

Acção de formação da SPF 27/01/2023

EM Cage: Experiências de Eletromagnetismo na Sala de Aula

A. Casaca, V. Oliveira

Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL)

email: antonio.casaca@isel.pt, vitor.oliveira@isel.pt



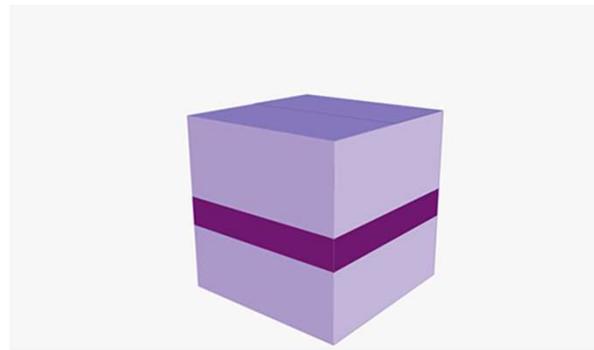


1. Electricidade e electrostática

- DEM 1.1: Carga eléctrica: electrização por fricção
- DEM 1.2: Electroscópio de folhas
- DEM 1.3: Objetos voadores
- DEM 1.4: Campainha de Franklin
- DEM 1.5: Desvio mágico da água

2. Magnetismo e força magnética

- DEM 2.1: Linhas de força do campo magnético
- DEM 2.2: Experiência de Oersted
- DEM 2.3: Motor eléctrico



3. Lei de Faraday-Lenz

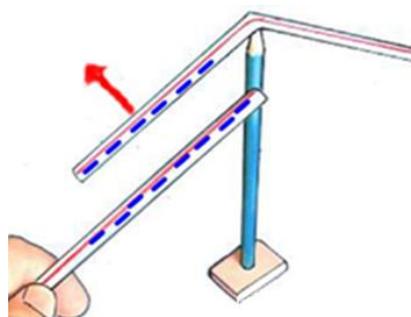
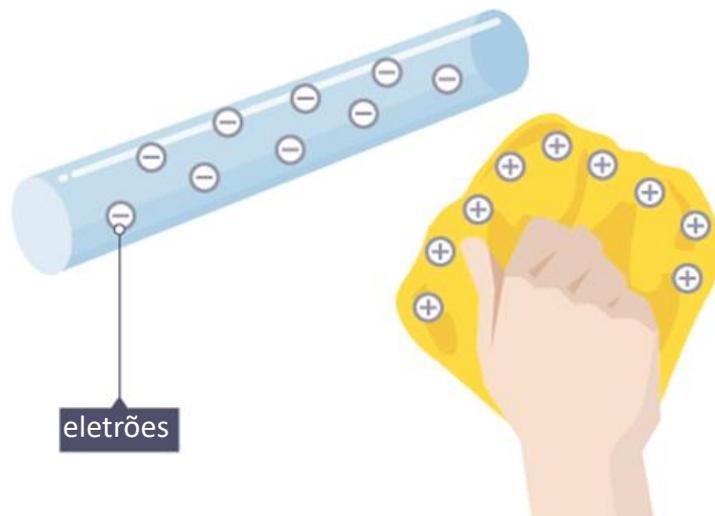
- DEM 3.1: Tubo de Faraday-Lenz
- DEM 3.2: Travão magnético
- DEM 3.3: Lanterna de Faraday

4. Luz e espectros

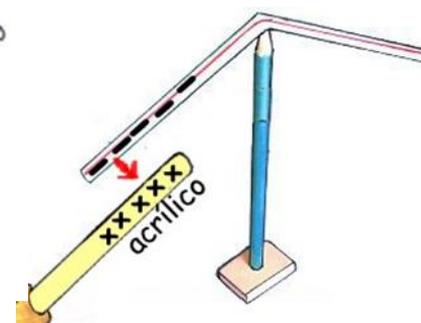
- DEM 4.1: Reflexão e refração de um feixe de luz. Reflexão total.
- DEM 4.2: Difracção por uma fenda. Interferência fenda dupla
- DEM 4.3: Espessura de um cabelo
- DEM 4.4: Espectros de emissão

DEM 1.1: Carga elétrica: eletrização por fricção

SÉRIE TRIBOELÉTRICA	
Pele humana seca	↑ POSITIVO
Couro	
Pele de coelho	
Vidro	
Cabelo humano	
Fibra sintética (nylon)	
Lã	
Chumbo	
Pele de gato	
Seda	
Alumínio	
Papel	
Algodão	
Aço	
Madeira	
Âmbar	↓ NEGATIVO
Borracha dura	
Níquel	
Cobre	
Latão	
Prata	
Ouro	
Platina	
Poliéster	
Isopor	
Filme PVC	
Poliuretano	
Polietileno ('fita adesiva')	
Polipropileno	
Vinil	
Silicone	
Teflon	

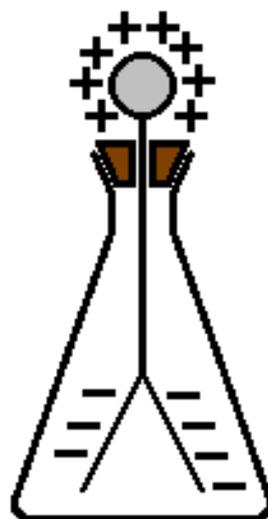
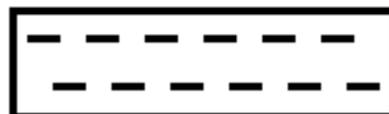


