

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Томский государственный университет систем
управления и радиоэлектроники (ТУСУР)

Кафедра физики

“Утверждаю”

Зав. каф. физики

_____ Е.М. Окс

“ _____ 2012 г.

Сборник включает вопросы курса физики по разделу «**ЭЛЕКТРО-МАГНЕТИЗМ**» (Магнитостатика. Закон Био-Савара-Лапласа). Он может быть использован студентами всех форм обучения (дневной, вечерней и заочной) при самостоятельной подготовке к коллоквиумам и экзаменам, а также преподавателем для контроля знаний студентов на практических и лабораторных занятиях.

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ**Ч.1**

Магнитостатика

Учебное пособие

Разработчики

Доцент каф. физики

_____ Ю.П. Чужков

2012

Вариант 1

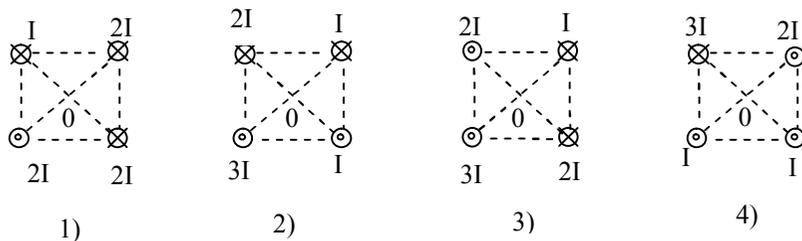
1.1 Что является источником магнитного поля?

Укажите правильный ответ:

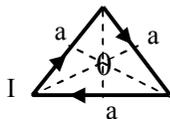
- а) подобно тому, как электрическое поле создаётся электрическими зарядами, магнитное поле порождается магнитными зарядами;
 б) магнитное поле создаётся только движущимися электрическими зарядами;
 в) магнитное поле порождается, как движущимися, так и неподвижными электрическими зарядами.

Ответы: 1) а; 2) б; 3) в; 4) Все ответы правильные.

1.2 Перпендикулярно плоскости чертежа в вершинах квадрата расположены четыре тонких прямолинейных проводника бесконечной длины. Величины и направления токов в них указаны на рисунках. На каком из рисунков вектор магнитной индукции поля четырёх токов в центре квадрата будет направлен вверх (в плоскости рисунка)?



1.3 По контуру, представляющему собой равносторонний треугольник со стороной $a = 9$ см, протекает ток $I = 5,0$ А. Найти индукцию магнитного поля, порождаемого этим током, в центре треугольника. Ответ дать в мТл.

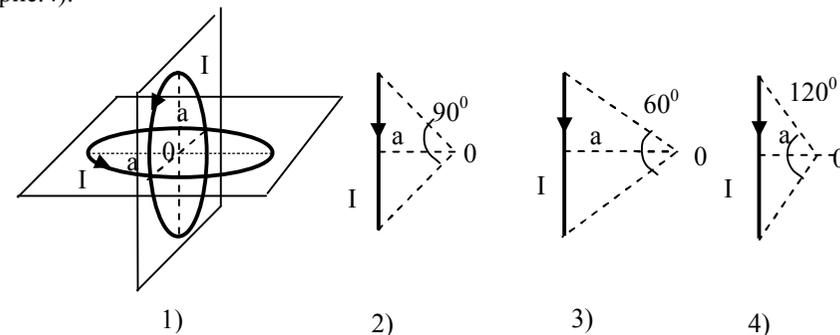


Ответы: 1) 0,24; 2) 0,1; 3) 0,17; 4) 0,01.

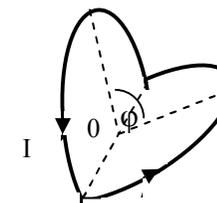
1.4 На каком рисунке напряжённость магнитного поля в точке 0 может быть рассчитана по формуле $\frac{I\sqrt{2}}{4\pi a}$?

На рис.1 два одинаковых круговых витка с током I радиуса a расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях и имеют общий центр в т.0.

На рис. 2,3,4 – тонкие прямые проводники конечной длины с током I . Точка 0 расположена на перпендикуляре к середине проводника на расстоянии a от него. Проводник виден из точки 0 под углом 90° (рис.2), 60° (рис.3) и 120° (рис.4).



1.5 Во сколько раз уменьшится индукция магнитного поля в центре кругового витка с током (точка 0), если его согнуть по диаметру под углом $\varphi = 60^\circ$, как показано на рисунке? Ток в кольце не меняется.



Ответы: 1) 3; 2) 2; 3) $\sqrt{3}$; 4) $\sqrt{2}$; 5) Не изменится.

