

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Томский государственный университет систем
управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Кафедра физики

“Утверждаю”
Зав. каф. Физики
_____ Е.М. Окс
“___” _____ 2012г.

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Часть 2

Движение зарядов и токов в магнитном поле

Учебное пособие

Разработчик
Доцент каф. физики
_____ Ю.П. Чужков

2012

Сборник включает вопросы курса физики по разделу **”ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ”** (Движение зарядов и токов в магнитном поле).

Сборник может быть использован студентами всех форм обучения (дневной, вечерней, заочной и дистантной) при самостоятельной подготовке к коллоквиумам и экзаменам, а также преподавателем для контроля знаний студентов на практических и лабораторных занятиях.

Вариант 1

1.1 Какие из ниже приведённых утверждений - верные?

а) если по проводникам, расположенным параллельно друг другу, протекают токи одного направления, то проводники отталкиваются.

б) поскольку магнитных зарядов в природе не существует, проводники с током не будут взаимодействовать;

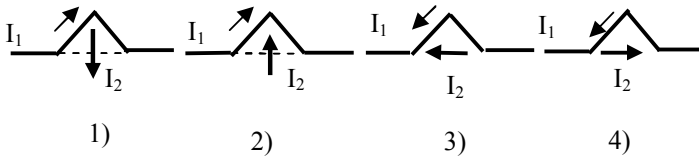
в) параллельно ориентированные проводники с одинаковым направлением токов притягиваются;

г) параллельно ориентированные проводники с токами, текущими в противоположных направлениях, притягиваются;

д) на проводник с током, помещённый в магнитное поле вдоль его силовых линий, сила не действует.

Ответы: 1) б; г; 2) а; г; 3) б; д; 4) в; д.

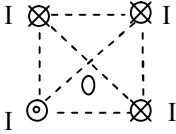
1.2 Длинный прямой проводник с током I_1 имеет изгиб, внутри которого расположен короткий проводник с током I_2 . Направления токов и взаимное расположение проводников показано на рисунке. На каком рисунке на проводник с током I_2 действует сила, направленная вверх (в плоскости рисунка)?



1.3 Проволочная квадратная рамка со стороной 20 см и током 5 А помещена в однородное магнитное поле так, что её плоскость параллельна линиям магнитной индукции. Найти величину магнитной индукции, если со стороны магнитного поля на рамку действует момент сил 0,2 Н.м. Ответ дать в ед. СИ.

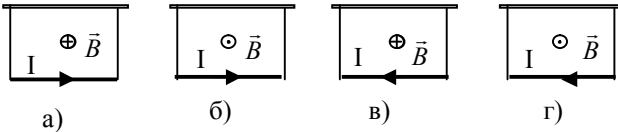
Ответы: 1) 0,75; 2) 0,93; 3) 1,0; 4) 1,27; 5) 0.

1.4 В вершинах квадрата расположены параллельно длинные прямые проводники. Величина тока во всех проводниках одинакова. Направление токов указано на рисунке. Три проводника, имеющие одинаково направленные токи, закреплены, а четвёртый может свободно перемещаться. Указать направление движения этого проводника (в плоскости рисунка) в результате их взаимодействия.



Ответы: 1) Вверх; 2) Вниз; 3) Вправо; 4) Влево;
5) Вправо - вверх; 6) Вправо - вниз;
7) Влево - вверх. 8) Влево - вниз.

1.5 Прямой проводник с током I массы m , подвешенный горизонтально на двух невесомых нитях, находится в однородном, магнитном поле с индукцией B . Проводник перпендикулярен вектору \vec{B} . На каких рисунках при указанных направлениях магнитного поля и тока, натяжение нитей минимально?



Ответы: 1) а; в; 2) б; г; 3) в; г; 4) б; в; 5) а; г.

Вариант 2

2.1 Какие из ниже приведённых утверждений - верные?

