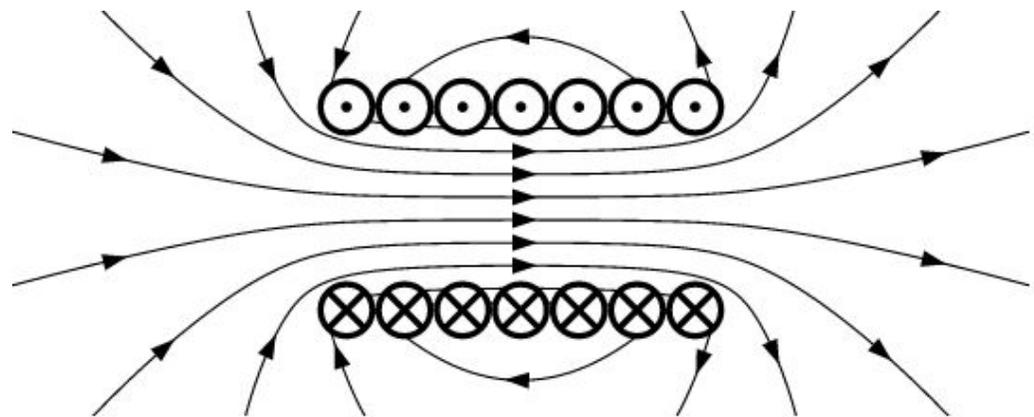


Явления электромагнитной индукции

ШАДЯН М.

Электромагнитная индукция — явление возникновения электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, проходящего через него. Электромагнитная индукция была открыта Майклом Фарадеем 29 августа 1831 года. Он обнаружил, что электродвижущая сила, возникающая в замкнутом проводящем контуре, пропорциональна скорости изменения магнитного потока через поверхность, ограниченную этим контуром.



Закон Фарадея

1/3

Согласно закону электромагнитной индукции Фарадея (в СИ):

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

где

\mathcal{E} — электродвижущая сила, действующая вдоль произвольно выбранного контура,

$\Phi_B = \iint_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$, — магнитный поток через поверхность, ограниченную этим контуром.

Закон Фарадея

2/3

Знак «минус» в формуле отражает правило Ленца, названное так по имени русского физика Э. Х. Ленца:
Индукционный ток, возникающий в замкнутом проводящем контуре, имеет такое направление, что создаваемое им магнитное поле противодействует тому изменению магнитного потока, которым был вызван данный ток.

Закон Фарадея

3/3

Для катушки, находящейся в переменном магнитном поле, закон Фарадея можно записать следующим образом:

где

\mathcal{E} — электродвижущая сила,

N — число витков,

Φ_B — магнитный поток через один виток,

Ψ — потокосцепление катушки.

Векторная форма

1/3

В дифференциальной форме закон Фарадея можно записать в следующем виде:

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (\text{в системе СИ})$$

ИЛИ

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (\text{в системе СГС}).$$

Векторная форма

2/3

В интегральной форме (эквивалентной):

$$\oint_{\partial S} \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{\partial}{\partial t} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{s} \quad (\text{СИ})$$

или

$$\oint_{\partial S} \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{s} \quad (\text{СГС})$$

Векторная форма

3/3

\vec{E}

— напряжённость электрического поля,

\vec{B}

— магнитная индукция,

S

— произвольная поверхность,

∂S

— её граница.

Контур интегрирования границы подразумевается фиксированным (неподвижным).

