



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ENNA "KORE"

Facoltà di Ingegneria e Architettura

Anno Accademico 2022/2023

Corso di studi in Ingegneria dell'intelligenza artificiale e della sicurezza informatica, classe di laurea LM32

Insegnamento	FONDAMENTI DI FISICA DEL QUANTUM BIT
CFU	6
Settore Scientifico Disciplinare	FIS/01
Nr. ore di aula	36
Nr. ore di studio autonomo	114
Nr. ore di laboratorio	
Mutuazione	no
Annualità	I
Periodo di svolgimento	I semestre

Docente	E-mail	Ruolo <sup>i</sup>	SSD docente
Prof.ssa Aurora Tumino	aurora.tumino@unikore.it	PO	FIS/01

Propedeuticità	Nessun insegnamento propedeutico
Prerequisiti	Conoscenza degli argomenti trattati nel corso di Fisica
Sede delle lezioni	Facoltà di Ingegneria e Architettura

## Moduli

N.	Nome del modulo	Docente	Durata in ore

## Orario delle lezioni

Gli orari di lezione saranno pubblicati sulla pagina web del corso di laurea almeno due mesi prima dell'inizio delle lezioni:

[https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb\\_unikore/](https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb_unikore/)

## Obiettivi formativi

Il corso si propone di descrivere e analizzare gli elementi chiave nella nascita e nello sviluppo della meccanica quantistica e il loro ruolo nell'ambito della computazione quantistica, che vede il passaggio dal bit al quantum bit.

## Contenuti del Programma

1	<i>QUANTI, INTERFERENZA, SPETTRI ATOMICI: Radiazione di corpo nero. Ipotesi dei quanti e formula di Planck. Comportamento corpuscolare della radiazione: Effetto fotoelettrico. Effetto Compton. Concetto di fotone; Interferenza dei fotoni. Modelli atomici. La vecchia teoria dei quanti. Condizioni di quantizzazione. Numeri quantici. Quantizzazione del momento angolare. Esperimento di Stern e Gerlach.</i>	Lezione frontale	10h
2	<i>CONCETTI BASE E FORMALISMO DELLA MECCANICA</i>	Lezione	10h

	<i>ONDULATORIA: L'ipotesi di de Broglie; Dualismo onda-corpuscolo; Onde stazionarie e quantizzazione dei livelli di energia. Relazioni d'indeterminazione. Meccanismo di misura. Principio di complementarità. Effetto tunnel. Entanglement.</i>	frontale	
3	<i>INTRODUZIONE ALLA FORMULAZIONE MATEMATICA DELLA MECCANICA QUANTISTICA: Concetto di stato in Meccanica Quantistica. Spazio di Hilbert degli stati di un sistema fisico. Operatori. Grandezze fisiche e operatori hermitiani. Autostati e autovalori. Formalismo a due componenti.</i>	Lezione frontale e sviluppo di esercizi	8h
4	<i>FONDAMENTI DI COMPUTAZIONE QUANTISTICA: I postulati della meccanica quantistica. Sovrapposizione e correlazione. Dal bit al quantum bit. Computazione quantistica e decoerenza. Applicazioni: crittografia, teletrasporto.</i>	Lezione frontale e sviluppo di esercizi	8h

#### Risultati di apprendimento (descrittori di Dublino)

I risultati di apprendimento attesi sono definiti secondo i parametri europei descritti dai cinque descrittori di Dublino.

