

DISCIPLINA: FISICA II - Eletricidade e Magnetismo

<http://cursos.if.uff.br/fisica2>

INFORMAÇÕES IMPORTANTES:

- 1. Plano do curso:** o que será visto em cada aula
- 2. As datas de todos exames**
- 3. Os critérios de aprovação**
- 4. O(s) livro(s) texto(s)**
- 5. As listas de exercícios sugeridos para cada capítulo**
- 6. Os horários e locais de atendimento extra-classe**
- 7. Curiosidades e links de interesse**

Projeto Sei Mais Fisica

Aulas do Prof. Ernesto sobre Eletricidade

<http://www.youtube.com/playlist?list=PL37711CAF630F625D>

FISICA II - Eletricidade e Magnetismo

600 aC os gregos já conheciam a atração elétrica (eletrização) e a magnetita (magnética).

Só 2400 anos depois, Oersted (em 1820) descobriu que os fenômenos elétricos e magnéticos estão interligados: corrente elétrica produz campo magnético.

No século XIX Faraday e Maxwell deram contribuições extraordinárias para esse campo do conhecimento.

Faraday mostrou que o reverso também acontecia: da mesma forma que eletricidade gera magnetismo, magnetismo pode gerar eletricidade.

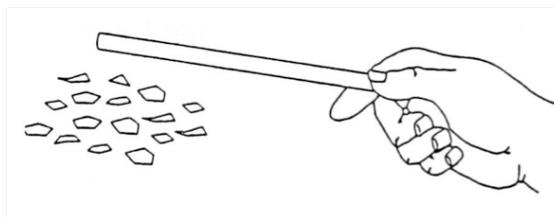
Suas descobertas e as de outros pesquisadores culminaram com a formulação da teoria eletromagnética (por Maxwell), que unificou a descrição dos fenômenos elétricos, magnéticos e ópticos.

Maxwell conseguiu sintetizar matematicamente a descrição de todos os fenômenos elétricos e magnéticos conhecidos com quatro equações interligadas (as famosas quatro equações de Maxwell) e provou que a luz é uma onda eletromagnética.

O impacto na sociedade foi imenso: a luz elétrica, os motores elétricos, a transmissão de voz (rádio, telefonia), depois imagem (televisão), a descoberta do laser, das fibras ópticas, a capacidade de transmitir informação em enormes quantidades e com altíssima velocidade (dados, som e imagem), o controle do transporte de carga elétrica permitiu o desenvolvimento de aparelhos eletrônicos, etc ...

Um dos objetivos desse curso é apresentar alguns fundamentos dessa teoria a vocês.

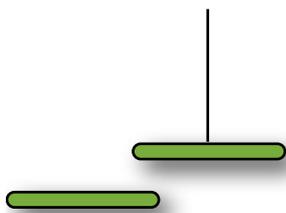
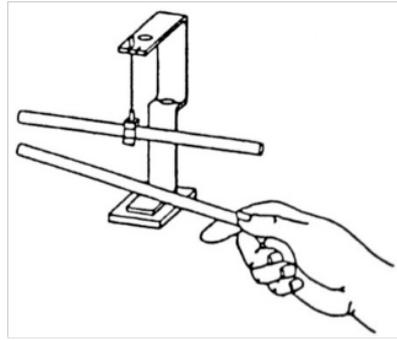
Inicialmente, com o auxílio de um canudinho de plástico, um punhado de pedacinhos de papel de seda picados em pedaços bem pequenos e um pano, é possível demonstrar que o canudinho, após friccionado com o pano/papel, passa a atrair os pedacinhos de papel, coisa que ele não fazia antes de ser friccionado.



Porque o canudo passou a atrair os pedacinhos de papel depois de friccionado?

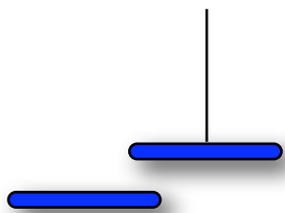
Alguma coisa foi transferida entre o pano e o canudo no processo de fricção e esta coisa tem a propriedade de atrair alguns objetos.

