UNIVERSITÀ DI PISA

CHIMICA

GRAZIA CHIELLINI

Anno accademico	2022/23
CdS	ODONTOIATRIA E PROTESI DENTARIA
Codice	239EE
CFU	6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
CHIMICA E PROPEDEUTICA BIOCHIMICA A	BIO/10	LEZIONI	60	GRAZIA CHIELLINI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Corso Integrato di Chimica e Propedeutica Biochimica

CORE CURRICULUM
CHIMICA

- Leggi fondamentali della chimica. Numero atomico. Numero di massa. Isotopi. Pesi atomici e molecolari. Concetto di mole.
- Struttura dell'atomo. Principi della teoria quantistica. Livelli energetici degli orbitali atomici.
- Il sistema periodico. Proprietà periodiche degli elementi.
- I legami chimici. Legame omopolare. Legame covalente polare. Legame ionico. Ibridazione degli orbitali atomici. Interazioni intermolecolari.
- Forme di combinazione. Numeri di ossidazione e nomenclatura dei composti inorganici. Principali tipi di reazioni chimiche. Peso equivalente.
- Gli stati di aggregazione della materia. Leggi dei gas. Equazione di stato. Tensione superficiale e tensione di vapore dei liquidi.
- Le soluzioni. Modi di esprimere la concentrazione. Solubilità. Proprietà colligative delle soluzioni. La pressione osmotica.
- Termodinamica chimica. Primo principio. Energia interna ed entalpia. Secondo principio. Energia libera e lavoro utile.
- Cinetica chimica. Velocità di reazione. Effetto della temperatura. Energia di attivazione. Teoria dello stato di transizione. Catalisi.
- Natura dell'equilibrio chimico. Costante di equilibrio. Principio di Le Chatelier. Prodotto ionico dell'acqua. Dissociazione elettrolitica.
- Acidi e basi. Costante di dissociazione. Il pH.
- Equilibri ionici in soluzione acquosa. Idrolisi salina. Soluzioni tampone. Sostanze anfotere. Punto isoelettrico. Prodotto di solubilità.
- Reazioni di ossidoriduzione. Potenziali standard di riduzione. Equazione di Nernst. Elettrolisi.
- I composti organici. Gli orbitali ibridi del carbonio. Alcani e cicloalcani. Isomeria. Combustione. Reazioni di sostituzione.Alogenuri alchilici.
- Isomeria geometrica. Reazione di addizione elettrofila. Reazioni di ossidazione. Dieni coniugati: reazioni di addizione.
- Composti aromatici. Il benzene. Teoria della risonanza. Reazione di sostituzione elettrofila aromatica. Areni policiclici ed eterociclici.
- Stereoisomeria ottica. Asimmetria molecolare e attività ottica. Atomo di carbonio asimmetrico. Enantiomeri e diasteroisomeri.
- Alcoli e fenoli. Acidità e basicità. Reazioni di ossidazione.
- Composti solforati: mercaptani, tioeteri, disolfuri.
- Aldeidi e chetoni. Reazioni di addizione nucleofila al gruppo carbonilico. Tautomeria cheto-enolica. Condensazione aldolica.
- Basicità. Alchilazione.
- Acidi carbossilici. Formazione di sali. Reazioni di sostituzione nucleofila acilica. Cloruri acidi, anidridi, esteri, ammidi e nitrili. Condensazione di Claisen.

PROPEDEUTICA BIOCHIMICA

- Classificazione. Attività ottica. Comportamento anfotero e punto isoelettrico. Legame carboammidico.
- Acidi grassi. Trigliceridi. Steroidi. Terpeni.
- Monosaccaridi. Formule emiacetaliche. Anomeri. Disaccaridi. Il legame glicosidico.
- Nucleici, basi azotate, nucleosidi e nucleotidi, polinucleotidi.

Fornire le conoscenze di Chimica Generale e Chimica Organica necessarie per consentire l'analisi chimica dei fenomeni biologici ed avviare allo

studio della Biochimica.
In particolare il programma di Chimica Generale ha lo scopo di illustrare allo studente i concetti fondamentali della struttura atomica, del legame chimico, dell'equilibrio e, più in generale, delle proprietà e della reattività degli elementi e dei composti. Particolare enfasi viene data alla deduzione delle proprietà di una sostanza sulla base della posizione che gli elementi costituenti occupano all'interno del Sistema Periodico. Ulteriore obiettivo formativo è far comprendere agli studenti come i principi fondamentali della chimica possono essere applicati sia dal punto di vista numerico che sperimentale.
Il programma di Chimica Organica contiene, in modo sistematico, tutte le informazioni rivolte al necessario apprendimento della struttura, caratteristiche chimico-fisiche e reattività dei gruppi funzionali, nonché le nozioni fondamentali di stereochimica e di nomenclatura organica.

