

Действие магнитного поля на проводник с током. Закон Ампера.

Исследование магнитного поля

С помощью каких приспособлений можно изучать свойства магнитного поля и характеризовать его количественно?

Исследование магнитного поля

Исследование полей

электрическое поле



небольшой по
величине точечный
заряд

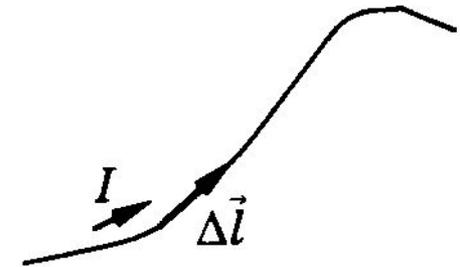
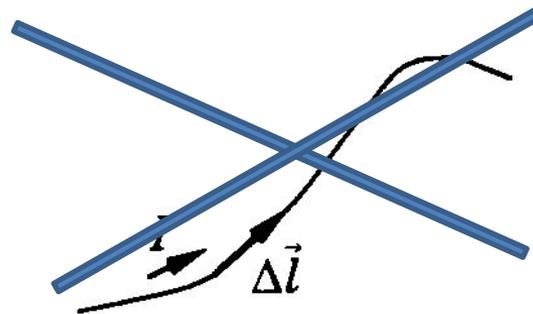


иначе –
перераспределение
зарядов в других телах
и искажение поля

магнитное поле



малый элемент тока



НО! Любая цепь : =
должна быть замкнута,
иначе ток не будет течь

Исследование магнитного ПОЛЯ

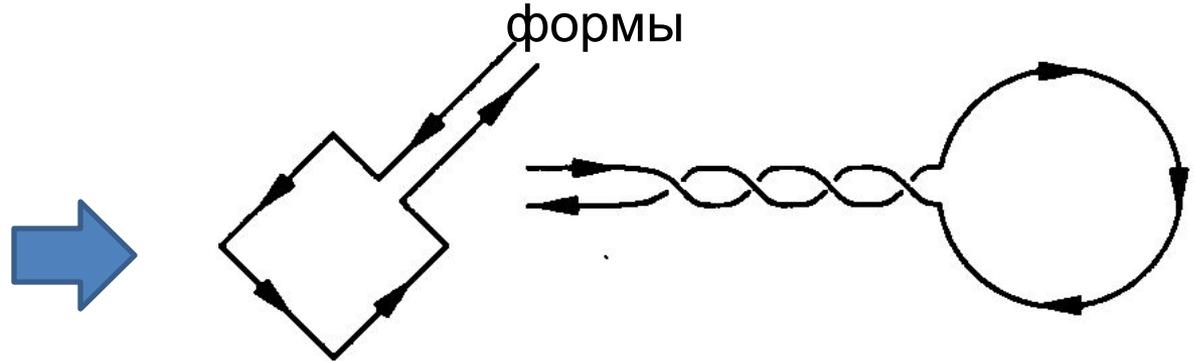
Изучение свойств магнитного поля

удобно



Контур малых (по сравнению с расстояниями, на которых магнитное поле заметно изменяется) размеров

