

# INSEGNAMENTO DI CHIMICA E PROPEDEUTICA BIOCHIMICA

**Lingua di Insegnamento:** Italiano

**Prerequisiti:** sono richieste conoscenze di matematica, fisica, chimica e biologia che rispondono alla preparazione promossa dalle istituzioni scolastiche che organizzano attività educative e didattiche coerenti con le Indicazioni nazionali per i licei e con le linee guida per gli istituti tecnici e per gli istituti professionali

## Obiettivi Generali del Corso Integrato

Fornire le basi per la comprensione delle leggi fondamentali che governano la materia e le sue trasformazioni con particolare attenzione ai fenomeni biologici a livello atomico e molecolare, in relazione alle applicazioni biomediche.

## Obiettivi specifici del Corso Integrato

### ***Conoscenza e comprensione***

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

- descrivere la struttura e le trasformazioni della materia e interpretare i fenomeni molecolari che trovano un riscontro negli organismi viventi, con particolare riguardo agli equilibri acido-base, ai tamponi fisiologici, alle leggi dei gas e alla solubilità in equilibri eterogenei, ai fenomeni osmotici e alle proprietà delle soluzioni e alle reazioni di ossidoriduzione
- riconoscere le principali classi di composti organici e i diversi gruppi funzionali, descrivendone le proprietà chimico-fisiche e la reattività, anche in relazione alle funzioni delle macromolecole biologiche
- riconoscere le diverse classi di molecole di interesse biologico, descrivendone le strutture e sapendone indicare le funzioni

### ***Capacità di applicare conoscenza e comprensione***

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

- riconoscere la tipologia di legami chimici ed eseguire semplici bilanciamenti delle reazioni
- eseguire semplici ma fondamentali calcoli sulle concentrazioni delle soluzioni e osmolarità
- applicare le conoscenze acquisite nell'ambito della termodinamica ai processi di trasformazione chimico-fisica di interesse biomedico
- applicare le conoscenze acquisite ai processi che governano la respirazione, il mantenimento dell'equilibrio osmotico, gli equilibri acido-base dei fluidi biologici
- scrivere e riconoscere le formule e i legami chimici dei principali composti organici di interesse biologico
- applicare la conoscenza dei meccanismi delle reazioni dei composti organici alla comprensione delle reazioni biochimiche e prevedere la reattività delle biomolecole sulla base dei loro gruppi funzionali

### ***Autonomia di giudizio***

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

1. valutare criticamente le informazioni
2. formare opinioni informate
3. prendere decisioni autonome

**Abilità comunicative:**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

1. esprimere in modo chiaro e efficace le proprie informazioni e conoscenze

**Capacità di apprendimento**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

1. apprendere in modo autonomo e continuo
2. aggiornare le proprie competenze e conoscenze

**Obiettivi specifici di apprendimento**

**Obiettivi formativi specifici descritti per unità didattiche:**

**Unità didattica 1. La struttura dell'atomo, la tavola periodica degli elementi e i legami chimici (impegno didattico valutato in CFU =0.5)**

Descrivere e interpretare:

- La costituzione della materia. Fondamenti della teoria atomica. Struttura del nucleo atomico, neutroni e protoni. Numero atomico e numero di massa. Massa atomica. Gli isotopi.
- Cenni alle proprietà magnetiche del nucleo come base per lo strumento diagnostico della Risonanza Magnetica Nucleare.
- Elementi e composti: mole e molecola. I numeri quantici, gli orbitali, il principio di esclusione di Pauli ed il principio di indeterminazione di Heisenberg. Regola di Hund. La configurazione elettronica degli elementi.
- I radioisotopi e la radioattività. Il decadimento radioattivo (radiazioni  $\alpha$ ,  $\beta$ , positroni, gamma, X): unità di misura anche rispetto all'effetto di tossicità biologica, correlazioni di interesse per applicazioni biomediche.
- Il sistema periodico degli elementi. Proprietà periodiche: configurazione elettronica esterna, volume atomico, potenziale di ionizzazione, affinità elettronica, elettronegatività. Elementi chimici di rilevanza biologica. La regola dell'ottetto.
- Concetto di molecola e di ione poliatomico. Massa molecolare.
- Il legame chimico. Orbitale di legame. Legame covalente: omopolare, eteropolare, dativo. Legame ad elettroni delocalizzati. Il legame ionico. Ibridazione degli orbitali: sp, sp<sup>2</sup>, sp<sup>3</sup>. Teoria VSEPR. Orbitali molecolari sigma e pi-greco. Angolo di legame.
- Nomenclatura e struttura dei principali composti inorganici di interesse biomedico. Esempi di struttura di composti chimici binari e ternari, scrittura e riconoscimento delle formule di struttura (ossidi, acidi, basi, sali). Nomenclatura IUPAC e tradizionale. Interazioni deboli (legame idrogeno e forze di van der Waals) e interazioni idrofobiche.

**Unità didattica 2. Stati di aggregazione della materia e principi di termodinamica (impegno didattico valutato in CFU =0.5)**

Descrivere e interpretare:

- Lo stato solido: solidi ionici, molecolari, covalenti e metallici.
- Lo stato aeriforme. Temperatura assoluta. Leggi di Boyle, Charles e Gay Lussac. Equazione di stato dei gas perfetti. I gas reali e l'equazione di Van der Waals. La legge di Avogadro. Il concetto di mole e il numero di Avogadro. Cenni sulla teoria cinetica dei gas. La legge di Maxwell-Boltzmann.
- Gas e vapori. L'equilibrio gas-liquido: la pressione di vapore.

- Lo stato liquido: ebollizione, calore di evaporazione. Diagrammi di fase: confronto tra acqua ed anidride carbonica. Tensione superficiale. Rilevanza dei cambiamenti di stato in medicina: l'evaporazione del sudore e la termoregolazione. Esempio di applicazione della legge dei gas alla respirazione.
- I sistemi termodinamici. I principi della termodinamica. Definizioni delle funzioni di stato. Entalpia. Trasformazioni esotermiche ed endotermiche (cambiamenti di stato). Entropia. Energia libera di Gibbs. Trasformazioni reversibili e irreversibili (esoergoniche, endoergoniche). Energia libera ed equilibrio chimico.

