

# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОДЕРЖАНИЯ КИМ ЕГЭ-2018 ПО ФИЗИКЕ (22.02.2018)

Исакова Наталья Петровна,

председатель региональной предметной комиссии по физике,  
старший преподаватель кафедры физики, методов контроля и  
диагностики Тюменского индустриального университета

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ, ПРОВЕРКИ И ОЦЕНИВАНИЯ  
ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ  
(РАСЧЕТНАЯ ЗАДАЧА №31 ПО ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ)

# ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ 29-32

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: );</p> <p>II) описаны все вновь <u>вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи и стандартных обозначений<sup>1</sup> величин, используемых при написании физических законов)</u>;</p> <p>III) проведены <u>необходимые математические преобразования</u> и расчёты, приводящие к <u>правильному числовому ответу</u> (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен <u>правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</u></p>	3

<sup>1</sup> Здесь и далее стандартными считаются обозначения, принятые в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике

# ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ 29-32

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p>	2
<p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p>	2.1
<p>И (ИЛИ)</p>	
<p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p>	2.2
<p>И (ИЛИ)</p>	
<p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p>	2.3
<p>И (ИЛИ)</p>	
<p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2.4

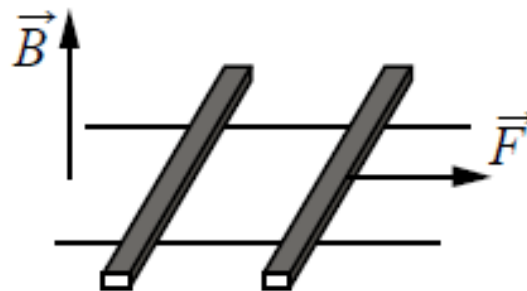
# ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ 29-32

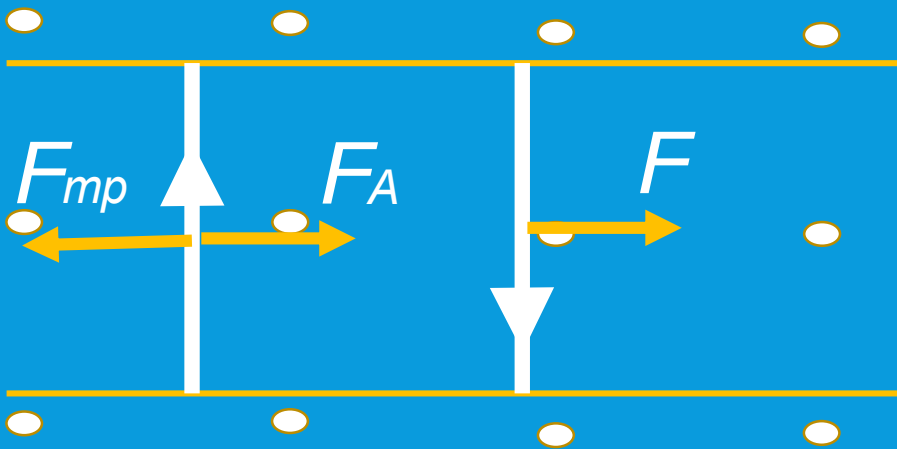
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.	1
Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых <u>необходимо и достаточно</u> для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1.1
ИЛИ	
В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1.2
ИЛИ	
В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1.3
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

# ЗАДАЧА №31

# ПРИМЕР - 1

По горизонтально расположенным шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой  $m = 100$  г и сопротивлением  $R = 0,1$  Ом каждый. Расстояние между рельсами  $l = 10$  см, а коэффициент трения между стержнями и рельсами  $\mu = 0,1$ . Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл (см. рисунок). Под действием горизонтальной силы, действующей на первый стержень вдоль рельс, оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Какова скорость движения первого стержня относительно второго? Самоиндукцией контура пренебречь.





$$I = \frac{\varepsilon}{2R}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = \frac{B\Delta x l}{\Delta t} = Blv_{\text{OTH}}$$

$$F_A = F_{\text{Tp}}$$

$$IBl = \mu mg$$

$$I = \frac{\mu mg}{Bl}$$

$$\frac{\varepsilon}{2R} = \frac{\mu mg}{Bl}$$

$$\varepsilon = \frac{2R\mu mg}{Bl}$$

$$\frac{2R\mu mg}{Bl} = Blv_{\text{отн}}$$

$$v_{\text{отн}} = \frac{2R\mu mg}{(Bl)^2}$$

$$v_{\text{отн}} = \frac{2\mu mgR}{(Bl)^2} = \frac{2 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot 0,1}{(1 \cdot 0,1)^2} = 2 \text{ м/с.}$$



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>выражение для изменения магнитного потока, закон электромагнитной индукции, закон Ома для полной цепи, выражение для силы Ампера, условие равномерного движения стержней, формула для силы трения</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

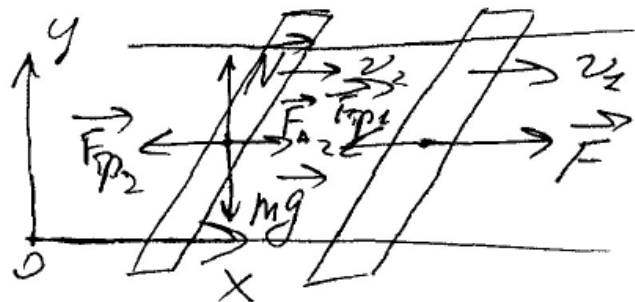
Дано: Решение:

$m = 0,1 \text{ кг}$  1) Обозначим  $v_1$  - скоростью

$R = 0,1 \text{ Ом}$  первого сердечка,  $v_2$  - скоростью

$l = 0,1 \text{ м}$  в сердечке  $\vec{v}_{отн} = v_1 - v_2$

$\mu = 0,1$  2) Запишем  $\vec{E}$  закон Ньютона



$B = 1 \text{ Тл}$  для второго сердечка.

$v_{отн} = ?$

$$m\vec{a}_2 = \vec{F}_{P1} + \vec{F}_A + \vec{N} + m\vec{g}, \text{ где } \vec{a}_2 = \vec{0} - \text{ускорение}$$

в сердечке,  $\vec{F}_{P1}$  - сила притяжения со ст. рельса,  $\vec{F}_A$  - сила Ампера,

дейст. на  $\vec{E}$  сердечке (принимая для того, чтобы тело было движущимся

$\vec{F}_A$  должно быть направлено в сторону  $\vec{E}$  сердечка),

$\vec{N}$  - сила со стороны опоры

3) Введем мест. коорд:  $y$  - вдоль оси  $x$ -гориз. и направим

Будем решать (см рисунок) и рассмотрим 2 закона Ньютона  
в направлении на эту ось

$$\text{ок: } F_A - F_{\text{тр}} = 0$$

$$\text{оу: } N - mg = 0 \quad \Rightarrow \quad F_A = F_{\text{тр}} \quad N = mg$$

4) Т.к. тело скользит  $\Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu N$  сила трения скольжения  
и  $F_{\text{тр}} = \mu N$

5)  $F_A = BIL \cdot \sin 90^\circ = BIL$ , где  $I$  - ток, текущий через катушку?

6) Разность длин путей светом за разностью времени  $\Delta t$ .

В световом пути разность  $v_1 \cdot \Delta t$ ,  $\Delta$  -  $v_2 \cdot \Delta t$  разность путей

между ними увеличится на  $\Delta S = c \cdot (\Delta t) = c \cdot \Delta t (v_1 - v_2) =$   
 $= c \cdot \Delta t \cdot v_2 \mu$

7) Из закона индуктивности вращающейся катушки получаем маг. индукцию в сердечнике и кинет. энергию катушки по формуле  
 $|E_i| = \varphi' = (B S)^{\sin \alpha} = B(S') = B(\cos \alpha \cos \omega t) = B \ell \cdot v_{отн}$ , где  $E_i$  - ЭДС возмущения в катушке

8) Из закона Ома для замкнутой цепи получаем:  
 $|E_i| = I(R+R) = 2IR \Rightarrow I = \frac{|E_i|}{2R} = \frac{B \ell v_{отн}}{2R}$

9) Из условия равенства  $F_n = F_{гр}$  получаем  
 $B \ell \cdot I = \mu mg$

$$I = \frac{\mu mg}{B \ell}$$

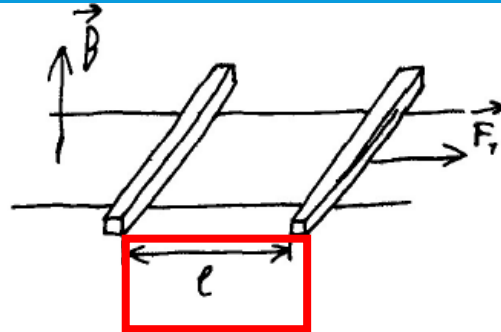
10) Тогда  $I = \frac{B \ell v_{отн}}{2R} = \frac{\mu mg}{B \ell} \Rightarrow v_{отн} = \frac{2 \mu mg R}{B^2 \ell^2}$

11) Значит,  $v_{отн} = \frac{2 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot 0,1}{1 \cdot 0,1^2} = 2 \text{ м/с}$

Ответ:  $v_{отн} = \frac{2 \mu mg R}{B^2 \ell^2} = 2 \text{ м/с}$

Дано:  
 $m = 100 \text{ г}$   
 $R = 0,1 \text{ Ом}$   
 $l = 10 \text{ см}$   
 $\mu = 0,1$   
 $B = 1 \text{ Тл}$   
 L-длина стержня

С U  
 0,1 Кл  
 0,1 м



Решение

Поскольку оба рельса движутся равномерно, то их ускорения равны нулю, а силы, на них действующие, равны соответствующим силам трения:

$$F_1 = F_{\text{тр}1}$$

$$F_2 = F_{\text{тр}2}$$

$$F_1 = mg\mu$$

$$F_2 = \cancel{X}mg\mu$$

$F_1$  - весовая сила, прикладываемая к 1 стержню. При движении 1 стержня площадь контура, замкнутого между стержнями и рельсами, изменяется, а так как контур находится в магнитном поле, то в контуре образуется электрический ток. Так как электрический ток проходит через 2 стержня, то на 2 стержень со стороны магнитного поля действует сила Ампера -  $F_2$

Распишем силу Ампера:

$$F_2 = B L I$$

См. на дополнительном листке  
ответов №2

I-результата. Попробуем через закон Ома:

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{\varepsilon_i}{2R}$$

$\varepsilon_i$ -результата. Попробуем через максимумов момент:

$$\varepsilon_i = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$$

$\Delta \Phi$ -результата. Попробуем через определение максимумов момент:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$$

$$\Delta \Phi = B \cdot \Delta S$$

$\Delta S$ -результата. Попробуем через  $L$  и  $V_{72}$ :

$$\Delta S = L \cdot V_{72} \cdot \Delta t$$

Сопоставим все найденные формулы в одно:

$$F_2 = BLI = \frac{BL\varepsilon_i}{2R} = \frac{BL}{2R} \cdot \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{BL}{2R} \cdot \left| \frac{B\Delta S}{\Delta t} \right| = \frac{BL}{2R} \cdot |BL \cdot V_{72}|$$

Так как  $BLV_{72} \geq 0$ , отбросим модуль

$$F_2 = \frac{B^2 L^2 V_{72}}{2R}$$

Попробуем  $V_{72}$  из найденного формулы и расчитаем  $F_2$

$$V_{72} = \frac{2F_2 R}{B^2 L^2} = \frac{2mg\mu R}{B^2 L^2}$$

$$V_{72} = \frac{2mg\mu R}{B^2 L^2}$$

Подставим соответствующие значения и найдем  $V_{72}$ :

$$V_{72} = \frac{2 \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,7 \cdot 0,7}{7^2 \cdot 0,2^2} = \frac{0,02}{0,28} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\text{Ответ: } V_{72} = \frac{2mg\mu R}{B^2 L^2} = \frac{0,02}{0,28} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

30

Дано:

$m = 0,1 \text{ кг}$

$R = 0,1 \text{ м}$

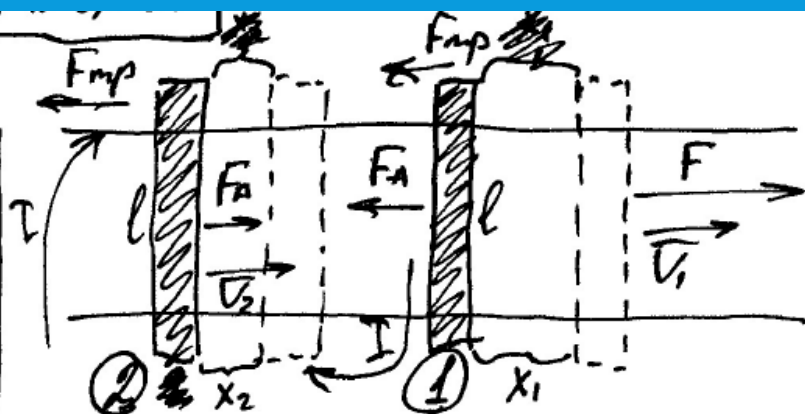
$l = 0,1 \text{ м}$

$\mu = 0,1$

$B = 1 \text{ Тл}$

~~$v_1 = ?$~~

$(v_1 - v_2) = ?$



Зная, что  $\Delta\Phi = B\Delta S$

можно записать следующее

$\Delta\Phi = B \cdot l (x_1 - x_2)$ , но т.к

вся система находится в движении то заменим  $x = vt$ , тогда  $\Delta\Phi = B \cdot l \cdot (v_1 - v_2) \cdot t$ , тогда

~~.....~~  $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = B \cdot l (v_1 - v_2)$

П.к движение по условию равномерное, то для

2) т.к по 1 з. выполняется равенство:

$F_A = F_{mp}$ ; Тогда зная  $\mathcal{E}_i$  мы можем найти  $F_A$ ;  $F_A = B \cdot l \cdot I \cdot \sin\alpha$

$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{Bl(v_1 - v_2)}{R}, \text{ тогда } F_A = B \cdot l \cdot \frac{Bl(v_1 - v_2)}{R} = \frac{B^2 \cdot l^2 \cdot (v_1 - v_2)}{R}$$

~~Зная~~ Зная, что  $F_A = F_{\text{тр}}$  можем записать:

$$\frac{B^2 \cdot l^2 \cdot (v_1 - v_2)}{R} = \mu mg, \text{ откуда можем найти } \Delta v;$$

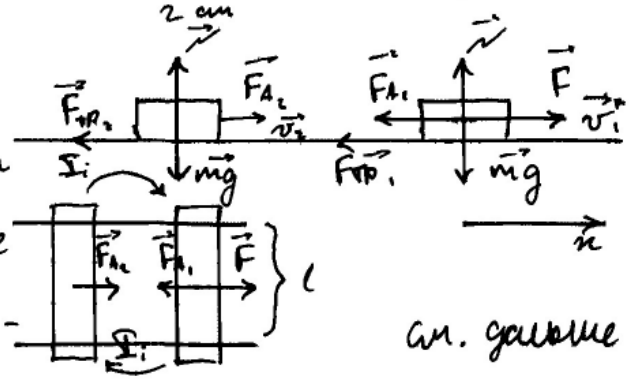
$$\Delta v = \frac{\mu mg \cdot R}{B^2 \cdot l^2}; \text{ Подставим численные значения;}$$

$$\Delta v = \frac{0,1 \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot 0,1}{1 \cdot 0,01} = 1 \text{ м/с}$$

Ответ: первое тело движется относительно второго со скоростью  $\Delta v = 1 \text{ м/с}$



§30 При движении первого стержня из-за силы  $F$  в цепи возникает индукционный ток ( $I_i$ ), собственное магнитное поле которого препят-



ствующий изменению  $\Phi$  через контур, образованный рельсами и стержнями.  $\mathcal{E}_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$   $\Phi = B \cdot S \cdot \cos\alpha$

$B, \cos\alpha - \text{const}$ ;  $S = (v_1 - v_2) \cdot \Delta t \cdot l$ , где  $v_1$  и  $v_2$  скорости 1 и 2 стержней  $\mathcal{E}_i = (v_1 - v_2) \cdot B l \cdot \cos\alpha$

III З. И. для стержней на ОН будет выполняться:

$$\begin{cases} m\vec{a}_1 = \vec{F} + \vec{F}_{\text{тр}1} + \vec{F}_A, \\ m\vec{a}_2 = \vec{F}_A + \vec{F}_{\text{тр}2}; \end{cases} \quad \text{В.к. стержни движутся равномерно и поступательно, } a_1 \text{ и } a_2 \text{ равно 0.}$$

Тогда  $\begin{cases} F = F_{A1} + F_{\text{тр}1}, \\ F_{A2} = F_{\text{тр}2}; \end{cases}$   $F_{\text{тр}} = m g \mu$ ;  $F_A = I_i B l$ ;  $I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$

IV. н. массы и сопротивления одинаковы,  $F_{\text{тр}1} = F_{\text{тр}2}$  и  $|F_{A1}| = |F_{A2}|$

$$F = 2 F_{\text{тр}} = 2 m g \mu$$

$$\mathcal{E}_i = (v_1 - v_2) \cdot B l \cdot \cos\alpha = I_i R \Rightarrow v_1 - v_2 = \frac{I_i R}{B l \cdot \cos\alpha}$$

$$I_i = \frac{F - \mu m g}{B l} \Rightarrow v_1 - v_2 = \frac{R \cdot \mu m g}{B^2 \cdot l^2}$$

$$v_1 - v_2 = \frac{0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 10}{1^2 \cdot 0,1^2}$$

$$v_1 - v_2 = 1 \text{ (м/с)}$$

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

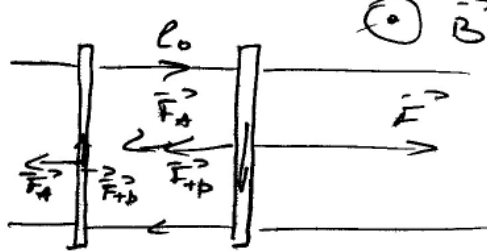
$$R = 0,1 \text{ Ом}$$

$$l_0 = 0,1 \text{ м}$$

$$\mu = 0,1$$

$$B = 1 \text{ Тл}$$

$$\omega = ?$$



Согласно, и правилу левой руки при воздействии на тело силы  $F$  в ней возникнет индукционный ток

Расшишу силу действующую на тело, согласно первому Зак. Ньютона

1) Если  $F < F_{T\beta}$ , то ничего не произойдет,

2) Если  $F \geq F_{T\beta}$ , то

$$1) F = F_{A1} + F_{T\beta}$$

$$2) F_{A2} = F_{T\beta}$$

$$F_{A1} = B l \sigma_1, \text{ где } \sigma_1 = \frac{\mathcal{E}_1}{R} = \frac{B v_1 l}{R}$$

$$\mathcal{E}_{i1} = - \frac{d\Phi}{dt}; \text{ (Согласно закону Фарадея)}$$

$$|\mathcal{E}_{i1}| = B v_1 l$$

$$\text{Аналогично } F_{A2} = B \sigma_2 l = \frac{(B l)^2}{R} v_2$$

$$F = \left(\frac{B l}{R}\right)^2 v_1 + F_{T\beta}, \text{ где } F_{T\beta} = N \mu, \text{ а } N = m g$$

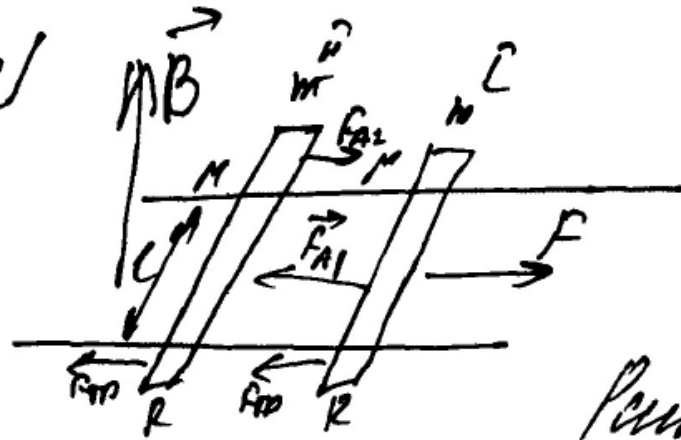
$$F = \frac{(B l)^2}{R} v_1 + m g \mu, \text{ откуда } v_1 = \frac{R}{(B l)^2} (F - m g \mu)$$

$$\frac{(B l)^2}{R} v_2 = m g \mu, \text{ откуда } v_2 = \frac{R}{(B l)^2} m g \mu$$

$$\omega = - \left( \text{т.к. они движутся в разные направления} \right) v_2 + v_1$$

$$\omega = \frac{R}{(B l)^2} F$$

30)



Datum:  $m = 0,1 \text{ kg}$   
 $R = 0,1 \text{ DM}$   
 $l = 0,01 \text{ m}$   
 $B = 1 \text{ Tn}$   
 $\mu = 0,1$

Hauptm:  
 $v_2 - v_1 = ?$

Rechnung:

$$\vec{F}_{A2} + \vec{F}_{A1} + \vec{F}_{FP} = m\vec{a}$$

$$2) \begin{aligned} \vec{I}_1 &= \frac{E_1}{R} = \frac{v_1 B l}{R} \\ \vec{I}_2 &= \frac{v_2 B l}{R} \end{aligned}$$

$$0 \cdot x_1 - \mu m g + \vec{I}_2 B l - \vec{I}_1 B l = 0$$

$$\vec{I}_2 B l - \vec{I}_1 B l = \mu m g$$

$$\frac{v_2 B l^2}{R} - \frac{v_1 B l^2}{R} = \mu m g$$

$$\frac{B l^2}{R} (v_2 - v_1) = \mu m g \Rightarrow v_2 - v_1 = \frac{\mu m g R}{B l^2} = \frac{0,1 \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot 0,1}{1 \cdot (0,01)^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_2 - v_1 = \frac{0,01}{(0,01)^2} = \frac{1}{0,01} = 100 \text{ m/s}$$

Or bei: 100 m/s

$$30) m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$$

$$R = 0,1 \text{ Ohm}$$

$$l = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$\mu = 0,1$$

$$B = 1 \text{ T}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = ?$$

$$v_1 = \text{const} ; a = 0 ;$$

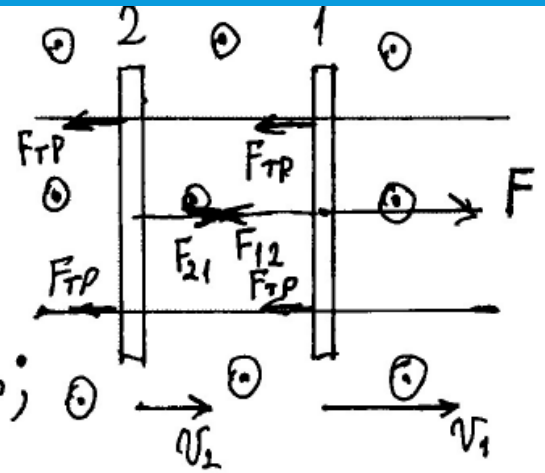
$$F_A = F_{TP} ; B l I = mg \mu$$

$$\sum \vec{F}_1 = \sum \vec{F}_2 = 0$$

$$|\vec{F}_{21}| = |\vec{F}_{12}| ; F - F_{TP} - F_{12} = F_{21} - F_{TP} ;$$

$$F = 2 F_{12}$$

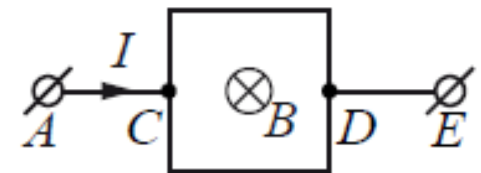
Ответ: 2

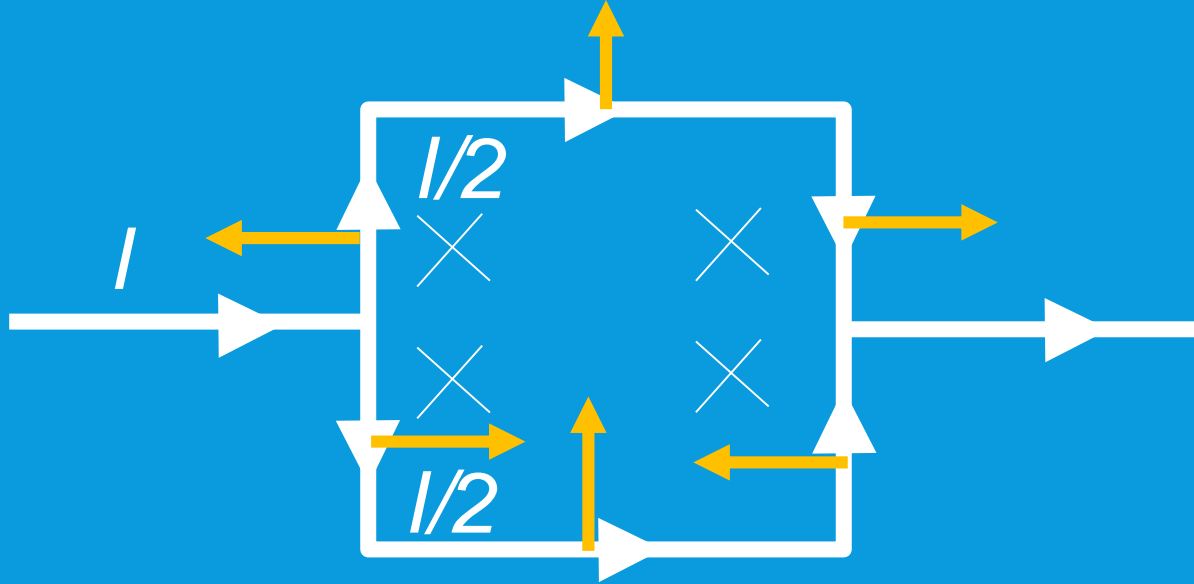


# ЗАДАЧА №31

# ПРИМЕР - 2

Квадратная рамка со стороной  $L = 10$  см подключена к источнику постоянного тока серединами своих сторон так, как показано на рисунке. На участке  $AC$  течёт ток  $I = 2$  А. Сопротивление всех сторон рамки одинаково. Найдите полную силу Ампера, которая будет действовать на рамку в однородном магнитном поле, вектор индукции которого направлен перпендикулярно плоскости рамки и по модулю  $B = 0,2$  Тл. Сделайте рисунок, на котором укажите силы, действующие на рамку.