Вариант 2

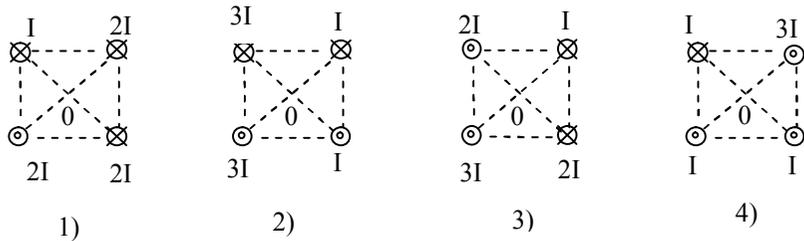
2.1 Закон Био - Савара -Лапласа имеет вид:

$$dB = \frac{\mu_0 I dl \sin \alpha}{4\pi r^2},$$

α – это угол между...

- 1) векторами $d\vec{B}$ и \vec{r} ;
- 2) направлением тока и вектором $d\vec{B}$.
- 3) векторами $d\vec{l}$ и \vec{r}
- 4) вектором $d\vec{B}$ и проводником;

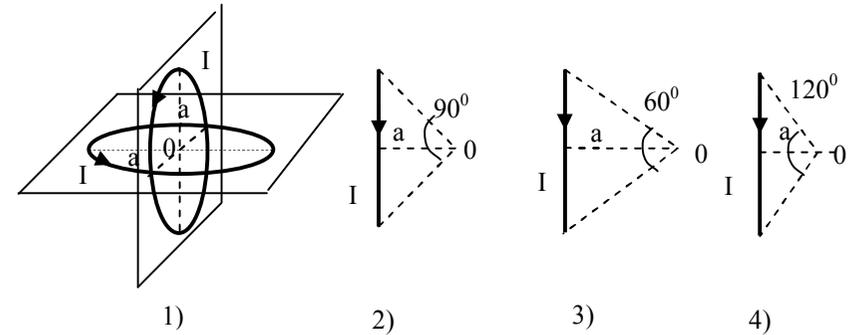
2.2 Перпендикулярно плоскости чертежа в вершинах квадрата расположены четыре тонких прямолинейных проводника бесконечной длины. Величины и направления токов в них указаны на рисунках. На каком из рисунков вектор магнитной индукции поля четырёх токов в центре квадрата будет направлен влево (в плоскости рисунка)?



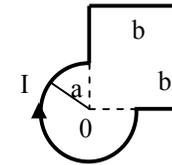
2.3 На каком рисунке величина напряжённости магнитного поля в точке 0 может быть рассчитана по формуле $\frac{I}{4\pi a}$?

На рис.1 два одинаковых круговых витка с током I радиуса a расположены во взаимно-перпендикулярных плоскостях и имеют общий центр в т.0.

На рис. 2,3,4 –тонкие прямые провода конечной длины с током I . Точка 0 расположена на перпендикуляре к середине провода на расстоянии a от него. Проводник виден из точки 0 под углом 90° (рис.2), 60° (рис.3) и 120° (рис.4).

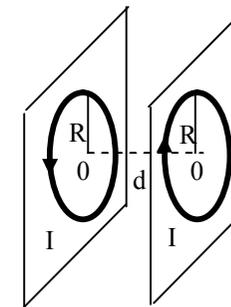


2.4 Проводник с током $I = 5,0$ А изогнут, как показано на рисунке (3/4 кругового витка радиуса $a = 10$ см и части квадрата со стороной $b = 20$ см). Найти индукцию магнитного поля в т.0 контура. Ответ дать в мкТл.



Ответы: 1) 12,08; 2) 15,46; 3) 27,08; 4) 30,6.

2.5 Два круговых витка, имеющие общую ось, лежат в параллельных плоскостях на расстоянии $d = 0,6$ м друг от друга. По виткам текут одинаковые по величине токи $I = 4$ А в противоположных направлениях. Радиусы витков $R = 0,4$ м. Определить напряжённость магнитного поля в центре одного из витков. Ответ дать в системе СИ.



Ответы: 1) 12,4; 2) 11,7; 3) 5,86; 4) 4,14.

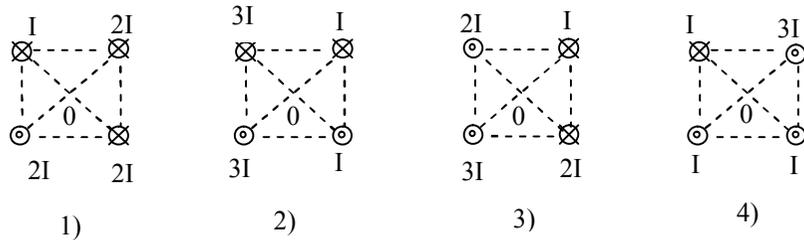
Вариант 3

3.1 Какие из ниже приведённых утверждений являются ошибочными?

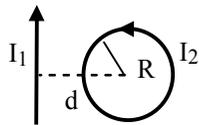
- а) электростатическое поле – потенциальное поле;
- б) магнитное поле – потенциальное поле;
- в) электростатическое поле – вихревое поле;
- г) магнитное поле – вихревое поле;
- д) энергия заряженной частицы, движущейся в однородном магнитном поле, изменяется со временем;
- е) энергия заряженной частицы, движущейся в однородном электрическом поле, изменяется со временем.

