



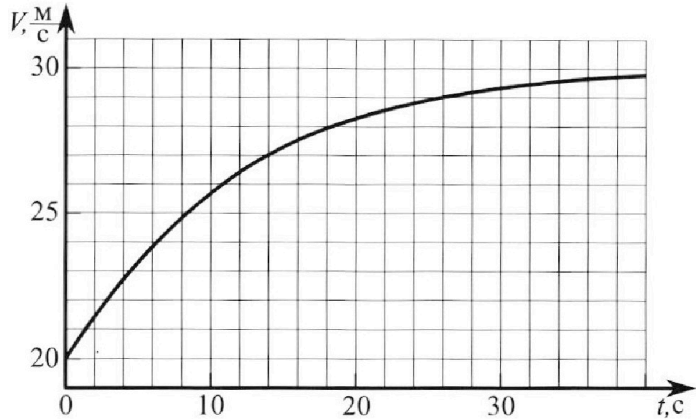
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-04

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



1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 240$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна  $F_k = 200$  Н.



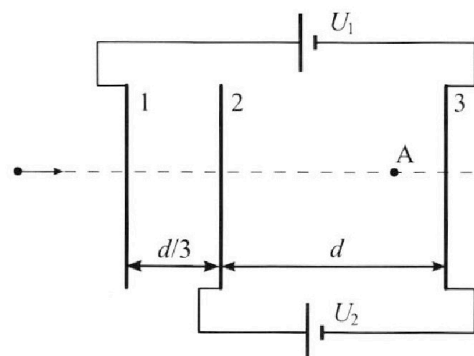
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численного ответа на первый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

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

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·Па). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- 1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 2) Определите начальное давление в сосуде  $P_0$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 5U$  и  $U_2 = U$ . Частица массой  $m$  и зарядом  $q > 0$  движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость  $V_0$  на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд  $q$  намного меньше модуля зарядов сеток.



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

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-04

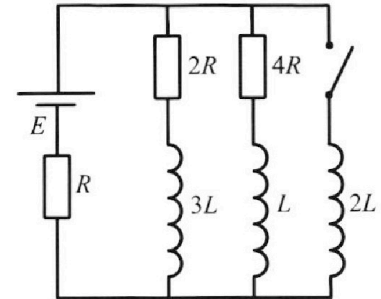
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



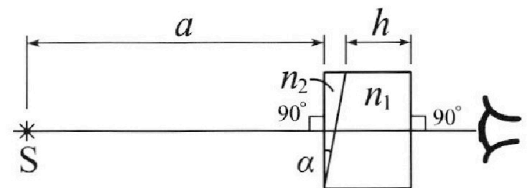
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

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

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



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



(см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_b = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,4$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



№ 1.

Дано:

Решение:

$m = 240 \text{ кг}$

$F_k = 200 \text{ Н}$

1)  $a_0 = ?$

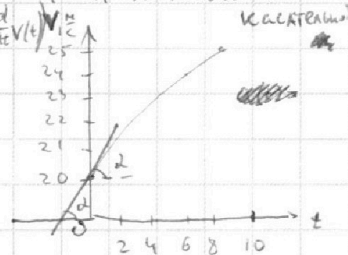
2)  $F_0 = ?$

3)  $n = ?$

1) Т.к. требуемая точность численного ответа на этот вопрос ориентировочно 10%, то можно примерно определить начальное ускорение мотоцикла с человеком  $a_0$  как тангенс угла наклона к графику зависимости  $v(t)$  в точке  $t=0$  ( $a(t) = \frac{d}{dt}v(t)$ )

По графику можно определить  $\text{tg} \alpha \approx 0,75$

Значит  $a_0 \approx 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



2) По графику видно, что в конце

разгона скорость мотоцикла практически ~~уже~~ постоянна.

~~Из второго закона Ньютона (ИСО - земля) можно сделать вывод, что~~

~~на то, что ускорение в этот момент равно нулю~~

Значит ускорение <sup>мотоцикла</sup> в этот момент равно нулю.

На основании второго закона Ньютона (ИСО - Земля) можно сделать вывод, что равнодействующая сил тяги и сопротивления, действующих на мотоцикл равна нулю ( $\vec{F}_k + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a} = \vec{0}$ )

В проекциях:  $F_k = F_{\text{тр}}$ , где  $F_{\text{тр}}$  - сила тяги в конечный момент.

