



ISTITUTO STATALE di ISTRUZIONE
SUPERIORE

“Ernesto Balducci”

Via Aretina, 78A – 50065 Pontassieve (FI)

Tel. 055 8316806 Fax 055 8316809

email : fiis00800g@istruzione.it - pec :

fiis00800g@pec.istruzione.it

www.istitutobalducci.edu.it

codice fiscale: 94052770487 | codice univoco: UF7R2C

ISTITUTO ERNESTO
STATALE
SUPERIORE BALDUCCI

PROGRAMMA SVOLTO a.s. 2025 – 2026

Docente: Riccardo Ferrati

Materia: Scienze Naturali

Classe: 5°C – Liceo Scientifico opz. Scienze Applicate

Testo: D. Sadava, D. M. Hillis e altri, *Il carbonio, gli enzimi, il DNA: biochimica, biotecnologie e Scienze della Terra con elementi di Chimica Organica*, Seconda edizione, ed. Scienze Zanichelli

0. Reazioni acido/base, normalità

Forza di acidi e basi. Ripasso delle principali teorie acido-base. Idrolisi acida e basica di sali. Titolazioni acido/base. Punto equivalente di una titolazione.

Neutralizzazione acido-base: la normalità (N) di una soluzione, definizione di equivalente chimico e concetto di massa equivalente e di unità reattiva. Cenni alle soluzioni tampone.

1. Reazioni RedOx ed elementi di elettrochimica

L'importanza delle reazioni di ossidoriduzione a livello biologico e non biologico.

Numero di ossidazione e valenza.

Concetto di ossidazione e di riduzione.

Comuni sostanze ossidanti e riducenti.

Bilanciamento di reazioni RedOx: metodo della variazione del numero di ossidazione e metodo ionico – elettronico.

RedOx particolari: reazioni RedOx influenzate dal pH, dismutazioni.

Equivalenti e normalità in reazioni RedOx.

Cenni storici relativi all'elettrochimica.

Celle galvaniche: dalla pila di Volta alla pila Daniell fino alle moderne batterie.

RedOx spontanee e non spontanee: la scala dei potenziali standard di riduzione.

Calcolo della f.e.m. di una pila.

La corrosione del ferro e dei metalli.

Celle elettrolitiche. Elettrolisi dell'acqua, di sali fusi e di soluzioni acquose di sali.

Elementi di galvanostegia: passivazione, protezione catodica, placcatura.

2. Elementi di chimica organica

Il carbonio, un elemento speciale: proprietà e ibridazione nei composti organici.

Composti organici: da Berzelius a Wohler.

Le diverse rappresentazioni delle formule di struttura utilizzate in chimica organica.

L'isomeria nei composti organici: i diversi tipi di isomerie strutturali e stereoisomerie.

Enantiomeria e chiralità: il caso emblematico del Talidomide.

Composti meso. Diastereoisomeri.

Gruppi funzionali di molecole organiche.

Rottura omolitica ed eterolitica di legami.

Elettrofili e nucleofili.

Caratteristiche generali degli idrocarburi.

Alcani: nomenclatura, isomeria di catena e isomeria conformazionale, proprietà fisiche, reazioni di combustione e alogenazione.

Cicloalcani: nomenclatura, isomeria di posizione, geometrica e conformazionale, proprietà fisiche, reazioni di combustione, alogenazione e addizione.

Conformazione a barca e a sedia del cicloesano (e dei carboidrati); idrogeni assiali ed equatoriali e considerazioni sulla diversa stabilità dei due isomeri.

Alcheni: ibridazione del carbonio, nomenclatura, isomeria di posizione, geometrica e di catena, proprietà fisiche, reazioni di addizione al doppio legame: idrogenazione catalitica e addizione elettrofila al doppio legame. Regola di Markovnikov.

Alchini: ibridazione del carbonio, nomenclatura, isomeria di posizione e di catena, proprietà fisiche, reazioni di addizione: idrogenazione catalitica e addizione elettrofila. Tautomeria cheto – enolica.

Composti aromatici monociclici: concetto di aromaticità, struttura e proprietà del benzene, modello di Kekulé per il benzene. Nomenclatura, risonanza ed energia di risonanza. Nomenclatura tradizionale per anelli benzenici disostituiti (prefissi orto – meta – para).

Composti aromatici policiclici (IPA) ed eterociclici.

Alcoli ed eteri: nomenclatura e principali proprietà fisiche e chimiche.

