



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI

Docente STEFANO FORTE	Creazione	Stato Da approvare	Chiusura 31-01-2011
Data di nascita Codice fiscale 21-06-1961 FRTSFN61H21F205Q			
Facolta FACOLTA' DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI (F)	Settore FIS/02-Fisica teorica, modelli e metodi matematici	Carriera PROFESSORE UNIVERSITARIO DI RUOLO I FASCIA	A.A. 2010/11
Strutt.Proprietaria FISICA (Classe L-30) (F63)	Strutt.Responsabile SCIENZE E TECNOLOGIE FISICHE (F*07)	Insegnamento Fisica Moderna e Meccanica Quantistica (Mod. Meccanica Quantistica) (F63-18)	Modulo ()

Forme didattiche previste dal Piano Didattico

- Lezioni (40 ore)
- Esercitazioni(30 ore)

Note

Nessuna

Riepilogo Attività

Forma didattica	Stato	Numero	Ore
Esercitazioni	Da approvare	10	20
Lezioni	Da approvare	25	50

Dettaglio attività

Stato	Data	Ora inizio	Ore	Aula	Sede	Forma di didattica	Argomento/Note
Da approvare	MAR 19-10-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni di Fisica	Argomenti e struttura del corso. Le simmetrie e le loro realizzazione come filo conduttore. Introduzione ai sistemi n-dimensionali. Sistemi n dimensionali e sistemi di n particelle: spazi degli stati fisici definiti come prodotto diretto. Hamiltoniane n-dimensionali con potenziali dipendenti dalle coordinate. Problemi separabili. Riduzione di un problema separabile n-dimensionale a n problemi unidimensionali.
Da approvare	GIO 21-10-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni di Fisica	Criteri generali per la separabilita' di un problema: hamiltoniane commutanti nei sottospazi. Esempi: la buca di potenziale infinita tridimensionale. Caso isotropo: degenerazione. Oscillatore armonico tridimensionale. Calcolo della degenerazione nel caso isotropo. Il problema dei due corpi: potenziale separabile e potenziale centrale. Coordinata del baricentro e coordinata relativa.
Da approvare	VEN 22-10-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni di Fisica	Trasformazione dalle coordinate a due corpi a quelle baricentrali e relative come trasformazione canonica. Commutatori canonici per una generica trasformazione lineare di coordinate. Separazione del problema dei due corpi. Potenziali centrali: coordinate sferiche. Generatore delle traslazioni radiali ed impulso radiale. Il tensore completamente antisimmetrico: identita' vettoriali.
Da approvare	GIO 28-10-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni di Fisica	Identita' per il prodotto esterno con il metodo del tensore antisimmetrico. Separazione della parte radiale e della parte angolare dell'operatore cinetico: l'operatore cinetico in coordinate sferiche. Definizione hermitiana dell'impulso radiale ed espressione dell'operatore cinetico in termini di essa.
Da approvare	VEN 29-10-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni di Fisica	Il momento angolare in meccanica classica come carica di Noether conservata per sistemi rotazionalmente invariati. L'operatore momento angolare in meccanica quantistica come generatore delle rotazioni. Relazioni di commutazione tra componenti del momento angolare e con il momento angolare totale.
Da approvare	MAR 02-11-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni di Fisica	Determinazione dello spettro degli operatori di momento angolare. Operatori di innalzamento ed abbassamento e condizioni di positivita'. Rappresentazione degli autostati del omento angolare: lo spazio delle coordinate. Armoniche sferiche. Polinomi di Legendre.
Da approvare	GIO 04-11-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni di Fisica	Relazione di completezza per operatori di momento angolare sullo spazio delle posizioni. Distinzione tra momento angolare orbitale ed intrinseco. Realizzazione del momento angolare su uno spazio di vettori tridimensionali. Costruzione dei generatori ed identificazione della rappresentazione di spin 1.
Da approvare	VEN 05-11-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni di Fisica	Distinzione tra l'azione dei generatori di momento angolare sullo spazio dei vettori di base e sullo spazio degli stati fisici. Rappresentazioni finito-dimensionali ed infinito-dimensionali. Rappresentazione di spin 1/2: costruzione dei generatori e relazione con le matrici di Pauli. Non-invarianza degli stati di spin 1/2 sotto rotazioni di 2pi. Interpretazione geometrica dello spin 1/2.
Da approvare	MAR 09-11-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni di Fisica	Funzioni d'ona per sistemi aventi sia momento angolare orbitale che spin, e risoluzione dell'identita' per questo caso. Composizione di momenti angolari. Relazioni di commutazione. Spettro di valori del momento angolare totale e della sua terza componente per fissati momenti angolari componenti.
Da approvare	GIO 11-11-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Esercitazioni di Fisica	Composizione di due spin 1/2. Cenno sulle particelle identiche. Risoluzione di esercizi assegnati in precedenza: particella libera in tre dimensioni e sua evoluzione temporale. Cao di stati iniziali isotropi.
Da approvare	VEN 12-11-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Esercitazioni di Fisica	Risoluzione di problemi (esercitazioni svolte dal Dr. G. Bozzi). Generatori delle traslazioni tridimensionali. Delta di Dirac tridimensionale in coordinate sferiche.
Da approvare	MAR 16-11-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni di Fisica	Riduzione di un problema centrale al problema radiale unidimensionale e riduzione del problema radiale ad un problema di Schrodinger unidimensionale. Condizioni al contorno. Andamenti della funzione d'onda radiale nell'origine ed all'infinito. Particella libera e funzioni di Bessel.
Da approvare	GIO 18-11-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni di Fisica	L'oscillatore armonico tridimensionale in coordinate sferiche. Proiezione dell'hamiltoniana sulla l-esima onda parziale. Caso l=0: riduzione al caso unidimensionale con condizioni al contorno modificate. Operatori di creazione e distruzione ed operatore numero generalizzati e loro proprieta'. Costruzione dello spettro degli operatori

