



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02



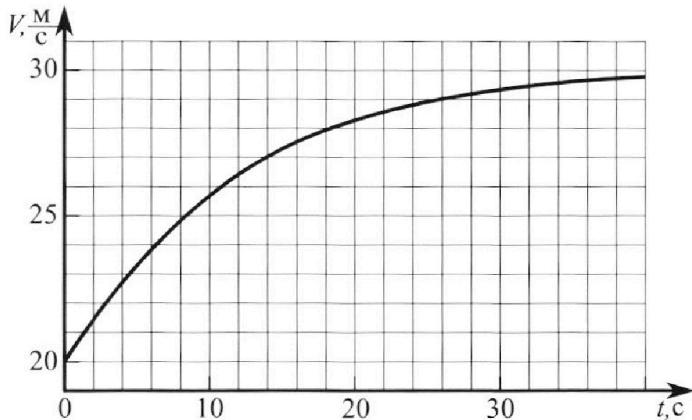
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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  $v$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = k p v$ . 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  $R T \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

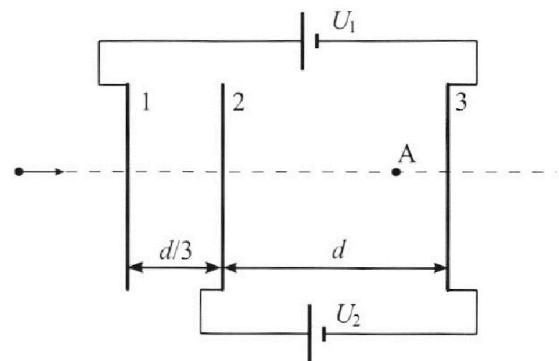
1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.

2) Определить 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 А на расстоянии  $2d/3$  от сетки 2.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02

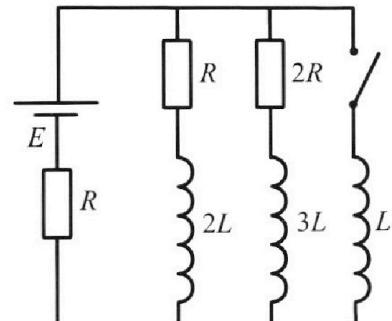
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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

- Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.

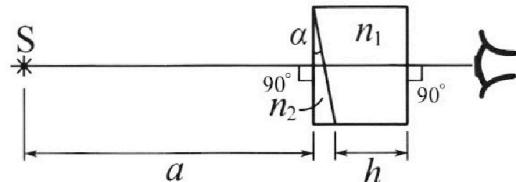
- Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  при замкнутом ключе?

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  $a = 200$  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.

- Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- Считая  $n_1 = 1,8$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



МФТИ

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

как и в первом;  $a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt}$ . т.е. это же  
 сама частотная характеристика  $\varphi(t)$ ; т.е. если мы  
 хотим убрать  $a(\varphi_0)$ , то предложим частотную  
 модель с орбитой  $\varphi$ , и менять угл. косп.  
 Чему, а привести частотную в паслене  $a = \frac{2\pi v}{T} = \frac{2\pi f}{f}$   
 $= \frac{5,9 \text{ рад/c}}{20,5 \text{ с}} \approx 0,28 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$  раз в первом случае не уда-  
 залось, а мы считаем что в первом все не важно,  
 то  $P_{\text{мод}} = P_{\text{сиг}} + P_{\text{разр}}$ ;  $P_{\text{мод}}$ - мощность оди-  
 накова;  $P_{\text{сиг}}$ - мощн., неподходящая на  $\omega_{\text{споз}}$ .  
 $\text{сигр. Способом}$ ;  $P_{\text{разр}}$ - мощность на разр.;  
 В конце  $a = 0$  тогда  $P_{\text{сигр. споз}} = P_{\text{разр.}}$ ;  
 Барометр:  $P = F \cdot \varphi$ . тогда  $P_{\text{мод}} = F_{\text{сигр. споз}} \cdot \frac{\varphi}{\omega}$   
 $= 905 \text{ Н} \cdot \text{рад/c}$  (нужен к измерению зем. давления  
 в конце спирометра);  $P_{\text{мод}} = C \cdot \varphi$  но у нас  
 $P_{\text{мод}} = F_{\text{сигр. споз}} \cdot \frac{\varphi}{\omega} + m \cdot a \cdot \frac{\varphi}{\omega}$  ( $F_{\text{разр.}} = m \cdot a \cdot \omega$ )  
 I з.к. разр-но  $F_2 = m \cdot a$ ;  $F_{\text{мод}} - F_{\text{сигр. споз}} = ma$ , но мы  
 и измеряем разр.  $F_{\text{разр.}} = F_{\text{мод}} - F_{\text{сигр. споз}}$ ; разр.  $F_{\text{сигр. споз.}} =$   
 $= (P_{\text{мод}} - m \cdot a) / \omega$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ**