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

3.2 Перпендикулярно плоскости чертежа в вершинах квадрата расположены четыре тонких прямолинейных проводника бесконечной длины. Величины и направления токов в них указаны на рисунках. На каком из рисунков вектор магнитной индукции поля четырёх токов в центре квадрата будет направлен вниз (в плоскости рисунка)?



3.3 В одной плоскости расположены длинный тонкий проводник с током $I_1 = 6,28$ А и на расстоянии $d = 20$ см от него круговой виток с током $I_2 = 8$ А. Радиус витка $R = 8$ см. Определить напряжённость магнитного поля в центре витка. Ответ дать в системе СИ.

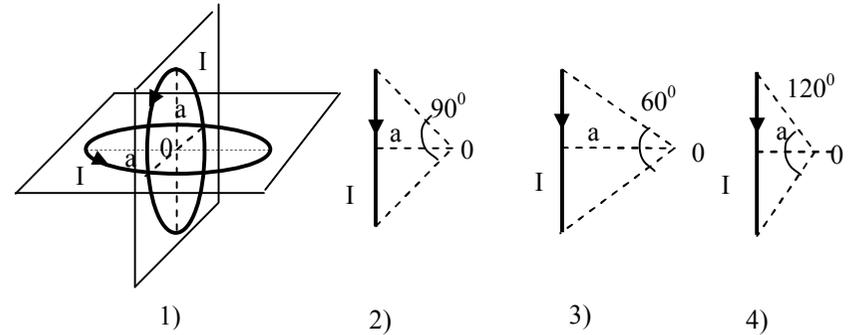


Ответы: 1) 45; 2) 55; 3) 32,88; 4) 26;

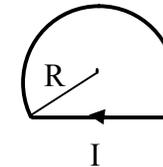
3.4 На каком рисунке напряжённость магнитного поля в точке 0 может быть рассчитана по формуле $\frac{I\sqrt{2}}{2a}$?

На рис.1 два одинаковых круговых витка с током I радиуса a расположены во взаимно-перпендикулярных плоскостях и имеют общий центр в т.0.

На рис. 2,3,4 – тонкие прямые проводники конечной длины с током I . Точка 0 расположена на перпендикуляре к середине провода на расстоянии a от него. Проводник виден из точки 0 под углом 90° (рис.2), 60° (рис.3) и 120° (рис.4)



3.5 Проводник с током 10 А имеет форму окружности с радиусом 12 см, у которой третья часть дуги заменена прямолинейным проводником. Определить напряжённость магнитного поля в центре окружности



Ответы: 1) 73,6; 2) 50,8; 3) 26,2; 4) 19,5;

Вариант 4

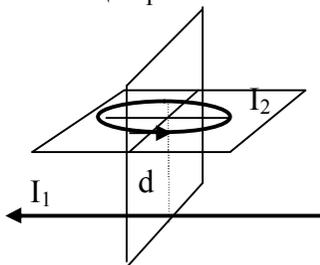
4.1 Что является источником магнитного поля?

Укажите правильный ответ:

- а) подобно тому, как электрическое поле создаётся электрическими зарядами, магнитное поле порождается магнитными зарядами;
- б) магнитное поле создаётся только движущимися электрическими зарядами.
- в) магнитное поле порождается, как движущимися, так и неподвижными электрическими зарядами.

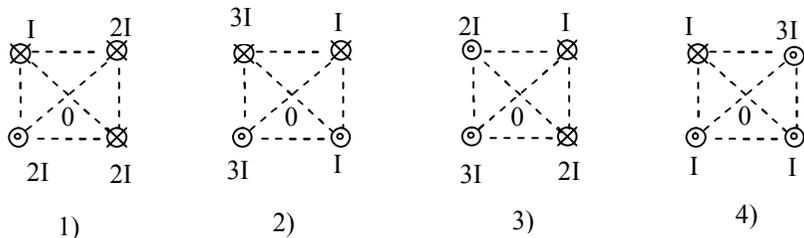
Ответы: 1) а; 2) б; 3) в; 4) Все ответы правильные.

4.2 Круговой виток радиусом $R = 20$ см расположен относительно длинного прямого провода так, что плоскость витка параллельна проводу. Перпендикуляр, восстановленный на провод из центра витка, является нормалью к плоскости витка. Сила тока в проводе $I_1 = 5$ А, сила тока в витке $I_2 = 8$ А. Расстояние от центра витка до провода $d = 0,2$ м. Определить напряжённость магнитного поля в центре витка.

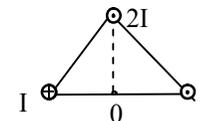


Ответы: 1) 4,9; 2) 7,28; 3) 20,4; 4) 38,4;

4.3 Перпендикулярно плоскости чертежа в вершинах квадрата расположены четыре тонких прямолинейных проводника бесконечной длины. Величины и направления токов в них указаны на рисунках. На каком из рисунков вектор магнитной индукции поля четырёх токов в центре квадрата будет направлен вверх (в плоскости рисунка)?



