A. A. 2015-2016

PROGRAMMA DEL CORSO DI METODI MATEMATICI E ISTITUZIONI Di FISICA TEORICA

Per il corso di laurea triennale in Scienza e Tecnologia dei Materiali

Prof. Giulio Paiano

1) Serie di Fourier.

Ambito di funzioni in considerazione. Prodotto scalare di funzioni, norma, diseguaglianza di Schwarz. Sistemi di funzioni ortogonali normalizzate. Estensione a funzioni a valori complessi. Procedimento di ortonormalizzazione di un sistema di funzioni linearmente indipendenti. Diseguaglianza di Bessel. Relazione di completezza. Approssimazione in media. Completezza del sistema trigonometrico.
Serie di Fourier per funzioni definite in $(-\pi, \pi)$ e continuate periodicamente: dalla convergenza in media alla convergenza usuale e alla convergenza uniforme. Ordine di grandezza dei coefficienti di Fourier. L'esempio della funzione di Dirichlet. Estensione a intervallo base arbitrario. Esempi fisici: onda quadra e raddrizzatore.

C.H., Cap. II, §1.1-1.3, 4.4, 5.1-5.4
A.W., Esempi 14.3.1, 14.3.2.

2) Integrale di Fourier.

Deduzione qualitativa a partire dalle serie di Fourier in $(-\infty, \infty)$. L'integrale di Fourier per funzioni a "variazione limitata" e assolutamente sommabili. L'integrale di Fourier per funzioni "lisce a tratti" e a quadrato sommabile: teorema di Plancherel, relazioni di Parseval.
Esempi matematici: il fattore discontinuo di Dirichlet, l'integrale di Laplace. Esempi fisici: Figura di diffrazione da una fenditura singola. Riga di Lorentz di emissione atomica.
Trasformata di Fourier delle derivate. Applicazione all'equazione delle onde. Pacchetti d'onda.

C.H., § 6.1, 6.3, 7.2, 7.3.
A.W., Esercizi 15.3.9, 15.5.5 e pagg. 946-948, 951-953.

3) Richiami matematici in vista della Meccanica Quantistica.

Operatori vettoriali: gradiente, divergenza, rotore, laplaciano.
Applicazione iterata del laplaciano. Equazione onde elettromagnetiche.
Funzione delta di Dirac. Operatore quantistico associato alla funzione hamiltoniana classica e sue proprietà.

A.W., pagg. 32-34, 38-39, 43, 49-53.
H.W., Appendici A e B (appunti distribuiti).

4) Onde materiali: proprietà fondamentali.

Onde associate ad una particella libera localizzata pacchetti d'onda. Connessione con la teoria di Fourier. Interpretazione in termini di densità di probabilità. Relazioni di indeterminazione di Heisenberg. Conseguenze per gli stati legati.

H.W., Capitolo 7 + appunti distribuiti.

5) L'apparato matematico della Teoria Quantistica.

Particella in una scatola. L'equazione di Schrödinger.
Basi concettuali della Teoria Quantistica: osservabili, valori di misura, operatori. Misura dell'impulso e probabilità dell'impulso. Valori medi e valori di aspettazione. Operatori e valori di aspettazione. Equazioni per la determinazione della funzione d'onda. Simultanea osservabilità e relazioni di commutazione fra operatori. Oscillatore armonico.

H.W. cap. 9 e Appendice B.

6) Meccanica Quantistica dell'atomo d'idrogeno (e ioni idrogenoidi).

Moto in un campo centrale. Autofunzioni del momento angolare. Le funzioni d'onda radiali in un campo centrale. Le autofunzioni radiali normalizzate dell' atomo d'idrogeno. Degenerazione degli autovalori d'energia.

H.W., cap. 10

7) Magnetismo orbitale e di spin. Struttura fine. Effetto Zeeman.

Introduzione e panoramica. Momento magnetico del moto orbitale. Precessione e orientazione in un campo magnetico. Spin e momento magnetico intrinseco dell'elettrone. Struttura fine e accoppiamento spin-orbita: panoramica. Calcolo dello splitting spin-orbita col modello vettoriale. Struttura fine nell'atomo d'idrogeno. Descrizione dell'effetto Zeeman normale e anomalo tramite il modello vettoriale. Implicazioni dell' accoppiamento spin-orbita sul momento magnetico risultante: il fattore di Landé.

H.W. , Cap. 12, § 12.1-12.4, 12.7-12.10.
Cap. 13, §13.3.1 - 13.3.5

8) Trattazione quantistica dello spin.

Spin come momento angolare. Operatori di spin (matrici di Pauli). Funzioni d'onda (vettori d'onda) di spin. L'equazione di Schrödinger di uno spin in un campo magnetico uniforme (equazione di Pauli).

H.W., Cap. 14, §14.2.1-14.2.3

9) Elementi della teoria delle funzioni di una variabile complessa.

Algebra complessa. Complessa coniugazione. Funzioni di una variabile complessa. Derivata, condizioni di Cauchy-Riemann. Funzioni analitiche. Integrale. Teorema di Cauchy (enunciato). Regioni a connessione lineare semplice. Formula integrale di Cauchy per una funzione analitica e per le sue derivate. Teorema di Liouville (enunciato). Teorema fondamentale dell'algebra. Sviluppo in serie di Taylor. Principio della continuazione analitica secondo Weierstrass. Serie di Laurent. Classificazione delle funzioni secondo le loro singolarità. Punti di diramazione. Esempi di funzioni a più valori. Teorema dei residui. Calcolo di residui. Valor principale di integrali con poli sul cammino d'integrazione. Esempi vari di alcolo di integrali definiti.

A. W., Cap. 6, pagg. 403-443, 447-450. Cap. 7, pagg. 455-460, 463-469.

Testi consigliati:

G. B. Arfken, H.J. Weber: Mathematical Methods for Physicists., sesta edizione (Elsevier), (sigla A.W.).

R. Courant, D. Hilbert: "Methods of mathematical Physics", terza edizione (Wiley), vol I, (sigla C.H.).

H. Haken, H.C. Wolf: "Atomic and Quantum Physics", seconda edizione (Springer), (sigla H.W.)