Маленькую проволочную рамку произвольной формы



Подводящие ток провода расположить близко друг к другу или сплести вместе

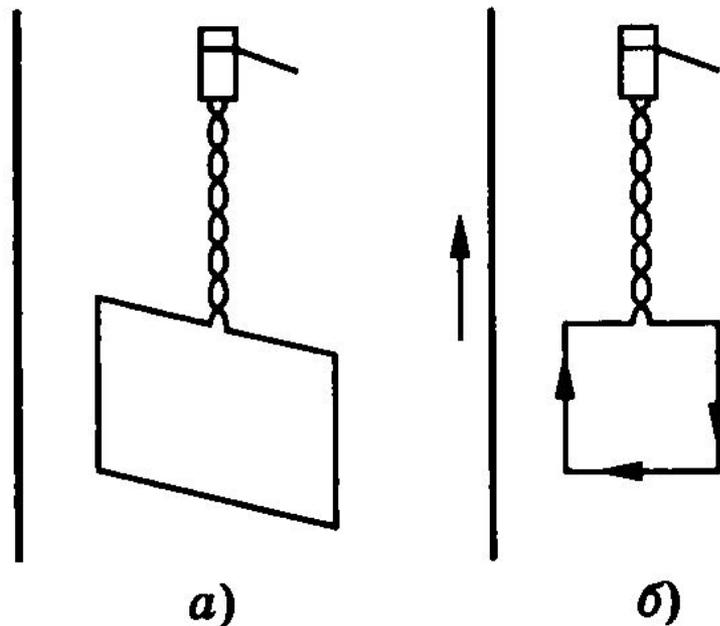
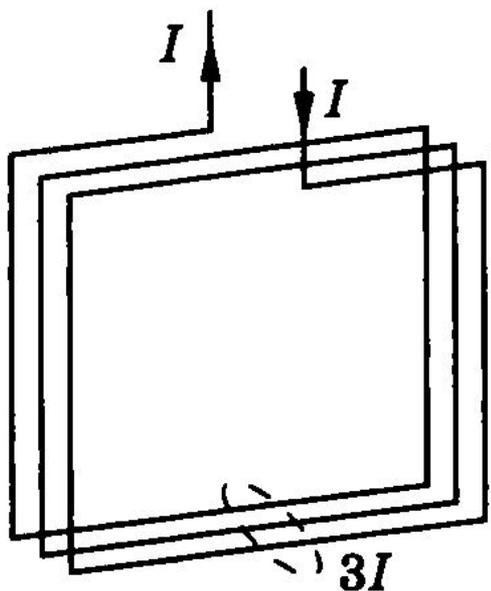


Силы, действующие на них в магнитном поле = 0
Они сами не будут действовать на другие проводники с током

Исследование магнитного ПОЛЯ

Количество витков рамки может быть любым!

$$I = 3I$$

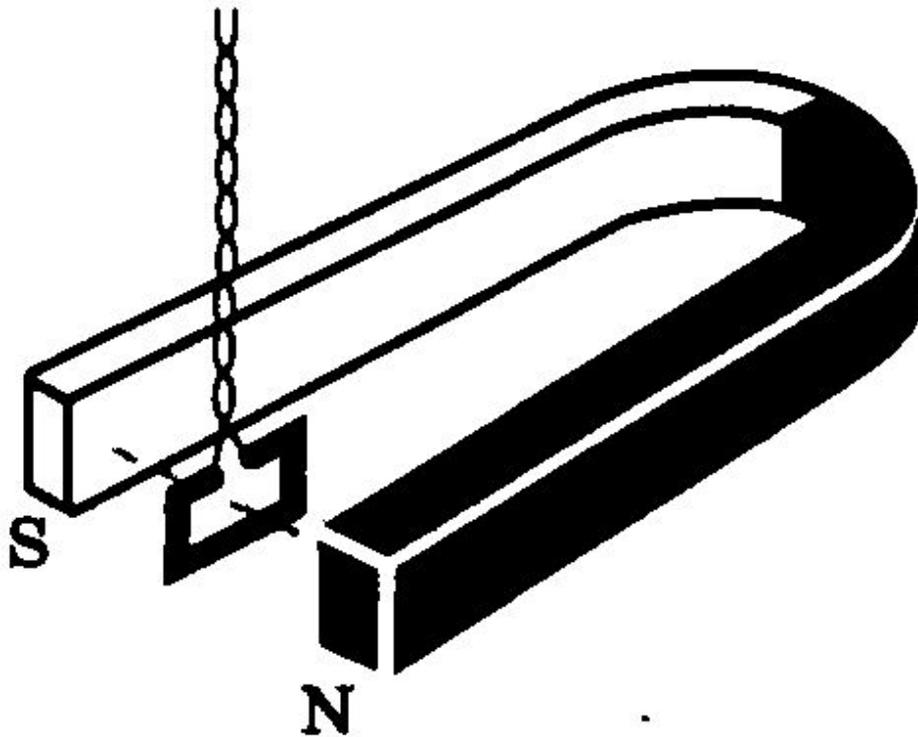


Вывод:

магнитное поле оказывает на рамку с током ориентирующее действие

Исследование магнитного ПОЛЯ

Опыт, показывающий ориентирующее
действие магнитного поля



Рамка с током,
подвешенная между
полюсами магнита будет
поворачиваться до тех
пор, пока ее плоскость не
установится
перпендикулярно к линии,
соединяющей полюса
магнита.

