



CHIMICA GENERALE INORGANICA E ORGANICA

12 CFU - 1° semestre

Docenti titolari dell'insegnamento

AUORE FRAIX - Modulo CHIMICA GENERALE E INORGANICA - CHIM/03 - 6 CFU

Email: fraix@unict.it

Edificio / Indirizzo: Viale Andrea Doria, 6, Edificio 2, terzo piano, stanza 5

Telefono: +39 095 738 4086 /095 738 5059

Orario ricevimento: Lunedì dalle 10:00 alle 12:00, previo appuntamento concordato per e-mail. E' possibile contattare il docente in orari diversi, previo appuntamento via e-mail.

VENERANDO PISTARA' - Modulo CHIMICA ORGANICA - CHIM/06 - 6 CFU

Email: vpistara@unict.it

Edificio / Indirizzo: Dipartimento di Scienze Chimiche Ed. 1/ V.le A. Doria 6

Telefono: 0957385017

Orario ricevimento: dopo la lezione o da concordare tramite e-mail

OBIETTIVI FORMATIVI

▪ CHIMICA GENERALE E INORGANICA

Il corso si propone di fornire i fondamenti di Chimica Generale ed Inorganica indispensabili per la comprensione di tematiche connesse in diversi ambiti scientifico-tecnologici. Lo studente acquisirà dimestichezza con i principi fondamentali e sarà in grado di applicare tali conoscenze alla soluzione di problemi numerici e pratici.

▪ CHIMICA ORGANICA

Il corso si propone di fornire allo studente gli strumenti basilari di Chimica Organica necessari per affrontare i successivi studi di tipo chimico e biochimico, attraverso lo studio delle principali regole di nomenclatura, dei principali gruppi funzionali presenti nelle molecole organiche, della loro reattività e delle relazioni esistenti tra la struttura e le proprietà chimico-fisiche.

Obiettivo fondamentale è quello di stimolare lo studente ad applicare le proprie capacità di ragionamento nello studio della materia, limitando lo sforzo mnemonico all'apprendimento di un insieme limitato dei principi alla base della Chimica Organica.

MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

▪ CHIMICA GENERALE E INORGANICA

Lezioni frontali, presentazioni powerpoint ed esercitazioni guidate in aula. Gli studenti potranno essere invitati a svolgere esercizi di dimostrazione alla cattedra.

Una prova di valutazione della preparazione degli studenti verrà svolta prima della fine delle lezioni frontali. La prova non costituisce un esame e non sarà per questo motivo attribuito un voto. Tuttavia si invita lo studente a prepararsi adeguatamente per questa prova allo scopo di individuare eventuali lacune.

▪ **CHIMICA ORGANICA**

Lezioni frontali; presentazioni PowerPoint

PREREQUISITI RICHIESTI

▪ **CHIMICA GENERALE E INORGANICA**

Generalità sulla chimica, gli elementi e la tavola periodica.

Matematica di base (in particolare la risoluzione di equazioni di primo grado ed utilizzo del Log).

▪ **CHIMICA ORGANICA**

Conoscenza delle nozioni di base della Chimica Generale

FREQUENZA LEZIONI

▪ **CHIMICA GENERALE E INORGANICA**

Secondo il regolamento del corso di laurea.

▪ **CHIMICA ORGANICA**

Secondo il regolamento del CdL

CONTENUTI DEL CORSO

▪ **CHIMICA GENERALE E INORGANICA**

Argomenti introduttivi.

Introduzione alla chimica. Fenomeni chimici e fisici. Numero di Avogadro. Concetto di mole.

L'atomo-La struttura atomica

Teoria atomica di Dalton. Particelle sub-atomiche. Numero atomico-numero di massa. Isotopi. Modello atomico di Bohr. Quantizzazione dei livelli energetici. Equazione di Schrödinger. Orbitali atomici. Numeri quantici. Sistema periodico degli elementi. Configurazioni elettroniche

Il legame chimico

Tipi di legame chimico: legame ionico, legame covalente, legame dativo. Teoria del legame di valenza. Elettronegatività degli atomi e polarità dei legami. Strutture di Lewis. Geometria molecolare e teoria VSEPR. Ibridizzazione. Teoria degli orbitali molecolari. Forze intermolecolari. Legame ad Idrogeno

Nomenclatura e reazioni chimiche

Classificazione dei composti inorganici. Numeri di ossidazione. Reazioni ed equazioni chimiche. Bilanciamento di equazioni chimiche. Reazioni redox. Basi del calcolo chimico-stechiometria.