1. Conoscenza e capacità di comprensione: Lo studente dovrà dimostrare comprensione critica degli sviluppi della Fisica Quantistica e delle loro interconnessioni, anche in campi interdisciplinari, adeguata conoscenza degli strumenti matematici e informatici di uso corrente nei settori della ricerca di base e applicata, padronanza del metodo scientifico, e comprensione della natura e dei procedimenti della ricerca in Fisica.
2. Conoscenza e capacità di comprensione applicate: Lo studente dovrà essere in grado di identificare gli elementi essenziali di un fenomeno, e di applicare i concetti matematici astratti allo specifico problema scientifico, stimandone gli ordine di grandezza e il livello di approssimazione necessario.
3. Autonomia di giudizio: Lo studente dovrà essere in grado di argomentare personali interpretazioni di fenomeni fisici, anche confrontandosi nell'ambito di gruppi di lavoro e di sviluppare un senso di responsabilità critica nello studio degli argomenti.
4. Abilità comunicative: Lo studente dovrà essere in grado di esporre i concetti appresi nel corso in modo chiaro e compiuto, utilizzando un linguaggio appropriato. La comunicazione dovrà essere pienamente comprensibile anche a chi non possiede alcuna preparazione specifica sull'argomento.
5. Capacità di apprendere: Lo studente dovrà acquisire la capacità di affinare e approfondire le proprie conoscenze anche autonomamente, individuando gli strumenti opportuni da utilizzare a tale scopo.

#### Testi per lo studio della disciplina

Appunti del corso forniti dal docente

R. Eisberg & R. Resnick, *Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids & Nuclei*, J. Wiley

C.P. Williams & S.C. Clearwater, *Explorations in Quantum Computing*, Springer

#### Metodi e strumenti per la didattica

Il corso prevede lezioni frontali in aula, organizzate in spiegazioni teoriche e sviluppo di esercizi.

È fortemente incoraggiata la partecipazione degli studenti alla lezione attraverso domande, stimoli di discussione, richieste di chiarimenti, suggerimenti per la risoluzione degli esercizi.

#### Modalità di accertamento delle competenze

L'obiettivo della prova d'esame consiste nel verificare il livello di raggiungimento delle conoscenze, competenze e abilità indicati nei descrittori di Dublino. La verifica delle conoscenze apprese dagli allievi si svolgerà attraverso un colloquio orale.

Il colloquio orale consiste nell'esposizione dei concetti fondamentali argomento del corso e nella

dimostrazione dei teoremi

Il voto del colloquio orale sarà espresso in trentesimi e varierà da 18/30 a 30/30 con lode. Il voto sarà espresso, secondo il seguente schema di valutazione:

- Ottimo (30-30 e lode): Ottima conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Ottima capacità di applicare le conoscenze acquisite. Eccellenti capacità espositive.
- Molto buono (26-29): Buona conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Buona capacità di applicare le conoscenze acquisite. Ottime capacità espositive.
- Buono (24-25): Buona conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Discreta capacità di applicare le conoscenze. Buone capacità espositive.
- Discreto (21-23): Discreta conoscenza e comprensione degli argomenti trattati. Limitata capacità di applicare le conoscenze. Discreta capacità espositiva.
- Sufficiente (18-20): Conoscenza minima degli argomenti trattati e limitata capacità di applicare le conoscenze acquisite per risolvere gli esercizi proposti. Sufficiente capacità espositiva.
- Insufficiente: Manca di una conoscenza accettabile degli argomenti trattati e non dimostra una sufficiente capacità di applicare le conoscenze acquisite.

Il mancato raggiungimento della sufficienza nella prova orale annulla il risultato della prova scritta. Per partecipare alla prova orale gli esaminandi dovranno presentarsi il giorno dell'appello orale e potranno in caso di necessità essere ripartiti in più giornate, secondo un calendario determinato il giorno dell'appello.

---

#### Date di esame

Le date di esami saranno pubblicate sulla pagina web del corso di laurea almeno due mesi prima dell'inizio della sessione d'esami:

[https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb\\_unikore/](https://gestioneaule.unikore.it/agendaweb_unikore/)

---

#### Modalità e orario di ricevimento

Gli orari di ricevimento saranno pubblicati sulla pagina personale del docente:

<https://unikore.it/cdl/ingegneria-informatica/persone-e-regolamenti/aurora-tumino/>

---

<sup>i</sup> PO (professore ordinario), PA (professore associato), RTD (ricercatore a tempo determinato), RU (Ricercatore a tempo indeterminato), DC (Docente a contratto).