

23/09/2022 (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.

27/09/2022 (2 ore): Effetto Compton. Spettri atomici e teoria di Bohr.
Testo: [Picasso] 2.1, 2.2, 2.3, 2.4.

28/09/2022 (2 ore): Interferenza. L'esperienza di Young in elettromagnetismo classico. Natura ondulatoria di atomi ed elettroni: ipotesi di de Broglie. Esperimenti di Davisson-Germer.
Testo: [Forte-Rottoli] 2.1.1., 2.1.2, 2.1.3; [Picasso] 2.8.

30/09/2022 (2 ore):
Stati di polarizzazione del fotone e legge di Malus.
Esperimenti a singolo fotone.
Ripasso di algebra lineare. Prodotti scalari, basi ortonormali. Matrici ed operatori hermitiani.
Testo: [Picasso] 2.8, 3.1, 3.3, 3.4, 3.5; [Forte-Rottoli] 2.3.1, 3.1.

04/10/2022 (2 ore): Diagonalizzazione di matrici hermitiane. Matrici unitarie. Basi ortonormali.

05/10/2022 (2 ore): Matrici hermitiane commutanti e loro diagonalizzazione simultanea. Esercizio: determinazione di una base comune per due matrici A, B commutanti.

07/10/2022 (2 ore): I postulati della meccanica quantistica: spazio di Hilbert, osservabili, probabilita' di transizione. 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.

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

11/10/2022 (2 ore):
Esercizio d'esame (settembre 2022), domanda a).
Relazione di Heisenberg in generici fenomeni ondulatori.

12/10/2022 (2 ore)
Osservabili compatibili e teorema di incertezza per osservabili non compatibili. Regola di commutazione tra q e p. Proprieta' dei commutatori.
Testo: [Picasso] 4.10, 4.11, 4.12; [Forte-Rottoli] 3.2.

14/10/2022 (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.

18/10/2022 :non svolta

19/10/2022 (2 ore): Oscillatore armonico (spettro).

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

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

21/10/2022 (2 ore): Esponenziale di una matrice ed alcune relazioni tra gli esponenziali di matrici.

24/10/2022 (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.

Esercizio sull'oscillatore armonico. Stati coerenti.

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

25/10/2022 (2 ore):

Indeterminazione per gli stati coerenti.

Trasformazioni canoniche.

Traslazioni, operatore impulso come generatore delle traslazioni. Esercizio: spettro dell'oscillatore armonico soggetto a forza costante.

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

[Picasso] 6.3, 6.4.

26/10/2022 (2 ore):

Rappresentazione di Schroedinger.

Operatore impulso e ambiguità della definizione:

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

Funzione d'onda, autofunzioni dell'operatore coordinata.

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

28/10/2022 (2 ore):

L'oscillatore armonico in rappresentazione di Schroedinger.

Autofunzioni dell'Hamiltoniana dell'oscillatore armonico.

Stati coerenti in rappresentazione di Schroedinger.

Stati di minima indeterminazione.

Autofunzioni dell'impulso.

Testi: [Picasso] 6.8, 8.1; [Forte-Rottoli] 4.3.2,

6.2.1, 8.3, 8.5.1; note sugli stati coerenti (sito e-learning).

02/11/2022 (2 ore): Particella libera. La buca infinita.

Esercizio: esame Giugno 2021 (es. 2).

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

[Forte-Rottoli] 6.1, 7.1.

04/11/2022 (2 ore):

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

07/11/2022 (2 ore): Risultati generali per i moti

unidimensionali: teorema dei nodi. Operatore di inversione spaziale (parita'). Potenziali invarianti sotto inversione spaziale: spettro. Buca finita.

Testi: [Picasso] 7.2, 7.4, 8.2.

08/11/2022 (2 ore)

Parita' delle autofunzioni dell'oscillatore armonico.

Comportamenti asintotici. Interpretazione della quantizzazione dell'energia. Esercizi: stati legati per il potenziale a delta.

Testi: [Picasso] 7.4, 7.5; [Forte-Rottoli] 7.4, Complemento 11 in 4.1.4; per l'esercizio si veda [Testa-Patri' (I edizione)] es. 20.

09/11/2022 (2 ore): Evoluzione temporale. Equazione di Schroedinger. Costanti del moto.

Testi: [Picasso] 9.1; [Forte-Rottoli] 5.2.

11/11/2022 (2 ore): Esercizi sull'evoluzione temporale.

Conservazione della probabilita' sotto evoluzione temporale.