а) между параллельно ориентированными проводниками с одинаково направленными токами действует отталкивающая сила;

б) на рамку с током, помещённую в однородное магнитное поле, действует сила, не равная нулю;

в) максимальный вращающий момент действует на рамку с током, когда рамка расположена вдоль силовых линий магнитной индукции;

г) на проводник с током, помещённый в магнитное поле вдоль его силовых линий, сила не действует;

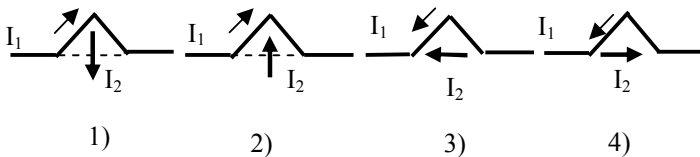
д) максимальный вращающий момент действует на рамку с током, когда она расположена перпендикулярно силовым линиям магнитной индукции;

Ответы: 1) а; д; 2) а; г; 3) б; д; 4) в; г; 5) а; в.

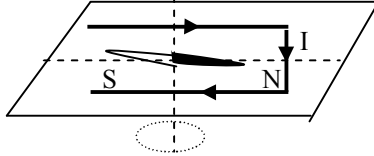
2.2 Найти силу взаимодействия, приходящуюся на единицу длины проводов воздушной линии электропередачи, если ток в линии $I = 500$ А, а расстояние между проводами $r = 50$ см.

Ответы: 1) 0; 2) 0,07 3) 0,1; 4) 0,18.

2.3 Длинный прямой проводник с током I_1 имеет изгиб, внутри которого расположен короткий проводник с током I_2 . Направления токов и взаимное расположение проводников показано на рисунке. На каком рисунке на проводник с током I_2 действует сила, направленная вниз (в плоскости рисунка)?

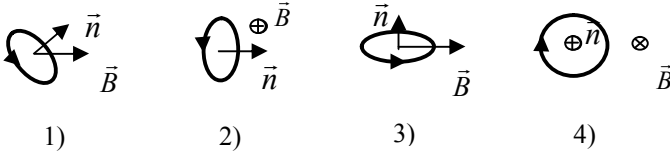


2.4 Магнитная стрелка расположена внутри бесконечно длинного тонкого провода, изогнутого, как показано на рисунке. Стрелка имеет возможность вращаться в горизонтальной плоскости. Контур, образованный проводом, расположен в вертикальной плоскости. В каком направлении повернется магнитная стрелка при протекании по контуру тока в направлении, указанном на рисунке?



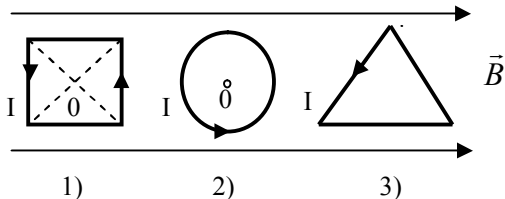
- Ответы: 1) полюс N стрелки повернется к нам;
 2) полюс N стрелки повернется за плоскость чертежа;
 3) магнитная стрелка останется неподвижной.

2.5 В однородном магнитном поле находятся четыре круговых контура с током. Радиусы витков одинаковы. Направление токов и ориентация витков относительно магнитного поля показаны на рисунке (\vec{n} – нормаль к плоскости кругового витка, \vec{B} – вектор магнитной индукции). На какой контур действует максимальный вращающий момент?



Вариант 3

3.1 Из трёх одинаковых проводников длиной 60 см каждый изготовили три контура в виде квадрата, окружности и равностороннего треугольника. На какой из контуров, при помещении их в однородное магнитное поле, будет действовать наибольший вращающий момент, если сила тока в контурах одинакова? Плоскости контуров параллельны линиям магнитного поля.

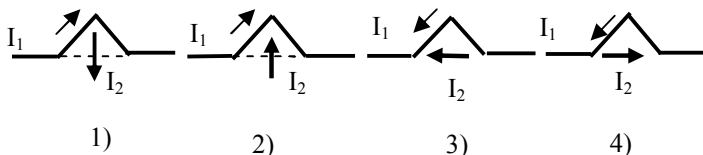


3.2 Какие из приведённых утверждений - верные?