Da approvare	VEN 19-11-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Esercitazioni	numero generalizzati ed autovalori di energia associati. Risoluzione di problemi. Ancora sulla delta di Dirac tridimensionale. Laplaciano d-dimensionale in termini di impulso radiale. Integrazione per parti. Evoluzione temporale dell'operatore momento angolare. Elementi di matrice degli operatori L_x ed L_y in un autostato di L_z .
Da approvare	MAR 23-11-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni	Struttura dello spettro dell'oscillatore armonico isotropo e sua degenerazione. Calcolo della degenerazione. Teorema di degenerazione. Simmetria $SU(3)$ dell'hamiltoniana dell'oscillatore armonico isotropo. Il momento angolare come sottogruppo di $SU(3)$. Doppia degenerazione come conseguenza di due operatori commutanti ciascuno dei quali non commuta con altri insiemi di operatori.
Da approvare	GIO 25-11-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni	Il problema agli autovalori per l'atomo di idrogeno. Determinazione della dipendenza dello spettro da parametri fisici attraverso l'analisi dimensionale. Discussione qualitativa della soluzione per serie del problema. L'atomo di Bohr: atomo di idrogeno nella teoria dei quanti pre-meccanica quantistica. Approccio hamiltoniano al problema classico: costanti del moto. Il momento angolare ed il vettore di Laplace-Runge-Lenz. Coteggio delle costanti del moto indipendenti. Il vettore di Lenz come operatore quantistico: scelta dell'ordinamento di operatori. Commutatori fondamentali degli operatori di momento angolare con i vari termini dell'hamiltoniana.
Da approvare	VEN 26-11-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Esercitazioni	Risoluzione di problemi (esercitazioni svolte dal Dr. G. Bozzi). Rappresentazione degli stati di spin 1 sulla base di autofunzioni degli operatori di momento angolare. Relazione tra le rappresentazioni di spin 1/2 e di spin 1 delle rotazioni.
Da approvare	MAR 30-11-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni	Conservazione del vettore di Lenz nel caso quantistico. Algebra di operatori conservati ed insieme massimale di operatori diagonalizzabili simultaneamente all'hamiltoniana. Disaccoppiamento degli operatori momento angolare e vettore di Lenz: simmetria $O(3) \times O(3)$ dell'atomo di idrogeno. Determinazione dello spettro in termini degli autostati dei generatori dei due gruppi $O(3)$ disaccoppiati.
Da approvare	GIO 02-12-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni	Calcolo della degenerazione del livello n-esimo. Relazione tra gli autostati dei generatori $O(3)$ astratti, ed il momento angolare e la sua componente: costruzione mediante la combinazione di momenti angolari, e reinterpretazione della degenerazione. Funzioni d'onda nella base delle coordinate. Determinazione dello stato fondamentale. Cenno sulla forma delle autofunzioni per gli stati eccitati. Introduzione ai metodi di approssimazione ed alla approssimazione semiclassica. Il principio variazionale in meccanica classica. Relazione tra impulsi ed azione in meccanica classica.
Da approvare	VEN 03-12-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Esercitazioni	Risoluzione di problemi. Relazione tra spinore e vettore. Valor medio dello spin totale in autostati di due particelle di spin 1/2. Accoppiamento spin-orbita. Autofunzioni dell'oscillatore armonico tridimensionale nella base delle coordinate e condizioni al contorno da esse soddisfatte.
Da approvare	GIO 09-12-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni	Formulazione di Hamilton-Jacobi della meccanica classica. La funzione caratteristica di Hamilton come "funzione d'onda" classica. Il propagatore in meccanica quantistica. Calcolo del propagatore e sua relazione con la azione per una evoluzione temporale infinitesima.
Da approvare	VEN 10-12-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Esercitazioni	Risoluzione di problemi. Relazione tra energia cinetica e potenziale e calcolo dell'indeterminazione per un oscillatore armonico tridimensionale. Interpretazione in termini di riscaldamenti della massa. Determinazione della dipendenza dai parametri per un potenziale a potenza qualunque: analisi dimensionale del problema.
Da approvare	MAR 14-12-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni	Propagatore per evoluzione temporale finita. Integrale sui cammini. Formulazione di Feynman della meccanica quantistica. Traiettorie quantistiche e traiettorie classiche e limite classico del path-integral. Il path-integral come soluzione generale dell'equazione di Schroedinger.
Da approvare	GIO 16-12-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Esercitazioni	Risoluzione di problemi (esercitazioni svolte dal Dr. G. Bozzi). Teorema del viriale e sua applicazione all'oscillatore armonico ed al potenziale coulombiano. Azione classica e propagatore quantistico per la particella libera. Funzione d'onda per lo stato fondamentale dell'atomo di idrogeno: massimo della distribuzione di probabilita' di posizione e valor medio della posizione. Alcune proprieta' del propagatore quantistico.
Da approvare	VEN 17-12-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni	Il metodo WKB. Equazione di Schroedinger per la fase della funzione d'onda. Caso stazionario: equazioni fino all'ordine \hbar^2 e soluzione esplicita fino all'ordine \hbar . Condizioni per la validita' dell'approssimazione semiclassica, ed interpretazione fisica della

