



ALMA MATER STUDIORUM - Università di Bologna

Progetto Lauree Scientifiche
Area Chimica

INTRODUZIONE

Siamo oggi così abituati a muoverci in un mondo pieno di oggetti e di beni di consumo caratterizzati da vivaci colorazioni che non ci rendiamo conto che questa è una caratteristica dell'ultimo secolo: in precedenza, solo le cose naturalmente colorate erano disponibili, ad eccezione di pochi beni di grande valore, riservati esclusivamente ai più ricchi. La chimica, nel suo ruolo di scienza applicata alla produzione dell'industria, ha capovolto questa situazione, poiché dalla seconda metà del 1800 ha reso disponibili sostanze colorate in grande quantità ed a prezzi accessibili.

Esperienza

Vestiamoci Colorati: Indaco per i jeans.
. Sintesi dei coloranti e tintura.



Prof. Letizia Sambri (letizia.sambri@unibo.it)
Prof. Luca Bernardi (luca.bernardi@unibo.it)

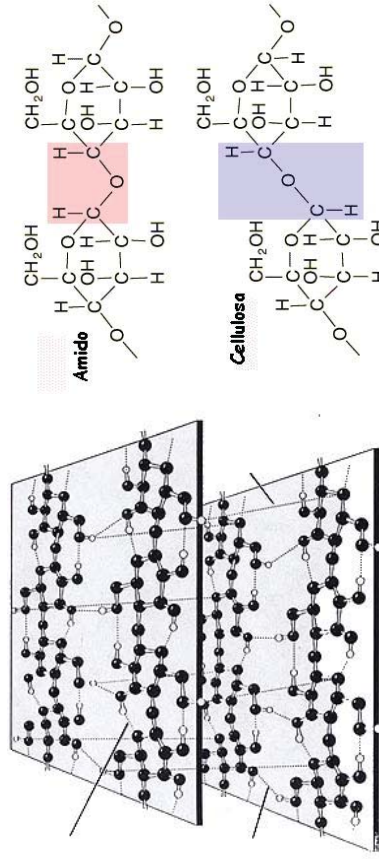
Dipartimento di Chimica Industriale “Toso
Montanari”
Sede di Bologna

Cognome / Nome
Classe / Istituto
Docente
Data

Quindi con l'utilizzo di prodotti derivanti prima dal carbone, poi dal petrolio, è stato possibile rimpiazzare quelle poche, preziose sostanze di origine naturale (vegetale o animale) che nel corso dei secoli precedenti avevano permesso agli uomini di soddisfare, in misura molto limitata, il loro desiderio di vivere in un mondo colorato.

Indubbiamente, fra i vari oggetti colorati che rendono piacevole il nostro modo di vita, vi sono gli abiti: abiti confezionati con tessuti, i quali a loro volta richiedono come materia prima le cosiddette fibre tessili: materiali che possono essere di origine tanto naturale (lana, seta, cotone) che artificiale o sintetica (nylon, poliestere, rayon).

Le caratteristiche chimiche di queste fibre tessili possono essere alquanto diverse da tipo a tipo: sono però tutte sostanze macromolecolari di tipo organico, ossia la loro base strutturale è costituita da catene di atomo di carbonio. Le principali fibre proteiche sono la lana e la seta (naturali) ed il nylon (sintetica); quelle cellulosiche sono il cotone (naturale) ed il rayon (artificiale).

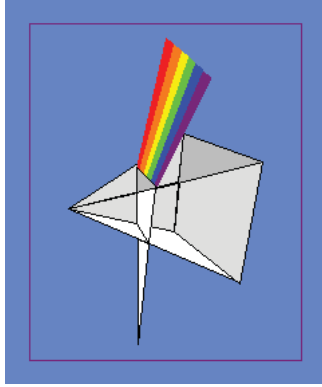


Struttura della cellulosa : catene polisaccaridiche

I tessuti ottenuti dalle fibre tessili ora ricordate avrebbero colori “ non colori” = grigiastro, giallognolo....: ciò che si venderà poi come “bianco” deve essere sbiancato o candeggiato; tutto il resto andrà colorato o, più esattamente, sottoposto a tintura.