Aldeidi e chetoni: nomenclatura, sintesi, proprietà fisiche, reazioni di riduzione e ossidazione; saggi di riconoscimento di Tollens e Fehling.

Acidi carbossilici: proprietà fisico – chimiche, sintesi, reazioni principali (sostituzione nucleofila acilica: esterificazione di Fisher e formazione di ammidi). Acidi bicarbossilici, idrossiacidi, chetoacidi.

Esteri e ammidi: sintesi e proprietà principali. Esterificazione di Fisher e idrolisi basica di esteri.

Ammine: caratteristiche del gruppo amminico, e cenni a nomenclatura, proprietà chimico – fisiche, basicità.

Ordine di priorità dei gruppi funzionali in molecole che ne presentano più di uno.

3. I polimeri e le plastiche

Polimeri naturali e sintetici.

Materiali plastici e loro applicazioni.

Classificazione dei polimeri.

Reazioni di polimerizzazione: per addizione o per condensazione.

Proprietà fisiche dei polimeri che dipendono dal livello di cristallinità della struttura.

Polimerizzazione stereoregolare di Ziegler – Natta: polipropilene isotattico (Moplen).

L'importanza dei polimeri in natura, nell'industria e nella società dei consumi.

Contestualizzazione storica della nascita del nylon e collegamenti con gli eventi della II Guerra Mondiale. Impieghi del nylon e altre fibre sintetiche nella società di oggi.

La doppia faccia della rivoluzione della plastica in termini di vantaggi e impatto ambientale: inquinamento da microplastiche, difficoltà nel riciclaggio, isole di plastica galleggianti.

Bioaccumulo e biomagnificazione di microplastiche all'interno della catena trofica.

Le bioplastiche: MaterBi, PLA. Altri composti organici inquinanti (Persistent Organic Pollutants o POPs) come il DDT e il glifosato.

4. Le biomolecole

I carboidrati: classificazione, chiralità (proiezioni di Fisher), ciclizzazione (proiezioni di Haworth; anomeria e mutarotazione), reazioni RedOx associate.

Monosaccaridi, disaccaridi e polisaccaridi. Zuccheri riducenti e non riducenti. Diastereoisomeri ed epimeri nei monosaccaridi.

Confronto fra carboidrati e dolcificanti: caratteristiche dei dolcificanti più comuni.

I lipidi: generalità e principali caratteristiche di grassi saponificabili e non.

Trigliceridi: struttura e reazioni. Effetto sull'organismo di acidi grassi cis e trans. Reazione di idrogenazione di oli per produrre grassi (esempio della margarina). Fosfolipidi, glicolipidi, steroidi. Lipoproteine, colesterolo e vitamine liposolubili.

Idrolisi basica di trigliceridi (reazione di saponificazione); struttura e azione tensioattiva del sapone. Le micelle.

Gli amminoacidi e le proteine: nomenclatura e classificazione degli aminoacidi, proprietà acido – base e punto isoelettrico. Forma non ionica e zwitterionica degli amminoacidi. Il legame peptidico: formazione

e caratteristiche. Struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria delle proteine. Funzioni delle proteine e loro classificazione. Denaturazione delle proteine. Nucleotidi, nucleosidi e acidi nucleici: struttura di DNA e RNA. Formazione del legame fosfodiesterico fra nucleotidi.

5. Le biotecnologie: definizione, tecniche, strumenti

Ripasso di argomenti di genetica visti durante il terzo anno, propedeutici per l'unità: definizione di gene, di esoni e introni, di gene codificante e non codificante, di plasmide batterico, di trascrizione genica. Nascita dell'ingegneria genetica con la tecnologia del DNA ricombinante: potenzialità e possibili limiti della tecnica.

Tagliare il DNA: gli enzimi di restrizione.

Cucire il DNA: il ruolo della DNA ligasi.

Vettori plasmidici e vettori virali.

Clonaggio di un gene: librerie di cDNA e librerie genomiche.

Ibridazione del DNA.

Amplificazione del DNA: la PCR.

Separazione del DNA per elettroforesi.

Sequenziamento del DNA: il metodo Sanger. Cenni alle tecniche di sequenziamento di II e III generazione (pirosequenziamento e sequenziamento a nanopori).

Tecnologia del DNA *fingerprinting* e sue possibili applicazioni in ambito forense, sequenze microsatellite o STR.

Il Progetto Genoma Umano.