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

$$= (405 \text{Н} - 30 \frac{\text{д}}{\text{с}}) - 300 \text{Н} \cdot 0,28 \frac{\text{д}}{\text{с}} = 27 \frac{\text{д}}{\text{с}} = 150 \text{Н} - 30 \cdot 28 \frac{\text{д}}{\text{с}} = 29 \frac{\text{д}}{\text{с}}$$

$$= 450 \text{Н} - 84 \text{Н} = 400 \text{Н} - 34 \text{Н} = 366 \text{Н}$$

(Израс 29,0%  
Осталось 79,0% = 29)

может падти тепло машущии на пред. Гарячий

$$\frac{P_{\text{сопр.}2_1}}{P_{\text{номер.}1_1}} = \frac{P_{\text{сопр.}2_1}}{P_{\text{номер.}1_1}} = \frac{366 \text{Н}}{450 \text{Н}} = \frac{122}{150} = \frac{244}{300} = \frac{243+1}{300}$$

$$= \frac{81}{100} + \frac{1}{300} = 0,81(3) \approx 81,3\%$$

Итак:  $0,28 \frac{\text{д}}{\text{с}}$ ; 366 Н; 81,3%

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

Отметьте крестиком номер задачи,

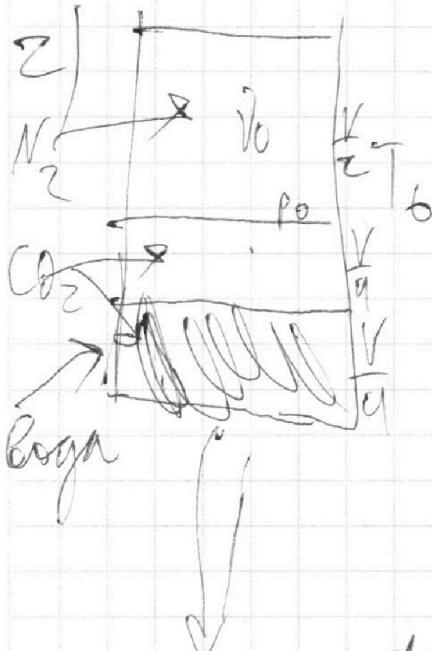
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.



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



на ~~жидко~~  $V_0$  слерху - как в  $N_2$

внизу - как в  $CO_2$ .

могут помешаться  $\frac{V_0}{2}$ .

$$3. M-K.: p_0 \cdot \frac{V}{2} = V_0 RT_0$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{4} = (V - \Delta V) RT_0; \Delta V - \text{расщепл.}$$

$$\Delta V = k p_0 \frac{V}{4}; p_0 \frac{V}{4} = \Delta V RT_0 - k p_0 \frac{V}{4} RT_0;$$

$$\Delta V RT_0 = p_0 \frac{V}{4} (1 + k RT_0);$$

$$\varphi = \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta V RT_0}{V RT_0} = \frac{p_0 \frac{V}{4}}{p_0 \frac{V}{4} (1 + k RT_0)} =$$

$$= \frac{1}{1 + k RT_0} = \frac{1}{1 + 9,6 \cdot 10^3 \cdot 23 \cdot \frac{3}{4}} = \frac{1}{47} = \frac{2}{20}$$

$$= \frac{1}{20} = \frac{1}{2} = \frac{5}{7}$$

также не расщепл.  $CO_2$  не  
отделяется за  $CO_2$  (а лучше,

$$\delta/k), \text{ но } \varphi = \frac{V_0}{V - \Delta V} = \frac{p_0 \frac{V}{4}}{p_0 \frac{V}{4}} = 2; \text{ поэтому } z)$$

\* при пневмонии  $T$  less  $CO_2$  в лёгких.

$$\text{если } V: V_x = V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} = V \left( \frac{12 - 2 - 3}{12} \right) = \frac{7}{12} V; \text{ тогда}$$

На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДИНУ** 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"/> |

МФТИ.

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

давление снаружи - давление  $(P_0)$  + давление газов  
внутри ( $P_{ATM}$ ) на б. Давление (пар. давление) газов

$$\text{масса } \frac{P_1 \cdot \frac{V}{12}}{RT} = \frac{P \cdot V}{RT} = \frac{P_0 \cdot V}{RT}$$

$P_1 = P - P_{ATM}$  ; м.к. выражение в массе (но это не то же  
приложенное давл. на горшечку по какому оно  $N_2$ , massa  
газов или  $(O_2)$ ), масса  $\frac{(P - P_{ATM}) \cdot \frac{V}{12}}{RT} = \frac{P \cdot V}{RT} = \frac{P_0 \cdot V}{RT}$

$$\approx \frac{47}{140} ; \frac{(P - P_{ATM}) \cdot \frac{V}{12}}{P} = \frac{47}{20} ; P_{ATM}$$

$$1 - \frac{P_{ATM}}{P} = \frac{47}{140} ; P_{ATM} = \frac{140 - 47}{140} = \frac{93}{140} ; P = \frac{140}{93} P_{ATM}$$

