



Electrostática e Campo eléctrico

Modelo e propriedades da carga eléctrica

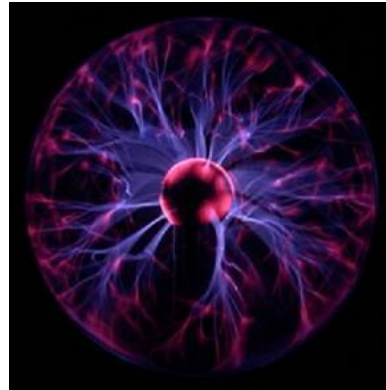
Propriedades eléctricas dos materiais

Condutores e isolantes

Interacção entre cargas eléctricas

Lei de *Coulomb*

Força eléctrica.



A palavra **electricidade** tem origem no **âmbar**.



O âmbar é uma resina fóssil muito usado em objectos ornamentais.

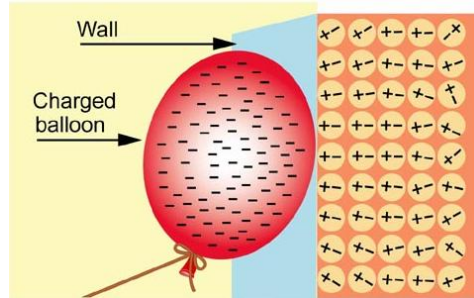
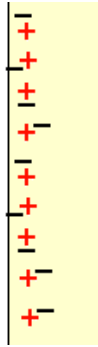
Sabe-se que as árvores (principalmente os pinheiros) cuja resina se transformou em âmbar viveram há milhões de anos em regiões de clima temperado. Nas zonas cujo clima era tropical, o âmbar foi formado por plantas leguminosas.

[...]

O âmbar verdadeiro tem sido chamado às vezes de *karabe*, uma palavra da derivação oriental significando "**o que atrai a palha**", em alusão ao poder que o âmbar possui de **adquirir uma carga eléctrica pela fricção**. Esta propriedade, observada primeiramente por *Thales de Mileto*, sugeriu a palavra "electricidade", do grego **elektron** nome aplicado, entretanto, ao âmbar.



©1999 Science Joy Wagon



Cacilda Moura-DFUM

Capítulo 1(1_4)

3



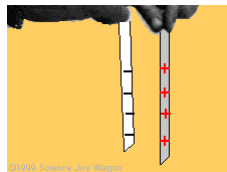
Carregar dois materiais diferentes utilizando um pano de lã



©1999 Science Joy Wagon



©1999 Science Joy Wagon



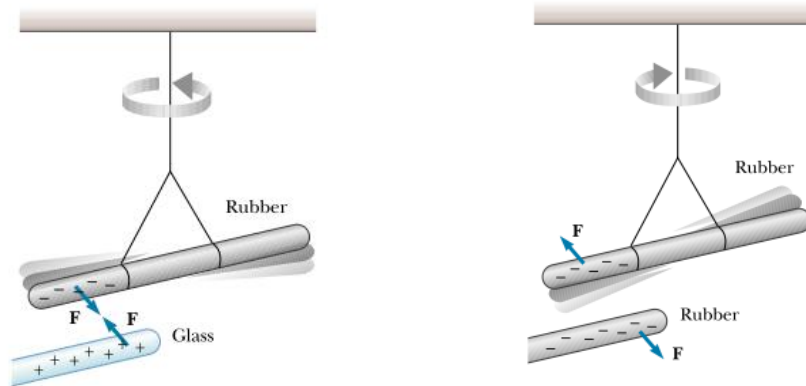
©1999 Science Joy Wagon

<http://www.regentsprep.org/Regents/physics/phys03/aeleclab/chargstp.htm>

Cacilda Moura-DFUM

Capítulo 1(1_4)

4



Que tipo de informação podemos obter com este tipo de experiências? Que experiências se devem fazer?

