

























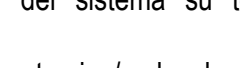











<p>Data__06/10/11_____ N. 1__</p> <p>Argomento__Presentazione del corso. Programma, libro di testo, organizzaione dei compiti parziali, regole d'esame. Richiami di termodinamica: primo e secondo principio, Energia e suo differenziale. Energia libera di Helmholtz, e loro differenziali. Relazioni di Maxwell. Quanatità estensive ed intensive.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__07/10/11_____ 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__07/10/11_____ N. 3__</p> <p>Argomento__Granpotenziale, e suo differenziale. Il principio della termodinamica e principi di stabilità (rispetto al rilassamento di vincoli <math>x!</math>) per <math>S(E,V,x)</math>, <math>A(V,T,x)</math>, <math>G(P,T,x)</math>. Soluzione di un esercizio sulla espansione isoterma, reversibile di un gas: calcolo della variazione di <math>S</math> nel gas. Esercizio sull'espansione libera adiabatica.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__10/10/11_____ N. 4__</p> <p>Argomento__ Esercizio sul massimo dell'entropia rispetto ad un vincolo (setto in un pistone con del gas).</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__10/10/11_____ N. 5__</p> <p>Argomento__Insieme delle configurazioni nello spazio <math>\Gamma</math> (insieme di Gibbs). Evoluzione canonica dei punti in <math>\Gamma</math> e densità di sullo spazio <math>\Gamma</math>. Richiamo al teorema della continuità nello spazio <math>\Gamma</math>, ovvero del teorema di Liouville. Costanti notevoli in meccanica statistica: costante di Boltzman <math>K_B</math> e numero di Avogadro <math>N_A</math>.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__12/10/10_____ N. 6__</p> <p>Argomento__ Considerazioni generali sulla meccanica statistica. Verifica che <math>\rho[H(p,q)]</math> soddisfa il teorema di Liouville. Forma di <math>\rho[H(p,q)]</math> per <math>E,N,V</math> costanti (Ensemble microcanonico). Definizione dell'entropia in termini di <math>\Gamma(E)</math>. Definizione di <math>\Sigma(E)</math> e la densità di stati <math>\omega(E)</math> e definizioni equivalenti di <math>S(E,V,N)</math>.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>







<p>Data__ 12/10/11_____ 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__ 14/10/11_____ 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__ 14/10/11_____ N. 9__</p> <p>Argomento__ Argomento__ Calcolo dell'equazione di stato a partire da <math>E(S,V,N)</math>. 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__ 17/10/11_____ N. 10__</p> <p>Argomento__ Problema: Entropia di miscelamento e paradosso di Gibbs. Soluzione empirico 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__ 17/10/11_____ N. 11__</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 <math>-K_B T \ln[Z]</math>.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 21/10/11_____ N. 12__</p> <p>Argomento__ Esercizio: calcolo della funzione di partizione canonica del gas ideale. Derivazione delle espressioni di entropia, pressione e potenziale chimico e confronto con quanto ottenuto nel microcanonico.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>







<p>Data <u>21/10/11</u> N. <u>13</u></p> <p>Argomento_Calcolo delle fluttuazioni di energia nel canonico: soppressione delle stesse nel limite termodinamico lontano da transizioni di fase alle quali il calore specifico diverga.</p> <p>Ore <u>1</u> Firma </p>	<p>Data <u>24/10/11</u> N. <u>14</u></p> <p>Argomento_Calcolo della funzione di partizione in termini della densità di stati in energia approssimando l'integrale canonico attorno all'estremo dell'integrando. Equivalenza della termodinamica del microcanonico e di quella del canonico. Semplificazioni nella funzione di partizione e nelle medie ove l'Hamiltoniana sia separabile.</p> <p>Ore <u>1</u> Firma </p>
<p>Data <u>24/10/11</u> N. <u>15</u></p> <p>Argomento_ Esercizio su particelle cariche interagenti in campo magnetico e teorema di van Leeuwen. Esercizio: Paramagnetismo di Langevin per particelle con un momento magnetico permanente e libero di ruotare nello spazio.</p> <p>Ore <u>1</u> Firma </p>	<p>Data <u>25/10/11</u> N. <u>16</u></p> <p>Argomento_ Calcolo della magnetizzazione media e della suscettività magnetica dalle medie e come derivate dell'energia libera di Helmholtz. Potenziali termodinamici per particella e loro differenziali.</p> <p>Ore <u>1</u> Firma </p>
<p>Data <u>25/10/10</u> N. <u>17</u></p> <p>Argomento_ Esercizio. Particelle indipendenti in campo esterno <math>v(r) = mgz</math>: funzione di partizione canonica, profilo di densità, pressione e potenziale chimico.</p> <p>Ore <u>1</u> Firma </p>	<p>Data <u>27/10/11</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__28/10/11_____ 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__28/10/11_____ 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__04/11/11_____ 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). Esercizio. Sistema di particelle distinguibili con 2 livelli di energia nel microcanonico.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__04/11/11_____ N. 22__</p> <p>Esercizio sull'equilibrio nel microcanico e condizioni e disequaglianze) che derivano dalla concavità dell'entropia. Eguaglianza di temperatura e pressioni e condizione di non negatività del calore specifico, ovvero di <math>1/C_V</math> e della compressibilità isoterma, ovvero di <math>1/K_T</math>.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__07/11/11_____ N. 23__</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__07/11/11_____ N. 24__</p> <p>Argomento__ Esercizio sull'equivalenza delle tre definizioni di entropia nell'insieme microcanonico, sfruttando tra l'altro la positività della <math>\Gamma'(E)</math>.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>







