

Programma di SCIENZE NATURALI - a.s. 2023-2024

Classe: **3I** – Corso: Scienze applicate – Cambridge International

Prof.: **Mirko Siragusa**

Ore a settimana: 5

Modulo 1: Chimica

La scoperta delle particelle subatomiche e il modello atomico di Thomson. L'esperimento di Rutherford e il modello atomico "planetario". Problematiche del modello atomico di Rutherford. Spettri di emissione e di assorbimento. La teoria ondulatoria della luce. Lunghezza d'onda, frequenza e loro relazione. Lo spettro elettromagnetico. Diffrazione e interferenza. Teoria corpuscolare della luce. L'equazione di Planck. I quanti di energia. L'effetto fotoelettrico spiegato tramite la teoria quantistica. Il modello atomico di Bohr. I salti quantici. Il principio di indeterminazione di Heisenberg. L'onda di materia di De Broglie. L'equazione d'onda di Schrodinger. La funzione d'onda. Il concetto di orbitale e di superficie di contorno di un orbitale. I numeri quantici: simbologia, valori e significato. Il numero quantico di spin. La configurazione elettronica. I principi di Aufbau, Hund e Pauli. Notazione spettroscopica e diagramma a caselle. La configurazione elettronica dalla tavola periodica.

La tavola periodica: introduzione storica. La tavola periodica di Mendeleev e moderna. Elettroni interni e di valenza. I simboli di Lewis. Gruppi e periodi: caratteristiche in dettaglio. Metalli, semimetalli e non metalli: proprietà fisiche. Le proprietà periodiche: raggio atomico, energia di ionizzazione, affinità elettronica, elettronegatività e comportamento metallico.

Il legame chimico: definizione, principio dell'energia potenziale minima, lunghezza di legame ed energia di legame. La regola dell'ottetto e sue eccezioni. Il legame covalente: singolo e multiplo, puro e polare. Il legame covalente dativo. I composti di coordinazione. Le formule di struttura di Lewis. Gli ibridi di risonanza. Calcolo dell'ordine di legame. La geometria molecolare: la teoria VSEPR. Sostanze covalenti e molecolari: struttura e proprietà. Polimorfismo, allotropia e isomorfismo. La silice, il diamante e della grafite. Il legame ionico. L'unità formula. Il reticolo cristallino e la cella elementare. Il numero di coordinazione. Le sostanze ioniche: struttura e proprietà. Il legame metallico. Le proprietà dei metalli spiegate tramite il modello del legame metallico. Le leghe: definizione, tipologie ed esempi. Il dipolo elettrico e il momento dipolare. Molecole polari e apolari. I legami intermolecolari: legame dipolo-dipolo, le forze di dispersione di London e legame a idrogeno. Proprietà fisiche dipendenti dalle forze intermolecolari. La variazione di densità dell'acqua con la temperatura. Forze ione-dipolo. Le molecole anfipatiche: azione emulsionante, detergente e tensioattiva. La tensione superficiale. I solidi amorfi: proprietà chimico-fisiche, caratteristiche strutturali, processi di formazione.

Le nuove teorie di legame: la teoria del legame di valenza (VB) e l'ibridazione degli orbitali atomici. Legami sigma e pi greco. L'ibridazione dell'atomo di carbonio. La teoria dell'orbitale molecolare. L'ordine di legame. Il paramagnetismo e la delocalizzazione elettronica spiegate tramite la teoria MO: gli esempi dell'ossigeno e del benzene. Sostanze ferromagnetiche, paramagnetiche e diamagnetiche. La teoria delle bande. Conduttori, isolanti e semiconduttori.

La nomenclatura tradizionale e IUPAC della chimica inorganica. Valenza e numero di ossidazione. Regole per il calcolo del numero di ossidazione. Scrittura delle formule, nomenclatura e sintesi dei seguenti composti: ossidi acidi, ossidi basici, perossidi. Idrossidi e ossiacidi. Gli idruri metallici e covalenti. Gli idracidi. I sali binari e ternari: scrittura e nomenclatura. Dissociazione ionica e ionizzazione. I sali acidi, basici, doppi e idrati.

