

<p>Data__ 30/09/13_____ N. 1__</p> <p>Argomento__Presentazione del corso. Programma, libro di testo, organizzaione dei compiti parziali, regole d'esame. Richiami di termodinamica: primo e secondo principio, Energia e suo differenziale. Energia libera di Helmholtz, e loro differenziali. Relazioni di Maxwell. Quanatità estensive ed intensive.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 30/09/13_____ N. 2__</p> <p>Argomento__Quanatità estensive ed intensive. Funzione omogenee ed identità di Eulero. Potenziali con numero variabile di particelle e potenziale chimico. Dimostrazione che il potenziale chimico (per un sistema ad una componente) coincide con l'energia libera di Gibbs per particella.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 02/10/13_____ N. __3__</p> <p>Argomento__ Granpotenziale, e suo differenziale. Il principio della termodinamica e principi di stabilità (rispetto al rilassamento di vincoli $x!$) per $S(E,V,x)$, $A(V,T,x)$, $G(P,T,x)$. Soluzione di un esercizio sulla espansione isoterma, reversibile di un gas: calcolo della variazione di S nel gas. Esercizio sull'espansione libera adiabatica.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 02/10/13_____ N. __4__</p> <p>Argomento__ Esercizio sul massimo dell'entropia rispetto ad un vincolo (setto in un pistone con del gas). Insieme delle configurazioni nello spazio Γ (insieme di Gibbs). Evoluzione canonica dei punti in Γ e densità di sullo spazio Γ. Richiamo al teorema della continuità nello spazio Γ, ovvero del teorema di Liouville.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 04/10/13_____ N. __5__</p> <p>Argomento__ Costanti notevoli in meccanica statistica: costante di Boltzman K_B e numero di Avogadro N_A.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 04/10/13_____ N. 6__</p> <p>Argomento__ Considerazioni generali sulla meccanica statistica. Verifica che $\rho[H(p,q)]$ soddisfa il teorema di Liouville. Forma di $\rho[H(p,q)]$ per E,N,V costanti (Ensemble microcanonico). Definizione dell'entropia in termini di $\Gamma(E)$. Definizione di $\Sigma(E)$ e la densità di stati $\omega(E)$ e definizioni equivalenti di $S(E,V,N)$.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>

<p>Data__ 11/10/13_____ N. 7__</p> <p>Argomento__ Dimostrazione dell'estensività dell'entropia, importanza del termine più probabile in un sistema composto da 2 sottosistemi e condizione sull'eguaglianza di T. Derivazione della termodinamica (trasformazioni lente quasi stazionarie).</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 11/10/13_____ N. 8__</p> <p>Argomento__ Ricetta pratica dall'Hamiltoniana all'entropia (microcanico), alla termodinamica. Calcolo esplicito dell'estensione dello spazio delle fasi per un gas ideale nel microcanonico in termini del volume di una ipersfera. Derivazione dell'entropia ed inversione rispetto all'energia.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 14/10/13_____ N. 9__</p> <p>Argomento__ Argomento__ Calcolo dell'equazione di stato a partire da $E(S,V,N)$. Dimostrazione (nel microcanonico) del teorema di equipartizione. Valor medio di termini quadratici di una hamiltoniana nel microcanico.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 14/10/13_____ N. 10__</p> <p>Argomento__ Problema: Entropia di miscelamento e paradosso di Gibbs. Soluzione empirica del problema via la normalizzazione per un fattore che tolga il conteggio delle permutazioni tra particelle non distinguibili.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 18/10/13_____ N. 11__</p> <p>Argomento__ Soluzione di un esercizio per un insieme di sistemi a due livelli nel microcanonico: temperature negativa per sistemi con energia limitata superiormente. Esercizio sull'equivalenza delle tre definizioni di entropia nell'insieme microcanonico, sfruttando tra l'altro la positività della $w'(E)$.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 18/10/13_____ N. 12__</p> <p>Argomento__ Funzione di distribuzione per un sistema in contatto con un termostato a partire da un ensemble microcanonico partizionato in due. Derivazione della distribuzione di probabilità nel canonico; identificazione di A con $-K_B T \ln[Z]$.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>