<p>Data__08/11/11_____ N. 25__</p> <p>Argomento_Equilibrio delle fasi nel canonico ed eguaglianza di pressione e potenziale chimico. Equilibrio liquido-gas. Dimostrazione dell'equivalenza delle definizioni dell'entropia nel microcanonico indipendente dal segno di <math>\Gamma'(E)</math>.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__10/11/11_____ N. 26__</p> <p>Argomento_Esercizio. Sistema di molecole biatomiche con legame armonico (oscillatore tridimensionale isotropo) nell'insieme canonico.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__11/11/11_____ N. 27__</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__11/11/11_____ N. 28__</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__14/11/11_____ N. 29__</p> <p>Argomento__ Entropia, densità di stati in energia. termodinamica. Insieme canonico ed insieme grancanonico in regime quantistico in termini delle appropriate matrici densità.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__14/11/11_____ N. 30__</p> <p>Argomento_Esercizio. Derivazione della espressione di Gibbs per l'entropia nel canonico e dimostrazione della sua validità anche nel microcanonico. Calcolo delle fluttuazioni di energia nel canonico in regime quantistico.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>

<p>Data__ 15/11/11_____ N. 31 _____</p> <p>Argomento_ Funzioni d'onda ed energie di una particella su un segmento <math>[0,L]</math> con condizioni al contorno periodiche (Born-von Karman) e condizioni di parete dura.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 15/11/11_____ N. _32_____</p> <p>Argomento_ 'Volume per stato' nello spazio <math>k</math>, densità di stati in <math>k</math> e relazione tra somme sugli stati ed integrali in <math>k</math>. Particella in una scatola cubica a partire dai risultati per una particella sul segmento <math>[0,L]</math> ed analisi della degenerazione in energia degli autostati dell'impulso, con esempi.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 18/11/11_____ N. _32_____</p> <p>Argomento_ Densità di stati in energia per unità di volume. Sistemi a molte particelle non interagenti e separabilità: funzioni d'onda prodotto di funzioni d'onda di singola particella. Particelle identiche e simmetria ammesse per le funzioni d'onda a molte particelle. Funzioni simmetriche (Bosoni) e antisimmetriche (Fermioni) .</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 18/11/11_____ N. _34_____</p> <p>Argomento_ Simmetrizzazione/antisimmetrizzazione della funzione prodotto. Il determinante di Slater. Il principio di esclusione di Pauli (per stati di singola particella completamente determinati/individuati).</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>21/11/11_____ N. _35_____</p> <p>Argomento_ Derivazione grandcanonica delle funzione di partizione <math>Z</math> per Fermioni e Bosoni indipendenti. Calcolo dei numeri di occupazione medi: Fermi-Dirac e Bose-Einstein. Similarità e differenze nei due casi. Condizioni sul potenziale chimico/fugacità.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 21/11/11_____ N. 36_____</p> <p>Argomento_ Caratteristiche notevoli delle distribuzioni di Bose-Einstein e di Fermi-Dirac. Confronto tra distribuzione di Maxwell e Fermi a <math>T</math> ambiente e tra distribuzione di Maxwell e Bose-Einstein.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>

