ВикипедиЯ

# Магнитный поток

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

**Магни́тный пото́к** — поток вектора магнитной индукции $\mathbf{B}$ через некоторую поверхность. Для бесконечно малого участка равен произведению модуля $|\mathbf{B}|$ на площадь участка $\mathrm{d}\mathbf{S}$ и косинус угла $\alpha$ между $\mathbf{B}$ и нормалью $\mathbf{n}$ к плоскости участка. Для поверхности конечных размеров находится как сумма (интеграл) по её малым фрагментам. Стандартное обозначение — $\mathbf{\Phi}$.

Важнейшая физическая формула, в которую входит магнитный поток, — выражение для закона электромагнитной индукции Фарадея.

| Магнитный поток $\mathbf{\Phi}$ | |
|---|---|
| **Размерность** | $\mathrm{ML^2T^{-2}I^{-1}}$ |
| **Единицы измерения** | |
| **СИ** | Вб |
| **СГС** | Мкс |
| **Примечания** | |
| Скалярная величина | |

## Содержание


- Определение магнитного потока
- Единицы измерения магнитного потока
- Приборы для измерения потока
- Некоторые свойства магнитного потока
- Переменный во времени магнитный поток
- Квантование магнитного потока
- См. также
- Ссылки


## Определение магнитного потока

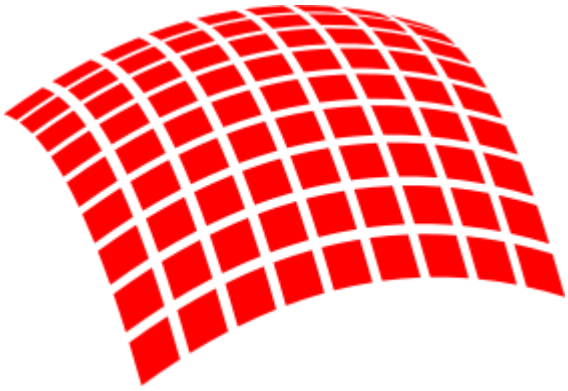
Магнитным потоком через бесконечно малый элемент поверхности $\mathrm{d}S$ называется произведение

$$d\Phi = B\,\mathrm{d}S\,\cos\alpha = \mathbf{B}\cdot\mathrm{d}\mathbf{S},$$

где $\alpha$ — угол между вектором магнитной индукции $\mathbf{B}$ и единичным вектором нормали $\mathbf{n}$ к участку поверхности, а векторный элемент $\mathrm{d}\mathbf{S}$ площади поверхности $S$ определяется как

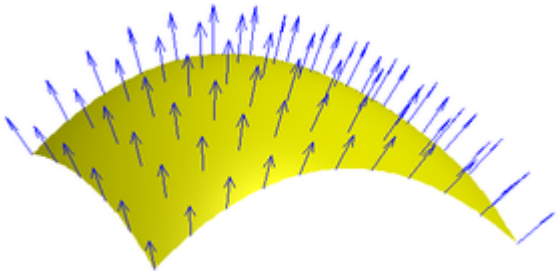
$$\mathrm{d}\mathbf{S} = \mathrm{d}S\,\mathbf{n}.$$

Магнитным потоком через поверхность конечной площади называется интеграл от $d\Phi$ по поверхности:



Разбиение поверхности на малые участки $\mathrm{d}S$

$$\Phi = \int d\Phi = \iint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}.$$



Изменение вектора нормали к поверхности

Направление вектора $\mathbf{n}$ в общем случае непостоянно (см. рис.), магнитное поле также может изменяться вдоль поверхности. Точка в произведениях означает скалярное умножение векторов. Интеграл понимается как предел суммы по малым участкам при стремлении их размеров к нулю. Поверхность может быть незамкнутой (как на рис.) или замкнутой.

В случае однородного поля и плоской поверхности магнитный поток рассчитывается как $\Phi = BS\cos\alpha$.

## Единицы измерения магнитного потока

В СИ единицей магнитного потока является вебер (Вб, размерность — Вб = В·с = кг·м$^2$·с$^{-2}$·А$^{-1}$), в системе СГС — максвелл (Мкс, 1 Вб = 10$^8$ Мкс).

## Приборы для измерения потока

Прибор для измерения магнитных потоков называется **флюксметр**ом (от лат. *fluxus* — «течение» и греч. metron — мера) или **веберметр**ом.

## Некоторые свойства магнитного потока

В соответствии с теоремой Гаусса для магнитной индукции, поток вектора магнитной индукции $\mathbf{B}$ через любую замкнутую поверхность $S$ равен нулю:

$$\Phi = \oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0.$$

Это означает, что в классической электродинамике невозможно существование магнитных зарядов, которые создавали бы магнитное поле подобно тому, как электрические заряды создают электрическое поле.

В соответствии с теоремой Стокса, магнитный поток $\Phi$ через поверхность, «натянутую» на некий контур $L$, можно выразить через циркуляцию векторного потенциала $\mathbf{A}$ магнитного поля по этому контуру:

$$\Phi = \oint_L \mathbf{A} \cdot d\mathbf{l},$$

поскольку имеет место связь $\mathbf{B} = \mathrm{rot}\mathbf{A}$. Этот поток не зависит от конфигурации натянутой поверхности.

## Переменный во времени магнитный поток

По закону электромагнитной индукции Фарадея, если магнитный поток через некоторую поверхность изменяется со временем, то создаётся электродвижущая сила

$$\mathcal{E} = -\frac{\mathrm{d}\Phi}{\mathrm{d}t}$$

в контуре, на который натянута данная поверхность. Если вдоль такого контура «проложен» электрический провод, то в нём возникнет индукционный ток. Изменение потока со временем может быть вызвано изменением вектора магнитной индукции $\mathbf{B}$ и/или геометрии контура.

# Квантование магнитного потока

При рассмотрении квантовых явлений, например, эффекта Ааронова — Бома, квантового эффекта Холла, используется квант магнитного потока:

$$\Phi_0 = \frac{h}{e},$$

где $h$ — постоянная Планка;
$e$ — элементарный заряд.

Опыты с неодносвязным сверхпроводником (например, со сверхпроводящим кольцом) показывают, что магнитный поток через кольцо всегда кратен половине кванта магнитного потока, откуда следует, что носители тока в сверхпроводнике являются парами связанных элементарных зарядов. Это прямое подтверждение теории БКШ, согласно которой сверхпроводимость обусловлена электронными парами (куперовскими парами):

$\Phi_s = \frac{\Phi_0}{2} = \frac{h}{2e} = 2{,}067833758 \times 10^{-15}$ Вб (в СИ);
$\Phi_s = \frac{hc}{2e} = 2{,}067833636 \times 10^{-7}$ Гаусс·см$^2$ (в СГС), $c$ — скорость света.

Экспериментально квантование магнитного потока было обнаружено в 1961 году.

# См. также

- Уравнения Максвелла
- Электродвигатель постоянного тока
- Потокосцепление
- Индуктивность

# Ссылки

Источник — https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Магнитный_поток&oldid=113415708

**Эта страница в последний раз была отредактирована 5 апреля 2021 в 13:09.**

Текст доступен по лицензии Creative Commons Attribution-ShareAlike; в отдельных случаях могут действовать дополнительные условия.
Wikipedia® — зарегистрированный товарный знак некоммерческой организации Wikimedia Foundation, Inc.