<p>Data <u>21/10/13</u> N. <u>13</u></p> <p>Argomento_Esercizio: calcolo della funzione di partizione canonica del gas ideale: entropia, pressione e potenziale chimico; confronto con quanto ottenuto nel microcanonico.</p> <p>Semplificazioni nella funzione di partizione e nelle medie ove l'Hamiltoniana sia separabile.</p> <p>Ore <u>1</u> Firma </p>	<p>Data <u>21/10/13</u> N. <u>14</u></p> <p>Argomento_ Calcolo delle fluttuazioni di energia nel canonico: loro soppressione nel limite termodinamico calore specifico non divergente. Funzione di partizione in termini della densità di stati in energia ed equivalenza della termodinamica del microcanonico e di quella del canonico.</p> <p>Ore <u>1</u> Firma </p>
<p>Data <u>25/10/13</u> N. <u>15</u></p> <p>Argomento_ Esercizio: Paramagnetismo di Langevin per particelle con un momento magnetico permanente e libero di ruotare nello spazio. Calcolo della magnetizzazione media e della suscettività magnetica dalle medie e come derivate dell'energia libera di Helmholtz.</p> <p>Ore <u>1</u> Firma </p>	<p>Data <u>22/10/13</u> N. <u>16</u></p> <p>Argomento_ Esercizio su particelle cariche interagenti in campo magnetico e teorema di van Leeuwen.</p> <p>Potenziali termodinamici per particella e loro differenziali.</p> <p>Ore <u>1</u> Firma </p>
<p>Data <u>28/10/13</u> N. <u>17</u></p> <p>Argomento_ Esercizio. Particelle indipendenti in campo esterno $v(r) = mgz$: funzione di partizione canonica, profilo di densità, pressione e potenziale chimico.</p> <p>Ore <u>1</u> Firma </p>	<p>Data <u>28/10/13</u> N. <u>18</u></p> <p>Argomento_ Esercizio. Perturbazioni al primo ordine nell'insieme canonico.</p> <p>Ore <u>1</u> Firma </p>

<p>Data__04/11/13_____ N. 19__</p> <p>Argomento__ Derivazione della distribuzione grancanonica a partire dal comportamento di una sottoregione in un insieme canonico. Funzione di partizione grancanonica e sua relazione con la pressione. Esercizio: calcolo della funzione di granpartizione del gas ideale nell'insieme grancanonico .</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data_04/11/13_____ N. _20_____</p> <p>Argomento__ Derivazione della termodinamica nel grancanonico e calcolo del numero medio di particelle. Calcolo delle fluttuazioni di numero nel grancanonico, relazione con la compressibilità isoterma e soppressione delle fluttuazioni nel limite termodinamico lontano da transizioni di fase.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__05/11/13_____ N. _21__</p> <p>Argomento__ Dimostrazione dell'equivalenza della termodinamica di grancanonico e canonico ove l'energia libera di Helmholtz sia convessa (compressibilità isoterma positiva e finita).</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__05/11/13_____ N. _22_____</p> <p>Argomento_Equivalenza dell'insieme canonico e di quello grancanonico nel caso generale : dominanza del termine massimo e determinazione del termine massimo. Equivalenza della pressione canonica e grancanonica.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__08/11/13_____ N. _23__</p> <p>Argomento__ Risoluzione di un esercizio per particelle in regime ultrarelativistico.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__08/11/13_____ N. _24__</p> <p>Argomento__ Dimostrazione dell'equivalenza grancanonico-canonico nel caso di una equazione di stato alla van-der Waals. Prima Parte</p> <p>Ore __1__ Firma </p>

<p>Data__ 11/11/13_____ N. 25__</p> <p>Argomento__ Dimostrazione dell'equivalenza grancanonico-canonico nel caso di una equazione di stato alla van-der Waals. Seconda parte: : Eguaglianza di pressione e potenziale chimico e coesistenza delle fasi.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 11/11/13_____ N. 26__</p> <p>Argomento__ Costruzione di Maxwell nella regione a due fasi.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 12/11/13_____ N. 27__</p> <p>Argomento__ Risoluzione di un esercizio su particelle in un campo gravitazionale con termini lineari e quadratici nella distanza dalla superficie terrestre.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 12/11/13_____ N. 28__</p> <p>Argomento_ Risoluzione di un esercizio per particelle cariche in campo elettrico in un contenitore cilindrico.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 15/11/13_____ N. 29__</p> <p>Argomento__ Sistema in un mezzo esterno e derivazione della matrice densità. Basi complete (prodotti tensoriali) per sistemi composti di due o più parti. Medie quantistiche di operatori del sistema su tempi lunghi rispetto ai tempi per il moto atomico/molecolare.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 15/11/13_____ N. 30__</p> <p>Argomento_ Postulati della meccanica statistica quantistica, matrice densità nell'insieme microcanonico e medie come tracce.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>

