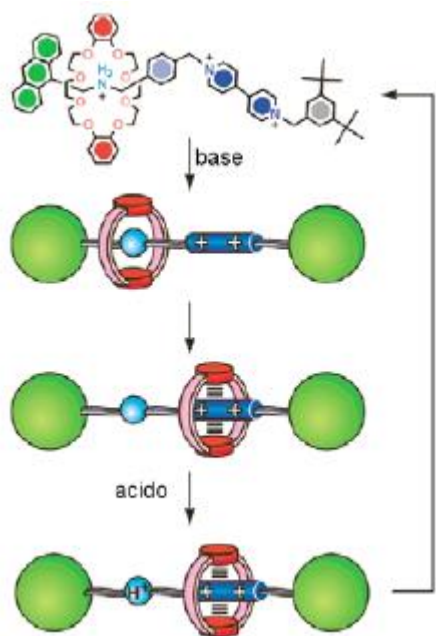


Le Frontiere della Chimica
Conferenze divulgative per studenti di quarta e di quinta

Dispositivi e macchine molecolari: molecole al lavoro Prof. Arturo Arduini - Università degli Studi di Parma
L'ingegneria dei cristalli Prof. Alessia Bacchi - Università degli Studi di Parma
I cristalli ai raggi X Prof. Alessia Bacchi - Università degli Studi di Parma
La Chimica Supramolecolare: dalla sociologia molecolare alle nanotecnologie Prof. Alessandro Casnati - Università degli Studi di Parma
Il mondo allo specchio - Origini e conseguenze dell'asimmetria delle molecole Prof. Roberto Corradini - Università degli Studi di Parma
Acidi nucleici "artificiali": strumenti chimici nella Biologia Prof. Roberto Corradini - Università degli Studi di Parma
Imballaggi e rifiuti: danno ambientale o risorsa? Prof. Angelo Montenero - Università degli Studi di Parma
Chimica e corrosione: bellezza o distruzione? Prof. Franco Bisceglie - Università degli Studi di Parma
I segreti molecolari della gastronomia Prof. Rosangela Marchelli - Università degli Studi di Parma
Un mondo di zuccheri Prof. Francesco Sansone - Università degli Studi di Parma

Dispositivi e macchine molecolari: molecole al lavoro – Prof. Arturo Arduini – Università degli Studi di Parma

Il progresso dell'Umanità è sempre stato collegato alla costruzione di nuovi dispositivi e macchine. In funzione dello scopo per cui sono stati costruiti, questi dispositivi o macchine, possono essere molto grandi o molto piccoli. Negli ultimi 50 anni, la progressiva miniaturizzazione dei componenti utilizzati per la costruzioni di macchine o dispositivi, ha contribuito all'impetuoso sviluppo di molti campi tecnologici (es. memorie di computers, ecc.). Dal punto di vista concettuale, il processo di miniaturizzazione che ancora oggi viene perseguito consiste nel ridurre le dimensioni di ogni singolo componente della macchina, partendo da oggetti macroscopici. Questo approccio permette di ottenere



dispositivi e macchine di dimensioni anche molto piccole (dell'ordine del centinaio di nanometri), ma ha dei limiti oggettivi per cui non è ragionevole pensare di riuscire a ottenere oggetti capaci di svolgere una data funzione con dimensioni più piccole. In questo contesto, le discipline che sono proprie della chimica hanno dato impulso ad un nuovo orientamento per lo sviluppo di nuove tecnologie che consiste nell'approccio dal basso cioè l'impiego di molecole (le cui dimensioni possono essere anche di pochi nanometri) che possano essere usate come componenti di aggregati più grandi, i quali siano capaci di svolgere una funzione programmata come ad esempio essere capaci di funzionare come una macchina di dimensioni nanometrica. Così come il funzionamento di qualsiasi macchina "tradizionale" richiede un input di energia (es. benzina, energia elettrica, calore), anche una macchina di dimensioni molecolari ha bisogno di energia per funzionare, cioè ha bisogno luce, elettroni, calore, un reagente, ecc.

Nell'esempio di macchina molecolare rappresentato in figura, i componenti sono due: una molecola a forma di asse agli estremi della quale sono presenti due gruppi che per le loro dimensioni costringono l'altro componente, che ha la forma di anello, a rimanere confinato lungo l'asse.