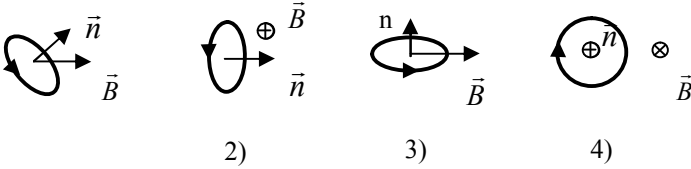
- а) между параллельно ориентированными проводниками с одинаково направленными токами действует сила, отталкивающая проводники;
- б) на рамку с током, помещённую в однородное магнитное поле, действует сила, не равная нулю;
- в) максимальный вращающий момент действует на рамку с током, когда плоскость рамки расположена вдоль силовых линий \vec{B} ;
- г) на проводник с током, помещённый в магнитное поле вдоль его силовых линий, сила не действует;
- д) максимальный вращающий момент действует на рамку с током, когда плоскость рамки перпендикулярна силовым линиям поля.

Ответы: 1) а; д; 2) а; г; 3) б; д; 4) в; г; 5) а; в.

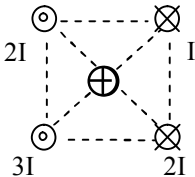
3.3 Длинный прямой проводник с током I_1 имеет изгиб, внутри которого расположен короткий проводник с током I_2 . Направления токов и взаимное расположение проводников показано на рисунке. На каком рисунке на проводник с током I_2 действует сила, направленная вправо?



3.4 В однородном магнитном поле находятся четыре круговых контура с токами. Радиусы витков одинаковы. Направление токов и ориентация витков в магнитном поле показаны на рисунках (\vec{n} – нормаль к плоскости кругового витка, \vec{B} – вектор магнитной индукции). На какой контур действует минимальный вращающий момент?



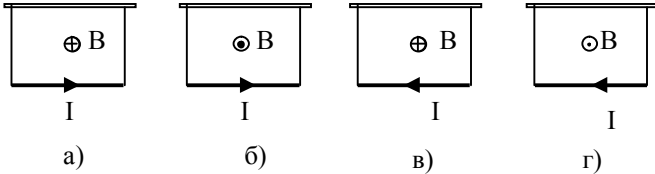
3.5 В вершинах квадрата перпендикулярно плоскости чертежа расположены четыре прямых проводника с токами, величины и направления которых указаны на рисунке. Параллельно им в центре квадрата расположен пятый проводник с током I , направленным за чертёж. В результате взаимодействия проводников проводник, расположенный в центре будет двигаться (в плоскости рисунка)... (укажите правильный ответ)



- Ответ: 1) вверх;
 2) вниз;
 3) влево;
 4) вправо;
 5) будет оставаться на месте.

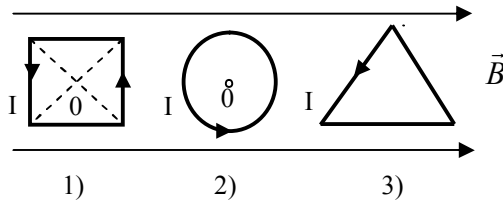
Вариант 4

4.1 Прямой проводник с током I массы m подвешен горизонтально на двух невесомых нитях и помещён в однородное магнитное поле с индукцией B . На каком из рисунков натяжение нитей максимально?

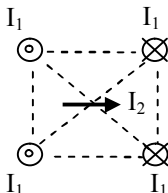


Ответы: 1) а; в; 2) б; г; 3) в; г; 4) б; в; 5)а; г.

4.2 Из трёх одинаковых проводников длиной 60 см каждый изготовили три контура в виде окружности, квадрата и равностороннего треугольника. На какой из контуров, при помещении их в однородное магнитное поле, будет действовать наименьший вращающий момент, если сила тока в контурах одинакова? Плоскости контуров параллельны линиям магнитного поля B .