### **Unità didattica 3. Miscele e soluzioni e le proprietà colligative delle soluzioni (impegno didattico valutato in CFU=1)**

Descrivere e interpretare:

- Tipi di miscele: omogenee ed eterogenee (dispersioni, sospensioni, colloidali, aerosol).
- Tipi di soluzioni: soluzioni gassose, soluzioni liquide, soluzioni solide.
- Solubilità: l'acqua come solvente. L'acqua e i soluti ionici, proprietà degli elettroliti. Gli elettroliti nei fluidi biologici. L'acqua e i soluti molecolari. Solubilità dei gas nei liquidi: la legge di Henry.
- Unità di misura della concentrazione delle soluzioni: percentuali peso/peso, peso/volume, volume/volume. Molarità, frazione molare. Il concetto di equivalente in ambito biomedico.
- La concentrazione nelle miscele di gas: la legge di Dalton. L'aria e la sua composizione, aria inspirata e aria espirata. Esempi di soluzioni rilevanti per aspetti biomedici.
- Definizione di proprietà colligativa. Interazioni tra solvente e soluto. La legge di Raoult. Abbassamento della pressione di vapore. Innalzamento della temperatura di ebollizione. Abbassamento della temperatura di congelamento.
- Soluzioni elettrolitiche e fattore correttivo di van't Hoff. Tipi di membrane e passaggio di soluti: diffusione, osmosi e osmolarità. Confronto tra le proprietà osmotiche delle soluzioni.
- L'osmolarità dei liquidi intracellulari ed extracellulari. Soluzioni isotoniche, ipertoniche e ipotoniche.

### **Unità didattica 4. Generalità sulle reazioni chimiche, cinetica ed equilibrio chimico (impegno didattico valutato in CFU=0.5)**

Descrivere e interpretare:

- Definizioni delle reazioni chimiche.
- Conservazione di massa, energia e carica elettrica. Reversibilità. Tipi di reazioni chimiche. Reazioni di neutralizzazione. Reazioni di precipitazione. Reazioni di ossido-riduzione. Bilanciamento delle reazioni.
- Definizione di cinetica di reazione. Reazioni a più stadi. Fattori che influenzano la velocità di una reazione. Ordine di una reazione e molecolarità. La legge di Arrhenius e la teoria degli urti efficaci. L'energia di attivazione. La teoria dello stato di transizione. I catalizzatori: catalizzatori omogenei ed eterogenei.
- Cenni sui catalizzatori biologici: gli enzimi.
- Equilibrio chimico.
- Reazioni reversibili ed irreversibili. Costante di equilibrio e legge d'azione di massa. Equilibrio chimico omogeneo ed eterogeneo. Differenza tra equilibrio chimico e stato stazionario. Principio dell'equilibrio mobile. Il quoziente di reazione. Effetto della temperatura sulla costante di equilibrio. Equilibri multipli. Equilibri eterogenei solido-liquido. Prodotto di solubilità, effetto dello ione in comune. Rilevanza degli equilibri chimici nei processi biologici.

### **Unità didattica 5. Acidi, basi, sali, pH, soluzioni tampone; reazioni di ossido-riduzione ed elettrochimica (impegno didattico valutato in CFU= 1)**

Descrivere e interpretare:

- La teoria di Arrhenius. La teoria di Bronsted e Lowry. Cenni sulla teoria di Lewis. La reazione di autoprotolisi dell'acqua. La  $K_w$ . Il concetto di pH e pOH. Costanti di dissociazione,  $K_a$  e  $K_b$ . Acidi forti e acidi deboli,  $pK_a$  e  $pK_b$ . Indicatori di pH. Il pH di una soluzione di acido/base forte o di acido/base debole. Acidi poliprotici e basi poliprotiche. Forza relativa di un acido e di una base. Reazioni acido-base. Relazione tra la struttura chimica e la forza degli acidi. I sali, comportamento acido o basico dei sali in acqua, costante di idrolisi. Solubilità e pH, esempi di interesse biomedico: ossalato di calcio e fosfato di calcio. Gli argomenti saranno trattati con esempi numerici per coadiuvare la comprensione dei fenomeni descritti.
- Soluzioni tampone, esempi di tamponi di acidi deboli e basi deboli. L'equazione di Henderson e Hasselbalch. Efficienza di un sistema tampone. L'equilibrio acido-base nei fluidi biologici: il tampone acido carbonico/bicarbonato, il tampone diidrogeno fosfato/ idrogenofosfato, le proteine come sistemi tampone. Il pH del sangue e i tamponi del sangue. L'importanza e la funzione dei tamponi in ambito biomedico.
- Il numero di ossidazione e le reazioni di ossido-riduzione. I sistemi elettrochimici. Definizione di anodo e catodo. Tipi di conduttori.
- I semielementi. I potenziali redox standard. L'equazione di Nernst. Reazioni spontanee e lavoro chimico: relazione tra variazione di energia libera di Gibbs e differenza di potenziale. La relazione tra potenziali di riduzione e costante di equilibrio. Pile a concentrazione.
- Importanza delle reazioni di ossido-riduzione in ambito biomedico.

**Unità didattica 6. Proprietà del carbonio e reattività dei composti organici, idrocarburi, alogenuri alchilici, idrocarburi aromatici e derivati (impegno didattico valutato in CFU= 0.5)**

Descrivere e interpretare:

- Proprietà e ibridazione del carbonio. I gruppi funzionali. Rappresentazione dei composti carboniosi
- Regole generali di nomenclatura IUPAC.
- Ossidazioni e riduzioni in chimica organica. Tipi di reazioni organiche. Effetto induttivo: elettrone donatore, elettrone attrattore. Effetto di delocalizzazione o mesomero.
- Rottura di un legame: omolitico ed eterolitico. Carbocationi e carboanioni. Stabilità dei carbocationi. Nucleofili ed elettrofili.
- Acidità e basicità dei composti organici.
- Idrocarburi saturi ed insaturi.
- Alcani e cicloalcani: nomenclatura IUPAC, proprietà chimico-fisiche e reazioni caratteristiche. Tensione di legame nei cicloalcani. Reazioni degli alcani: ossidazione, sostituzione radicalica.
- Alcheni: nomenclatura IUPAC, proprietà chimico-fisiche e principali reazioni (addizione elettrofila, stabilità dei carbocationi). Delocalizzazione elettronica e dieni coniugati.
- Idrocarburi ciclici ed eterociclici. Gli alogenuri derivati degli idrocarburi. Le reazioni degli alogenuri alchilici: sostituzione nucleofila con meccanismo  $S_N2$  e  $S_N1$ , reazioni di eliminazione con meccanismo  $E1$  ed  $E2$ .
- Il benzene, composti aromatici e regola di Huckel.
- Nomenclatura degli idrocarburi aromatici. Derivati del benzene. Reazioni del benzene: sostituzione elettrofila aromatica. Effetto attivante e disattivante dei sostituenti.
- Tossicità dei composti aromatici.