$$F_A = I_1 BL = \frac{I}{2} BL$$

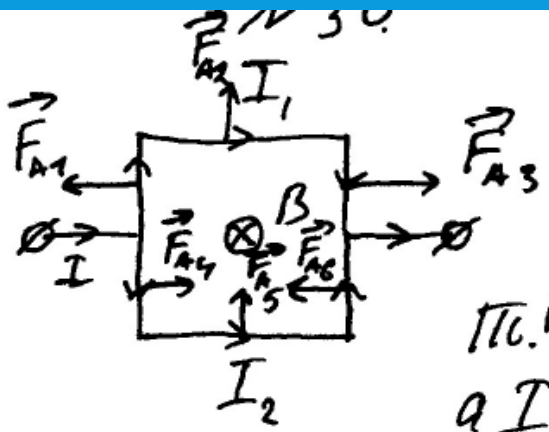
$$F = 2F_A$$

$$F = 2 \frac{I}{2} BL = IBL$$

$$F = 2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 0,04 \text{ H}$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>формула для силы Ампера, правило левой руки, принцип суперпозиции сил</u>);</p> <p>II) <u>сделан правильный рисунок, на котором указаны силы, действующие на рамку</u>;</p> <p>III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

Дано:  
 $L = 10 \text{ см.}$   
 $I = 2 \text{ А}$   
 $B = 0,2 \text{ Тл.}$   
 $F_A = ?$



По правилу силы Ампера  
 $\vec{F}_A = \vec{F}_{A1} + \vec{F}_{A2} + \vec{F}_{A3} + \vec{F}_{A4} + \vec{F}_{A5} + \vec{F}_{A6}$

т.к.  $F_{A1}$  направлено противоположно  $F_{A3}$   
 а  $I_1$  обратна  $I_2$ ;

$F_{A4}$  противоположно  $F_{A6}$ , а  $I_2$  обратна  $I$ .

$\vec{F}_A = \vec{F}_{A2} + \vec{F}_{A5}$ ; т.к.  $F_{A2}$  направлено направленно в ту же  
 сторону что  $F_{A5}$  то;  $F_A = F_{A2} + F_{A5}$ .

По формуле силы Ампера

$F_A = BIL \sin \alpha$ ;  $F_A = BI_1 L + BI_2 L = BL(I_1 + I_2)$

т.к. ~~напряжения~~ ~~напряжения~~ согласно параллельно, то

$I = I_1 + I_2$ ;

$F_A = IBL = 0,2 \text{ Тл} \cdot 2 \text{ А} \cdot 0,1 \text{ м} = 0,04 \text{ Н.}$

Ответ:  $0,04 \text{ Н.}$



Дано:

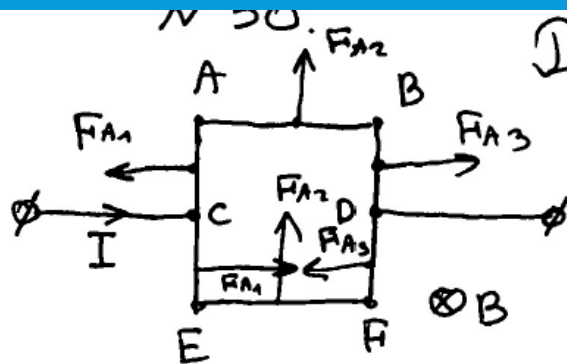
$$L = 0,1 \text{ м};$$

$$I = 2 \text{ А};$$

$$B = 0,2 \text{ Тл};$$

Найти:

$F_A$



Решение:

П.к. соприкосновения проводящих элементов, но при взгляде к точке C ток пойдет и по верхнему, и по

нижнему обходу. П.к. провода соединены параллельно, но можем записать:

$$IR = I_1 R + I_2 R; \quad I = I_1 + I_2, \quad \text{но } I_1 = I_2 \text{ (одинаковые проводники сверху и снизу), } I_1 = \frac{I}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ А};$$

На проводник с током, находящийся в магнитном поле, действует сила Ампера, которая равна:

$$F_A = I B l, \quad \text{где } l - \text{длина участка проводника.}$$

По правилу левой руки определим направление силы Ампера, действующей на разные участки цепи.

и отметим их направление на рисунке.

~~Вектор~~ Сила, действующая на участки AC и CE  
равны по модулю и противоположны по направлению,  
(т.к. C - середина AE)  
следовательно равнодействующая сил Ампера на  
участок AE равна нулю. Аналогично для участка  
BF, равнодействующая сил равна нулю (рис.)

Рассмотрим участки AB и EF: сила Ампера  
в двух случаях направлена вверх по плоскости  
рисунка, следовательно сила Ампера, действующая  
на весь контур, равна:  $F = F_{AB} + F_{EF}$ ;

$$F = I_{AB} \cdot B \cdot L + I_{EF} \cdot B \cdot L ; \text{ И так как, как было сказано}$$

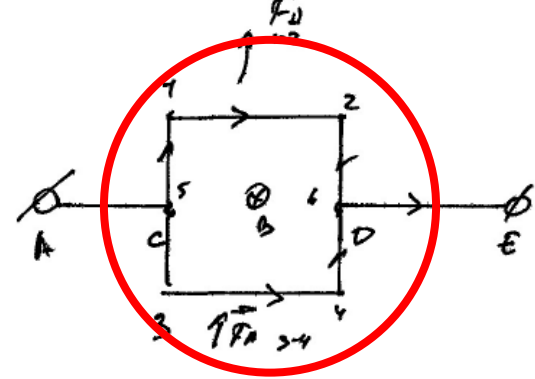
ранее, равны, следовательно  $F = I_{AB} \cdot B \cdot L \cdot 2 =$

$$= \frac{I}{2} \cdot B \cdot L \cdot 2 = I B L ; F = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 0,04 \text{ А.}$$

Ответ: 0,04 А

№ 30

Дано:  $l = 0,1 \text{ м}$  |  $F_A = I B l \cdot \sin \alpha$   
 $I = 2 \text{ А}$  |  
 $B = 0,2 \text{ Тл}$  | т.к.  $B \perp$ , то  $\sin \alpha = 1$   
 $F_A = ?$



Определим  $F_A$  для каждого участка по формуле левой руки:

Для 1-2:  $\vec{F}_A \uparrow$  | 1-5:  $\vec{F}_A \leftarrow$  |  
 5-3:  $\vec{F}_A \rightarrow$  |  
 3-4:  $\vec{F}_A \uparrow$  | 2-6:  $\vec{F}_A \rightarrow$  |  
 6-4:  $\vec{F}_A \leftarrow$  |  
 $\vec{F}_A 1-5 + \vec{F}_A 2-4 = 0$

Т.к. стороны рамки имеют равные сопротивления, то сила тока

в точке С делится поровну и  $I_{1-2} = I_{3-4} = 1 \text{ А}$

$\vec{F}_A = \vec{F}_{A 1-2} + \vec{F}_{A 3-4}$ . Т.к. ток течет вправо, стороны одинаковы, а  $B = \text{const}$  то  $F_{A 1-2} = F_{A 3-4}$ .

Тогда  $F_{A \text{ макс}} = 2 \vec{F}_{A 1-2} = 2 \cdot I B l = 2 \cdot 2 \text{ А} \cdot 0,2 \text{ Тл} \cdot 0,1 \text{ м} =$   
 $= 0,04 \text{ Н.}$

Ответ:  $F_A = 0,04 \text{ Н.}$

Дано:

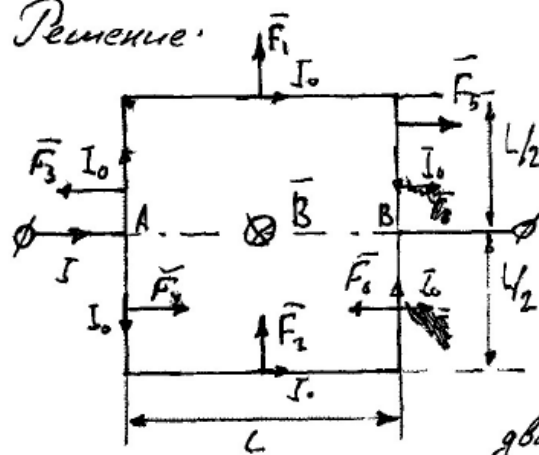
$$L = 0,1 \text{ м}$$

$$I = 2 \text{ А}$$

$$B = 0,2 \text{ Тл}$$

$F_A = ?$

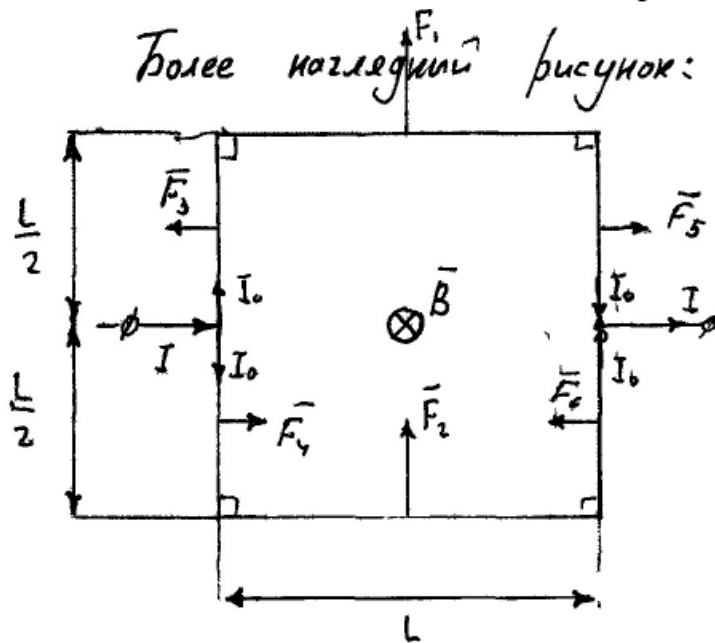
Решение:



$$\vec{F}_A = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{F}_5 + \vec{F}_6 \quad (0)$$

Т.к. сопротивления всех сторон рамки одинаковы, а точки А и В делят их пополам, ток разделяется на два равных тока  $I_0 = \frac{I}{2}$ . / на с. вместе →

Более наглядный рисунок:



Формула для силы Ампера:  $F = IBL$

$$\vec{F}_3 \uparrow \vec{F}_4 ; \vec{F}_5 \uparrow \vec{F}_6$$

$$|\vec{F}_3| = I_0 B \cdot \frac{L}{2}$$

$$|\vec{F}_4| = I_0 B \cdot \frac{L}{2}$$

$$|\vec{F}_5| = I_0 B \cdot \frac{L}{2}$$

$$|\vec{F}_6| = I_0 B \cdot \frac{L}{2}$$

(I - ток;  
B - вектор  
намагниченности;  
L - длина  
проводника)