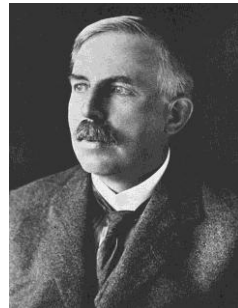
Estas experiências permitem obter informação sobre o sinal da carga de cada barra?

**Cargas de sinal contrário atraem-se,
Cargas do mesmo sinal repelem-se.**



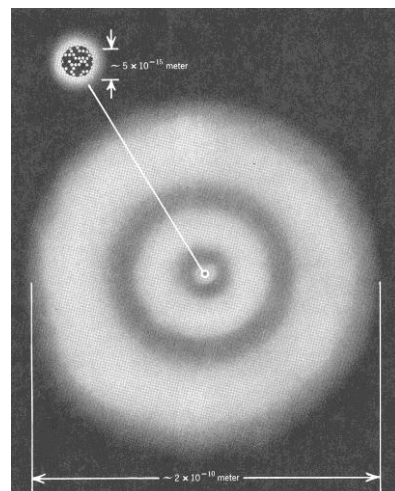
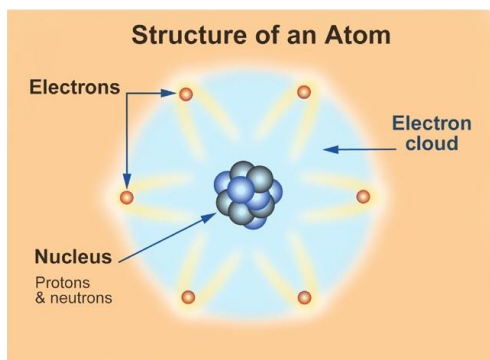
Bejamim Franklin (1706-1790) descreve a carga eléctrica como uma espécie de fluido sem massa *Cada objecto tem determinada quantidade de electricidade que pode ser transferida para outro quando entrarem em contacto (um fica com excesso e outro com deficiência)*

Rutherford (1871-1937) mostra como a matéria está organizada e identifica a carga dos seus constituintes



Os átomos têm **electrões** (com carga negativa) e **núcleos**.

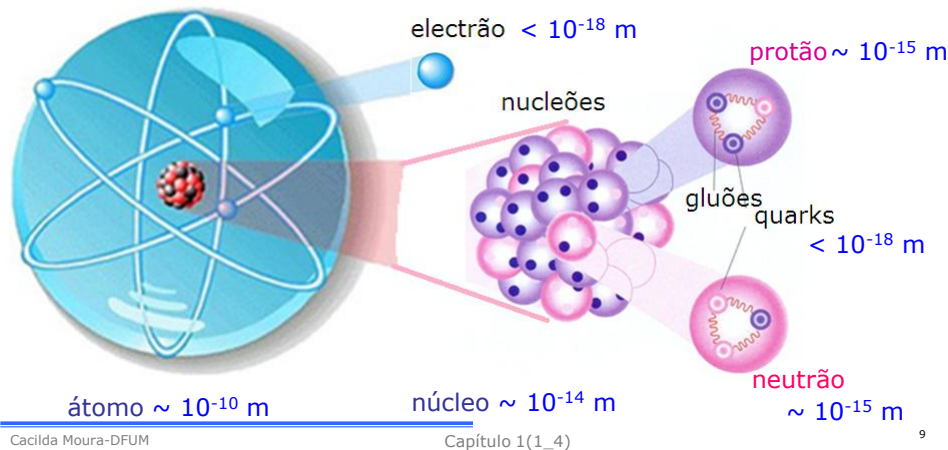
Os núcleos são constituídos por protões (com carga positiva) e neutrões (carga nula).





Do átomo aos quarks

Quão pequenos são os mais pequenos constituintes da matéria?