Потенциальная форма

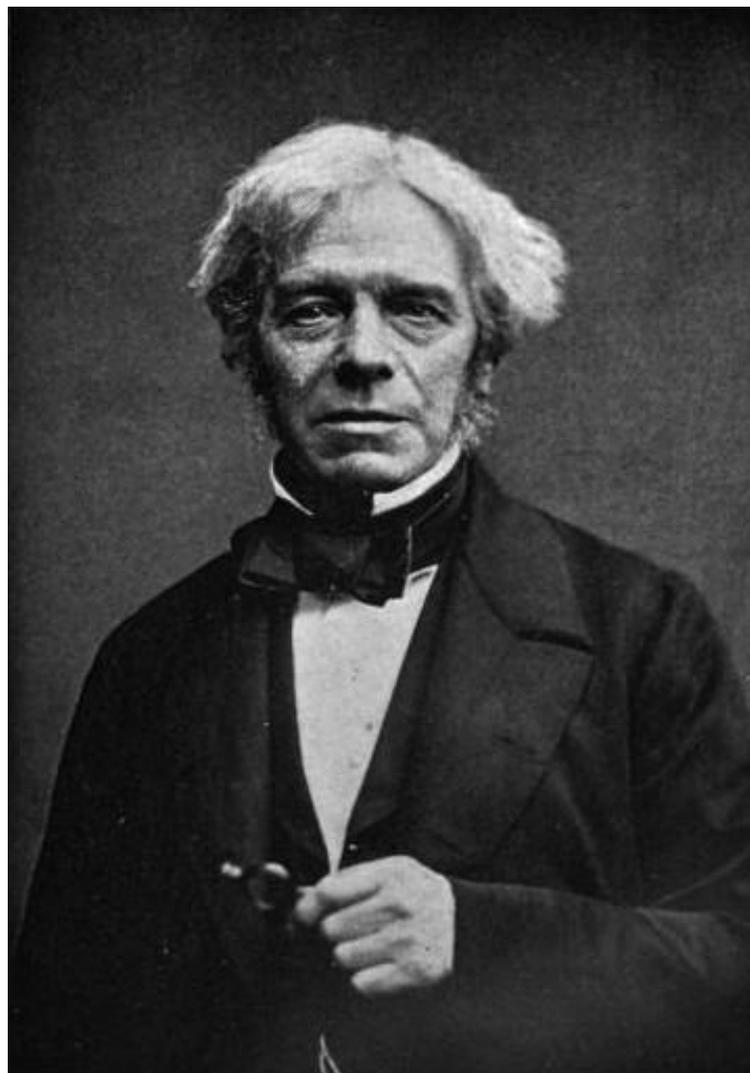
$$\vec{E} = -\frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$$

в случае отсутствия безвихревого поля, то есть тогда, когда электрическое поле порождается полностью только изменением магнитного, то есть электромагнитной индукцией.

В общем случае, при учёте и безвихревого (например, электростатического) поля имеем:

$$\vec{E} = -\nabla\varphi - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$$

В 1820 г. Ганс Христиан Эрстед показал, что протекающий по цепи электрический ток вызывает отклонение магнитной стрелки. Если электрический ток порождает магнетизм, то с магнетизмом должно быть связано появление электрического тока. Эта мысль захватила английского ученого М. Фарадея. «Превратить магнетизм в электричество», — записал он в 1822 г. в своём дневнике. Многие годы настойчиво ставил он различные опыты, но безуспешно, и только 29 августа 1831 г. наступил триумф: он открыл явление электромагнитной индукции. Установка, на которой Фарадей сделал своё открытие, заключалась в том, что Фарадей изготовил кольцо из мягкого железа примерно 2 см шириной и 15 см диаметром и намотал много витков медной проволоки на каждой половине кольца. Цепь одной обмотки замыкала проволока, в её витках находилась магнитная стрелка, удаленная настолько, чтобы не сказывалось действие магнетизма, созданного в кольце. Через вторую обмотку пропускался ток от батареи гальванических элементов. При включении тока магнитная стрелка совершала несколько колебаний и успокаивалась; когда ток прерывали, стрелка снова колебалась. Выяснилось, что стрелка отклонялась в одну сторону при включении тока и в другую, когда ток прерывался. М. Фарадей установил, что «превращать магнетизм в электричество» можно и с помощью обыкновенного магнита.



Майкл Фарадей