Stati di aggregazione - soluzioni

Proprietà generali di solidi, liquidi e gas. Soluzioni: solvente-soluto, i diversi modi di esprimere la concentrazione, proprietà colligative.

Cenni di termodinamica e cinetica.

Principi generali della termodinamica. Spontaneità delle reazioni. Velocità di reazione.

Equilibrio chimico

Legge di azione di massa e costante di equilibrio. Alterazione dell'equilibrio. Legge di Le Chatelier.

Equilibri ionici in soluzione

Dissociazione elettrolitica. Acidi e basi. Dissociazione dell'acqua e K_w . Forza degli acidi e delle basi. K_a e K_b . Acidità di soluzioni: pH. Reazioni acido-base. Soluzioni tampone

▪ CHIMICA ORGANICA

Introduzione - Nozioni di base di chimica generale

Configurazione elettronica degli elementi e Regola dell'ottetto. Natura del legame chimico. Orbitali atomici, ibridazione e geometria molecolare, orbitali molecolari. Formule strutturali e condensate. Forze intermolecolari: interazioni dipolo-dipolo, dipolo-dipolo indotto, legame ad idrogeno e forze di van der Waals. Cenni di cinetica chimica. Concetto di acido e base secondo le teorie di Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis. Effetti induttivi e coniugativi (risonanza).

Gruppi funzionali, Classi di composti organici e nomenclatura

Descrizione dei gruppi funzionali. Classi di composti organici. Nomenclatura e caratteristiche chimico-fisiche.

Elementi di stereochimica

Introduzione al concetto di isomeria; configurazione assoluta e regole di priorità di Cahn-Ingold-Prelog; descrittori di configurazione *cis/trans*, *E/Z*, *R/S*; attività ottica; stereoisomeri: enantiomeri e diastereoisomeri; simmetria e chiralità; proiezioni di Fischer; isomeri conformazionali (proiezioni di Newman) e stereoisomeri.

Le reazioni della Chimica Organica

Terminologia e classificazione. Nucleofili ed elettrofili. Aspetti cinetici e termodinamici. La rappresentazione delle frecce curve. Reazioni Radicaliche. Addizione Elettrofile. Sostituzioni Nucleofile (S_N1 , S_N2 ; S_NAr ; S_NAc). Eliminazioni E1 e E2. Sostituzioni Elettrofile Aromatiche ed effetto dei sostituenti. Addizioni nucleofile a legami multipli. Reazioni Pericicliche.

Alcani e Cicloalcani. Struttura degli alcani; isomeria strutturale degli alcani; nomenclatura IUPAC e tradizionale; classificazione degli atomi di carbonio e idrogeno. Cicloalcani: struttura e

nomenclatura. Conformazioni degli alcani e cicloalcani; proprietà fisiche. Reazioni degli alcani: ossidazione, alogenazione (clorurazione e bromurazione - regioselettività). Sintesi: idrogenazione degli alcheni, riduzione degli alogenuri alchilici, Sintesi di Corey-House.

Alogenuri alchilici. Carattere elettrofilo del carbonio legato all'alogeno nei derivati alchilici. Reazioni di Sostituzione Nucleofila ed Eliminazione: meccanismi di reazione, stereochimica e fattori che influenzano la velocità delle reazioni S_N2 ed S_N1 , E2 ed E1. Competizione tra sostituzione ed eliminazione. Stabilità e Geometria dei carbocationi e dei carbanioni.

Alcheni. Nomenclatura; stereoisomeria; Reazioni di addizione; meccanismi di reazione e stereochimica; addizione di acidi alogenidrici, di acqua, di bromo, di cloro e formazione di aloidrine, idroborazione-ossidazione, idrogenazione catalitica. Ozonolisi. Di-idrossilazione *sin* ed *anti* (dioli). Scissione ossidativa dei doppi legami. Riduzione (idrogenazione). Stabilità degli alcheni. Addizione radicalica di acido bromidrico. Radicale allilico e catione allilico: descrizione, stabilità e risonanza. Clorurazione e bromurazione allilica. Sintesi: deidroalogenazione di alogenuri alchilici, deidratazione degli alcoli.