Da approvare	MAR 21-12-2010	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni	soluzione semiclassica. Applicazione alla determinazione dello spettro degli stati legati per una buca generica: soluzioni nelle regioni lontane dai punti di inversione e condizioni di raccordo. Condizioni di quantizzazione di Bohr-Sommerfeld dal metodo WKB. Andamento qualitativo dello spettro della buca. Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo non degeneri. Soluzione al primo ordine per l'autovalore, e relazione tra la soluzione al n-esimo ordine per l'autovettore e quella all'n+1-esimo ordine per l'autovettore. Soluzione al primo ordine per l'autovettore: inversione di operatori in un sottospazio. Espressione esplicita al primo ordine.
Da approvare	MAR 11-01-2011	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni	Teoria delle perturbazioni nel caso non-degenere fino al secondo ordine. Teoria delle perturbazioni nel caso degeneri. La rappresentazione di interazione. Equivalenza del calcolo di ampiezze di transizione in rappresentazione di Schroedinger ed in rappresentazione di Heisenberg.
Da approvare	GIO 13-01-2011	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni	Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo: calcolo dell'ampiezza di transizione fino al secondo ordine. Caso continuo: regola aurea di fermi/ Definizione di sezione d'urto. Spazio delle fasi e normalizzazione degli stati. Calcolo del flusso. Approssimazione di Born per la sezione d'urto.
Da approvare	VEN 14-01-2011	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Esercitazioni	Risoluzione di problemi (esercitazioni tenute dal Dr.G.Bozzi). Ulteriori proprietà del propagatore quantistico. Path-integral per l'oscillatore armonico. Approssimazione WKB per lo spettro di un cristallo in una buca con pareti armoniche. Teoria delle perturbazioni indipendenti dal tempo: decadimento beta.
Da approvare	MAR 18-01-2011	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Esercitazioni	Risoluzione di problemi (esercitazioni tenute dal dr.Bozzi). Teoria delle perturbazioni per un livello quasi degeneri: oscillatore armonico bidimensionale.
Da approvare	GIO 20-01-2011	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni	Particelle identiche: caso classico e caso quantistico. Funzione d'onda per un sistema di particelle identiche: operatori di scambio e loro proprietà'. Degenerazione di scambio. Statistiche di Bose e di Fermi. Principio di esclusione.
Da approvare	VEN 21-01-2011	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni	Il teorema spin-statistica. Effetti sugli spettri atomici e sulla meccanica statistica quantistica. Operatori di rotazione e operatori di scambio: esempio bidimensionale. Statistica quantistica e matrice densità'. Richiami sulla matrice densità': stati puri e stati misti.
Da approvare	MAR 25-01-2011	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni	Matrice densità' per un sistema composto. Matrice densità' del sottosistema: transizione stato puro-stato misto per matrice densità' del sottosistema per stati entangled. Ruolo dell'entanglement. Esempio di due particelle di spin 1/2. Formulazione del paradosso di Einstein-Podolsky-Rosen (EPR).
Da approvare	GIO 27-01-2011	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Esercitazioni	Risoluzione di problemi. Teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo: transizione indotta da un campo elettrico oscillante smorzato su un oscillatore armonico tridimensionale. Particelle identiche: fermioni con potenziale attrattivo unidimensionale a range limitato. Sistemi di n bosoni ed n fermioni non interagenti: energia e funzione d'onda per lo stato fondamentale. Matrice densità' per sistemi di spin parzialmente polarizzati.
Da approvare	VEN 28-01-2011	10:30	2	A	Dip. di Fisica	Lezioni	Realismo locale e variabili nascoste. Disuguaglianze di Bell. Entanglement con l'ambiente: la misura come decoerenza.