**Unità didattica 7. I gruppi funzionali e isomerie: alcoli, fenoli, eteri, tioli e tioeteri; aldeidi e chetoni; acidi carbossilici e derivati, ammine e ammidi (impegno didattico valutato in CFU= 1)**

Descrivere e interpretare:

- Proprietà chimico-fisiche e nomenclatura. Reazioni degli alcoli: disidratazione, ossidazione sostituzione nucleofila. Alcol di rilevanza biomedica: l'etanolo. Alcoli aromatici, fenolo e derivati; acidità del fenolo. Eteri. Tioli e tioeteri. Epossidi.

- Proprietà chimico-fisiche e nomenclatura delle aldeidi e dei chetoni. Reazioni delle aldeidi e dei chetoni: ossidazione, riduzione, reazioni di addizione nucleofila. Emiacetali ed emichetali, acetali e chetali.
- Proprietà dell'idrogeno in alfa al carbonile. Tautomeria cheto-enolica e sua importanza biologica.
- Reazione di condensazione aldolica. Chinoni ed idrochinoni. Un esempio di rilevanza biomedica: l'ubichinone.
- Proprietà chimico-fisiche e nomenclatura. Reazioni degli acidi carbossilici: salificazione, sostituzione nucleofila acilica.
- Derivati degli acidi carbossilici: alogenuri acilici, anidridi, esteri e tioesteri, ammidi, acilfosfati. Esterificazione di Fisher. Idrolisi basica e acida degli esteri. Condensazione di Claisen. Reazioni degli acidi carbossilici contenenti altri gruppi funzionali: formazione dei lattoni e decarbossilazione dei chetoacidi.
- I derivati organici dell'acido fosforico. L'importanza degli acilfosfati in Biochimica.
- Proprietà chimico-fisiche e nomenclatura delle ammine. Basicità e reazioni delle ammine: nucleofilicità delle ammine, alchilazione. Nitrosammine. Ammonio quaternario: la colina. Immine o basi di Schiff.
- Esempi di importanza biomedica: l'urea.
- Reazioni di idrolisi delle ammidi.
- Definizione e tipi di isomeria: isomeri costituzionali e stereoisomeri (isomeri conformazionali e configurazionali).
- Potere ottico rotatorio specifico. Convenzione di Fischer e convenzione destrogira/levogira.
- Diastereomeri, epimeri, anomeri e mesocomposti. Miscele racemiche. Cenni sulle regole di priorità. Convenzione E/Z e convenzione R/S
- Significato degli enantiomeri, diastereoisomeri e forme meso nelle scienze biomediche.

### **Unità didattica 8. Amminoacidi e proteine, carboidrati, lipidi, nucleotidi e polinucleotidi (impegno didattico valutato in CFU= 1)**

Descrivere e interpretare:

- Struttura e nomenclatura degli amminoacidi, nomi abbreviati. Classificazione degli amminoacidi in base al gruppo R. Amminoacidi essenziali o non essenziali.
- Identificazione e caratteristiche delle catene laterali degli amminoacidi proteici. Stereochimica degli amminoacidi e rappresentazione secondo la convenzione di Fischer.
- Proprietà acido-base degli amminoacidi e punto isoelettrico.
- Il legame peptidico e sua formazione. Caratteristiche del legame peptidico. Livelli strutturali delle proteine: struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria. Interazioni deboli e ponti disolfuro.
- Struttura, nomenclatura e stereochimica dei carboidrati. Monosaccaridi: isomeri, epimeri, anomeri e tautomeri. Amminozuccheri. Ciclizzazione dei monosaccaridi. Mutarotazione. Reazioni dei monosaccaridi: ossidazione, riduzione, reazione di Maillard e prodotti di Amadori, condensazione. Il legame glicosidico. Disaccaridi. Oligosaccaridi e loro derivati. Polisaccaridi: omopolisaccaridi (amido, cellulosa, glicogeno) ed eteropolisaccaridi (glicosamminoglicani).
- Struttura e nomenclatura degli acidi grassi. Acidi grassi saturi ed insaturi. Acidi grassi essenziali. Insaturazione e proprietà fisiche e chimiche. I trigliceridi e la loro funzioni: oli e grassi. Lipidi complessi: glicerofosfolipidi, sfingolipidi, glicolipidi. Colesterolo e derivati steroidei di interesse biomedico.
- Basi azotate: definizione e caratteristiche strutturali dei nucleosidi e dei nucleotidi Nucleotidi e polinucleotidi. Struttura chimica ed importanza biologica dell'ATP e di altri nucleotidi liberi. Legame fosfodiesterico.

# INSEGNAMENTO DI BIOLOGIA

**Lingua di Insegnamento:** Italiano

**Prerequisiti:** sono richieste conoscenze di matematica, fisica, chimica e biologia che rispondono alla preparazione promossa dalle istituzioni scolastiche che organizzano attività educative e didattiche coerenti con le Indicazioni nazionali per i licei e con le Linee guida per gli istituti tecnici e per gli istituti professionali.

## Obiettivi Generali del Corso Integrato

L'insegnamento di Biologia ha l'obiettivo di fornire agli studenti una preparazione solida e integrata sui fondamenti della biologia, quale base indispensabile per la comprensione dei processi fisiologici e patologici, affrontati nei successivi insegnamenti dell'area biomedica.

## Obiettivi specifici del Corso Integrato

### **Conoscenza e comprensione**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

- Descrivere la struttura e la funzione delle principali macromolecole biologiche e comprendere le basi molecolari della materia vivente
- Comprendere l'organizzazione e la compartimentalizzazione cellulare, il traffico intracellulare e le interazioni tra cellule e ambiente esterno
- Illustrare i meccanismi molecolari e cellulari che regolano l'espressione e la trasmissione dell'informazione genetica ed epigenetica identificando le loro implicazioni nelle patologie ereditarie. Illustrare i fondamenti della comunicazione cellulare e della trasduzione del segnale, con particolare attenzione al controllo della proliferazione, e della morte cellulare, nonché i processi che regolano la mitosi e la meiosi nelle cellule germinali

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

- Applicare le conoscenze acquisite per comprendere i processi cellulari normali e patologici rilevanti in ambito medico
- Interpretare dati sperimentali relativi alla struttura e funzione della cellula e dei suoi vari componenti, alla regolazione genica e ai meccanismi di segnalazione intracellulare e intercellulare
- Utilizzare queste conoscenze e gli approcci metodologici acquisiti per i futuri studi in ambito biomedico

### **Autonomia di giudizio**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

1. valutare criticamente le informazioni
2. formare opinioni informate
3. prendere decisioni autonome

### **Abilità comunicative:**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

1. esprimere in modo chiaro e efficace le proprie informazioni e conoscenze

### **Capacità di apprendimento**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

1. apprendere in modo autonomo e continuo
2. aggiornare le proprie competenze e conoscenze

## **Obiettivi specifici di apprendimento**

### **Obiettivi formativi specifici descritti per unità didattiche:**

#### **Unità didattica 1. Le basi dell'organizzazione biologica e molecolare della vita (impegno didattico valutato in CFU= 0,75)**

Descrivere e interpretare:

- L'albero della vita. Gli organismi e la teoria cellulare. Le proprietà fondamentali della materia vivente. La teoria dell'evoluzione di Darwin e il principio One Health.
- I virus: Caratteristiche generali. L'acido nucleico, il capsido e l'involucro membranoso. Le 6 classi di virus animali. Il ciclo litico e lisogenico di un virus batterico. Il ciclo di un virus animale. Il ciclo di un retrovirus. Modalità di entrata e di uscita di un virus da una cellula animale. Virus oncogeni a DNA e a RNA.
- Cenni sulla cellula procariotica: la membrana plasmatica, la parete, la membrana esterna, la capsula, le fimbrie e i pili, i flagelli. I batteri Gram positivi e Gram negativi (la colorazione di Gram). Gli eubatteri e gli archeobatteri. Cenni sui meccanismi di trasferimento genico orizzontali.
- La cellula eucariotica. Il sistema delle endomembrane. La generazione del nucleo, l'endosimbiosi per la generazione dei mitocondri. Dagli organismi unicellulari a quelli pluricellulari complessi.
- Le basi chimiche della vita: gli atomi e le molecole di interesse biologico. Le molecole polari e non polari. Le proprietà dell'acqua. I legami chimici covalenti e non covalenti. I gruppi funzionali.
- Struttura e funzione delle macromolecole biologiche: Gli zuccheri e i carboidrati. I lipidi. I nucleotidi e gli acidi nucleici. Il modello di Watson e Crick e la doppia elica del DNA. Gli RNA: struttura e funzioni. RNA codificanti e non codificanti. Gli amminoacidi, il legame peptidico e le proteine. Cenni sulla struttura delle proteine. Domini proteici e siti attivi. Le principali modificazioni post-traduzionali delle proteine, ad esempio la fosforilazione, l'acetilazione, la glicosilazione e l'aggiunta di lipidi. Cenni sugli enzimi ed il loro funzionamento.
- Cenni di metabolismo: i concetti di anabolismo e catabolismo, le reazioni di condensazione e di idrolisi.

#### **Unità didattica 2. I meccanismi cellulari di trasmissione e controllo dell'informazione genetica e epigenetica (impegno didattico valutato in CFU=0,5)**

Descrivere e interpretare:

- Il nucleo e il genoma delle cellule eucariotiche: I cromosomi lineari delle cellule eucariotiche. Il cariotipo nell'uomo. La diploidia e i cromosomi omologhi. Organizzazione minimale di un cromosoma eucariotico. Il DNA centromerico e telomerico.
- La cromatina: I nucleosomi. L'impaccamento del DNA e le proteine istoniche. L'istone H1 e la fibra di 30 nm. L'eucromatina e l'eterocromatina, la metilazione del DNA. Il rimodellamento della cromatina. Le modificazioni post-traduzionali degli istoni e l'epigenetica (l'esempio dell'acetilazione). Le condensine e il ripiegamento della cromatina.
- Il genoma umano: Cenni sull'organizzazione e caratteristiche delle sequenze che lo compongono. Sequenze singole, famiglie geniche (globine, RNA ribosomiali), sequenze ripetute, sequenze

ripetute in tandem (minisatelliti, microsatelliti), sequenze ripetute intersperse (LINE, SINE e retrovirus endogeni). Gli elementi mobili del DNA.

### **Unità didattica 3. Il flusso dell'informazione (impegno didattico valutato in CFU=1,0)**

Descrivere e interpretare:

- La replicazione del DNA nei procarioti e negli eucarioti: Il meccanismo semiconservativo. Le origini di replicazione, la formazione del complesso d'inizio e la forcella replicativa. Lo srotolamento del DNA: le DNA elicasi e le topoisomerasi. La primasi e l'innesco della replicazione. Le DNA polimerasi e le attività di correzione degli errori. Il filamento continuo e discontinuo e i frammenti di Okazaki. La rimozione dell'RNA e la DNA ligasi. La funzione dei telomeri e delle telomerasi. I telomeri e la senescenza replicativa.
- I geni: Il concetto di gene e l'anatomia del gene procariotico ed eucariotico. Geni policistronici e monocistronici. Promotori ed elementi regolativi in *cis*.
- Cenni sulla trascrizione nei procarioti: Il modello dell'operone Lac.
- Il controllo dell'espressione genica negli eucarioti: trascrizionale, post-trascrizionale, traduzionale e post-traduzionale.
- La trascrizione negli eucarioti: Le tre RNA polimerasi (I, II, III). I fattori di trascrizione generali. La TATA box. Promotori prossimali e distali (enhancer e silencer). I fattori di trascrizione specifici: l'esempio dei recettori degli ormoni steroidei. Inizio, elongazione e terminazione della trascrizione negli eucarioti.
- La maturazione degli RNA: Il capping, la poliadenilazione, lo splicing e lo splicing alternativo. Cenni sullo spliceosoma e gli snRNA. I ribozimi. Editing dell'RNA. La regolazione della stabilità del messaggero (Deadenilazione e decapucciamento, miRNA ed RNA interference).
- La sintesi delle proteine: Il meccanismo della traduzione. Gli attori della traduzione, mRNA, rRNA e tRNA. La sintesi degli aminoacil-tRNA. I ribosomi. Sintesi e maturazione degli rRNA e dei tRNA. Il codice genetico, i codoni e gli anticodoni. La ridondanza, la degenerazione, la non ambiguità e l'universalità del codice genetico. I fattori di inizio, di elongazione e di terminazione nella traduzione.
- La maturazione delle proteine: L'importanza del corretto ripiegamento delle proteine. Le proteine chaperon. Gli errori di ripiegamento delle proteine. Cenni sui prioni.
- Regolazione dell'attività biologica delle proteine: La degradazione delle proteine. Degradazione proteasomica ubiquitina dipendente. Proteine simili all'ubiquitina.

### **Unità didattica 4. I meccanismi cellulari di trasmissione e controllo dei caratteri selvatici e mutati (impegno didattico valutato in CFU= 0,75)**

Descrivere e interpretare:

- Le variazioni del genoma: Sostituzione, inserzione o delezione di nucleotidi. Mutazioni geniche e cromosomiche. Il fenomeno dell'espansione di sequenze ripetute. Cenni sui principali meccanismi di riparazione del DNA nel danno a singolo e doppio filamento. Correlazioni con i fenomeni di invecchiamento cellulare.
- Gli alleli: Omozigosi, eterozigosi ed eterozigosi composta. Dominanza e recessività. Genotipo e fenotipo. Le leggi di Mendel. I caratteri singoli, la segregazione, l'assortimento indipendente. Dominanza incompleta e codominanza. Alleli multipli (poliallelia, sistema ABO dei gruppi sanguigni). La pleiotropia. Epistasi (rapporti mendeliani atipici). Associazione completa e incompleta. Mappe fisiche e genetiche. Gli alberi genealogici.
- L'espressione genica modulata dall'ambiente: Il concetto di penetranza ed espressività, caratteri poligenici ed eredità quantitativa. Imprinting genomico.
- Cromosomi umani e cariotipo: La tecnica del bandeggio. Cariotipo umano euploide. Alterazioni del cariotipo umano: variazioni del numero dei cromosomi (aneuploidia, poliploidia) e della struttura dei cromosomi (traslocazioni, inversioni, delezioni e inserzioni). L'esempio della trisomia del

cromosoma 21. Ereditarietà autosomica (dominante e recessiva), ereditarietà associata al cromosoma X (dominante e recessiva), al cromosoma Y, ereditarietà mitocondriale.

**Unità didattica 5. Le strutture cellulari: biogenesi, morfologia e funzioni (impegno didattico valutato in CFU=1,5)**

Descrivere e interpretare:

- Le membrane e i loro componenti. Il modello a mosaico fluido. L'importanza del glicocalice. Asimmetria di membrana.
- Il trasporto attraverso la membrana plasmatica. Osmosi, diffusione, trasporto passivo. Le proteine canale e i trasportatori. Il trasporto attivo. L'esempio dei trasportatori ABC e della pompa Na/K. Il potenziale di membrana. Il potenziale d'azione.
- Lo smistamento delle proteine: I diversi compartimenti cellulari e le loro relazioni topologiche. I segnali di indirizzamento ai compartimenti. Trasporto regolato attraverso i pori nucleari, tramite traslocatori o tramite vescicole.
- Il nucleo: L'involucro nucleare. Il nucleolo. I pori nucleari. Le nucleoporine. Il trasporto nucleare. I segnali di localizzazione nucleare e di esportazione nucleare. Il ruolo delle importine, delle esportine, della proteina Ran e di RanGEF e RanGAP. Regolazione dell'importazione nucleare (esempi: recettore degli ormoni steroidei, NfκB, SREBP1). Trasporto degli RNA dal nucleo al citosol.
- I mitocondri: struttura e funzioni. Il genoma mitocondriale e le modalità del flusso dell'informazione nei mitocondri. Cenni di energetica: la respirazione cellulare (dalla glicolisi alla catena di trasporto degli elettroni fino alla sintesi di ATP), le molecole che vi partecipano, il bilancio energetico del processo. Il network mitocondriale e le sue dinamiche: fusione, fissione e le proteine regolatorie. Il trasporto ai mitocondri: il segnale di indirizzamento alla matrice mitocondriale, i traslocatori TOM, TIM, SAM e OXA. Il ruolo dell'energia nell'importazione delle proteine alla matrice mitocondriale. L'importazione di proteine alla membrana mitocondriale esterna, alla membrana mitocondriale interna e allo spazio intermembrana.
- I perossisomi: struttura e funzioni. Il trasporto ai perossisomi: i segnali e i loro recettori. Le peculiarità del trasporto ai perossisomi. Le perossine e la biogenesi dei perossisomi. L'azione detossificante dei perossisomi. Patologie legate ai perossisomi (sindrome di Zellweger).
- La via secretoria: il reticolo endoplasmatico liscio e ruvido, il cis-Golgi network, l'apparato di Golgi e il trans-Golgi network. Il trasporto al reticolo endoplasmatico: la sequenza di indirizzamento, SRP ed il suo recettore, il traslocone, la peptidasi del segnale. Le modificazioni delle proteine neosintetizzate nel reticolo endoplasmatico. La glicosilazione ed il suo ruolo nel ripiegamento delle proteine tramite calnexina e calreticulina. Il controllo di qualità del reticolo endoplasmatico (esempi: calnexina e immunoglobuline). Ruolo delle proteine chaperon durante la traduzione ed il trasporto agli organelli. Le risposte UPR e l'attivazione del sistema ERAD. L'esempio della fibrosi cistica. Secrezione costitutiva e secrezione regolata.
- Il traffico vescicolare: Formazione delle vescicole. Le proteine di rivestimento ed i loro ruoli. L'attracco, l'ormeggio e la fusione di vescicole ai compartimenti bersaglio. Ruolo di NSF, SNAPs, SNARE e RAB. Il ruolo dei fosfoinositidi.
- L'endocitosi: Endocitosi in fase fluida e mediata da recettori. Endocitosi della transferrina, delle LDL e dell'EGF: differenze e peculiarità. Endosomi precoci di smistamento e di riciclo, endosomi tardivi, corpi multivescicolari e lisosomi. Il trasporto ai lisosomi e il mannosio-6-fosfato. Disfunzioni lisosomiali e malattie di accumulo. L'endocitosi nelle cellule polarizzate. La transitosi (esempio delle immunoglobuline). La fagocitosi e le sue funzioni.
- L'autofagia: macroautofagia, microautofagia e autofagia mediata da chaperon molecolari. L'esempio della mitofagia. Conseguenze delle alterazioni della via autofagica.
- Il citoscheletro. I microtubuli: Struttura e funzione dei microtubuli. Formazione, allungamento e accorciamento dei microtubuli. Il ruolo del GTP nella stabilità dei microtubuli. Il centrosoma e il complesso γTuRC. Proteine MAP motrici e non motrici. Le dineine e le chinesine. Esempi di alterazioni nelle dineine citoplasmatiche. Le ciglia e i flagelli.