нахождение: давл. горш.  $P_{ATM}$ ; м.к.  $T = 373K = 60^{\circ}C$

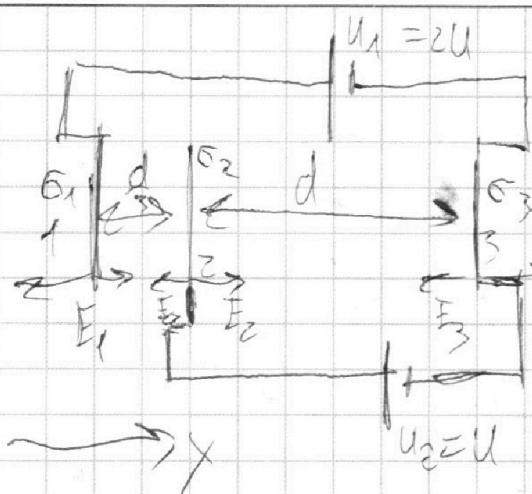
$$\text{Ответ: } \frac{40}{47} ; \frac{140}{93} P_{ATM}$$



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

МФТИ

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



Задача на масштабе не  
заряд на масштабе не  
меньше чем на 20% от начального

значения  $E_{\text{ex1}} = E_1 - E_2 - E_3$  между  $E_1$  и  $E_2$  на масштабе не  
меньше чем на 20% от начального

значения  $E_{\text{ex2}} = E_1 + E_2 - E_3$  на масштабе не меньше чем на 20% от начального

значения  $E_{\text{ex3}} = E_1 + E_2 + E_3$  на масштабе не меньше чем на 20% от начального

значения  $E_{\text{ex3}} = E_1 + E_2 + E_3 = 0$

$U = Ed$ ,  $E_3 = \frac{U}{d}$

$$U_1 = E_{\text{ex1}} \cdot \frac{d}{3} + E_{\text{ex2}} \cdot d; U_2 = E_{\text{ex2}} \cdot d; E_{\text{ex2}} = \frac{U}{d}$$

$$(0 - 2E_3) = \frac{U}{d}; E_3 = -\frac{U}{2d};$$

значит  $E_3$  в масштабе  $\frac{1}{2}$

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!

$$U = U_1 - U_2 = E_{2x1} \cdot \frac{d}{3} \cdot (0 - 2E_2 - 2E_3) = \frac{3U}{d}$$
$$E_2 = -E_3 = \frac{U}{2d} - \frac{3U}{2d} = -\frac{U}{d}, \text{ тогда } E_1 =$$
$$= -E_2 - E_3 = (E_3 + \frac{3U}{2d}) - E_3 = \frac{3U}{2d}; \text{ тогда } E_1 > 0, E_2, E_3 < 0$$

но это никак не выходит, тогда 1)  $\sum q \cdot M = E_{2x1} I_3 \cdot H$

$$q_{ExM} = E_{2x1} \cdot q = \frac{Uq}{d}, \quad a_{2x} = \frac{Uq}{Md} > 0, \quad a_3 = \frac{Uq}{Md}.$$

$$2) K_3 - K_2 = A_{23} = E_{2x2} \cdot q \cdot d = (Uq)$$

$$3) \text{ Из условия } 2q_2 = 3C: \frac{Mq_2^2}{2} = \frac{Mq_0^2}{2} + E_{ExM} \frac{d}{3} + E_{ExM} \frac{2d}{3}$$
$$= \frac{Mq_0^2}{2} + Uq = \frac{Uq \cdot 2}{3} = \frac{Uq}{2}, \quad q_2 = \sqrt{\frac{2q_0^2 + 2Uq}{3M}}$$

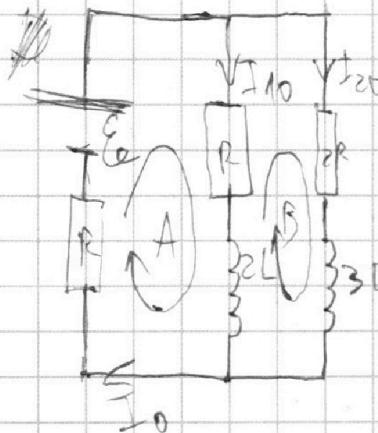
Итак, что более вероятно 1)  $E \geq E_1 + E_2 + E_3$ , то  
и.е. А сд. между 1 и 2 и между 2 и 3



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

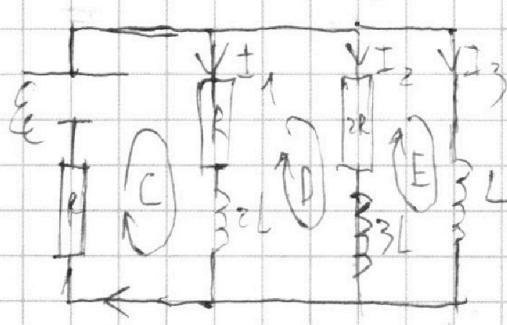
МФТИ.