Quando nell'asse sono presenti due posizioni (stazioni pallino blu e cilindro) nelle quali la ruota può risiedere, essa si posizionerà su quella verso cui ha maggiore affinità. Per mezzo di un opportuno stimolo esterno (in questo caso acido/base) è possibile far spostare la ruota nell'altra stazione. Quando cessa l'input di energia la ruota torna nella sua posizione originaria. In questo modo è possibile far compiere una azione elementare (traslazione della ruota lungo l'asse) in modo reversibile.

L'ingegneria dei cristalli – Prof. Alessia Bacchi – Università degli Studi di Parma

La maggior parte dei materiali si presenta allo stato solido in forma cristallina, in cui le molecole si aggregano in modo ordinato e periodico. La coesione tra le molecole nella fase solida è garantita da forze di attrazione di varia natura, che dipendono dalla struttura molecolare. Le proprietà finali del materiale dipendono spesso dal modo in cui le molecole si associano tra loro su scala nanometrica; la conoscenza delle regole chimico-fisiche che guidano la cristallizzazione di una sostanza è importante per progettare nuovi materiali. Il controllo delle modalità di associazione tra le molecole per formare il cristallo è una nuova branca della chimica dello stato solido, che viene comunemente designata col

nome di 'crystal engineering' ed ha una grande importanza in molti campi delle scienze applicate, dalla tecnologia dei farmaci alle vernici, dai materiali per l'ottica e l'elettronica ai sensori, dalla cioccolata ai metalli molecolari, alle nanotecnologie. In questa lezione si illustrerà schematicamente cosa è un cristallo, quali interazioni stanno alla base della coesione nella fase solida, e verranno mostrati esempi di progettazione e realizzazione di materiali nell'ambito delle applicazioni citate.

Cristalli ai Raggi X - Prof. Alessia Bacchi – Università degli Studi di Parma

Il seminario si propone di illustrare in modo semplice la tecnica della diffrazione ai raggi X utilizzata per 'vedere' la geometria tridimensionale delle molecole allo stato solido.

La tecnica ha importantissime ricadute nell'ambito della biologia molecolare, permettendo la caratterizzazione della struttura 3D delle proteine ma recentemente anche dei ribosomi (Premi Nobel 2009 per la Chimica), nel campo della scienza dei materiali, nel campo della chimica farmaceutica, della mineralogia, e anche qualche esempio interessante di applicazione in campo alimentare.

Verranno toccati i seguenti argomenti: cos'è un cristallo, perché è fatto così, esempi: dal minerale alla proteina, come si vede la struttura di un cristallo, la densità elettronica, la diffrazione dei raggi X, l'esperimento, gli strumenti: dal diffrattometro al sincrotrone. Sarà possibile abbinare al seminario una visita guidata al laboratorio di strutturistica diffrattometrica dell'Università di Parma.

La Chimica Supramolecolare: dalla sociologia molecolare alle nanotecnologie – Prof. Alessandro Casnati – Università degli Studi di Parma

Fin da quando, alla fine degli anni '80, J.-M. Lehn, D. J. Cram e C. J. Pedersen sono stati insigniti del premio Nobel grazie alle loro fondamentali scoperte nel campo della Chimica Supramolecolare, questa branca della Scienza è stata oggetto di un fortissimo e crescente interesse non solo per quanto riguarda gli importanti studi di base che ha originato, ma anche per le numerose applicazioni che si sono, con essa, potute realizzare. La Chimica Supramolecolare ci ha, infatti, insegnato non solo a capire le regole fondamentali con cui le molecole relazionano tra loro (*Sociologia Molecolare*), ma anche come assemblare *Dispositivi Molecolari* atti a compiere predeterminate funzioni (Sensori, Catalizzatori, Trasportatori di Farmaci, Agenti di Contrasto per la risonanza magnetica nucleare ...) e come questi dispositivi possano essere utilizzati nelle *Nanotecnologie* per migliorare la qualità della vita.

Il mondo allo specchio - Origini e conseguenze dell'asimmetria delle molecole – Prof. Roberto Corradini – Università degli Studi di Parma

Molte delle molecole del mondo vivente possiedono una forma asimmetrica, che non è sovrapponibile alla propria immagine allo specchio. Nella maggior parte dei casi, i sistemi viventi utilizzano solo una delle due immagini speculari. Come questa preferenza sia stata generata è ancora uno dei misteri della storia della vita, sebbene alcune affascinanti teorie sono state formulate negli ultimi anni. L'intervento illustrerà alcune di queste problematiche e si soffermerà successivamente sulle conseguenze di questa asimmetria molecolare, in particolare mostrando come le due immagini speculari di un composto siano in realtà due oggetti diversi per i sistemi viventi con esempi tratti dal campo dei farmaci, dei componenti biologici e dei composti di uso alimentare.