cargas iguais repelem-se

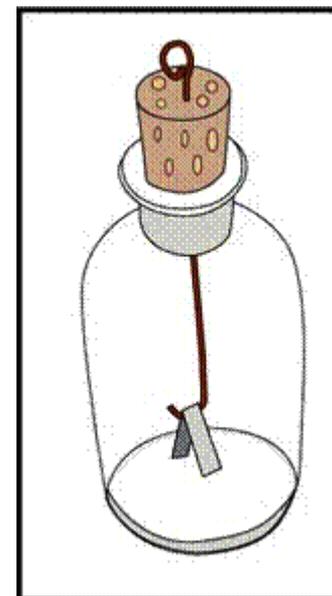


cargas iguais atraem-se

DEM 1.2: Eletroscópio de folhas

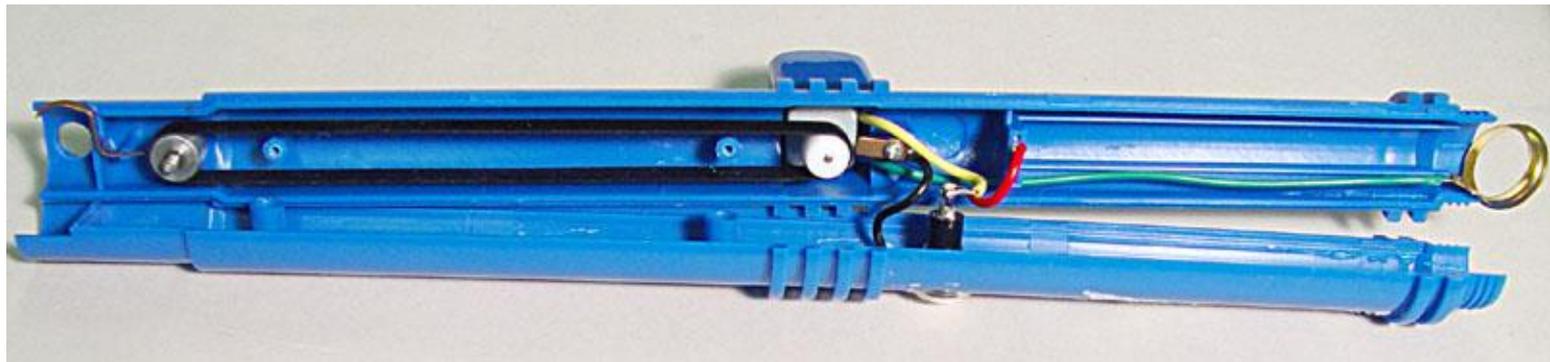
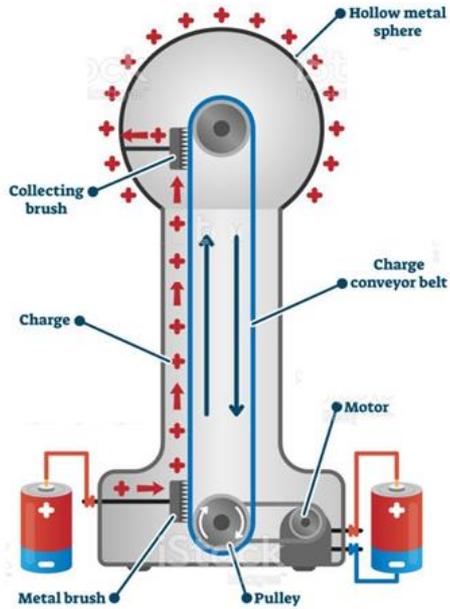