Т.е.  $F_{\text{тр}} = 200 \text{ Н}$

Мощность двигателя  $P = F_{\text{тр}} \cdot v_k$ , по графику

устанавливается

~~константа~~

$P = F_{\text{тр}} \cdot v_k = 200 \cdot 30 = 6000 \text{ (Вт)}$

скорость  $v_k = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Мощность двигателя в начале движения  $P_0 = F_{0T} \cdot v_0$

$F_{0T}$  - начальная сила тяги.

$v_0$  - нач. скорость.

$v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Из условия постоянства мощности  $P = P_0$

Т.е.  $F_{0T} \cdot v_0 = P$

$F_{0T} = \frac{P}{v_0} = \frac{6000}{20} = 300 \text{ (Н)}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



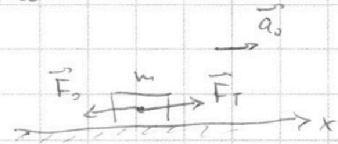
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

Второй закон Ньютона для метачу-ки в кас. момент в проекции на горизонтальную ось:  $F_{от} - F_0 = ma_0$

$$F_0 = F_{от} - ma_0 = 300 - 240 \cdot 0,75 = 120 \text{ (Н)}$$



3) Мощность двигателя  $P = 6 \text{ кВт}$

Мощность, идущая на преодоление сил сопротивления движению

равна  $P_{сопр} = F_0 \cdot v_0 = 120 \cdot 20 = 2400 \text{ (Вт)}$  — в кас. момент.

$$\eta = \frac{P_{сопр}}{P} = \frac{2400}{6000} = \frac{2}{5} = 0,4$$

Ответ: 1)  $a_0 = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2)  $F_0 = 120 \text{ Н}$

3)  $\eta = 0,4$

(Волос  $P = Fv \cos \alpha$ )

$$P = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot s \cdot \cos \alpha}{t} = Fv \cos \alpha$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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

N2.

Дано:

$T = 373 \text{ K}$

$T_0 = \frac{3}{4} T$

$k = 0,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$

$RT = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$

Решение:

Начальное состояние:

Уравнения Менделеева-Клапейрона для углекислого газа в верх. и в ниж. частях сосуда

$\frac{p_0 V}{2} = \nu_1 RT_0 \quad (1)$

$\frac{p_0 V}{8} = \nu_2 RT_0 \quad (2)$  уравнение равнов.

т.к. поршень в равновесии.

По закону Дюпюи количества молей  $\text{CO}_2$  в сосуде равно:

$\nu_3 = k p_0 \frac{3}{8} V \quad (3)$

Конечное состояние:

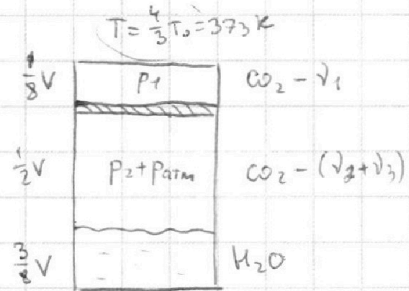
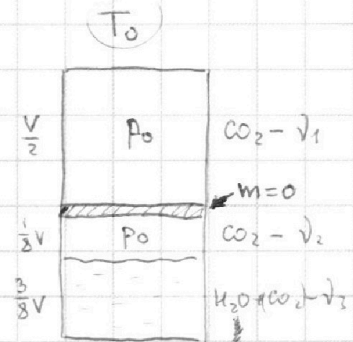
В сосуде углекислого газа нет; над водой находится  $\text{H}_2\text{O}$  газ

в количестве  $(\nu_2 + \nu_3)$  молей и насыщенное давление паров при  $T = 373 \text{ K}$ , т.е. давление насыщенного пара равно  $p_{\text{атм}}$ .

Уравнение Менделеева-Клапейрона для  $\text{H}_2\text{O}$  газа в обеих частях сосуда:

$p_1 \cdot \frac{1}{8} V = \nu_1 RT \quad (4)$

$p_2 \cdot \frac{1}{2} V = (\nu_2 + \nu_3) RT \quad (5)$ ,  $p_2$  - парциальное давление  $\text{CO}_2$  в ниж. части.



~~1) Используя (1), (2) и (3), находим:~~

~~$$\frac{\nu_1}{\nu_2 + \nu_3} = \frac{\frac{p_0 V}{2RT_0}}{\frac{p_0 V}{8RT_0} + \frac{3}{8} k p_0 V} = \frac{8}{2 + 6kRT_0} = \frac{4}{1 + 3kRT_0} = \frac{4}{1 + 3k \cdot \frac{3}{4} RT_0} = \frac{4}{1 + \frac{9}{4} kRT_0} = \frac{4}{1 + \frac{9}{4} \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3} = 1 + \frac{8}{4} \cdot \frac{6}{10} \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 = 4$$~~

~~2) Используя (4) и (5), находим:~~

Условие равновесия поршня в конечном состоянии:  $p_1 = p_2 + p_{\text{атм}}$

1) Используя (1) и (2), находим  $\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\frac{p_0 V}{2RT_0}}{\frac{p_0 V}{8RT_0}} = 4$

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!