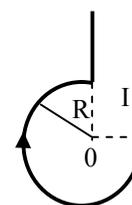
4.4 В вершинах равностороннего треугольника (перпендикулярно плоскости чертежа) расположены параллельно друг другу три длинных прямых провода с токами. Величины и направления токов приведены на рисунке. Указать направление вектора магнитной индукции в точке O и его величину (в мкТл). Сторона треугольника равна 10 см, а величина тока $I = 5$ А.



Ответы: 1) 28,4; 2) 46,2; 3) 138; 4) 213.

- а) влево – вверх; б) вправо – вверх;
- в) вправо – вниз; г) влево – вниз.

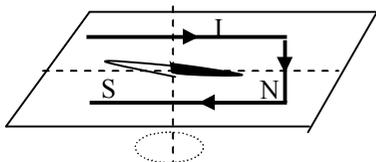
4.5 Бесконечно длинный проводник с током имеет изгиб в виде плоского кругового витка, как показано на рисунке. Определить напряжённость магнитного поля в центре витка. Сила тока $I = 8$ А, радиус витка $R = 20$ см



Ответы: 1) 18,2; 2) 27,3; 3) 36,4; 4) 72,8;

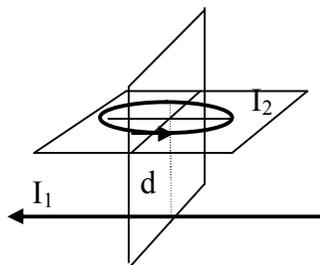
Вариант 5

5.1 Магнитная стрелка расположена внутри бесконечно длинного тонкого провода, изогнутого, как показано на рисунке. Стрелка имеет возможность вращаться в горизонтальной плоскости. Контур 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.

5.2 Круговой виток радиусом $R = 20$ см расположен относительно бесконечно длинного провода так, что его плоскость параллельна проводу. Перпендикуляр, восстановленный на провод из центра витка, является нормалью к плоскости витка. Сила тока в проводе $I_1 = 5$ А, сила тока в витке $I_2 = 8$ А. Расстояние от центра витка до провода $d = 0,2$ м. Определить величину напряженности магнитного поля в центре витка.

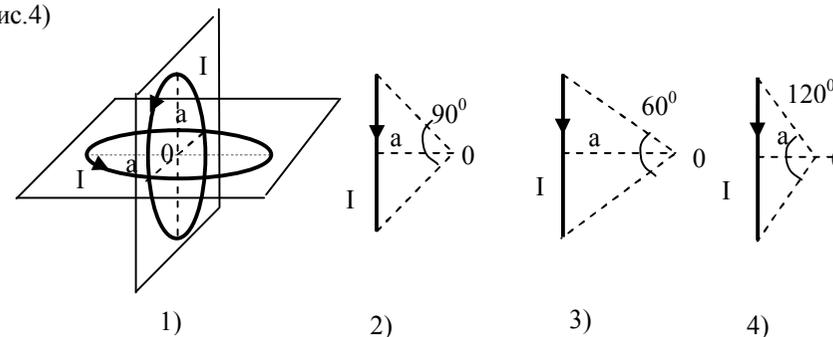


Ответы: 1) 38,4; 2) 20,4; 3) 7,28; 4) 4,93.

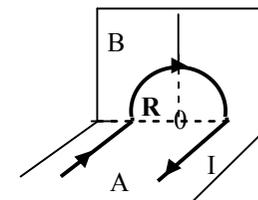
5.3 На каком рисунке напряженность магнитного поля в точке 0 может быть рассчитана по формуле $\frac{I\sqrt{3}}{4\pi a}$?

На рис.1 два одинаковых круговых витка с током I радиуса a расположены во взаимно-перпендикулярных плоскостях и имеют общий центр в т.0.

На рис. 2,3,4 – тонкие прямые провода конечной длины с током I . Точка 0 расположена на перпендикуляре к середине провода на расстоянии a от него. Проводник виден из точки 0 под углом 90° (рис.2), 60° (рис.3) и 120° (рис.4)

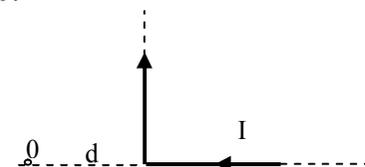


5.4 Длинный проводник с током $I = 13,5$ А имеет вид, показанный на рисунке. Радиус закругленной части проводника $R = 4$ см. Плоскости А и В расположены под 90° . Определить величину напряженности магнитного поля, создаваемого током в точке 0.



Ответы: 1) 196,8; 2) 58,4; 3) 79,6; 4) 100.

5.5 Бесконечно длинный прямой проводник с током изогнут под прямым углом. По какой из предложенных формул находится напряженность магнитного поля в точке 0?