Modalità di verifica delle conoscenze
L'acquisizione delle conoscenze sarà verificata alla fine del corso con una prova che puo' essere supportata dal sistema MS-Teams:
a) esame scritto (8-10 quesiti) per piccoli numeri di studenti
b) esame in forma mista scritto-orale per numeri elevati di studenti.

Capacità
Al termine del corso lo studente deve saper applicare le conoscenze acquisite ai processi che governano l'organismo umano con riferimenti alle applicazioni cliniche quali: la respirazione, il mantenimento dell'equilibrio osmotico, gli equilibri acido base del sangue. Deve essere inoltre in grado di correlare le proprietà delle molecole biologiche alla presenza di specifici gruppi funzionali e saper applicare i meccanismi di reazione dei composti organici per la comprensione delle reazioni biochimiche.

Modalità di verifica delle capacità
Durante le ore di lezione ed al termine del corso saranno svolti problem sets per verificare l'acquisizione delle capacità.

Comportamenti
Lo studente acquisira' consapevolezza dei principi chimico-fisici e dei meccanismi, a livello molecolare, che regolano i processi chimici di interesse in area biomedica.

Modalità di verifica dei comportamenti
Nel test finale sarà verificato non solo l'apprendimento, ma anche lo spirito analitico e critico riguardo agli argomenti affrontati nel corso.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)
Conoscenze di base di chimica generale e chimica organica.

Programma (contenuti dell'insegnamento)
CHIMICA GENERALE
Principi della chimica
Fondamenti della teoria atomica: le leggi delle combinazioni. La teoria atomica. Materia ed energia. Aspetti della materia. Sistemi omogenei ed eterogenei. Sostanze. Elementi e composti.
Struttura dell'atomo
Particelle atomiche. Esperienze di Rutherford e scoperta del nucleo. Numero atomico e numero di massa. Isotopi. Determinazione della massa atomica. Pesi atomici e molecolari relativi ed assoluti. Grammoatomo e grammomolecola. Mole. Difetto di massa. Natura ondulatoria e corpuscolare della luce. Teoria quantistica. Spettri atomici ed atomo di Bohr. Natura ondulatoria e corpuscolare della materia. Principio di indeterminazione. Equazione d'onda elettronica. Numeri quantici. Orbitali atomici.
Sistema periodico
Livelli energetici negli atomi polielettronici. Principio di esclusione di Pauli. Principio della massima molteplicità. Configurazioni elettroniche. Costruzione degli atomi. Sistema periodico. Tavola periodica degli elementi. Periodi e gruppi. Inquadramento e proprietà degli elementi più importanti. Metalli e non metalli. Proprietà periodiche. Dimensioni atomiche. Energia di ionizzazione ed affinità elettronica.
Il legame chimico
Formule chimiche. Simboli elettronici. Regola dell'ottetto. Lunghezza ed energia di legame. Legame omopolare. Legame covalente polare. Elettronegatività. Momento dipolare. Legame ionico. Legame dativo. Composti di coordinazione. Espansione dell'ottetto. Risonanza. Geometria delle molecole. Ibridazione degli orbitali atomici. Gli orbitali molecolari. Legami intermolecolari. Forze di Van der Waals. Legame a idrogeno. Il legame a idrogeno nelle biomolecole. I legami dell'organizzazione molecolare della cellula. Legame metallico.
Forme di combinazione e nomenclatura dei composti inorganici. Calcoli stechiometrici fondamentali
Valenza e numero di ossidazione degli elementi. Regole per stabilire il numero di ossidazione. Ossidi. Perossidi e superossidi. Idrossidi. Ioni positivi (cationi). Acidi ossigenati. Composti binari idrogenati. Ioni negativi (anioni). Sali. Sali acidi e sali basici. Composti di coordinazione (complessi). Sali idrati. Reazioni chimiche. Bilanciamento delle reazioni chimiche. Peso equivalente. Calcolo delle percentuali degli elementi presenti in un composto. Formula minima di un composto. Calcolo delle quantità delle sostanze che entrano a fare parte di una reazione chimica. Rendimento di una reazione.
Gli stati di aggregazione della materia
Variabili di stato: volume, temperatura, pressione. Lo stato gassoso. Gas ideale. Leggi fondarnentali dei gas: leggi di Boyle e di Charles e Gay-Lussac. Principio di Avogadro. Equazione di stato. Legge di Dalton delle pressioni parziali. Composizione dell'aria respirata dall'uomo. Teoria cinetica dei gas. Gas reali e forze di Van der Waals. Gas e vapori. Equilibrio tra fase liquida e fase gassosa. Tensione di vapore. Punto di ebollizione di un liquido. Umidità. Il ruolo dell'evaporazione nella regolazione della temperatura del corpo umano. Lo stato liquido. La tensione

