

## 1- LEIS DA ATRAÇÃO E REPULSÃO

A força de atração ou repulsão que atua em duas cargas elétricas puntiformes em presença obedece a duas leis.

### 1ª Lei

Suponhamos duas cargas elétricas puntiformes  $Q_1$  e  $Q_2$ , colocadas em certo meio e separadas pela distância  $d$  (fig. 1). As cargas elétricas sendo proporcionais às forças que exercem concluímos que a força  $\vec{F}$  tem módulo proporcional a  $Q_1$  e  $Q_2$  ao mesmo tempo. Logo, o módulo de  $\vec{F}$  é proporcional ao produto  $Q_1 \cdot Q_2$ . É a primeira lei: "a intensidade da força que atua em duas cargas elétricas puntiformes é proporcional ao produto dessas cargas".

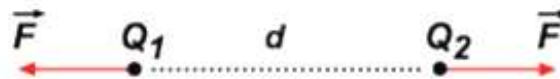


Fig. 1

### 2ª Lei

Enquanto que a 1ª lei é uma consequência direta do critério usado para a medida das cargas, a 2ª lei é puramente experimental. Foi descoberta por Coulomb, que a demonstrou experimentalmente. É a seguinte: "a intensidade da força que atua em duas cargas elétricas puntiformes é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as duas cargas".

### Fórmula de Coulomb

As duas leis precedentes podem ser expressas por uma única fórmula. De acordo com a primeira lei,  $\vec{F}$  é diretamente proporcional a  $|Q_1||Q_2|$ . De acordo com a segunda lei,  $\vec{F}$  é inversamente proporcional a  $d^2$ , isto é, diretamente proporcional a  $1/d^2$ . Logo,  $\vec{F}$  é diretamente proporcional ao produto  $\boxed{a = c \cdot b}$ . Significa que

$$\boxed{s_1 = s \cos a} \quad (\text{constante})$$

Ou

$$\frac{S}{R^2} = \frac{S'}{R'^2} = \frac{S''}{R''^2} = \dots = \omega$$

Essa é a fórmula de Coulomb.

A constante é chamada constante dielétrica, ou poder indutor específico, ou permissividade do meio em que estão as cargas. Ela depende das unidades escolhidas e do meio. Que o valor numérico de  $\epsilon$  dependa das unidades escolhidas, isso era de se esperar, pois o valor numérico de qualquer constante física depende das unidades. Assim, por exemplo, o valor numérico da aceleração da gravidade em São Paulo é 978,622 se usarmos o sistema CGS, e 9,78622 se usarmos o MKS; a massa específica da água é  $1\text{g/cm}^3$ , isto é, no sistema CGS, e  $1\text{kg/m}^3$ , isto é, no MKS. Veremos no próximo parágrafo que a constante dielétrica do vácuo vale 1 no sistema CGS e  $1 / 9.10^9$  no MKS. O fato de a constante dielétrica variar de meio para meio tem o seguinte significado físico: se duas cargas iguais forem colocadas a igual distância sucessivamente em meios diferentes, a força que atuar nelas terá um valor diferente para cada meio. Por exemplo, a constante dielétrica da água é 80 vezes maior que a do ar; concluímos que duas cargas elétricas, quando situadas no ar à distância  $d$ , exercem entre si uma força 80 vezes maior que quando estão na água à mesma distância  $d$ .

Algumas vezes se escreve a fórmula de Coulomb sob forma algébrica. Nesse caso,  $Q_1$  e  $Q_2$  são escritos com seus sinais. Sendo  $\epsilon$  e  $d^2$  sempre positivo, o sinal do segundo membro da fórmula depende do sinal do produto  $Q_1 \cdot Q_2$ . Quando  $Q_1$  e  $Q_2$  têm mesmo sinal, o produto  $Q_1 \cdot Q_2$  é positivo, e, portanto, a força é positiva; esse caso corresponde a uma repulsão, porque  $Q_1$  e  $Q_2$  têm o mesmo sinal. Quando  $Q_1$  e  $Q_2$  têm sinais opostos, o produto  $Q_1 \cdot Q_2$  é negativo, e, portanto, a força é negativa; esse caso corresponde a uma atração, porque  $Q_1$  e  $Q_2$  têm sinais opostos. Considerando-se os sinais, a fórmula fica:

$$F = \frac{S}{R^2}$$