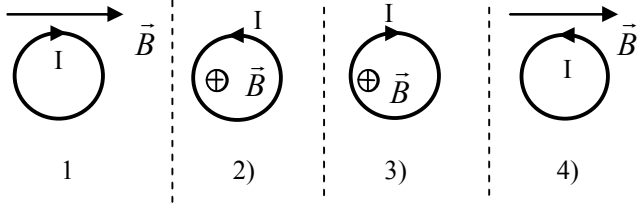


4.3 В вершинах квадрата перпендикулярно плоскости чертежа расположены четыре параллельных проводника с одинаковыми токами I_1 , направления которых указаны на рисунке. В центре квадрата перпендикулярно им расположен короткий пятый проводник с током I_2 . В результате взаимодействия проводников проводник, расположенный в центре будет двигаться (в плоскости рисунка)... (укажите правильный ответ)

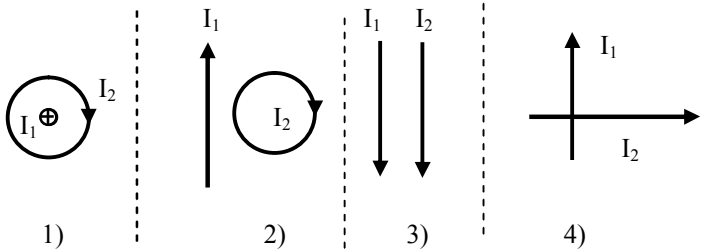


Ответы: 1) вверх;
2) вниз;
3) от нас;
4) на нас;
5) будет оставаться на месте.

4.4 Замкнутый виток с током помещён в однородное магнитное поле, как показано на рисунках. На каком из рисунков виток будет находиться в состоянии устойчивого равновесия?



4.5 На рисунках 1 – 4 показано расположение проводников с токами. На каком из рисунков магнитная сила взаимодействия между проводниками равна нулю?



Вариант 5

5.1 Какие из приведённых утверждений - ошибочные?

а) расположенные параллельно прямолинейные проводники отталкиваются, если токи в них имеют одинаковое направление;

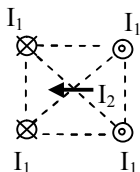
б) между параллельными проводниками с одинаковым направлением токов действует сила, сближающая проводники;

в) если плоскость витка с током, помещённого в однородное магнитное поле, параллельна его силовым линиям, то действующий на виток вращающий момент сил равен нулю;

г) на проводник с током, помещённый в магнитное поле вдоль его силовых линий, сила не действует.

Ответы: 1) б; г; 2) а; в; 3) а; г; 4) в; г; 5) б; в.

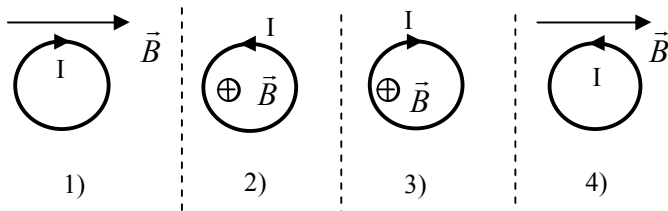
5.2 Перпендикулярно плоскости чертежа в вершинах квадрата расположены четыре прямых проводника с одинаковыми токами I_1 , направления которых указаны на рисунках. В центре в перпендикулярной плоскости расположен пятый проводник с током I_2 . В результате взаимодействия проводник, расположенный в центре будет двигаться (в плоскости рисунка)...(укажите правильный ответ)



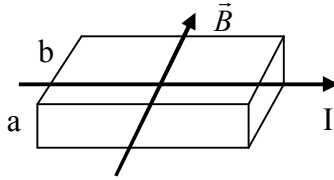
Ответы:

- 1) вверх;
- 2) вниз;
- 3) на нас;
- 4) от нас;
- 5) будет оставаться на месте.

5.3 Виток с током помещён в однородное магнитное поле, как показано на рисунках. На каком из рисунков виток будет находиться в состоянии устойчивого равновесия?



5.4 Металлическая пластинка, по которой протекает ток I , помещена в поперечное магнитное поле с индукцией B , как показано на рисунке. На какой грани полюс холловской разности потенциалов будет положительным?