- I microfilamenti: Struttura e funzioni dei microfilamenti di actina. Il processo di polimerizzazione dell'actina: il ruolo dell'ATP e il complesso Arp2/3. Le proteine accessorie dell'actina. Le proteine di collegamento: l'esempio della distrofina. Le miosine. Il sarcomero. Regolazione del citoscheletro di actina tramite proteine della famiglia Rho (Rho, Rac e CDC42). La migrazione cellulare, l'esempio della polarizzazione e chemiotassi dei neutrofili.
- I filamenti intermedi: Polimerizzazione, struttura e funzioni. Le cheratine e la lamina nucleare. I legami tra diversi elementi del citoscheletro. Le connessioni tra nucleoscheletro e citoscheletro.

**Unità didattica 6. La cellula e l'ambiente, la segnalazione cellulare e la trasduzione del segnale (impegno didattico valutato in CFU= 0,75)**

Descrivere e interpretare:

- La matrice extracellulare: struttura e funzioni. Degradazione della matrice extracellulare. Ancoraggio alla matrice tramite le integrine. La meccano-trasduzione e le connessioni con il citoscheletro. L'esempio della fibronectina.
- La comunicazione tra cellule: Il riconoscimento tra cellule e la formazione dei tessuti (caderine e CAM). I diversi tipi di giunzioni cellulari: giunzioni occludenti, giunzioni aderenti, desmosomi ed emidesmosomi, giunzioni comunicanti.
- La segnalazione cellulare da contatto, autocrina, paracrina, endocrina e sinaptica. La trasduzione del segnale: elementi costitutivi e cascate regolative. I recettori di superficie e i recettori intracellulari. L'esempio dell'ossido nitrico e gli ormoni lipidici. I recettori accoppiati a canali ionici.
- I recettori accoppiati a proteine G. Le proteine G monomeriche e trimeriche nella trasduzione del segnale. Le proteine regolatorie: GEF e GAP. Secondi messaggeri e amplificazione del segnale. Desensitizzazione recettoriale, l'esempio della visione.
- I recettori dotati di attività enzimatica: i recettori tirosin-chinasici, la via Ras-MAP chinasi. Gli oncogeni e la trasduzione del segnale. Segnalazione del recettore per l'insulina e del recettore per l'EGF. La segnalazione dei fosfoinositidi.

**Unità didattica 7. Il controllo della proliferazione e della sopravvivenza cellulare (impegno didattico valutato in CFU=0,75)**

Descrivere e interpretare:

- Il ciclo cellulare: Le fasi e i punti di controllo. Le cicline e le chinasi dipendenti da ciclina e la loro modulazione. Le fasi della mitosi. L'ingresso in mitosi. La condensazione dei cromosomi.
- La formazione del fuso mitotico: i microtubuli astrali, del cinetocore e interpolari. I meccanoenzimi della mitosi, il disassemblaggio della lamina nucleare e la dinamica degli organelli intracellulari. Il complesso NDC80. Il movimento dei cromosomi e del fuso mitotico.
- Il completamento della mitosi: Il complesso APC/C o ciclosoma. La degradazione delle cicline e della securina. La separazione dei cromatidi fratelli. La citodieresi. La mitosi asimmetrica.
- L'entrata in fase S: il ruolo dei fattori di crescita. La ciclina D-Cdk4/6. Fosforilazione di Rb e attivazione di E2F. Rb nel retinoblastoma. Gli inibitori del complesso ciclina-CDK. Il danno al DNA e l'attivazione di p53 per l'induzione del riparo o dell'apoptosi. Proto-oncogeni, oncogeni e geni oncosoppressori.
- Cenni sulle cellule germinali. Meccanismo molecolare della meiosi e sue conseguenze genetiche. Il crossing over. Le differenze tra mitosi e meiosi. Cause di aneuploidia. La meiosi nella gametogenesi umana maschile e femminile. Il concetto della cellula staminale.
- La morte cellulare: necrosi e apoptosi. La via apoptotica intrinseca ed estrinseca. Le caspasi iniziatrici ed esecutrici. La MOMP, il citocromo C e l'apoptosoma. Le proteine pro- e anti-apoptotiche (la famiglia di BCL2). I recettori di morte e le vie di segnalazione.

# INSEGNAMENTO DI FISICA

**Lingua di Insegnamento:** Italiano

**Prerequisiti:** sono richieste conoscenze di matematica, fisica, chimica e biologia che rispondono alla preparazione promossa dalle istituzioni scolastiche che organizzano attività educative e didattiche coerenti con le Indicazioni nazionali per i licei e con le Linee guida per gli istituti tecnici e per gli istituti professionali

## Obiettivi Generali del Corso Integrato

L'insegnamento di Fisica ha l'obiettivo di fornire le conoscenze essenziali di fisica, utili per comprendere i fenomeni naturali e i processi biologici, con particolare attenzione alle applicazioni in area biomedica.

## Obiettivi specifici del Corso Integrato

### **Conoscenza e comprensione**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

1. acquisire il linguaggio e la metodologia delle scienze fisiche
2. Conoscere e descrivere le leggi fondamentali della fisica
3. descrivere, comprendere e interpretare in modo quantitativo i principali aspetti fisici della realtà che ci circonda, con particolare riferimento ai problemi di interesse per le scienze della vita

### **Capacità di applicare conoscenza e comprensione**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

1. applicare le leggi della fisica classica in modo appropriato per descrivere e interpretare i fenomeni elementari che riguardano il movimento, l'energia e le proprietà termiche, elettriche e magnetiche della materia, usando correttamente le unità di misura delle più comuni grandezze fisiche e conoscendo i fattori di conversione tra unità di misura omogenee.
2. applicare tali leggi per risolvere problemi ed esercizi numerici
3. comunicare in modo chiaro il procedimento usato per arrivare alla loro soluzione
4. dimostrare di aver compreso il metodo scientifico con cui misurare e interpretare in modo critico i fenomeni fisici.

### **Autonomia di giudizio**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

1. valutare criticamente le informazioni
2. formare opinioni informate
3. correlare le conoscenze acquisite con i contenuti del percorso formativo futuro

### **Abilità comunicative:**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

1. esprimere in modo chiaro ed efficace le proprie informazioni e conoscenze

### **Capacità di apprendimento**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

1. apprendere in modo autonomo e continuo
2. aggiornare le proprie competenze e conoscenze
3. utilizzare la metodologia appresa nel corso per apprendere in modo autonomo e continuo argomenti di interesse per il percorso formativo

### Obiettivi specifici di apprendimento

### Obiettivi formativi specifici descritti per unità didattiche:

#### **Unità didattica 1. Introduzione ai metodi della fisica (impegno didattico valutato in CFU= 0.25)**

Interpretare elementi di base di matematica e fisica (grafici e formule). Risolvere operazioni tra vettori; eseguire conversioni tra unità di misura:

- Notazione scientifica;
- Grandezze fisiche, dimensione ed unità di misura, Sistema Internazionale delle unità di misura. Conversioni tra unità di misura e stima ordine di grandezza. Grandezze estensive ed intensive. Grandezze scalari e vettoriali.
- Equazioni con variabili che rappresentano grandezze fisiche;
- Funzioni trigonometriche elementari; grafici; concetto di derivata ed integrale.
- Vettori: definizione, componenti, operazioni (*esempi*: somma, differenza, prodotto scalare e prodotto vettoriale).

#### **Unità didattica 2. Meccanica (impegno didattico valutato in CFU= 1.5)**

Descrivere e interpretare elementi di meccanica. Risolvere problemi ed esercizi numerici relativi alla meccanica:

- cinematica del punto materiale: definizione di posizione e spostamento nel tempo. Concetto di traiettoria e legge oraria. Distinzione tra velocità media e velocità istantanea, tra accelerazione media e accelerazione istantanea. Studio dei moti rettilinei e curvilinei, con esempi significativi: moto rettilineo uniforme, moto uniformemente accelerato, caduta libera, moto parabolico. Descrizione qualitativa del moto circolare uniforme e del concetto di accelerazione centripeta. Introduzione al moto armonico, utile per comprendere fenomeni periodici semplici.
- Dinamica del punto materiale: analisi delle interazioni tra corpi e formulazione dei tre principi della dinamica. Significato fisico del principio di inerzia e condizioni per l'equilibrio statico (prima legge). Legame tra forza risultante e accelerazione (seconda legge). Azione e reazione tra corpi in interazione (terza legge). Applicazione ai concetti di equilibrio traslazionale. Definizione di forza e principali esempi: forza peso, forza gravitazionale, forze di contatto e forza di attrito (statico e dinamico), tensione, forze elastiche e legge di Hooke per molle ideali.
- Lavoro ed energia: concetto di lavoro meccanico come effetto di una forza applicata su un corpo. Definizione di potenza e relazione con il lavoro svolto in un intervallo di tempo. Teorema dell'energia cinetica. Lavoro e confronto tra forze conservative e forze non conservative. Definizione di energia potenziale. Esempi: energia potenziale gravitazionale ed energia potenziale elastica. Energia meccanica come somma di energia cinetica ed energia potenziale. Teorema di conservazione dell'energia meccanica nei sistemi ideali.
- Quantità di moto: introduzione al concetto di quantità di moto e di impulso. Legame tra impulso e variazione della quantità di moto. Principio di conservazione della quantità di moto nei sistemi isolati. Applicazioni agli urti in una dimensione, con distinzione tra urti elastici e anelastici.
- Sistemi di corpi: definizione di centro di massa e descrizione del suo moto, legge di Hooke generalizzata, modulo di Young e carico di rottura dei materiali.

**Unità didattica 3. Meccanica dei fluidi (impegno didattico valutato in CFU= 1)**

Descrivere e interpretare elementi di meccanica dei fluidi. Correlare i principi della fluidodinamica con i flussi, resistenze e pressioni fisiologiche nei sistemi biologici. Risolvere problemi ed esercizi numerici relativi alla meccanica dei fluidi:

- Stati di aggregazione della materia: caratteristiche fondamentali dei fluidi rispetto ai solidi. Definizione di pressione e densità, e loro ruolo nel comportamento statico e dinamico dei fluidi.
- Leggi dell'idrostatica: legge di Stevino per la pressione nei liquidi in funzione della profondità; principio di Pascal per la trasmissione della pressione nei fluidi incomprimibili; principio di Archimede per la spinta che un fluido esercita su un corpo immerso. Analisi delle condizioni di galleggiamento. Strumenti e metodi per la misura della pressione (esperimento di Torricelli, manometro).
- Fluidi in movimento (idrodinamica): concetti di flusso e portata, distinzione tra moto stazionario e turbolento, con attenzione particolare al moto laminare. Equazione di continuità e conservazione della massa nei fluidi ideali. Teorema di Bernoulli e sua interpretazione in termini di conservazione dell'energia meccanica. Teorema di Torricelli. Applicazioni a situazioni fisiologiche (stenosi e aneurisma).
- Fluidi reali e viscosità: analisi del moto laminare, profilo parabolico della velocità, concetto di gradiente di velocità. Legge di Poiseuille e resistenze idrauliche in serie e in parallelo.
- Fenomeni di superficie: tensione superficiale e suoi effetti su piccole quantità di liquido. Fenomeni di capillarità e comportamento delle interfacce fluide, sia piane che curve. Pressione di curvatura e sua descrizione qualitativa mediante la legge di Laplace, con riferimento ai fenomeni osservabili in contesti biologici (ad esempio nei polmoni o nei capillari sanguigni).

**Unità didattica 4. Onde Meccaniche (impegno didattico valutato in CFU= 0.5)**

Descrivere ed interpretare elementi di onde meccaniche. Correlare i fenomeni ondulatori in ambito acustico. Risolvere problemi ed esercizi numerici relativi alle onde meccaniche:

- Onde meccaniche: introduzione alla natura delle onde meccaniche come fenomeni di propagazione di energia e perturbazione attraverso un mezzo materiale. Concetto di oscillatore armonico come modello base di generazione di onde. Definizione di frequenza, periodo, pulsazione e lunghezza d'onda. Velocità di propagazione delle onde e relazione tra i parametri ondulatori. Equazione di propagazione per onde armoniche semplici. Descrizione del vettore d'onda. Esempi di onde monodimensionali: onde trasversali su una corda e onde longitudinali, come quelle sonore nei fluidi.
- Principi di sovrapposizione e interferenza: sovrapposizione lineare di onde armoniche e formazione di interferenze costruttive e distruttive. Onde stazionarie: condizioni di formazione e significato fisico.
- Energia trasportata dalle onde: concetto di energia associata a un'onda meccanica. Potenza trasportata da un'onda in un mezzo elastico. Intensità dell'onda come quantità fisica misurabile, legata all'energia trasportata per unità di area e di tempo.
- Onde acustiche: propagazione del suono nei diversi mezzi materiali, con particolare attenzione alla velocità del suono in aria e in altri materiali. Relazione tra intensità acustica e percezione sonora. Definizione di livello di intensità sonora in decibel. Concetto di soglia uditiva e limiti di udibilità dell'orecchio umano.
- Effetto Doppler: descrizione qualitativa e interpretazione del cambiamento apparente della frequenza percepita in funzione del moto relativo tra sorgente e osservatore.