PETRÔNIO
24/04/2014

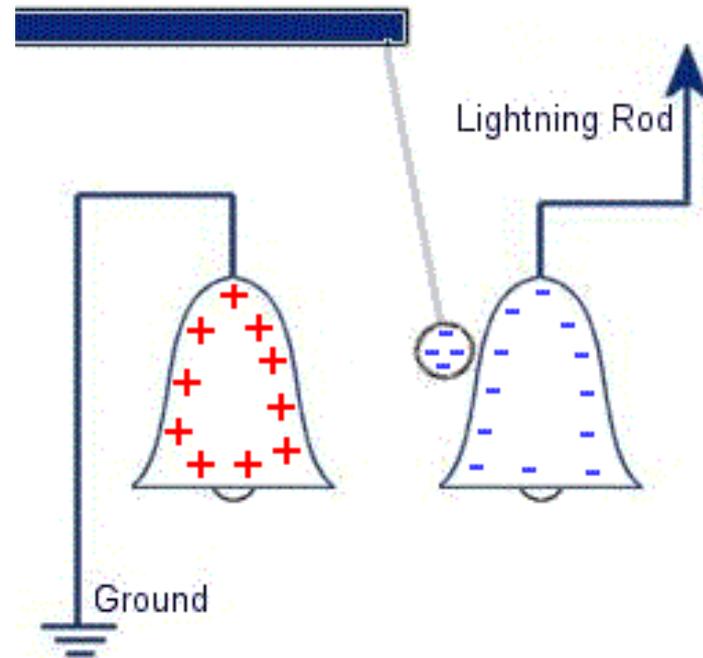


DEM 1.3: Fun Fly Stick

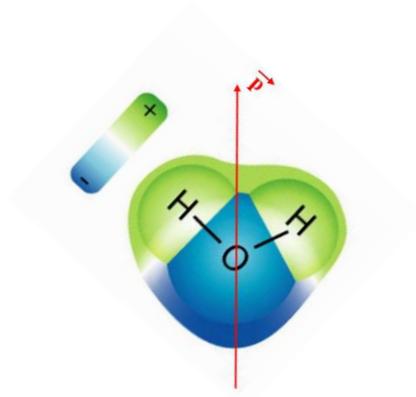
Mini Van De Graaff Generator



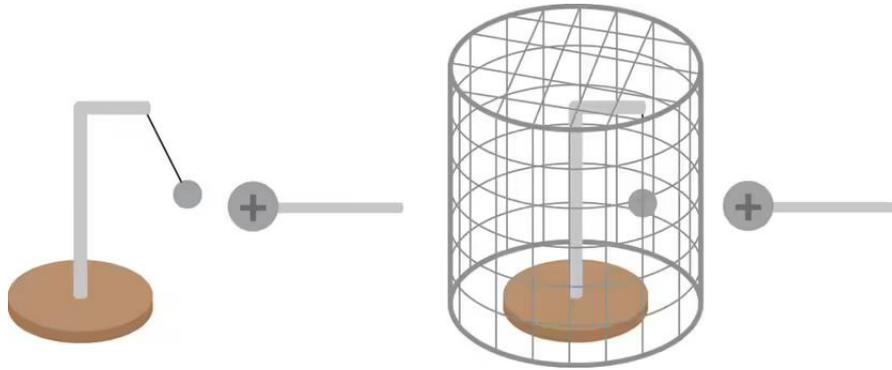
DEM 1.4: Campanha de Franklin

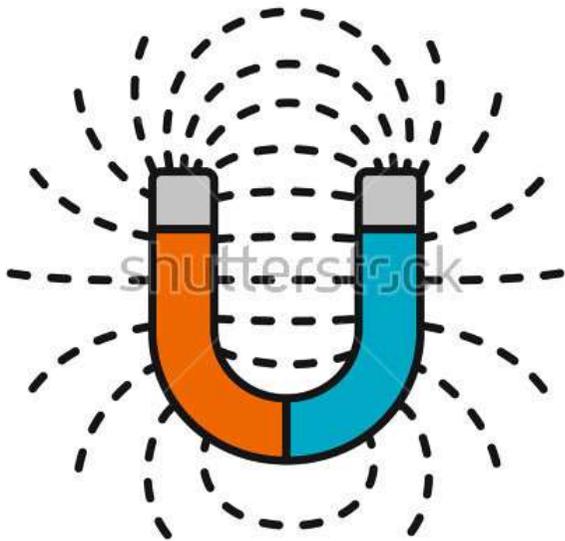
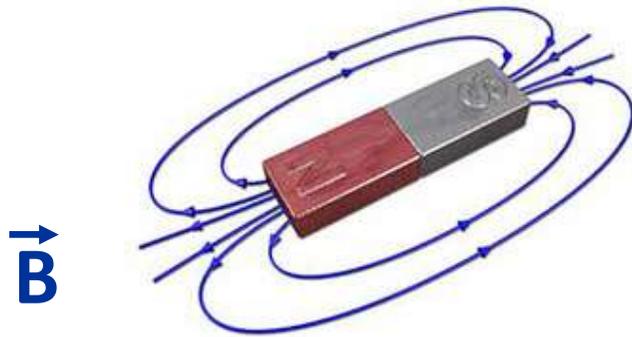