<p>Data__ 19/11/13_____ N. 31_____</p> <p>Argomento__ Proprietà delle tracce. Evoluzione temporale degli stati e della matrice dinamica. Postulati di eguali probabilità a priori e delle fasi casuali, indipendenza dal tempo della matrice densità e medie di equilibrio.</p> <p>Ore __1____ Firma </p>	<p>Data__ 19/11/13_____ N. 32_____</p> <p>Argomento__ Entropia nel microcanonico e densità di stati in energia. Termodinamica. Insieme canonico, matrice densità nell'insieme canonico, funzione di partizione e medie.</p> <p>Ore __1____ Firma </p>
<p>Data__ 25/11/13_____ N. 33_____</p> <p>Argomento__ Insieme gran canonico in regime quantistico in termini delle appropriate matrici densità. Derivazione della espressione di Gibbs per l'entropia nel canonico.</p> <p>Ore __1____ Firma </p>	<p>Data__ 25/11/13_____ N. 34_____</p> <p>Argomento_ Funzioni d'onda ed energie di una particella con condizioni al contorno periodiche (Born-von Karman) e omogenee in 1 e più dimensioni. Degenerazione dei livelli d'energia.</p> <p>Ore __1____ Firma </p>
<p>Data__ 26/11/13_____ N. 35_____</p> <p>Argomento__ Sistemi di particelle non interagenti, separabilità e funzioni d'onda. Particelle identiche e simmetria ammesse per le funzioni d'onda a molte particelle. Funzioni simmetriche (Bosoni) e antisimmetriche (Fermioni) . Principio di Pauli. Stati ed energie e numeri di occupazioni.</p> <p>Ore __1____ Firma </p>	<p>Data__ 26/11/13_____ N. 36_____</p> <p>Argomento__ Derivazione gran canonica delle funzione di partizione Z per Fermioni e Bosoni indipendenti. Calcolo dei numeri di occupazione medi. Similarità e differenze tra Fermioni e Bosoni, condizioni sul potenziale chimico/ fugacità. Calcolo delle fluttuazioni di energia nel canonico in regime quantistico.</p> <p>Ore __1____ Firma </p>

<p>Data__ 29/11/13_____ N. 37 _____</p> <p>Argomento_ Densità di stati in energia per unità di volume. Calcolo di Pressione e densità per Fermioni ideali in termini della fugacità z ed espressione in termini delle funzioni $f_{5/2}(z)$ e $f_{3/2}(z)$. Espressione di $f_{5/2}(z)$ e $f_{3/2}(z)$ in termini di z per $z < 1$. Caratteristiche qualitative della funzione di Fermi.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 29/11/13_____ N. 38 _____</p> <p>Argomento_ Calcolo di Pressione e densità per Bosoni ideali in termini della fugacità z, termine a $p=0$, ed espressione in termini delle funzioni $g_{5/2}(z)$ e $g_{3/2}(z)$, e loro espressione in serie di z. Relazione densità-fugacità per Fermioni nel limite di $\lambda^3 \rho$ molto minore di 1 ed equazione di stato.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 02/12/13_____ N. 39 _____</p> <p>Argomento_ Boltzmanioni, limite classico e prima correzione quantistica all'equazione di stato. Relazione Energia-pressione per Fermioni e Bosoni. Stato ed energia fondamentale di Fermioni a $T=0$, impulso ed energia di Fermi, per spin qualsiasi. Calcolo dell'energia di stato fondamentale a partire dalle energie di particella singola.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 02/12/13_____ N. 40 _____</p> <p>Argomento__ Densità di stati in energia e per unità di volume in 3 dimensioni: calcolo diretto ed espressione in termini di densità ed energia di Fermi.</p> <p>Impostazione dello sviluppo di Sommerfeld.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>03/12/13_____ N. 41 _____</p> <p>Argomento__ Sviluppo di Sommerfeld del potenziale chimico e quantità simili per $\lambda^3 \rho \rightarrow \infty$ (formulazione di Landau). Sviluppo di Sommerfeld: calcolo del potenziale chimico ad ordine dominante. + prima correzione nel limite degenere. Pressione nel limite degenere.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 03/21/13_____ N. 42 _____</p> <p>Argomento__ Calcolo della dipendenza dell'energia dalla temperatura in un gas di Fermioni degenere e calcolo del calore specifico.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>