Alchini. Nomenclatura; comportamento acido dell'acetilene e degli alchini terminali. Preparazione: deidroalogenazione dei di-alogenuri alchilici. Reazioni degli acetiluri metallici con alogenuri alchilici primari. Reazioni: idroalogenazione, idratazione (tautomeria cheto-enolica), alogenazione, ozonolisi, riduzione. Alchilazione degli alchini terminali.

Dieni e polieni. Conformazioni e stabilità. Addizione 1,2 ed 1,4 (controllo cinetico e termodinamico). La luce e la sua interazione con le molecole organiche; il colore; la chimica della visione. Reazione di Diels-Alder (cenni).

Composti Aromatici - Benzene: struttura e stabilità del. Regola di *Hückel*. Composti policiclici aromatici: naftalene, antracene, fenantrene, pirene e benzo[a]pirene.

Sostituzione Elettrofila Aromatica : reazioni e meccanismi di: alogenazione, nitratura, solfonazione, alchilazione ed acilazione di *Friedel-Crafts*. Effetto dei sostituenti su reattività ed orientamento (gruppi attivanti e disattivanti).

Alchil benzeni: Radicali e cationi benzilici. Alogenazione in catena laterale ed ossidazione.

Alcoli. Nomenclatura; struttura e proprietà acido-base. Reazioni: con acidi alogenidrici (reattività di HX e di ROH), con cloruro di tionile, con cloruro di metansolfonile, con cloruro di tosile, con tribromuro di fosforo. Disidratazione. Formazione degli esteri. Sintesi: Idratazione degli alcheni, Ossimercuriazione-demercuriazione, Idroborazione-ossidazione, Sostituzione nucleofila con ossidrili, Sintesi di Grignard, Riduzione dei composti carbonilici, degli acidi e degli esteri.

Eteri. Nomenclatura; struttura e proprietà. Reazioni: scissione con acidi. Sintesi: deidratazione intra- ed intermolecolare degli alcoli. Alcosimercuriazione-demercuriazione. Alchilazione degli alcoli, Sintesi di Williamson.

Epossidi. Nomenclatura; struttura e proprietà. Reazioni: Scissione catalizzata da acidi e da basi: reazione con i reattivi di Grignard. Sintesi: Ossidazione degli alcheni con composti perossidici. Deidroalogenazione delle aloidrine.

Dioli. Sintesi: Idrossilazione degli alcheni ed Apertura dell'anello epossidico: Aspetti meccanicistici e stereochimici. Reazioni: Ossidazione con acido periodico. Formazione di acetali e chetali.

Alogenuri arilici. Reazioni: Sostituzione nucleofila aromatica per addizione-eliminazione (S_NAr) e per eliminazione-addizione. Sostituzione nell'anello. Sintesi: Alogenazione diretta; Sostituzione dell'azoto dei sali di diazonio.

Fenoli. Proprietà acido-base. Sostituzione nell'anello (Reazione di *Reimer-Tieman*, Nitrosazione, Copulazione). Formazione di esteri. Formazione di eteri. Sintesi: trasposizioni degli idroperossidi; processo Dow; fusione alcalina dei solfonati; idrolisi dei sali di diazonio.

Aldeidi e Chetoni: Addizione Nucleofila al gruppo carbonilico. Nomenclatura; Proprietà fisiche e chimiche; Struttura del gruppo carbonilico. Sintesi: Ossidazione degli alcheni e degli alcoli; Idratazione ed idroborazione degli alchini. Ozonolisi degli alcheni. Riduzione controllata dei cloruri acilici (riduzione di *Rosenmund*), esteri e nitrili; Acilazione di *Friedel-Crafts*. Addizione di reattivi di *Grignard* ai nitrili. Reazioni: addizioni nucleofile al doppio legame carbonio-ossigeno; **Nucleofili all'ossigeno** [acqua, (dioli geminali), alcoli (emicetali, acetali, chetali)]; **Nucleofili all'azoto** [ammoniaca e derivati (immine ed enammine), idrazina, idrossilammina]; **Nucleofili all'idrogeno** (riduzione ad alcoli con idruri o con idrogeno in presenza di catalizzatori metallici); **Nucleofili al carbonio** [acido cianidrico (cianidrine), di ilidi di fosfonio (reazione di *Wittig*), di reagenti organometallici (reattivi di *Grignard*, alchilacetiluri)]; **Ossidazioni** [(potassio permanganato, ossido di argento e perossiacidi (ossidazione di *Baeyer-Villiger*)].