⇒

⇒  $\vec{F}_3 + \vec{F}_4 = \vec{0}$  ;  $\vec{F}_5 + \vec{F}_6 = \vec{0}$ . С учетом этого формула (0):

$$\left. \begin{aligned} \vec{F}_A &= \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \\ \vec{F}_1 &\uparrow \uparrow \vec{F}_2 \end{aligned} \right\}$$

$$\Rightarrow F_A = F_1 + F_2 = I_0 BL + I_0 BL = \frac{I}{2} BL + \frac{I}{2} BL = IBL = 0,04 \text{ Н}$$

Дано:

$$L = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

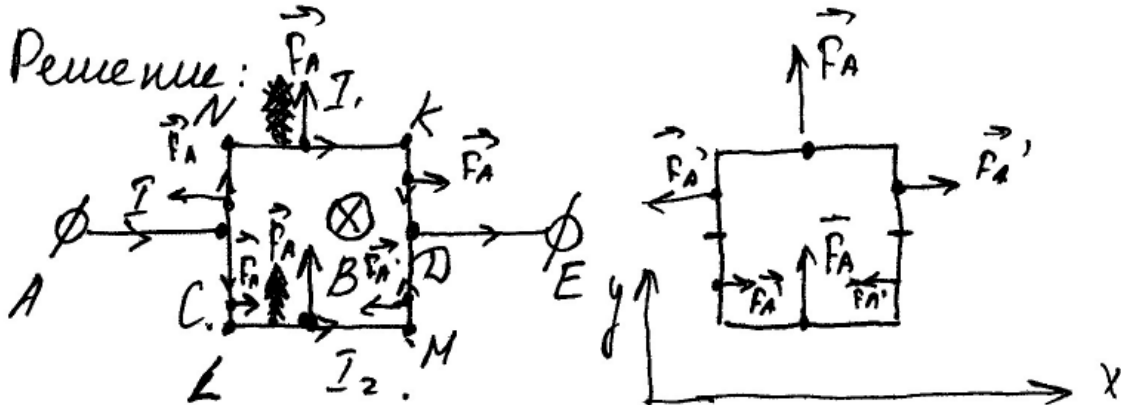
$$I_{AC} = 2 \text{ А}$$

$$B = 0,2 \text{ Тл}$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$$

$$F_{A_2} = ?$$

Решение:



1. Т.к.  $NK \parallel LM \Rightarrow I_1 + I_2 = I$ ,  $U_1 = U_2 = U$ .  
по з. Ома для участка цепи:

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I_1 = \frac{U_1}{R} ; I_2 = \frac{U_2}{R}$$

$$\Rightarrow I_1 = I_2 = \frac{1}{2} I$$

2.  $F_A = B I L \sin \alpha$ , т.к.  $\alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin \alpha = 1$ .

$$\Rightarrow F_A = B I L$$

по з. Н:  $\vec{F}_{A1}' + \vec{F}_{A2}' + \vec{F}_{A3}' + \vec{F}_{A4}' + \vec{F}_A + \vec{F}_A = m \vec{a}$

OX:  $-\vec{F}_A + \vec{F}_{A1}' - \vec{F}_A + \vec{F}_{A2}' = 0$  ( $R_{(ox)} = 0$ )

OY:  $\vec{F}_A + \vec{F}_A = m \vec{a}$

см об. сторону

Поэтому  $F_{A2} = F_A + F_A = 2F_A$

$$F_{A2} = 2 \cdot B I L$$

$$F_{A2} = 2 \cdot 0,2 \cdot 2 \cdot 0,1$$

$$F_{A2} = 0,08 \text{ Н}$$

Ответ: 0,08 Н.

30

Дано

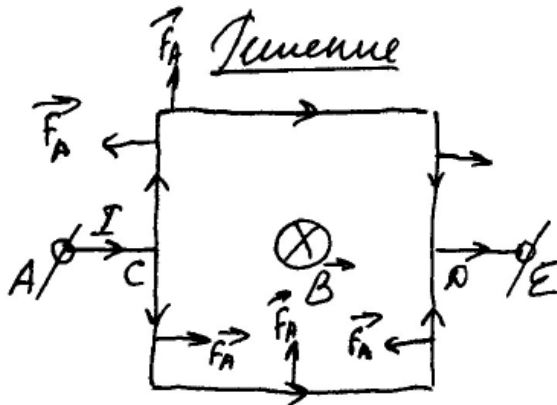
$$L = 0,1 \text{ м}$$

$$I = 2 \text{ А}$$

$$B = 0,2 \text{ Тл}$$

Найти

$$F_A = ?$$



м.к. соприкосновения сторон  
однонаправлено  $\Rightarrow$  макс в одной стороне  $= \frac{I}{2}$

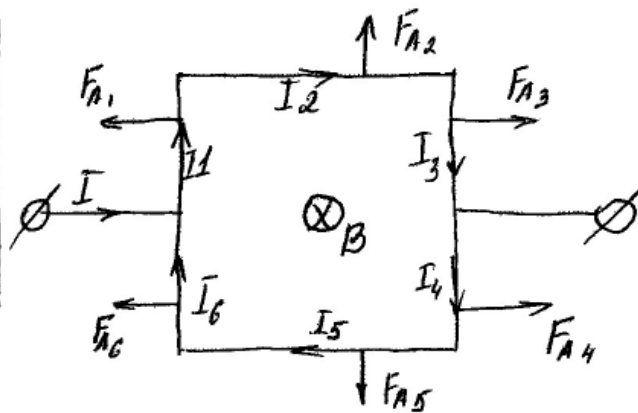
$$F_A = \frac{BIL}{2} (\sin \alpha = 1), \quad l = \frac{4L}{2}$$
$$F_A = \frac{BI \cdot 4L}{2 \cdot 2} = BIL = 0,2 \cdot 2 \cdot 0,1 = 0,04 \text{ Н}$$

м.к. параллельно противоположно  $\Rightarrow F_{\text{ит}} = 2F_A = 2 \cdot 0,04 = 0,08 \text{ Н}$

№ 30

Дано:  
 $L = 10 \text{ см}$   
 $I = 2 \text{ А}$   
 $B = 0,2 \text{ Тл}$   
 $B \perp I$   
 $R$  - одинак  
 $F_A$  - ?

Сл  
 $0,1 \text{ м}$



Решение

Т.к. участки 1-3 и 4-6 соединены параллельно и  $R$  - везде одинаков, то  $I_{13} = I_{46} = \frac{1}{2} I$

Участки 1, 2, 3, 4, 5, 6 соединены последовательно  $\Rightarrow I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = I_5 = I_6 = \frac{1}{2} I$

$$F_A = F_{A1} + F_{A2} + F_{A3} + F_{A4} + F_{A5} + F_{A6} =$$

$$= 4 \cdot \frac{1}{2} I B \left( \frac{L}{2} + L + \frac{L}{2} + \frac{L}{2} + L + \frac{L}{2} \right) = \frac{1}{2} I B 4L$$

$$F_A = \frac{1}{2} \cdot 2 \text{ А} \cdot 0,2 \text{ Тл} \cdot 4 \cdot 0,1 \text{ м} = 0,08 \text{ Н}$$

Ответ:  $0,08 \text{ Н}$

№ 30

Дано:

$$L = 10 \text{ см}$$

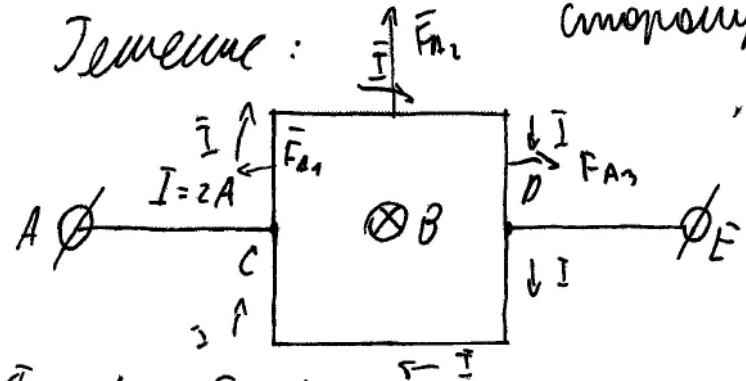
$$I = 2 \text{ А}$$

$$B = 0,2 \text{ Тл}$$

Найти:

$$F_A - ?$$

Решение:



Силами обмотки.  
Стороны.

1. По правую сторону направлена магнитная сила тока на участок CD.

2. По правую левой стороны (4 стороны по ток, в магнитном поле входит в левую, силой тока взаимодействует с направлением сил тока) направлена сила тока на участок FA на участок CD.

$$F_A = I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = 1$$

$$F_{A1} = F_{A2}$$

$$F_A = F_{A2} = I \cdot B \cdot l = 2 \cdot 0,1 \cdot 0,2 = 0,04 \text{ Н}$$

Ответ: 0,04 Н



Дано:  
 $L = 10 \text{ см}$   
 $I = 2 \text{ А}$   
 $B = 0,2 \text{ Тл}$

$CM$   
 $= 0,1 \text{ м}$

$F_A = ?$

Решение:

$$\vec{F}_A = I \vec{B} \vec{l} \sin \alpha$$

П.к.  $\alpha = 90^\circ$ , но  $\sin 90^\circ = 1$ , тогда

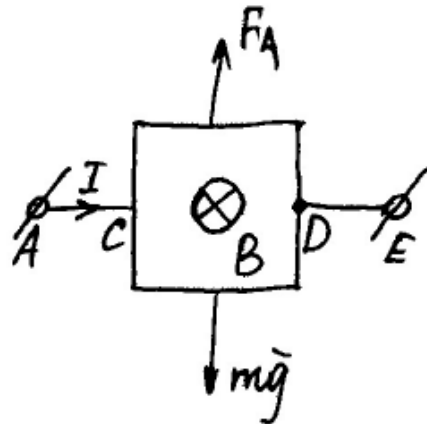
$$F_A = I B l$$

П.к. рамка квадратная, то

$$l = 4L$$

$$F_A = 4 I B L$$

$$F_A = 4 \cdot 2 \cdot 0,2 \cdot 0,1 = 0,16 \text{ (Н)}$$



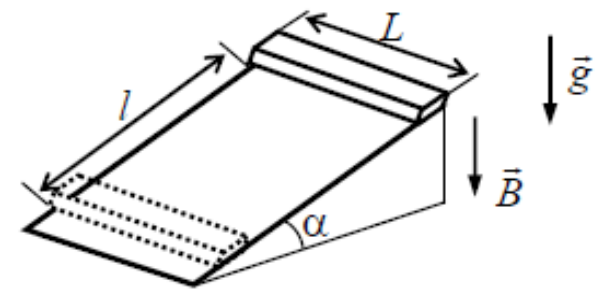
0

Ответ: 0,16 Н

# ЗАДАЧА №31

# ПРИМЕР - 3

Тонкий алюминиевый брусок прямоугольного сечения, имеющий длину  $L = 0,5$  м, соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости из диэлектрика в вертикальном однородном магнитном поле индукцией  $B$  (см. рисунок). Плоскость наклонена к горизонту под углом  $\alpha = 30^\circ$ . Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. В момент, когда брусок пройдёт по наклонной плоскости расстояние  $l = 1,6$  м, величина ЭДС индукции на концах бруска  $\mathcal{E} = 0,17$  В. Найдите величину индукции магнитного поля  $B$ .



$$|\mathcal{E}| = vBL \sin(90^\circ - \alpha) = vBL \cos \alpha,$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgh = mgl \cdot \sin \alpha,$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gl \sin \alpha}.$$

$$B = \frac{\mathcal{E}}{L \cos \alpha \sqrt{2gl \sin \alpha}} = \frac{0,17}{0,5 \cdot 0,866 \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,6 \cdot 0,5}} \approx 0,1 \text{ Тл.}$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: формула для ЭДС индукции в проводнике, движущемся в магнитном поле; закон сохранения механической энергии)</u>;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

30

- $v_0 = 0 \text{ m/s}$
- $L = 0,5 \text{ m}$
- $l = 16 \text{ m}$
- $\epsilon = 0,17 \text{ B}$
- $\alpha = 30^\circ$
- $g = 10 \text{ m/s}^2$