Prima di spiegare cos'è la tintura, vediamo di capire un pò meglio, in termini scientifici, che cos'è il colore.

Quella che noi chiamiamo “LUCE” o, più esattamente “luce visibile” è un insieme di radiazioni elettromagnetiche di differente frequenza ; l'insieme delle radiazioni elettromagnetiche di lunghezza d'onda (inversamente proporzionale alla frequenza) compresa fra circa 400 ed 800 nm ci dà la sensazione visiva del bianco. Se si separano, ad esempio con un prisma di quarzo, le varie componenti della luce bianca in funzione della loro lunghezza d'onda, si rivela uno spettro di colori, variabile con continuità dal rosso al blu al violetto . Il “colore” di una radiazione luminosa, ossia la sensazione che essa provoca sul nostro occhio, dipende dalla sua lunghezza d'onda (ossia dalla sua energia) : ogni colore corrisponde ad una particolare lunghezza d'onda della radiazione: questo per quanto riguarda il colore della radiazione emessa da una sorgente (sole, lampade di vario genere, fiamme...).



Dispersione della luce visibile nei colori spettrali attraverso prisma di quarzo

Nell'uso, parlando di “COLORE” cui riferiamo a quello di corpi opachi illuminati da luce bianca : il corpo ci appare colorato se la radiazione bianca (che contiene tutti i” colori”) interagisce con esso in modo che alcuni colori, ossia alcune radiazioni di particolari lunghezze d'onda , vengono assorbite dal corpo, mentre altre vengono riflesse : queste, raggiungendo il nostro occhio, ci danno la sensazione di un colore particolare.

Pertanto, da un punto di vista chimico, un oggetto è colorato quando contiene sistemi molecolari in grado di interagire in modo selettivo con la radiazione elettromagnetica dello spettro visibile, sottraendo ad esso alcune lunghezze d'onda; lo sviluppo scientifico della chimica ha permesso di capire quale caratteristiche molecolari fossero responsabili del fenomeno “ colore” e partendo dallo studio di sostanze naturali colorate è stato possibile ottenerne per sintesi numerose altre che presentavano la stessa proprietà.

Semplificando, si può dire che ci appare colorata una molecola nella cui struttura abbiamo sistemi di molti elettroni in grado di spostarsi abbastanza facilmente all'interno della molecola, essendo questo spostamento provocato appunto dalla radiazione elettromagnetica incidente.

Esistono quindi tantissime sostanze colorate, ma solo poche di esse sono in realtà adatte per colorare i tessuti : infatti, oltre alla caratteristica di possedere il colore, il colorante deve anche poter tingere il tessuto, ossia combinarsi alla fibra in un modo stabile, il che richiede in generale un qualche tipo di interazione chimica abbastanza forte (formazione di legami...). Di conseguenza, un buon colorante, oltre a contenere nella sua molecola caratteristiche di tipo elettronico che lo rendono colorato, ossia capace di interazione selettiva con la luce visibile, deve anche presentare caratteri chimici che lo facciano combinare con il materiale del tessuto. Poiché esistono numerosi tipi di fibre tessili, esisteranno anche classi di coloranti differenziati a seconda del tipo di esse , al di là del gran numero di colori (tinte o sfumature) che potranno essere impartiti alla fibra stessa.

Note:

L'esperienza che verrà realizzata in laboratorio riguarda la tintura del cotone con indaco

INDACO

L'indaco è uno dei coloranti impiegati dall'uomo per la tintura delle stoffe sin da tempi antichissimi. Tessuti colorati con indaco si sono rinvenuti sia in tombe egizie che in sepolture dell'America Precolombiana, e il materiale utilizzato per tingere viene descritto in testi latini (Plinio, Dioscoride). La tintura impiega sostanze contenute in taluni vegetali, che non sono di per sé colorate, ma sviluppano un colore per esposizione all'aria, attraverso una reazione di ossidazione.

