

25/09/2023 (2 ore): Introduzione al corso. La crisi della fisica classica. Instabilita' degli atomi per irraggiamento. L'effetto fotoelettrico. I fotoni.
Testo: [Picasso] 1.1, 1.2, 1.4.

27/09/2023 (2 ore): Effetto Compton. Spettri atomici e teoria di Bohr.
Testo: [Picasso] 2.1, 2.2, 2.3, 2.4.

28/09/2023 (2 ore): Interferenza. L'esperienza di Young in elettromagnetismo classico.
Testo: [Forte-Rottoli] 2.1.1., 2.1.2, 2.1.3; [Picasso] 2.8.

29/09/2023 (2 ore):
Natura ondulatoria di atomi ed elettroni: ipotesi di de Broglie. Esperimenti di Davisson-Germer. Stati di polarizzazione del fotone e legge di Malus. Esperimenti a singolo fotone.
Testo: [Picasso] 2.8, 3.1, 3.3, 3.4, 3.5; [Forte-Rottoli] 2.3.1, 3.1.

03/10/2023 (2 ore):
Ripasso di algebra lineare. Prodotti scalari, basi ortonormali. Matrici ed operatori hermitiani. Diagonalizzazione di matrici hermitiane. Matrici unitarie. Basi ortonormali.

04/10/2023 (2 ore): Matrici a blocchi. Matrici hermitiane commutanti e loro diagonalizzazione simultanea. Esercizio assegnato: determinazione di una base comune per due matrici A, B commutanti.
I postulati della meccanica quantistica: spazio di Hilbert, osservabili, probabilita' di transizione.
Testo: [Picasso] 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8; [Forte-Rottoli] 2.2, 2.3.

05/10/2023 (2 ore):
Proprieta' delle osservabili, operatori associati alle osservabili. Valori medi, incertezza. Postulato del collasso della funzione d'onda, postulato di von Neumann. Esempi sperimentali con misure consecutive.
Testo: [Picasso] 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8; [Forte-Rottoli] 2.2, 2.3.

06/10/2023 (2 ore):
Esercizio d'esame (settembre 2017), domande 1-3.
Esercizio d'esame (settembre 2022), domanda a).

09/10/2023 (2 ore):
Esercizio d'esame (giugno 2023).
Relazione di Heisenberg in generici fenomeni ondulatori.

11/10/2023 (2 ore)
Osservabili compatibili e teorema di incertezza per osservabili non compatibili. Regola di commutazione

tra q e p . Proprietà dei commutatori.

Testo: [Picasso] 4.10, 4.11, 4.12; [Forte-Rottoli] 3.2.

12/10/2023 (2 ore): Teorema del viriale classico.

Risultati generali per valori di aspettazione su autostati di H per sistemi unidimensionali. Teorema del viriale quantistico. Oscillatore armonico: operatori di salita e discesa a loro proprietà.

Testo: [Picasso] cap. 5.

13/10/2023 (2 ore): Oscillatore armonico (spettro).

Testo: [Picasso] cap. 5; [Forte-Rottoli] 8.2.

16/10/2023: (2 ore)

Esercizio: calcolo di $\langle q^2 \rangle$, $\langle q^4 \rangle$, $\langle q^6 \rangle$ sullo stato fondamentale dell'oscillatore armonico.

Esponenziale di una matrice ed

alcune relazioni tra gli esponenziali di matrici.

18/10/2023 (2 ore)

Calcolo di $\langle e^{\lambda q} \rangle$ sullo stato fondamentale dell'oscillatore armonico.

Distribuzione di probabilità di q per lo stato fondamentale dell'oscillatore armonico. Stati coerenti.

Stati coerenti.

Testo: Note sugli stati coerenti (sito e-learning).

19/10/2023 (2 ore):

Stati coerenti. Esercizio sull'oscillatore armonico.

Trasformazioni canoniche.

Testi: Note sugli stati coerenti (sito e-learning);

[Picasso] 6.3, 6.4.

23/10/2023 (2 ore):

Traslazioni, operatore impulso come generatore delle traslazioni.

Rappresentazione di Schroedinger.

Operatore impulso e ambiguità della definizione:

ridefinizione $p \rightarrow p + f(q)$ come trasformazione canonica.

