
Experiência 3

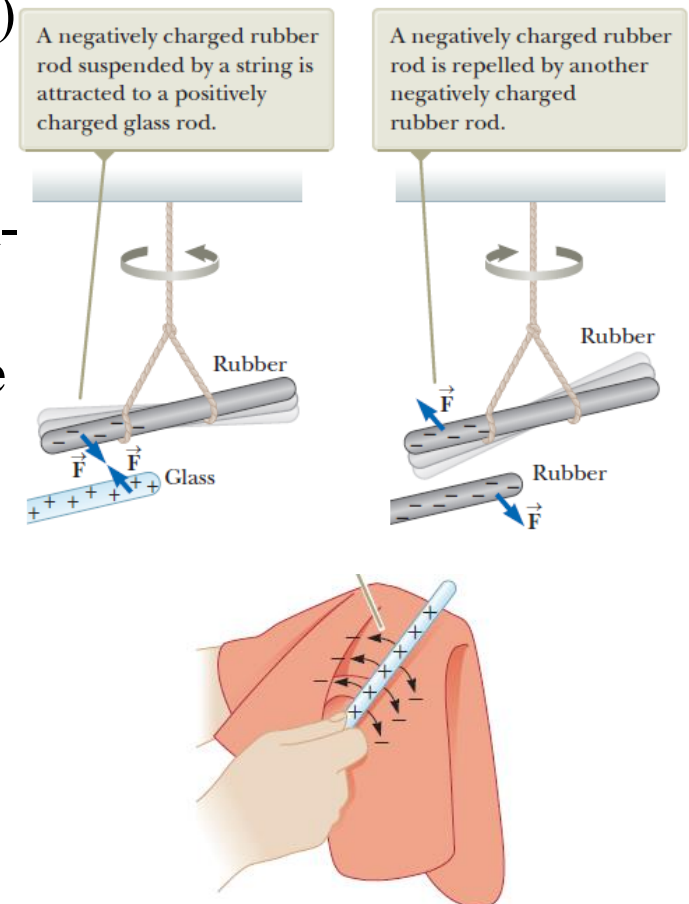
CAMPO ELÉTRICO

- **Carga elétrica** de um corpo é a quantidade de eletricidade existente num corpo, adquirida por adição (**carga negativa**) ou extração (**carga positiva**) de eletrões.
- Objetos com carga do mesmo sinal repelem-se enquanto objetos de carga de sinal contrário atraem-se (força elétrica).
- Num sistema isolado, a **carga elétrica conserva-se sempre**. Se um objeto ganha eletrões outro teve de perder.
- A carga elétrica é sempre “**quantizada**”. Existe sempre em **múltiplos da carga** de um eletrão:

$$q = N e$$

$$e = 1.60219 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

- Existem mais partículas com carga sem ser os eletrões (carga $-e$), como os prótons (carga $+e$).



- **Condutores elétricos**: são materiais que têm eletrões que são **livres** de se mover através do material por não estarem ligados a nenhum átomo.
Ex: Cobre, alumínio, prata, ouro...
- **Isolantes elétricos**: são materiais nos quais **todos** os eletrões estão **ligados** aos átomos e, como tal, não se podem mover livremente.
Ex: Vidro, borracha, madeira (seca)
- **Semicondutores**: são materiais que no **estado natural** são **isolantes** mas que se podem tornar condutores quando uma outra substância (**dopante**) é adicionada.
Ex: Silício, germânio,...