Используя (1) находим:  $v_1 = \frac{p_0 V}{2RT_0}$

$v_3$  (4) находим:  $p_1 = \frac{8v_1 RT}{V} = \frac{8 \cdot p_0 V \cdot R \cdot \frac{4}{3} T_0}{2RT_0 \cdot V} = \frac{16}{3} p_0$

Используя (2) находим:  $v_2 = \frac{p_0 V}{8RT_0}$ ;  $v_3$  (3):  $v_3 = \frac{3}{8} k p_0 V$

$v_3$  (5) находим:  $p_2 = \frac{2(v_2 + v_3)RT}{V} = \frac{2 \left( \frac{p_0 V}{8RT_0} + \frac{3}{8} k p_0 V \right) \cdot RT_0 \cdot \frac{4}{3}}{V} = \frac{p_0}{3} + k \cdot R \cdot p_0 \cdot T_0 =$

$$= \frac{p_0}{3} + k \cdot \frac{3}{4} TR \cdot p_0 = \frac{p_0}{3} + 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{3}{4} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot p_0 = \frac{101}{60} p_0$$

Условие равновесия поршня в конечном состоянии:  $p_1 = p_2 + p_{атм}$

$$\frac{16}{3} p_0 = \frac{101}{60} p_0 + p_{атм}$$

$$p_0 = \frac{60}{219} p_{атм}$$

Ответ: 1) 4

2)  $\frac{60}{219} p_{атм}$

1  2  3  4  5  6  7

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



№3.

Дано:

Решение:

$d$   
 $q (q > 0)$   
 $m$   
 $U_1 = 5U$   
 $U_2 = U$   
 $V_0$

~~Схему, данную в задаче можно считать эквивалентной:~~

1) В области 2-3 на части заряде электричества

или  $F_{23} = qE_{23}$

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

1)  $a_{23} = ?$

2)  $K_3 - K_2 = ?$

По второму закону Ньютона:  $ma_{23} = F_{23}$

$a_{23} = \frac{F_{23}}{m} = \frac{qU_2}{md} = \frac{qU}{md}$

3)  $V_A = ?$

2) Теорема об изменении кинетической энергии:

$K_2 - K_0 = A_{12}$ ;  $K_0 = \frac{mV_0^2}{2}$ ;  $A_{12}$  - РАБОТА электрического сил на участке 1-2.

$A_{12} = F_{12} \cdot \frac{d}{3} = qE_{12} \cdot \frac{d}{3}$

~~Ищем  $E_{12}$~~

Имеем:  $\begin{cases} \varphi_1 - \varphi_3 = U_1 \\ \varphi_2 - \varphi_3 = U_2 \end{cases}$

Откуда  $\varphi_1 - \varphi_2 = U_1 - U_2 = 4U$

$E_{12} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d_{12}} = \frac{4U}{d}$

$A_{12} = q \cdot \frac{4U}{d} \cdot \frac{d}{3} = \frac{4}{3}qU$

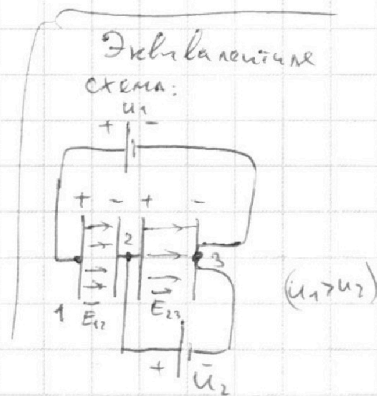
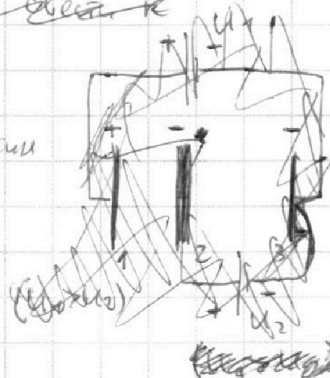
$K_2 = K_0 + A_{12} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{4}{3}qU$  (1)

Теорема об изменении кинетической энергии:  $K_3 - K_2 = A_{23}$

$A_{23}$  - РАБОТА электрических сил на участке 2-3.