Vamos fazer algo mais sistemático: as primeiras experiências



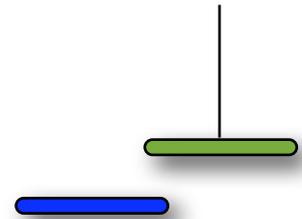
vidro atritado com
seda

REPELE



plástico atritado com
pele de coelho

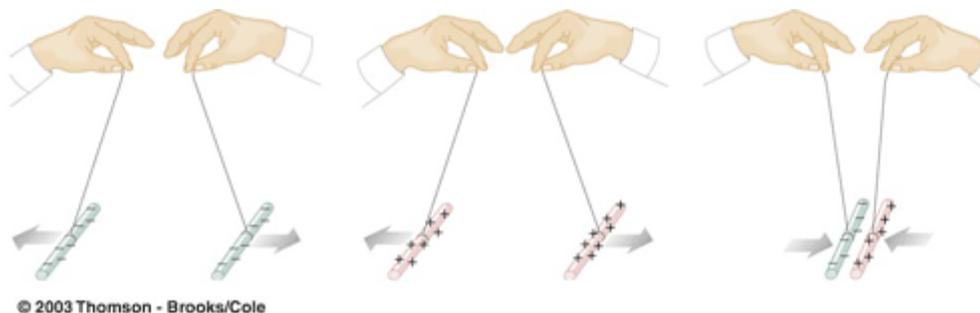
REPELE



vidro com seda
plástico com pele

ATRAI

1. Atrita-se dois bastões de vidro com seda, sendo que um deles está pendurado em uma linha de nylon. Ao aproximar os dois bastões, observamos que eles se repelem.
2. Atrita-se dois bastões de plástico com pele animal (pele de coelho por exemplo), sendo que um deles está pendurado em uma linha de nylon. Ao aproximar os dois bastões, observamos que eles também se repelem.
3. Entretanto, ao aproximar o bastão de vidro atritado com seda do bastão de plástico atritado com pele, ou vice-versa, observamos que eles se atraem.



© 2003 Thomson - Brooks/Cole

Construção lógica:

1. A esfregação transfere algo entre o bastão e o esfregão.
2. Existem dois tipos desse algo.
3. Algo do mesmo tipo se repelem, de tipos diferentes se atraem.

Chamamos esse algo transferido de carga elétrica.

Há dois tipos de carga elétrica: chamamos de carga positiva e carga negativa.

Cargas de mesmo sinal se repelem, e cargas de sinais opostos se atraem.

No caso relatado, o vidro (+) a seda (-); o plástico (-) e a pele animal (+)

Fenômenos eletrostáticos (cargas em repouso) são frequentes, principalmente em regiões de clima seco, por exemplo os choques (descargas elétricas) em maçanetas. Os raios são os mais exuberantes (Franklin mostrou que decorrem de transferência de cargas elétricas entre a nuvem carregada e o para-raios), tal e qual as faíscas na maçaneta, só que em escala muito maior.

4. Cargas elétricas fluem com facilidades distintas através de diferentes materiais.

Se elas fluem com facilidade o material é classificado como condutor de eletricidade; se elas não fluem, ou o fazem com extrema dificuldade, o material é classificado como isolante. Entre estes dois extremos encontram-se os materiais semicondutores. Neles, em certas condições, as cargas fluem e em outras não (depende, por exemplo, da temperatura, da intensidade do estímulo elétrico feito para elas fluírem, entre outros fatores)

- O Cu, Au e Ag são excelentes condutores.
- A borracha e plásticos em geral, são isolantes.
- GaAs, Si, GaAs_xAl_{1-x} são semicondutores.

5. Cargas são quantizadas: experiência de Millikan

$$e = 1.602176487(40) \times 10^{-19} \text{ C}$$

6. Coulomb (C) é a unidade de carga: a corrente elétrica i é definida por $i = dq/dt$ (quantidade de carga que passa através de uma seção reta de um condutor por unidade de tempo). Decorre dessa definição que: $dq = idt$

1 C = quantidade de carga que passa através de uma seção reta de um condutor quando nele flui uma corrente de 1A

An electrostatics puzzler

<http://serc.carleton.edu/sp/compadre/demonstrations/examples/48756.html>

Resumo:

Há dois tipos de carga elétrica e objetos eletrizados interagem entre si.

Esta interação depende da distância entre os objetos eletrizados e da quantidade de carga transferida a eles.

De que forma acontece essas dependências?

Como que a força de interação depende das cargas e da distância entre elas?