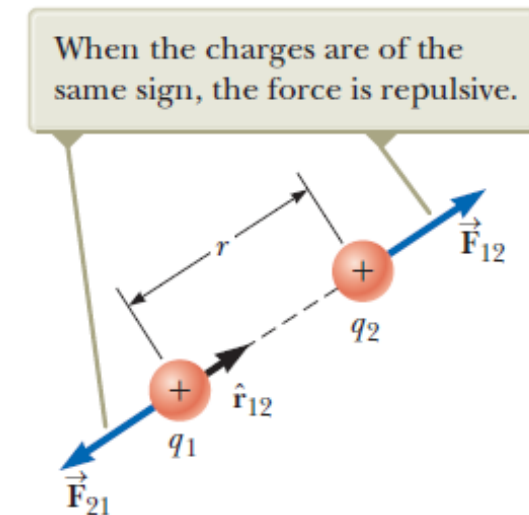
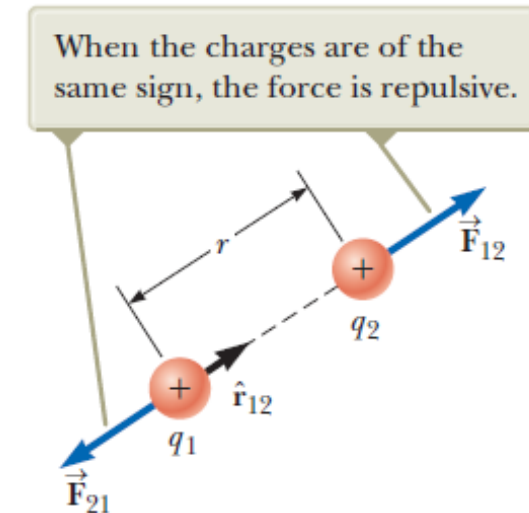
- A intensidade da força com que dois objetos carregados se atraem ou repelem é dada pela **lei de Coulomb**:

$$F_e = k_e \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

$$k_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 8.9875 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$$

$$\epsilon_0 = 8.8542 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2} \quad (\text{permissividade no vácuo})$$

- A **força** com que uma carga **atrai** ou **repele** outra tem a mesma intensidade da força com que ela é **atraída** ou **repelida**.
- O **sentido** da força é definido com base no **sinal das cargas**.
- Quando uma carga está sujeita a mais do que uma força elétrica, a **força resultante** é a **soma vetorial** das forças.



- Forças como a força eléctrica ou a força gravítica, que atuam à distância sem ser necessário contacto, são denominadas como **forças de campo**.
- Um **campo eléctrico** é algo que existe em torno de uma carga. Quando uma outra carga (carga de teste) entra dentro deste campo fica sujeita a uma **força eléctrica**.
- O campo eléctrico a que uma carga de teste q_0 está sujeita devido à presença de uma carga q é uma grandeza vetorial e pode ser calculado através de:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q_0} = k_e \frac{q}{d^2} \vec{u}_r \left(\frac{N}{C}, \text{ou} \frac{V}{m} \right)$$

Onde \vec{u}_r é o vetor unitário dirigido de q para q_0 (de q para o ponto onde se está a calcular o campo).

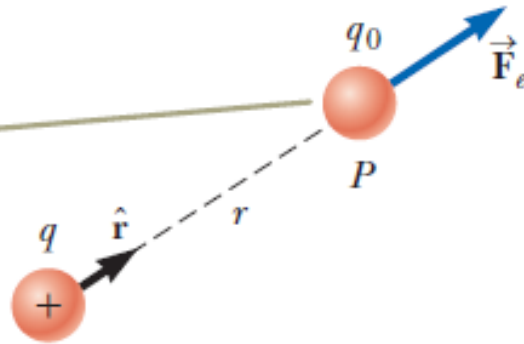
- Se uma outra qualquer carga q_1 for colocada na proximidade da carga q sabemos que a força a que q_1 estará sujeita é dada por:

$$\vec{F}_e = \vec{E} q_1$$

- Se em vez de uma carga q , tivermos múltiplas cargas:

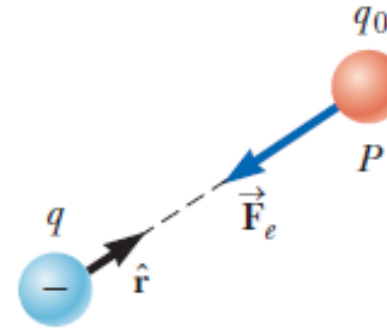
$$\vec{E} = k_e \sum_i \frac{q_i}{r_i^2} \hat{r}_i$$

If q is positive, the force on the test charge q_0 is directed away from q .



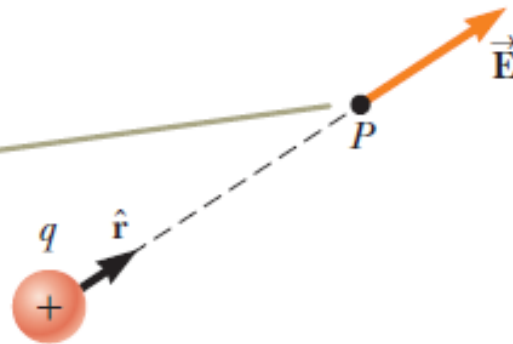
a

If q is negative, the force on the test charge q_0 is directed toward q .



