

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE FISICHE E CHIMICHE**  
**anno accademico 2013/14**  
**Registro lezioni del docente PIERLEONI CARLO**

Attività didattica

---

**MICROFISICA QUANTISTICA [F0015]**

**Periodo di svolgimento:** *Secondo Semestre*

**Docente titolare del corso:** PIERLEONI CARLO matr. 001231

**Altri docenti del corso:** PETRERA SERGIO matr. 001417

**Riepilogo registro docente:**

---

**PIERLEONI CARLO matr. 001231**

Docente interno - Professore associato

**Stato registro docente**

Stampato

**Ore inserite:** 62 ore

**Ore previste dall'offerta didattica:** 56 ore

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

- prevista per tutti gli studenti (senza gruppi associati) - 62 ore

**Ore inserite per tipologia di attività**

8 ore esercitazione :

- prevista per tutti gli studenti (senza gruppi associati) - 8 ore

54 ore lezione :

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

Firma del docente: .....

Firma del Direttore di dipartimento: .....

Data: .....

**Dettaglio delle attività svolte:**  
**MICROFISICA QUANTISTICA [F0015]**

**26/02/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

1

**Descrizione attività:**

- Introduzione al corso
  - Sistemi di molte particelle
  - Postulato di Simmetrizzazione
  - Perturbazioni non dipendenti dal tempo (richiami)
- 

**27/02/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

2

**Descrizione attività:**

- Interazione di Van der Waals tra due atomi di idrogeno in stato fondamentale
  - Il metodo variazionale
  - Funzionali e loro proprietà
  - esempio: buca di potenziale infinita
- 

**28/02/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

3

**Descrizione attività:**

- Metodo variazionale di Rayleigh-Ritz
  - Metodo variazionale lineare
  - Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo
  - Perturbazione a gradino e Regola d'Oro di Fermi
  - Rappresentazione d'Interazione e serie di Dyson
  - Esempio di scattering da potenziale
-

**05/03/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

4

**Descrizione attività:**

- Accensione adiabatica
  - Perturbazione armonica e transizioni di primo e secondo ordine
  - Richiami di elettromagnetismo su potenziali scalare e vettore e trasformazioni di gauge
  - Particella carica in c.e.m.
- 

**06/03/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

5

**Descrizione attività:**

- Tassi di transizione: assorbimento ed emissione stimolata
  - Emissione spontanea
  - approssimazione di dipolo
  - coefficienti di Einstein
- 

**07/03/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

6

**Descrizione attività:**

- Regole di selezione per le transizioni di atomi ad un elettrone
- 

**12/03/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

7

**Descrizione attività:**

- tempo di vita degli stati eccitati
  - Forma e larghezza di riga
  - Allargamento inhomogeneo e per effetto doppler
  - esercizi: sistema a due livelli
-

**13/03/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

8

**Descrizione attività:**

esercizi:

- Calcolo delle probabilità e dell'autofunzione per un sistema quantistico a due stati con potenziale non dipendente esplicitamente dal tempo acceso a  $t=0$ : soluzione con due metodi: 1) diagonalizzazione dell'hamiltoniana e 2) soluzione esatta dell'equazione di Shroedinger dipendente dal tempo.
  - buche unidimensionali esercizi.
  - richiami sull'atomo di idrogeno.
- 

**14/03/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

9

**Descrizione attività:**

- Correzioni relativistiche e struttura fine dell'atomo d'idrogeno
  - Splitting dei livelli e multipletti di righe
  - Sistema a molti elettroni: separazione del centro di massa e delle coordinate relative, polarizzazione di massa
- 

**19/03/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

10

**Descrizione attività:**

- Atomi a due elettroni: simmetria della funzione d'onda spaziale ed effetto dello spin
  - Funzione d'onda totale: simmetria e principio di Pauli, stati orto e para
  - Schema dei livelli dell'atomo a due elettroni
  - Modello ad elettroni indipendenti
  - Approssimazione di campo centrale
  - Calcolo dello stato fondamentale dell'atomo a due elettroni: teoria perturbativa
-

**20/03/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

11

**Descrizione attività:**

- Stati eccitati degli atomi a due elettroni
  - Metodo variazionale per gli stati eccitati
  - Atomi a molti elettroni: approssimazione di campo centrale
  - Simmetria per scambio, principio di esclusione e determinante di Slater
  - Stati elettronici in campo centrale: configurazioni, shells e subshells
  - La tavola periodica degli elementi
- 

**21/03/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

12

**Descrizione attività:**

esercizi di perturbazioni di pendenti dal tempo e di effetto del termine spin-orbita sui livelli dell'atomo di idrogeno.

---

**26/03/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

13

**Descrizione attività:**

- Fisica Molecolare: separazione tra le scale di energia per modi elettronici, vibrazionali e rotazionali
  - Eq. di Schroedinger per la molecola ed approssimazione di Born-Oppenheimer
  - Struttura elettronica delle molecole biatomiche: simmetrie
- 

**27/03/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

14

**Descrizione attività:**

- Teoria del legame chimico: metodo dell'orbitale molecolare vs metodo del legame di valenza
  - Orbitale molecolare in LCAO caso omonucleare. - Orbitale legante e antilegante
  - Ione molecolare  $H_2^+$
  - La molecola  $H_2$  con l'orbitale molecolare
  - Orbitali molecolari per molecole biatomiche omonucleari
  - schema dei livelli e aufbau
-

