

Modelli Matematici - Meccanica Quantistica
Corso di Laurea Triennale in Matematica - A.A. 2025/26
(3° anno, 1° semestre, 3 CFU)
Docente: Maurizio Serva

"Nissuna umana investigazione si può dimandare vera scienza s'essa non passa per le matematiche dimostrazioni, e se tu dirai che le scienze, che principiano e finiscono nella mente, abbiano verità, questo non si concede, ma si niega, per molte ragioni, e prima, che in tali discorsi mentali non accade esperienza, sanza la quale nulla dà di sé certezza". - Leonardo da Vinci (1452-1519)

Programma

- Parte I - La vecchia teoria dei quanti e quella nuova.

Interferenza di elettroni: la doppia fenditura. Il problema della stabilità degli atomi. Le righe spettrali e la formula di Rydberg. La vecchia teoria dei quanti: il modello atomico di Bohr. La regola di quantizzazione di Wilson e Sommerfeld. La nuova teoria: lo stato quantistico. Funzione d'onda e probabilità dell'esito di una misura della posizione. La notazione di Dirac, Principio di sovrapposizione. Operatori, operatori lineari e operatori hermitiani. Autovalori, autostati, base di autovettori e decomposizione spettrale. Proprietà dei coefficienti della decomposizione spettrale. Probabilità dell'esito di una misura di un'osservabile.

- Parte II - Posizione, impulso ed energia: le leggi del moto.

Autostati e autovalore degli operatori posizione e impulso. Prodotto e commutatore di operatori: il commutatore fondamentale. Operatori hermitiani che commutano (compatibili) e base comune di autovettori. Operatori che non commutano: il principio di indeterminazione di Heisenberg. Stati di minima indeterminazione. Hamiltoniana quantistica ed equazione di Shrödinger. Autostati e autovalori. Stati legati e stati di scattering. Soluzione generale. Conservazione della norma ed evoluzione della media di un operatore. Soluzione per il caso libero e per l'oscillatore armonico.

- Parte III - L'equazione di Shrödinger in una dimensione.

Spettro continuo: il caso libero. Il pacchetto d'onda. Non degenerazione dei livelli discreti nel caso unidimensionale. Spettro discreto: l'oscillatore armonico. Stato fondamentale dell'oscillatore armonico. Operatori di creazione e distruzione. Autostati e autovalori della hamiltoniana dell'oscillatore armonico. Stime dell'energia dello stato fondamentale dell'oscillatore anarmonico. Spettro sia continuo che discreto: la buca di potenziale. Compresenza di spettro continuo e discreto: buca di potenziale di altezza finita. Soltanto spettro discreto: buca di potenziale di altezza infinita. Soltanto spettro continuo: i potenziali barriera e gradino.

-
- [1] M.Serva, *Briciole di Meccanica Quantistica*. <http://people.disim.univaq.it/~serva/teaching/bricioleMQ.pdf>
[2] P. A. M. Dirac, *I principi della Meccanica Quantistica*, Bollati Boringhieri, 1990.
[3] R. Feynman, R. Leighton, M. Sands, *The Feynman Lectures on Physics, Volume III: Quantum Mechanics*. Basic Books, 2010.
[4] L. D. Landau e E. M. Lifšits, *Fisica Teorica 3 - Meccanica quantistica. Teoria non relativistica*, Editori Riuniti, University Press, 2010.
[5] T. Norsen, *Foundations of Quantum Mechanics - An Exploration of the Physical Meaning of Quantum Theory*. Springer, 2017.