<p>Data__ 25/11/11_____ N. __37__</p> <p>Argomento__ Calcolo di Pressione e densità per Fermioni ideali in termini della fugacità <math>z</math> ed espressione in termini delle funzioni <math>f_{5/2}(z)</math> e <math>f_{3/2}(z)</math>. Espressione di <math>f_{5/2}(z)</math> e <math>f_{3/2}(z)</math> in termini di <math>z</math> per <math>z &lt; 1</math>.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 25/11/11_____ N. 38__</p> <p>Argomento__ Contributo del termine a <math>p=0</math>.</p> <p>Relazione densità-fugacità per Fermioni nel limite di <math>\lambda^3 \rho</math> molto minore di 1 ed equazione di stato. Boltzmanioni, limite classico e prima correzione quantistica all'equazione di stato.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 28/11/11_____ N. __39__</p> <p>Argomento__ Calcolo di Pressione e densità per Bosoni ideali in termini della fugacità <math>z</math> ed espressione in termini delle funzioni <math>g_{5/2}(z)</math> e <math>g_{3/2}(z)</math>, e loro espressione in serie di <math>z</math>. Sviluppo di Sommerfeld del potenziale chimico e quantità simili per <math>\lambda^3 \rho \rightarrow \infty</math> (formulazione di Landau).</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 28/11/11_____ N. 40__</p> <p>Argomento__ Sviluppo di Sommerfeld: calcolo del potenziale chimico ad ordine dominante. + prima correzione nel limite degenere Energia, impulso, vettore d'onda di Fermi. Pressione nel limite degenere.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 29/11/11_____ N. __41__</p> <p>Argomento__ Relazione tra pressione e energia per unità di volume per Fermioni e Bosoni ideali. 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__ 29/11/11_____ N. 42__</p> <p>Argomento__ Esercizi: (i) Gas di Fermi ideale a <math>T=0</math> e calcolo dell'energia di stato fondamentale a partire dalle energie di particella singola. (ii) Calcolo della densità di stati in energia in 3 dimensioni e sua espressione in termini di densità ed energia di Fermi. Densità di stati in energia per Fermioni in dimensione <math>D</math>.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>

<p>Data__ 02/12/11_____ N. __43__</p> <p>Argomento__ Esercizi: (i) Gas di Fermi ideale a <math>T=0</math>: 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. Esercizio 11.2 del libro di testo, con aggiunta del calcolo dell'entropia, del calore specifico e confronto di questu'ultimo con il valore classico. Esercizio 11.5 del libro di testo.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 02/12/11_____ N. 44__</p> <p>Argomento__ Cavità e modi di normali del campo elettromagnetico: oscillatori equivalenti, relazione energia-vettore d'onda, polarizzazioni. Non conservazione del numero dei fotoni. Stato della cavità (radiazione) e numeri di occupazione. Calcolo della funzione di partizione canonica.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 05/12/11_____ N. __45__</p> <p>Argomento__ Radiazione in una cavità: calcolo dell'occupazione media dei modi (funzione di distribuzione di Planck) , dell'energia media, della pressione. analisi in frequenza dell'energia media all'interno della cavità (legge di Planck).</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 05/12/11_____ N. 46__</p> <p>Argomento__ Radiazione in una cavità: . Analisi della radiazione emessa attraverso un foro nella superficie della cavità. Caratteristiche qualitative dell'intensità emessa in funzione di frequenza e temperatura. Generalità sulle piccole oscillazioni e sui modi normali.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 06/12/11_____ N. __47__</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. Modello di Debye, densità di stati in energia del modello, vettore d'onda, frequenza e temperatura di Debye: calore specifico e sue caratteristiche a <math>T</math> grandi e a <math>T</math> piccoli.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 06/12/11_____ N. 48__</p> <p>Argomento__ Relazione tra densità, temperatura e fugacità (<math>z</math>) per un gas ideale di Bose. Termine di condensato e sua rilevanza nel limite di <math>z \rightarrow 1</math>. Valore critico del parametro di degenerazione <math>\lambda^3 p</math> e presenza del condensato per valori del parametro di degenerazione superiori al suo valore critico <math>(\lambda^3 p)_c = 2.612</math>.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>



<p>Data__ 09/12/11_____ N. __49__</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__ 09/12/11_____ N. 50__</p> <p>Argomento__ Esercizio: Proprietà termodinamiche di un gas di bose per <math>z &lt; 1</math> e per <math>z=1</math> (in presenza di condensato).</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 12/12/11_____ N. __51__</p> <p>Argomento__ Esercizio: Proprietà di un gas di Bosoni in 4 dimensioni.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 12/12/11_____ N. 52__</p> <p>Argomento__ Esercizio: energia libera, energia, calore specifico a basse temperature, vettore d'onda di Debye di un cristallo armonico bidimensionale.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>
<p>Data__ 16/12/11_____ N. __53__</p> <p>Argomento__ Risoluzione del problema 12.1 del libro di testo.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>	<p>Data__ 16/12/11_____ N. 54__</p> <p>Argomento__ Risoluzione del problema sul calcolo della polarizzazione di spin d'equilibrio per Fermioni non interagenti in campo magnetico.</p> <p>Ore __1__ Firma </p>

Data\_\_19/12/11\_\_\_\_\_ N. \_\_55\_\_

Argomento\_\_ Soluzione dei problemi 11.15 e 12.3 del libro di testo.

Ore \_\_1\_\_ Firma



Data\_\_19/12/11\_\_\_\_\_ N. 56\_\_

Argomento\_\_ Soluzione del problema 12.5 del libro di testo.

Ore \_\_1\_\_ Firma