<p>Data__06/12/13_____ N. __43__</p> <p>Argomento__ Esercizi. 11.1:Gas di Fermi ideale a $T=0$ e valutazione del vettore d'onda ed energia di Fermi per elettroni a densità metalliche, nucleoni in un nucleo ed Elio-3 liquido. Vettore d'onda di Fermi e distanza media tra i Fermioni.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__06/12/13_____ N. 44__</p> <p>Argomento__ Esercizi 11.2 (energia libera di Helmholtz di Fermioni a basse temperature) e 11.5 (equilibrio di fermioni con spin diverso).</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__09/12/13_____ N. __45__</p> <p>Argomento__ Relazione tra densità, temperatura e fugacità (z) per un gas ideale di Bose. Termine di condensato e sua rilevanza nel limite di $z \rightarrow 1$. Valore critico del parametro di degenerazione $\lambda^3 p$ e presenza del condensato per valori del parametro di degenerazione superiori al suo valore critico $(\lambda^3 p)_c = 2.612$</p> <p></p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__09/12/12_____ N. 46__</p> <p>Argomento__ Discussione sulle proprietà di un gas id Bose ideale nella fase normale ed in presenza del condensato. Frazione di condensato al variare della densità (T fissato) ed al variare della temperatura (densità fissata).</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__10/12/13_____ N. __47__</p> <p>Argomento__ Cavità, modi normali del campo EM, oscillatori equivalenti; relazione energia- vettore d'onda, polarizzazioni, non conservazione del numero dei fotoni; numeri di occupazione. Funzione di partizione canonica, occupazione media dei modi (distribuzione di Planck).</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__10/12/13_____ N. 48__</p> <p>Argomento__ Cavità, energia media, pressione; analisi in frequenza dell'energia media all'interno della cavità (legge di Planck). Radiazione emessa attraverso un foro nella superficie della cavità. Caratteristiche qualitative dell'intensità emessa in funzione di frequenza e temperatura.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>

<p>Data__ 11/12/13_____ N. __49__</p> <p>Argomento__ Energia dell'insieme degli oscillatori normali che descrivono le piccole escursioni intorno all'equilibrio degli atomi in un solido e suo valore medio.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 13/12/13_____ N. 50_</p> <p>Argomento__ Modello di Debye, densità di stati in energia del modello, vettore d'onda, frequenza e temperatura di Debye: calore specifico e sue caratteristiche a T grandi e a T piccoli.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 13/12/13_____ N. __51__</p> <p>Argomento__ Esercizio: Fermioni con $S=1/2$ a $T=0$ in una dimensione.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 17/12/13_____ N. 52__</p> <p>Argomento__ Risoluzione del problema 12.1 del libro di testo.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 17/12/13_____ N. __53__</p> <p>Argomento__ Soluzione del problema 12.5 del libro di testo.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 19/12/13_____ N. 54__</p> <p>Argomento__ Soluzione di un problema di Fermioni ideali in 2D.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>

Data__19/12/13_____ N. __55__

Argomento__Esercizio: Bosoni in 4 dimensioni e condensazione di Bose. Soluzione del problema 12.3 del libro di testo.

Ore __1__ Firma



Data__20/12/13_____ N. 56__

Argomento__Esercizio 12.7 del libro di testo

Ore __1__ Firma



Data__20/12/13_____ N. 57__

Argomento__Esercizio: polarizzazione di spin d'equilibrio per Fermioni non interagenti in campo magnetico in 2D.

