

Magnetismo induzido por corrente elétrica

Flaviano Williams Fernandes

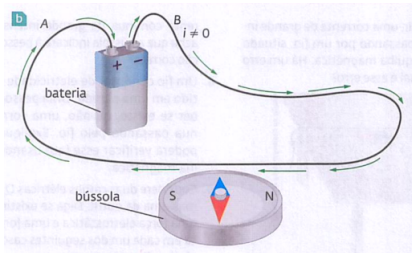
Instituto Federal do Paraná
Campus Irati

19 de Outubro de 2020

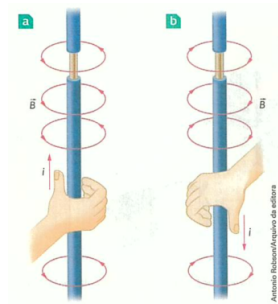
Sumário

- 1 Campo magnético em um condutor
- 2 Campo magnético numa espira circular
- 3 Campo magnético num solenóide
- 4 Materiais magnéticos
- 5 Aplicações
- 6 Apêndice

A relação entre corrente elétrica e magnetismo



Experiência de Oersted mostrando que a corrente no fio produz alguma influência sobre a bússola.



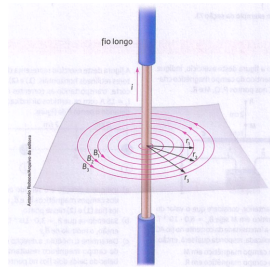
Campo magnético circular produzido pela corrente elétrica

Lei de Ampère

De acordo com experiências, a corrente que percorre um fio condutor produz um campo magnético circular \vec{B} , onde $B \propto i$ e $B \propto \frac{1}{r}$. Podemos reunir em uma única relação de proporcionalidade,

$$B \propto \frac{i}{r} \Rightarrow B = \left(\frac{\mu_0}{2\pi} \right) \frac{i}{r}.$$

μ_0 é chamado constante de permeabilidade magnética.



Lei de Ampère

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}.$$

Força magnética entre dois fios

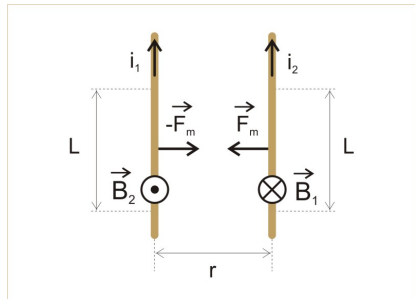
A corrente i_1 produzirá um campo magnético B_1 no fio 1. A força magnética atuando no fio 2 é $F_m = BiL$. Pela Lei de Àmpere temos $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$, portanto

$$F_m = BiL,$$

$$F_m = \left(\frac{\mu_0 i}{2\pi r} \right) iL.$$

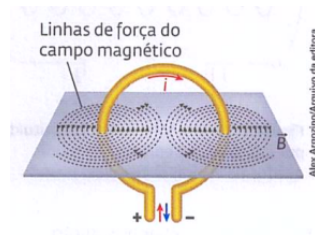
Se $r=1\text{m}$, $i=1\text{A}$, e $L=1\text{m}$ a força encontrada vale $F_m = 2 \times 10^{-7} \text{ N}$, substituindo

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}.$$



O que é uma espira circular?

Sabemos que a corrente num fio condutor produz linhas de campo magnético circulares, se dobrarmos esse fio afim de possuir um formato circular de raio r , as linhas de campo de cada pedaço do fio irão se concentrar no centro do círculo (**chamamos esse círculo de espira circular**). Sabendo que $B \propto i$ e $B \propto \frac{1}{r}$, podemos dizer que o campo B no centro da espira é proporcional a corrente i e o raio r da espira.

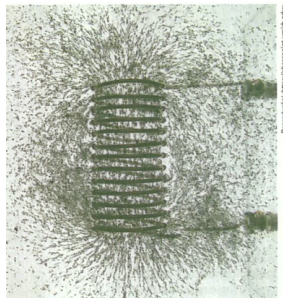


Campo magnético no centro da espira circular

$$B \propto \frac{i}{r}.$$

O que é um solenóide?

Um solenóide é um fio enrolado de modo a formar N espiras sucessivas, todas alinhadas em um cilindro de comprimento L . Sabendo que cada espira produz um campo magnético \vec{B} no seu centro, onde $B \propto i$ e considerando que cada espira possui o mesmo raio, para saber o campo magnético numa posição no interior do solenóide, multiplicamos o campo \vec{B} de cada espira pelo número de espiras por unidade de comprimento do solenóide, n .



