

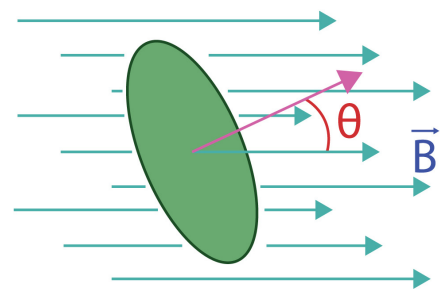


INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

A Lei de Faraday é uma das mais fascinantes da física e tem inúmeras aplicações, como em transformadores, guitarras, geradores de corrente alternada, semáforos... Ela está relacionada ao **princípio de indução eletromagnética**. Vamos entender como ela funciona!

FLUXO MAGNÉTICO

Antes de entrar no assunto, vamos entender o que é fluxo magnético. O fluxo magnético é um fluxo de linhas de campo magnético passando por uma determinada região, chamada de área A , em um certo tempo.



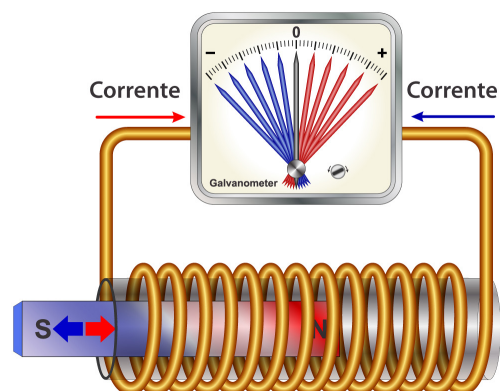
O fluxo magnético é calculado por:

$$\Phi = B.A.\cos\theta$$

- ▶ Φ é o fluxo magnético, medido em weber (Wb);
- ▶ B é o campo magnético, medido em tesla (T);
- ▶ A é a área da região por onde passa o campo, medida em m^2 ;
- ▶ θ é o ângulo entre o campo magnético e o vetor normal (\mathbf{n}) à superfície da área na qual esse campo flui.

INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

A indução eletromagnética foi estudada por Michael Faraday na Europa e por Joseph Henry na América do Norte, mais ou menos na mesma época. Eles descobriram que a corrente elétrica pode ser produzida em um fio simplesmente movendo um ímã para dentro ou para fora das espiras de uma bobina, sem a utilização de uma bateria ou qualquer outra fonte de tensão.

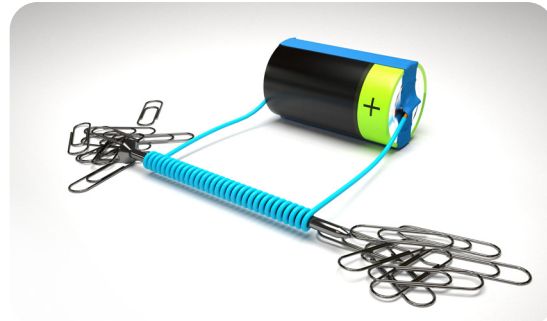


Quando o ímã é repentinamente empurrado para o interior da bobina, aparece nesta uma tensão induzida, e as cargas no seu fio são colocadas em movimento.



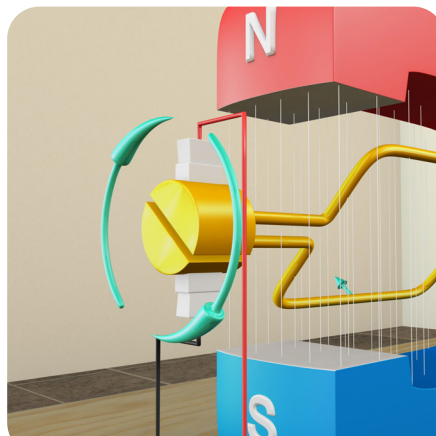
Ao mover um ímã, é fornecido um campo magnético variável, pois as linhas de indução magnética “se movem”. Esse fenômeno é conhecido como indução eletromagnética, pois uma tensão (força eletromotriz) é induzida pela variação de um campo magnético. A tensão induzida leva uma corrente elétrica para o fio.

Perceba que esse fenômeno é o inverso do experimento de Oersted, discutido anteriormente. Pelo experimento de Oersted, uma pilha conectada a um fio fornecendo corrente elétrica produz um campo magnético, pois cargas em movimento produzem campo magnético. Esse campo magnético é capaz de atrair metais, como representado na imagem ao lado:



Representação do experimento de Oersted: uma corrente elétrica induz um campo magnético.

Existem duas maneiras para que a tensão seja induzida: pelo movimento do ímã em relação à bobina ou pelo movimento da bobina em relação ao ímã. O ímã parado em relação à bobina não induz corrente elétrica, pois não há variação do fluxo magnético!



Movimento da bobina em relação ao ímã. O campo magnético que atinge a bobina é variável, pois a bobina está se movendo.