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



До замыкания ключа  $I_0$  были бы  
равны  $I_{10}$  (через  $z_1$ ) и  $I_{20}$  (через  $z_2$ )  
но неизвестны; падение напряжения  
на катушках равно  $-L(I) = LI$ ; но  
сумма сечений катушек  $I=0$ , т.к.  $I$  правильного тока  
 $I_0 = I_{10} + I_{20}$ , где  $I_0$  - мак ток через замыкание. Тогда  $I_0$  будет  
равен сумме  $A \cup B$  (т.к. на рисунке):

$$\begin{aligned} E = R \cdot I_0 + R \cdot I_{10} &\Rightarrow I_0 = 2I_{20}, \quad I_0 = I_{10} + I_{20} = 3I_{20} \\ 0 = 2R \cdot I_{20} - R \cdot I_{10}, \quad E = 3I_{20} \cdot R + 2I_{20} \cdot R &\Rightarrow I_{20} = \frac{E}{5R} \end{aligned}$$



Ключ замкнут, падение тока  
 $I_1, I_2, I_3$  как показано на рисунке  
находится  $I_3(0)$ . Вспомним, что  
 $I_3(0) = 0, I_2(0) = I_{20}, I_1(0) = I_{10}$   
т.к. - падение тока замкнутого ключа  
равно нулю. Ток  $I$  через катушку измеряется  
не может быть. Они недействительны, т.к. в го замкнута  
линия. Ток  $I$  не. Катушка сила обмотки катушки  
 $E = L - R: E - L \cdot I_3(0) = I(0) \cdot R; I(0) = I_1(0) + I_3(0) =$

$$E - L \cdot I_3(0) = I(0) \cdot R; I(0) = I_1(0) + I_3(0) =$$

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!

$$= 3I_2 = \frac{3E}{5R} . E - L I_3(0) = \frac{3E}{5R} . R . L I_3(0) = \frac{3E}{5} .$$

$I_3(0) = \frac{3E}{5L}$  (5P)

а также получим, что ток  
диск. сопротивление  $I_2(\infty) = \frac{1}{2} I_3(\infty)$

и к. характеризует  $L$  сущим по сумме первых  
многа вычитаем заряд через  $\Delta t$ . 7P. Кирхгофа

$$\text{уровня коммутации } E: 2kdg_2 = LI_3^2 + 3LI_2^2 = -2I_2^2;$$

$$\text{или } L \left( \frac{dI_3}{dt} - 3 \frac{dI_2}{dt} \right) = 2kdg_2; \text{ где } dg_2 - \text{заряд в  
промежутии через } \Delta t \text{ за } dt \rightarrow \text{ монога } L(dI_3 - 3dI_2) =  
= dg_2; \text{ приложившись } t=0 \text{ и } t \rightarrow \infty: \frac{L}{2R} (I_3(\infty) - I_3(0)) -  
- 3I_2(\infty) + 3I_2(0) = dg_2; \text{ т.к. } L \text{ величина постоянная } t.$$

$$I_3(\infty) = I_2(0); \text{ зап. курсоролка для сопротивления: } E = I_3(\infty)$$

$$R \cdot I_3(\infty) = \frac{E}{R}; I_3(0) = 0; I_2(\infty) = 0; I_2(0) = \frac{E}{5R}; \Delta g_2 =  
= \frac{L}{2R} \left( \frac{E}{R} + 3 \cdot \frac{E}{5R} \right) = \frac{E}{R} \cdot \frac{8}{25} = \frac{4}{5} \cdot \frac{E}{R^2}$$

$$\text{Оконч.: } \frac{E}{5R} / \frac{2}{5} \frac{E}{R} ; \frac{4}{5} \frac{E}{R^2}$$

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

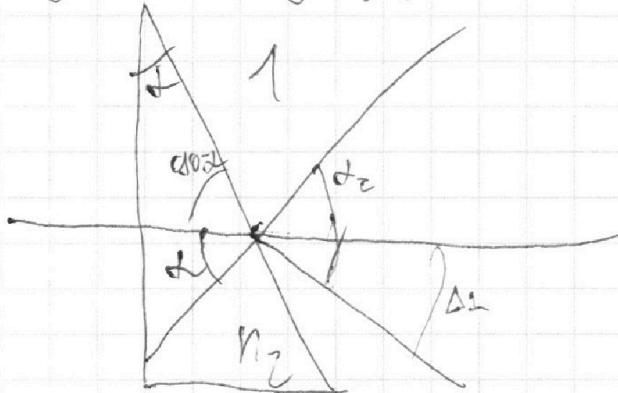
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ**

