

I COLORI DELLA CHIMICA

Premessa

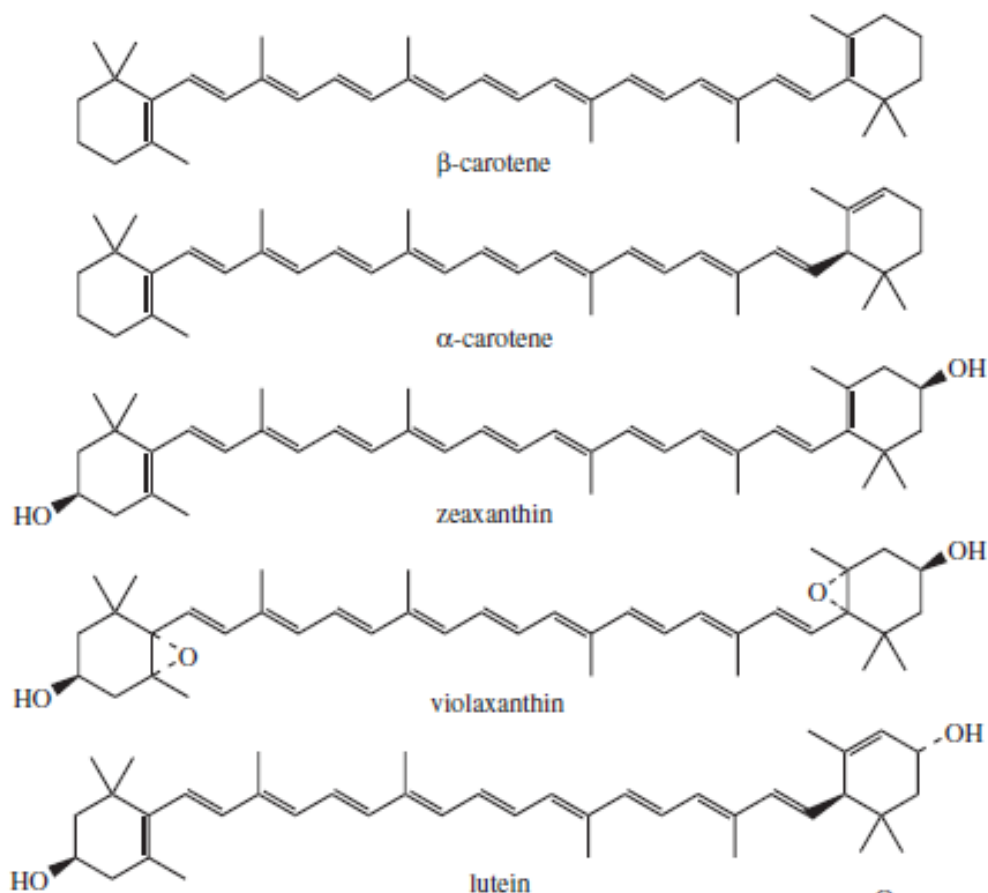
È noto che la luce è un insieme di radiazioni elettromagnetiche caratterizzate da una certa lunghezza d'onda e da una corrispondente energia.

Le tre grandezze base della luce sono la luminosità (o ampiezza), il colore (o lunghezza d'onda) e la polarizzazione (o angolo di oscillazione). A causa della dualità onda-particella, la luce mostra simultaneamente proprietà che appartengono sia alle onde che alle particelle: si parla infatti spesso di luce come pacchetti di "fotoni", con determinate caratteristiche.

Il colore invece è la percezione visiva generata dai segnali nervosi che i fotorecettori della retina mandano al cervello quando assorbono radiazioni elettromagnetiche di determinate lunghezze d'onda e intensità. La visione a colori è data dall'interpretazione da parte del cervello dell'assorbimento della luce di determinate lunghezze d'onda da parte dei tre tipi di fotorecettori detti "coni" concentrati nella retina dell'occhio umano.

La luce bianca è l'insieme di tutti i possibili colori, se qualcuno viene eliminato la luce assumerà la tonalità complementare al colore sottratto.

I colori delle piante e dei fiori esistenti in natura sono dovuti alla presenza di molecole specifiche e all'interazione che esse hanno con la luce che le colpisce: il colore verde delle foglie è dovuto alla clorofilla, quello arancio delle carote al carotene e quello rosa-arancio dei gamberi e del salmone all'astaxantina.



Come si può notare nella precedente figura la struttura del β -carotene presenta molti doppi legami carbonio-carbonio coniugati: il gruppo funzionale $C=C$ è un importante cromoforo che porta ad

assorbimento di luce nell'UV se nella molecola ce ne sono pochi e nel visibile se il numero è elevato.

Naturalmente anche alcuni composti inorganici possono essere colorati per la presenza di orbitali (di tipo d) energeticamente accessibili, come accade per i metalli di transizione (Esempio del cromo III verde e del permanganato di potassio, KMnO_4 , viola).