Ответы: 1) $\frac{I}{2\pi d}$; 2) $\sqrt{2}I$; 3) $\frac{I}{4\pi d}$; 4) $\frac{I\sqrt{2}}{2\pi d}$.

Вариант 6

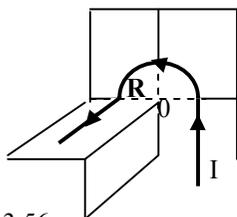
6.1 Закон Био - Савара - Лапласа имеет вид:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I [d\vec{l} \cdot \vec{r}]}{4\pi \cdot r^3}.$$

Укажите направление вектора $d\vec{l}$, входящего в это выражение?

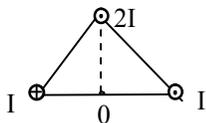
- 1) $d\vec{l} \uparrow \uparrow \vec{r}$;
- 2) $d\vec{l} \uparrow \downarrow \vec{r}$;
- 3) направление вектора $d\vec{l}$ совпадает с направлением тока;
- 4) среди предложенных ответов правильного ответа нет.

6.2 Бесконечно длинный проводник с током $I = 1.6$ А состоит из прямолинейных горизонтальной и вертикальной части и изгиба в виде полуокружности радиуса $R = 4$ см, расположенной в вертикальной плоскости. Определить величину вектора напряжённости магнитного поля в центре полуокружности.



Ответы: 1) 4,55; 2) 7,74; 3) 10,95; 4) 13,56

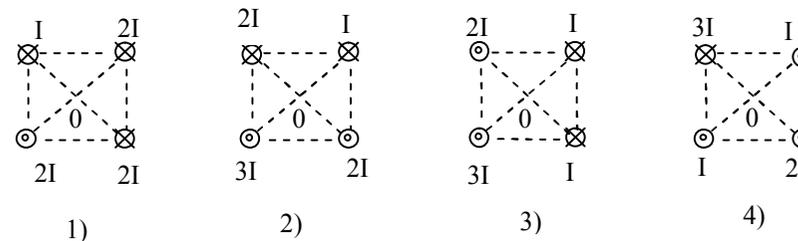
6.3 В вершинах равностороннего треугольника (перпендикулярно плоскости чертежа) расположены параллельно друг другу три длинных прямых провода с токами. Величины и направления токов приведены на рисунке. Указать направление вектора магнитной индукции в точке 0 и его величину (в мкТл). Сторона треугольника равна 10 см, а величина тока $I = 5$ А.



Ответы: 1) 12,4; 2) 16,5; 3) 23,1; 4) 46,2.

- а) влево – вверх; б) вправо – вверх;
- в) вправо – вниз; г) влево – вниз.

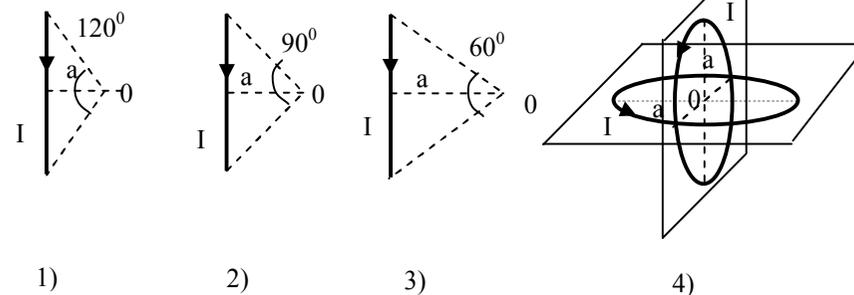
6.4 Перпендикулярно плоскости чертежа в вершинах квадрата расположены четыре тонких прямолинейных проводника бесконечной длины. Величины и направления токов в них указаны на рисунке. На каком из рисунков вектор магнитной индукции поля четырёх токов в центре квадрата будет направлен влево (в плоскости рисунка)?



6.5 На каком рисунке напряжённость магнитного поля в точке 0 может быть рассчитана по формуле $\frac{I\sqrt{2}}{2a}$?

На рис.1,2,3 – тонкие прямые провода конечной длины с током I . Точка 0 расположена на перпендикуляре к середине провода на расстоянии a от него. Проводник виден из точки 0 под углом 120° , 90° (рис.2), 60° (рис.3) и 120° (рис.4)

На рис.4 два одинаковых круговых витка с током I радиуса a расположены во взаимно-перпендикулярных плоскостях и имеют общий центр в т.0.



1) 2) 3) 4)

Вариант 7

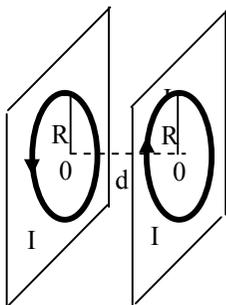
7.1 Закон Био – Савара Лапласа имеет вид:

$$dB = \frac{\mu_0 I dl \sin \alpha}{4\pi r^2},$$

где r – это: ...