Testi: [Picasso] 6.4, 6.5, 6.6, 6.7, 6.9; [Forte-Rottoli] 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.3.1.

25/10/2023 (2 ore):

Funzione d'onda, autofunzioni dell'operatore coordinata.

L'oscillatore armonico in rappresentazione di Schroedinger.

Autofunzioni dell'Hamiltoniana dell'oscillatore armonico.

Testi: [Picasso] 6.9, ; [Forte-Rottoli] 4.1.1,

4.1.2, 4.1.3, 4.3.1, 8.3.

26/10/2023 (2 ore):

Stati coerenti in rappresentazione di Schroedinger.

Stati di minima indeterminazione. Autofunzioni

dell'impulso. Particella libera. La buca infinita.

Testi: [Picasso] 6.8, 7.1, 8.1, 8.2 (sezione finale);

[Forte-Rottoli] 4.3.2, 6.2.1, 6.2.2, 8.5.1;

note sugli stati coerenti (sito e-learning).

27/10/2023 (2 ore):

Esercizio: Distribuzione dell'impulso per gli autostati della buca infinita.

02/11/2023 (2 ore):

Esercizio: Oscillatore armonico soggetto a forza costante. Traslazioni ed impulso in rappresentazione di Schroedinger. Rappresentazione dell'impulso. Risultati generali per i moti unidimensionali: teorema di non degenerazione. Testi: [Picasso] 6.5, 6.8, 7.4; [Forte-Rottoli] 4.2, 4.3.3, 7.1.3

03/11/2023 (2 ore): Risultati generali per i moti

unidimensionali: teorema dei nodi. Operatore di inversione spaziale (parita'). Potenziali invarianti sotto inversione spaziale: spettro. Buca finita. Parita' delle autofunzioni dell'oscillatore armonico. Testi: [Picasso] 7.2, 7.4, 8.2; [Forte-Rottoli] Complemento 11 in 4.1.4;

06/11/2023 (2 ore)

Buca finita. Esercizi: stati legati per il potenziale a delta. Testi: [Picasso] 8.2; per l'esercizio si veda [Testa-Patri' (I edizione)] es. 20.

08/11/2023 (2 ore):

Buca periodica. Comportamenti asintotici. Interpretazione della quantizzazione dell'energia. Testi: [Picasso] 7.4, 7.5; [Forte-Rottoli] 7.4,

09/11/2023 (2 ore):

Evoluzione temporale. Equazione di Schroedinger. Costanti del moto. Testi: [Picasso] 9.1; [Forte-Rottoli] 5.2.

10/11/2023 (2 ore): Esercizi sull'evoluzione temporale.

Schema di Heisenberg. Moto armonico in schema di Heisenberg. Testi: [Picasso] sez. 9.2, 9.3.

13/11/2023 (2 ore):

Evoluzione stati coerenti. Evoluzione sotto l'azione di una forza costante nello schema di Heisenberg. Conservazione della probabilita' sotto evoluzione temporale. Testi: [Picasso] 9.1; Appunti sugli stati coerenti.

15/11/2023 (2 ore):

Effetto tunnel. Trasmissione per un potenziale a delta. Gradino. Testi: [Picasso] 8.3; [Forte-Rottoli] 7.2, 7.3.

16/11/2023 (2 ore): Teoria perturbazioni indipendente per i livelli energetici.

Testi: [Forte.Rottoli] 13.1.

17/11/2023 (2 ore): Esercizio sulla teoria delle perturbazioni:
 $V = q^4$ per l'oscillatore armonico 1D.
Quantizzazione di p, q in 3 dimensioni.

20/11/2023 (2 ore):
Spettro per Hamiltoniane separabili. Particella libera in 3d.
Oscillatori armonici accoppiati: studio perturbativo.
Testi: [Forte-Rottoli] 9.1, 9.2.

22/11/2023 (2 ore): Oscillatori armonici accoppiati: calcolo
esatto. Regole di commutazione del momento angolare.
Testi: [Picasso] 10.1; [Forte-Rottoli] 10.2.

23/11/2023 (2 ore):
Quantizzazione del momento angolare (metodo algebrico).
Coordinate sferiche: vettori di base, gradiente, divergenza,
Laplaciano.
Testi: [Picasso] 10.2, 10.4; [Forte-Rottoli] 10.3.1.

