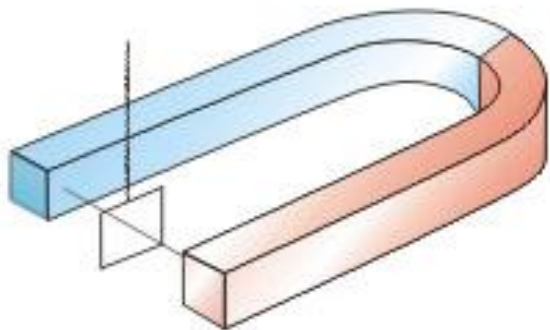


Раздел 8

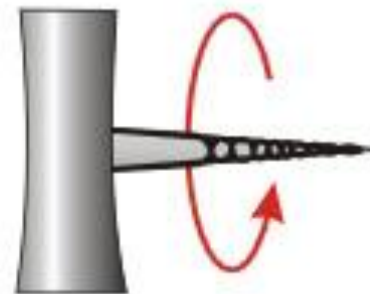
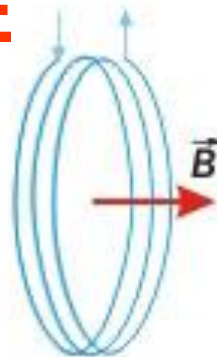
- 8.1. Индукция магнитного поля
- 8.2. Силовые линии магнитного поля
- 8.3. Сила Лоренца
- 8.4. Теорема Гаусса для магнитного поля



Раздел 8

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

В ВАКУУМЕ



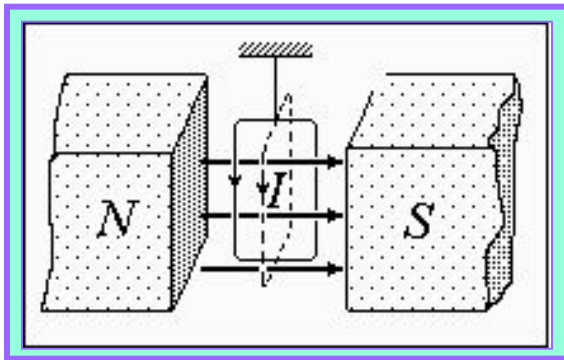
8.1. Индукция магнитного поля



Магнитным полем называют вид материи, посредством которой осуществляется силовое воздействие на движущиеся электрические заряды, помещенные в поле, и другие тела, обладающие магнитным моментом. Магнитное поле является одной из форм проявления электромагнитного поля.

Пробная рамка - это замкнутый плоский контур с маленьким током, размеры которого малы по сравнению с расстоянием до источников магнитного поля.

\vec{B} - силовая характеристика магнитного поля (*вектор магнитной индукции*).

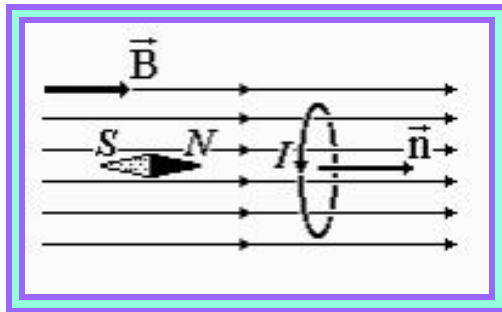


Вектор магнитной индукции определим как вектор, численно равный:

$$B = M_{\max} / IS,$$

M_{\max} – максимальное значение вращающего момента, действующего на рамку со стороны магнитного поля; I – сила тока, протекающего по рамке; S – площадь рамки.

За направление \vec{B} поля принимается направление нормали рамки, когда она находится в положении устойчивого равновесия или направление северного полюса магнитной стрелки.