$B = ?$

$$E = v L B \sin \alpha \Rightarrow B = \frac{E}{v \cdot L \sin \alpha}$$

$$l = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow v = \sqrt{2al} \quad (v_0 = 0)$$

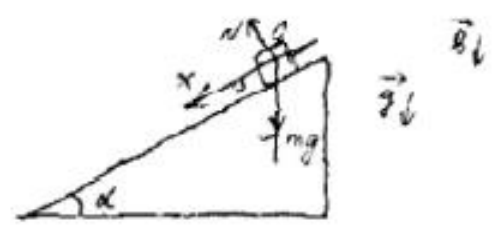
$$\text{Ox } mg \sin \alpha = ma \Rightarrow a = g \sin \alpha$$

$$v = \sqrt{2g l \sin \alpha}$$

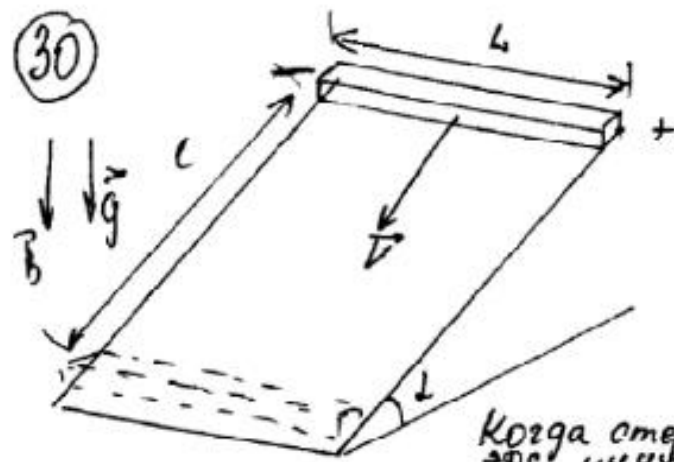
$$B = \frac{\epsilon}{L \cdot \sin \alpha \cdot \sqrt{2g l \sin \alpha}}$$

$$B = \frac{0,17}{0,5 \cdot \sin 30^\circ \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 16 \cdot \sin 30^\circ}} = \frac{0,17}{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \sqrt{16}} = \frac{0,17 \cdot 4}{4} = 0,17 \text{ (T)}_A$$

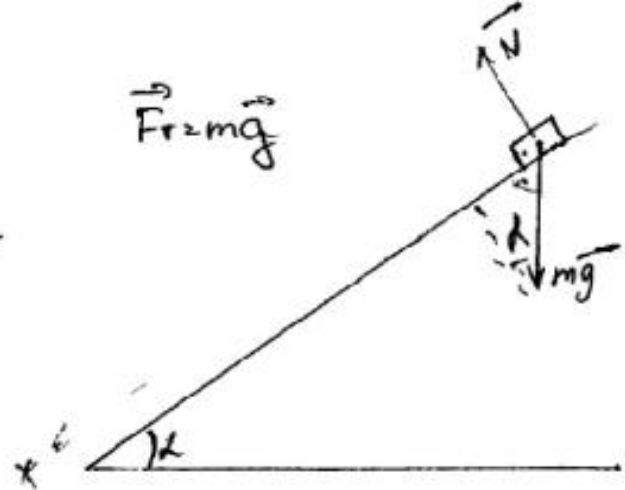
Answer  $B = 0,17 \text{ T}_A$ .



30



$$\vec{F}_r = m\vec{g}$$



$$\vec{F} = m\vec{a} \quad m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$$

$$mg \sin \alpha = m a \quad (0+)$$

$$\underline{a = g \sin \alpha} \quad (1)$$

Когда стержень начнет скатываться в нем возникнет ЭДС индукции

$$\mathcal{E} = Blv \sin \varphi, \text{ где } \varphi = (\vec{B}, \vec{v})$$

$$\underline{B = \frac{\mathcal{E}}{lv \sin \varphi}} \quad (*)$$

~~...~~

$$(1) \rightarrow a = \frac{v^2 - v_0^2}{2l} = g \sin \alpha \quad v^2 = 2lg \sin \alpha \quad v = \sqrt{2lg \sin \alpha} \quad (2)$$

$$\varphi = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$

$$(2) \rightarrow (*) \mathcal{E}$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mathcal{E}}{l \sin 60^\circ \cdot \sqrt{2lg \sin 30^\circ}} \cdot \sin \varphi = \frac{\mathcal{E}}{l \sin 60^\circ \cdot \sqrt{2lg \sin 30^\circ}}$$

$$B = \frac{0,14}{0,5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{2 \cdot 46 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}} = \frac{0,14 \cdot 4}{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 4} = 0,098 = 98 \cdot 10^{-3} \text{ мТл}$$

Ответ: 98 мТл мТл

н 30

Дано  
 $\epsilon_i = 0,17 \text{ В}$   
 $L = 0,5 \text{ м}$   
 $\alpha = 30^\circ$   
 $l = 1,6 \text{ м}$   
 $g = 10 \text{ м/с}^2$

---

$B = ?$

Решение  
 По второму закону  
 Ньютона  
 $mg = ma$   
 $g = a$   
 По формуле пути найдем время.  
 $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$



$$v_0 = 0, \quad S = l; \quad g = a$$

$$l = \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2l}{g}}$$

по формуле скорости, найдем скорость

$$v = v_0 + at; \quad v_0 = 0, \quad a = g$$

$$v = g \cdot \sqrt{\frac{2l}{g}} = \sqrt{2lg}$$

по формуле ЭДС, найдем максимальную индукцию.

$$\epsilon_i = BvL \cdot \sin \alpha$$

$$\epsilon_i = BL \sqrt{2lg} \sin \alpha$$

$$D = \frac{E_i}{L \sqrt{2 \rho g' \sin \alpha}}$$

$$B = \frac{0,17}{0,5 \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,6} \cdot 0,5} = 0,12 \text{ (T)}_1$$

Answer:  $0,12 \text{ T}_1$



§30

Дано.  $L=0,5\text{ м}$   $h=30^\circ$   $l=1,6\text{ м}$   $\mathcal{E}=0,17\text{ В}$   $B=?$

Решение:  $\Delta\Phi = \mathcal{E}_i = \mathcal{E}$

изменение магнитного потока равно ЭДС индукции

так же изменение магн потока. равно магн полю и изменение площади.

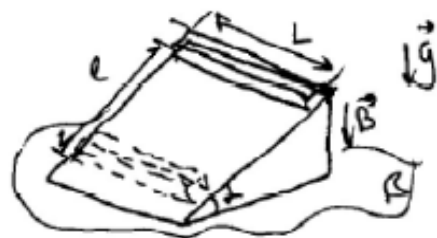
$$\Delta\Phi = B\Delta S \quad \text{значит} \quad B\Delta S = \mathcal{E}$$

$\vec{B}$  не перпендикулярен поверхности наклонной плоскости  
спроецируем эту ~~площадь~~ поверхность на плоскость  $\beta \perp \vec{B}$ .

$$\Delta S = S \cos\alpha = Ll \cos\alpha$$

$$B\Delta S = \mathcal{E} \quad B = \frac{\mathcal{E}}{\Delta S} = \frac{\mathcal{E}}{Ll \cos\alpha} = \frac{0,17 \cdot 2}{0,5 \cdot 1,6 \cdot \sqrt{3}} \approx 0,245 \text{ Тл} = 245 \text{ мТл}$$

Ответ:  $B = 245 \text{ мТл} = \frac{\mathcal{E}}{Ll \cos\alpha}$  см на обороте  $\rightarrow$



Дано

Решение

$$L = 0.5 \text{ м}$$

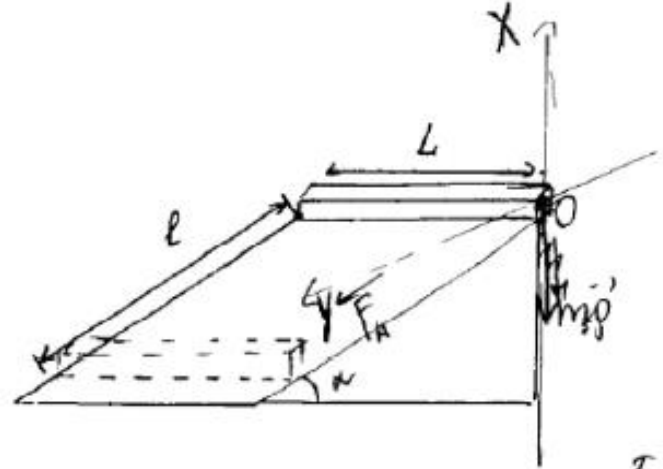
$$\alpha = 30^\circ$$

$$l = 1.6 \text{ м}$$

$$E = 0.17 \text{ В}$$

$B = ?$

На движущийся проводник с током действует сила Ампера.  $F_A = B I \sin \alpha \cdot L$



1) Введем координатную ось  $Ox$

$$Ox \quad - mg \cdot \sin \alpha - F_A \sin \alpha = m \cdot a$$

$$Oy \quad F_A \cos \alpha = m \cdot a$$

$$- m \cdot g \cdot \sin \alpha - F_A \sin \alpha = F_A \cos \alpha$$

$$F_A = \frac{m \cdot g}{\sin \alpha + \cos \alpha}$$

Т.к. (проводник) образует монету

и алюминиевой по условию, то его высота превышает ширину  $l > l$  и ширина  $l > l$   $m \cdot g = l \cdot \rho \cdot g$

2) Сила Ампера совершила работу по перемещению проводка на расстояние  $l$ :  $A = F_A \cdot l$

В проводнике совершается работа  $W = IU$ , которая уходит на работу по перемещению

Максимальное значение силы тока равно  $I = \frac{\mathcal{E}}{R} \Rightarrow \mathcal{E} = U$

$$I\mathcal{E} = F_A l = \frac{L \rho_{\text{ан}} l}{\sin\alpha + \cos\alpha} \Rightarrow I = \frac{L \rho_{\text{ан}} l}{(\sin\alpha + \cos\alpha) \cdot \mathcal{E}}$$

~~$$3) F_A = \frac{B l^2 L \cdot \rho_{\text{ан}} \sin\alpha}{(\sin\alpha + \cos\alpha) \cdot \mathcal{E}} = \frac{B \rho_{\text{ан}} l^2 L (\sin\alpha + \cos\alpha) \cdot \mathcal{E}}{(\sin\alpha + \cos\alpha) \rho_{\text{ан}} l^2 \mathcal{E}} = 0,17 \text{ Н} =$$~~

$$F_A = B l I \sin\alpha = \frac{B l \sin\alpha \cdot L \rho_{\text{ан}} l}{(\sin\alpha + \cos\alpha) \cdot \mathcal{E}} = \frac{l \rho_{\text{ан}}}{(\sin\alpha + \cos\alpha)}$$

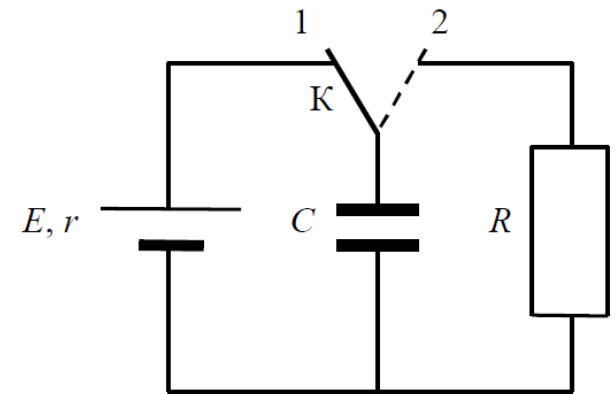
$$B = \frac{1}{l \cdot L \cdot \sin\alpha \mathcal{E}} = \frac{1}{0,5 \text{ м} \cdot 1,6 \text{ м} \cdot 0,17 \text{ В} \cdot 0,5} = \frac{2 \cdot 2}{0,17 \cdot 0,5 \cdot 1,6} \approx 14,7 \text{ Тл}$$

Ответ 14,7 Тл

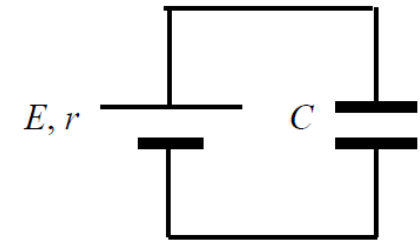
# ЗАДАЧА №31

# ПРИМЕР - 4

В схеме, показанной на рисунке, ключ  $K$  долгое время находился в положении 1. В момент  $t_0 = 0$  ключ перевели в положение 2. К моменту  $t > 0$  на резисторе  $R$  выделилось количество теплоты  $Q = 25$  мкДж. Сила тока в цепи в этот момент равна  $I = 0,1$  мА. Чему равно сопротивление резистора  $R$ ? ЭДС батареи  $E = 15$  В, её внутреннее сопротивление  $r = 30$  Ом, ёмкость конденсатора  $C = 0,4$  мкФ. Потерями на электромагнитное излучение пренебречь.