Un'ultima curiosità riguarda il cambiamento di colore che si può ottenere da una stessa molecola a seconda se ci troviamo in ambiente acido o basico. Questo accade quando nella molecola ci sono gruppi che possono accettare o donare uno ione H^+ e che quindi in dipendenza di ciò subiscono un cambiamento strutturale che porta ad una diversa disposizione dei doppi legami presenti e un diverso colore della sostanza.

Ad esempio, la cianidina è di colore rosso a pH acido (come nei papaveri) e blu-viola a pH basico (come nei fiordalisi).

Molti dei brillanti colori presenti in natura sono dovuti alla classe di composti chiamati Flavonoidi che hanno in comune una struttura fondamentale costituita da due anelli benzenici e da un terzo anello eterociclico contenente un atomo di ossigeno; inoltre, alcuni si trovano in combinazione con una molecola di zucchero.

Fatta questa premessa comune a tutte e tre le attività sperimentali proposte, l'esperienza si articolerà nel seguente modo:

- a) costruzione di uno spettrofotometro con materiali comuni;
- b) estrazione o in acqua o in alcol etilico di pigmenti naturali ed eventuale loro modifica;
- c) osservazione di questi estratti tramite uno spettrofotometro;
- d) misure spettrofotometriche di soluzioni colorate per determinazioni quantitative.

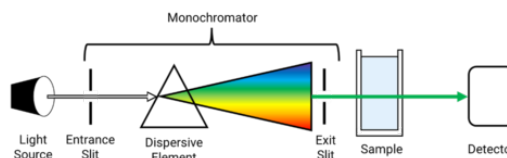
Infine, essendo la pittura una delle prime tecniche espressive con cui gli uomini primitivi cercavano di comunicare, sarà possibile fare un approfondimento sui materiali usati nel Paleolitico per la realizzazione di tali immagini su diversi tipi di superfici e utilizzando diversi tipi di leganti, inorganici, organici grassi e magri.

1. COSTRUZIONE DI UNO SPETTROFOTOMETRO

Lo spettrofotometro è uno strumento utilizzato in molti esperimenti in chimica e biologia.

Le parti costituenti di uno spettrofotometro sono:

- Sorgente luminosa
- Monocromatore
- Portacampione
- Rivelatore
- Computer per leggere e registrare i risultati

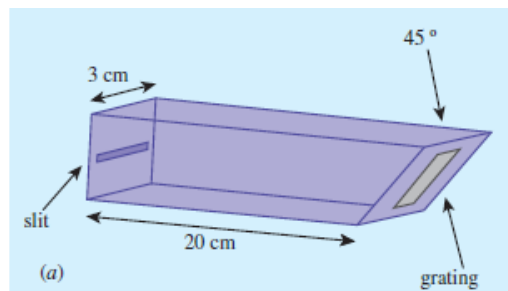


L'obiettivo di questa esperienza è la costruzione di uno spettrofotometro con l'utilizzo di materiale comune.

Per la costruzione del monocromatore si utilizzerà un **cartoncino**, preferibilmente nero, sagomato in maniera tale che la radiazione incida ad un angolo specifico sull'elemento disperdente. Un esempio è lo schema di seguito riportato.

La parte a cui bisogna prestare più attenzione è la fenditura d'entrata (slit) che deve avere un'ampiezza di 0.5mm.

L'elemento disperdente è un elemento ottico (un prisma o un reticolo di diffrazione) in grado di scomporre una radiazione bianca (che contiene cioè componenti a diverse lunghezze d'onda) nelle sue componenti spettrali. In particolare, il reticolo di diffrazione è in grado di diffrangere la luce incidente su di esso in varie direzioni. Esso ha una struttura periodica (ad esempio incisioni) e la diffrazione dipende dalla spaziatura tra le incisioni e dalla lunghezza d'onda della luce. Nel nostro esperimento useremo come reticolo di diffrazione un **DVD** posizionato a 45° rispetto alla radiazione in entrata.



Come sorgente saranno utilizzate **lampade di diverso tipo** (come lampada a incandescenza, neon, torcia del cellulare, laser...) e la radiazione in uscita dallo spettrofotometro sarà “fotografata” da una **webcam** (o dal un cellulare) che sarà quindi il nostro rivelatore.

Infine, l'immagine registrata sarà elaborata utilizzando il programma **ImageJ** che è scaricabile in maniera gratuita dalla rete ottenendo così lo **spettro** delle diverse sorgenti luminose utilizzate

Se tra la sorgente luminosa e il reticolo di diffrazione si posiziona un **campione** liquido o solido (se sufficientemente trasparente) e che assorbe nella regione del visibile, l'elaborazione dell'immagine acquisita permetterà di ottenere lo spettro di assorbimento del campione osservato.

2. ESTRAZIONE ED EVENTUALE MODIFICA DI PIGMENTI VEGETALI

Sono stati scelti due metodi per questa procedura, in un caso si utilizza come solvente l'acqua, a caldo o a freddo, e nell'altro si utilizza l'alcol etilico che normalmente si usa per i liquori casalinghi. Oltre all'estrazione delle sostanze naturali colorate si cercherà di effettuare delle reazioni su alcune di esse per modificare la struttura e valutare il cambio di colore delle soluzioni corrispondenti: è noto, infatti, che la presenza di particolari gruppi funzionali è responsabile delle interazioni con la luce e determina il colore, come ben spiegato nel seguente paragrafo.