Quanto maior for o número de espiras que se movem no campo magnético, maior a tensão induzida. Empurrar o ímã para dentro de uma bobina com duas vezes mais espiras induzirá uma tensão duas vezes maior. Mas se a bobina estiver conectada a um resistor ou outro dissipador de energia, será mais difícil empurrar um ímã para dentro de uma bobina que possui mais espiras, e será necessário realizar mais trabalho para empurrar o ímã.

O valor da tensão induzida depende de quão rapidamente as linhas de campo magnético estão entrando ou saindo da bobina. Um movimento muito lento dificilmente produzirá qualquer tensão. Um movimento rápido produz uma tensão maior.



A indução eletromagnética é importante nos aeroportos. Quando passamos por detectores de metal e, se estivermos portando alguma quantidade significativa de ferro, alterará o campo magnético das espiras e disparará um alarme.

LEI DE FARADAY

A indução eletromagnética é resumida pela Lei de Faraday, que estabelece que:

“A tensão induzida em uma bobina é proporcional ao produto do número de espiras pela área da seção transversal de cada espira e pela taxa com a qual o campo magnético varia no interior das espiras.”

Representamos a Lei de Faraday pela equação:

$$\varepsilon = -N \cdot \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Em que:

ε é a força eletromotriz (tensão) induzida, medida em volts (V);

N é o número de espiras (sem unidade);

$\Delta\phi/\Delta t$ é a variação do fluxo magnético pelo tempo, no qual a variação pode ocorrer:

- ▶ no campo magnético;
- ▶ na área da bobina;
- ▶ na inclinação θ da bobina em relação ao campo.

O valor da corrente produzida pela indução eletromagnética depende não apenas da tensão induzida, mas também da resistência da própria bobina e do circuito ao qual ela está ligada. Por exemplo, podemos empurrar bruscamente um ímã para dentro e para fora de uma espira de borracha e de outra feita de cobre. A tensão induzida em cada uma é a mesma, desde que as espiras tenham mesma forma e tamanho e que o ímã se mova com a mesma velocidade nos dois casos. Mas a corrente será completamente diferente. Os elétrons da borracha sentirão o mesmo campo elétrico sentido pelos elétrons do

cobre, mas suas ligações com os átomos fixos da borracha os impedem de se movimentar livremente pelo material, como ocorre com os elétrons do cobre.



Os captadores de guitarra são espiras minúsculas com ímãs em seu interior. Os ímãs magnetizam as cordas de aço. Quando elas vibram, uma tensão é induzida nas espiras, reforçadas por um amplificador, e o som é produzido por um alto-falante.

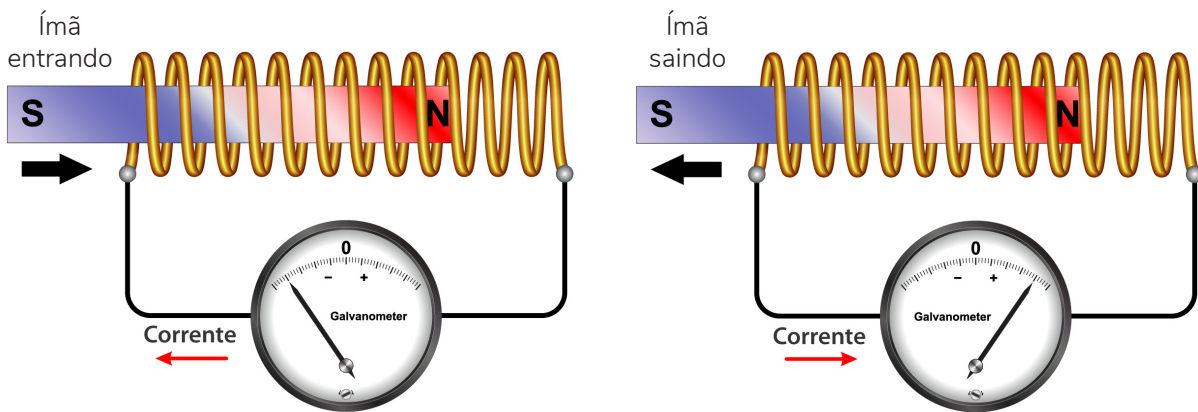


LEI DE LENZ

A Lei de Lenz não é propriamente a explicação fundamental de um fenômeno. Ela é, basicamente, uma explicação do sinal negativo que surge na Lei de Faraday:

$$\varepsilon = -N \cdot \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

O sinal negativo na equação indica que a tensão induzida apresenta sentido contrário à variação do fluxo magnético, ou seja, se um ímã se mover em um sentido, a corrente é induzida no sentido oposto:



Acesse a simulação e brinque com a Lei de Faraday/Lei de Lenz **clikando aqui!**



ANOTAÇÕES

Blank lined area for notes.