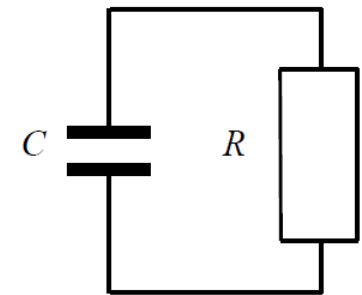


1. К моменту  $t_0 = 0$  конденсатор полностью заряжен, ток в левой части схемы (см. рисунок) равен нулю, поэтому напряжение между обкладками конденсатора равно ЭДС  $E$ , энергия конденсатора  $W_0 = \frac{CE^2}{2}$ .



2. В момент  $t > 0$  напряжение на конденсаторе  $U$  равно напряжению  $IR$  на резисторе в правой части схемы (см. рисунок). Энергия конденсатора в этот момент

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C(IR)^2}{2}.$$



$$Q = W_0 - W \quad Q = \frac{CE^2}{2} - \frac{C(IR)^2}{2}$$

$$R = \frac{1}{I} \sqrt{E^2 - \frac{2Q}{C}} = 100 \text{ кОм.}$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>закон Ома для участка цепи, формула для энергии конденсатора, закон сохранения энергии</u>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

31

$t=0$  конденсатор заряжен.

Второй переключатель  $\rightarrow$  конденсатор + аккумулятор  
 подключены. на резистор падает ток от конденсатора  
~~и аккумулятора~~

$$Q = 75 \text{ мкКл} \quad | \quad W_{K_1} = \frac{CE^2}{2} \text{ - зарядивший конденсатор}$$

$$I = 0,1 \text{ А} \quad | \quad W_{K_2} = \frac{C U^2}{2} \text{ - энергия в момент времени } t=0$$

$$E = 25 \text{ В}$$

по закону сохранения энергии.

$$C = 0,4 \text{ мкФ} \quad | \quad W_{K_2} = Q + W_{K_1} \quad | \quad U^2 = \frac{Q + \frac{CE^2}{2}}{\frac{C}{2}} = \frac{2 \cdot 75 \cdot 10^{-6} \cdot 25^2 + 2 \cdot 25 \cdot 10^{-6}}{0,4 \cdot 10^{-6}} = \frac{40}{0,4} = 100$$

$$R = ? \text{ Ом} \quad | \quad \frac{CE^2}{2} = Q + \frac{CU^2}{2} \quad | \quad U = 10$$

по закону Ома

$$U^2 = \frac{2 \cdot \left( \frac{CE^2}{2} - Q \right)}{C} \quad | \quad I = \frac{U}{R} \quad R = \frac{U}{I} = \frac{10}{0,1 \cdot 10^{-3}} = 10^5$$

$$R = 10^5 \text{ Ом}$$

31

Дано:

$$Q = 25 \text{ мкДж}$$

$$I = 0,1 \text{ мА}$$

$$\mathcal{E} = 15 \text{ В}$$

$$r = 30 \text{ Ом}$$

$$C = 0,4 \text{ мкФ}$$

R = ?

В

$$25 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$$

$$0,1 \cdot 10^{-3}$$

$$0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

Решение: 1) Когда ключ в

положении 1 ток через конденсатор

C не проходит, на нем <sup>накапливается</sup> заряд

найдём его  $W_k = \frac{CU^2}{2}$ , где  $U = \mathcal{E}$ ;  
 $W_k = \frac{CE^2}{2} = \frac{0,4 \cdot 10^{-6} \cdot 225}{2} = 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$

2) После переключения ключа в

положение 2, энергия на кон-

денсаторе найдёт на резисторе R, часть энергии выделится на нагревание. Найдём ту, что осталась

$$W = W_k - Q = 4,5 \cdot 10^{-5} - 25 \cdot 10^{-6} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Дж.}$$

3) Найдём энергию на резисторе, которую выделит его сопротивление.  $W = \frac{CU^2}{2}$ , где  $U = \sqrt{\frac{2W}{C}}$  и по закону Ома где известно чему  $I = \frac{U}{R}$ , где  $R = \frac{U}{I}$

$$U = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-5} \cdot 2}{0,4 \cdot 10^{-6}}} = \sqrt{100} = 10 \text{ В, тогда } R = \frac{10 \text{ В}}{0,1 \cdot 10^{-3} \text{ А}} = 1 \cdot 10^5 \text{ Ом.}$$

Ответ:  $R_{\text{резистора}} = 10^5 \text{ Ом.}$



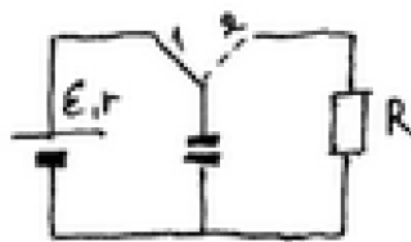
31

Dano

$$\begin{aligned}
 Q &= 25 \cdot 10^{-6} \text{ Dm} \\
 E &= 15 \text{ B} \\
 r &= 30 \text{ Ohm} \\
 I &= 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ A} \\
 C &= 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ F}
 \end{aligned}$$

R = ?

Rешение:



$$(1) \frac{CU^2}{2} = \frac{CE^2}{2} \quad (U=E)$$

$$(2) \frac{CE^2}{2} = Q + \frac{CU^2}{2} \quad (I=0,1 \cdot 10^{-6} \text{ A})$$

$$\begin{aligned}
 CE^2 - 2Q - CU^2 &\Rightarrow U = \sqrt{E^2 - \frac{2Q}{C}} = \sqrt{225 - \frac{50 \cdot 10^{-6}}{0,4 \cdot 10^{-6}}} = \\
 &= \sqrt{225 - 125} = 10 \text{ B}
 \end{aligned}$$

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{10 \text{ B}}{0,1 \cdot 10^{-6} \text{ A}} = 10^8 \text{ Ohm} = 0,1 \text{ MOhm}$$

Ответ:  $R = 0,1 \text{ MOhm}$

Dano:

$$t_0 = 0$$

$$t > 0$$

$$Q = 25 \text{ nC} = 25 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$I = 0,1 \text{ mA} = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$E_0 = 15 \text{ B}$$

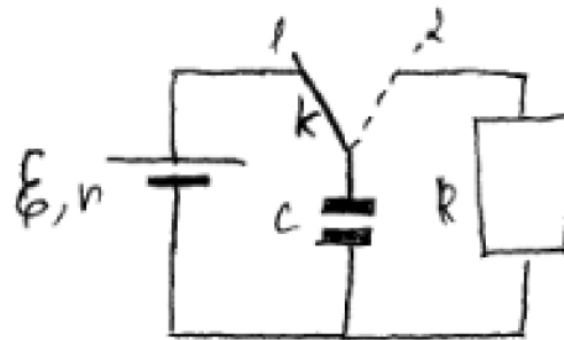
$$r = 30 \text{ Ohm}$$

$$C = 0,4 \text{ nF} = 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

R = ?

Задание 31:

$$W_0 = \frac{C E_0^2}{2} = \frac{0,4 \cdot 10^{-6} \cdot 225}{2} = 45 \cdot 10^{-6} \text{ Дж}$$



$$W_0 = \frac{C U^2}{2} + Q \Rightarrow$$
$$45 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = \frac{0,4 \cdot 10^{-6} \cdot U^2}{2} + 25 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} =$$
$$= \frac{50,4 \cdot 10^{-6} U^2}{2} \Rightarrow U^2 = \frac{90 \cdot 10^{-6}}{50,4 \cdot 10^{-6}} \approx 1,8$$

$$U = \sqrt{1,8} \approx 1,3 \text{ B}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1,3}{0,0001} = 13000 \text{ Ohm}$$

Ответ: R = 13000 Ohm.

R - ?

$$Q = 25 \cdot 10^{-3} \text{ Cm}$$

$$I = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

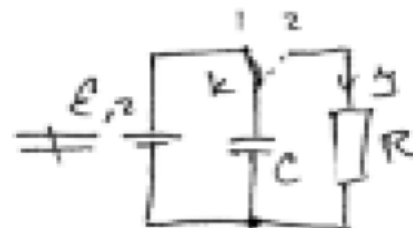
$$E = 18 \text{ B}$$

$$r = 30 \text{ Ohm}$$

$$C = 0,4 \text{ mF} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-4} \text{ F}$$

1) Т.к. до момента переключения инерция  $I$  постоянна  
2, но  $r$  был  $I$  постоянным  $I$ ,  
то конденсатор заряжен,  
 $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{rE^2}{2}$ , т.к.  $C = 4 \cdot 10^{-4}$



2) После переключения инерция  $I$  постоянна  
2, но  $r$  будет  $0$  чем, в момент выключения  
каждой индуктивности на конденсаторе  $I$  будет  
тем же.

3)  $I$  постоянным инерция  $I$ ,  $I = \frac{E}{R+r}$ ;  $I = \frac{E}{r}$ .  
т.к.  $R$  нет,  $I = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ A}$

$I$  конденсаторе  $I = 0,1 \text{ A}$

$Q = I^2 R \cdot t$ , где  $Q$  - заряд,  $t$  - время,  $I$   
теперь зарядов  $0$  чем был ток

по формуле:

$$\frac{CU^2}{2} = \frac{C I^2 R^2}{2}$$

$$R = \sqrt{\frac{CU^2}{CI^2}} \quad ; \quad R = \sqrt{\frac{0,4 \cdot 10^{-4} \cdot 2,25}{0,2 \cdot 10^{-3} \cdot (0,1)^2}} = 150 \text{ (Ohm)}$$

Ответ:  $R = 150 \text{ Ohm}$ .

31

DANI:

$$Q = 25 \cdot 10^6 \text{ C}$$

$$I_2 = 0.1 \cdot 10^3 \text{ A}$$

$$E = 15 \text{ B}$$

$$r = 10 \text{ cm}$$

$$C = 0.4 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

R = ?

RESUME

①

$$r = U_1 q \quad I_2 = \frac{Q}{t}$$

$$Q = I_2 R t \quad R = \frac{Q}{I_2 t}$$

$$U = I_2 R_c \quad \frac{U}{R_c} = \frac{Q}{R_c t}$$

$$R = \frac{E R_c Q}{I_2 C (R_c + r)}$$

$$q = I_2 t \quad C = U_2 t \quad t = \frac{C}{U_2 I_2}$$

$$R = \frac{U_1 Q}{I_2 C}$$

$$U = \frac{E R_c}{R_c + r}$$

$U_1, I_2$  - given in acc. 1

$U_2, I_2$  - given in acc. 2

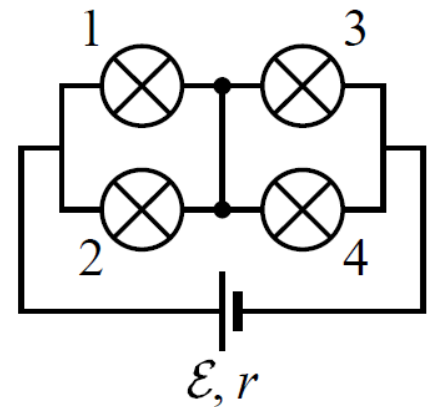
$R_c$  - constant resistance

○

# ЗАДАЧА №31

# ПРИМЕР - 5

Какая тепловая мощность выделяется на лампе 4 в цепи, собранной по схеме, изображённой на рисунке? Сопротивление ламп 1 и 2  $R_1 = 20$  Ом, ламп 3 и 4  $R_2 = 10$  Ом. Внутреннее сопротивление источника  $r = 5$  Ом, его ЭДС  $E = 100$  В.