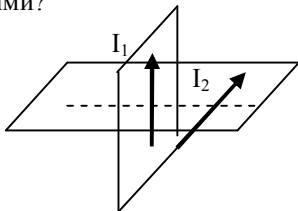
- Ответы: 1) На ближайшей к нам вертикальной грани;
 2) На дальней от нас вертикальной грани;
 3) На верхней грани;
 4) На нижней грани

5.5 Две частицы с зарядами $q_1 = 3q_0$ и $q_2 = q_0$ и массами $m_1 = m_0$ и $m_2 = 3m_0$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции с равной по величине скоростью. Сравните периоды обращения частиц в поле и укажите правильный ответ.

- Ответы: 1) $T_1 = T_2$; 2) $T_1 < T_2$; 3) $T_1 > T_2$.

Вариант 6

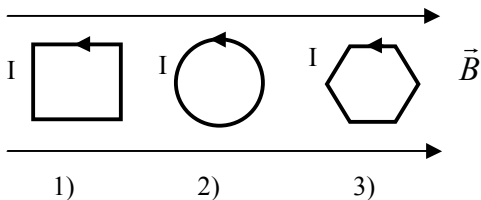
6.1 По двум жёстким незакреплённым прямолинейным проводникам, расположенных под прямым углом, проходят токи I_1 и I_2 . Как будет меняться взаимное расположение проводников из-за магнитного взаимодействия между ними?



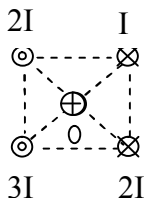
Ответы:

- 1) провода будут оставаться неподвижными;
- 2) проводники будут разворачиваться так, чтобы токи были направлены в одну сторону, и притягиваться друг к другу;
- 3) проводники будут разворачиваться так, чтобы токи были направлены в противоположные стороны, и отталкиваться друг от друга.

6.2 Из трёх одинаковых проводников длиной 60 см каждый изготовили три контура в виде окружности, квадрата и шестиугольника. На какой из контуров, при размещении их в однородном магнитном поле, будет действовать наименьший вращающий момент, если сила тока в них одинакова? Плоскости контуров параллельны линиям магнитного поля \vec{B} .



6.3 В вершинах квадрата перпендикулярно плоскости чертежа расположены четыре прямых проводника с токами, величины и направления которых указаны на рисунке. Параллельно им в центре квадрата расположен пятый проводник с током I , направленным от нас. В результате магнитного взаимодействия проводник, расположенный в центре будет перемещаться. Укажите направление движения (в плоскости рисунка)



Ответы:

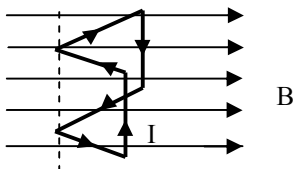
- 1) вверх;
- 2) вниз;
- 3) влево;
- 4) вправо;
- 5) будет оставаться на месте.

6.4 Две частицы с зарядами $q_1 = 2q_0$ и $q_2 = 3q_0$ и массами $m_1 = 3m_0$ и $m_2 = 2m_0$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции с равной по величине скоростью. Сравните периоды обращения частиц в поле и укажите правильный ответ.

Ответы: 1) $T_1 = T_2$; 2) $T_1 = 4 T_2$; 3) $T_2 = 9 T_2$;

4) $T_1 = 9/4 T_2$; 5) $T_1 = 4/9 T_2$.

6.5 Проводник с током I , согнутый в виде двух жёстких квадратных рамок, расположенных под углом 90° друг к другу, помещён в однородное магнитное поле симметрично относительно силовых линий. Под действием магнитного поля проводник ... (найдите правильное продолжение)



Ответы: 1) начнёт перемещаться вдоль направления силовых линий;
 2) будет поворачиваться на нас;
 3) будет поворачиваться от нас;
 4) будет оставаться неподвижным.

Вариант 7

7.1 Среди предложенных ниже утверждений найдите ошибочные:

а) параллельно расположенные прямолинейные проводники с одинаково направленными токами притягиваются;

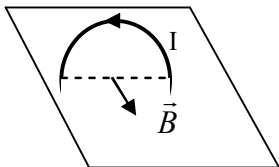
б) если плоскость витка с током, помещённого в однородное магнитное поле, параллельна его силовым линиям, то действующий на виток вращающий момент сил равен нулю.

в) на проводник с током, помещённый в магнитное поле вдоль его силовых линий, сила не действует.