Una delle piante importanti nella produzione dell'indaco per via naturale è la Indigofera Tinctoria, che cresce nell'Estremo Oriente, (a Giava, in India) e nell'America Centrale; da queste piante, attraverso lavorazioni abbastanza complesse si poteva ottenere una polvere scura , insolubile in acqua, capace di tingere in blu molte stoffe. Era una delle preziose "spezie" dell'Oriente, chiamata con nome latino "INDICUM" da cui probabilmente deriva il nome INDIA.



la pianta dell'indaco: Indigofera tinctoria

Nell'Europa del Nord cresce un'altra pianta, la Isatis Tinctoria (o guado) da cui, con trattamenti diversi si ricava comunque una sostanza colorante azzurra ; si è poi scoperto che anche in questo caso la sostanza colorante presente era l'indaco.

Lo sviluppo del commercio legato alla scoperta delle Americhe ed al successivo periodo coloniale portò ad una assoluta prevalenza nell'uso dell' Indaco orientale (da Indigofera) almeno fino alla fine

del 1800, quando l'industria chimica (in particolare la più importanti industrie chimiche tedesche) impiegò grandi sforzi sia per determinare la struttura delle molecole dell'indaco che per realizzarne la sintesi in laboratorio.

Questi sforzi furono coronati da successo, ed in poche anni l'indaco sintetico (identico come struttura a quello naturale) soppiantò completamente il prodotto ottenuto dalle piante. Fino ad oggi è il colorante di sintesi prodotto in maggiore quantità.

L'indaco è una sostanza organica, $C_{16}H_{10}O_2N_2$, che si presenta come un solido cristallino di colore bluastro ; ha una temperatura di fusione elevatissima (390 °C) e quindi sublima; chimicamente molto stabile, è insolubile in acqua, ma può essere sciolto in una soluzione alcalina contenente sostanze riducenti che lo trasformano in un prodotto di riduzione salino, scarsamente colorato, detto forma Leuco.

L'applicazione assolutamente prevalente dell'indaco come colorante è nella tintura del cotone, da cui si ottiene il tessuto una volta indicato come "tela di Genova", molto utilizzata per la confezione di indumenti da lavoro, divenuti poi i celeberrimi "Blue jeans"

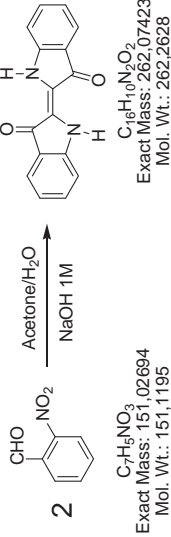


pantaloni in tela di genova (cotone) tinti con indaco

Una delle principali caratteristiche che deve avere un colorante è quella di resistere ai lavaggi ed alla azione della luce , una volta che è stato applicato alla fibra; da questo punto di vista l'indaco è uno dei migliori; in particolare presenta la caratteristica di sbiadire senza cambiare di tonalità (sbiadimento "tono su tono"); questo è stato sfruttato a livello di moda per creare tessuti nuovi con effetto di "usato o " vissuto", particolarmente accettati dai giovani (ex jeans con effetto "Stone washed" ...)

PARTE SPERIMENTALE

SINTESI DELL'INDACO



o-nitrobenzaldehyde

Indaco

1) Si dissolvono :

- 2.0 g (13.2 mmol) di o-nitrobenzaldehyde in 20 ml di acetone (utilizzando una beuta da 100 mL)

2) Si aggiungono :

- 10 ml di acqua distillata

3) Si agita la beuta.

4) Si sgocciolano lentamente con una pipetta graduata:

- 8 ml di una soluzione 1 molare di idrossido di sodio (NaOH; già pronta e preparata con 40 g in 1 L di acqua distillata).

5) La miscela risultante viene agitata a mano per 2-3 minuti e poi lasciata riposare per altri 5 minuti: la miscela di reazione passa ad un colore bruno e si separa un solido.

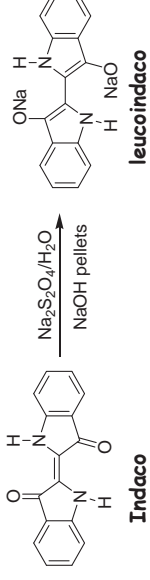
➔ Attenzione : la reazione è leggermente esotermica.