Infine verranno illustrate alcune delle sfide che questo problema comporta nella chimica di sintesi.

Acidi nucleici "artificiali"- strumenti chimici nella Biologia "– Prof. Roberto Corradini – Università degli Studi di Parma

Più di cinquanta anni fa fu svelata la struttura della doppia elica del DNA, mostrando come le basi dell'ereditarietà fossero legate ad un codice genetico fatto di molecole che possono essere "lette" e trascritte da parte dei sistemi viventi. Questa scoperta diede impulso al tentativo dei chimici di ottenere gli stessi composti naturali mediante sintesi, e molti metodi sono stati descritti nei decenni successivi. L'efficienza attuale di queste tecniche è tale che oggi è possibile ordinare on-line un frammento di DNA che viene sintetizzato "just in time" e consegnato entro due giorni. Questa disponibilità è stata uno dei fattori che ha permesso l'enorme sviluppo delle biotecnologie e della genomica compiuto negli ultimi decenni.

Contemporaneamente alla sintesi di DNA, si è pensato che le stesse tecniche fossero utilizzabili per ottenere composti simili al DNA, ma modificati nella loro struttura. Sono stati così ottenute molecole completamente artificiali (nel senso che non si trovano in natura) capaci di agire allo stesso modo del DNA, vale a dire conservare e leggere un codice genetico.

Tali molecole, pur non potendo far parte di un sistema vivente, hanno però importanti applicazioni nel rivelare sequenze di DNA a scopi diagnostici e come possibili farmaci in grado di inibire selettivamente l'espressione di un gene (si pensi al caso di oncogeni che sono coinvolti nell'insorgenza dei tumori).

Nella relazione verranno illustrati alcuni esempi recenti di queste applicazioni derivanti dalla recente esperienza di ricerca del relatore.

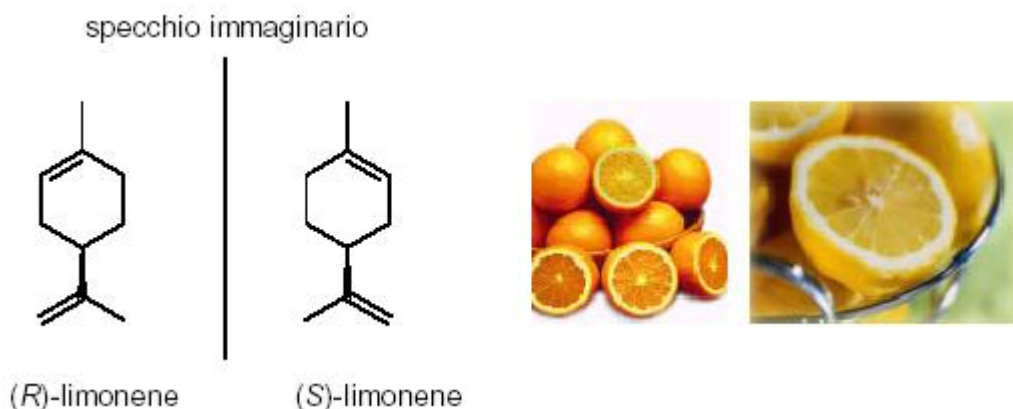
Chimica e corrosione: bellezza o distruzione? -Prof. Franco Bisceglie – Università degli Studi di Parma

Per "corrosione" si indica un processo chimico di consumazione lenta e continua di un materiale, che ha come conseguenze il peggioramento delle caratteristiche o proprietà fisiche del materiale inizialmente coinvolto. Un'idea dell'importanza della corrosione nelle attività industriali è data dall'impatto economico che essa assume. Nei paesi industrializzati il costo della corrosione è intorno al 3-4% del prodotto interno lordo, valutato come somma dei costi dei danni diretti e di quelli indiretti. I costi indiretti, di difficile valutazione, superano in genere quelli diretti. Il deterioramento di ponti, abitazioni ed edifici pubblici è spesso attribuibile a questo fenomeno. Ma alla corrosione sono associati anche altri aspetti meno noti ma molto importanti, che vanno dall'implantologia medica alla protezione delle strutture, passando perfino a moderne manifestazioni artistiche...