**02/04/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

15

**Descrizione attività:**

esercizi atomi e radiazione-materia

---

**03/04/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

16

**Descrizione attività:**

- Funzioni d'onda di coppie di elettroni: il metodo del legame di valenza
  - Confronto tra vari approcci alla struttura elettronica della molecola di H<sub>2</sub>
  - Equivalenza dei metodi dell'orbitale molecolare più l'interazione di configurazione (MOCI) e del legame di valenza più legame ionico (HLPI) per la molecola H<sub>2</sub>.
  - Molecole poliatomiche: struttura e geometria
  - Legami localizzati: metodo degli orbitali di legame.
- 

**04/04/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

17

**Descrizione attività:**

esercizi

---

**09/04/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

18

**Descrizione attività:**

- Molecola H<sub>2</sub>O: orbitali di legame e orbitali delocalizzati equivalenza della descrizione.
  - Inclusione dell'ibridizzazione s-p e spiegazione della geometria molecolare (stereochimica).
  - Molecole tipiche: ammoniaca, metano, etano, etilene, acetilene.
  - Composti insaturi e coniugati: anello di benzene e delocalizzazione del legame pi-greco.
-

**10/04/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

19

**Descrizione attività:**

primo esonero

---

**11/04/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 11:00

**Ora fine:** 13:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

20

**Descrizione attività:**

- Modello di Huckel per anelli o catene coniugate: emergenza delle bande energetiche per  $N \rightarrow \infty$ .
  - Fisica dei solidi: matrici regolari infinite di atomi, reticoli di Bravais
  - numero di coordinazione
  - cella unitaria primitiva
  - cella primitiva di Wigner-Size
  - struttura cristallina: reticolo di base con esempi.
  - Reticolo reciproco
  - prima zona di Brillouin
- 

**23/04/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

21

**Descrizione attività:**

esercizi  $H_2^+$  orbitale molecolare

---

**24/04/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

22

**Descrizione attività:**

esercizi di molecolare

---

**28/04/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 15:00

**Ora fine:** 17:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

23

**Descrizione attività:**

- Fisica dei solidi: matrici regolari infinite di atomi, reticoli di Bravais
  - numero di coordinazione
  - cella unitaria primitiva
  - cella primitiva di Wigner-Size
  - struttura cristallina: reticolo di base con esempi.
  - Reticolo reciproco
  - prima zona di Brillouin
  - Piani reticolari
  - Indici di Miller
- 

**30/04/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

24

**Descrizione attività:**

- Diffrazione dei raggi X: Bragg vs van Laue
  - Costruzione di Ewald per la riflessione
  - Fattore di struttura geometrico
  - Fattore di forma atomico
- 

**09/05/2014 - lezione -**

**Docente:** PIERLEONI CARLO

**Ora inizio:** 09:00

**Ora fine:** 11:00

**Ore accademiche:** 2

**Titolo attività:**

25

**Descrizione attività:**

- Struttura elettronica dei solidi
  - Elettroni non interagenti e liberi in condizioni periodiche al contorno
  - Spazio reciproco discreto e struttura della sfera di Fermi nel limite termodinamico.
  - Energia di Fermi, energia media e pressione nello stato fondamentale
-



**14/05/2014 - lezione -****Docente:** PIERLEONI CARLO**Ora inizio:** 09:00**Ora fine:** 11:00**Ore accademiche:** 2**Titolo attività:**

26

**Descrizione attività:**

- Elettroni non interagenti in potenziale periodico: teorema di Bloch
  - Condizioni al bordo di Born-von Karman
  - Costruzione della funzione d'onda e sistema di equazioni lineari accoppiate per i coefficienti
  - Elettroni in un potenziale periodico debole: calcolo perturbativo
  - Livelli energetici vicino ad un singolo piano di Bragg: apertura della gap
  - Illustrazione degli schemi a zona estesa, zone ridotta e zona ripetuta in una dimensione
  - Superficie di Fermi
  - Zone di Brillouin in termini dei piani di Bragg
- 

**15/05/2014 - lezione -****Docente:** PIERLEONI CARLO**Ora inizio:** 09:00**Ora fine:** 11:00**Ore accademiche:** 2**Titolo attività:**

27

**Descrizione attività:**

- Teoria del legame forte (tight-binding) per l'orbitale molecolare e formazione delle bande energetiche (cenni).
  - Classificazione dei solidi sulla base della loro struttura elettronica: spazio reciproco e spazio diretto
  - Metalli vs isolanti
  - Cristalli covalenti
  - Cristalli ionici
  - Cristalli molecolari
- 

**16/05/2014 - esercitazione -****Docente:** PIERLEONI CARLO**Ora inizio:** 09:00**Ora fine:** 11:00**Ore accademiche:** 2**Titolo attività:**

28

**Descrizione attività:**esercizi di molecolare e solidi

---

**21/05/2014 - esercitazione -****Docente:** PIERLEONI CARLO**Ora inizio:** 09:00**Ora fine:** 11:00**Ore accademiche:** 2**Titolo attività:**

29

**Descrizione attività:**

esercizi di molecole  
bande per cristallo 1D con 2 atomi per cella

---

**22/05/2014 - esercitazione -**  
**Docente:** PIERLEONI CARLO  
**Ora inizio:** 09:00  
**Ora fine:** 11:00  
**Ore accademiche:** 2  
**Titolo attività:**  
30

**Descrizione attività:**  
esercizi solidi e molecole

---

**23/05/2014 - esercitazione -**  
**Docente:** PIERLEONI CARLO  
**Ora inizio:** 09:00  
**Ora fine:** 11:00  
**Ore accademiche:** 2  
**Titolo attività:**  
31

**Descrizione attività:**  
esercizi solidi e molecole

---