Campo magnético no interior do solenóide

$$B \propto ni.$$

Tipos de materiais magnéticos

Existem três classes de materiais magnéticos:

Paramagnéticos: São aqueles que magnetizam fracamente aumentando ligeiramente o campo magnético no local.

Ferromagnéticos: São aqueles que magnetizam com muita facilidade e aumentam substancialmente o campo magnético no local.

Diamagnéticos: São aqueles que magnetizam fracamente diminuindo ligeiramente o campo magnético no local.

Corollary

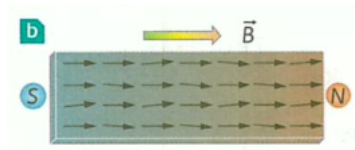
A magnetização do material diminui com a temperatura, pois a elevação da temperatura provoca um aumento da agitação térmica dos átomos, dificultando, então, a sua magnetização.

Materiais paramagnéticos

Na presença de um campo magnético, os ímãs elementares do material tendem a se orientarem no **mesmo sentido** do campo magnético. Assim, o campo magnético é somado com o campo dos **ímãs elementares**, fazendo com que ele fique **fracamente aumentado**.



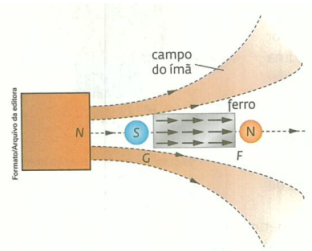
Representação dos ímãs elementares de um material paramagnético.



Orientação dos ímãs elementares na presença de um campo magnético \vec{B} .

Materiais ferromagnéticos

Assim como no caso dos materiais paramagnéticos, nos materiais ferromagnéticos, os ímãs elementares se orientam no **mesmo sentido** do campo do magnético externo, porém muito mais significativamente. Isso **aumenta consideravelmente** o campo magnético no seu interior.

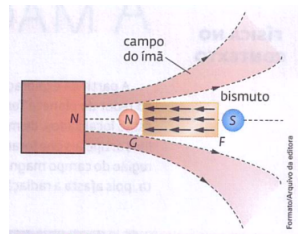


Corollary

Existem poucos materiais na natureza que possuem propriedades ferromagnéticas, como o ferro, cobalto e níquel.

Materiais diamagnéticos

Nos materiais diamagnéticos, ao contrário dos materiais paramagnéticos e ferromagnéticos, os ímãs elementares do material se orientam no sentido contrário ao campo magnético externo, fazendo com que o material se comporte como ímã com os pólos contrários.



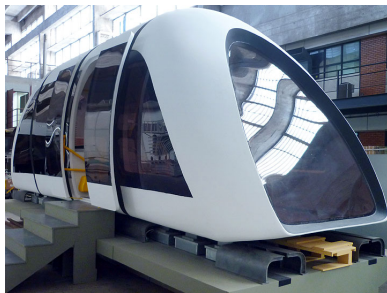
Corollary

Geralmente os materiais diamagnéticos sofrem uma força de repulsão na presença de um campo magnético externo.

Aplicações do magnetismo e a tecnologia atual



Guindaste que funciona à base de eletroímã.



Maglev cobra da UFRJ: As cargas que fluem nos supercondutores produz um campo magnético intenso o suficiente para repelir os ímãs permanentes e fazer levitar o veículo.

Transformar um número em notação científica

Corollary

Passo 1: Escrever o número incluindo a vírgula.

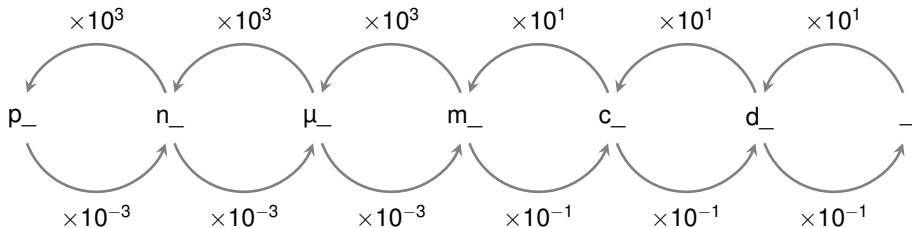
Passo 2: Andar com a vírgula até que reste somente um número diferente de zero no lado esquerdo.

Passo 3: Colocar no expoente da potência de 10 o número de casas decimais que tivemos que "andar" com a vírgula. Se ao andar com a vírgula o valor do número diminuiu, o expoente ficará positivo, se aumentou o expoente ficará negativo.

