

# Fisica dei materiali per l'elettronica (prof. G. Ferrante)

L.S. in Ing. Elettronica, Palermo – A.A. 2006-2007

Corrispondenza tra teoria degli operatori lineari e meccanica quantistica

## Matematica

- Operatore lineare  $L$  (Hermitiano)
- Equazione agli autovalori
$$L|n\rangle = \lambda_n |n\rangle$$
$$L\varphi_n(x) = \lambda_n \varphi_n(x)$$
$$\lambda_n - \text{autovalori}$$
$$\varphi_k(x) - \text{autofunzione corrispondente all'autovalore } \lambda_k$$
- Commutatività degli operatori  $[A, B] = 0$
- Commutatività degli operatori, quando uno è l'operatore della energia totale (Hamiltoniano)
$$[H, L] = 0$$
- Ortogonalità
$$\int \varphi_i^*(x) \varphi_j(x) dx = 0$$
$$\langle i | j \rangle = 0$$
- Modulo quadro della autofunzione
$$|\varphi_k(x)|^2 \equiv \varphi_k^*(x) \varphi_k(x)$$
- Normalizzazione
$$\int |\varphi_k(x)|^2 dx = 1$$
$$\langle k | k \rangle = 1$$
- Completezza di un sistema di funzioni ortonormali che sono autofunzioni dell'operatore  $L$  con autovalori  $\lambda_n$
- Integrale  $\int \varphi_i^*(x) L \varphi_i(x) dx = \lambda_i$ 
$$\langle i | L | i \rangle = \lambda_i$$
$$\{\varphi_i(x)\} - \text{ON (ortonormale)}$$
- $\langle f | o | i \rangle = \int \psi_f^*(x) \hat{o} \psi_i(x) dx$
- $|\langle f | o | i \rangle|^2$
- Modulo quadro del coefficiente dell'espansione di  $\psi(x)$  in serie di  $\varphi_{\lambda_n}(x)$ :
$$L \varphi_n(x) = \lambda_n \varphi_n(x)$$
$$\psi(x) = \sum_i c_i \varphi_i(x)$$
$$|c_i|^2$$

## Fisica

Quantità fisica  $\lambda$

valori osservabili della quantità fisica  $\lambda$

Il sistema quantomeccanico si trova nello stato con la quantità fisica  $\lambda$  avente il valore  $\lambda_k$ :

$$\lambda = \lambda_k$$

Possibilità di osservare simultaneamente le due grandezze fisiche corrispondenti agli operatori A e B.

La quantità fisica  $\lambda$  è un integrale del moto (si conserva nel tempo)

Gli stati  $\varphi_i$  e  $\varphi_j$  sono incompatibili

Densità di probabilità di trovare il sistema nel punto x, quando è nello stato fisico  $\varphi_k$

La somma di tutte le probabilità dà un evento certo: se esploriamo tutto lo spazio dove il sistema si può trovare, questo sarà trovato con certezza.

I valori  $\lambda_1, \lambda_2, \dots$  sono i soli valori possibili che la grandezza fisica  $\lambda$  può prendere

Valori di aspettazione matematica della grandezza fisica  $\lambda$  nello stato  $\varphi_i$

Ampiezza di transizione del sistema dallo stato  $\psi_i$  allo stato  $\psi_f$  per effetto dell'azione della perturbazione, descritta dall'operatore  $\hat{o}$ .  
Probabilità di transizione

Probabilità di trovare il valore  $\lambda_i$  della grandezza fisica  $\lambda$  ( $\lambda = \lambda_i$ ) nello stato fisico descritto dalla funzione  $\psi(x)$