Aldeidi e Chetoni: Enoli ed enolati. Acidità degli idrogeni in α al carbonile. Enoli e Ioni Enolato: Tautomeria cheto-enolica (catalisi acida e basica). Alogenazione di aldeidi e chetoni (catalisi acida e basica). Reazione aloformica. Addizione Aldolica (catalisi acida e basica), disidratazione degli aldoli (condensazione). Reazione di *Cannizzaro*.

Acidi carbossilici. Nomenclatura; Proprietà fisiche e chimiche; Struttura del gruppo carbossilico. Sintesi: Ossidazione di alcoli primari ed aldeidi (acido cromico); Ossidazione di alcheni e alchini (permanganato a caldo, ozonolisi); Ossidazione delle catene laterali di alchilbenzeni (permanganato a caldo) e di anelli benzenici (con ozono); Ossidazione di metilchetoni (reazione aloformica); Carbonatazione dei reattivi di *Grignard*; Idrolisi acida e basica di nitrili, cloruri acilici, anidridi, esteri ed ammidi. Reazioni: acidità degli idrogeni carbossilici e l'acidità degli idrogeni in posizione α , basicità dell'ossigeno carbonilico. Sostituzione nucleofila acilica con $SOCl_2$, con PX_3 o PX_5 ; riduzione controllata ad aldeidi [$Li(OBu)_3AlH$, DIBAL-H] e ad alcoli [$LiAlH_4$]. Reazione di *Hell-Volhard-Zelinski*.

Derivati funzionali degli acidi carbossilici. Struttura e nomenclatura e reattività. Alogenuri degli acidi. Anidridi degli acidi. Esteri. Ammidi. Reazioni di Sostituzione Nucleofila Acilica (S_NAc). Reazione con acqua, con alcoli, alogenuri acilici, con ammoniaca ed ammine.

Nitrili. Sintesi: sostituzione di alogenuri alchilici con cianuro; disidratazione di ammidi primarie; disidratazione delle ossime con anidride acetica. Reazioni: addizione di alcoli e di ammine; riduzione con $LiAlH_4$, con H_2 in presenza Ni, con DIBAL-H: idrolisi in ambiente acido e basico.

Composti beta-dicarbonilici. Acidità e reazioni dei composti β -dicarbonilici: Sintesi acetacetica. Sintesi malonica. Condensazione di *Claisen*.

Composti carbonilici α,β -insaturi. Reazioni: addizioni nucleofile di composti azotati, ossigenati, e carboniosi. Addizione di *Michael*. Addizione diretta e coniugata. Sintesi: Condensazione di *Knoevenagel* e di *Perkin*.

Ammine alifatiche e aromatiche. Nomenclatura; struttura; proprietà fisiche; proprietà acido-

base; fattori che influenzano la basicità; proprietà nucleofile dell'azoto. Sintesi: ammonolisi degli alogenuri; alchilazione di immidi (sintesi di *Gabriel*); riduzione di nitrocomposti, ammidi, nitrili ed azidi; amminazione riduttiva; trasposizioni di *Hofmann* e di *Curtius*. Reazioni: alchilazione, acilazione. Eliminazioni di *Hofmann* e di *Cope*. Saggio di *Hinsberg*. Reazioni con acido nitroso: diazotazione, *N*-nitrosammine; Sintesi mediante i sali di arenidiazonio: sostituzione del gruppo diazonio con idrossido, cloruro, bromuro, ioduro e cianuro (reazioni di *Sandmeyer*), fluoruro (reazione di *Schiemann*) e con idrogeno - Reazioni di diazocopolazione

Biomolecole

Amminoacidi. Struttura, nomenclatura, stereochemica e caratteristiche fisiche. Struttura zwitterionica e sue conseguenze; acidità e basicità (punto isoelettrico, curva di titolazione di amminoacidi). Sintesi: amminazione di α -alogenoacidi, sintesi di *Strecker*, di *Gabriel*, e di *Schmidt*. Sintesi mediante l'estere malonico. Amminazione riduttiva e transamminazione. Esempi di sintesi stereoselettive. Risoluzione di miscele racemiche di α -amminoacidi. Reazioni: Reazioni dei gruppi amminoacidici e dei gruppi funzionali delle catene laterali. Reazione con acido nitroso. Saggio alla ninidrina. Reazioni di protezione del gruppo carbossilico (come estere metilico, etilico, benzilico o *terz*-butilico) e del gruppo amminico (cbz, boc e fmoc).