su perficiale. Tensione superficiale e respirazione polmonare. Lo stato solido. Tipi di solidi e loro proprietà. Energia reticolare. Acqua di cristallizzazione. Cambiamenti di stato fisico.
Curve di riscaldamento e di raffreddamento. Diagrammi di stato.

Le soluzioni

Modi di esprimere la concentrazione delle soluzioni. Passaggio in soluzione. Potere solvente dell'acqua. Solubilità. Effetti della temperatura e della pressione sulla solubilità. Legge di Henry. Embolia gassosa da decompressione.
Le proprietà delle soluzioni. Legge di Raoult. Soluzioni di soluti non volatili. Proprietà colligative: abbassamento della tensione di vapore, innalzamento ebullioscopico, abbassamento crioscopico, pressione osmotica. Meccanismo dell'osmosi. Trasporto attivo e trasporto passivo attraverso le membrane biologiche.
Determinazione del peso molecolare di un soluto sulla base dei valori delle proprietà colligative della soluzione. Dissociazione elettrolitica. Fattore di Van't Hoff. Attività. Proprietà e purificazione dell'acqua. Deionizzazione. Durezza dell'acqua. Distillazione. Ripartizione di un soluto tra due solventi. Cenni a: Cromatografia. Soluzioni colloidali. Dialisi. Elettroforesi.

L'equilibrio chimico. Equilibri ionici in soluzione acquosa

La natura dell'equilibrio chimico. Legge di azione di massa. La costante di equilibrio. Relazione tra Kc e Kp. Equilibri chimici eterogenei. Influenza della temperatura sulla costante di equilibrio. Spostamento degli equilibri chimici. Principio di azione e reazione di Le Chatelier. Dissociazione ionica dell'acqua. Prodotto ionico dell'acqua. Acidi e basi. Definizioni di Arrhenius, Broensted e Lowry e Lewis. Forza degli acidi e delle basi. Il pH. pH di soluzioni di acidi e basi deboli.
Dissociazione graduale degli acidi poliprotici. Reazioni acido-base. Neutralizzazione. Idrolisi salina. Soluzioni tampone. Indicatori. Titolazioni acido-base.
Soluzioni tampone costituite dai sali di acidi poliprotici. Ruolo dei sistemi tampone nella regolazione del bilancio acido-base del corpo umano. Sostanze anfotere e loro equilibri in soluzione acquosa. Punto isoelettrico. Equilibri eterogenei in soluzione acquosa. Prodotto di solubilità.

Termodinamica chimica

Sistemi termodinamici. Funzioni di stato. Reversibilità termodinamica. La prima legge della termodinamica. Calore e lavoro. Energia interna e entalpia. Stati standard. Termochimica. Legge di Hess. Entalpia di formazione. La seconda legge della termodinamica. Irreversibilità e spontaneità. Entropia. Criteri di realizzabilità di una trasformazione. Energia libera e lavoro utile. Energia libera e spontaneità nelle reazioni chimiche. Relazione tra energia libera e costante di equilibrio. Aspetti termodinamici delle interazioni acqua-soluto nelle soluzioni acquose. Interazioni idrofobiche.

Elettrochimica

Reazioni di ossidoriduzione Bilanciamento delle reazioni di ossidoriduzione. Lavoro chimico e lavoro elettrico. Potenziali di ossidoriduzione. Serie elettrochimica. Forza elettromotrice di una pila. Equazione di Nernst. Applicazione dell'equazione di Nernst ad alcuni semielementi tipici. Esempi di funzionamento delle pile: pila Daniell, pila a concentrazione. Misura potenziometrica del pH. Conduttori di corrente elettrica. Elettrolisi. Celle elettrolitiche. Aspetti quantitativi dell'elettrolisi. Leggi di Faraday.