Исследование магнитного поля

Результирующая сила, действующая на рамку с током в магнитном поле, равна нулю, если магнитное поле одинаково во всех точках пространства, где расположена рамка (однородное поле)

В однородном поле на рамку действует лишь момент сил, который поворачивает рамку, располагая ее определенным образом по отношению к току или магниту, создающему магнитное поле

Вектор магнитной индукции



количественная характеристика магнитного поля



векторная величина

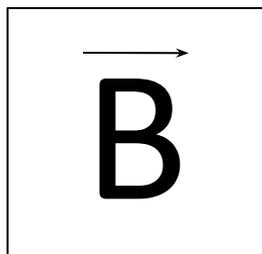


направление должно быть связано с ориентацией
рамки или магнитной стрелки



Векторную величину, характеризующую магнитное поле,
называют вектором магнитной индукции

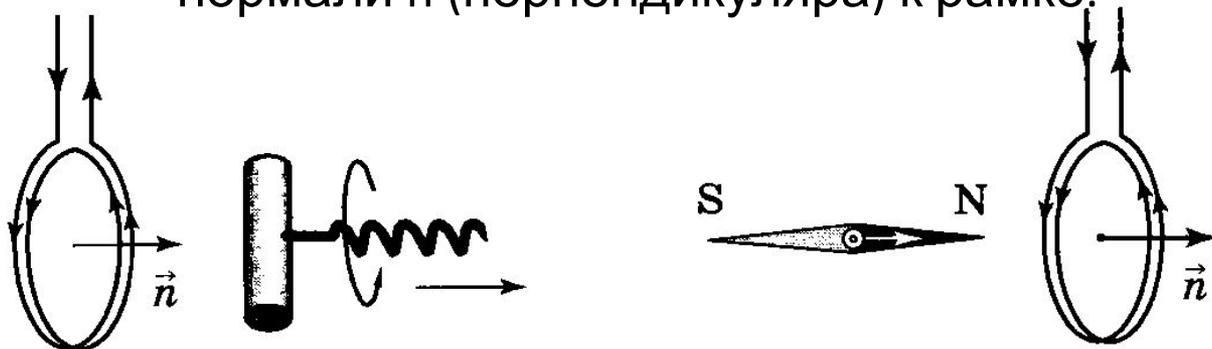
Вектор магнитной индукции



- вектор магнитной индукции (или просто магнитная индукция)

За направление вектора магнитной индукции в том месте, где расположена рамка с током, принимают направление положительной нормали \vec{n} (перпендикулярна) к рамке.

Положительная нормаль направлена в сторону поступательного движения буравчика с правой нарезкой, если вращать рукоятку буравчика по направлению тока в рамке



Направление от южного полюса к северному свободно устанавливающейся стрелки также можно принять за направление вектора магнитной индукции

Вектор магнитной индукции

Модуль магнитной индукции -

величина, пропорциональная отношению максимального момента сил, действующего на рамку, к произведению силы тока в ней на ее площадь.

$$B = k \frac{M_{\max}}{IS}$$

коэффициент пропорциональности k зависит от выбора системы единиц

Вектор магнитной индукции

Для магнитного поля также как и для электрического выполняется принцип суперпозиции:

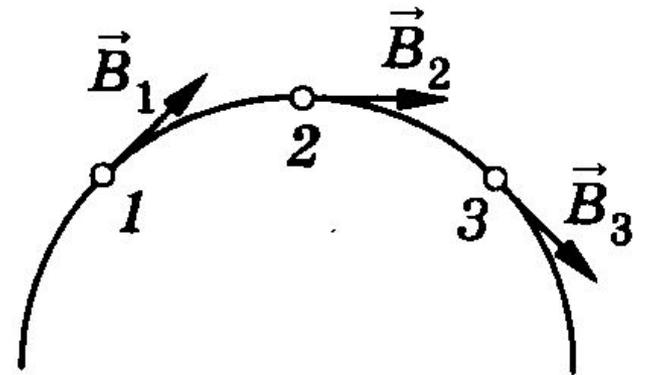
Если в данной точке пространства различные токи создают магнитные поля, магнитные индукции которых B_1 , B_2 , B_3 и т. д., то результирующая магнитная индукция в этой точке равна:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \dots$$

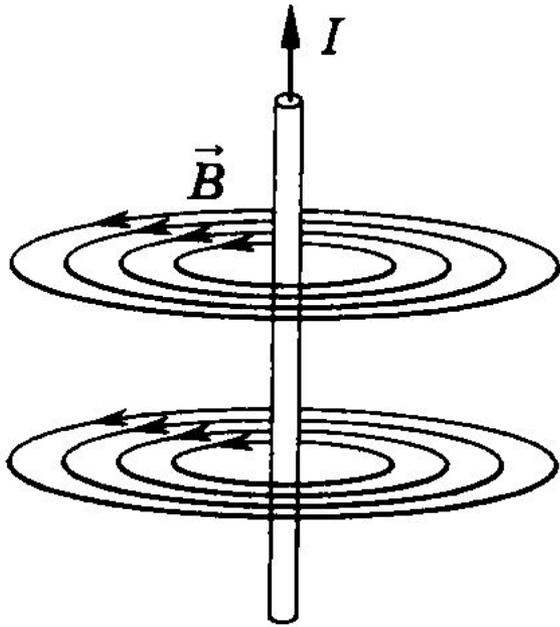
Линии магнитной индукции

Также как распределение электрического поля в пространстве наглядно изображается линиями напряженности электрического поля (силовыми линиями), так и распределение магнитного поля можно изобразить линиями магнитной индукции.

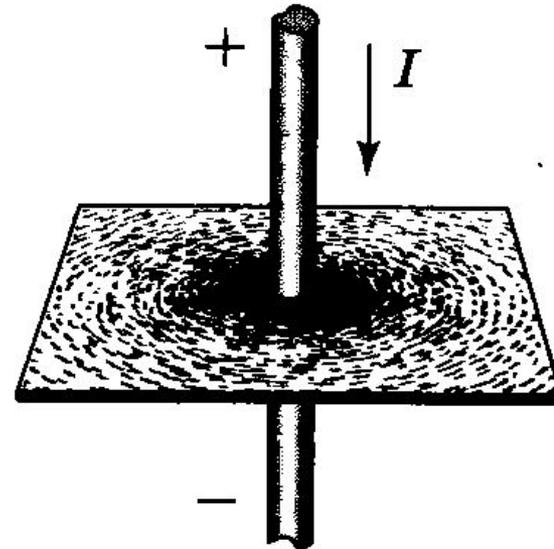
Линиями магнитной индукции называются линии, касательные к которым направлены также как и вектор магнитной индукции в данной точке пространства.



Линии магнитной индукции



Линии магнитной индукции магнитного поля прямого проводника с током



Картину линий магнитной индукции можно сделать видимой, воспользовавшись мелкими железными опилками.

В магнитном поле каждый из насыпанных на лист картона кусочков железа намагничивается и ведет себя как маленькая магнитная стрелка.

Линии магнитной индукции

Линии магнитной индукции не имеют ни начала ни конца. Они всегда замкнуты.

Поля с замкнутыми силовыми линиями называются вихревыми.

Магнитное поле – вихревое поле!!!

Закон Ампера

Позволяет определить силу, действующую со стороны магнитного поля на проводник с током.

