Momento eletromagnéticos

Potencial

$$\phi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int_{V'} \frac{\rho(\vec{r}\,')}{|\vec{r} - \vec{r}\,'|} dV'$$

Expansão em harmônicos esféricos

$$\phi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \int_{V'} \frac{\rho(\vec{r}\,')}{|\vec{r} - \vec{r}\,'|} dV'$$

$$\phi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \sum_{\lambda\mu} \int_{V'} \underbrace{4\pi\rho(\vec{r}\,')(r')^{\lambda} Y^{*}_{\lambda\mu}(\theta', \phi')}_{\text{Depende de } \vec{r}\,'} \frac{Y_{\lambda\mu}(\theta, \phi)}{(2\lambda+1) r^{\lambda+1}} dV'$$

Depende de $\vec{r}$

$$q_{\lambda\mu} = \int_{V'} \rho(\vec{r}\,')(r')^{\lambda} Y^{*}_{\lambda\mu}(\theta', \phi') dV'$$

Expansão em multipolos

- Série de termos que decrescem cada vez mais depressa com a distância à medida que aumenta λ

$$\phi(\vec{r})=\frac{1}{\varepsilon_0}\sum_{\lambda\mu} q_{\lambda\mu}\frac{Y_{\lambda\mu}(\theta,\phi)}{(2\lambda+1)r^{\lambda+1}}$$

Operadores quânticos

- Densidade de carga $\rho(\vec{r},t)=\sum_{i=1}^{A} e\left(\frac{1}{2}-t_3^{(i)}\right)\delta(\vec{r}-\vec{r}_i(t))$

- Densidade de corrente $\vec{j}(\vec{r},t)=c\vec{\nabla}\times\vec{\mu}(\vec{r},t)$
  - Contribuição orbital
  - Contr. de spin

Ref.: P. Ring and P. Schuck, “The Nuclear Many-Body Problem”
Springet-Verlag 1980

Op. de multipolos estáticos

- Elétrico $$\hat{Q}_{\lambda\mu}=\int_V \rho(\vec{r})\, r^{\lambda} Y_{\lambda\mu}(\theta,\phi)\, dV$$

$$\hat{Q}_{\lambda\mu}=e\sum_{i=1}^{A}\left(\frac{1}{2}-t_3^{(i)}\right) r_i^{\lambda} Y_{\lambda\mu}(\theta_i,\phi_i)$$

Comparar com
Eq. 4-41 do Wong

- Magnético $$\hat{M}_{\lambda\mu}=\int_V \vec{\mu}(\vec{r}).\vec{\nabla}\left(r^{\lambda} Y_{\lambda\mu}(\theta,\phi)\right) dV$$

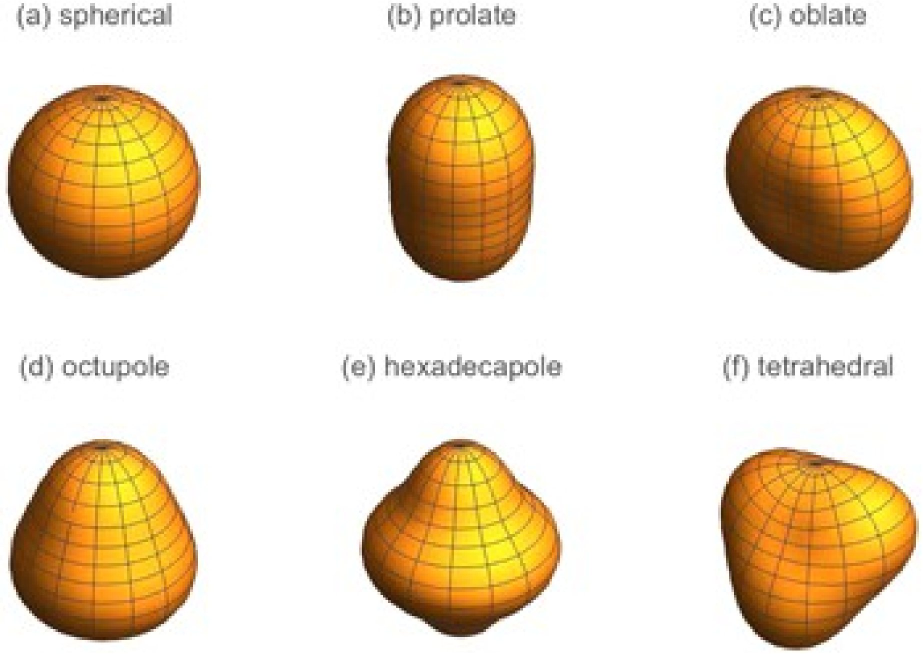
$$\hat{M}_{\lambda\mu}=\mu_N\sum_{i=1}^{A}\left(g_s^{(i)}\vec{s}_i+\frac{2}{\lambda+1}g_l^{(i)}\vec{l}_i\right).\vec{\nabla}_i\left(r_i^{\lambda} Y_{\lambda\mu}(\theta_i,\phi_i)\right)$$

Formas multipolares nucleares

(estáticas)

- Menores multipolos (elétricos) puros

$\lambda=0$ $\lambda=2$



$\lambda=3$ $\lambda=4$ $?$

1- Obs.: Ímpares tem paridade indefinida

2- para magnéticos é ao contrário (pares)

3- $J=0 \Rightarrow \lambda=0 \quad (\lambda \leq 2J)$

Momento de dipolo magnético

- Para 1 partícula *i*

$$\mu = \langle j, m=j | (g_l l_0 + g_s s_0)_i | j, m=j \rangle$$

Modelo de partícula única

$$\mu = j\left(g_l \pm \frac{g_s - g_l}{2l+1}\right), \quad j = l \pm \frac{1}{2}$$

Linhas de Schmidt