CHIMICA ORGANICA

Introduzione alla Chimica Organica

Tetravalenza del carbonio. Gli orbitali ibridi del carbonio. Legami carbonio-carbonio semplice, doppio e triplo. Rappresentazione e classificazione dei composti organici. Gruppi funzionali.

Idrocarburi saturi

Alcani. Isomeria piana di posizione. Nomenclatura sistematica: principali regole del sistema IUPAC. Reazioni di sostituzione. Reazioni radicaliche a catena. Combustione. Cicloalcani. Isomeria geometrica.

Idrocarburi insaturi

Proprietà fisiche e nomenclatura. Meccanismo della reazione di addizione elettrofila. Alcheni. Isomeria geometrica. Principali reazioni di addizione. Reazioni di ossidazione. Alchini. Implicazioni biologiche dell'isomeria cis-trans. Dieni e polieni. Effetto mesomero.

Idrocarburi aromatici

Proprietà fisiche e nomenclatura. Il benzene. Risonanza. Stabilità dell'anello aromatico. Meccanismo della reazione di sostituzione elettrofila aromatica. Areni policiclici cancerogeni. Composti eterociclici fondamentali.

Alcoli

Classificazione, proprietà fisiche e nomenclatura. Acidità e basicità. Preparazione degli alogenuri alchilici e degli esteri inorganici. Reazioni di ossidazione. Reazioni di sintesi degli eteri.

Fenoli

Risonanza dello ione fenossido. Raffronto tra la reattività dei fenoli e degli alcoli.

Composti solforati

Mercaptani, tioeteri, disolfuri. Reattività chimica e nomenclatura.

Aldeidi e chetoni

Proprietà fisiche e nomenclatura. Meccanismo delle reazioni di addizione nucleofila al gruppo carbonilico.
Formazione di gem-dioli, emiacetali e acetali, cianidrine, ossime, idrazoni, immine. Riduzione dei composti carbonilici. Reazioni di ossidazione. Riconosimento delle aldeidi con ossidanti blandi. Reazione di Cannizzaro. Tautomeria cheto-enolica. Condensazione aldolica.

Acidi carbossilici

Proprietà fisiche e nomenclatura. Struttura dello ione carbossilato. Formazione dei sali.
Saponi e detergenti. Derivati funzionali degli acidi carbossilici: alogenuri acilici, anidridi, esteri, ammidi e nitrili. Acidi bicarbossilici e ossiacidi di maggiore interesse biochimico.

Ammine

Classificazione, proprietà fisiche e nomenclatura. Basicità delle ammine e formazione dei sali. Alchilazione. Reazioni con acido nitroso.

Stereoisomeria ottica

Asimmetria molecolare e attività ottica. Atomo di carbonio asimmetrico. Diastereoisomeri. Enantiomeri e racemi. Forma meso.

Amminoacidi

Classificazione. Attività ottica. Comportamento anfotero e punto isoelettrico. Legame carboammidico. Le proteine: struttura primaria, seconaria, terziaria e quaternaria.

Lipidi

Acidi grassi. Grassi e olii. Trigliceridi. Saponificazione. Azione detergente dei saponi.

Glucidi

Monosaccaridi. Formule lineari di Fischer ed emiacetaliche di Tollens e di Haworth. Anomeri. Mutarotazione. Disaccaridi. Il legame glicosidico. Principali polisaccaridi.

Acidi nucleici

Basi azotate puriniche e pirimidiniche. Nucleosidi e nucleotidi. Polinucleotidi. RNA e DNA: struttura primaria e secondaria.

Bibliografia e materiale didattico

Chimica Generale

1. Denniston K.J., Topping J.J., Caret R.L.Chimica Generale, Chimica Organica, Propedeutica Biochimica (McGraw Hill)
2. Raggi A. Chimica Generale per le Scienze Biomediche" (ETS)
3. Bertini, Luchinat, Mani. Stechiometria. Un avvio allo studio della Chimica. (utile per esercizi)

Chimica Organica

1. T.W. Graham Solomons, Craig B. Fryhle. "Chimica Organica" (Zanichelli).
2. Harold Hart, Cristopher M. Hadad, Leslie E. Craine, David J. Hart. "Chimica Organica"(Zanichelli)

Modalità d'esame

Esame finale scritto.

Note

RICEVIMENTO STUDENTI

I docenti ricevono su appuntamento preso via e-mail o per telefono.

Ultimo aggiornamento 02/08/2022 17:04