

Dipartimento di Fisica
Anno Accademico 2016/17
Registro lezioni del docente SENATORE GAETANO

Attività didattica

FISICA STATISTICA [135SM]

Periodo di svolgimento: *Primo Semestre*

Docente titolare del corso: SENATORE GAETANO matr. 003294

Riepilogo registro docente:

SENATORE GAETANO matr. 003294

Docente interno - Professori Ordinari

Stato registro docente: Stampato

Ore inserite: 54 ore

Ore previste dall'offerta didattica: 48 ore

Gruppi di studenti con i quali è stata svolta l'attività - ore per gruppo

- prevista per tutti gli studenti (senza gruppi associati) - 54 ore

Ore inserite per tipologia di attività

22 ore esercitazione :

- prevista per tutti gli studenti (senza gruppi associati) - 22 ore

32 ore lezione :

- prevista per tutti gli studenti (senza gruppi associati) - 32 ore

Firma del docente:.....

Firma del direttore:.....

Data:.....

Dettaglio delle attività svolte:
FISICA STATISTICA [135SM]

29/09/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 12:00

Ora fine: 13:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Programma, libro di testo, organizzazione 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. Quantità estensive ed intensive.

30/09/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 09:00

Ora fine: 10:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Quantità estensive ed intensive. Funzione omogenee ed identità di Eulero. Potenziali con numero variabile di particelle, potenziale chimico. Dimostrazione che il potenziale chimico (sistema ad una componente) coincide con l'energia libera di Gibbs per particella. Potenziali termodinamici per particella e loro differenziali.

30/09/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 10:00

Ora fine: 11:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

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.

03/10/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 09:00

Ora fine: 10:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Esercizio sul massimo dell'entropia rispetto ad un vincolo (setto in un pistone con del gas).

03/10/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 10:00**Ora fine:** 11:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

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. Costanti notevoli in meccanica statistica: costante di Boltzman K_B e numero di Avogadro N_A .

07/10/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 09:00**Ora fine:** 10:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Considerazioni generali sulla meccanica statistica. Ergodicità. Verifica che $p[H(p,q)]$ soddisfa il teorema di Liouville. Forma di $p[H(p,q)]$ 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 $S(E,V,N)$.

07/10/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 10:00**Ora fine:** 11:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

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). Esercizio sull'equivalenza delle definizioni di entropia in termini di $\omega(E)$ $\Gamma(E)$.

10/10/2016 - esercitazione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 09:00**Ora fine:** 10:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

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. Calcolo di temperatura, energia, e pressione. Entropia in termini della temperatura.

10/10/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 10:00

Ora fine: 11:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Dimostrazione (nel microcanonico) del teorema di equipartizione. Valor medio di termini quadratici di una hamiltoniana nel microcanico. Viriale

13/10/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 12:00

Ora fine: 13:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Soluzione di un esercizio per un insieme di sistemi a due livelli nel microcanonico: temperature negativa per sistemi con energia limitata superiormente.

14/10/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 09:00

Ora fine: 10:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

$\Gamma(E)$ per particelle distinguibili. Esercizio sull'entropia di miscelamento

14/10/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 10:00

Ora fine: 11:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

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.

17/10/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 09:00

Ora fine: 10:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Calcolo delle fluttuazioni di energia nel canonico: loro soppressione nel limite termodinamico per 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.

17/10/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 10:00

Ora fine: 11:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Semplificazioni nella funzione di partizione e nelle medie ove l'Hamiltoniana sia separabile. Esercizio: calcolo della funzione di partizione canonica del gas ideale: entropia, pressione e potenziale chimico; confronto con quanto ottenuto nel microcanonico.

21/10/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 09:00

Ora fine: 10:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Esercizio. Particelle indipendenti in campo esterno $v(r) = mgz$: funzione di partizione canonica, profilo di densità, pressione e potenziale chimico

21/10/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 10:00

Ora fine: 11:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Esercizio. Perturbazioni al primo ordine nell'Ensemble Canonico e calcolo delle proprietà termodinamiche

24/10/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 09:00

Ora fine: 10:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Esercizio su particelle cariche interagenti in campo magnetico e teorema di van Leeuwen.

