

## Meccanica Statistica I

a.a. 2015-2016 (Prof. Mauro Sbragaglia)

- Lezione 1 del **1 Marzo 2016**. Fondamenti della Meccanica Statistica Classica, stati microscopici e macroscopici. Teorema di Liouville (e sue conseguenze), overview sulla teoria degli Ensembles classici. Medie di Ensemble e ipotesi Ergodica.
- Lezione 2 del **3 Marzo 2016**. Richiami di termodinamica. Connessione tra entropia e stati all'equilibrio (equilibrio termico, meccanico, chimico). Potenziali termodinamici (Entropia, Entalpia, Energia Libera, Potenziale di Gibbs) e loro relazioni. Formula di Boltzmann e limite termodinamico. Ensemble Microcanonico.
- Lezione 3 del **8 Marzo 2016**. Formula di Boltzmann e estensività dell'entropia. Gas libero e strategie operative per il calcolo del numero di microstati nell'Ensemble Microcanonico. Calcolo dell'equazione di stato e dell'energia interna per il gas libero. Paradosso di Gibbs ed estensività dell'entropia termodinamica. Correzione di Gibbs.
- Lezione 4 del **10 Marzo 2016**. Paradosso di Gibbs ed estensività dell'entropia termodinamica. Correzione di Gibbs. Teorema dell'equipartizione dell'energia generalizzato. Esercizio sul Microcanonico: sistemi di spin con spettro discreto senza degenerazione.
- Lezione 5 del **14 Marzo 2016**. Esercizi sul Microcanonico: sistemi di spin e particelle localizzate, particelle/quantum in "scatole" distinguibili. Cenni sugli effetti quantistici nel limite di basse temperature (i.e. violazione dell'equipartizione dell'energia).
- Lezione 6 del **15 Marzo 2016**. Oscillatore armonico quantistico e suo limite classico. Formula di Sackur-Tetrode per il gas libero e processi adiabatici.
- Lezione 7 del **17 Marzo 2016**. Oscillatore armonico classico. Ensemble canonico: funzione di partizione e collegamento con la termodinamica.
- Lezione 8 del **22 Marzo 2016**. Esercizi sul Canonico: sistema di spin, Gas libero, Oscillatore armonico classico. Equipartizione dell'energia.
- Lezione 9 del **24 Marzo 2016**. Esercizi sul Canonico: Oscillatore armonico quantistico, gas ultra-relativistico e verifica dell'equipartizione dell'energia, calcolo dell'energia interna e del calore specifico per vari tipi di Hamiltoniane, caso semplice di particelle con potenziale di interazione a coppie.

- Lezione 10 del **29 Marzo 2016**. Statistica del Paramagnetismo nell'Ensemble Canonico e Gas di Van Der Waals.
- Lezione 11 del **31 Marzo 2016**. Fluttuazioni dell'energia nell'Ensemble canonico: spettri continui e collegamento con il calore specifico. Equivalenza tra Ensemble Microcanonico e canonico.
- Lezione 12 del **5 Aprile 2016**. Esercizi di riepilogo sull'Ensemble Canonico: spettri continui e discreti. Ensemble Grancanonico ed equazioni costitutive.
- Lezione 13 del **7 Aprile 2016**. Ensemble Grancanonico ed equazione di stato per il gas ideale. Generalizzazioni per un gas di particelle indipendenti. Equazioni costitutive per numero medio di particelle, energia media e fluttuazioni nel numero di particelle.
- Lezione 14 del **11 Aprile 2016**. Esercizi sul Grancanonico: equilibrio tra gas ideale e fase adsorbita su superficie solida. Statistica del numero di particelle nel Grancanonico, calore specifico per gas liberi e fluttuazioni della densità.
- Lezione 15 del **12 Aprile 2016**. Equilibrio solido-gas e formula di Sackur Tetrode per un gas libero nel Grancanonico. Oscillatore armonico nell'Ensemble Grancanonico. Cenni sulla matrice densità.
- Lezione 16 del **14 Aprile 2016**. Concetto di Ensemble in meccanica Quantistica e Matrice densità. Ensembles microcanonico e postulati della meccanica statistica quantistica (uguali probabilità a priori e fasi random).
- Lezione 17 del **19 Aprile 2016**. Esercizi sulla matrice densità: elettrone in un campo magnetico, sistema di spin. Cenni su particella in una scatola.
- Lezione 18 del **21 Aprile 2016**. Esercizi sulla matrice densità: Particella libera nella scatola, Oscillatore armonico.
- Lezione 19 del **26 Aprile 2016**. Formalismo dei Gas Quantistici nell'ensemble Grancanonico, derivazione delle equazioni costitutive per pressione, numero medio di particelle e energia media.
- Lezione 20 del **28 Aprile 2016**. Relazione Pressione-Energia. Limite Classico per i Gas Quantistici nell'ensemble Grancanonico e correzioni al limite classico per un gas di fermioni (calcolo esplicito della extra pressione per un caso di gas ultrarelativistico).
- Lezione 21 del **2 Maggio 2016**. Gas di Fermi e funzioni di Fermi con tutte le loro proprietà rilevanti, espansioni asintotiche a bassi  $z$  e relazioni di ricorrenza.

- Lezione 22 del **3 Maggio 2016**. Funzioni di Fermi e loro proprietà a piccoli e grandi  $z$ . Espansione di Sommerfeld per gas di Fermi a basse temperature ed energia di Fermi. Gas di Fermi completamente degenere, caso di Hamiltoniana libera e caso di particelle ultrarelativistiche.
- Lezione 23 del **5 Maggio 2016**. Esercizi sul gas di Fermi: casi completamente degeneri con varie Hamiltoniane di singola particella (ultrarelativistica e non), concetto di densità degli stati, gas completamente degenere in potenziale gravitazionale e caso di una forza centrifuga. Entropia termodinamica in funzione delle funzioni di Fermi.
- Lezione 24 del **16 Maggio 2016**. Meccanica statistica quantistica per sistemi di bosoni. Numeri di occupazione e fugacità per sistemi bosonici. Fenomeno della condensazione di Bose-Einstein. Condensazione di Bose-Einstein e sue conseguenze termodinamiche, miscela di due fasi e calore latente.
- Lezione 25 del **17 Maggio 2016**. Esercizi sulla condensazione di Bose-Einstein: sistemi bidimensionali (soluzione esatta) e sistemi tridimensionali. Hamiltoniane a potenza nel modulo dell'impulso, spettri discreti.
- Lezione 26 del **19 Maggio 2016**. Teoria cinetica ed equazioni di stato. Radiazione di corpo nero e formula di Planck.