La catalisi asimmetrica – Prof. Paolo Pelagatti – Università degli Studi di Parma

Molti dei composti che permettono la vita sul nostro pianeta sono chirali, così come il DNA, gli enzimi, gli anticorpi e gli ormoni. È importante riconoscere che gli enantiomeri di un composto possono avere attività biologiche completamente diverse. Così gli enantiomeri del limonene, entrambi presenti in natura, profumano in modo completamente diverso: l'isomero *S* profuma di limone, mentre la sua immagine speculare, cioè l'isomero *R*, profuma di arancio (vedi figura sotto).

L'uomo è in grado di distinguere i due enantiomeri in quanto i nostri recettori nasali sono costituiti da molecole chirali. La biologia si basa su molecole chirali e infatti molti principi attivi farmacologici sono molecole chirali. In alcuni casi un enantiomero presenta proprietà curative, mentre l'enantiomero opposto non presenta alcuna attività o è addirittura dannoso per la salute umana.



Vi è quindi un elevato interesse, da parte per esempio dell'industria farmaceutica e degli aromi, a sviluppare processi chimici che portino alla produzione selettiva dell'isomero desiderato, riducendo al minimo la quantità dell'isomero opposto. Uno dei metodi più efficaci per soddisfare tale richiesta si basa sull'utilizzo di catalizzatori chirali. Molecole chirali in grado cioè di produrre, in tempi brevi, grandi quantità di molecole chirali otticamente attive a partire da precursori che possono essere chirali oppure no.

Il seminario ha quindi lo scopo di introdurre agli studenti il concetto di chiralità in modo semplice e conciso, e di presentare alcuni esempi di efficaci catalizzatori chirali già impiegati, anche a livello industriale, nella preparazione di farmaci, aromi e prodotti per l'agricoltura.

I segreti molecolari della gastronomia -Prof. Rosangela Marchelli – Università degli Studi di Parma

Dalla Cucina alla Chimica, andata e ritorno. Oltre ad essere una necessità, l'arte di cucinare è un insieme di trucchi e tradizioni che molto (anche se per i più inconsapevolmente) hanno a che fare con la Chimica. Comprendere il significato di alcune operazioni che si compiono nella cucina permette di introdurre la Chimica come materia "amica", che aiuta a capire i segreti e a sfatare alcuni miti dell'arte culinaria. Si propone perciò un modello di lezione organizzato come un menù da ristorante, dall'antipasto (prosciutto di Parma), al dolce (mousse al cioccolato), analizzando per ciascun piatto le molecole coinvolte, le loro proprietà, le trasformazioni che avvengono durante la cottura, l'origine del gusto, del colore, degli aromi e della consistenza dei piatti. Infine, perché non gettare uno sguardo al futuro, agli orizzonti aperti dalla cosiddetta "cucina molecolare"?

Un mondo di zuccheri – Prof. Francesco Sansone – Università degli Studi di Parma

In genere, quando parliamo o sentiamo parlare di zuccheri o carboidrati pensiamo subito al saccarosio che utilizziamo per dolcificare il caffè, il tè, i dolci che prepariamo a casa, pensiamo al glucosio e al fruttosio presenti naturalmente nella frutta e nel miele, agli sciroppi utilizzati nell'industria alimentare. Pensiamo alle calorie che essi forniscono, fonte indispensabile di energia per il nostro corpo, e nelle quali è comunque bene non eccedere. Probabilmente pensiamo anche a forme più complesse di carboidrati come l'amido, il glicogeno e la cellulosa, polimeri costituiti da unità ripetute di glucosio che svolgono una funzione di stoccaggio e/o strutturale per gli organismi che li sintetizzano. Alcuni di questi polimeri, modificati chimicamente, acquisiscono importanti proprietà completamente diverse da quelle originarie, generando materiali innovativi. Quasi certamente però, in molti, non sappiamo che i carboidrati rivestono abbondantemente la superficie delle cellule e che grazie proprio ad essi le cellule sono in grado di comunicare con l'esterno attraverso contatti specifici che si verificano tra questi carboidrati ed altre entità biologiche chiamate recettori. Alcuni di questi contatti sono purtroppo anche

l'interruttore con cui si attivano malattie più o meno gravi, ma allo stesso tempo costituiscono un importantissimo obiettivo per lo sviluppo di nuovi farmaci e vaccini capaci di contrastare queste stesse malattie.