Le ultime frontiere dell'ingegneria genetica: la tecnica CRISPR – Cas9 come strumento di elevata precisione per la modificazione genetica di un organismo; concetto di *editing* genetico.

6. Le biotecnologie: applicazioni

Concetto di biotecnologie e correlazioni con le moderne tecniche dell'ingegneria genetica. I principali settori di applicazione del *biotech*.

Le biotecnologie nascono in età preistorica: fermentazioni, selezione artificiale e tentativi di ibridazione, il caso del mais moderno. La mutagenesi di metà Nove-

cento come ulteriore modo per ottenere modifiche nel genoma.

Nazareno Strampelli, il padre della Rivoluzione Verde del XX secolo in Italia.

Organismi geneticamente modificati (OGM) transgenici e cisgenici.

Applicazioni in campo agroalimentare: piante transgeniche, utilizzo del plasmide Ti, il delicato caso del *Golden rice* e altri esempi di piante a contenuto nutritivo modificato, piante Bt resistenti ai parassiti, soia *Roundup Ready*, mais MON810.

Piante GM di I e di II generazione.

Applicazioni in campo ambientale: biorisanamento, caso Exxon Valdez, biofiltri e biosensori, produzione di elettricità con biopile, compostaggio e produzione di biocombustibili (bioetanolo e biodiesel).

Applicazioni in campo biomedico: produzione di farmaci e anticorpi monoclonali ricombinanti, utilizzo di cellule staminali, concetto di *pharming*, la progettazione di vaccini di ultima generazione. Insulina e ormone della crescita ricombinanti: l'esempio di Leo Messi. Verso la medicina del futuro: terapia genica individualizzata, farmacogenomica.

La clonazione di animali attraverso la tecnica del trasferimento nucleare.

Esempi di animali GM utilizzati nella ricerca, in ambito alimentare e per altri scopi.

Principali dubbi, possibili rischi e potenziali benefici legati alle tecniche di ingegneria genetica. I miti da sfatare sugli OGM.

La normativa italiana ed europea attuale relativa alla regolamentazione degli OGM.

7. Il metabolismo del glucosio

Metabolismo e vie metaboliche. Variazione di energia libera: reazioni esoergoniche ed endoergoniche, anabolismo e catabolismo.

Struttura e ruolo dell'ATP nei viventi.

Catalizzatori ed enzimi: generalità su strutture e meccanismo d'azione. Influenza dei catalizzatori sull'energia di attivazione di una reazione chimica.

Importanza delle reazioni di ossidoriduzione nel trasferimento di elettroni ed energia. Importanza e cenni alla struttura dei

principali coenzimi coinvolti nel metabolismo: NAD⁺ e FAD.

L'ossidazione a tappe del glucosio libera energia chimica.

Glicolisi: fase endoergonica, esoergonica. Il destino del piruvato in assenza di ossigeno: le fermentazioni (alcolica, lattica etc.) e il loro impiego in ambito biotecnologico. Il Ciclo di Cori.

Le tappe successive del catabolismo del glucosio in organismi aerobici: il destino del piruvato in presenza di ossigeno. Struttura dei mitocondri. La decarbossilazione ossidativa del piruvato. Tappe principali del ciclo di Krebs. La catena respiratoria di trasporto degli elettroni. La fosforilazione ossidativa. Il meccanismo della chemiosmosi e la generazione del gradiente elettrochimico. Forza proton – motrice. Struttura dell'ATP – sintasi.

Il meccanismo di funzionamento del gas Zyklon B usato nelle camere a gas: ipossia citotossica dovuta per azione dello ione cianuro sulla citocromo c ossidasi. Cenni alla controversa figura di F. Haber. Altri gas utilizzati come armi chimiche durante le Guerre: cloro, fosgene, iprite.

Bilancio energetico complessivo della completa ossidazione del glucosio.

Cenni alla “catastrofe dell'ossigeno”: le conseguenze della comparsa dei primi organismi fotosintetici sulla Terra.

Bilancio fra funzioni plastiche ed energetiche all'interno dei viventi.

La regolazione della quantità di glucosio nel nostro corpo: azione combinata di glicogenosintesi e glicogenolisi e relativi enzimi coinvolti. Il ruolo del pancreas nella regolazione della glicemia. Alimenti a elevato e basso IG.

Produzione di glucosio a partire da precursori differenti dagli zuccheri: gluconeogenesi. Cenni al metabolismo dei lipidi: la β -ossidazione dei trigliceridi. Formazione di corpi chetonici in condizioni di stress metabolico.