Testi: [Picasso] 9.1;

15/11/2022 (2 ore): Effetto tunnel. Trasmissione per un potenziale a delta. Gradino.

Testi: [Picasso] 8.3; [Forte-Rottoli] 7.2, 7.3.

16/11/2022 (2 ore):

Schema di Heisenberg. Evoluzione sotto l'azione di una forza costante. Moto armonico in schema di Heisenberg. Buca periodica.

Testi: [Picasso] sez. 9.2, 9.3.

18/11/2022 (2 ore): Quantizzazione di p, q in 3 dimensioni. Spettro per Hamiltoniane separabili. Oscillatori armonici accoppiati.

Testi: [Forte-Rottoli] 9.1, 9.2.

21/11/2022 (2 ore): Regole di commutazione del momento angolare. Quantizzazione del momento angolare (metodo algebrico).

Testi: [Picasso] 10.1, 10.2; [Forte-Rottoli] 10.2, 10.3.1.

22/11/2022 (2 ore):

Coordinate sferiche: vettori di base, gradiente, divergenza, laplaciano. Momento angolare (L_z, L_+, L_-, L^2) in coordinate sferiche.

Testi: [Picasso] 10.4; [Forte-Rottoli] 10.2.

23/11/2022 (2 ore):

Momento angolare orbitale e armoniche sferiche.

Testi: [Picasso] 10.4; [Forte-Rottoli] 10.3.2.

25/11/2022 (2 ore): Parita' e riflessioni spaziali per le armoniche sferiche. Esercizi sul momento angolare.

Testi: [Picasso] 10.4.

29/11/2022 (2 ore):

Esercizi sul momento angolare.

30/11/2022 (2 ore):

Equazione di Schroedinger in presenza di simmetria cilindrica. Oscillatore armonico bidimensionale. Esercizi.

Testi: [Testa-Patri',I ed.] 6.2.1.

02/12/2022 (2 ore):

Esame Luglio 2021, particella sul cerchio.

Spettro in presenza di potenziale centrale: risultati generali.

Testi: [Picasso] 11.1; [Forte-Rottoli] 11.1.

05/12/2022 (2 ore): Principio variazionale.

Buca sferica. Esistenza di stati legati in una dimensione.

Oscillatore armonico isotropo tridimensionale.

Testi: [Picasso] 11.1, 11.4; [Forte-Rottoli] 11.2.

06/12/2022 (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.

07/12/2022 (2 ore):

Regole di commutazione per scalari e vettori.

Momento angolare come generatore delle rotazioni.

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] 10.1, 10.3, 15.1, 15.2;

[Forte-Rottoli] 10.1.2, 10.2.2, 10.4.

09/12/2022 (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.

13/12/2022 (2 ore):

Esercizi sulla composizione dei momenti angolari.

14/12/2022 (2 ore): Proprieta' 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.

16/12/2022 (2 ore): Problema dei due corpi e principio di Pauli.
Discussione di un sistema di tre fermioni.
Stati a N fermioni, funzione d'onda come determinante.
Testi: [Picasso] 11.2, [Forte-Rottoli] 9.3.1, 14.1

19/12/2022 (2 ore): Esercizi particelle identiche.

20/12/2022 (2 ore): Teoria delle perturbazioni indipendente dal tempo. Caso degenerare e non degenerare.
Esercizi (effetto Stark ed effetti relativistici nell'idrogeno). Cenni a regole di selezione.
Testi: [Picasso] cap. 12.

21/01/2022 (2 ore) Esercizi sulla teoria delle perturbazioni.

09/01/2022 (2 ore): Lagrangiana ed Hamiltoniana per una particella in campo elettromagnetico. Hamiltoniana in presenza di un campo magnetico costante.
Testi: [Testa-Patri'] 5.1.1.

10/01/2023 (2 ore): Trasformazioni di gauge. Sistema di Gauss e SI. \mathbf{g} dell'elettrone. Precessione dello spin in campo magnetico.
Testi: [Testa-Patri'] sez. 5.1.1.

11/01/2023 (2 ore): Teoria delle perturbazioni dipendente dal tempo. Probabilita' di transizione per potenziale costante.
Testi: [Forte-Rottoli] 13.2.

13/01/2023 (2 ore):
Esercizio: Evoluzione temporale per un sistema a due livelli: confronto tra soluzione esatte e risultato perturbativo.
Regola d'oro di Fermi.
Testi: [Forte-Rottoli] 13.2.

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.