~~Ищем  $A_{23}$~~   $A_{23} = F_{23} \cdot d = qE_{23} \cdot d = qU_2 = qU$

т.е.  $K_3 - K_2 = qU$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

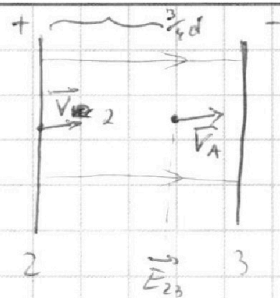
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**МФТИ**

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

3)  $U_3(1)$  находим  $K_2 = 4qU + \frac{mV_0^2}{2}$

~~$K_2 = \frac{mV_0^2}{2}$~~



По теореме об изменении кинетической

энергии:  ~~$\frac{mV_0^2}{2}$~~   $\frac{mV_A^2}{2} - K_2 = A_{эл}$

$$A_{эл} = qE_{23} \cdot \frac{3}{4}d = q \cdot \frac{3}{4}d \cdot \frac{U}{d} = \frac{3}{4}qU$$

$$\frac{mV_A^2}{2} = \frac{3}{4}qU + 4qU + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$V_A = \sqrt{\frac{19}{2} \frac{qU}{m} + V_0^2}$$

3) Скорость  $V_0$  частицы имеет вдвое от сеток, где потенциал принимается за ноль.

Потенциал ноль и в центре в середине между сетками.

Т.е. в точке 0 скорость частицы

Омлем: 1)  $a_{23} = \frac{qU}{md}$

2)  ~~$K_3$~~   $K_3 - K_2 = qU$

3)  $V_A = \sqrt{\frac{19}{2} \frac{qU}{m} + V_0^2}$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

№4.

Дано:

R

L

$\mathcal{E}$

Решение:

1) При установившемся режиме и разомкнутом ключе

ток в цепи постоянен, значит в катушках не возникает ЭДС

1)  $I_{20}$  - ?

самостоятельно  $\mathcal{E}_{is} \mathcal{E}_{is} = -L \frac{dI}{dt} = 0$ .

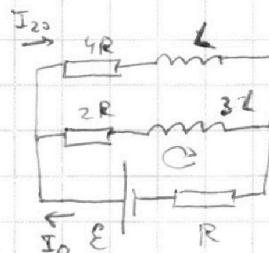
2)  $\frac{dI}{dt}$  - ?

Закон Ома:  $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{3R^2}{6R}} = \frac{3}{7} \frac{\mathcal{E}}{R}$

3)  $q$  - ?

~~Напряжения на  $4R$  и  $3R$  равны~~

Второе правило Кирхгофа для контура  $\mathcal{E}-R-4R-L$ :



$$\mathcal{E} = I_{20} \cdot 4R + I_0 R$$

$$I_{20} = \frac{\mathcal{E}}{4R} - \frac{I_0}{4} = \frac{\mathcal{E}}{4R} - \frac{3\mathcal{E}}{28R} = \frac{1}{7} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

2) Сразу после замыкания ключа

ток через катушку  $2L$  отсутствует,

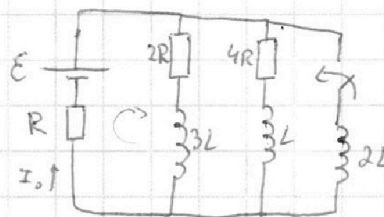
емк представляет ~~ЭДС~~ ЭДС самоиндукции, возникшей в катушке.

Затем второе правило Кирхгофа для контура  $\mathcal{E}-R-2L$  (сразу после замыкания)

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{is2} = I_0 R$$

$$\mathcal{E} - 2L \frac{dI}{dt} = \frac{3}{7} \mathcal{E}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{2}{7} \frac{\mathcal{E}}{L}$$



3) Во время замыкания ключа:

Сущая длительное время после замыкания ~~замыкал.~~

Ток через  $4R$  и  $L$

$$I_{20} = \frac{1}{7} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

0

Ток ~~через~~ ~~через~~ ~~через~~  $R$

$$I_0 = \frac{3}{7} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$I' = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

$$I' = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

Ток через  $2L$

т.к. сущая длительное время после замыкания ток будет ~~определяется~~

определяется

только в контуре  $\mathcal{E}-2L-R$ , т.к. катушка  $2L$  не имеет ~~сопротивления~~ (идеальная)

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!