DEM 1.5: Desvio mágico da água

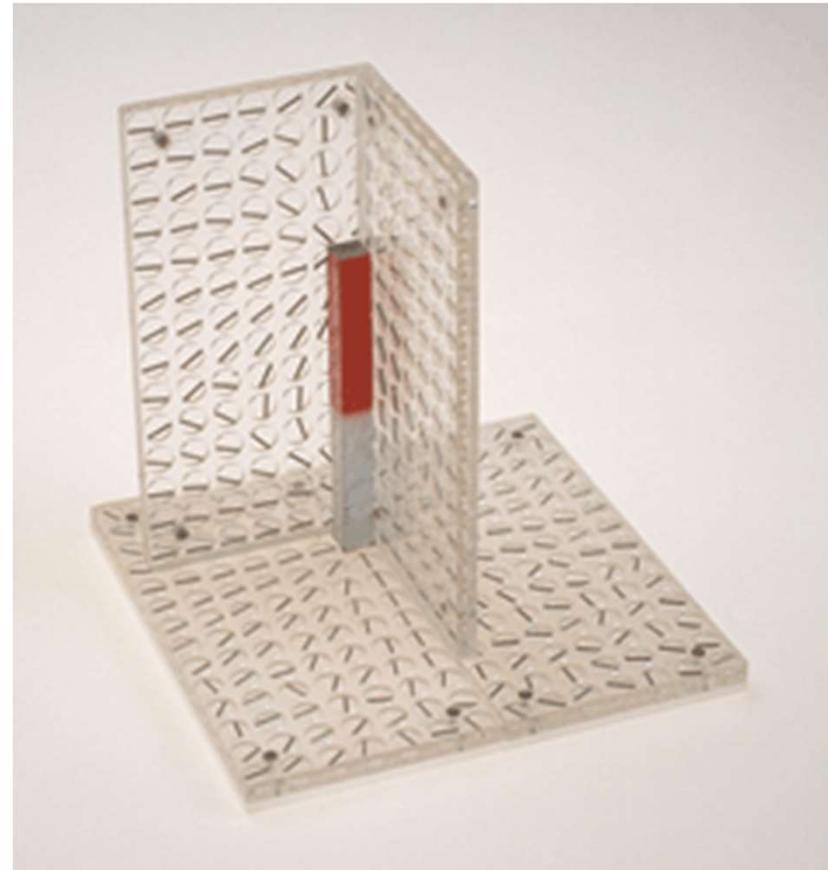


DEM 1.6: Gaiola Faraday

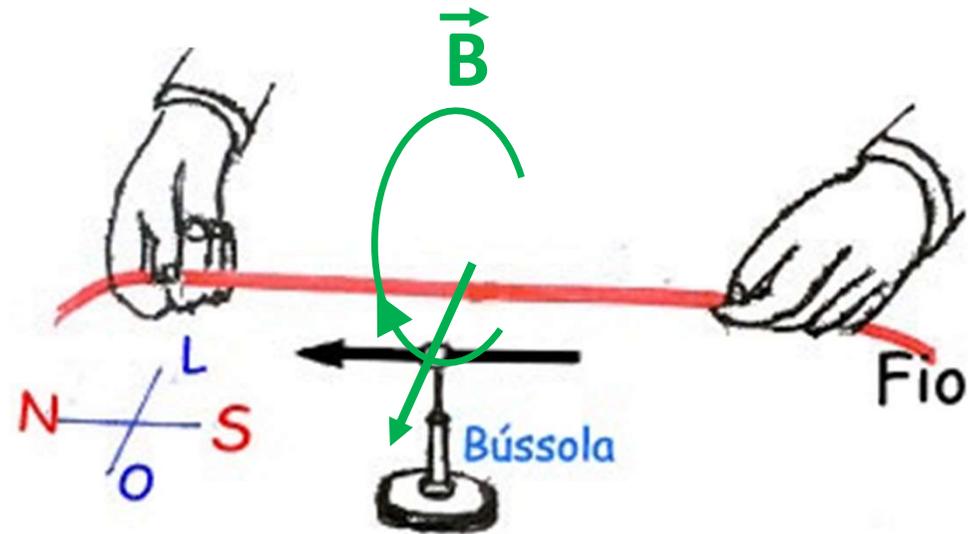




www.shutterstock.com · 520568617



DEM 2.2: Experiência de Oersted

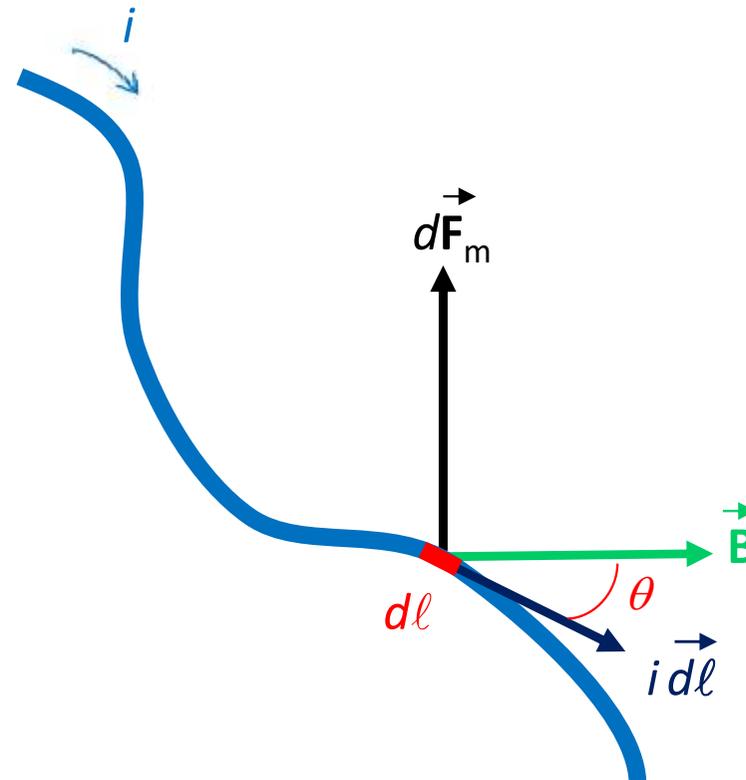


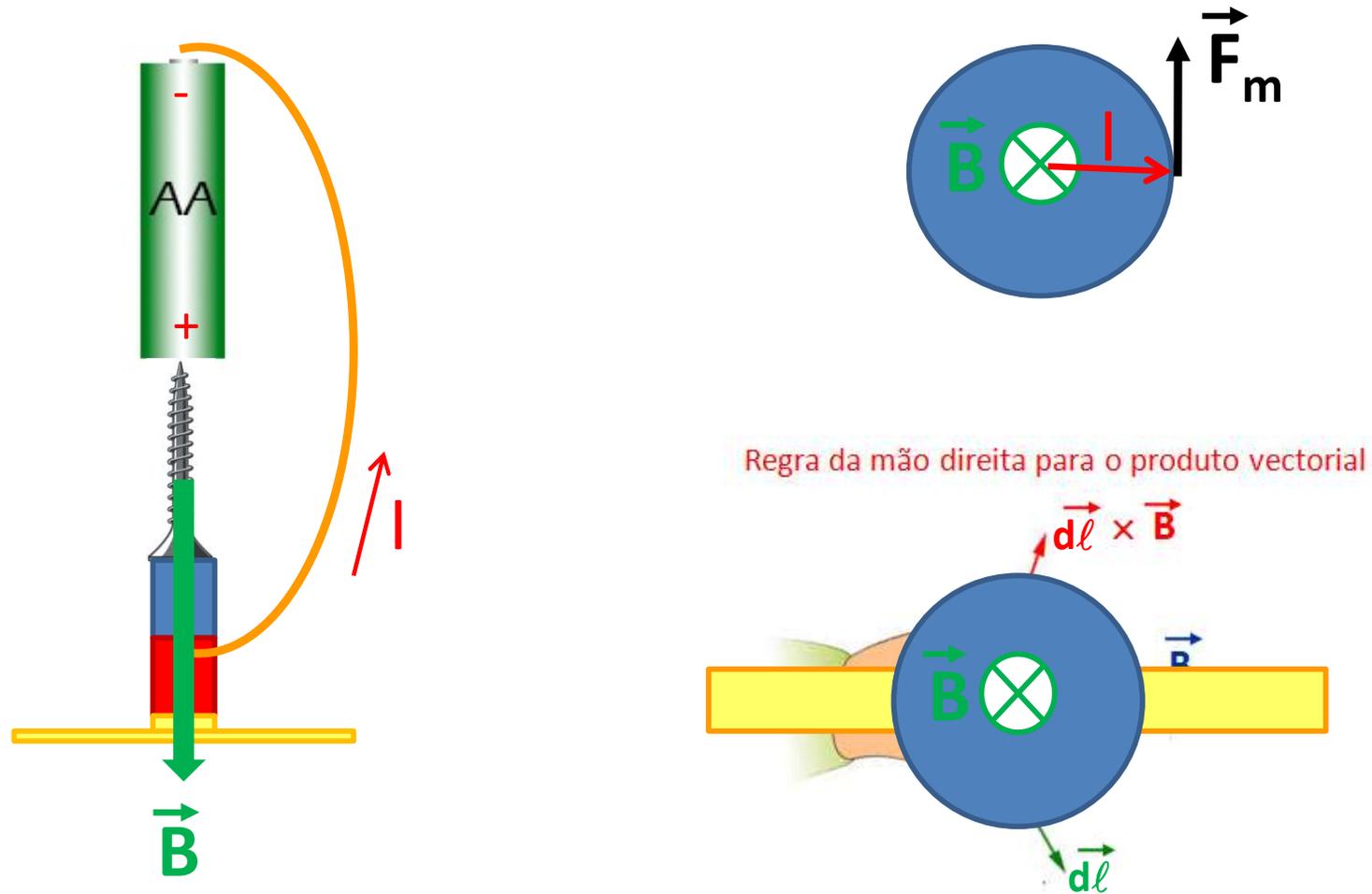
Considere-se um condutor filiforme (de espessura desprezável), atravessado por uma corrente de intensidade i e submetido a um campo magnético, caracterizado pelo vector indução magnética \vec{B} . Sobre cada elemento de corrente do condutor, actuará uma força magnética:

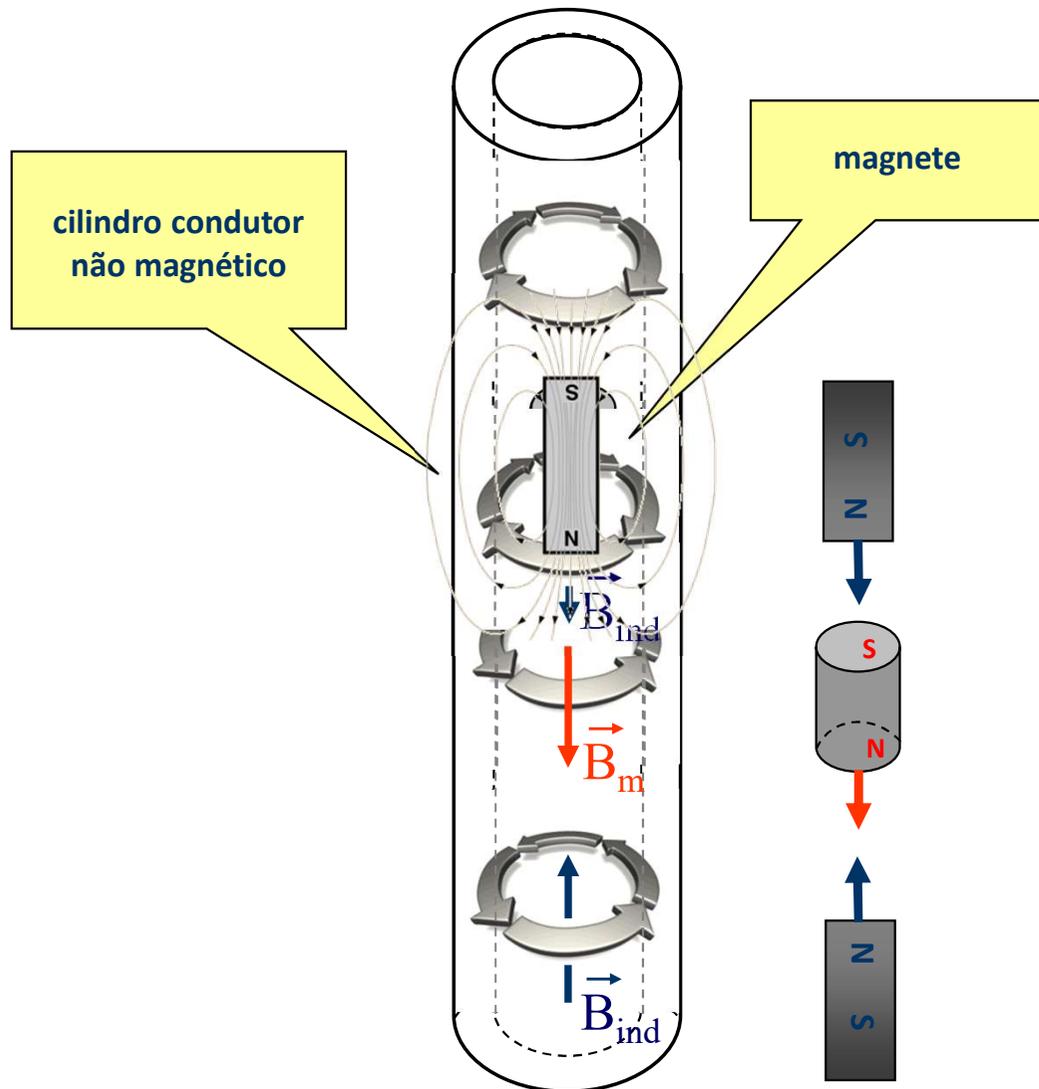
$$d\vec{F}_m = i d\vec{\ell} \times \vec{B}$$

A força magnética resultante sobre o fio será:

$$\vec{F}_m = \int_{\text{fio}} d\vec{F}_m = \int_{\text{fio}} i d\vec{\ell} \times \vec{B}$$







Lei de Faraday

A variação do fluxo magnético através de um circuito condutor dá origem ao aparecimento de uma força electromotriz induzida e de uma corrente induzida, se o circuito fôr fechado.

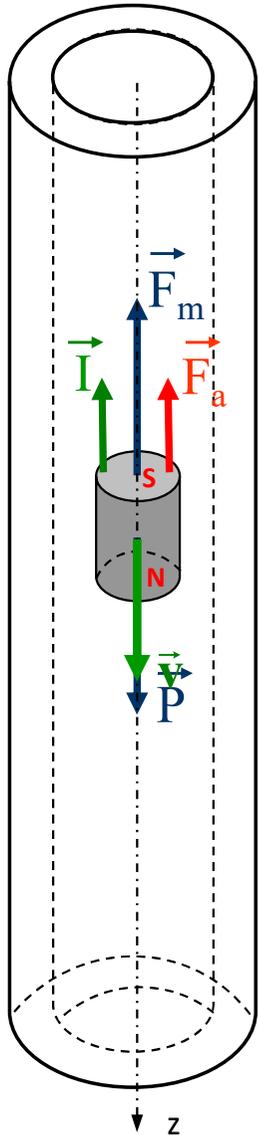
$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

Lei de Lenz

A corrente induzida num circuito produz um campo magnético que se opõe à variação do fluxo magnético que lhe dá origem.

Uma força magnética com sentido contrário à velocidade do magnete actua sobre este, amortecendo-lhe o movimento:

$$\vec{F}_m = -k \vec{v}$$

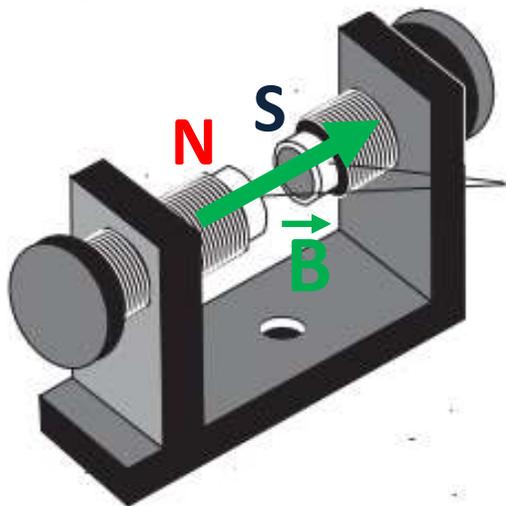


- \vec{P} Peso do magnete
- \vec{F}_m Força magnética
- \vec{F}_a Resistência do ar ($F_a \propto v^2$)
- \vec{I} Impulsão

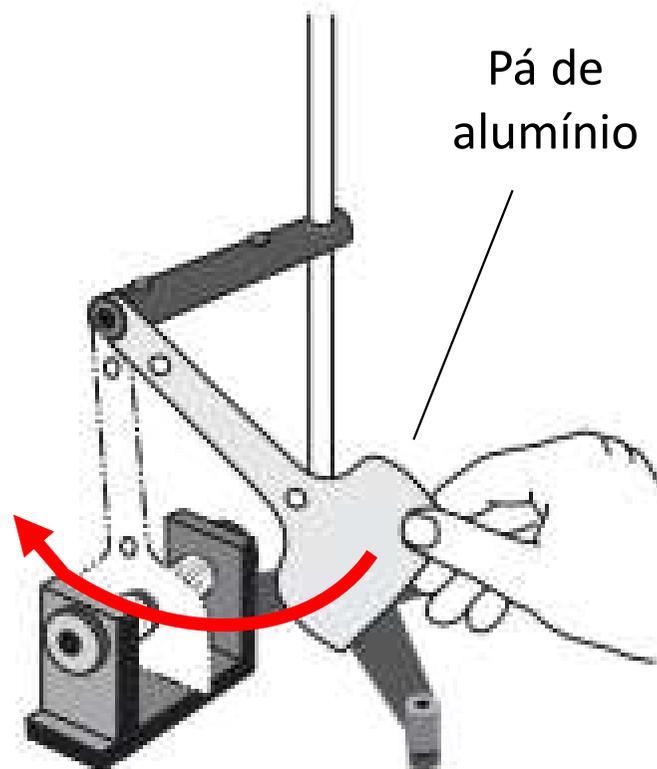
Equação do movimento:

$$M \frac{d^2 z}{dt^2} = Mg - kv = Mg - k \frac{dz}{dt}$$

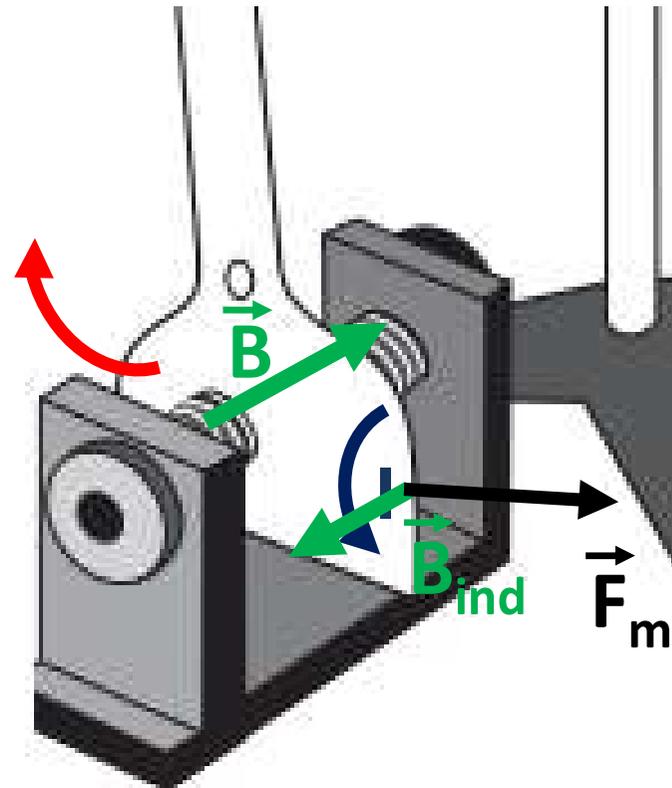
$$v = \frac{dz}{dt} = \frac{Mg}{k} \left(1 - e^{-\frac{k}{M}t}\right) \quad \longrightarrow \quad v \cong \frac{Mg}{k} = \frac{L}{T_q}$$