3. L'ANALISI CHIMICA ATTRAVERSO I COLORI

Il colore delle soluzioni deriva dall'assorbimento selettivo di alcune lunghezze d'onda della radiazione che le attraversa. Il processo di assorbimento, trasferendo energia alle molecole,

determina un'attenuazione dell'intensità della radiazione elettromagnetica incidente che sarà tanto più elevata quanto maggiore è la concentrazione delle molecole che assorbono. L'entità di tale attenuazione può essere misurata attraverso uno strumento chiamato spettrofotometro e risulta correlata alla concentrazione della specie assorbente mediante la legge di Lambert-Beer. Molte sostanze di per sé incolori, reagendo con un opportuno composto chimico, generano un prodotto di reazione avente una particolare colorazione. Lo ione nitrito può essere determinato per via spettrofotometrica utilizzando la colorazione rosa impartita alla soluzione dal colorante azoico che si forma facendo reagire lo ione con il reattivo di Griess in ambiente acido.

Nel corso dell'attività di laboratorio verranno preparate soluzioni di nitrito a diversi valori di concentrazione e si andrà a misurare l'intensità del loro colore mediante misure di assorbimento ad una lunghezza d'onda opportunamente selezionata. Si procederà alla costruzione della retta di taratura mettendo in grafico l'assorbimento misurato per le varie soluzioni in funzione della loro concentrazione. Si determinerà poi la concentrazione di una soluzione incognita di nitrito per interpolazione dalla retta di taratura dopo aver misurato la sua intensità di assorbimento alla stessa lunghezza d'onda.

4. LE PITTURE RUPESTRI PALEOLITICHE DA UN PUNTO DI VISTA CHIMICO

Durante il Paleolitico superiore (40 000 – 10 000 anni fa) *Homo sapiens* ancora cacciatore-raccoglitore ha realizzato straordinarie pitture rupestri sulle pareti di profonde grotte carsiche. Vengono rappresentati in modo artistico ed elaborato un gran numero di animali: bovini, equini, mammut, rinoceronti e altro. Queste raffigurazioni pongono un gran numero di quesiti: cosa significano? Hanno un significato solo artistico o anche religioso? Con quali colori venivano dipinte? In che modo? Il nostro punto di vista è naturalmente quello chimico: quali pigmenti l'uomo del paleolitico utilizzava? Quali leganti e filler? Che tipo di colori realizzava? Come mai queste tempere sono risultate così durature? Tutte domande ancora oggetto di ricerca che grazie a scoperte archeologiche e ad analisi chimiche hanno ricevuto recenti risposte.

Nell'attività di laboratorio saranno considerati i materiali utilizzati nel Paleolitico e si prepareranno tempere con legante inorganico (1), tempere magre con legante organico (2) e tempere grasse con legante organico (3).

Il legante inorganico è ottenuto preparando una soluzione acquosa satura di Ca(OH)_2 , naturalmente presente nelle grotte.

La tempera è a base di pigmenti inorganici: nero (Pirolosite, Biossido di manganese); giallo (Limonite, Ossido ferrico idrato); rosso (Ematite, Ossido ferrico anidro); bianco (Bianco di

Spagna, Carbonato di calcio). La tempera è provata con o senza filler (carbonato di calcio e argilla) che la rende più o meno coprente e brillante.

Il legante organico è ottenuto cagliando il latte, filtrando la caseina e solubilizzando la caseina in caseinato. La tempera grassa è ottenuta emulsionando il grasso animale nel legante proteico. A conclusione attività le tempere saranno stese con pennello su diverse superfici (es. cartone ondulato, pietra di calcare, legno compensato di abete e ceramica), lasciate asciugare e valutata l'adesione.

Al termine delle attività laboratoriali ci sarà un'attività diversa, più legata all'orientamento universitario ed in particolare volta alla conoscenza del corso di studi in Chimica presente nell'Ateneo lucano.

5. CHIEDERMI PER CAPIRE COME SCEGLIERE

Il percorso è organizzato in un unico appuntamento volto a far conoscere cosa si studia per diventare un Chimico.

Il perché studiare Chimica è narrato dalle testimonianze di laureandi e laureati in Chimica che racconteranno il loro percorso e la loro esperienza.

L'incontro si completa con la presentazione del portale CISIA per i test di ingresso e con una simulazione del TOLC-S (Test On Line Cisia- S), valido per la valutazione delle conoscenze preliminari utili per affrontare il corso di Laurea in Chimica.

Per la partecipazione in presenza, gli studenti saranno accolti in un'aula multimediale e/o informatica del CISIT dell'Unibas. Per la partecipazione a distanza si richiede la disponibilità di un'aula multimediale e/o informatica.

Il percorso prevede una durata di due ore e può essere organizzato di mattina o di pomeriggio come concordato con gli istituti scolastici.