г) если два проводника с токами расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях, то сила магнитного взаимодействия между ними равна нулю.

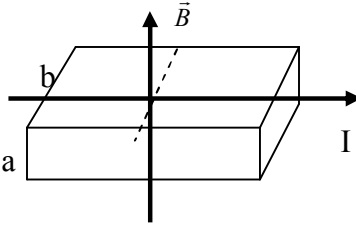
Ответы: 1) б; г; 2) а; в; 3) а; г; 4) в; г; 5) б; в.

7.2 По тонкому проволочному полукольцу радиусом R течёт ток I . Перпендикулярно плоскости полукольца возбуждено однородное магнитное поле. Направление тока и магнитного поля указано на рисунке. Под действием магнитного поля полукольцо будет.....(найдите правильное продолжение)



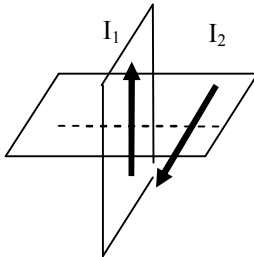
Ответы: 1) перемещаться вдоль направления силовых линий;
 2) перемещаться против направления силовых линий;
 3) растягиваться;
 4) сжиматься.
 5) оставаться неподвижным.

7.3 Металлическая пластинка, по которой протекает ток I , помещена в поперечное магнитное поле с индукцией B , как показано на рисунке. На какой грани полюс холловской разности потенциалов будет положительным?



- Ответы: 1) На ближайшей к нам вертикальной грани;
 2) На дальней от нас вертикальной грани;
 3) На верхней грани;
 4) На нижней грани

7.4 По двум жёстким незакреплённым прямолинейным проводникам, расположенным под прямым углом, протекают токи I_1 и I_2 . В результате взаимодействия проводники будут разворачиваться так, чтобы токи были направлены в одну сторону, и притягиваться друг к другу. Если направление тока I_2 изменить, то... (найдите правильное продолжение):



- Ответы: 1) провода будут оставаться неподвижными;
 2) проводники будут разворачиваться так, чтобы токи были направлены в одну сторону, и притягиваться друг к другу;
 3) проводники будут разворачиваться так, чтобы токи были направлены в противоположные стороны, и отталкиваться друг от друга.

7.5 Две частицы с зарядами $q_1 = 2q_0$ и $q_2 = 3q_0$ и массами $m_1 = 3m_0$ и $m_2 = 2m_0$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции с равной по величине скоростью. Как связаны радиусы кривизны их траекторий?

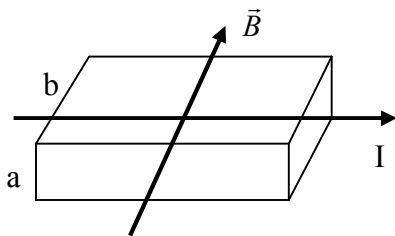
- Ответы: 1) $R_1 = R_2$; 2) $R_1 = 9R_2$; 3) $R_1 = 2R_2$;
 4) $R_1 = 3/2R_2$; 5) $R_1 = 9/2 R_2$; 6) $R_1 = 9/4R_2$.

Вариант 8

8.1 В какой из приведённых ниже формул, выражающих действие магнитного поля, допущена ошибка?

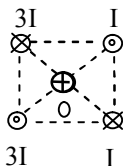
- 1) $\vec{F} = I[\vec{l} \cdot \vec{B}]$; 2) $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} l$; 3) $F = IlB \sin \alpha$;
 4) $M = [p_m \cdot B]$; 5) $M = ISB \sin \alpha$;

8.2 Пластинка, по которой протекает ток I , помещена в поперечное магнитное поле с индукцией B , как показано на рисунке. На какой грани полюс холловской разности потенциалов будет положительным, если носители тока в пластинке заряжены положительно?