A carga eléctrica é uma propriedade fundamental das partículas elementares da matéria (protões, electrões, neutrões)

	Massa (kg)	Carga (C)
protão	1.6726×10 ⁻²⁷	1.602×10 ⁻¹⁹
neutrão	1.6749×10 ⁻²⁷	0
electrão	9.1093×10 ⁻³¹	- 1.602×10 ⁻¹⁹

A unidade fundamental de carga é: **e = 1.60×10⁻¹⁹ C**



Qual a carga do balão?



$$q = e \times N_p - e \times N_e$$

$$q = e \times (N_p - N_e)$$

$$q = e \times N$$

número inteiro

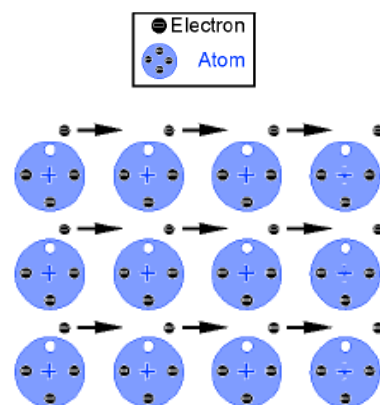
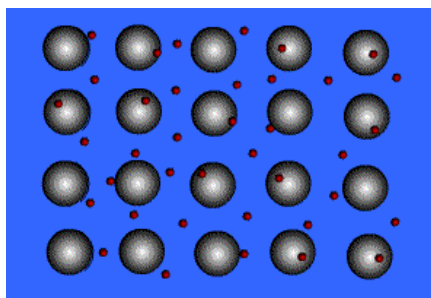


Lei da conservação da carga:

A carga não “aparece” nem “desaparece” : pode ser transferida.



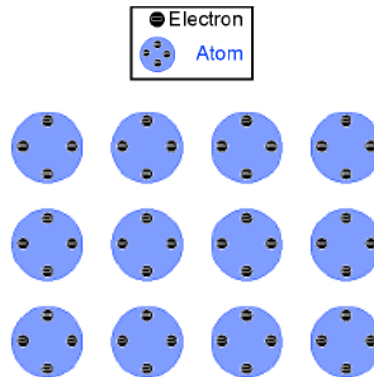
Há materiais que conduzem a corrente eléctrica e outros são isoladores, porquê?



Nos materiais condutores (como os metais), os electrões “livres” podem mover-se facilmente

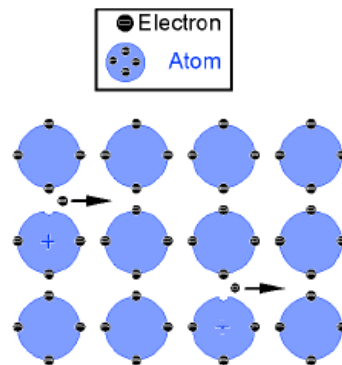


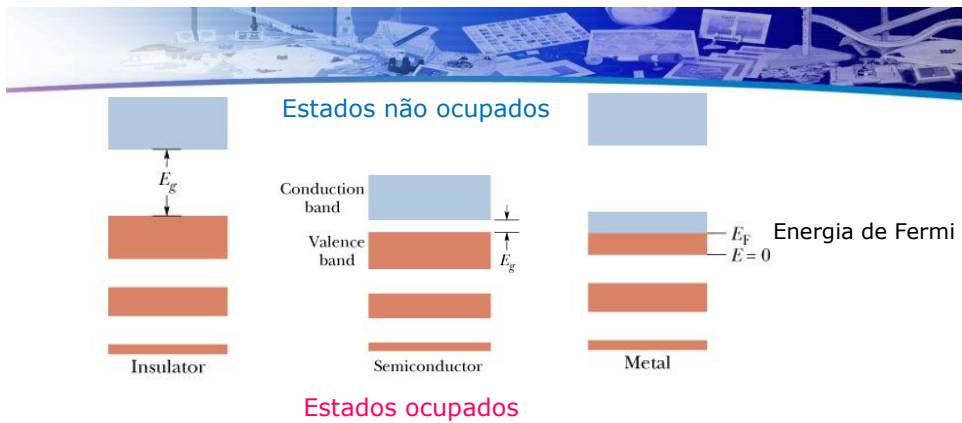
Num isolador, os electrões não se podem mover livremente



Num semiconductor os electrões encontram-se fracamente ligados.