Exemplo

$$6\,590\,000\,000\,000\,000,0 = 6,59 \times 10^{15}$$

Conversão de unidades em uma dimensão

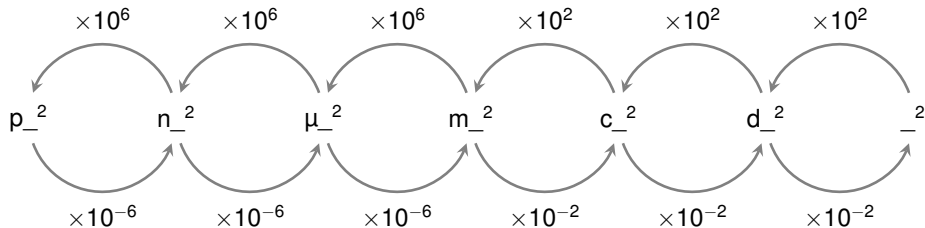


$$1 \text{ mm} = 1 \times 10^{(-1) \times 2} \text{ dm} \rightarrow 1 \times 10^{-2} \text{ dm}$$

$$2,5 \text{ g} = 2,5 \times 10^{(1) \times 3} \text{ mg} \rightarrow 2,5 \times 10^3 \text{ mg}$$

$$10 \mu\text{C} = 10 \times 10^{[(-3) \times 1 + (-1) \times 3]} \text{ C} \rightarrow 10 \times 10^{-6} \text{ C}$$

Conversão de unidades em duas dimensões

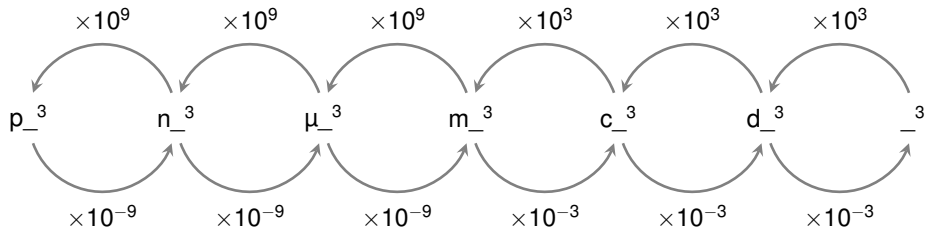


$$1 \text{ mm}^2 = 1 \times 10^{(-2) \times 2} \text{ dm}^2 \rightarrow 1 \times 10^{-4} \text{ dm}^2$$

$$2,5 \text{ m}^2 = 2,5 \times 10^{(2) \times 3} \text{ mm}^2 \rightarrow 2,5 \times 10^6 \text{ mm}^2$$

$$10 \mu\text{m}^2 = 10 \times 10^{[(-6) \times 1 + (-2) \times 3]} \text{ m}^2 \rightarrow 10 \times 10^{-12} \text{ m}^2$$

Conversão de unidades em três dimensões



$$1 \text{ mm}^3 = 1 \times 10^{(-3) \times 2} \text{ dm}^3 \rightarrow 1 \times 10^{-6} \text{ dm}^3$$



$$2,5 \text{ m}^3 = 2,5 \times 10^{(3) \times 3} \text{ mm}^3 \rightarrow 2,5 \times 10^9 \text{ mm}^3$$

$$10 \text{ } \mu\text{m}^3 = 10 \times 10^{[(-9) \times 1 + (-3) \times 3]} \text{ m}^3 \rightarrow 10 \times 10^{-18} \text{ m}^3$$

Alfabeto grego

Alfa	A	α	Ni	N	ν
Beta	B	β	Csi	Ξ	ξ
Gama	Γ	γ	ômicon	O	o
Delta	Δ	δ	Pi	Π	π
Epsílon	E	ϵ, ε	Rô	P	ρ
Zeta	Z	ζ	Sigma	Σ	σ
Eta	H	η	Tau	T	τ
Teta	Θ	θ	Ípsilon	Υ	υ
Iota	I	ι	Fi	Φ	ϕ, φ
Capa	K	κ	Qui	X	χ
Lambda	Λ	λ	Psi	Ψ	ψ
Mi	M	μ	Ômega	Ω	ω

Referências

-  A. Máximo, B. Alvarenga, C. Guimarães, Física. Contexto e aplicações, v.1, 2.ed., São Paulo, Scipione (2016)
-  www.maglevcobra.coppe.ufrj.br/

Esta apresentação está disponível para download no endereço
<https://flavianowilliams.github.io/teaching>