

CARGA ELÉTRICA e CAMPO ELÉTRICO

INTRODUÇÃO

Uma olhada no futuro (unificando forças)

Conhecemos 4 tipos de força

nível macro.

F. gravitacional
(fis. I e II)

F. eletromagnética
(fis. III e IV)

nível micro.

F. fraca
ex. decaimento
de núcleos

F. forte
ex. coesão
do núcleo

unificadas como
modelo eletrofraco
(ou "padrão")
→ várias previsões comprovadas

devem ser unificadas
(ex. "grande unificação")
→ especulativo

devem ser unificadas
(ex. "supercordas")
→ ainda mais especulativo

2

Na verdade, nosso mundo é eletromagnético:
- atrito? a força "normal" que impede que eu caia
através do chão? as forças que ligam as moléculas
uma a outra? etc. TODAS SÃO ELETROMAGNÉTICAS (Nuss. I-1)

uma olhada no passado (unificação elétrica e magnetismo)

Os gregos na Antiguidade sabiam que:

- âmbar (= resina) atritado atrai partículas leves como sementes
se chamava "elektron" em grego
→ início da eletricidade
- magnetita (= pedra extraída na região da Magnésia) atrai fragmentos de ferro
→ início do magnetismo*

Até o fim do XVIII, eletricidade e magnetismo eram pouco mais do que curiosidades de laboratório e ciências separadas.

em 1820: Ørsted descobriu uma ligação entre os dois:
(corrente elétrica produz campo magn.)

1830: Faraday descobriu a indução eletromagnética
(campo magn. variável no tempo produz campo elet.)

XIX Maxwell previu o efeito simétrico
(campo elet. variável no tempo produz campo magn.)

escreveu as 4 equações de Maxwell
(mesmo papel para o eletromagnetismo do que as leis de Newton para a mecânica)
→ eletricidade e magnetismo ficaram unificadas

* muito antes, os chineses haviam criado a bússola com agulha de magnetita

REVISÃO

força elétrica comparada com a gravitacional

entre 2 elétrons: $\frac{kq_e^2}{r^2} = \frac{kq_e^2}{Gm_e^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times (1,6 \cdot 10^{-19})^2}{6,7 \cdot 10^{-11} \times (9,1 \cdot 10^{-31})^2} \approx 4 \cdot 10^{42}$

onde $k = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$ e $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$

entre 2 prótons $\frac{kq_p^2}{r^2} = \frac{9 \cdot 10^9 \times (1,6 \cdot 10^{-19})^2}{6,7 \cdot 10^{-11} \times (1,7 \cdot 10^{-27})^2} \approx 1 \cdot 10^{36}$

entre 1 elétron e 1 próton $\frac{kq_e q_p}{Gm_e m_p} \approx 2 \cdot 10^{39}$

força elétrica \gg força gravitacional

Obs. 1:

Em contraste com a gravidade, existem 2 tipos de cargas: positivas e negativas. Tipos iguais se repelem, tipos diferentes se atraem.

Obs. 2:

Não sentimos a força elétrica porque a matéria consiste de uma mistura bem balanceada de um mesmo número de cargas positivas e negativas.

Obs. 3:

Se a força elct. é tão forte, porque os prótons não atraem os elétrons nos átomos? os elétrons ocupam órbitas de raio $\neq 0$, permitidas pela mecânica quântica (cf. física IV).

Obs. 4:

porque os prótons conseguem ficar juntos no núcleo e não se repelem? a força forte os une e é maior que a elétrica.

Propriedades das cargas elétricas

- Sinais opostos se atraem, sinais iguais se repelem
- A carga elétrica sempre se conserva
$$\begin{array}{l} e^+ e^- \rightarrow \gamma \\ m \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e \end{array}$$
- A carga é quantizada
 - = 36 existem cargas múltiplas da carga do elétron, $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- força entre cargas $\sim \frac{1}{r^2}$

Isolantes e condutores (tabela 26-1)

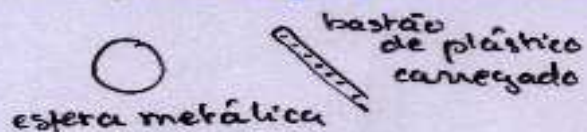
Condutores: materiais nos quais as cargas podem se movimentar livremente *ex. metal*

