

# Scuola Superiore di Catania

## Classe delle Scienze Sperimentali Corso specialistico Ambito Scienze e Tecnologie

### "Teoria cinetica ed equazioni idrodinamiche con applicazioni in fisica dello stato solido"

a.a.2015-2016

**Obbiettivi:** Il corso si propone di fornire i concetti e gli strumenti di calcolo per interfacciare in dettaglio la dinamica dei continui fluidi con la teoria cinetica ed i modelli microscopici. Verranno fatte applicazioni per lo studio del trasporto di fluidi carichi nei semiconduttori.

#### **Programma:**

Teoria cinetica – Entropia - Metodo dei Momenti: Spazio delle fasi. Equazione del trasporto di Boltzmann. Produzione collisionale. Richiami di meccanica statistica e termodinamica dei sistemi continui. Entropia per un sistema di particelle identiche. Peso statistico e formula di Boltzmann. Statistiche di Boltzmann, di Bose, di Fermi e statistiche frazionarie di esclusione (FES). Calcolo esplicito dell'entropia per particelle debolmente interagenti. Equilibrio termodinamico e non equilibrio. Principio di Massima Entropia (MEP), problema dei moltiplicatori di Lagrange e calcolo della funzione di distribuzione. Equazione di bilancio per l'entropia. Teorema H e connessione con il MEP. Campi cinetici microscopici e corrispondenti quantità macroscopiche (momenti della funzione di distribuzione). Descrizione cinetica di un fluido. Deduzione delle equazioni Idrodinamiche per un fluido e/o una miscela di fluidi a partire dalla teoria dei momenti dell'equazione di Boltzmann. Problema della "chiusura" ed equazioni costitutive. Principio di oggettività materiale, separazione dei momenti in parti convettive e momenti centrali. Equazioni di bilancio per i momenti centrali. Applicazioni in gas-dinamica per gas soddisfacenti le statistiche di Fermi, di Bose e le statistiche frazionarie di esclusione.

Dinamica reticolare in un solido: Dinamica reticolare in un solido. Sviluppo della sua energia Potenziale attorno alla configurazione di equilibrio del solido. Approssimazione armonica. Energia cinetica ed energia potenziale in termini delle coordinate e degli impulsi generalizzati. Proprietà generali. Equazioni di Lagrange. Matrice delle forze. Quantizzazione delle osservabili "posizione" ed "impulso". Calcolo esplicito della Hamiltoniana. Proprietà generali. Studio delle eccitazioni elementari (Fononi). Studio dello spettro energetico della Hamiltoniana. Cenni sulla approssimazione anarmonica. Processi non lineari in un solido.

Dinamica dei fluidi carichi nei semiconduttori. Modello degli portatori liberi di conduzione in un cristallo, energia di Fermi, Potenziale Chimico e proprietà generali. Potenziale periodico in un cristallo. Modello per i fluidi carichi quasi liberi. Cenni sulla determinazione della struttura a bande dei portatori di carica. Classificazione dei materiali in termini della propria struttura a Bande. Applicazione del MEP e del metodo dei Momenti al trasporto degli hot-carriers nei semiconduttori. Modello con uno schema ad energia totale. Problema della chiusura nel caso dei 13 momenti. Caso lineare e non lineare. Modellizzazione dei termini collisionali. Interazione elettrone-fonone e transizioni intervallate ed intravallate. Calcolo esplicito delle produzioni collisionali e della chiusura per i flussi delle equazioni Idrodinamiche. Zona di Iperbolicità del sistema. Studio delle proprietà del Bulk e dei sistemi spazialmente non omogenei.