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

1) Задача:  $n_1 = 1$ ; позиция линии оптического  
зрачка  $d_1$  и  $n_2$ ;



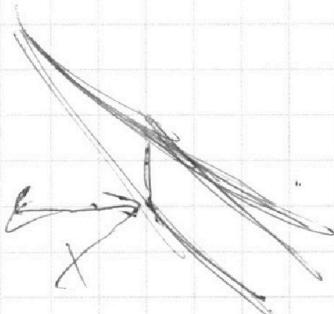
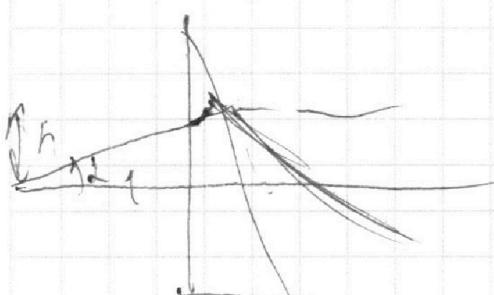
2 - угол к нормали:  
угол  $n_2 \cdot \alpha = 10^\circ$ ;

м.к.  $\sin \alpha \approx 2$  при малых;  
угол  $\Delta \alpha = n_2 \alpha$ ;  $\Delta \alpha = d_2 \beta =$   
 $= (r_2 - 1) \alpha = (16 - 1) 0,05 \text{ rad} = 0,03 \text{ rad}$

угол пучки  $n_2 + 1$ ; угол стяжки  $\alpha$

$\Delta \alpha = \alpha$  к позиции  $d_1$  то  $\alpha =$

$$= \alpha \Delta \beta; \alpha \Delta \beta =$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,

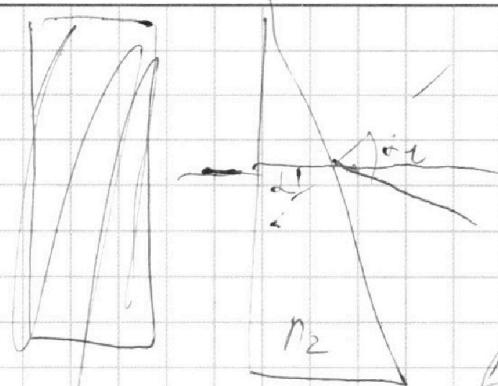
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

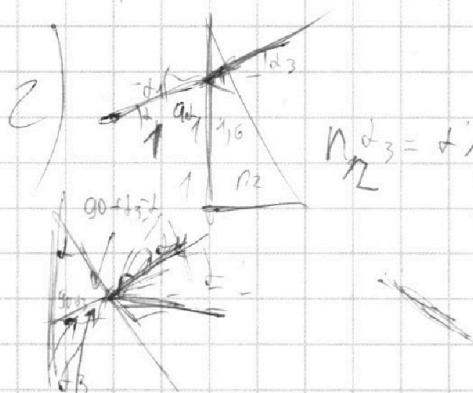


$$2 \cdot n_2 = \alpha_2$$

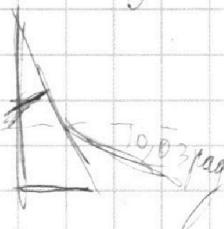
$$\alpha_2 = 16 \cdot 0,05 \text{ rad} = 0,08 \text{ rad}$$

$$\frac{8}{5} = \frac{16}{10} = 1,6$$

$$\Delta = 0,03 \text{ rad}$$

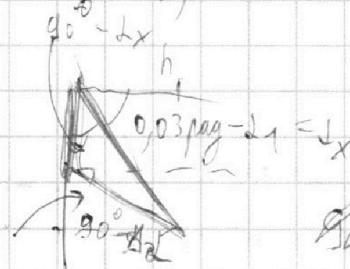


$$n_2 \alpha_3 = \alpha_1$$



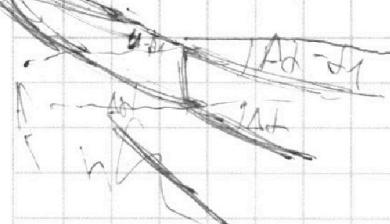
$$\frac{\alpha_1}{n_2} = n_2 \alpha_3 - \alpha_1 = 16 \cdot 0,05 \text{ rad} - 1,6$$

$$\alpha_3 = n_2 (\alpha_1 - \alpha_2) = n_2 \alpha_1 - \alpha_2 = 16 \cdot 0,05 \text{ rad} - 1,6$$