Magnetes de NdFeB

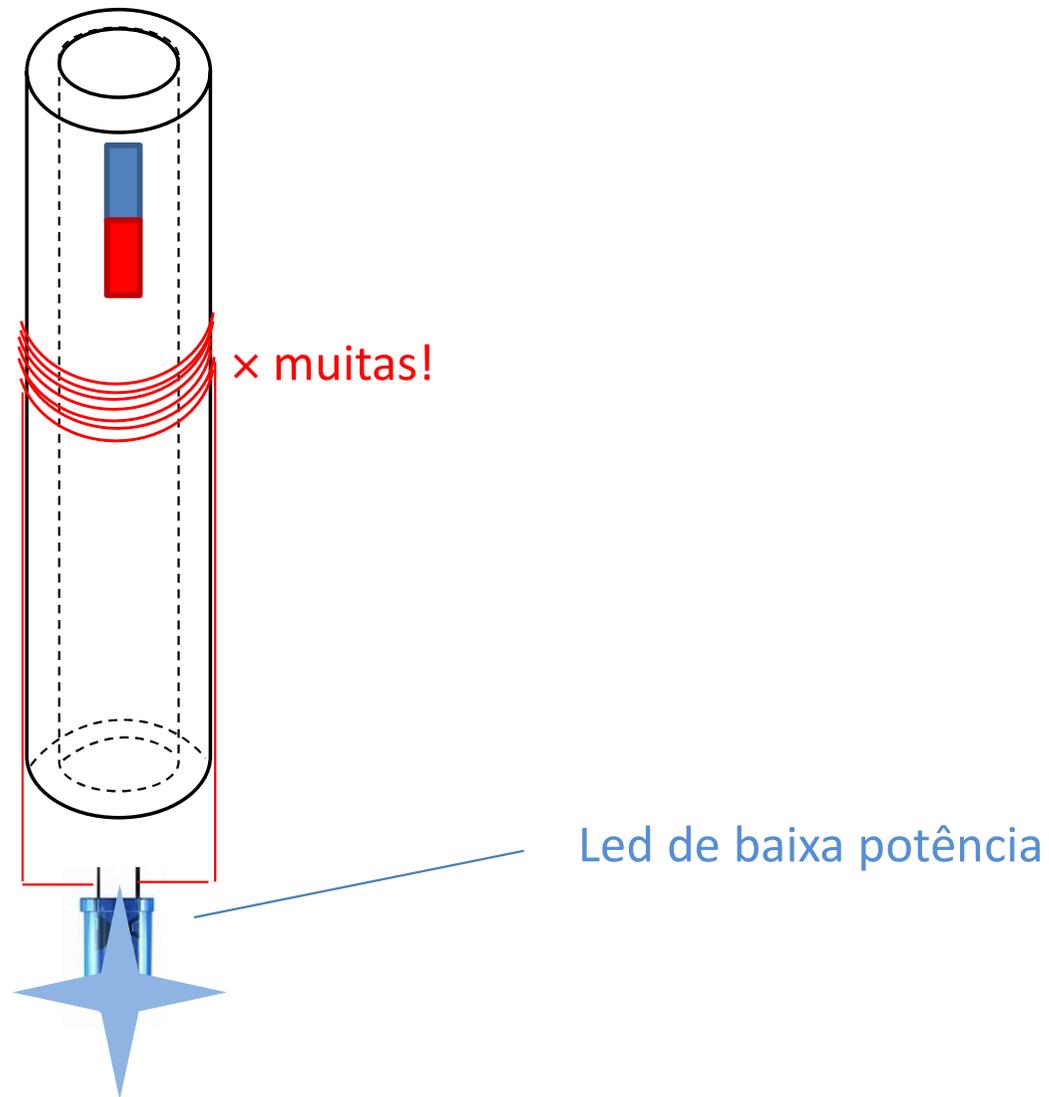


Gap (cm)	Magnetic Field at Poles (Tesla/Gauss)	Magnetic Field at Midpoint between Poles (Tesla/Gauss)
0.5	0.75/7500	0.75/7500
1.0	0.60/6000	0.50/5000
8.9	0.40/4000	0.007/70

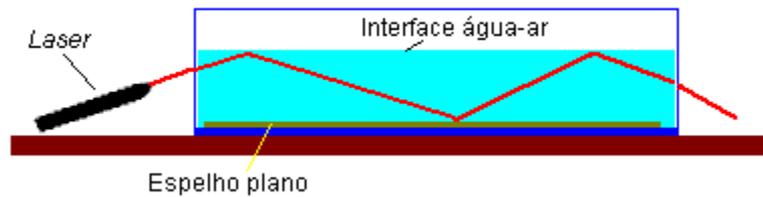
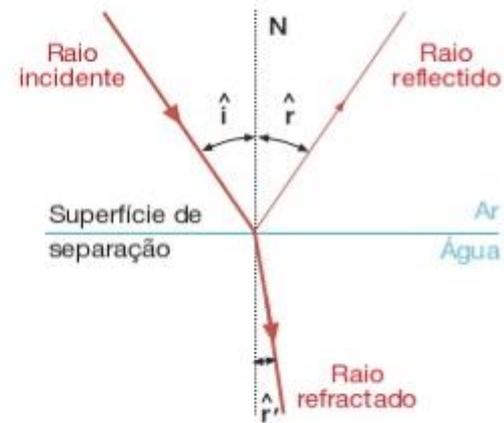


Lei de Lenz: a corrente induzida na pá vai contrariar a variação de fluxo que lhe dá origem.

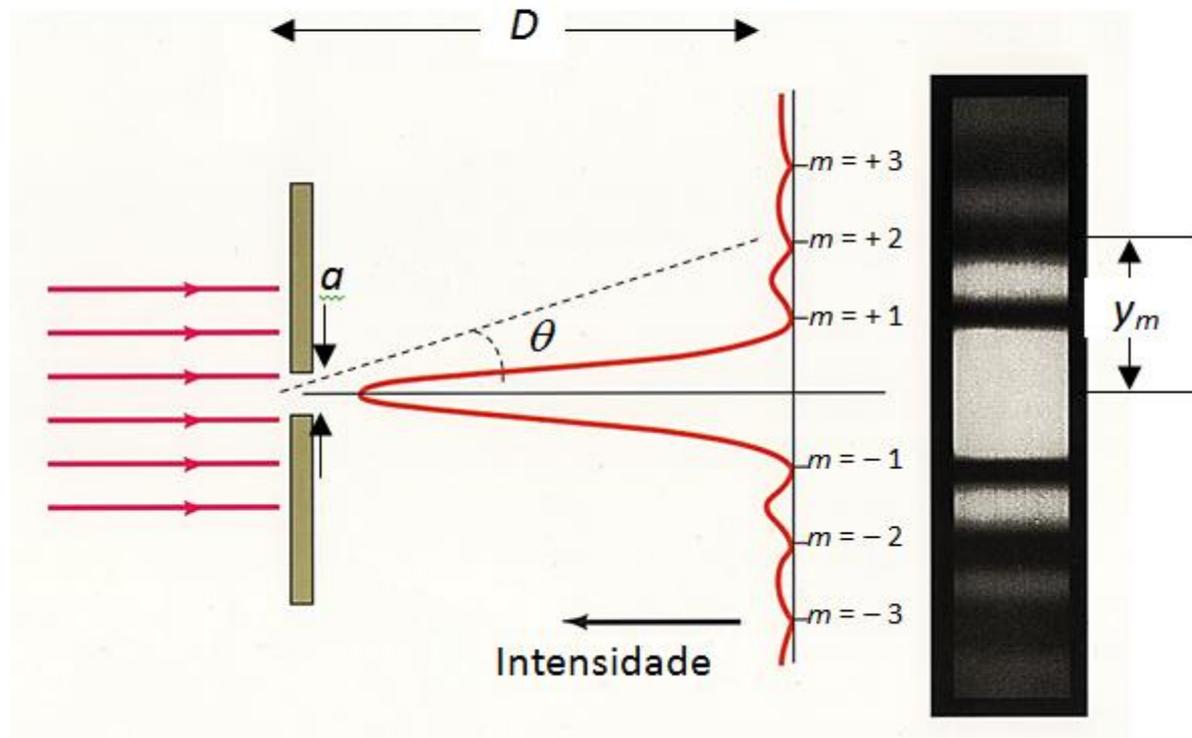
A força magnética sobre a corrente induzida, contraria o movimento da pá, levando-a a parar.