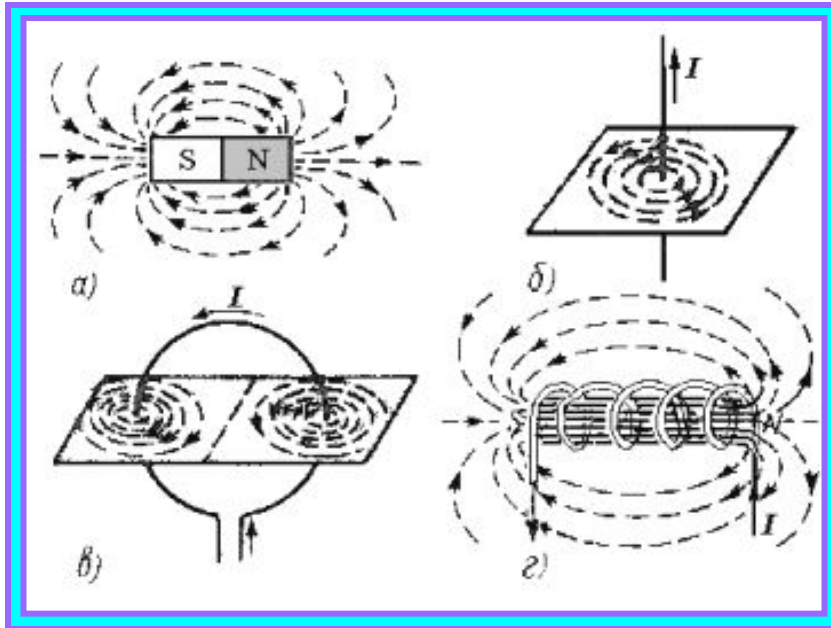
\vec{n} – единичный вектор, перпендикулярный к плоскости рамки и связанный с направлением тока I в рамке правилом буравчика.

Единица измерения в СИ: Тесла (Тл).

Рис. 3.2.

8.2. Силовые линии магнитного поля

Силовые линии проводят так, чтобы касательная к ним в каждой точке совпадала с направлением вектора \vec{B} , а густота линий, была бы пропорциональна модулю вектора \vec{B} .



Магнитные силовые
линии:

- а) постоянного магнита;
- б) прямого провода;
- в) проволочного витка;
- г) катушки с током.



Принцип суперпозиции

Магнитное поле, создаваемое несколькими движущимися зарядами (или токами), равно векторной сумме магнитных полей, создаваемых каждым зарядом (или током) в отдельности:

$$\vec{B} = \sum \vec{B}_i.$$

Бесконечно малый отрезок проводника, по которому проходит ток, принято называть элементом тока.

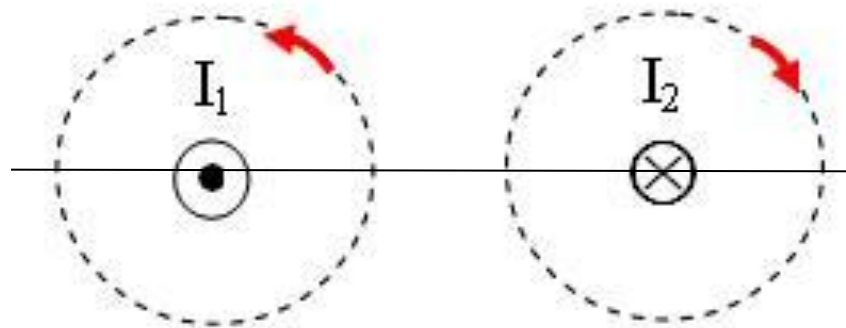
$$\vec{B} = \int d\vec{B},$$

\vec{B} — магнитная индукция проводника,
 $d\vec{B}$ — магнитная индукция отдельного элемента тока.