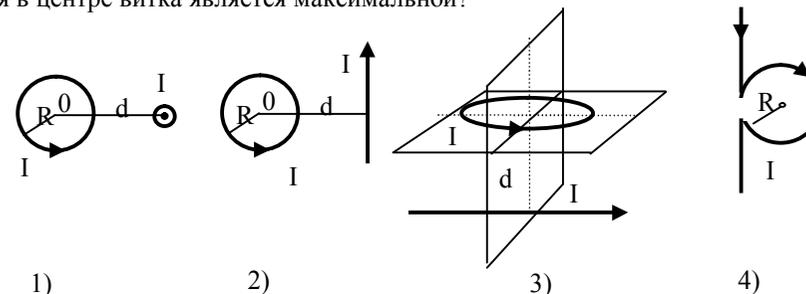
- 1) кратчайшее расстояние от проводника до точки, в которой рассматривается магнитное поле;
- 2) длина проводника с током, создающего магнитное поле;
- 3) модуль радиуса-вектора \vec{r} , проведённого от элемента с током $d\vec{l}$ к точке, в которой определяется магнитная индукция.

7.2 Два круговых витка, имеющие общую ось, лежат в параллельных плоскостях на расстоянии $d = 0,6$ м друг от друга. По виткам текут одинаковые по величине токи $I = 4$ А в противоположных направлениях. Радиусы витков $R = 0,4$ м. Определить напряжённость магнитного поля в центре одного из витков. Ответ дать в системе СИ.

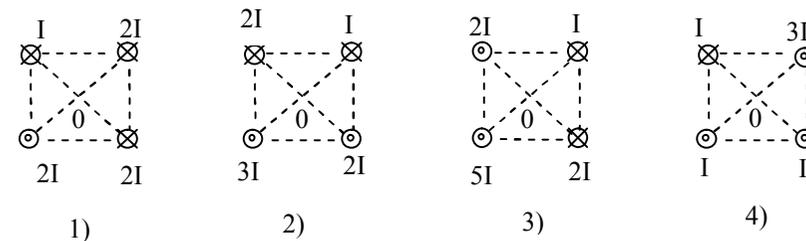


Ответы: 1) 4,15; 2) 5,27; 3) 7,24; 4) 8,93.

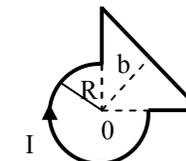
7.3 Магнитное поле создаётся одинаковыми по величине токами, текущими по круговому витку и бесконечно длинному проводу, ориентированными, как показано на рисунках. На каком из рисунков индукция магнитного поля в центре витка является максимальной?



7.4 Перпендикулярно плоскости чертежа в вершинах квадрата расположены четыре тонких прямолинейных проводника бесконечной длины. Величины и направления токов в них указаны на рисунке. На каком из рисунков вектор магнитной индукции поля четырёх токов в центре квадрата будет направлен влево (в плоскости рисунка)?



7.5 Контур с током $I = 6$ А имеет форму, показанную на рисунке (3/4 окружности радиуса $R = 6$ см и равнобедренного прямоугольного треугольника. Высота треугольника $b = 2 R$. Найти величину вектора напряжённости магнитного поля в точке 0.



Ответы: 1) 19,1; 2) 25,93; 3) 31,24; 4) 48,75.

Вариант 8

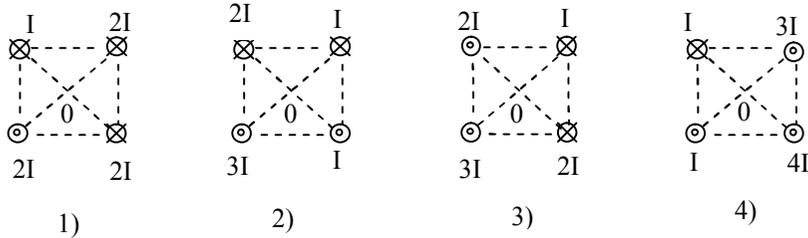
8.1 Что является источником магнитного поля?

Укажите правильный ответ:

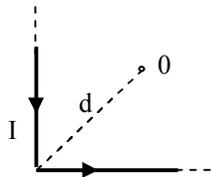
- а) подобно тому, как электрическое поле создаётся электрическими зарядами, магнитное поле порождается магнитными зарядами;
- б) магнитное поле создаётся только движущимися электрическими зарядами;
- в) магнитное поле порождается как движущимися, так и неподвижными электрическими зарядами.

Ответы: 1) а; 2) б; 3) в; 4) Все ответы правильные.

8.2 Перпендикулярно плоскости чертежа в вершинах квадрата расположены четыре тонких прямолинейных проводника бесконечной длины. Величины и направления токов в них указаны на рисунках. На каком из рисунков вектор магнитной индукции поля четырёх токов в центре квадрата будет направлен вверх (в плоскости рисунка)?