Demonstrations of Coulomb's Law with an Electronic Balance

Adolf Cortel, IES El Cairat, Barcelona, Spain; acortel@pie.xtec.es

Referència: Physics Teacher Vol. 37, Oct. 1999

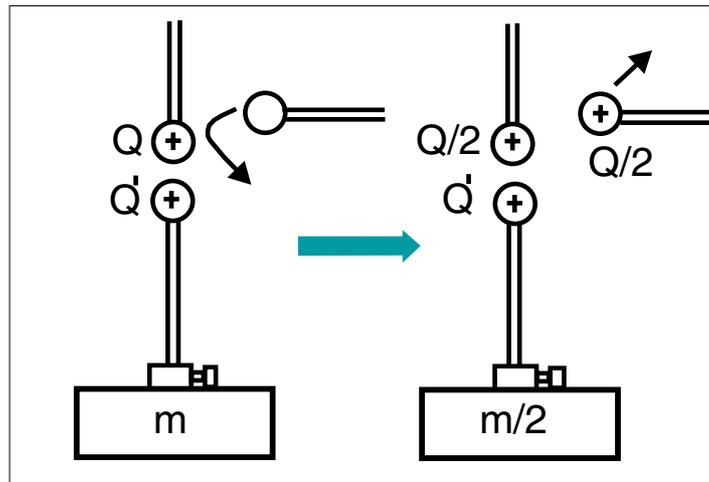


Fig. 3. Touching upper ball with an equal and discharged ball demonstrates that force of repulsion is directly proportional to the charge.

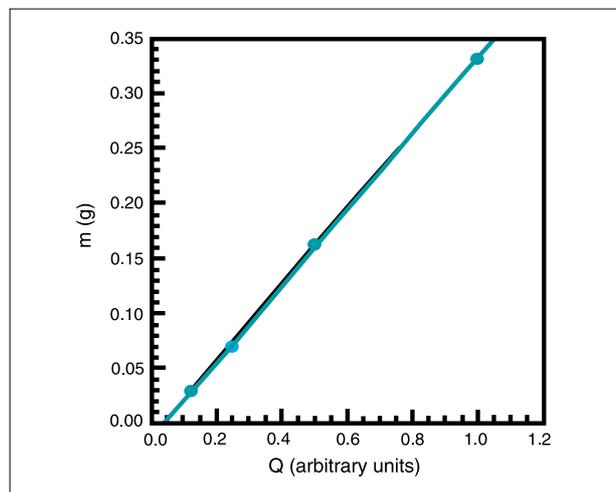


Fig. 4. Linear correlation between reading of balance and charge of upper ball.

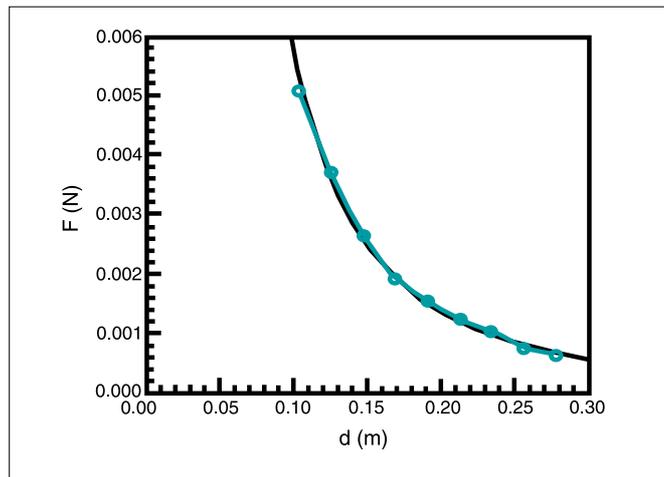
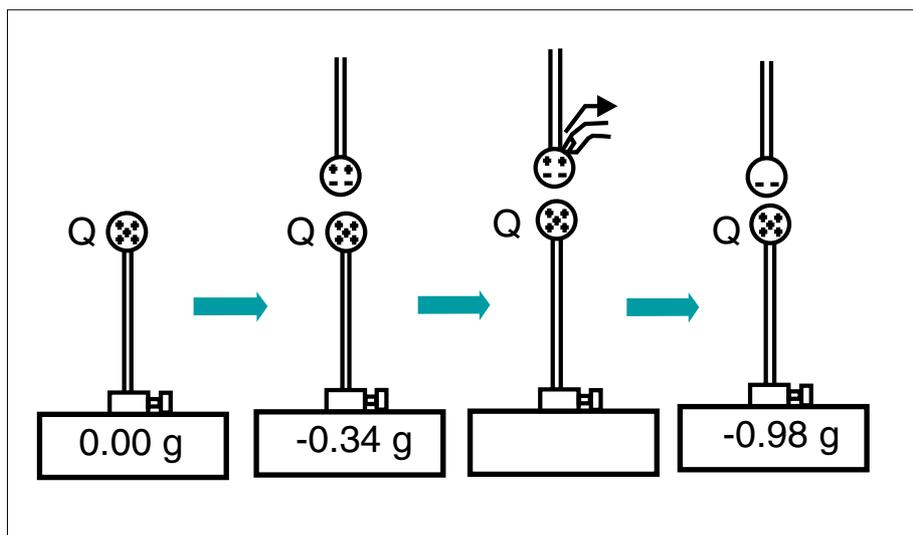


Fig. 2. Plot of sample readings of electronic balance vs distance between balls.