или  $\alpha_3 = \alpha_1 - \alpha_2$

$$h = \frac{a_{21}}{\alpha_3 - \alpha_2} = \frac{a_{21}}{16 \cdot 0,05 \text{ rad} - 1,6}$$



$$h \cdot (\alpha_3 - \alpha_2) = h (\alpha_1 - \alpha_2) = a_{21}$$

$$h \cdot \alpha_1 = a_{21}, \quad h = a_{21} / \alpha_1, \quad r = h \cdot \alpha_2 =$$

$$= 2000 \cdot 2 \pi \cdot 0,03 \text{ rad} = 0,06 \pi = 6 \text{ cm}$$

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

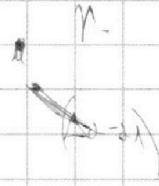
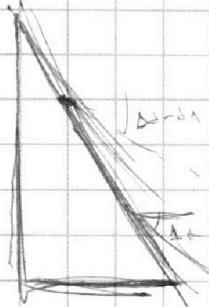
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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!

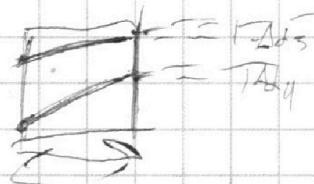
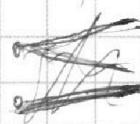
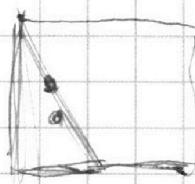


$$n_1 d_2 = n_2 d_1$$

$$d_2 = \frac{n_2}{n_1} d_1$$

$$\Delta d = d_2 - d_1 = \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) h = \frac{(n_2 - n_1)}{n_1} h = \Delta h$$

$$(d_2 - d_3) r_2 = n_1 d_2; \quad d_2 = \left( 1 - \frac{r_2}{n_1} \right) h; \quad d_2 - d_3 = \left( 1 - \frac{r_2}{n_1} \right) h - \frac{d_1}{n_1}$$



$$\Delta h = \Delta h_1 + \Delta h_2 =$$

$$\Delta h_1 = d_1 \cdot a + \left( 1 - \frac{r_1}{n_1} \right) h; \quad \Delta h_2 = h \cdot \Delta d = d_1 \cdot a - \frac{d_1 \cdot h}{n_1}$$

$$\Delta d_3 = n_1 \left( 1 - \frac{r_1}{n_1} \right); \quad \Delta d_4 = n_1 \Delta d$$

$$\Delta h_1 = d_1 \left( a - \frac{h}{n_1} \right)$$

$$t \cdot n_1 \Delta d - t \cdot n_1 \left( 1 - \frac{r_1}{n_1} \right) = d_1 \left( a - \frac{h}{n_1} \right)$$

$$\Delta h_2 = a - \frac{h}{n_1}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

$$\Delta_1 - 10\delta_3 + \delta_3 = 0, \quad \delta_1 = 9\delta_3, \quad 9\delta_3 - 10\delta_3 - \delta_3 = 2\delta_3 = 2\epsilon_0 \frac{U}{d}, \quad \delta_3 = -\epsilon_0 \frac{U}{d}.$$

$$\cancel{\delta_3} + 10\delta_3 - \delta_3 = -9\delta_3 = -9\epsilon_0 \frac{U}{d}, \quad \frac{18\delta_3}{2\epsilon_0} = -9\frac{U}{d}, \quad \delta_3 = -\frac{U}{d}.$$

$$\Delta_2 = 10\epsilon_0 \frac{U}{d}, \quad \delta_1 = -9\epsilon_0 \frac{U}{d}.$$

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
-1

$$F_{2x} \cdot d = \frac{Mg}{2}, \quad a = \left( \frac{Mg}{Md} \right)$$

$$\frac{M\omega_0^2}{2} + E_1 \times \frac{d}{3} + E_1 \times \frac{d}{3} = M\omega_2^2 k_2$$

$$\frac{M\omega_0^2}{2} + E_1 \times \frac{d}{3} + E_{2x} \cdot d = \frac{M\omega_2^2}{2} k_3$$

$$k_3 - k_2 = E_{2x} \cdot d = \left( \frac{Mg}{2} \right)$$

$$\frac{M\omega_0^2}{2} + E_1 \times \frac{d}{3} + E_{2x} \cdot \frac{d}{3} = \frac{M\omega_2^2}{2}$$

$$\omega_2^2 = \omega_0^2 + \frac{Mg}{m} d \left( \frac{E_{1x}}{3} + E_{2x} \cdot \frac{2}{3} \right) = \omega_0^2 + \frac{2g}{m} d \left( -\frac{3U}{d} + \frac{U}{d} \cdot \frac{2}{3} \right)$$

$$= \omega_0^2 + \frac{2g}{m} d \left( -\frac{3U}{d} \right) = \omega_0^2 - \frac{14g}{3m} U; \quad \omega_2 = \sqrt{\omega_0^2 - \frac{14g}{3m} U}$$

$$2 \frac{R^2 D^2}{m} \frac{1}{2} T_0 = 100^\circ C;$$

$$\frac{P_0 \cdot V}{2} = m R T_0; \quad \Delta V = k \frac{P_0 V}{4}$$

$$(P_0 - \Delta P) \cdot R T_0 = P_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$2(P_0 - \Delta P) = P_0 \left( \frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = \frac{V}{4}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