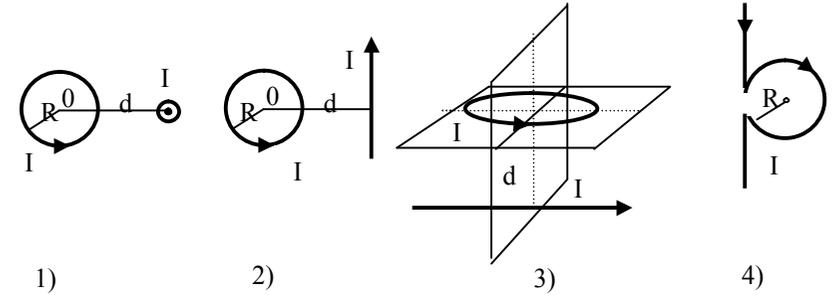


8.3 Бесконечно длинный прямой проводник с током $I = 20$ А изогнут под прямым углом. Найти напряжённость магнитного поля в точке 0, лежащей на биссектрисе прямого угла и отстоящей от его вершины на расстоянии $d = 10$ см.

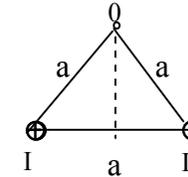


Ответы: 1) 38,4; 2) 77,2; 3) 93,2; 3) 108,4.

8.4 Магнитное поле создаётся одинаковыми по величине токами, текущими по круговому витку и бесконечно длинному проводу, ориентированным, как показано на рисунках. На каком из рисунков индукция магнитного поля в центре витка является минимальной?



8.5 По двум длинным параллельным проводникам, расстояние между которыми $a = 10$ см, протекают токи одинаковой величины $I = 5$ А в противоположных направлениях. Определить величину и направление вектора магнитной индукции в точке 0, удалённой от проводников на расстоянии a . Ответ дать в мкТл.



Ответы: 1) 10; 2) 20; 3) 34; 4) 43.

а) вниз; б) вверх; в) вправо; г) влево.

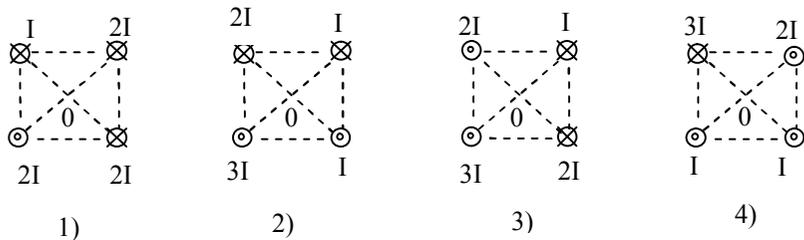
Вариант 9

9.1 Какие из приведённых утверждений - верные?

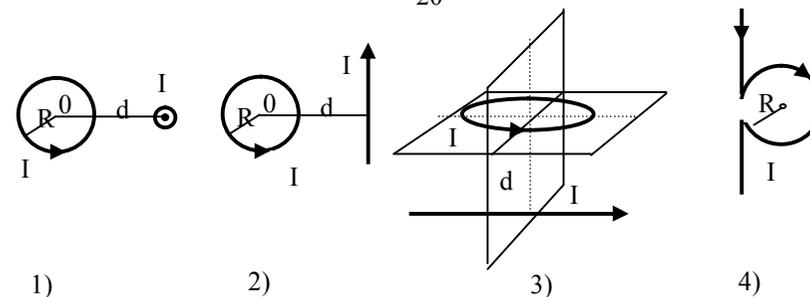
- а) магнитное поле – это силовое поле, посредством которого осуществляются магнитные взаимодействия;
- б) однородное магнитное поле – это поле, в каждой точке которого вектор магнитной индукции не изменяется по величине;
- в) однородное магнитное поле – это поле, в каждой точке которого вектор магнитной индукции не изменяется по направлению;
- г) однородное магнитное поле – это поле, в каждой точке которого вектор магнитной индукции не изменяется как по величине, так и по направлению;
- д) магнитные силовые линии – это линии, касательная к которым в каждой точке совпадает с направлением вектора магнитной индукции в этой точке.

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

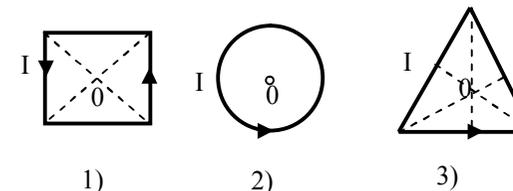
9.2 Перпендикулярно плоскости чертежа в вершинах квадрата расположены четыре тонких прямолинейных проводника бесконечной длины. Величины и направления токов в них указаны на рисунках. На каком из рисунков вектор магнитной индукции поля четырёх токов в центре квадрата будет направлен вверх (в плоскости рисунка)?