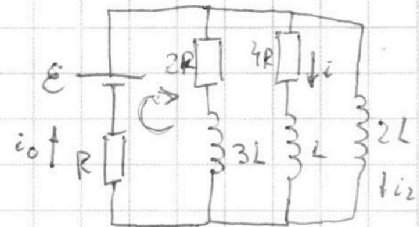


Запишем второе правило Кирхгофа в некоторый момент

времени после замыкания ключа:  $\mathcal{E} + \mathcal{E}_{i_0} = i_0 R + i_0 4R$  (контур  $\mathcal{E}-R-4R$ )

$$\mathcal{E} - L \frac{\Delta i}{\Delta t} = i_0 R + 4i_0 R$$

$$\Delta t (\mathcal{E} - i_0 R) = L \Delta i + 4i_0 R \Delta t \quad (i \cdot \Delta t = \Delta \varphi)$$



Запишем второе правило Кирхгофа

для некоторого момента времени после замыкания ключа для  $\mathcal{E}-2L-R$ :

$$\mathcal{E} + \mathcal{E}_{i_2} = i_0 R$$

$$\mathcal{E} - 2L \frac{\Delta i_2}{\Delta t} = i_0 R$$

$$2L \cdot \Delta i_2 = (\mathcal{E} - i_0 R) \Delta t$$

Суммируем от нач. момента до времени установившегося режима

$$2L \sum_{\Delta i_2} \Delta i_2 = \sum_{\Delta t} (\mathcal{E} - i_0 R) \Delta t$$

~~$$2L (I' - 0) = \sum_{\Delta t} (\mathcal{E} - i_0 R) \Delta t$$~~

$$2L (I' - 0) = \sum_{\Delta t} (\mathcal{E} - i_0 R) \Delta t \quad \text{т.е.} \quad \sum_{\Delta t} (\mathcal{E} - i_0 R) \Delta t = 2L \frac{\mathcal{E}}{R}$$

Теперь также просуммируем выражение (1):

$$\sum_{\Delta t} (\mathcal{E} - i_0 R) \Delta t = L \left( 0 - \frac{1}{7} \frac{\mathcal{E}}{R} \right) + 4R \sum_{\Delta t} \Delta i_0$$

$$\frac{2\mathcal{E}L}{R} = -\frac{1}{7} \frac{\mathcal{E}L}{R} + 4R \cdot q$$

$$\frac{2\mathcal{E}L}{R} = -\frac{1}{7} \frac{\mathcal{E}L}{R} + 4R \cdot q$$

~~$$\frac{2\mathcal{E}L}{R} = -\frac{1}{7} \frac{\mathcal{E}L}{R} + 4R \cdot q$$~~

откуда  $q = \frac{15}{28} \frac{\mathcal{E}L}{R^2}$

Ответ: 1)  $I_{20} = \frac{1}{7} \frac{\mathcal{E}}{R}$ ; 2)  $\frac{dI}{dt} = \frac{1}{28} \frac{\mathcal{E}}{R}$ ; 3)  $q = \frac{15}{28} \frac{\mathcal{E}L}{R^2}$ .

Предположенная табл.:

	Во время замыкания	Система уравнений в момент после замыкания
Ток через $4R$ и $L$ ( $i$ )	$I_{20} = \frac{1}{7} \frac{\mathcal{E}}{R}$	0
Ток через $R$ ( $i_0$ )	$I_0 = \frac{3}{7} \frac{\mathcal{E}}{R}$	$I' = \frac{\mathcal{E}}{R}$
Ток через $2L$ ( $i_2$ )	0	$I' = \frac{\mathcal{E}}{R}$

Эти данные необходимы для суммирования:

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!

№5.

Дано:

Решение:

1)  $n_2 = 1$

$n_1 = 1$

$n_2 = 1,7$

2)  $n_2 = 1$

$n_1 = 1$

$n_2 = 1,7$

~~$n_1 = 1,7$~~

~~$n_1 = 1,7$~~

$h = 14 \text{ см}$

$a = 100 \text{ см}$

$d = 0,1 \text{ рад}$

1)  $\delta = ?$

•

1) Пролозь лучу призму

ЛСЗ не отклонится, т.к. угол отражения равен 0. ( $\sin 0 = 0$ ), т.е. вообще нас угол 0°

Закон преломления:  $n_2 \sin \beta = n_1 \sin \alpha$

Т.к. углы малые, то  $n_2 \cdot \beta = n_1 \cdot \alpha$

Отсюда  $\beta = \alpha$

$$\delta = \frac{n_2}{n_1} \beta = \frac{n_2}{n_1} \alpha$$

ЛСЗ ругника видно, что  $\delta = \delta - \beta = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) \alpha$

Дане ЛСЗ не преломляется т.к.  $n_1 = n_2$ .

$$\delta = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1\right) = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ (рад)}$$

2) Т.к. клин тонкий, то угол отклонения луча равен  $\delta$ .