24/10/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 10:00

Ora fine: 11:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

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

27/10/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 14:00

Ora fine: 15:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Derivazione della distribuzione gran canonica a partire dal comportamento di una sottoregione in un insieme canonico. Funzione di partizione gran canonica e sua relazione con la pressione.

27/10/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 15:00

Ora fine: 16:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Derivazione della termodinamica nel gran canonico e calcolo del numero medio di particelle. Calcolo delle fluttuazioni di numero nel gran canonico, relazione con la compressibilità isoterma e soppressione delle fluttuazioni nel limite termodinamico lontano da transizioni di fase.

28/10/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 09:00

Ora fine: 10:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Esercizio: calcolo della funzione di granpartizione del gas ideale nell'insieme grancanonico.

28/10/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 10:00

Ora fine: 11:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Coesistenza delle fasi

07/11/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 09:00

Ora fine: 10:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

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 grancononica.

07/11/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 10:00

Ora fine: 11:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Dimostrazione dell'equivalenza grancanonico-canonico nel caso di una equazione di stato alla van-der Waals. Prima Parte

10/11/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 14:00**Ora fine:** 15:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

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. Costruzione di Maxwell nella regione a due fasi.

10/11/2016 - esercitazione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 15:00**Ora fine:** 16:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Soluzione di problemi di particelle indipendenti in campo esterno (gravitazionale, 3d e gravitazionale a gradini, 1D) e calcolo della pressione al fondo del contenitore.

11/11/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 09:00**Ora fine:** 10:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

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. Matrice densità.

11/11/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 10:00**Ora fine:** 11:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Postulati di eguali probabilità a priori e delle fasi casuali. Proprietà delle tracce. Insieme Microcanonico e matrice densità nell'insieme microcanonico. Microcanonico e densità di stati in energia. Termodinamica. Insieme canonico, matrice densità nell'insieme canonico, funzione di partizione e medie. Insieme grancanonico in regime quantistico in termini delle appropriate matrici densità.

14/11/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 09:00**Ora fine:** 10:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

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. Densità di stati in energia per unità di volume.

14/11/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 10:00**Ora fine:** 11:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

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.

18/11/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 09:00**Ora fine:** 10:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Derivazione gran canonica delle funzione di partizione Z per Fermioni e Bosoni indipendenti. Condizioni sul potenziale chimico/fugacità per Bosoni.

18/11/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 10:00**Ora fine:** 11:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Calcolo di Pressione e densità per Fermioni ideali in termini della fugacità z ed espressione in termini delle funzioni $f_{5/2}(z)$ e $f_{3/2}(z)$.

21/11/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 09:00

Ora fine: 10:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Calcolo di Pressione e densità per Bosoni ideali in termini della fugacità z ed espressione in termini delle funzioni $g_{5/2}(z)$ e $g_{3/2}(z)$

Espressione di $f_{5/2}(z)$ e $f_{3/2}(z)$ e di $g_{5/2}(z)$ e $g_{3/2}(z)$ in termini di z per $z < 1$.

21/11/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 10:00

Ora fine: 11:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Derivazione di Z per Boltzmanioni. Calcolo dei numeri di occupazione medi per Boltzmanioni. Calcolo di Pressione e densità per Boltzmanioni in termini della fugacità z

Relazione tra Energia media e pressione per particelle non interagenti.

24/11/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 14:00

Ora fine: 15:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Relazione densità-fugacità per Fermioni nel limite di $\lambda^3 \rho$ molto minore di 1 ed equazione di stato. Limite classico e prima correzione quantistica all'equazione di stato di Fermioni.

24/11/2016 - lezione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 15:00

Ora fine: 16:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Comportamento qualitativo del numero medio di occupazione per Fermioni.