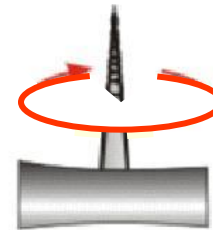
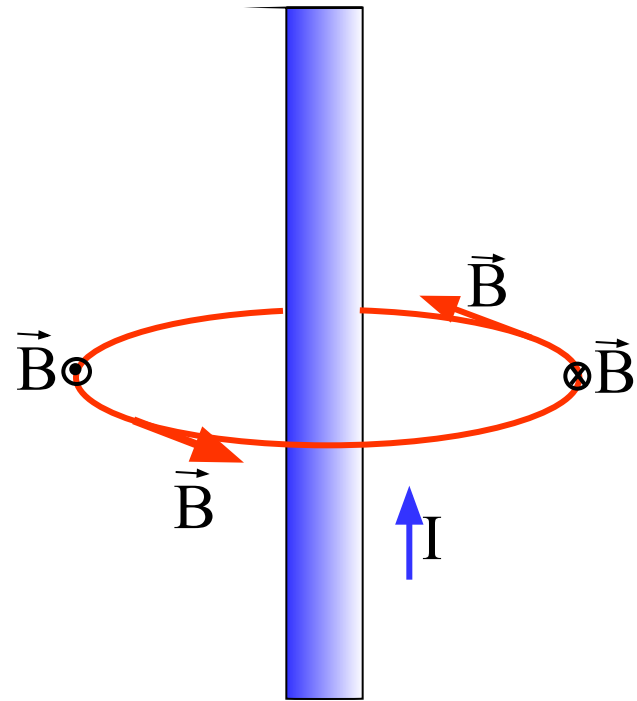
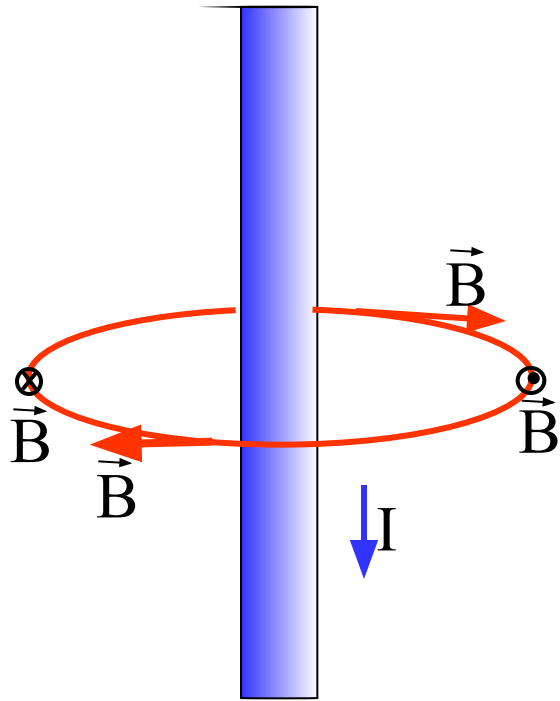
Магнитное поле прямого тока:

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I}{b},$$

μ_0 - магнитная постоянная, b – расстояние от провода с током до точки наблюдения,



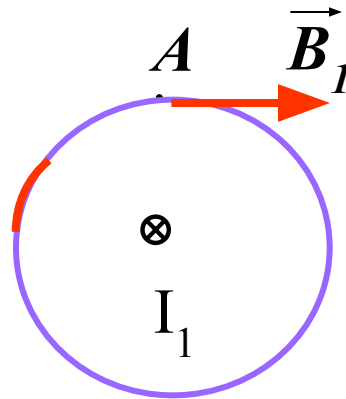
Магнитное поле прямого тока



Тестовое задание №1

Магнитное поле создано параллельным длинным проводником с током I_1 , расположенным перпендикулярно плоскости чертежа. Укажите направление вектора магнитной индукции поля в точке A .

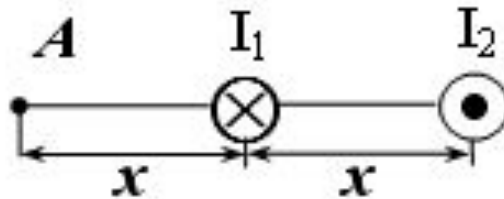
Варианты ответов: влево, вверх, вниз, вправо.

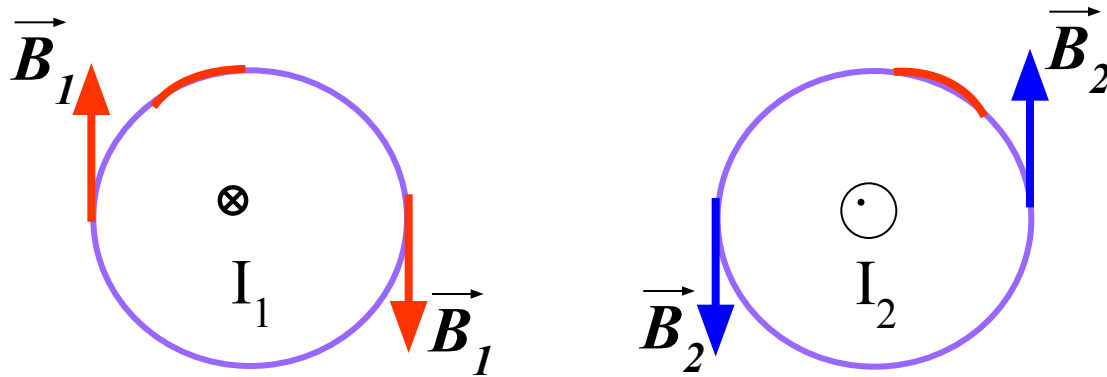
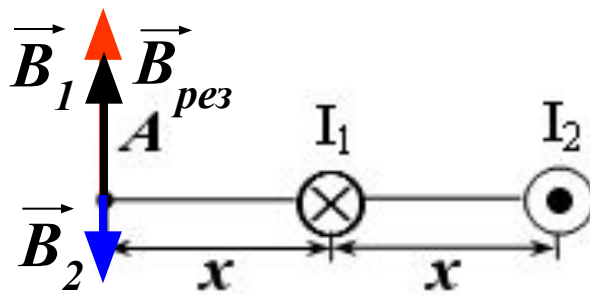