## Возможное решение

1. Сопротивление внешней цепи

$$R_0 = \frac{R_1}{2} + \frac{R_2}{2} = \frac{R_1 + R_2}{2}.$$

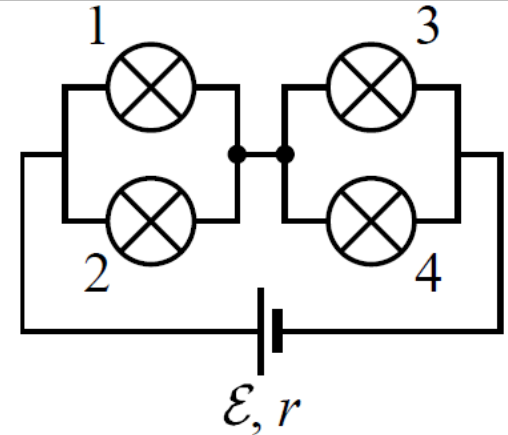
2. По закону Ома для полной цепи ток, текущий через источник в цепи,

$$I = \frac{E}{R_0 + r} = \frac{2E}{R_1 + R_2 + 2r}.$$

3. Сила тока, текущего через лампу 4, равна половине силы тока, текущего через источник. По закону Джоуля – Ленца мощность, выделяющаяся на лампе 4,

$$P = \left(\frac{I}{2}\right)^2 R_2 = \frac{E^2 R_2}{(R_1 + R_2 + 2r)^2} = \frac{10\,000 \cdot 10}{1600} = 62,5 \text{ Вт.}$$

Ответ:  $P = 62,5 \text{ Вт}$



### Критерии оценивания выполнения задания

Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:

3

I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон Джоуля – Ленца, закон Ома для полной цепи; правильно рассчитано сопротивление схемы);

II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);

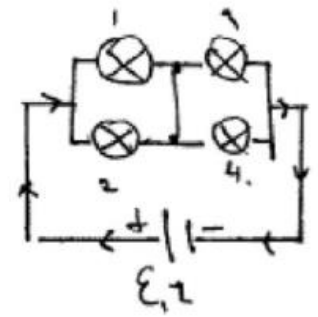
III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);

IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины

31  $R_1 = 10 \text{ Ом}$   
 $R_2 = 10 \text{ Ом}$   
 $R_3 = R_4 = 10 \text{ Ом}$   
 $\mathcal{E} = 100 \text{ В}$ ,  $r = 5 \text{ Ом}$   


---

 $P_4 = ?$



Установить макс. значение  $P_4$  (з.з.с.) и  
 вычислить сопротивление  $r$ .  
 3-и. Ома для данной цепи.  $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{внеш}} + r}$   
 лампы 1 и 2, 3 и 4 соединены паралл.  $R_{1,2} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

~~Решение~~ цепи макс. как их соедин. равно то  $R_{1,2} = \frac{R}{2} = 10 \text{ Ом}$ , аналогично с  $R_{3,4}$ .  
 $R_{3,4} = \frac{R_3}{2} = 5 \text{ Ом}$  Теперь лампы (1 и 2) и лампы (3 и 4) соедин. послед. итд  $R_{\text{внеш}} =$   
 $= R_{3,4} + R_{1,2} = 15 \text{ Ом}$ . - В цепи цепи.  $I = \frac{100 \text{ В}}{15 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом}} = 5 \text{ А}$ .

$P$  (мощность) =  $I U = I^2 R$ . Мощность - величина скалярная, поэтому равн. соверш. мее  
 в ед. вр.  $P = \frac{dW}{dt} = \frac{I^2 R t}{t}$  или  $\frac{I U t}{t}$ . Так  $R_1 = R_2 \neq r$  и  $R_3 = R_4$ , то макс. мощность  
 равномерно по 2-м уравнениям.  $\Rightarrow I_4$  (на лампе 4) =  $2,5 \text{ А}$ .  $P_4 = I_4^2 \cdot R_4 =$   
 $\hat{=} 0,25 \text{ А} \cdot 10 \text{ Ом} = 62,5 \text{ В}$ .  
 Ответ:  $62,5 \text{ В}$



31

Date: \_\_\_\_\_

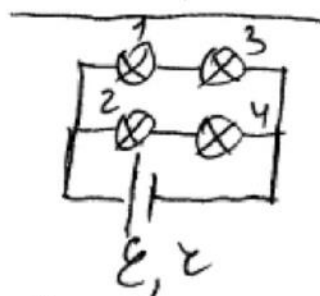
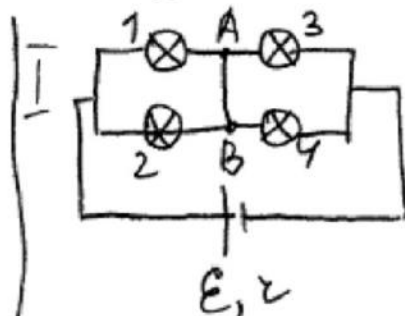
$$R_1 = 20 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 10 \text{ Ом}$$

$$r = 5 \text{ Ом}$$

$$\mathcal{E} = 100 \text{ В}$$

$$R_{\text{экв}} = ?$$



участок АВ будет ~~равен~~  
 считаться разрывом цепи, т.к.  
 $\Delta \varphi_{AB} = 0$ , тогда:

— эквивалентная схема.

II) 1) сопротивление на участках 13 и 24 будет равно:  
 $R_{24} = R_{13} = 20 + 10 = 30 \text{ (Ом)}$ , т.к. лампы на  
 этих участках соединены последовательно.

2) участки 13 и 24 соединены параллельно, зн.  

$$\frac{1}{R_{\text{общее}}} = \frac{1}{R_{13}} + \frac{1}{R_{24}} = \frac{2}{R_{13}} = \frac{2}{30} = \frac{1}{15} \text{ (Ом}^{-1}\text{)}$$

$R_{\text{общее}} = 15 \text{ (Ом)}$ ;  $R_{\text{общее}}$  — сопро. внешнее  
 сопротивление в цепи.

III Из закона Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{Z + R_{\text{общее}}} \Rightarrow I = \frac{100}{5 + 15} = 5 \text{ (A)}, \text{ тогда}$$

~~$U_{\text{внешнее}} = I \cdot R_{\text{общ}} = 5 \cdot 15 = 75 \text{ (В)}$~~

IV углы 13 и 24 параллельны, значит

$$I_{13} = I_{24} = I \Rightarrow I_{24} = \frac{I}{2} = 2,5 \text{ (A)}$$

По закону Джоуля - Ленца:

$$P = I^2 R, \text{ зн. } P_{24} = \cancel{6,25 \cdot 30} \cancel{187,5} I_{24}^2 \cdot R_{24}$$

~~$\frac{R_4}{R_{24}} = \frac{10 \text{ Ом}}{30 \text{ Ом}} = \frac{1}{3}, \text{ зн. на } R_4 \text{ будет}$~~

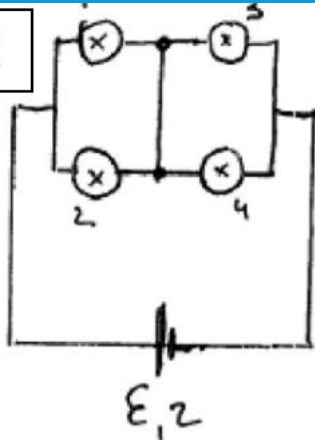
~~$\frac{1}{3} P_{24} \Rightarrow P_4 = \frac{1}{3} I_{24}^2 \cdot R_{24} \text{ (} I \text{-const}$   
для последовательного соединения)~~

Т.к.  $I$ -const для последовательного соединения, зн.

$$P_4 = 2,5^2 \cdot 10 = 62,5 \text{ (Вт)}$$

Ответ:  $P_4 = 62,5 \text{ Вт}$

31



Дано:  
 $R_{1,2} = 20 \text{ Ом}$   
 $R_{3,4} = 10 \text{ Ом}$   
 $r = 5 \text{ Ом}$   
 $E = 100 \text{ В}$   
 $P(4) = ?$

Решение:

$$P = \frac{U^2}{R} = I^2 R \quad (1)$$

1) Найдём  $I_{\text{общ}}$ :  $I_{\text{общ}} = \frac{E}{R_{\text{общ}} + r}$

$$R_{\text{общ}} = R_{1,2} + R_{3,4}$$

$$R_{1,2} = \frac{400}{40} = 10 \text{ Ом}, \quad R_{3,4} = \frac{100}{20} = 5 \text{ Ом}$$

$$I_{\text{общ}} = \frac{100 \text{ В}}{(15 + 5) \text{ Ом}} = 5 \text{ А}$$

При параллельном соединении:  $I_{\text{общ}} = I_1 + I_2$   
 $U_{\text{общ}} = U_1 = U_2$

$$\Rightarrow U_{3,4} = U_{\text{общ}} = 5 \text{ А} \cdot R_{\text{общ}} = 75 \text{ В}$$

$$I_2 \cdot 20 + I_4 \cdot 10 = 75 \text{ В} \quad / \quad I_2 = I_4 \quad (\text{т.к. } \otimes \text{ идут последовательно})$$

$$I = \frac{75 \text{ В}}{30 \text{ Ом}} = 2,5 \text{ А}$$

Из формулы (1) находим  $P$ :

$$P = \frac{U^2}{R} = (2,5 \text{ А})^2 \cdot R_4 = 6,25 \text{ А}^2 \cdot 10 \text{ Ом} = 62,5 \text{ Вт}$$

Ответ: 62,5 Вт

31

Dado;

$$R_1 = R_2 = 20 \text{ Ohm}$$

$$R_3 = R_4 = 10 \text{ Ohm}$$

$$r = 5 \text{ Ohm}$$

$$E = 100 \text{ B}$$

P.?

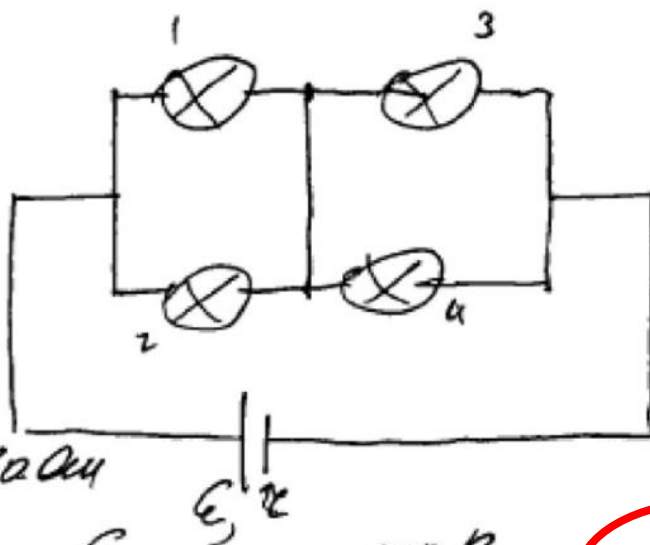
Ditanya:

$$P = I U = I^2 R$$

~~$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3$$~~

$$R_{1,3} = 20 \text{ Ohm} + 10 \text{ Ohm} = 30 \text{ Ohm}$$

$$R_{2,4} = 20 \text{ Ohm} + 10 \text{ Ohm} = 30 \text{ Ohm}$$



$$R_{\text{total}} = \frac{30 \text{ Ohm} \cdot 30 \text{ Ohm}}{30 \text{ Ohm} + 30 \text{ Ohm}} = 15 \text{ Ohm} \quad I = \frac{E}{R+r}; \quad I = \frac{100 \text{ B}}{15 \text{ Ohm} + 5 \text{ Ohm}} = 4 \text{ A}$$

$$P = I^2 R, \quad P = 4 \text{ A}^2 \cdot 10 \text{ Ohm} = 40 \text{ B}$$

Jawab: 40 B

31

Дано:

$$R_1 = R_2, R_1 = 20 \text{ Ом}$$

$$R_4 = R_3, R_2 = 10 \text{ Ом.}$$

$$r = 5 \text{ Ом}$$

$$E = 100 \text{ В}$$

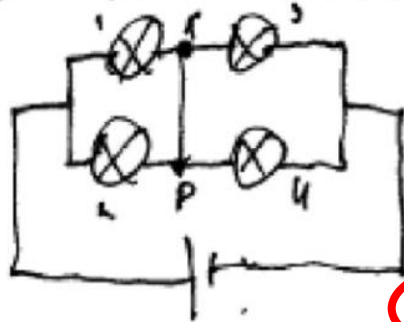
ГРабовая мощность?

$$P = UI = \frac{U^2}{R}$$

$$I = \frac{E}{R+r}$$

$$Q = U^2 RT$$

Р.к. соединены параллельно, то  
напряжения - постоянные, и КР  
можно исключить из цепи.



$$R_{\text{общ}} = \frac{50 \cdot 10}{60} = 15 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{E}{R+r} = 5 \text{ А.}$$

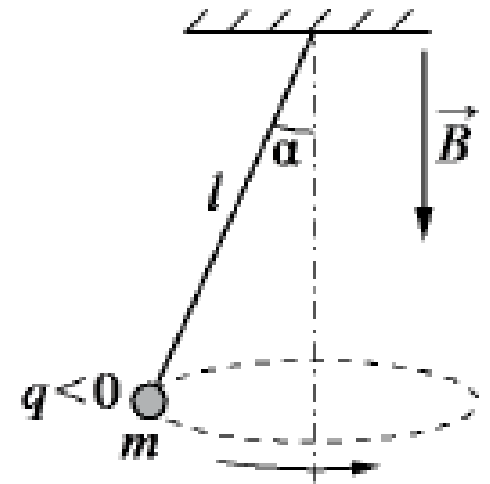
$$P = \frac{E^2}{R} = 1000 \text{ Вт.}$$

Ответ: 1000 Вт.

