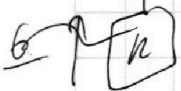
$$\Sigma = L \frac{A_{ke}}{C^2}$$

15 L  
x20  
25.4 = 100

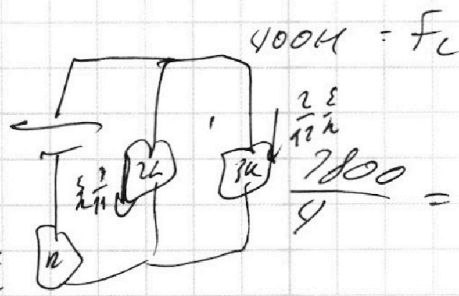


$$\frac{\Sigma}{L} = \frac{A_{ke}}{C^2} - 2v = 0 \Rightarrow 1 = \frac{F_k}{v} = \frac{300}{25} = 20 \frac{кка}{л}$$

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



$$\begin{array}{r} 4 \\ 25 \\ \times 18 \\ \hline 200 \\ 25 \\ \hline 450 \end{array} \quad \frac{3}{11} \frac{A_{ke}}{C^2}$$



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

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

$$\frac{7800}{4} = 450 \text{ kN} = 450 \text{ kN}$$

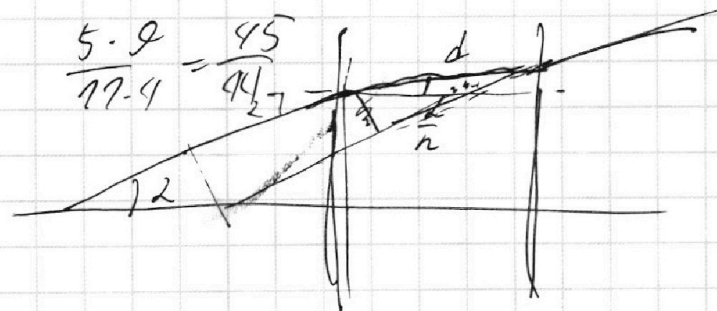
$$\frac{78}{4} = \frac{9}{2} = 4.5$$

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

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

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

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



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:

$$\begin{array}{r} 15 \\ \times 10 \\ \hline 275 \\ - 90 \\ \hline 185 \end{array}$$

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

Handwritten calculations:

$$\begin{array}{r} 57 \\ \times 5 \\ \hline 285 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 8 \\ \hline 200 \\ + 15 \\ \hline 215 \end{array}$$

Handwritten calculations:

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 11 \\ \hline 45 \\ 495 \\ \hline 495 \end{array}$$

Handwritten integral:

$$\int I_3 dt$$

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

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

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$= \frac{25}{40} - \frac{45}{44}$$

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

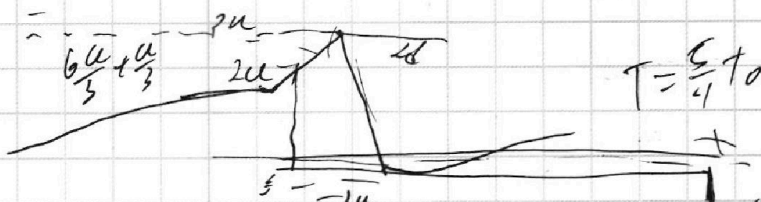
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

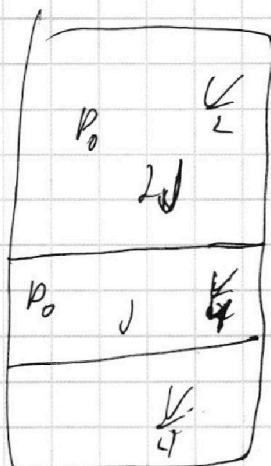
МФТИ

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



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

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



20

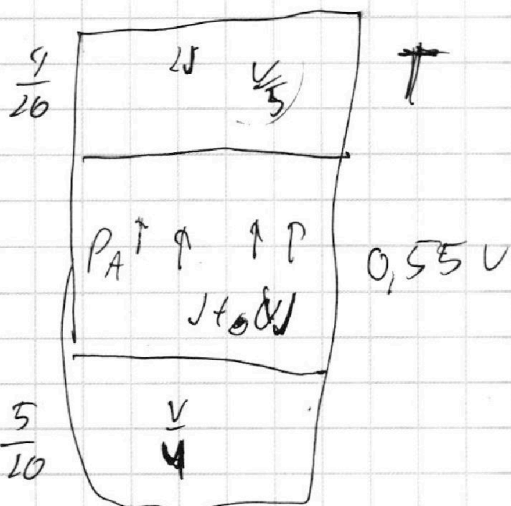
№ 22

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

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

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

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



$$0,25 + 0,3 = 0,55$$

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

$$P \cdot \frac{U}{5} = R_0 \cdot \frac{U}{2} \cdot \frac{5}{4}$$

$$P = R_0 \cdot \frac{25}{8} = P_2 + P_A$$

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

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





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!

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu R T \frac{4}{5} \quad \nu_0 V = \nu R T = \frac{5 P_0 V}{76}$$

$$P_2 \cdot \frac{V}{5} = 2 \nu R T = 2 \cdot \frac{5 P_0 V}{76} = \frac{5 P_0 V}{8}$$

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

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

$$-V - 5$$

$$20 - 9 = 11$$

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

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

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

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

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

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!