Miscugli omogenei ed eterogenei. Le soluzioni. Il processo della dissoluzione: dissoluzione semplice, dissociazione ionica e ionizzazione. Le soluzioni elettrolitiche. Elettroliti forti e deboli. Il pH. Definizione di acido e di base secondo Boyle, Arrhenius e Bronsted e Lowry. Acidi e basi coniugate. Definizione di acido e di base secondo Lewis. L'autoprotolisi dell'acqua. La scala del pH. Gli indicatori di pH e i metodi per la sua misurazione. La solubilità: principi generali e fattori che la influenzano. Calcolo della concentrazione di una soluzione: %m/m, %m/V, %V/V, ppm (di massa e di volume). Molarità, molalità, frazione molare. Preparazione di una soluzione a titolo noto tramite pesata e diluizione. L'idrolisi salina.

Modulo 2: Biologia

Introduzione alla genetica. Geni e ambiente. Teorie genetiche pre-mendeliane: la teoria della mescolanza. La figura di Mendel. Il metodo sperimentale di Mendel. L'organismo modello *Pisum sativum*. Autoimpollinazione e impollinazione incrociata. Caratteri e tratti. Le linee pure. La prima e la seconda legge di Mendel. L'incrocio reciproco. Dominanza e

recessività. Omozigosi ed eterozigosi. Il quadrato di Punnett. Genotipo e fenotipo. Il testcross. Tratti dominanti e recessivi nell'uomo. Esempi di malattie genetiche autosomiche dominanti e recessive. Gli alberi genealogici e modelli di ereditarietà dei tratti dovuti ad alleli dominanti e recessivi. Eziopatologia dell'anemia falciforme. La terza legge di Mendel. L'incrocio del diibrido. La gametogenesi maschile e femminile. Poliallelia. Allele wild-type e allele mutante. Geni polimorfici. Interazioni tra alleli: gerarchia di dominanza, dominanza incompleta, codominanza. Il sistema di gruppi sanguigni ABO ed il sistema Rh. La pleiotropia. L'incompatibilità materno-fetale. La malattia emolitica neonatale. Caratteri poligenici: l'epistasi. L'esempio del colore del mantello del Labrador. I QTL. La teoria poligenica dei caratteri quantitativi. I caratteri multifattoriali. Penetranza ed espressività.

Il modello sperimentale *Drosophila melanogaster*. Gli esperimenti di Morgan. La ricombinazione genica e il crossing over. I gruppi di associazione, le mappe genetiche e le mappe fisiche. Caratteri legati al sesso: gli esperimenti di Morgan. Il cariotipo. Autosomi e cromosomi sessuali. Lo sviluppo dei caratteri sessuali primari e secondari nell'uomo. Ereditarietà dei caratteri legati al sesso. Esempi di malattie genetiche legate al sesso nell'uomo: daltonismo, emofilia, distrofia muscolare di Duchenne, favismo. Meccanismi di determinazione del sesso: cromosomica (con gene dominante e dosaggio-dipendente) e ambientale.

Il genoma dei procarioti. Metodi di trasferimento genico orizzontale nei procarioti: trasformazione, trasduzione e coniugazione. La divisione cellulare: definizione e funzioni. La riproduzione asessuata. La scissione binaria. Il ciclo cellulare: le fasi G1, S, G2, M. Le fasi della mitosi. La citodieresi. Eucromatina ed eterocromatina. I diversi livelli di avvolgimento del DNA. Il cariotipo. La regolazione del ciclo cellulare. Il ruolo delle cicline e delle CDK. Il ruolo di p53 e pRb. Oncogeni e oncosoppressori. La riproduzione sessuata. Struttura dello spermatozoo. La fecondazione. Prime fasi dello sviluppo embrionale: dalla fecondazione all'impianto. La meiosi. Processi all'origine della variabilità genetica dei gameti. La gametogenesi maschile e femminile. Le fasi della profase I della meiosi. Inattivazione del cromosoma X. Ereditarietà mitocondriale, chimerismo genetico e mosaicismo genetico.

Il materiale genetico: caratteristiche e possibili molecole candidate. L'isolamento del DNA. Gli esperimenti di Griffith e di Avery. L'esperimento di Hershey e Chase. La struttura del DNA: i contributi scientifici dei diversi scienziati. Il modello a doppia elica di Watson e Crick.