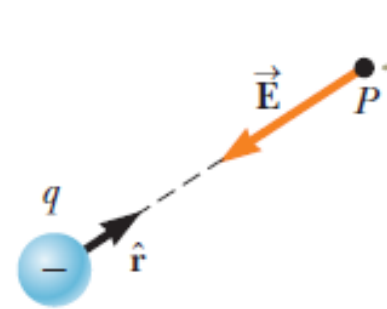
c

For a positive source charge, the electric field at P points radially outward from q .



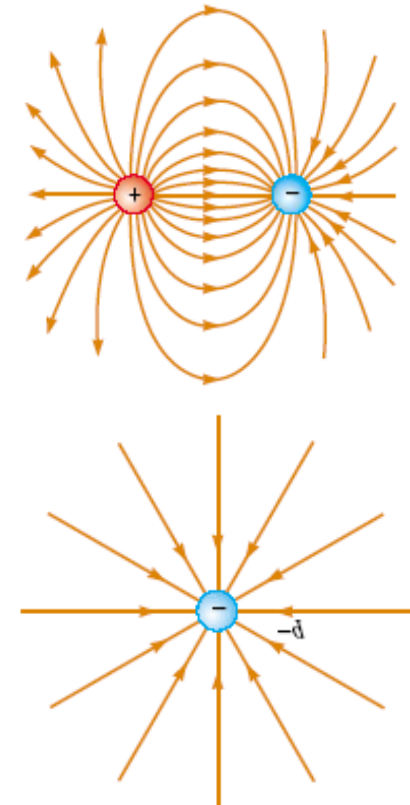
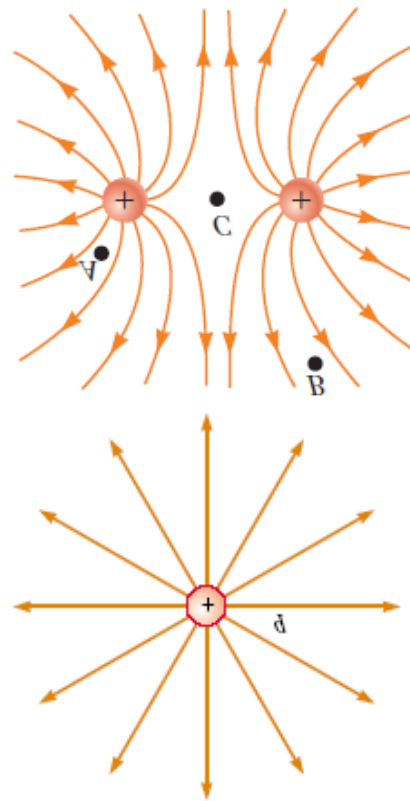
b

For a negative source charge, the electric field at P points radially inward toward q .



d

- Uma forma de representar o campo elétrico é através de linhas de campo.
- As linhas de campo afastam-se sempre das cargas positivas e convergem para as cargas negativas.
- O valor do campo elétrico num determinado ponto pode ser descrito pela densidade de linhas de campo nesse ponto.