**Unità didattica 5. Termodinamica (impegno didattico valutato in CFU= 1)**

Descrivere ed interpretare elementi di termodinamica. Risolvere problemi ed esercizi numerici relativi alla termodinamica:

- Concetti fondamentali: definizione di sistema e ambiente. Variabili termodinamiche (pressione, volume, temperatura) e stato termodinamico. Funzioni di stato. Temperatura e sue scale di misura. Caratteristiche dei gas ideali, legge dei gas perfetti, costante universale dei gas. Gas reali: concetto di temperatura critica e deviazioni dal comportamento ideale. Energia interna e interpretazione microscopica basata sulla teoria cinetica dei gas.
- Calore e capacità termica: scambi di energia sotto forma di calore. Definizione di capacità termica e calore specifico, con riferimento ai gas ideali. Fenomeni di cambiamento di stato fisico (fusione, evaporazione, condensazione), calore latente. Calorimetria e metodi sperimentali per la misura del calore scambiato.
- Meccanismi di trasmissione del calore: conduzione termica, convezione e irraggiamento. Flusso di calore. Emissione termica, legge di Wien e potenza irradiata. Esempi di trasmissione del calore.
- Primo principio della termodinamica: definizione e significato fisico. Energia interna, calore e lavoro. Applicazione del primo principio alle trasformazioni termodinamiche. Trasformazioni reversibili e irreversibili. Trasformazioni canoniche nei gas ideali: isoterma, isocora, isobara, adiabatica, con confronto qualitativo dei comportamenti.
- Secondo principio della termodinamica: enunciati fondamentali e concetto di irreversibilità. Cicli termodinamici: definizione e funzionamento. Macchine termiche, rendimento, ciclo di Carnot. Entropia come funzione di stato, implicazioni macroscopiche e interpretazione statistica. Legame tra variazione dell'entropia e direzione naturale dei processi termodinamici.

#### **Unità didattica 6. Elettricità e magnetismo (impegno didattico valutato in CFU= 1.25)**

Descrivere e interpretare elementi di elettricità e magnetismo. Comprendere i fenomeni elettrici e magnetici. Risolvere problemi ed esercizi numerici relativi agli elementi di elettricità e magnetismo:

- Carica elettrica e interazioni: proprietà fondamentali della carica elettrica, unità di misura, conservazione della carica. Interazione tra cariche puntiformi e legge di Coulomb. Definizione di campo elettrico e rappresentazione tramite linee di forza. Campo generato da una carica puntiforme o da una distribuzione di più cariche puntiformi. Moto di una carica in un campo elettrico uniforme.
- Legge di Gauss: flusso del campo elettrico attraverso una superficie chiusa. Applicazioni a distribuzioni simmetriche di carica: sfera conduttrice, piano uniformemente carico, filo carico in equilibrio elettrostatico.
- Energia e potenziale elettrico: energia potenziale associata a una distribuzione di cariche. Definizione di potenziale elettrico e differenza di potenziale. Conservazione dell'energia per una carica in movimento in un campo elettrico. Dipolo elettrico e momento di dipolo.
- Conduttori e dielettrici (isolanti): fenomeni di induzione elettrostatica e fenomeni di polarizzazione.
- Corrente elettrica: corrente continua, intensità di corrente, generatore elettrico e differenza di potenziale applicata. Conduzione nei conduttori ohmici. Leggi di Ohm, resistenza e resistività dei materiali. Potenza elettrica dissipata per effetto Joule. Combinazione di resistenze in serie e in parallelo.
- Capacità e condensatori: concetto di capacità elettrica. Capacità del condensatore piano, effetto della presenza di un dielettrico. Energia immagazzinata in un condensatore carico. Collegamenti di condensatori in serie e in parallelo. Carica e scarica di un condensatore nel tempo.
- Campo magnetico: origine del campo magnetico dalle correnti elettriche (Esperimento di Oerstedt). Forza di Lorentz su una carica in moto e su un filo percorso da corrente. Moto circolare di una carica elettrica in un campo magnetico uniforme. Momento torcente su una spira percorsa da corrente immersa in un campo magnetico uniforme. Momento di dipolo magnetico.
- Legge di Biot-Savart: contributo infinitesimo al campo magnetico generato da una corrente. Esempi: filo rettilineo, spira circolare, solenoide ideale. Distribuzione del campo e orientamento.
- Induzione elettromagnetica: variazione del flusso magnetico e generazione di forza elettromotrice. Legge di Faraday-Neumann-Lenz. Correnti indotte e loro verso.

- Applicazioni: potenziali di membrana cellulare, depolarizzazione e ri-polarizzazione delle membrane cellulari.

### **Unità didattica 7. Radiazioni elettromagnetiche (impegno didattico valutato in CFU= 0.5)**

Descrivere e interpretare elementi di radiazioni elettromagnetiche. Comprendere gli effetti delle radiazioni. Risolvere problemi ed esercizi numerici relativi agli elementi di radiazioni elettromagnetiche:

- Radiazione elettromagnetica: natura ondulatoria delle onde elettromagnetiche come combinazione di campi elettrici e magnetici oscillanti perpendicolari tra loro; caratteristiche fondamentali come lunghezza d'onda, frequenza, velocità di propagazione nel vuoto e nei mezzi materiali, ampiezza e intensità dell'onda. Relazione tra intensità dell'onda e quantità di energia trasportata. Unità di misura principali.
- Spettro della radiazione elettromagnetica: suddivisione dello spettro in regioni (onde radio, microonde, infrarosso, luce visibile, ultravioletto, raggi X, raggi gamma), ordine crescente di frequenza e decrescente di lunghezza d'onda.
- Quantizzazione dell'energia: concetto di fotone come quanto di energia associato alla radiazione; relazione tra energia del fotone e frequenza. Interpretazione dell'effetto fotoelettrico e implicazioni sulla natura quantistica della radiazione. Assorbimento selettivo dei fotoni da parte di molecole biologiche.
- Radioattività e decadimenti radioattivi: definizione di nucleo instabile, concetto di isotopi radioattivi. Tipi principali di decadimento (alfa, beta, gamma) e trasformazioni nucleari associate.
- Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti: distinzione basata sull'energia trasportata dalla radiazione rispetto all'energia di ionizzazione degli atomi. Esempi di radiazioni non ionizzanti (onde radio, microonde, infrarosso) e ionizzanti (raggi X, raggi gamma).
- Ottica: leggi della riflessione e della rifrazione della luce, concetto di indice di rifrazione, fenomeno della dispersione. Proprietà delle lenti sottili: lenti convergenti e divergenti, formazione delle immagini reali e virtuali. Esempi: il microscopio.