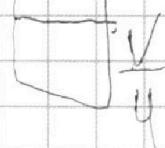
- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------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

**МФТИ**

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



$$P \frac{V}{T} = P_0 RT$$



$$V = \frac{V}{4} + \frac{V}{6}$$

$$P = P_0 \frac{V}{T}$$

8, 31.373

373  
831  
373  
2984  
309363

$$\frac{P_0}{T} = \frac{2}{3} P_0 \frac{RT_0}{T} = \frac{2}{3} \frac{1}{4} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{3V}{12} - \frac{2V}{12} = \frac{V}{12}$$

$$P = P_0 + k P_0 V T$$

Решение

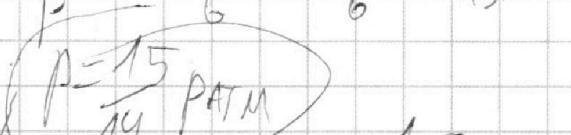
$$\frac{3V}{12} (P - P_{ATM}) = VRT = P_0 + k P_0 V T =$$

$$= \frac{P_0}{2} + \frac{k P_0 V}{2} RT ; \quad \frac{(P - P_{ATM})}{P} = \frac{P_0 + k P_0 V}{P_0} = 2 + \frac{k P_0 V}{P_0} =$$

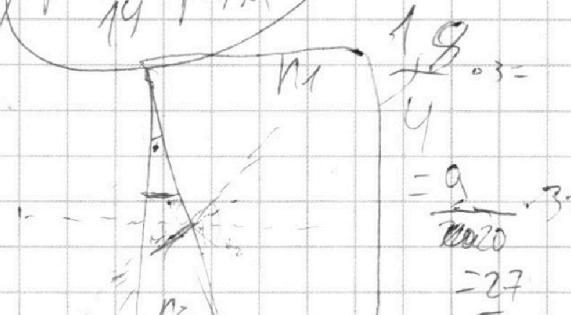
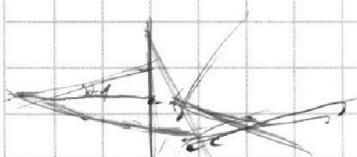
$$= \left( \frac{1}{P_0} + \frac{k}{P_0} RT_0 \right) = 1 + 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{дюб}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{К}}{\text{дюб}} =$$

$$= 1 + \frac{1}{15} = \frac{16}{15} ; \quad \frac{(P - P_{ATM})}{P} = \frac{1}{6} = \frac{2}{12} = \frac{1}{15}$$

$$15(P - P_{ATM}) = P ; \quad 14P = 15P_{ATM} ; \quad P = 15 \frac{P_{ATM}}{14}$$



$$n_1 n_2 = 2 \cdot n_1$$



$$= \frac{9}{1000} \cdot 3 =$$

$$= \frac{27}{20}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ.**

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

$$\frac{29\mu C - 23,6\mu C}{20,8C} = \frac{5\mu C}{20,8C}$$

$$-\frac{540}{416} \quad \frac{208}{1240} \quad \frac{405}{3240} = \frac{45}{10} = 45$$

$$-\frac{100}{200} \quad \frac{18}{30} = 10$$

$$P = F_{20}, \quad P_k = F_k \cdot 20 = 405N$$

$$F - F_c = m_a, F = m_a + F_c, \quad P_{20} = m_a + F_c \cdot 20 = 12150 \text{ Bt} = 450J$$

$$m_a + F_c = \frac{12150 \text{ Bt}}{27 \mu C} = 450N$$

$$300kN \cdot 0,28 \frac{\mu C}{\mu C} + F_c = 450N$$

$$28 \cdot 3 = 84N$$

$$F_c = 450N - 84N = 366N$$

$$\frac{366}{450} = ? \frac{105}{150}; \quad 405 \cdot 3 \cdot 84 \cdot 10; \quad 1215 \cdot 120; \quad \text{максимально}$$

$$\frac{450N \cdot F_c - 366N}{450} = \frac{366}{150} = \frac{244}{300} = 84N \quad 98\%$$

$$U_1 = U_2$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0, \quad \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 0$$

$$(U = Ed)$$

$$U_2 = U$$

$$q = \epsilon \epsilon_0 S_x, \quad \frac{q}{d} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S_x}{d}, \quad q = \epsilon \epsilon_0 S \frac{U}{d} = \epsilon \epsilon_0 E$$

