

Principali informazioni sull'insegnamento	
Denominazione dell'insegnamento	Struttura della Materia
Corso di studio	Fisica
Anno di corso	2022-2023
Crediti formativi universitari (CFU)	7
SSD	FIS/03
Lingua di erogazione	Italiano
Periodo di erogazione	Settembre – Dicembre (I semestre) – III anno
Obbligo di frequenza	no

Docente	
Nome e cognome	Gaetano Scamarcio
Indirizzo mail	gaetano.scamarcio@uniba.it
Telefono	080 544 3234
Sede	Dipartimento Interateneo di Fisica
Sede virtuale (Codice Microsoft Teams)	
Ricevimento (giorni, orari e modalità)	Ricevimento in presenza o in modalità telematica (Teams); giorno e orario da concordare con il docente via email

Syllabus	
Obiettivi formativi	Comprendere la struttura degli atomi, delle molecole e dei solidi, anche in interazione con la radiazione elettromagnetica, sulla base delle principali evidenze sperimentali, interpretate utilizzando i principi fondamentali della meccanica quantistica.
Prerequisiti	- calcolo differenziale ed integrale; - meccanica classica ed elettromagnetismo classico; - principi base di meccanica quantistica.
Contenuti di insegnamento (Programma)	<p>Radiazione termica. Corpo nero. Leggi fenomenologiche di Stefan e di Wien. Temperatura di colore di una stella. Legge di Kirchoff. Teoria classica della radiazione e derivazione della formula di Rayleigh-Jeans. Catastrofe ultravioletta. Derivazione della legge di Planck e implicazioni. Derivazione delle leggi fenomenologiche a partire dalla legge di Planck. Pirometro ottico. Correzioni dovute alla emissività dei corpi. Cenni sulla radiazione cosmica di fondo.</p> <p>Proprietà corpuscolari della radiazione. Esperimento di Lenard ed effetto fotoelettrico. Teoria di Einstein: interpretazione degli esperimenti utilizzando il concetto di fotone. Collegamento tra i modelli corpuscolare ed ondulatorio della radiazione ed interpretazione statistica. Cenni sui fotomoltiplicatori.</p> <p>Esperimento di Compton sullo scattering di fotoni. Scattering Rayleigh. Generazione di raggi X mediante Bremsstrahlung. Spettro continuo e discreto di emissione di raggi X. Rivelatori di raggi X (intensità, spettro). Sezione d'urto. Scattering Thomson. Legge di Lambert-Beer.</p> <p>Proprietà ondulatorie della materia. Dualismo onda-corpuscolo di De Broglie. Esperimento di Davisson-Germer sulla diffrazione di elettroni. Principio di complementarità di Bohr e interpretazione statistica del dualismo onda-corpuscolo per la radiazione. Esperimento concettuale del microscopio di Bohr.</p> <p>Esperimenti di Rutherford sullo scattering di particelle alfa e superamento del modello di Thomson dell'atomo. Spettro dell'atomo di idrogeno e modelli di Balmer e Rydberg. Modello di Bohr dell'atomo. Esperimento di Franck-Hertz. Generalizzazione delle regole di quantizzazione e modello di Sommerfeld dell'atomo. Cenni sulla costante di struttura fine.</p> <p>Atomi con un singolo elettrone. Richiami sulle funzioni d'onda e i livelli</p>