La replicazione del DNA: l'esperimento di Kornberg e di Meselson e Stahl. Il modello di replicazione semiconservativa. La struttura del nucleo eucariotico. La duplicazione del DNA: il ruolo degli enzimi coinvolti. Proprietà e limiti della DNA-polimerasi. Filamento lento e veloce. I frammenti di Okazaki. Meccanismi di riparazione del DNA. Telomeri e telomerasi. La PCR: procedura e applicazioni. L'elettroforesi su gel di agarosio. I marcatori molecolari e loro applicazione per il genetic fingerprinting: RFLP, SNP, STR o microsatelliti. Gli enzimi di restrizione. L'esperimento di Beadle e Tatum. L'ipotesi "un gene-un enzima" e successive modifiche. Il dogma centrale della biologia molecolare. L'eccezione al dogma: i retrovirus. L'HIV: struttura e meccanismo di infezione. Differenze tra DNA ed RNA. Tipologie di RNA. La trascrizione: caratteristiche generali e fasi. Differenze tra la trascrizione nei procarioti e negli eucarioti. Modifiche post-trascrizionali: il capping, la poliadenilazione e lo splicing. Lo splicing alternativo. Il codice genetico. Struttura e ruolo dei tRNA. Struttura e funzioni dei ribosomi. Le fasi della traduzione. Le modifiche post-traduzionali. Il "targeting" proteico: la via post-traduzionale e la via co-traduzionale. Il ciclo biogeochimico dell'azoto.

Le mutazioni: concetti generali. Mutazioni somatiche e germinali. Le mutazioni puntiformi: tipologie. Approfondimento su anemia falciforme e fenilchetonuria. Le mutazioni cromosomiche e le mutazioni cariotipiche. Le sindromi causate da aneuploidie. Le cause delle mutazioni: mutazioni spontanee e indotte. Ruolo delle mutazioni somatiche nell'insorgenza dei tumori.

La regolazione dell'espressione genica: concetti generali. L'operone. Operoni inducibili e reprimibili: meccanismi d'azione. La regolazione dell'espressione genica negli eucarioti. La regolazione genica durante lo sviluppo embrionale. L'azione dei geni ad effetto materno, per la segmentazione e omeotici nello sviluppo dell'embrione di *Drosophila melanogaster*. L'apoptosi.

La genomica: concetti introduttivi. Struttura e organizzazione del genoma eucariotico. Sequenze uniche, moderatamente e altamente ripetute. MicroRNA: sintesi e funzione. Le famiglie geniche e gli pseudogeni. Trasposoni e retrotrasposoni. Riorganizzazione dei geni per la produzione di anticorpi.

Modulo 3: Educazione civica (8 ore)

- Incontro in streaming "Mafie, tra passato e futuro"
- Discussione con la classe sui recenti casi di femminicidio e sul modello di società maschilista.
- Attività di educazione sessuale. Sesso biologico, identità di genere, orientamento sessuale. L'influenza socio-culturale sulla sessualità: tabù, pregiudizi e falsi miti. L'apparato riproduttore: caratteristiche generale. L'apparato riproduttore maschile: struttura e funzioni. La spermatogenesi. I caratteri sessuali secondari. Il controllo ormonale delle funzioni dell'apparato riproduttore maschile. Le patologie dell'apparato riproduttore maschile. La circoncisione. Apparato riproduttore femminile: struttura e funzioni. L'ovogenesi. Il ciclo ovarico ed il ciclo uterino: regolazione ormonale. La fecondazione. Le patologie dell'apparato riproduttore femminile. I metodi contraccettivi. Il test di gravidanza.

Attività laboratoriali

- Laboratorio di Scienze:
 - i saggi alla fiamma;
 - confronto dei raggi atomici di alcuni metalli alcalini tramite osservazione del volume molare e dell'energia di idratazione;
 - reazione di doppio scambio con precipitazione (attività di tutoring - Settimana dello studente);
 - preparazione di una soluzione a titolo noto tramite i metodi della pesata e delle diluizioni;
 - misurazione del pH tramite indicatore acido-base
 - reazioni di idrolisi salina e misurazioni del pH tramite pH-metro;
 - estrazione di DNA genomico da frutta;
 - catalisi della decomposizione dell'acqua ossigenata.
- Stesura di una relazione di laboratorio.
- Lettura e studio di testi scientifici: "La Luce del Sole", "Mancanza di affettività e problemi dello sviluppo", "Oncogeni e oncosoppressori".
- Partecipazione ad Esperienza inSegna 2024 – "L'intelligenza"

PALERMO, 07/06/24

Il docente