24/11/2023 (2 ore):
Momento angolare (L_z, L_+, L_-, L^2) in coordinate sferiche.
Momento angolare orbitale e armoniche sferiche.
Testi: [Picasso] 10.4; [Forte-Rottoli] 10.2.1, 10.3.2.

27/11/2023 (2 ore): Armoniche sferiche.
Testi: [Picasso] 10.4; [Forte-Rottoli] 10.2.1, 10.3.2.

29/11/2023 (2 ore):
Parita' e riflessioni spaziali per le armoniche sferiche.
Esercizi sul momento angolare.

30/11/2023 (2 ore):
Esercizi sul momento angolare.
Assegnato Esercizio 2 13/07/22 (part sulla sfera)

01/12/2023 (2 ore):
Equazione di Schroedinger in presenza di simmetria
cilindrica.
Testi: [Testa-Patri', I ed.] 6.2.1.

04/12/2023 (2 ore):
Oscillatore armonico bidimensionale. Particella sul cerchio.

06/12/2023 (2 ore):
Discussione del problema 1, esame Luglio 2021.
Spettro in presenza di potenziale centrale: risultati generali.
Testi: [Picasso] 11.1; [Forte-Rottoli] 11.1.

07/12/2023 (1 ora):
Regole di commutazione per scalari e vettori.
Momento angolare come generatore delle rotazioni.
Testi: [Picasso] 10.1, 10.3; [Forte-Rottoli] 10.1.2.

11/12/2023 (2 ore):

Oscillatore armonico isotropo tridimensionale.
Buca sferica. Esistenza di stati legati in una dimensione.
Testi: [Picasso] 11.1, 11.4; [Forte-Rottoli] 11.2.

13/12/2023 (2 ore):

Soluzione del problema coulombiano: spettro discreto.
Testi: [Picasso] 11.3; [Forte-Rottoli] 11.3.1, 11.3.2,
11.3.6, 11.3.7.

14/12/2023 (1 ora):

Viriale e $\langle 1/r \rangle$ per il problema Coulombiano.
Esperimento di Stern-Gerlach.

15/12/2023 (2 ore):

Operatore di spin. Particelle di spin $1/2$. Matrici di Pauli.
Rotazioni in presenza di spin. Momento angolare totale.
 $J = L+S$ come generatore delle rotazioni.
Testi: [Picasso] 15.1, 15.2; [Forte-Rottoli] 10.4.

18/12/2023 (2 ore): Composizione dei momenti angolari: autostati
del momento angolare totale e coefficienti di Clebsch-Gordan.
Testi: [Picasso] sez. 15.3; [Forte-Rottoli] 10.5.

20/12/2023 (2 ore): Esercizi sulla composizione momenti angolari.

21/12/2023 (1 ora):

Proprietà di scambio degli autostati di
spin totale per due particelle. Principio di Pauli.
Operatore di scambio per due particelle. Classificazioni
degli stati per due particelle identiche noninteragenti.
Testi: [Picasso] 15.1, 15.4. [Testa-Patri'], cap. 7.

22/12/2023 (2 ore): Problema dei due corpi e principio di Pauli.
Momento angolare orbitale.

Testi: [Picasso] 11.2, [Forte-Rottoli] 9.3.1, 14.1

08/01/2023 (2 ore):

Discussione di un sistema di tre fermioni.
Stati a N fermioni, funzione d'onda come determinante.

10/01/2023 (2 ore):

Lagrangiana ed Hamiltoniana per una particella in campo
elettromagnetico. Hamiltoniana in presenza di un campo
magnetico costante. g dell'elettrone.
Testi: [Testa-Patri'] 5.1.1.

11/01/2024 (2 ore): Trasformazioni di gauge. Sistema di Gauss e SI.

Testi: [Testa-Patri'] sez. 5.1.1.

12/12/2023 (2 ore):

Cenni a regole di selezione. Esercizi: effetto Stark nell'idrogeno;
es. 1 del compito 11/02/2022 [Hamiltoniana con termine $z S_z$];
Precessione dello spin in campo magnetico.

Testi: [Picasso] cap. 12.

TESTI:

L.E. Picasso, Lezioni di Meccanica quantistica, ETS PISA.

S. Forte e L. Rottoli, Fisica quantistica, Zanichelli.

M. Testa and S. Patri', Fondamenti di Meccanica Quantistica.