Isolantes: materiais que não transportam com facilidade cargas elétricas *ex. vidro*

(Semicondutores: ficam no meio caminho. (suas propriedades físicas podem ser alteradas de várias ordens de grandeza adicionando quantidades controladas de átomos diversos

(Supercondutor: resistência nula a baixa temp.) *ex. grafite* *ex. mercúrio*

Processo de carga por contato: (condutores)



TOCAR A ESFERA
COM O BASTÃO

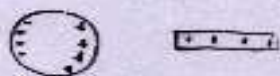


A ESFERA ADQUIRE
CARGA DE MESMO SINAL
QUE O BASTÃO (ela é
repelida): alguns elé-
trons do bastão passaram
para a esfera

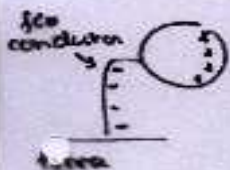
Processo de carga por atrito: (isolantes)

Podemos esfregar com um pano o bastão de plástico de cima, algumas cargas são arrancadas do pano e passam para o bastão. Bastão e pano tem cargas opostas.

Processo de carga por indução: (condutores)



APROXIMAR O BASTÃO CARREGADO SEM TOCAR: as cargas na esfera se movimentam

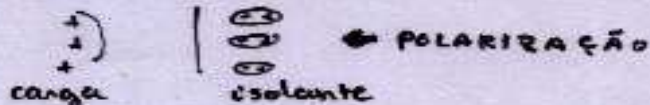


LIGAR A ESFERA À TERRA COM UM CONDUTOR: cargas negativas fluem da esfera para a terra



TIRAR O FIO: ESFERA E BASTÃO TEM CARGAS OPOSTAS

Os isolantes podem apresentar polarização num isolante, as cargas elétricas podem se deslocar levemente para frente ou para trás se tiver uma carga em suas vizinhanças



ex.

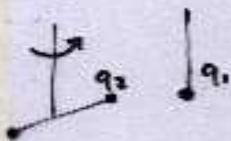


pedacinhos de papel NEUTRO SÃO ATRAÍDOS

— LEI DE COULOMB (VETORIAL) — (8)

Lei de Coulomb

Coulomb demonstrou em 1785, usando uma balança de torção que a força entre cargas é:



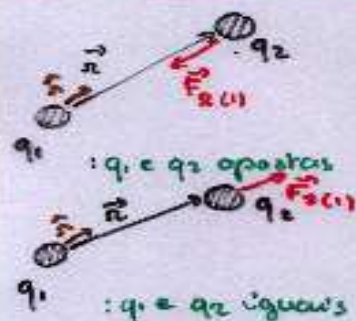
$$|\vec{F}| = \frac{k |q_1| |q_2|}{r^2}$$

$$\text{com } k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8,987551787 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

$$\approx 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

sendo atrativa para cargas opostas
repulsiva " " "iguais"

Re-escrevemos com notação vetorial:



A força sobre q_2 devido a q_1 é:

$$\vec{F}_{2(1)} = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \hat{n}$$

$\hat{n} = \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$
 aponta de q_1 para q_2

Pelo princípio de ação e reação: $\vec{F}_{2(1)} = -\vec{F}_{1(2)}$

Princípio de superposição: quando houver mais de 2 cargas, a força sobre uma delas é a soma vetorial das forças devidas as cargas individuais.

EXERCÍCIOS ⑤

CARGA ELÉTRICA e CAMPO ELÉTRICO I

① Duas esferas condutoras, sem carga, em contato, estão sobre uma grande mesa de madeira, apoiadas em suportes isolantes. Um bastão com carga positiva é aproximado de uma das esferas, do lado oposto ao ponto de contato das esferas.

- desenhar as distribuições de carga de cada esfera
- As duas esferas são separadas e o bastão afastado. Desenhar as novas distribuições de carga.

② Quatro cargas positivas são arranjadas num retângulo como na figura. Uma carga Q é colocada no centro.

- Usando argumentos de simetria, explicar qual é o valor da força sobre Q .
- Usando a lei de Coulomb, calcular a força sobre Q . (Verificar a construção com o a).