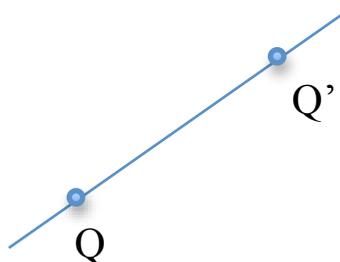


Esses resultados nos levam a concluir que a intensidade da força de interação eletrostática entre duas cargas Q e Q' , separadas por uma distância d , é descrita por

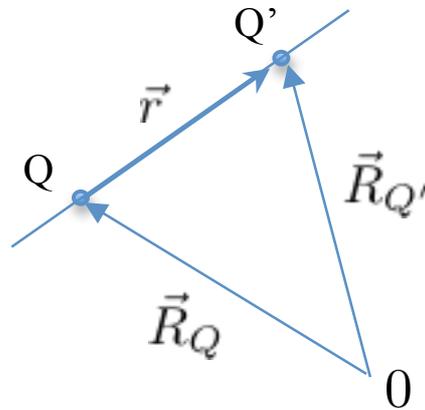
$$F = k \frac{QQ'}{d^2}$$

onde k é uma constante. Esta expressão é conhecida como a Lei de Coulomb.

Em se tratando de cargas pontuais, a direção da força entre elas é a da reta que une as duas cargas.



Esta força pode ser atrativa ou repulsiva, dependendo se Q e Q' forem do mesmo tipo ou de tipos distintos, o que pode ser expresso simbolicamente por terem o mesmo sinal ou sinais opostos, respectivamente. O sentido desta força pode ser representado matematicamente com o auxílio de vetores da seguinte forma:



Denotamos as posições das cargas Q e Q', respectivamente, por \vec{R}_Q e $\vec{R}_{Q'}$.

Sendo assim, a posição da carga Q' em relação à carga Q é dada por

$$\vec{r} = \vec{R}_{Q'} - \vec{R}_Q$$

a distância entre as cargas é

$$r = |\vec{r}|$$

Definindo o vetor unitário (de módulo igual a 1) no mesmo sentido e direção de

$$\hat{r} = \frac{\vec{r}}{r}$$

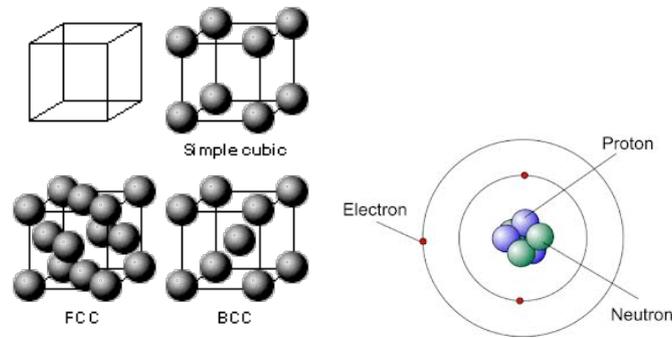
Podemos expressar a força que a carga Q faz sobre a carga Q' na forma

$$\vec{F}_{QQ'} = k \frac{QQ'}{r^2} \hat{r}$$

Com esta notação, vemos que se Q e Q' tiverem o mesmo sinal a força entre elas será repulsiva e se tiverem sinais opostos a força será atrativa, pois o sinal do produto das cargas indicará se a força que Q faz em Q' tem o mesmo sentido ou sentido oposto ao do vetor unitário .

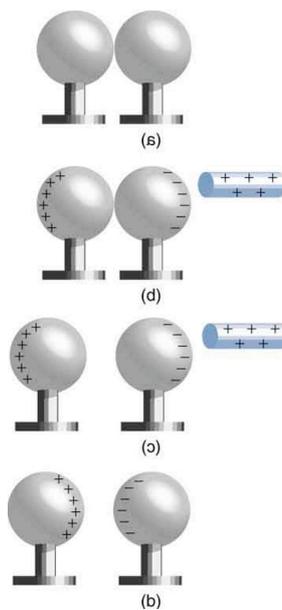
Um objeto neutro tem carga? Como vocês imaginam que o processo de fricção entre objetos neutros pode eletrizá-los? As cargas que eles adquirem vêm de onde?

Objetos que chamamos de neutros não têm excesso de cargas (mais cargas de um tipo que do outro), porém, são constituídos por partículas carregadas, que podem ser transferidas de um material para outro por fricção.