A densidade de electrões livres determina a condutividade de um semiconductor





- Num sólido os electrões distribuem-se em bandas de energia
- Os electrões vão ocupando os estados de mais baixa energia e vão preenchendo a banda
- A última banda a ser preenchida é a banda de valência.

Eletrização

1- Electrização por Atrito

Acontece quando se friccionam dois corpos. Os corpos assim eletrizados têm cargas de sinais opostos. (Já vista no início desta série de slides)

2- Electrização por Contacto

Quando dois corpos condutores entram em contacto, estando um neutro e o outro carregado, observa-se que ambos ficam carregados com cargas de mesmo sinal.

Carregamento de um condutor por contacto

Esf. Metálica Descarregada (neutra)

O que acontece se a barra for colocada em contacto com a esfera de metal ?

E se agora removermos a barra negativa?

carga negativa

Cacilda Moura-DFUM

Capítulo 1(1_4)

17



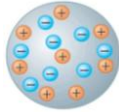
3- Electrização por Indução

A indução ocorre quando se tem um corpo que está inicialmente eletrizado e é colocado próximo de um corpo neutro. Com isso, a configuração das cargas do corpo neutro modifica-se de forma que as cargas de sinal contrário às do primeiro tendem a aproximar-se do mesmo. Porém, as de sinal igual tendem a ficar o mais afastadas possível. Ou seja, na indução ocorre a separação entre algumas cargas positivas e negativas do corpo neutro ou corpo induzido.



Carregamento de um condutor por indução

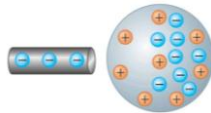
Esf. Metálica
descarregada
(neutra)



barra negativa

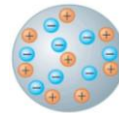


O que acontece se houver aproximação da barra negativa à esfera ?

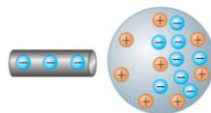


E se agora removermos a barra?

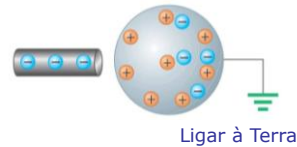
Esf. Metálica descarregada
(neutra)



Carregamento de um condutor por indução

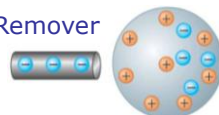


E se agora ligarmos a esfera à Terra?

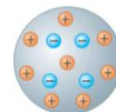


E se agora removermos a barra negativa?

Remover

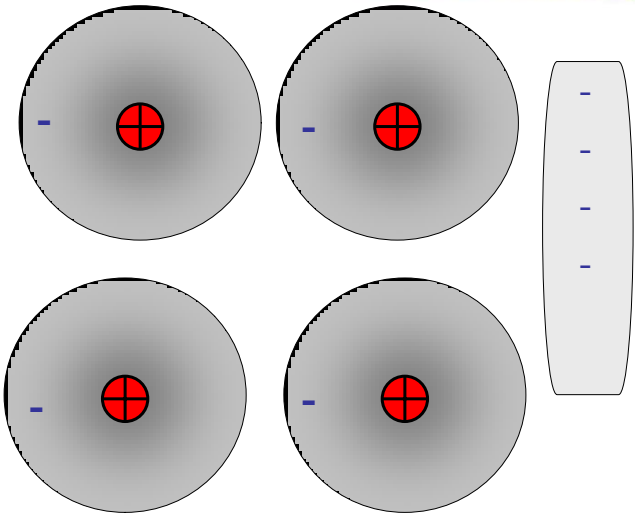


carga positiva

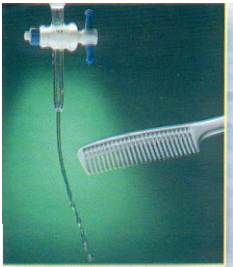
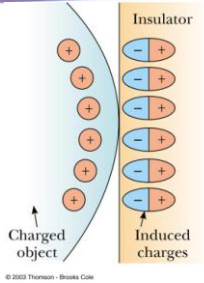