Тестовое задание №2

Магнитное поле создано двумя параллельными длинными проводниками с токами I_1 и I_2 , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Если $I_1 = 2I_2$, то вектор магнитной индукции B результирующего поля в точке A направлен ...

Варианты ответов: влево, вверх, вниз, вправо.

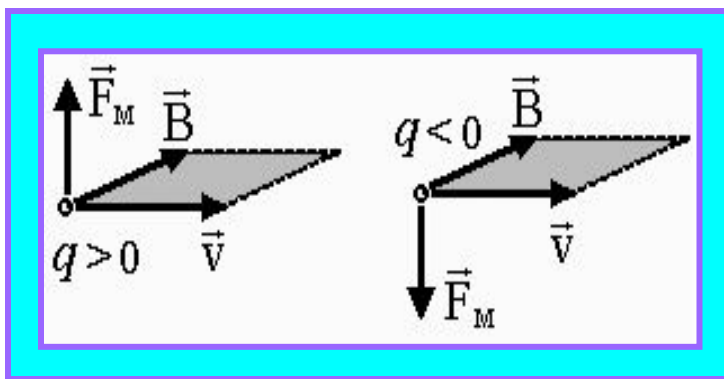




$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi b}, \quad \Rightarrow \quad B \sim \frac{I}{b}$$

В точке А: $B_1 \sim \frac{I_1}{x} = \frac{2I_2}{x}, \quad B_2 \sim \frac{I_2}{2x}, \quad \Rightarrow \quad B_1 > B_2$

8.3. Сила Лоренца



$$F = qvB\sin\alpha,$$

α - угол между векторами скорости и индукции.

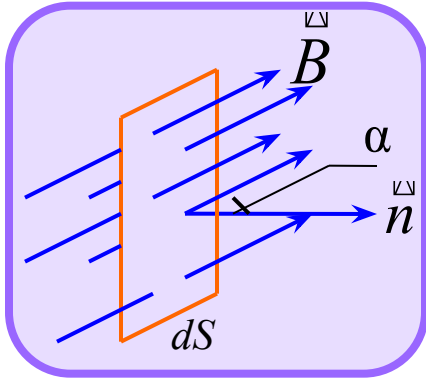
$$\vec{F} = q[\vec{v}, \vec{B}]$$

\vec{F} - сила, действующая на заряд, движущийся в магнитном поле.

! \vec{F} - всегда направлена $\perp \vec{v}$ и \vec{B} , и образует с ними правую тройку векторов (при $q > 0$).



8.4. Теорема Гаусса для магнитного поля



Поток $d\Phi$ вектора \vec{B} сквозь элементарную площадку dS равен числу силовых линий, пронизывающих площадку, нормаль \vec{n} которой составляет угол α с вектором \vec{B} :

$$d\Phi = B dS \cos \alpha = B dS,$$

Поток магнитной индукции через некоторую поверхность S :

$$\Phi_m = \int_S B dS.$$

Единица измерения в СИ: Вебер (Вб). $1 \text{ Вб} = 1 \text{ Тл} \cdot \text{м}^2$.

Два важнейших свойства магнитного поля:

□ Поток вектора магнитной индукции через любую замкнутую поверхность равен нулю (теорема Гаусса для магнитного поля).

$$\oint_S \vec{B} d\vec{S} = 0.$$

интегральная форма

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0$$

дифференциальная форма

□ Циркуляция вектора \vec{B} по произвольному контуру Γ равна произведению μ_0 на алгебраическую сумму токов, охватываемых контуром Γ (теорема о циркуляции вектора \vec{B}).

$$\oint \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 I.$$

Свойства электрического и магнитного магнитного полей в вакууме

Магнитное поле Земли