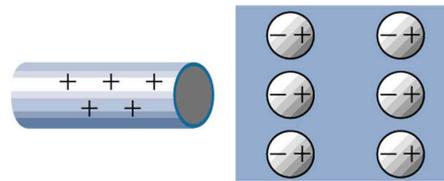


Dividimos, qualitativamente, os materiais em dois grandes grupos: condutores e isolantes. Os condutores têm elétrons quase livres, que são chamados de elétrons de condução, e os isolantes não dispõem desses elétrons livres. Os nomes são sugestivos, indicando que os materiais que fazem parte do primeiro grupo são bons condutores de eletricidade e os do segundo não.

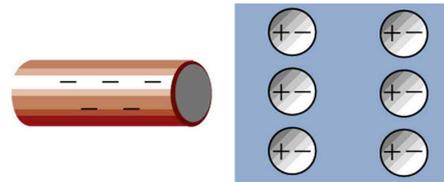
Indução eletrostática: o que acontece com os elétrons de condução nos sistemas metálicos (materiais condutores) quando um objeto eletrizado aproxima-se deles?



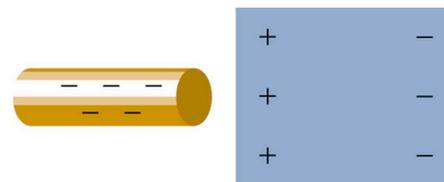
O que deve acontecer no caso dos isolantes, que não dispõem de elétrons de condução (livres)?



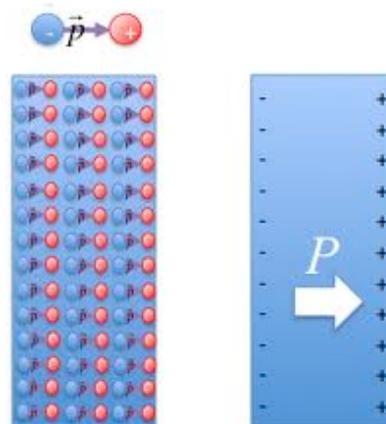
(a)



(b)



(c)

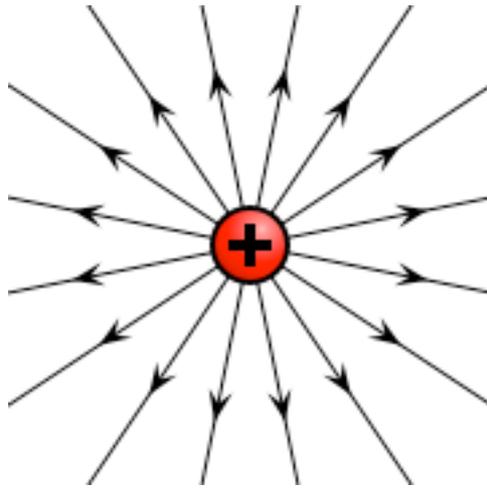


Em escala atômica esses materiais também ficam polarizados.

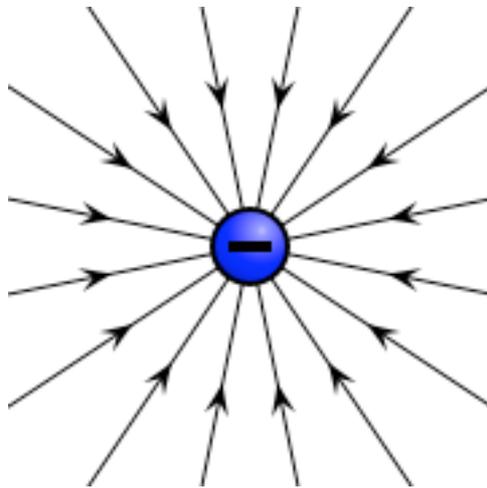
Objetos carregados se repelem ou se atraem dependendo se as cargas envolvidas forem do mesmo tipo ou de tipos distintos.

Um objeto eletrizado atrai um objeto neutro. Um objeto neutro atrai um objeto eletrizado? Eletrizando o bastão suspenso no suporte isolante e aproximando o bastão neutro dele, verificamos que o bastão suspenso aproxima-se do bastão neutro e sofre um deslocamento angular semelhante ao observado anteriormente, onde o bastão neutro suspenso era atraído pelo bastão carregado. A resposta, portanto, é sim, Um objeto neutro atrai um objeto eletrizado, como esperado pela terceira lei de Newton

Linhas de campo: carga positiva



Linhas de campo: carga positiva



Linhas de campo: dipolo elétrico