9.3 Магнитное поле создаётся одинаковыми по величине токами, текущими по круговому витку и бесконечно длинному проводу, ориентированными, как показано на рисунках. На каком из рисунков индукция магнитного поля в центре витка является максимально



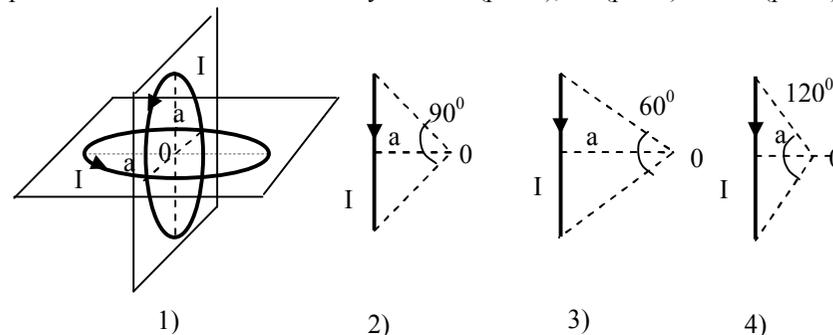
9.4 Из трёх проводников длиной по 60 см каждый изготовили три контура в виде окружности, квадрата и равностороннего треугольника. В центре какого из контуров (в точке 0) напряжённость магнитного поля максимальна, если токи в контурах равны по величине?



9.5 На каком рисунке напряжённость магнитного поля в точке 0 может быть рассчитана по формуле $\frac{I\sqrt{3}}{4\pi a}$?

На рис.1 два одинаковых круговых витка с током I радиуса a расположены во взаимно-перпендикулярных плоскостях и имеют общий центр в т.0.

На рис. 2,3,4 – тонкие прямые провода конечной длины с током I . Точка 0 расположена на перпендикуляре к середине провода на расстоянии a от него. Проводник виден из точки 0 под углом 90° (рис.2), 60° (рис.3) и 120° (рис.4)



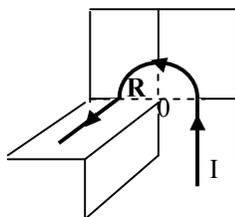
Вариант 10

10.1 Какие из приведённых утверждений -правильные?

- а) электростатическое поле – потенциальное поле;
- б) магнитное поле – потенциальное поле;
- в) электростатическое поле – вихревое поле;
- г) магнитное поле – вихревое поле;
- д) энергия заряженной частицы, движущейся в однородном магнитном поле, изменяется со временем;
- е) энергия заряженной частицы, движущейся в однородном электрическом поле, изменяется со временем.

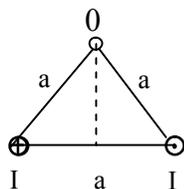
Ответы: 1) б; в; д; 2) а; в; е; 3) б; г; е; 4) б; в; д; 5) а; г; е.

10.2 Бесконечно длинный проводник с током $I = 1.6$ А состоит из прямолинейных горизонтальной и вертикальной части и изгиба в виде полуокружности радиуса $R = 4$ см, расположенной в вертикальной плоскости. Определить величину вектора напряжённости магнитного поля в центре полуокружности.



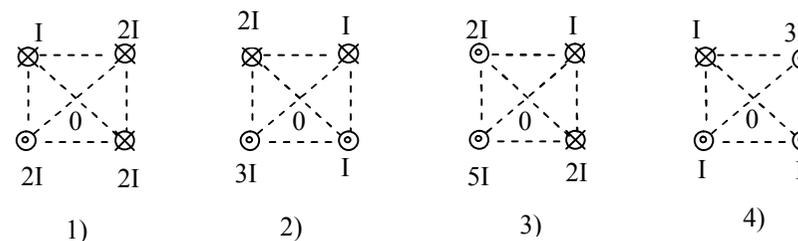
Ответы: 1) 13,53; 2) 17,4; 3) 19,5; 4) 21,6.

10.3 По двум длинным параллельным проводникам, расстояние между которыми $a = 10$ см, протекают токи одинаковой величины $I = 5$ А в противоположных направлениях. Определить величину и направление вектора магнитной индукции в точке 0, удалённой от проводников на расстоянии a . Ответ дать в мкТл.

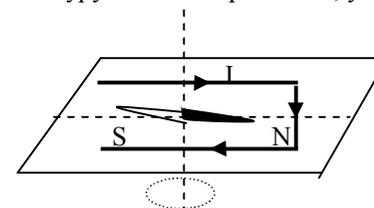


Ответы: 1) 5,0; 2) 10,0; 3) 17,3; 4) 20,7
а) влево; б) вверх; в) вправо; г) вниз;

10.4 Перпендикулярно плоскости чертежа в вершинах квадрата расположены четыре тонких прямолинейных проводника бесконечной длины. Величины и направления токов в них указаны на рисунках. На каком из рисунков вектор магнитной индукции поля четырёх токов в центре квадрата будет направлен вниз (в плоскости рисунка)?



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



Ответы: 1) Полос N стрелки повернётся к нам;
2) Полос N стрелки повернётся за плоскость чертежа;
3) Магнитная стрелка останется неподвижной.