Сила, с которой магнитное поле действует на помещенный в него отрезок проводника с током, равна произведению силы тока, модуля вектора магнитной индукции, длины отрезка проводника и синуса угла между направлениями тока и магнитной индукции:

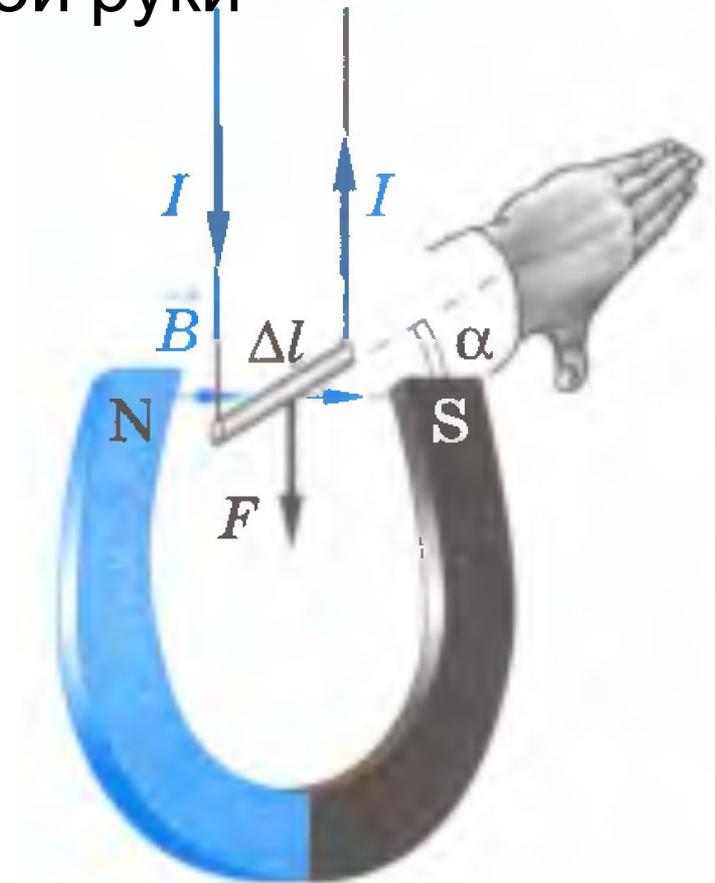
$$F_A = I \cdot B \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha$$

Закон Ампера

Направление силы Ампера определяется
правилом левой руки

Правило левой

Если ~~рука~~ левая рука расположена так, что четыре вытянутых пальца указывают направление тока в проводнике, а вектор магнитной индукции входит в ладонь, то отогнутый (в плоскости ладони) на 90° большой палец покажет направление силы, действующей на отрезок проводника.



Задачи

13.102. В магнитное поле внесены четыре проводника с токами, направления которых показаны на рисунке 13.28. Каково направление силы Ампера, действующей на каждый провод?