# ЗАДАЧА №31

# ПРИМЕР - 6

В однородном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$ , направленной вертикально вниз, равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки отрицательно заряженный шарик массой  $m$ , подвешенный на нити длиной  $l$  (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен  $\alpha$ , скорость вращения шарика равна  $v$ . Найдите заряд шарика  $q$ . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шарик.



### Возможное решение

1. На шарик действуют три силы: сила тяжести, сила натяжения нити и сила Лоренца (см. рисунок).
2. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси координат инерциальной системы отсчёта, связанной с Землёй:

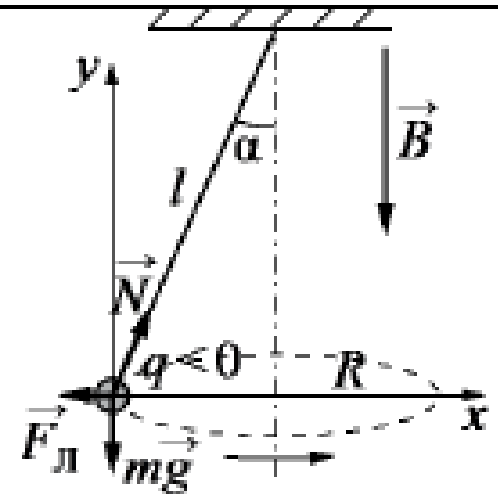
$$\begin{cases} N \sin \alpha - qvB = \frac{mv^2}{R} \\ N \cos \alpha - mg = 0 \end{cases}$$

3. Выражая  $N$ , получим:

$$mg \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{mv^2}{R} + qvB.$$

4. Так как  $R = l \sin \alpha$ , получим ответ:

$$q = \frac{m}{B} \left( \frac{g}{v} \operatorname{tg} \alpha - \frac{v}{l \sin \alpha} \right)$$



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>второй закон Ньютона, формулы для силы Лоренца и центростремительного ускорения</u>);</p> <p>II) <u>сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на шарик</u>;</p> <p>III) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>V) представлен правильный ответ</p>	3



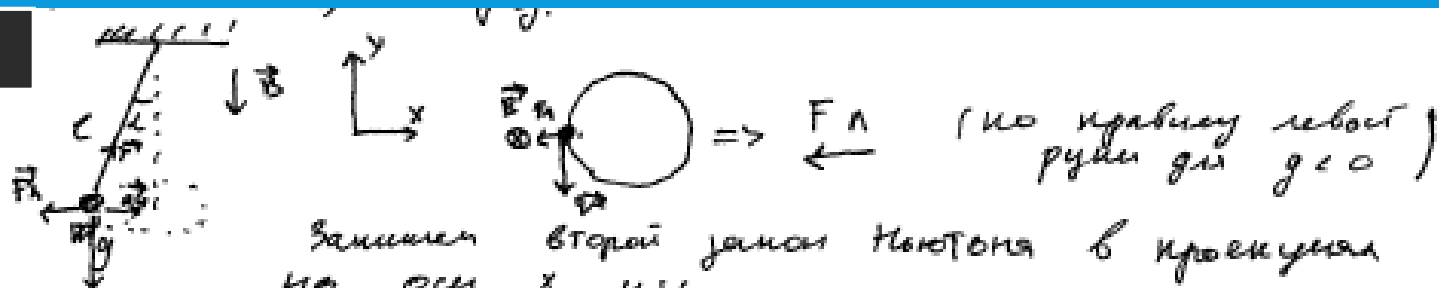


По второму закону Ньютона:

$$\vec{m}\vec{a} = \vec{F}_x \Rightarrow \frac{mv}{t} = qvB; \text{ из условия отсутствия проскальзывания: } R = G \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \frac{mv}{t} = qvB; \frac{mv}{t \sin \alpha} = qvB \Rightarrow q = \frac{mv}{Bt \sin \alpha}$$

Ответ:  $\frac{mv}{Bt \sin \alpha}$



$$Ox: \underline{m a_y = T \sin \alpha - F_A}$$

$$Oy: \underline{0 = T \cos \alpha - mg} \Rightarrow m y = T \cos \alpha \Rightarrow T = \frac{m g}{\cos \alpha} \quad \underline{a_y = \frac{v^2}{r}} \quad F_A = v B q \sin \alpha$$

$v, \alpha, l, m$  как известни. Најди ги  $r$ :

$$\underline{r = l \cdot \sin \alpha.}$$

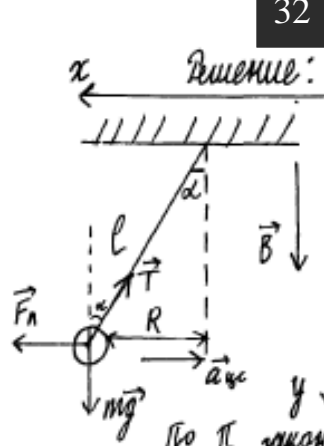
$$\frac{m \cdot v^2}{l \cdot \sin \alpha} = m g \operatorname{tg} \alpha - q v B$$

$$q = \frac{m \left( \frac{v^2}{\sin \alpha} - g \operatorname{tg} \alpha \right)}{l v B}$$

$$\underline{q v B = \frac{m v^2 - m g \operatorname{tg} \alpha \cdot l \cdot \sin \alpha}{l \cdot \sin \alpha} \Rightarrow}$$

$$\underline{\text{Одговр: } q = \frac{m \left( \frac{v^2}{\sin \alpha} - g \operatorname{tg} \alpha \right)}{B v}}$$

Дано:  
 $\vec{B}$ ,  $m$ ,  
 $l$ ,  $v$ ,  
 $\alpha$ ,  $q < 0$ .  
 $q = ?$



$\vec{T}$  - сила натяжения шнур,  $\vec{F}_L$  - сила Лоренца.  
 По правилу левой руки определяем направление действия силы Лоренца на шарик.

$F_L = |q|vB \sin \beta$ , где  $\beta = (\vec{B}; \vec{v})$ , но по условию  $\vec{B} \perp \vec{v}$ , поэтому  $\beta = 90^\circ$ ;  $\sin \beta = 1$ .  $F_L = |q|vB$ .

$q = -\left| \frac{F_L}{vB} \right|$ , т.к. по условию  $q < 0$ .

По II закону Ньютона:  $\vec{F}_L + \vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}$ , но т.к. шарик движется по окружности равномерно, то ускорение шарика есть центростремительное, т.е.:  $\vec{F}_L + \vec{T} + m\vec{g} = m\vec{a}_{цс}$ ; ( $\vec{a}_{цс}$  - центростремительное ускорение).

Введём декартовую систему координат, как показано на рисунке.

В проекции на ось  $y$ :  $mg - T \cos \alpha = 0$ ;  $mg = T \cos \alpha$ ;  $T = \frac{mg}{\cos \alpha}$ .

В проекции на ось  $x$ :  $F_L + T \sin \alpha = m a_{цс}$ ;  $F_L = T \sin \alpha - m a_{цс} =$   
 $= \frac{mg}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha - m \frac{v^2}{R} = mg \operatorname{tg} \alpha - m \frac{v^2}{l \sin \alpha} = mg \operatorname{tg} \alpha - \frac{mv^2}{l \sin \alpha}$ .

Из II закона Ньютона для силы  $F_L$ .

$$q = \left| \frac{mg \operatorname{tg} \alpha - \frac{mv^2}{l \sin \alpha}}{vB} \right| \cdot (-1) = - \left| \frac{mg \operatorname{tg} \alpha - \frac{mv^2}{l \sin \alpha}}{vB} \right|.$$

Ответ:  $q = - \left| \frac{mg \operatorname{tg} \alpha - \frac{mv^2}{l \sin \alpha}}{vB} \right|$

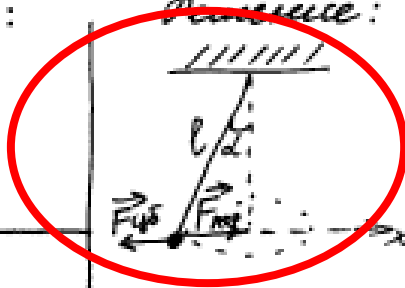
$= - \left| \frac{mg \operatorname{tg} \alpha - \frac{mv^2}{l \sin \alpha}}{vB} \right|$ . Ответ:  $q = - \left| \frac{mg \operatorname{tg} \alpha - \frac{mv^2}{l \sin \alpha}}{vB} \right|$   
 (СМОТРИ НА ОБОРОТЕ)

32

Dikho:

 $v$   
 $l$   
 $m$   
 $d$   
 $B$ 
 $q = ?$ 

Ditanya:



$$\sum \vec{F} = 0$$

$$\vec{F}_{cp} + \vec{F}_c = 0; \quad \text{Ox: } 0 = \vec{F}_c - \vec{F}_{cp} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_{cp} = F_c$$

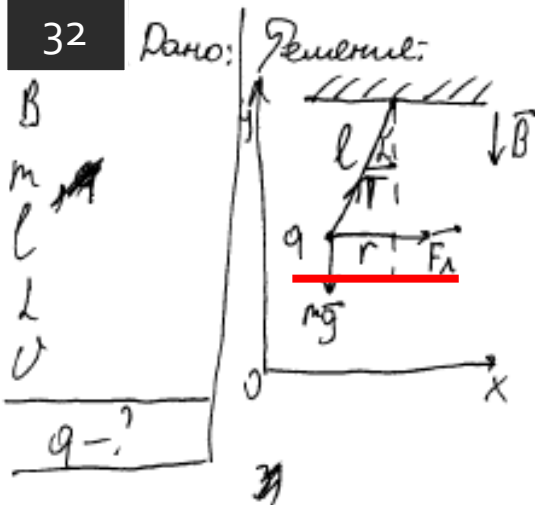
$$\frac{mv^2}{r} = qvB$$

$$\frac{mv^2}{r} = qB; \quad r = l \cdot \sin \alpha$$

$$q = \frac{mv^2}{rB} = \frac{mv^2}{l \cdot \sin \alpha \cdot B}$$

$$\text{Jawab: } q = \frac{mv^2}{l \cdot \sin \alpha \cdot B}$$

32



1) Переведем  $z$ -то КС в полярную  $m\vec{a} = \vec{F}$ :  
 $m\vec{a}_y = \vec{F}_\perp + \vec{T} + m\vec{g}$ , где  $a_y = \frac{v^2}{r}$ ,  $F_\perp = qvB$ ,  
 $T$  - сила натяжения;  $r = \text{Sin} \alpha \cdot l$

2) Проекции на оси:  
 $O_x: m \frac{v^2}{\text{Sin} \alpha \cdot l} = qvB + T \text{Sin} \alpha$   
 $O_y: T \text{Cos} \alpha = mg$ , откуда  $T = \frac{mg}{\text{Cos} \alpha}$

3) Решим полученную систему методом прогонки ( $T = \frac{mg}{\text{Cos} \alpha}$ )

$$\frac{mv^2}{\text{Sin} \alpha \cdot l} = qvB + mg \text{tg} \alpha, \text{ откуда } q \text{ найдем:}$$

$$q = \frac{\left( \frac{mv^2}{l \cdot \text{Sin} \alpha} - mg \text{tg} \alpha \right)}{v}$$

Ответ:  $q = \frac{\left( \frac{mv^2}{l \cdot \text{Sin} \alpha} - mg \text{tg} \alpha \right)}{v}$

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Исакова Наталья Петровна,  
e-mail: [vasvas25@mail.ru](mailto:vasvas25@mail.ru)