Peptidi e Proteine. Caratteristiche del legame peptidico. Convenzione nella scrittura di catene polipeptidiche. Struttura primaria e determinazione della sequenza degli amminoacidi (degradazioni di *Sanger* e di *Edman*). Idrolisi chimica ed enzimatica. Struttura secondaria, terziaria e quaternaria. Sintesi classica di peptidi e proteine, sintesi in fase solida di *Merrifield*.

Carboidrati. Monosaccaridi: classificazione, nomenclatura, struttura (proiezioni di *Fischer*, di *Haworth* e strutture a sedia). Forme cicliche emiacetaliche furanosiche e piranosiche, anomeri α e β , mutarotazione. Effetto anomero. Reazioni: formazione di glicosidi, determinazione della dimensione dell'anello, eterificazione, esterificazione. Trattamento con alcali. Reazioni di ossidazione in ambiente acido e basico (reattivi di *Fehling*, di *Benedict*, di *Tollens*, acqua di bromo, acido nitrico, acido periodico). Riduzione ad alditoli. Epimerizzazione. Reazione con fenilidrazina (fenilidrazoni ed osazoni). Sintesi di *Kiliani-Fischer*. Degradazione di *Wohl*. Disaccaridi: saccarosio, maltosio, cellobiosio, lattosio. Polisaccaridi: amido, glicogeno, cellulosa e derivati.

Lipidi. Acidi grassi, saponi e detergenti. la struttura degli acidi grassi. Struttura e preparazione dei saponi naturali. Prostaglandine. Steroidi. Fosfolipidi. Cenni su biosintesi acidi grassi.

Nucleosidi e nucleotidi. Struttura, proprietà fisiche e reattività. Composti eterociclici azotati. Cenni di sintesi del DNA. Uso biologico e biomedico di nucleosidi e nucleotidi.

TESTI DI RIFERIMENTO

▪ CHIMICA GENERALE E INORGANICA

[1] J. Kotz, P. Treichel, J. Townsend, D. Treichel - Chimica - Edises

[2] P. Atkins, L. Jones, F. Mani - Principi di chimica- Zanichelli

[3] A. M. Manotti Lanfredi, A. Tiripicchio - Fondamenti di chimica- Casa editrice Ambrosiana

▪ CHIMICA ORGANICA

1. D. Klein: *Fondamenti di Chimica Organica* - Pearson Italia, 2016, - ISBN 9788891900968
2. P. Y. Bruice: *Elementi di Chimica Organica* - EdISES (kit di modelli molecolari incluso), II Ed/2017 - ISBN 9788879599276
3. J. G. Smith: *Fondamenti di chimica organica* - McGraw-Hill, III Ed/2018 - ISBN 9788838694431

ALTRO MATERIALE DIDATTICO

- **CHIMICA GENERALE E INORGANICA**

materiale pubblicato su studium

- **CHIMICA ORGANICA**

Modellini molecolari

Contenuti on-line forniti dalle case editrici

PROGRAMMAZIONE DEL CORSO

CHIMICA GENERALE E INORGANICA

Argomenti	Riferimenti testi
1 L'atomo - La struttura atomica	[1] Capitoli 2, 6 e 7; [2] Capitolo 1
2 Il legame chimico	[1] Capitoli 8 e 9; [2] Capitoli 2 e 3
3 Nomenclatura e reazioni chimiche	[1] Capitoli 3, 4 e 19; [2] Fondamenti D
4 Stati di aggregazione - soluzioni	[1] Capitoli 10, 12 e 13; [2] Capitoli 4 e 5
5 Cenni di termodinamica e cinetica	[1] Capitoli 5, 14 e 18; [2] Capitoli 7, 8 e 14
6 Equilibrio chimico	[1] Capitolo 15; [2] Capitolo 10
7 Equilibri ionici in soluzione	[1] Capitoli 16 e 17; [2] Capitoli 11 e 12