Sviluppo di Sommerfeld del potenziale chimico e quantità simili per $\lambda^3 \rho \rightarrow \infty$ (formulazione di Landau).

25/11/2016 - esercitazione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 09:00**Ora fine:** 10:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Energie di stato fondamentale di Fermioni e Bosoni (di spin zero) e necessità del termine anomalo nella densità di Bosoni.

Sfera di Fermi, impulso e vettore d'onda di Fermi, temperatura di Fermi.

25/11/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 10:00**Ora fine:** 11:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Sviluppo di Sommerfeld: calcolo del potenziale chimico ad ordine dominante + prima correzione nel limite degenere .

Calcolo della dipendenza dell'energia dalla temperatura in un gas di Fermioni degenere e calcolo del calore specifico.

28/11/2016 - esercitazione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 09:00**Ora fine:** 10:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Esercizi 11.2 (energia libera di Helmholtz di Fermioni a basse temperature).

28/11/2016 - esercitazione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 10:00**Ora fine:** 11:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Esercizio 11.5 (equilibrio di fermioni con spin diverso). Esercizio sulla suscettività di spin di fermioni in 2D con spin 1/2.

01/12/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 14:00**Ora fine:** 15:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

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 $\lambda^3 \rho$ e presenza del condensato per valori del parametro di degenerazione superiori al suo valore critico $(\lambda^3 \rho)_c = 2.612$

01/12/2016 - esercitazione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 15:00**Ora fine:** 16:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

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). proprietà termodinamiche nella fase normale ed in presenza del condensato. Risoluzione dell'esercizio 12.3 del libro di testo.

02/12/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 09:00**Ora fine:** 10:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Soluzione dell'esercizio 2 del 19 12 2014 (Bosoni non interagenti in 3D con dispersione lineare dell'energia).

02/12/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 10:00**Ora fine:** 11:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Cavità, modi di 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).

05/12/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 09:00**Ora fine:** 10:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

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.

05/12/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 10:00**Ora fine:** 11:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Moto per piccole deviazioni delle coordinate dai valori ad un minimo, coordinate ed oscillatori normali. Onde che descrivono gli spostamenti dal minimo in un cristallo periodico in 3 dimensioni con un atomo per cella

12/12/2016 - lezione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 09:00**Ora fine:** 10:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Fisica Statistica

Descrizione attività:

Oscillatori normali per un cristallo periodico in 3 dimensioni con un atomo per cella: numero degli oscillatori. Energia media nel caso classico. Modello di Debye, densità di stati in energia del modello, vettore d'onda, frequenza e temperatura di Debye.

12/12/2016 - esercitazione -**Docente:** SENATORE GAETANO**Ora inizio:** 10:00**Ora fine:** 11:00**Ore accademiche:** 1**Titolo attività:**

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Energia media del modello di Debye e calcolo del calore specifico e sue caratteristiche a T grandi e a T piccoli.

Soluzione dell'esercizio 1 del 20/12/2011 (Fermioni con $S=1/2$ a $T=0$ in una dimensione).

15/12/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 14:00

Ora fine: 15:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Soluzione del problema 12.1 del libro di testo.

15/12/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 15:00

Ora fine: 16:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Soluzione dell'Esercizio 2 del compitino del 18/12/2015.

16/12/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 09:00

Ora fine: 10:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Soluzione dell'esercizio 2 del compitino del 20/12/2015

16/12/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 10:00

Ora fine: 11:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Soluzione di un esercizio: calcolo della suscettività magnetica di un gas di fermioni bidimensionale a fissato potenziale chimico e temperatura.

19/12/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 09:00

Ora fine: 10:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Soluzione dell'esercizio 1 del compitino del 18/12/15.

19/12/2016 - esercitazione -

Docente: SENATORE GAETANO

Ora inizio: 10:00

Ora fine: 11:00

Ore accademiche: 1

Titolo attività:

Soluzione di problemi

Descrizione attività:

Soluzione dell'esercizio 1 del compitino del 19/12/14