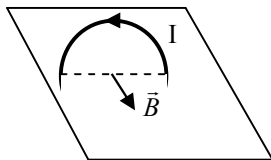
- Ответы: 1) На ближайшей к нам вертикальной грани;
 2) На дальней от нас вертикальной грани;
 3) На верхней грани;
 4) На нижней грани

8.3 В вершинах квадрата перпендикулярно плоскости чертежа расположены четыре параллельных прямых проводника с токами, величины и направления которых указаны на рисунке. Параллельно им в центре квадрата расположен пятый проводник с током I , направленным от нас. В результате магнитного взаимодействия проводник, расположенный в центре, будет двигаться (в плоскости рисунка)...(укажите правильный ответ)



- Ответы: 1) вверх;
 2) вниз;
 3) влево;
 4) вправо;
 5) будет оставаться на месте.

8.4 По тонкому проволочному полукольцу радиусом R течёт ток I . Перпендикулярно плоскости полукольца возбуждено однородное магнитное поле. Направление тока и магнитного поля указано на рисунке. В результате взаимодействия провода с магнитным полем полукольцо будет.....(найдите правильное продолжение)



- Ответы: 1) оставаться неподвижным.
 2) сжиматься;
 3) растягиваться;
 4) перемещаться против направления силовых линий;
 5) перемещаться вдоль направления силовых линий

8.5 Две частицы с зарядами $q_1 = 2q_0$ и $q_2 = 3q_0$ и массами $m_1 = 3m_0$ и $m_2 = 2m_0$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции с равной по величине скоростью. Как соотносятся радиусы кривизны их траекторий?

- Ответы: 1) $R_1 = R_2$; 2) $R_1 = 2R_2$; 3) $R_1 = 9R_2$;
 4) $R_1 = 3/2R_2$; 5) $R_1 = 9/2 R_2$; 6) $R_1 = 9/4R_2$.

Вариант 9

9.1 Какие из ниже приведённых утверждений - ошибочные?

а) между параллельными проводниками с одинаковым направлением токов действует сила, отталкивающая проводники;

б) между параллельными проводниками с противоположным направлением токов действует сила, отталкивающая проводники;

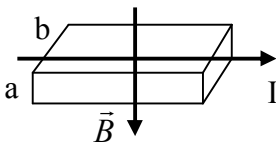
в) на рамку с током, помещённую в однородное магнитное поле, сила не действует;

г) максимальный вращающий момент действует на рамку с током, когда она расположена поперёк его силовых линий;

д) на проводник с током, помещённый в магнитное поле вдоль его силовых линий, сила не действует.

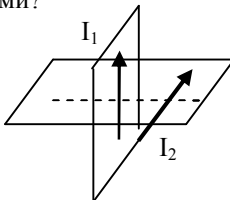
Ответы: 1) б; д; 2) а; г; 3) б; г; 4) в; г; 5) а; в.

9.2 Пластинка, по которой протекает ток I , помещена в поперечное магнитное поле с индукцией B , как показано на рисунке. На какой грани полюс холловской разности потенциалов будет положительным, если носители тока в пластинке заряжены отрицательно?



Ответы: 1) На ближайшей к нам вертикальной грани;
 2) На дальней от нас вертикальной грани;
 3) На верхней грани;
 4) На нижней грани

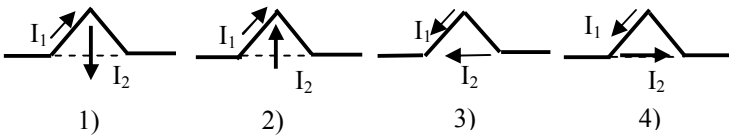
9.3 По двум жёстким незакреплённым прямолинейным проводникам, расположенным под прямым углом, проходят токи I_1 и I_2 . Как будет меняться взаимное расположение проводников вследствие магнитного взаимодействия между ними?



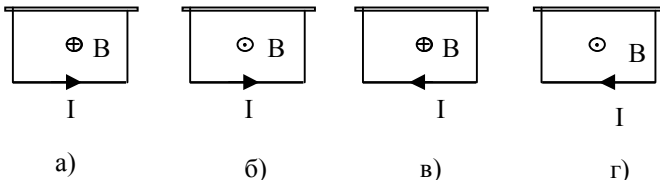
Ответы:

- 1) проводники будут разворачиваться так, чтобы токи были направлены в одну сторону, и притягиваться друг к другу;
- 2) проводники будут разворачиваться так, чтобы токи были направлены в противоположные стороны, и отталкиваться друг от друга;
- 3) провода будут оставаться неподвижными.