CHIMICA ORGANICA

Argomenti	Riferimenti testi
1 Nozioni di base di chimica generale	1) cap. 1, cap. 3
2 Elementi di stereochemica	1) cap. 5
3 Le reazioni della Chimica Organica	1) cap. 6
4 Gruppi funzionali, Classi di composti organici e nomenclatura	2) cap. 3
5 Alcani e Cicloalcani.	1) cap. 4

6	Alogenuri alchilici.	1) cap. 7
7	Alcheni	1) cap. 8, 9
8	Alchini	1) cap. 10
9	Dieni e polieni	2) cap. 14
10	Alcooli	1) cap. 12
11	Eteri ed epossidi	1) cap. 13
12	Composti Aromatici	1) cap. 15
13	Sostituzione Elettrofila Aromatica	1) cap 16
14	Aldeidi e chetoni	1) cap. 17
15	Acidi carbossilici e derivati	1) cap. 18
16	Fenoli	1) cap. 12
17	Alogenuri arilici e vinilici	1) cap. 15, 16
18	Aldeidi e Chetoni: Enoli ed enolati	1) cap. 19
19	Derivati degli acidi carbossilici	3) cap. 18
20	Composti beta-dicarbonilici	3) cap. 19
21	Ammine	1) cap. 20
22	Carboidrati	2) cap. 22
23	Gli acidi nucleici	2) cap. 24

VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

▪ CHIMICA GENERALE E INORGANICA

La verifica dell'apprendimento avverrà tramite una prova scritta (problemi, definizioni di nozioni viste durante le lezioni, formule)

Questa prova scritta sarà costituita da una serie di domande base: rispondere correttamente a queste domande rappresenta un requisito minimo per superare l'esame.

Una volta svolti correttamente gli esercizi preliminari, il voto finale verrà attribuito risolvendo problemi che dimostrano la capacità dello studente di integrare diverse nozioni.

Verrà valutato l'intero ragionamento, si chiederà dunque allo studente di dimostrare con chiarezza come ha svolto l'esercizio.

Il docente si riserva la possibilità di eseguire un colloquio orale.

▪ **CHIMICA ORGANICA**

Il livello di acquisizione degli obiettivi formativi verrà verificato attraverso un esame finale, costituito da una prova scritta ed una prova orale, alla quale si accede totalizzando nella prova scritta, un minimo di 18 punti su 30.

La **prova scritta**, della durata di 90 minuti, consiste di 30 quesiti a risposta multipla (5 possibili risposte di cui una sola esatta), reperiti dalla piattaforma online Exam Manager, che copriranno l'intero programma svolto. Ciascuna risposta verrà valutata con 1 punto per ciascuna risposta esatta, -0,25 se sbagliata e 0 punti per risposte non date. La prova scritta si riterrà superata con una votazione minima di 18/30.

Durante lo svolgimento dell'esame non è consentito consultare libri, appunti o dispositivi elettronici di alcun tipo.

La **prova orale** della durata di circa 20 minuti, sarà finalizzata a verificare il livello di conoscenza, la capacità di comprensione e di comunicazione dello studente, con proprietà di linguaggio ed organizzazione autonoma dell'esposizione dei contenuti indicati nel programma. La data del colloquio orale verrà comunicata nel sito del Dipartimento di Scienze del Farmaco, alla pagina del docente, sezione "news" e si svolgerà almeno due giorni dopo la prova scritta.

Il voto finale sarà stabilito tenendo conto dei punteggi conseguiti in entrambe le prove. È importante sottolineare che la prova orale, nel caso di esito negativo, potrà determinare anche la bocciatura.

ESEMPI DI DOMANDE E/O ESERCIZI FREQUENTI

▪ **CHIMICA GENERALE E INORGANICA**

Nomenclatura

Struttura di Lewis

Geometria molecolare secondo VSEPR

Ibridizzazione atomo centrale

Diagrammi degli orbitali molecolari di molecole biatomiche.

Calcoli stechiometrici

Calcolo pH - Reattività acido-base

Bilanciamento reazioni redox

L'Equilibrio Chimico

Proprietà colligative delle soluzioni

La tavola periodica

Configurazione elettronica degli elementi

▪ **CHIMICA ORGANICA**

reazioni degli alcheni

reazioni di sostituzione elettrofila aromatica

reattività dei composti carbonilici

zuccheri riducenti

composti eterociclici azotati