8. La tettonica globale terrestre

La struttura interna a gusci della Terra. Onde sismiche di superficie, primarie (P) e secondarie (S): analogie e differenze.

Litosfera: minerali più comuni e cenni alla classificazione delle rocce ignee. Analogie e differenze fra basalto e granito.

Caratteristiche e composizione della crosta terrestre oceanica e continentale.

Cenni al campo geomagnetico terrestre: origine, inversioni di polarità.

Teorie globali legati alla tettonica delle placche: deriva dei continenti di Wegener, espansione dei fondali oceanici di Hess.

Classificazione dei margini di placca. Dorsali e fosse oceaniche, faglie trasformi.

Principali processi geologici correlati ai margini delle placche, con particolare riferimento alla distribuzione e all'intensità dell'attività sismica e vulcanica, ai meccanismi di orogenesi, ai fenomeni di subduzione fra placche.

9. La sfera dell'aria

Composizione, stratificazione, dinamismo e principali funzioni dell'atmosfera. I principali fenomeni di inquinamento atmosferico. Interazione fra le molecole dell'aria e i diversi tipi di radiazione. Bilancio termico della Terra.

Effetto serra naturale e principali gas serra naturali e artificiali (CFC). I principali “pozzi” naturali di assorbimento della CO₂.

Ozonosfera. Il meccanismo che induce l'assottigliamento dello strato di ozono.

L'intensificazione dell'effetto serra da parte dell'uomo (effetto serra antropogenico) e le possibili conseguenze.

Meccanismi che provocano la formazione di piogge acide e la liberazione di polveri sottili (PM): cause e conseguenze.

10. Il clima e le risorse

Fonti di energia primarie e secondarie, rinnovabili e non rinnovabili. Vantaggi e svantaggi nello sfruttamento di combustibili fossili, biomasse e altre fonti di energia. I principali tipi di combustibili fossili.

Cambiamenti climatici naturali e indotti: il cambiamento climatico in atto (*global warming*) e le sue conseguenze; i principali accordi internazionali sul clima (Kyoto, Montréal, Parigi); le variazioni climatiche della Terra nel tempo. Il paleoclima e l'a-

nalisi del rapporto $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ per la ricostruzione del clima del passato.
Definizione di Antropocene. Riflessioni sull'Antropocene e sull'impatto delle attivi-

tà umane sull'ambiente. La possibile sesta grande estinzione di massa causata dalle attività umane.

Esperienze di laboratorio e altre attività legate al programma

- Osservazione dell'idrolisi salina in acqua di sali differenti con l'indicatore universale
- Osservazione della diversa conducibilità di solventi puri e soluzioni saline col conducimetro a lampadine
- Titolazione acido-base dell'acido muriatico commerciale
- Osservazione dell'acidificazione dell'acqua per contatto con l'anidride carbonica
- Reazione camaleonte fra KMnO_4 e glucosio in ambiente alcalino
- Reazione redox fra metalli puri (Cu, Zn) e acidi forti (HCl , HNO_3)
- Reazione redox reversibile fra blu di metilene e glucosio (bottiglia magica)
- Elettrolisi di soluzioni di sali (NaCl , KI) e dell'acqua (voltmetro di Hoffmann)
- Realizzazione di una pila a led in serie usando limoni, patate e bevande gassate
- Realizzazione di una pila Daniell
- Combustione della lana d'acciaio
- Serpente del faraone e carbonificazione dello zucchero con l'acido solforico
- Placcatura di chiodi di ferro con il rame (metodo con aceto e sale e metodo con soluzione di solfato rameico e alimentatore)
- Alcuni comuni saggi di riconoscimento per biomolecole: Fehling, Lugol, biureto, Sudan III; saggio di Baeyer per l'identificazione di insaturazioni in composti organici
- Preparazione di sapone aromatizzato alla lavanda a partire da soda caustica e olio d'oliva col metodo a freddo (reazione di saponificazione)
- Sintesi del nylon-6,6 a partire da esametilendiammina e adipoilcloruro con il metodo dell'interfaccia
- Osservazione della fermentazione alcolica di tipi diversi di zucchero di *S. cerevisiae*
- Incontro in auditorium di orientamento in uscita in collaborazione con la facoltà di Scienze dei Materiali di UniFi

Il docente, prof. Riccardo Ferrati



Gli studenti

Pontassieve, 10 giugno 2026