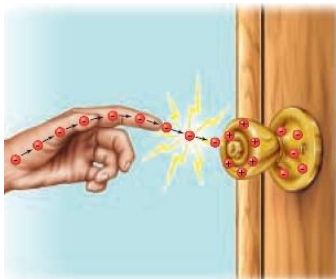
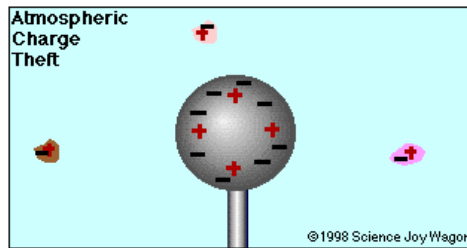
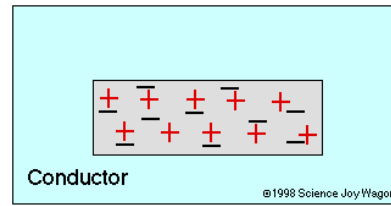
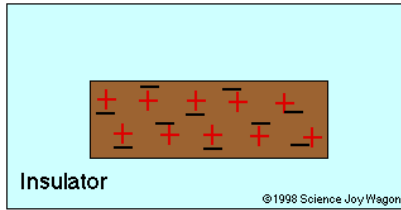


E se o material
for um isolador ?

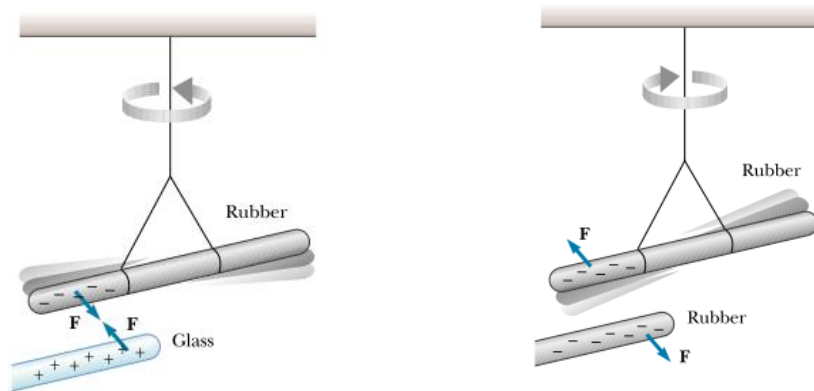


- Realinhamento de carga na superfície de um isolador: *polarização*.

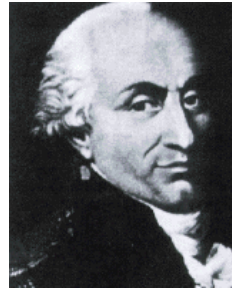




Quando uma pessoa anda (sobre um tapete), o corpo vai adquirindo carga eléctrica devido à fricção com o chão. Quando se coloca a mão na maçaneta da porta, vai existir um fluxo de cargas eléctricas entre a maçaneta e a mão, e sente-se um choque.

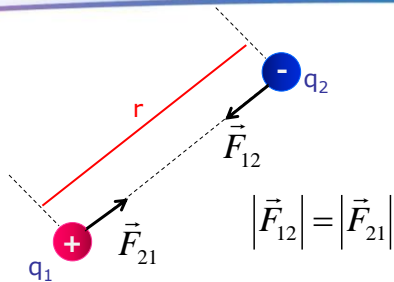


Como determinar a força de interacção entre partículas carregadas?