$$E = \frac{U}{\epsilon \epsilon_0 d}, \quad E_{1x} = \frac{U}{2 \epsilon \epsilon_0 d}$$

$$E_{1x} = \frac{U}{2 \epsilon \epsilon_0 d}, \quad E_{2x} = \frac{U}{2 \epsilon \epsilon_0 d}, \quad E_{3x} = \frac{U}{2 \epsilon \epsilon_0 d}$$

$$\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = 2 \epsilon \epsilon_0 \frac{U}{d}, \quad E_{1x} = \frac{U}{2 \epsilon \epsilon_0 d}, \quad E_{2x} = \frac{U}{2 \epsilon \epsilon_0 d}, \quad E_{3x} = \frac{U}{2 \epsilon \epsilon_0 d}$$

$$\delta_1 + \delta_2 + \delta_3 = -q \left( \frac{U}{2 \epsilon \epsilon_0 d} \right), \quad E_{2x} = -q \cdot \frac{U}{2 \epsilon \epsilon_0 d}, \quad \delta_2 = -100\%$$

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

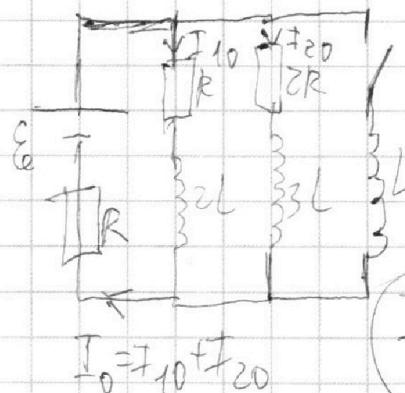
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ**

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



$$(I_{10} + I_{20}) \cdot R + I_{10} \cdot 2R = E$$

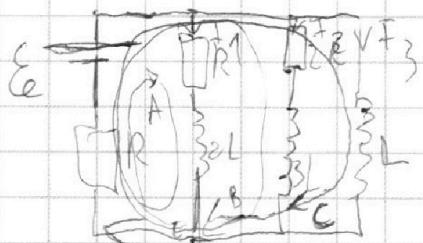
$$I_{20} \cdot 2R = I_{10} \cdot 2R \quad I_{10} = 2I_{20}$$

$$-I_{20} = 3I_{20}, \quad E = I_{20} \cdot 2R + 3I_{20} \cdot R = \frac{5}{2}I_{20}R$$

$$I_{20} = \frac{E}{5R}, \quad \text{тогда имеем } E - LI_x = \frac{3}{5}E \cdot R$$

$$LI_x = \frac{5E}{5} - \frac{3E}{5} = \frac{2E}{5} \quad I_x = \frac{2E}{5L}$$

Из курса физики



$$E - 2LI_1 = R(I_1 + I_2)$$

$$E - 3LI_2 = R(I_1 + I_2 + I_3)$$

$$E - LI_3 = R(I_1 + I_2 + I_3)$$

$$I_1 + I_2 + I_3$$

$$E - 2LI_1 = I_1 R + E - LI_3 \quad (I_3 - 2I_1) = I_1 R$$

$$8AI_3 - 3LI_2 = 2I_2 R \quad I_3 = I_1 R + 2I_1 \quad dI_3 = I_1 R dt + 2dI_1$$

$$dI_3 = 3I_2 + 2I_1 R; \quad dI_3 = 3dt + 2dq_2 \frac{R}{L}$$

$$\Delta I_3 = 3\Delta I_2 + 2\frac{R}{L} \Delta q_2 \quad \Delta q_2 = (\Delta I_3 - 3\Delta I_2) \frac{L}{2R} =$$

$$= \left( (I_3 - 0) - 3(0 - \frac{E}{5R}) \right) \frac{L}{2R} = \left( \frac{3E}{5R} + 3E \right) \frac{L}{2R} = \frac{18E}{5R} \cdot \frac{L}{2R} = \frac{9E}{5R^2} = \frac{9E}{5R^2} \cdot R = \frac{9E}{5R}$$

$$\Delta q_2 = \left( \frac{E}{R} + \frac{3E}{5R} \right) \cdot \frac{L}{2R} = \frac{8E}{5R} \cdot \frac{L}{2R} = \frac{4EL}{5R^2}$$

$$1) \alpha = \frac{294 - 232}{20.5C} = \frac{5.8}{20.5C} = \frac{580}{205} \frac{1}{C} = \frac{416}{1700} \frac{1}{C} = \frac{1640}{17000} \frac{1}{C} = \frac{820}{8500} \frac{1}{C} = \frac{41}{425} \frac{1}{C}$$

$$0,028 \frac{1}{C}; [0,308 \frac{1}{C}; 0,252 \frac{1}{C}]$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

 МФТИ

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