	<p>quantizzati dell'atomo di idrogeno ottenuti risolvendo l'equazione di Schroedinger. Effetto Zeeman. Esperimento di Stern-Gerlach per lo spin dell'elettrone. Somma di momenti angolari negli atomi ad un elettrone. Cenno sull'interazione spin-orbita.</p> <p>Atomi a molti elettroni. Atomo di He. Paraelio e ortoelio. Principio di esclusione di Pauli. Determinante di Slater. Regole di selezione nelle transizioni elettroniche. Energie di ionizzazione vs Z. Modello a shell. Accoppiamento spin-orbita L-S. Regole di Hund. Regole per il calcolo della configurazione elettronica. Esempi di applicazione ai primi elementi della tabella periodica (H, He, Li, Be, C, N). Accoppiamento J-J per atomi con $z > 40$. Energia di legame delle shell elettroniche vs Z. Spettro a righe dei raggi X.</p> <p>Molecole. H_2^+. Combinazione lineare di orbitali molecolari. Probabilità di cattura nelle collisioni p-H a scambio di carica. Molecole diatomiche omonucleari. H_2. Molecole diatomiche eteronucleari. NaCl. Molecole poliatomiche. H_2O. NH_3. Ibridizzazioni sp_3, sp_2, sp_1 del carbonio. Molecole coniugate. Orbitali sigma e p greco. Butadiene. Poliene. Rotazioni molecolari. Vibrazioni molecolari. Spettro di HCl. Anarmonicità. Potenziale di Morse. Effetto Raman. Assorbimento IR e regole di selezione. Fluorescenza.</p> <p>Struttura dei cristalli. Solidi ionici e covalenti. Massimo impaccamento. Solidi molecolari. Potenziale di Lennard-Jones. Forze di coesione. Energia potenziale ionica. Vibrazioni reticolari. Cristallo armonico 1D. Relazione di dispersione. Modi acustici ed ottici. Velocità del suono in un cristallo. Teoria delle bande. Teorema di Bloch. Modello di Kronig-Penney. Modello ad elettrone libero di un solido. Energia di Fermi dei metalli. Modello ad elettrone quasi-libero di un solido. Moto di un elettrone in un cristallo. Oscillazioni di Bloch. Massa effettiva. Teoria quantistica della conduzione. Derivazione statistica della legge di Richardson-Dushman. Transizioni radiative nei solidi. Spettri caratteristici di assorbimento e luminescenza di isolanti, semiconduttori e metalli.</p> <p>Interazione radiazione-materia. Coefficienti di Einstein per l'assorbimento, e l'emissione spontanea e stimolata in un sistema a due livelli. Approccio semiclassico per il calcolo dei coefficienti di Einstein. Interazione A-p e correlazione fra gli elementi di matrice del momento e del dipolo elettrico. Regole di selezione per le transizioni di dipolo elettrico tra stati di un atomo idrogenoide.</p>
Testi di riferimento	<p>- R. Eisberg, R. Resnick, "Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei, and Particles", Wiley (1985)</p> <p>- M. Alonso, E. J. Finn, "Fundamental University Physics III Quantum and Statistical Physics", Addison-Wesley (1968)</p>
Note ai testi di riferimento	Disponibili le slides utilizzate durante le lezioni

Organizzazione della didattica			
Ore			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
175	40	30	105
CFU/ETCS			
7	5	2	

Metodi didattici	
	Lezioni frontali ed esercitazioni in aula.



Risultati di apprendimento previsti	
Conoscenza e capacità di comprensione	<ul style="list-style-type: none">○ Conoscenza della struttura di atomi, molecole e solidi○ Capacità di comprensione dei principali processi di interazione della radiazione con atomi, molecole e solidi○ Capacità di comprensione della dinamica molecolare e reticolare○ Capacità di interpretare i fenomeni fisici alla luce dei principi base di meccanica quantistica
Conoscenza e capacità di comprensione applicate	<ul style="list-style-type: none">○ Capacità di identificare gli aspetti essenziali di un fenomeno fisico○ Capacità di associare in modo appropriato gli ordini di grandezza delle grandezze fisiche rilevanti per la descrizione di un fenomeno fisico
Competenze trasversali	<ul style="list-style-type: none">● Autonomia di giudizio<ul style="list-style-type: none">○ Sviluppo di senso critico per identificare gli aspetti significativi di un fenomeno○ Capacità di valutazione oggettiva e quantitativa delle ipotesi adottate per la descrizione di un fenomeno● Abilità comunicative<ul style="list-style-type: none">○ Capacità di scelta di una sequenza logica e rigorosa per la presentazione di un argomento scientifico● Capacità di apprendere in modo autonomo<ul style="list-style-type: none">○ Capacità di identificare e presentare correlazioni logiche fra argomenti○ Capacità di utilizzare concetti consolidati per interpretare argomenti nuovi

Valutazione	
Modalità di verifica dell'apprendimento	Prova orale
Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none">● Conoscenza e capacità di comprensione<ul style="list-style-type: none">○ Conoscenza delle proprietà di atomi, molecole e solidi○ Comprensione dei meccanismi di interazione radiazione-materia● Conoscenza e capacità di comprensione applicate<ul style="list-style-type: none">○ Capacità di utilizzare in modo predittivo e quantitativo le conoscenze acquisite sulla struttura della materia per spiegare fenomeni fisici● Autonomia di giudizio<ul style="list-style-type: none">○ Capacità critica di selezionare modelli fisici appropriati per interpretare fenomeni che coinvolgono atomi, molecole o solidi● Abilità comunicative<ul style="list-style-type: none">○ Chiarezza espositiva nella presentazione di un fenomeno fisico● Capacità di apprendere<ul style="list-style-type: none">○ Capacità di utilizzare concetti fondamentali di meccanica quantistica per spiegare fenomeni fisici che coinvolgono atomi, molecole o solidi
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	La valutazione è attribuita in trentesimi sulla base delle risposte a domande su argomenti trattati nel corso.
Altro	