9.4 Длинный прямой проводник с током I_1 имеет изгиб, внутри которого расположен короткий проводник с током I_2 . Направления токов и взаимное расположение проводников показано на рисунке. На каком рисунке на проводник с током I_2 действует сила, направленная вниз (в плоскости рисунка)?



9.5 Прямой проводник с током I массы m , подвешенный горизонтально на двух невесомых нитях, находится в однородном, магнитном поле с индукцией B . Проводник перпендикулярен вектору \vec{B} . На каких рисунках, при указанных направлениях магнитного поля и тока, натяжение нитей минимально?



Ответы: 1) а; в; 2) б; г; 3) в; г; 4) б; в; 5) а; г.

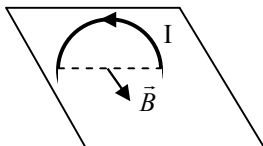
Вариант 10

10.1 Какие из ниже приведённых утверждений - верные?

- а) если по проводникам, расположенным параллельно друг другу, протекают токи одного направления, то проводники отталкиваются;
- б) поскольку магнитных зарядов в природе не существует, проводники с током не будут взаимодействовать;
- в) параллельно ориентированные проводники с одинаковым направлением токов притягиваются;
- г) параллельно ориентированные проводники с токами, текущими в противоположных направлениях, притягиваются;
- д) на проводник с током, помещённый в магнитное поле вдоль его силовых линий, сила не действует.

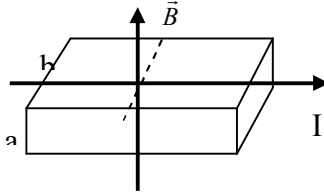
Ответы: 1) б; г; 2) а; г; 3) б; д; 4) в; д.

10.2 По тонкому проволочному полукольцу радиусом R течёт ток I . Перпендикулярно плоскости полукольца возбуждено однородное магнитное поле. Направление тока и магнитного поля указано на рисунке. Под действием магнитного поля полукольцо будет.....(найдите правильное продолжение)



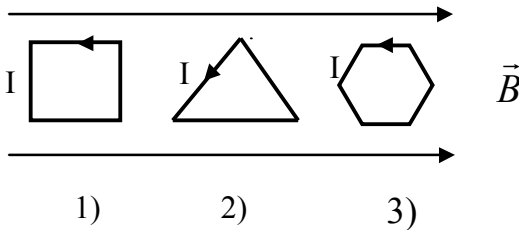
- Ответы: 1) оставаться неподвижным.
 2) сжиматься;
 3) растягиваться;
 4) перемещаться против направления силовых линий;
 5) перемещаться вдоль направления силовых линий

10.3 Металлическая пластинка, по которой протекает ток I , помещена в поперечное магнитное поле с индукцией B , как показано на рисунке. На какой грани полюс холловской разности потенциалов будет положительным?

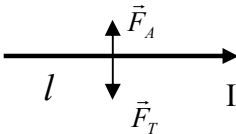


- Ответы: 1) На ближайшей к нам вертикальной грани;
 2) На дальней от нас вертикальной грани;
 3) На верхней грани;
 4) На нижней грани

10.4 Из трёх одинаковых проводников длиной 60 см каждый изготовили три контура в виде квадрата, равностороннего треугольника и шестиугольника. На какой из контуров, при размещении их в однородном магнитном поле, будет действовать наименьший вращающий момент, если сила тока в них одинакова? Плоскости контуров параллельны силовым линиям магнитного поля.



10.5 Сила тока в горизонтально расположенном проводнике длиной $l = 20$ см и массой 4 г равна 10 А. Найти модуль и направление индукции магнитного поля, в которое нужно поместить проводник, чтобы сила тяжести была скомпенсирована силой Ампера. Ускорение g принять равным 10 м/с^2 . Ответ дать в мТл.



- Ответы: 1) 12; 2) 20; 3) 28; 4) 34
 а) от нас; б) к нам; в) вправо; г) влево.