

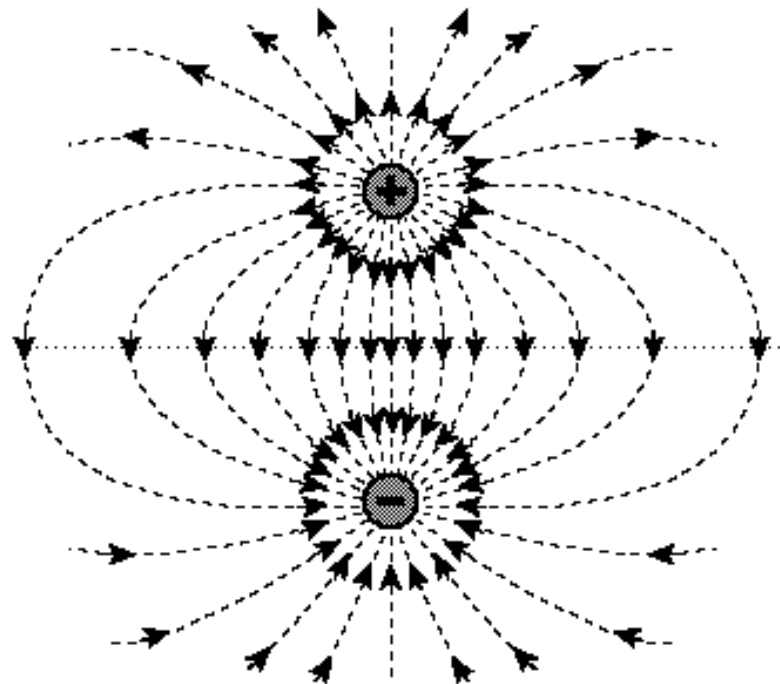
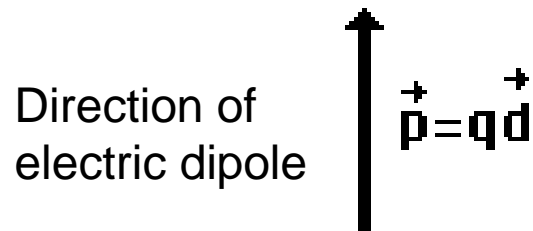
Dipolo Elétrico

- Dipolo elétrico: duas cargas iguais e opostas, separadas por uma distância d
- Def.: Momento do dipolo elétrico \rightarrow o vetor \vec{p} cujo módulo é qd (separação das cargas, d , multiplicada pela carga q) e a direção e o sentido é da carga negativa para a positiva :

$$\vec{p} = q\vec{d}$$

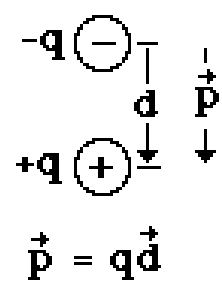
Electric Dipole Field

The electric field of an electric dipole can be constructed as a vector sum of the point charge fields of the two charges:

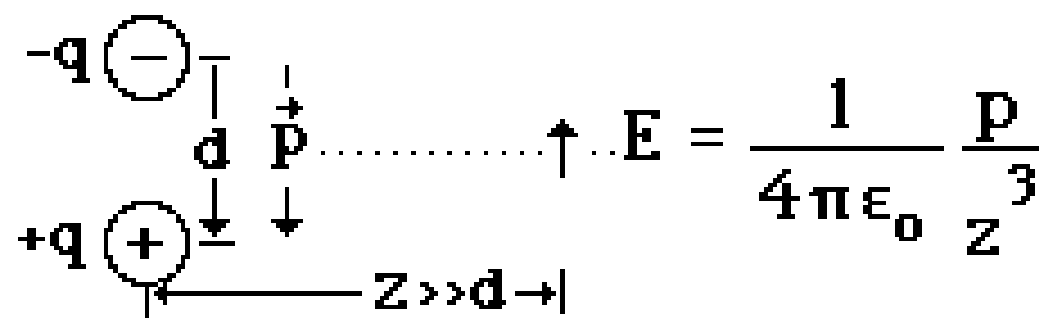


Dipole Moment

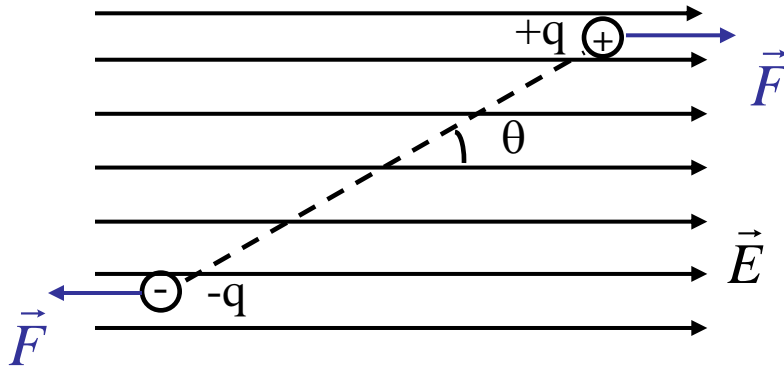
The electric dipole moment for a pair of opposite charges of magnitude q is defined as the magnitude of the charge times the distance between them and the defined direction is toward the positive charge. It is a useful concept in atoms and molecules where the effects of charge separation are measurable, but the distances between the charges are too small to be easily measurable. It is also a useful concept in dielectrics and other applications in solid and liquid materials.



Applications involve the electric field of a dipole and the energy of a dipole when placed in an electric field.