DEM 4.1 : Reflexão e refração

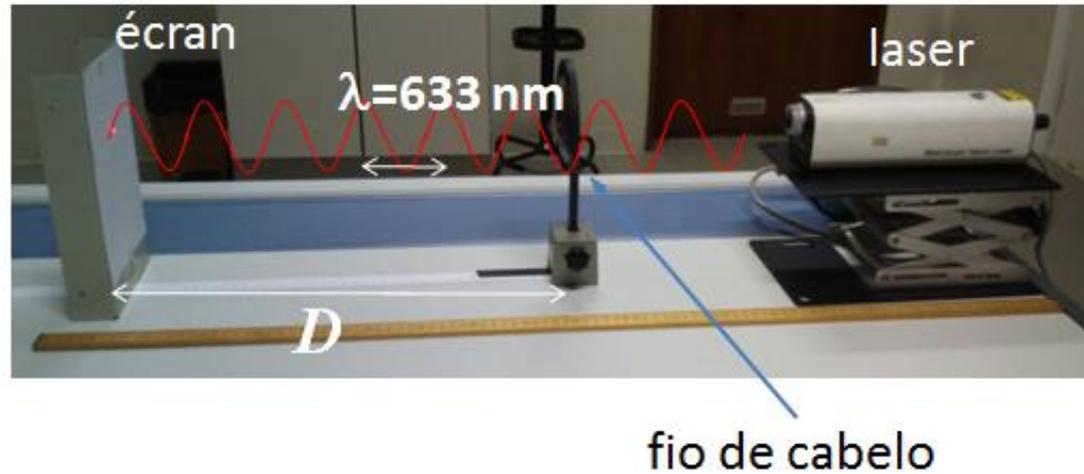


DEM 4.2: Difração por uma fenda



$$a \sin \theta = m \lambda$$

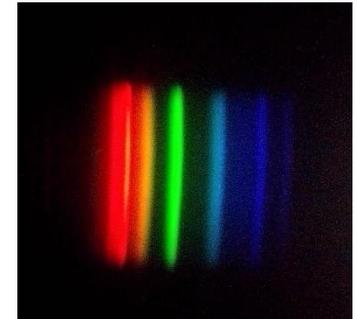
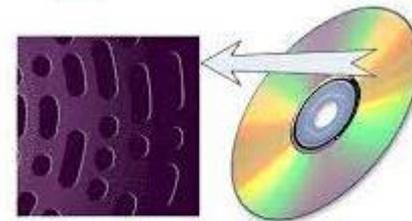
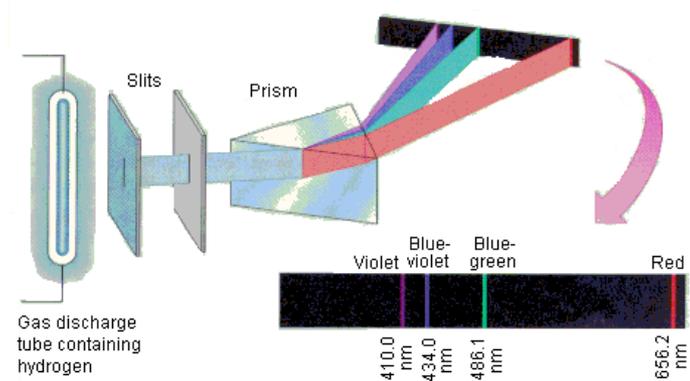
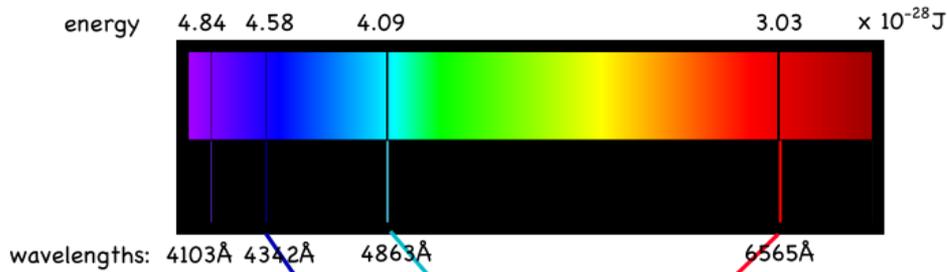
DEM 4.3: Espessura de um cabelo



Cálculo: $d = \lambda D / y$

$$\left\{ \begin{array}{l} d - \text{espessura do cabelo } (\mu\text{m}) \\ \lambda - \text{comprimento de onda (633 nm)} \\ D - \text{distância do cabelo ao ecrã (m)} \\ y - \text{distância entre mínimos adjacentes (mm)} \end{array} \right.$$

DEM 4.4: Espectros de emissão





Vamos meter as mãos na caixa!