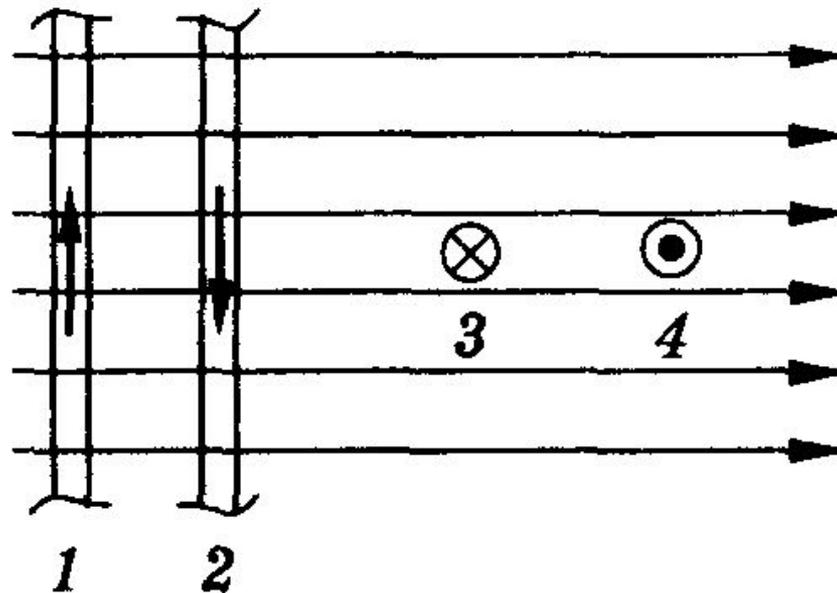


Рис. 13.28

Задачи

13.103. Определить наибольшее и наименьшее значения силы, действующей на проводник с током длиной $l = 0,60$ м при его различных положениях в однородном магнитном поле, индукция которого $B = 1,5$ Тл. Сила тока в проводнике $I = 10$ А.

13.104. Прямолинейный проводник длиной $l = 1,5$ м находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 2$ Тл. Сила тока в проводнике $I = 3$ А. Направление тока составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с вектором магнитной индукции (рис. 13.29). Найти силу, действующую на проводник.

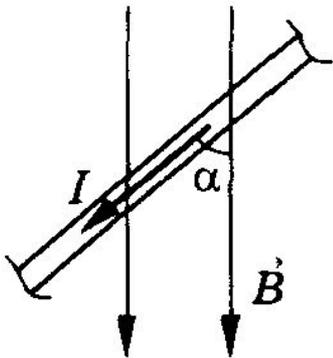


Рис. 13.29

Задачи

13.105. Прямолинейный проводник длиной $l = 2$ м находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,25$ Тл. Сила тока в проводнике $I = 0,5$ А. Проводник перпендикулярен магнитной индукции (рис. 13.30). Найти модуль и направление силы, действующей на проводник.

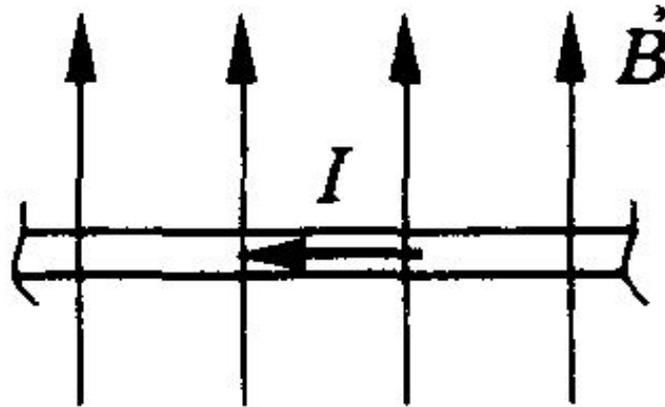


Рис. 13.30

Задачи

13.106. Прямолинейный проводник длиной $l = 5$ м находится в однородном магнитном поле (рис. 13.31). На проводник со стороны поля действует сила $F = 2$ Н. Сила тока в проводнике $I = 1$ А. Найти модуль и направление индукции магнитного поля, если она перпендикулярна проводнику.

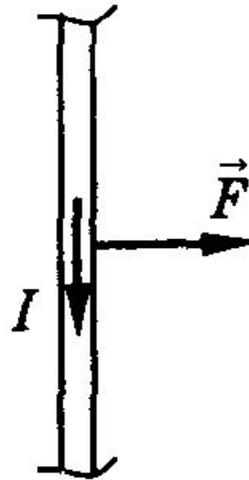


Рис. 13.31

Задачи

13.107. На прямой проводник длиной $l = 0,5$ м, расположенный под углом $\alpha = 30^\circ$ к силовым линиям поля с индукцией $B = 2 \cdot 10^{-2}$ Тл, действует сила $F = 0,15$ Н. Найти силу тока в проводнике.

13.108. Прямой провод длиной $l = 10$ см находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,01$ Тл. Сила тока в проводнике $I = 20$ А. Найти угол α между направлением магнитной индукции и направлением тока, если на провод действует сила $F = 10^{-2}$ Н.