→ Dipolo elétrico colocado num campo elétrico externo,
uniforme \vec{E}



- Módulo $F = qE$
- As forças nas duas cargas são iguais e opostas.
- A resultante das forças sobre o dipolo é nula

- As duas forças produzem um binário e o dipolo tende a girar de modo a alinhar-se com o campo.

$$\tau = F.d.\text{sen } \theta$$

$$\tau = F.d.\text{sen } \theta$$

Visto que $F = qE$ e $p = dq \Rightarrow \tau = qE d \text{ sen } \theta = pE \text{ sen } \theta$

Momento na forma vetorial como produto vetorial dos vetores \vec{P} e \vec{E}

$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$$

- Energia potencial dum dipolo eléctrico em função da sua orientação em relação ao campo eléctrico externo.
- Trabalho necessário para fazer o dipolo girar $d\theta$ é: $dW = \tau d\theta$
- Uma vez que $\tau = pE \text{ sen } \theta$, e que o trabalho se transforma em energia potencial $U \Rightarrow$ a variação da U para uma rotação de θ_0 até θ é:

- Uma vez que $\tau = pE \sin \theta$, e que o trabalho se transforma em energia potencial $U \Rightarrow$ a variação da U para uma rotação de θ_0 até θ é:

$$U - U_0 = \int_{\theta_0}^{\theta} \tau d\theta = \int_{\theta_0}^{\theta} p.E.\sin\theta.d\theta = p.E \int_{\theta_0}^{\theta} \sin\theta.d\theta$$

$$U - U_0 = p.E[-\cos\theta]_{\theta_0}^{\theta} = p.E(\cos\theta_0 - \cos\theta)$$

Tomando $\theta_0 = 90^\circ$ \leftarrow (Constante que depende da orientação inicial do dipolo)

$$\Rightarrow \cos\theta = \cos 90^\circ = 0$$

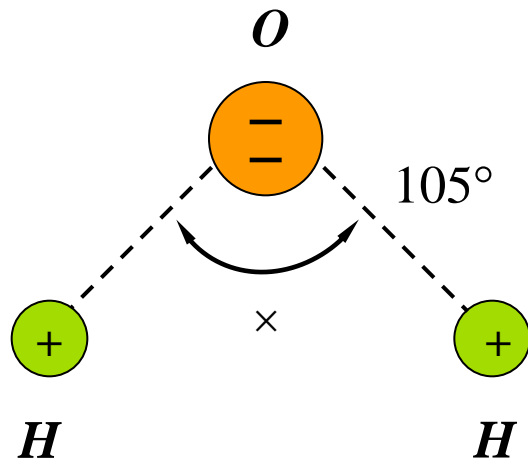
- $U_0 = 0$ em $\theta_0 = 90^\circ$ (a nossa referência da energia potencial)

$$\Rightarrow U = -p.E.\cos\theta$$

$$U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$$

(produto escalar)

- As moléculas estão polarizadas quando há uma separação entre o “centro de gravidade” das cargas (-) e o das cargas (+) da molécula.
- Em algumas moléculas, como na da água, essa condição está sempre presente.

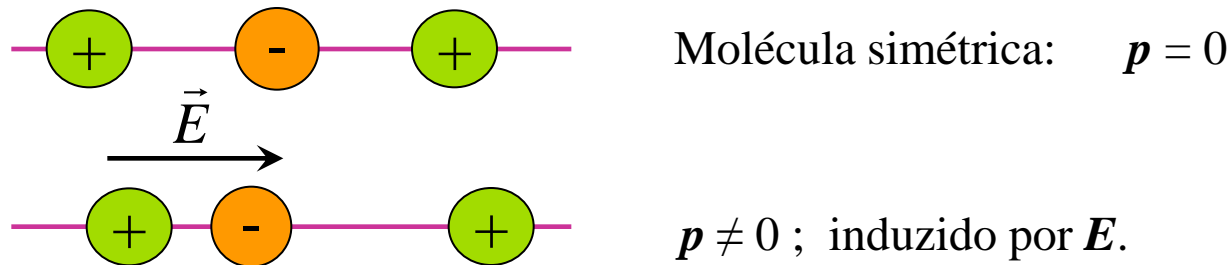


- Centro das cargas (-): imediações do átomo de oxigénio.
- Centro das cargas (+): na metade do segmento de recta que liga os dois átomos de hidrogénio.

- Os materiais compostos por moléculas permanentemente polarizadas, possuem κ (constante dielétrica) elevada. ($\kappa_{\text{água}} = 80$)

- Uma molécula simétrica pode não ter polarização permanente, mas é possível induzir uma polarização mediante a aplicação de um campo elétrico externo.

Por exemplo: molécula linear alinhada com o eixo dos xx
 num \vec{E} externo na direção dos xx positivos. \rightarrow



- Centro das cargas (+) \rightarrow à direita
 - Centro das cargas (-) \rightarrow à esquerda
- em relação à posição original.
- Este efeito de polarização induzida é o que predomina na maioria dos materiais usados como dielétricos nos condensadores.

Funcionamento de um forno micro-ondas

<http://www.youtube.com/watch?v=kp33ZprO0Ck>

(ver entre 1'44'' e 2'15'')

O princípio de funcionamento do forno, baseia-se na emissão de ondas eletromagnéticas alternadas.

Com a alteração constante do sentido e da magnitude do campo elétrico, as moléculas de água presentes nos alimentos vão estar permanentemente a tentar ajustar-se ao campo. Assim, é provocada uma agitação que resulta em calor no interior dos alimentos.