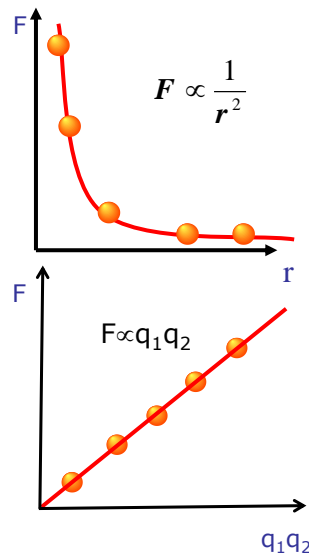


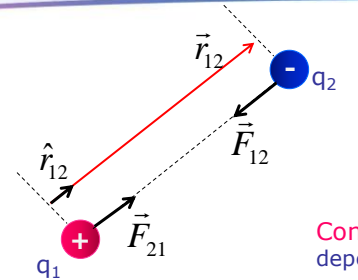
(1736-1806)

Charles Coulomb, utilizando uma balança de torção determinou experimentalmente a intensidade da força eléctrica entre partículas carregadas.



$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$$





$\vec{F}_{21} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}_{12} \quad \vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$

Constante electrostática
 depende do meio onde se dá a interacção

$k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0}$
 $\approx 9 \times 10^9 \text{ C}^{-2} \text{ Nm}^2$

Permittividade eléctrica do vazio
 ($8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$)

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

Lei de Coulomb

A lei de Coulomb só é válida para cargas pontuais em repouso.

Cacilda Moura-DFUM
 Capítulo 1(1_4)
29



E no caso de existirem várias cargas?
 Qual a força a que cada carga está sujeita?

Princípio da sobreposição

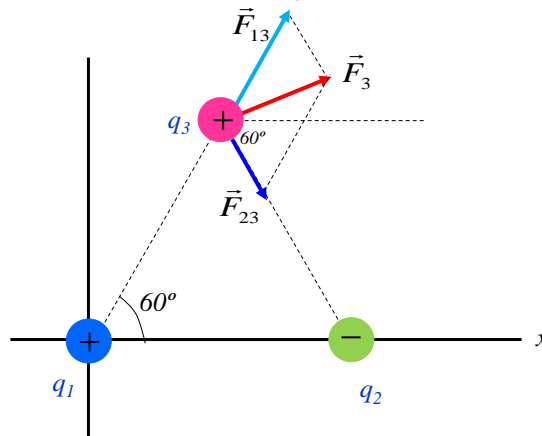
A força entre qualquer par de cargas é dada pela lei de Coulomb.

A força resultante sobre qualquer das cargas é igual à **soma vectorial** das forças devidas às cargas individuais.

$$\vec{F}_0 = \vec{F}_{10} + \vec{F}_{20} + \vec{F}_{30} = k \sum_{i=1}^n \frac{q_0 q_i}{r_{0i}^2} \hat{r}_{0i}$$



Considere três cargas pontuais localizadas nos vértices de um triângulo de lado $a=0.10\text{m}$. As cargas são $q_1=q_3=5.0\mu\text{C}$ e $q_2=-2.0\mu\text{C}$. Calcular a força resultante que actua na carga q_3 .



Richard Feynman

Ainda assim, tão perfeito é o balanço [entre cargas positivas e negativas no corpo humano] que mesmo que, se se colocar perto de alguém, não sentirá qualquer força. Se estivesse a um braço de distância de alguém e se ambos tivessem 1% de electrões a mais do que de prótons, a força de repulsão seria incrível. Quão grande? Suficiente para levantar o Empire State Building?

Não!

Suficiente para levantar o Monte Everest?

Não!

A repulsão seria suficiente para levantar um "peso" equivalente à massa da Terra.



- Existem dois tipos de carga eléctrica: positiva e negativa
 - Cargas de sinal contrário atraem-se
 - Cargas do mesmo sinal repelem-se
- A carga é conservada
- A carga é quantizada
- A Lei de Coulomb descreve a força electrostática entre cargas eléctricas pontuais em repouso.
- O princípio da sobreposição permite determinar a força eléctrica resultante que actua numa carga devido um sistema de cargas pontuais.