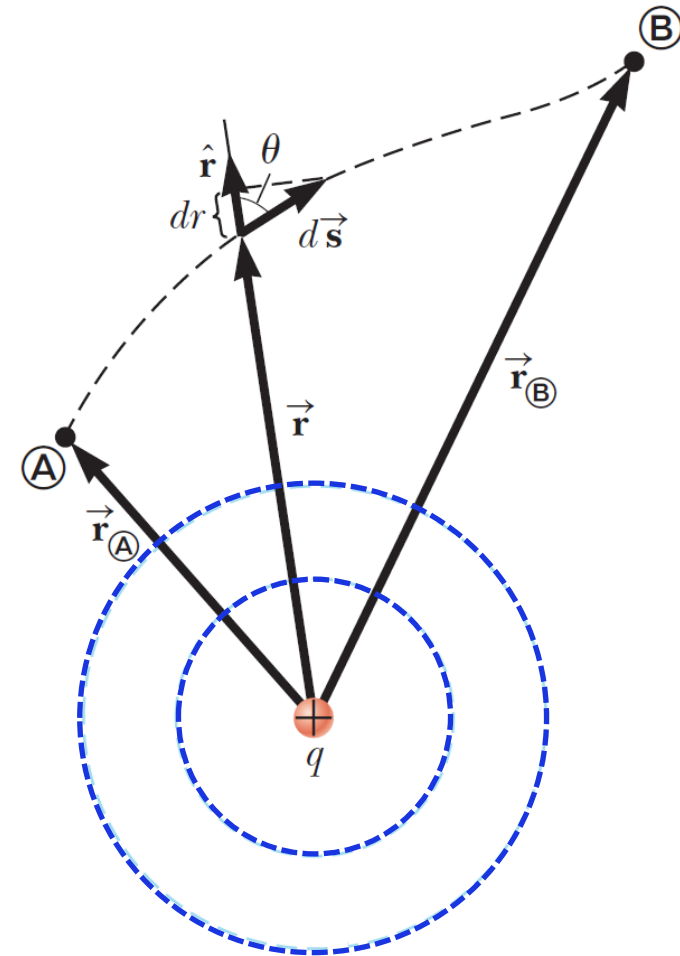


- A força elétrica é conservativa, o que significa que o trabalho realizado pela mesma num dado percurso só depende do ponto inicial e do ponto final desse percurso:

$$W_{FE} = \int_A^B \vec{F}_E \cdot d\vec{s} = -\Delta U = U_A - U_B$$

- Onde, para um campo produzido por uma partícula pontual:

$$U = k_e \frac{q_1 q_2}{r} \text{ (J)}$$



- A energia potencial elétrica por unidade de carga é conhecida por potencial elétrico:

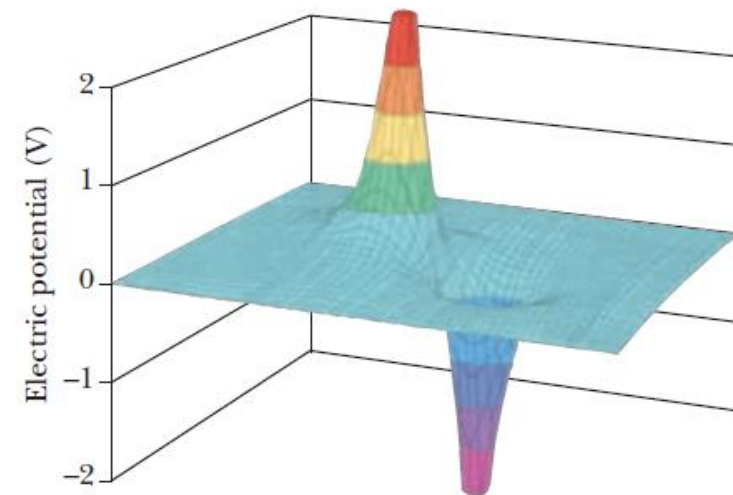
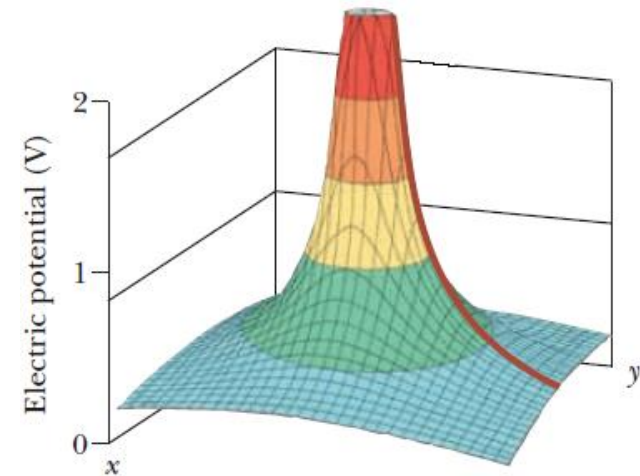
$$V = \frac{U}{q} \text{ (V)}$$

- Para uma partícula pontual:

$$V = k_e \frac{Q}{r}$$

- Para um conjunto de partículas pontuais

$$V = k_e \sum_{i=1}^N \frac{q_i}{r_i}$$



- São superfícies definidas por pontos que têm o mesmo valor do potencial elétrico.
- Se uma carga se deslocar sobre uma linha equipotential, não há variação da energia potencial elétrica.
- A força elétrica e o campo elétrico são perpendiculares às equipotenciais em cada ponto:

$$\Delta U = q\Delta V = - \int_A^B \vec{F}_e \cdot d\vec{s} = - \int_A^B q \vec{E} \cdot d\vec{s} = -q \vec{E} \cdot \vec{s}$$