- 6) Si filtra su buchner (imbuto di porcellana rivestito con un disco di carta da filtro)
- 7) Si lava poi il solido rimasto sul filtro con acqua (20 mL) ed Etanolo (EtOH, 25 mL).
- 8) Volendo determinare la resa nel prodotto per pesata, occorre essiccare il solido ottenuto trasferendolo su di un vetrino da orologio o in una capsula e tenendolo 1 ora sopra la stufa.

Si ottiene in media circa 1 g di indaco, come solido blu per una resa del 60%.

Se si vuole rendere il procedimento più veloce, si usa per la prova successiva il prodotto grezzo come ottenuto dalla filtrazione.

FORMAZIONE DEL LEUCOINDACO, SOLUBILE, E TINTURA DEL COTONE



PROVA A: utilizzando indaco commerciale puro

1) Pesare :

- 50 mg di indaco in un beacker da 25 mL

2) aggiungere 10 mL di acqua distillata.

3) aggiungere 3 pellets di NaOH e una ancorretta magnetica

4) portare all'ebollizione su una piastra magnetica riscaldante.

5) Quando si è raggiunta l'ebollizione si aggiunge goccia a goccia:

- 4 mL di ditonito come soluzione acquosa al 10%

6) Attendere almeno un parziale passaggio da colore blu a giallo.

7) Aggiungere altro ditonito (fino a 6 mL) fino a che la colorazione gialla resta stabile.

PROVA B: utilizzando indaco prodotto da voi con la precedente reazione.

1) Trasferire dal filtro di buchner tutto l'indaco grezzo da voi ottenuto (4 gruppi tutti insieme) in un grande beacker contenente 2 L di acqua distillata.

2) Aggiungere:

- 25 pellets di NaOH, una ancorretta magnetica e riscaldare fin quasi all'ebollizione su una piastra magnetica riscaldante.

3) Quando la soluzione è quasi all'ebollizione si aggiunge:

- Due cucchiaini di ditonito in piccole porzioni

4) Attendere almeno un parziale passaggio da colore blu a giallo.

5) Aggiungere altro ditonito fino a che la colorazione gialla resta stabile.

TINTURA DI UNA MAGLIETTA DI COTONE

Preparare la stoffa da tingere (maglietta di cotone), eventualmente ripiegata con fermagli come indicato in una immagine sotto in modo da ottenere un disegno a cerchi concentrici.



- 1) immergere il pezzo di cotone che volete tingere (maglietta, canotta...) nella soluzione calda facendo attenzione a non scottarsi
- 2) successivamente il cotone viene lasciato all'aria per provocare lo sviluppo del colore blu, eventualmente usando anche il getto d'aria di un phon.
- 3) Quando il colore blu ha raggiunto una intensità stazionaria, lavare sotto acqua fredda corrente per più volte
- 4) poi asciugare all'aria.

Norme di sicurezza : usare camice, guanti ed occhiali di protezione per tutta la durata dell'esperienza in laboratorio; l'indaco non è tossico, ma macchia la pelle oltre agli abiti etc.

La soluzione di leucoindaco, maleodorante, va tenuta sotto cappa.

Pulizia del posto di lavoro :

Le soluzioni colorate e l'acetone usato per il lavaggio della vetreria devono essere smaltiti raccogliendoli negli appositi bidoni per scarti organici. L'indaco non utilizzato, filtri, carta macchiata vanno posti nei contenitori per solidi.

Osservazioni finali

Il colorante utilizzato in questa esperienza di tintura è un prodotto di sintesi, anche se l'indaco in origine si otteneva dalle piante. Il composto organico che viene impiegato nell'industria come precursore dei due coloranti visti è l'anilina : per questo motivo molti coloranti sintetici venivano chiamati come "colori all'anilina" : l'anilina è una molecola nè colorata nè , tantomeno, colorante : può però dare origine , attraverso numerose sequenze di reazioni, a moltissimi dei coloranti prodotti e venduti dall'industria chimica , che quindi possono essere chiamati "colori dell'anilina", ma potrebbero anche essere definiti colori del carbone , da cui si otteneva fino a mezzo secolo fa l'anilina, o colori del petrolio, che è oggi la materia prima fondamentale per ottenere nell'industria i prodotti organici.

Osservazioni:

Conclusioni: