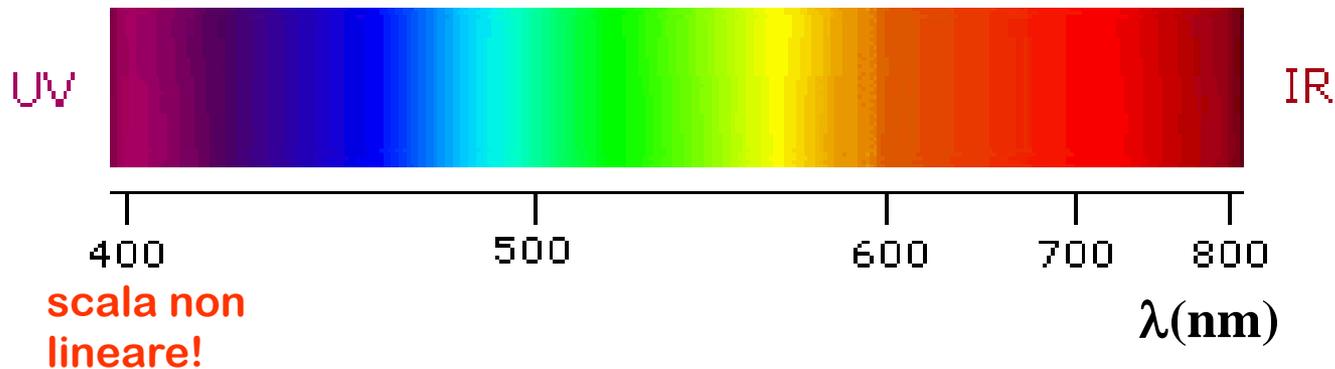
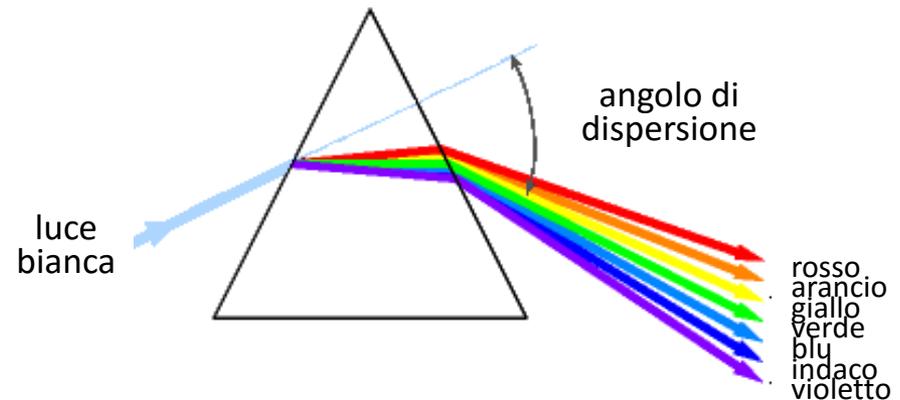


Colori e Coloranti

Introduzione

Colori

- Se la luce bianca viene dispersa da un prisma, il raggio che emerge risulta composto da differenti colori, ciascuno corrispondente ad una lunghezza d'onda.



Colore

- La visione del colore è la somma di vari processi:
 - fisico
 - chimico
 - fisiologico
 - psicologico

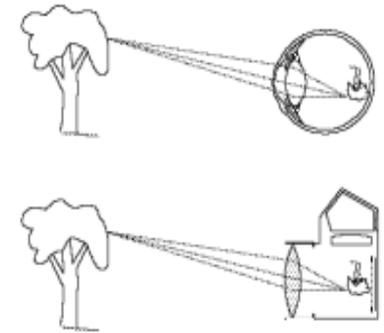
Rosso: sentiamo caldo, la pressione sanguigna sale, il battito cardiaco accelera...

Verde: ci sentiamo in equilibrio con noi stessi e il mondo esterno, siamo rilassati...

Blu: sentiamo freddo, la pressione sanguigna scende, il battito cardiaco rallenta, la muscolatura si rilassa...

L'occhio

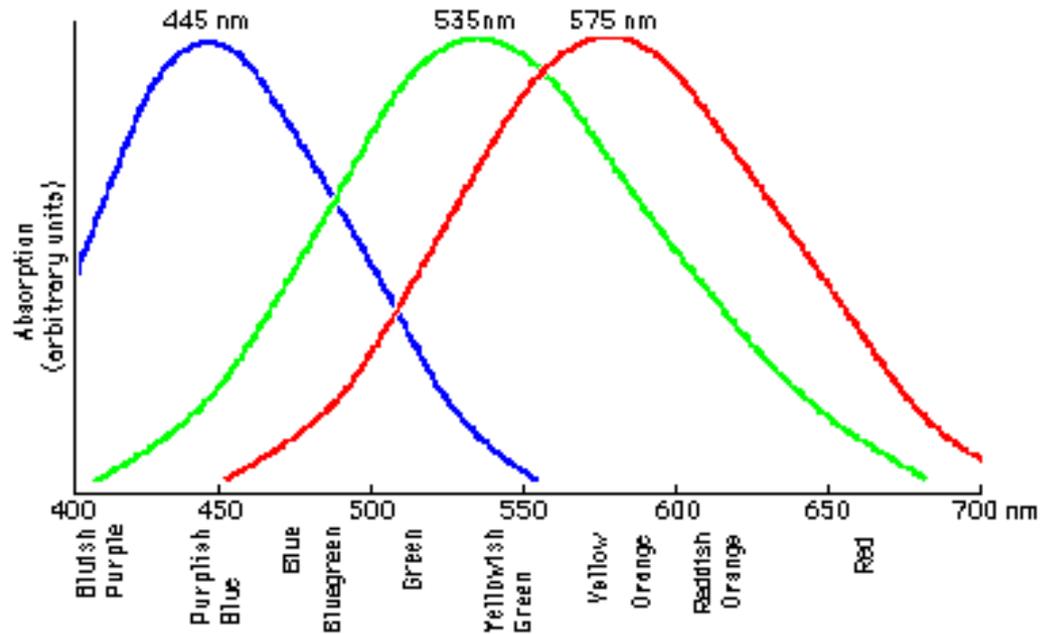
- L'occhio funziona come una camera oscura, il cui sistema ottico, costituito principalmente dal cristallino, proietta l'immagine sulla retina.



- La retina contiene due tipi di elementi sensibili:
 - Bastoncelli: rendono possibile la visione in bianco e nero e sono attivi anche con poca luce
 - Coni: sono di tre tipi, sensibili al verde, rosso e blu. Richiedono un livello di luminosità più alto.
 - Nei coni avvengono delle reazioni fotochimiche reversibili che producono segnali elettrici, diversi secondo il colore e l'intensità della luce, e che vengono trasmessi al cervello.

Teoria tricromatica

- Secondo tale teoria, i coni hanno la sensibilità massima nelle regioni dello spettro centrate a 445 nm, 535 nm e 575 nm.



- Le tre curve manifestano significative sovrapposizioni, e non sono ugualmente distanziate.

Vedere i colori

- In base a questa struttura dell'occhio umano, ogni colore percepito può essere visto come una combinazione di tre colori, rosso (R), verde (G) e blu (B), la cui definizione in termini di lunghezze d'onda è tuttavia soggettiva.
- Rosso (R), verde (G) e blu (B) sono detti *colori primari additivi*
- Il cervello percepisce i colori come una combinazione di questi tre segnali.

Rappresentazione del colore

- Nel 1931, la CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) ha proceduto ad una standardizzazione dei tre colori primari additivi, fissando i seguenti valori:
 $B = 435.8 \text{ nm}$, $G = 546.1 \text{ nm}$, $R = 700.0 \text{ nm}$
- Ogni colore può essere rappresentato da una *appropriata* miscela dei tre colori di base.
- Tuttavia, non è possibile generare *tutti* i colori dello spettro senza modificare *anche* le lunghezza d'onda e le intensità dei colori di base.

Le tre dimensioni del colore

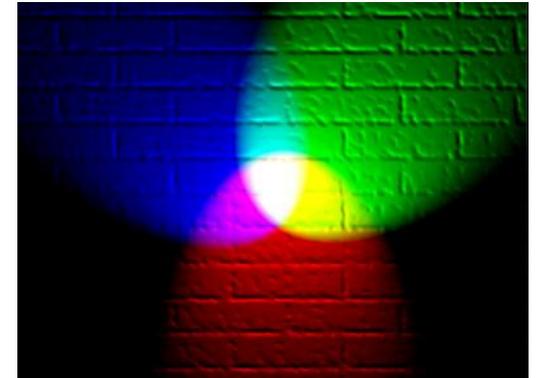
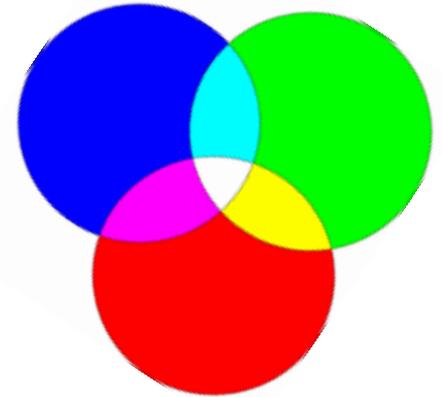
- La *tinta* è un attributo associato con la lunghezza d'onda *dominante* in una miscela di onde luminose.
 - Rappresenta pertanto quello che viene normalmente denominato il colore dominante di un oggetto.
- La *saturatione* è un attributo che si riferisce alla *purezza* del colore.
 - Saturazione nulla = colori acromatici (scala di grigi), saturazione massima = colore puro
- La *luminosità*, che dipende dalle condizioni di illuminazione.
 - l'occhio percepisce stimoli cromatici con uguali tinta e saturazione ma diversa luminosità

Colori additivi e sottrattivi

- È importante distinguere tra i colori *primari della luce* (RGB: Red-Green-Blue), di natura additiva, e i *colori primari dei coloranti e dei pigmenti*, che sono di natura sottrattiva.

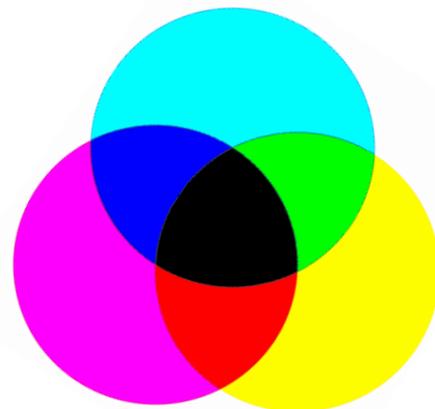
Colori additivi

- Il termine *primari* indica che luci dei tre colori RGB sommate in uguali proporzioni generano una luce bianca, mentre se sono miscelate tra loro a due a due creano altri colori, detti *secondari*.
 - magenta (M), miscela di rosso e blu,
 - ciano (C), miscela di verde e blu,
 - giallo (Y), miscela di rosso e verde.



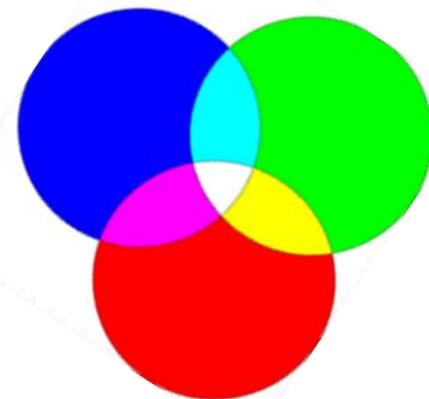
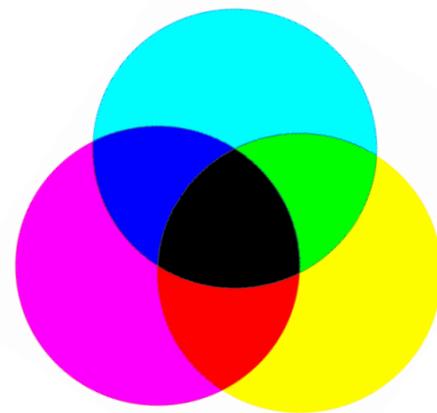
Colori sottrattivi

- La sintesi sottrattiva si applica ad esempio nella riproduzione dei colori tramite la stampa.
 - I pigmenti depositati sulla carta, colpiti dalla luce bianca, ne assorbono (sottraggono) un primario della luce e riflettono (trasmettono) gli altri due.
- I colori primari della sintesi sottrattiva sono i colori secondari della sintesi additiva, ossia ciano, magenta e giallo.
- Il risultato della totale sottrazione dei colori al pigmento quindi va a creare il nero



Colori sottrattivi

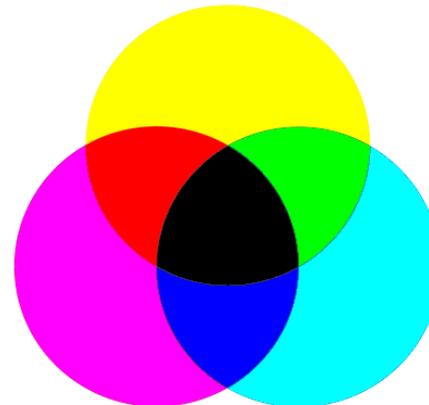
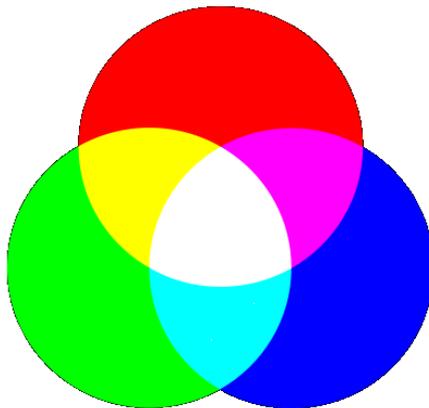
- Ad esempio se si mescola un colorante che appare giallo perché assorbe la banda del blu (e quindi riflette il rosso e il verde) con uno che appare magenta perché assorbe la banda del verde e (quindi riflette il rosso e il blu), la miscela appare rossa
- Il risultato della totale sottrazione dei colori al pigmento quindi va a creare il nero



Colori additivi e sottrattivi

- Pertanto:

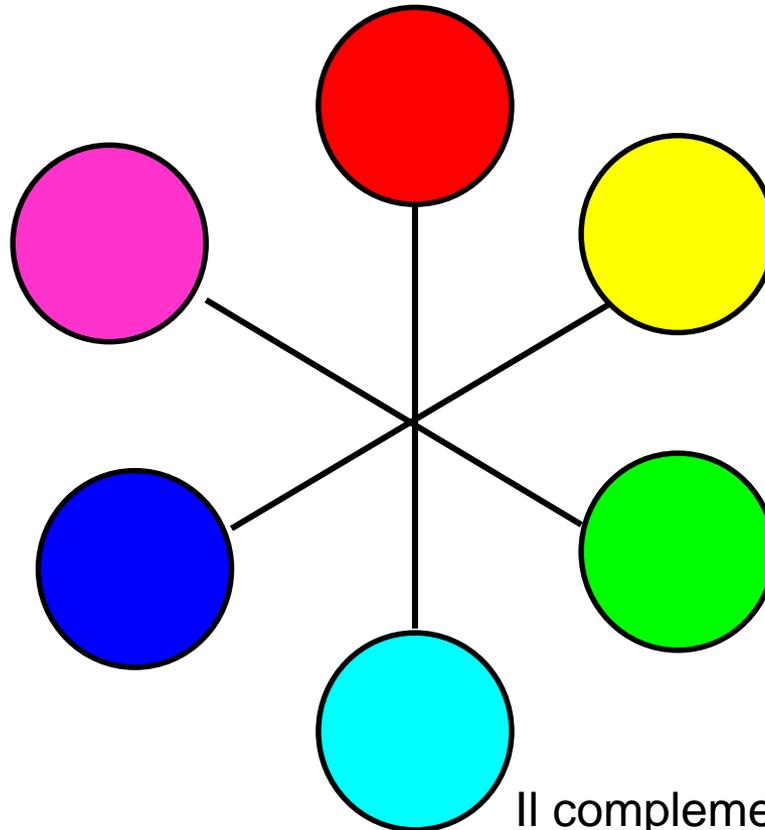
- I *primari delle luci* sono il rosso, il blu ed il verde
- I *secondari delle luci* sono il magenta, il ciano ed il giallo
- I *primari dei pigmenti* sono il magenta, il ciano ed il giallo,
- I *secondari dei pigmenti* sono il rosso, il verde e il blu.



Colori complementari

la somma di due colori complementari dà la luce bianca

- Ogni colore primario ha un complementare, dato dalla somma degli altri due primari.



Il complementare del giallo è il **blu** (magenta + ciano)

Il complementare del rosso è il **ciano** (blu+verde)

Colori e Colori Complementari

λ , nm	Colore	Colore complementare
400 - 430	Violetto	Verde giallastro
430 - 480	Blu	Giallo
480 - 490	Indaco	Arancio
490 - 510	Verde bluastrò	Rosso
510 - 530	Ciano, blu-verdastro	Porpora
530 - 570	Verde giallastro	Violetto
570 - 580	Giallo	Blu
580 - 600	Arancio	Indaco
600 - 780	Rosso	Verde bluastrò

Colore di un composto

- Il colore di un composto dipende dalla lunghezza d'onda che assorbe.
- Se non assorbe nessuna lunghezza d'onda della luce visibile, il composto sarà incolore.
- Se il composto assorbe *una* lunghezza d'onda, avrà il colore complementare della luce assorbita.

Concetti base del colore

- Colori *acromatici*:
 - Bianco (completa diffusa riflessione)
 - Nero (completo assorbimento)
 - Grigio (assorbimento di una frazione di luce quasi costante lungo il range 400-700 nm).

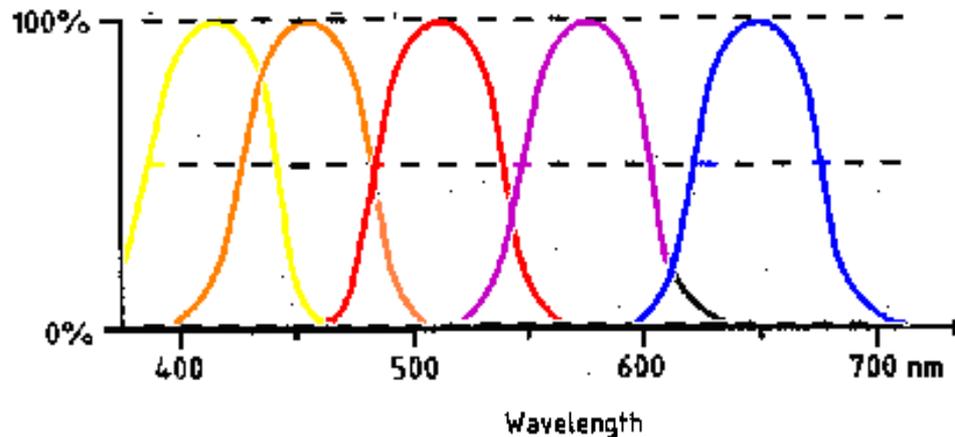
Concetti base del colore

- I colori *cromatici* mostrano bande di assorbimento nella regione 400-700 nm.

Assorbimento **Colore apparente di solidi**

- 400-430 nm **Giallo**
- 430-480 nm **Arancio**
- 480-550 nm **Rosso**
- 550-600 nm **Violetto**
- 600-700 nm **Blu**

I solidi che appaiono verdi hanno due massimi di assorbimento: 400-450 nm e 580-700 nm



Concetti base del colore

- La percezione del colore dipende da:
 - posizione del massimo di assorbimento
 - intensità dell'assorbimento
 - forma della curva
- Più stretta è la forma, più *puro* è il colore
- Maggiore è l'intensità, più *brillante* è il colore.
 - Dall'intensità (coefficiente di estinzione molare) dipende la quantità di colore applicato (⇒ costi, alterazione proprietà fisiche)

Centri del colore nei coloranti organici

- Cromoforo — “portatore di colore”, parte strutturale della molecola colorata che è responsabile del suo colore
 - Sistemi di doppi legami coniugati
 - Anelli aromatici
 - Gruppi azo
 - Gruppi carbonili
 - Anelli chinonici

Auxocromi

- Gruppi che “aumentano il colore”
- Gruppi funzionali con elettroni di non-legame che agiscono donando la coppia non condivisa a un cromoforo rafforzando il colore e il tono



Struttura delle Molecole e Colore

- L'assorbimento di luce nel visibile da parte del cromoforo comporta una transizione di un *elettrone* da un livello occupato ad un livello vuoto.
- Vale la *relazione di Planck*

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = hc\bar{\nu}$$

E = energia

h = costante di Planck

ν = frequenza s^{-1}

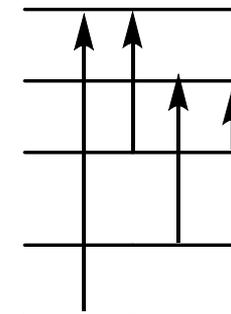
λ = lunghezza d'onda

c = velocità della luce (3×10^8 m/s)

$\bar{\nu} = 1/\lambda$ numero d'onda

$\nu\lambda = c$

Energia ↑



LUMO
lowest unoccupied molecular orbital

σ^*

π^*

n **HOMO**
highest occupied molecular orbital

π

σ

$\sigma \rightarrow \sigma^*$

$\pi \rightarrow \pi^*$

$n \rightarrow \sigma^*$

$n \rightarrow \pi^*$

Coniugazione

- Se si parla di luce visibile, il *cromoforo* dovrà essere un sistema a coniugazione estesa.
- In un composto con doppi legami C=C coniugati (poliene) il loro numero deve essere almeno 8 affinché possa assorbire nel visibile, ossia sia colorato.

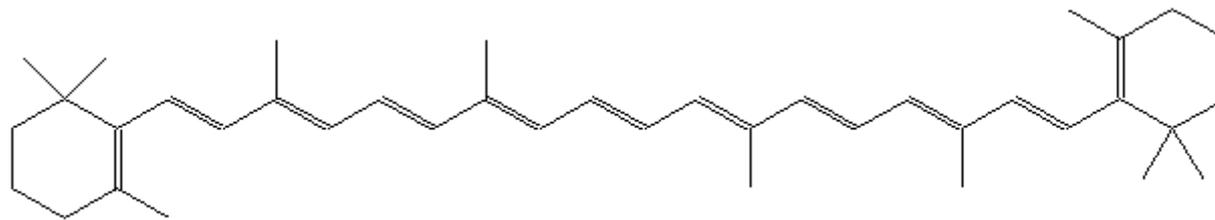
UV, non ancora visibile



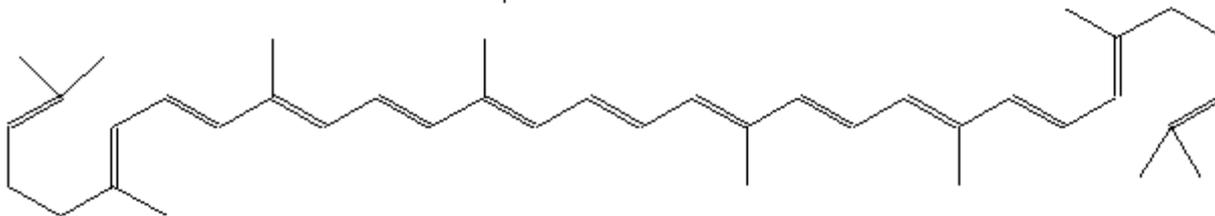
(CH=CH) _n	
n	λ, nm
1	180
2	217
3	268
4	310
5	335

Coniugazione Estesa

- Tuttavia se la catena di doppi legami è lunga abbastanza, la molecola è colorata.
- Il colore delle carote e dei pomodori deriva dai *carotenoidi*, che posseggono tali cromofori.



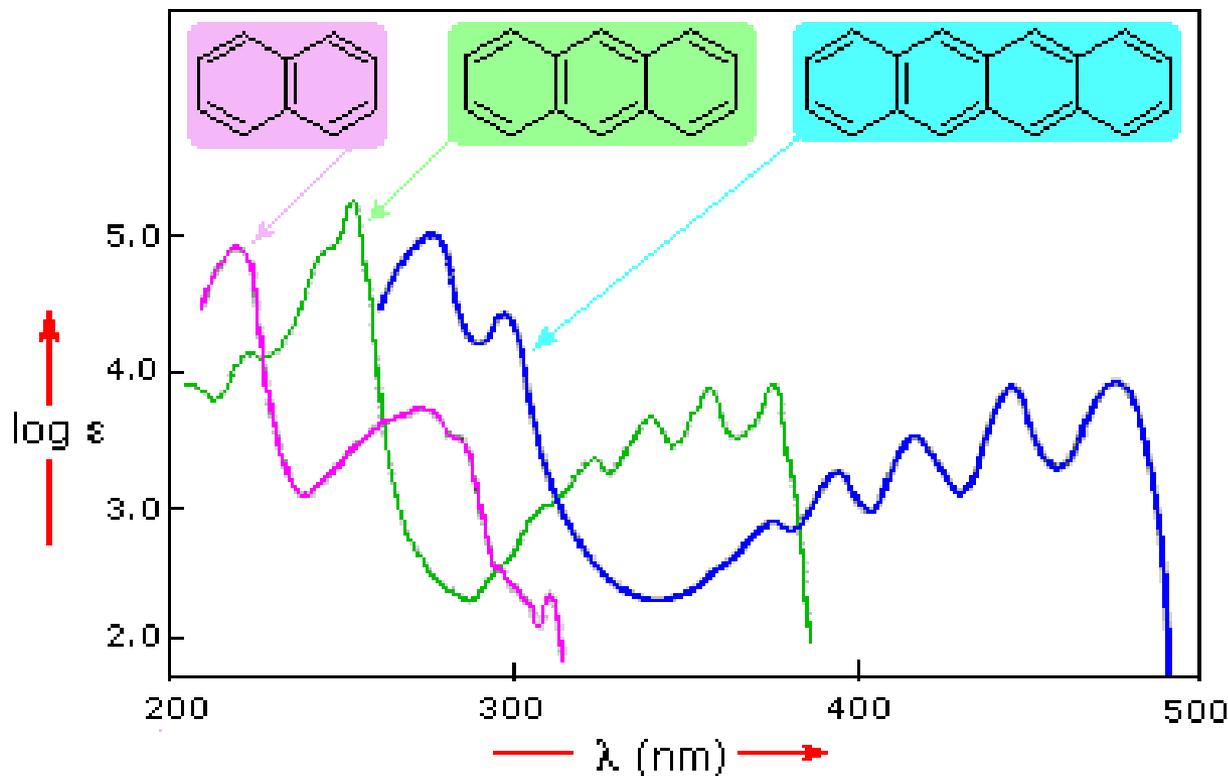
β -carotene



lycopene

Coniugazione Estesa

- Allo stesso modo, sebbene il benzene non sia colorato, i composti con anelli fusi assorbono a λ sempre maggiori.



COLORANTI E SOLIDITA' DEI COLORI

- Il desiderio di produrre tessuti colorati è antico almeno come l'arte della filatura e della tessitura.
- Nel corso dei secoli si è fatto ricorso ai **coloranti naturali** di origine vegetale, animale o minerale. Solo nel XIX secolo sono stati messi a punto i **coloranti sintetici**, che attualmente hanno quasi completamente sostituito quelli naturali.
- Non tutti i coloranti sono adatti in uguale misura per tutte le fibre tessili, perché il legame fisico o chimico del colorante con la fibra dipende dalla composizione chimica e dalla struttura fisica della fibra stessa. Per i diversi tipi di fibre sono disponibili diversi tipi di coloranti, in innumerevoli tonalità e con i più svariati gradi di solidità dei colori.
- Per **solidità del colore** si intende la resistenza della colorazione alla luce, al sudore, al lavaggio in acqua, allo sfregamento, alla smacchiatura con solventi.

Coloranti/Pigmenti

- I *coloranti* sono sostanze colorate solubili.
 - Essi danno il proprio colore ad un materiale (stoffa, pelle, carta, capelli,...) venendo applicati da un liquido nel quale sono solubili.
 - *I coloranti devono possedere una specifica affinità per il materiale.*
- I *pigmenti* sono sostanze colorate, disperse in un mezzo trasparente, nel quale sono insolubili, e che serve a legarle alla superficie del supporto.

Classificazioni dei coloranti

- Coloranti – Pigmenti
- Naturali – Sintetici
- Inorganici – Organici
- Secondo il metodo di tintura
 - anionici (fibre proteiche)
 - diretti (cellulosa)
 - dispersi (fibre poliammidiche)

Malachite $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ idrossido carbonato rameico

Azzurite $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$

Cinabro HgS solfuro di mercurio

Blu di Prussia Il blu di Prussia è stato descritto con 2 forme: la solubile, $\text{KFe(II)[Fe(III)(CN)}_6]$ e la forma insolubile, $\text{Fe(III)}_4[\text{Fe(II)(CN)}_6]_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Blu cobalto alluminato di cobalto

Ossido di cromo Cr_2O_3 verde

Ossido di cromo giallo PbCrO_4 - PbO 69%,
 CrO_3 31%

Proprietà ideali dei pigmenti

- Resistente alla luce — non scolora
- Chimicamente inerte — resiste alla ossidazione
- Il più possibile insolubile — resiste alle perdite
- Buon potere colorante
- Particelle uniformi che possano essere facilmente disperse in un legante
- Alta opacità (impenetrabile della luce visibile)

Coloranti

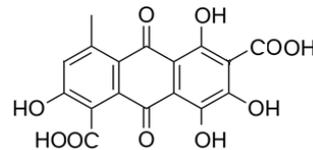
- Sono dispersi omogeneamente nel mezzo da colorare
- Di solito solubili in acqua
- Composti organici naturali o sintetici
- Classificati per:
 - 1. Metodo di applicazione
 - 2. Struttura chimica

Proprietà ideali di un colorante

- Resistente alla luce — non scolora
- Chimicamente inerte — resiste alla ossidazione
- Il più possibile solubile — per poter essere applicato
- Buon potere colorante
- Colore solido — resiste al lavaggio delle fibre

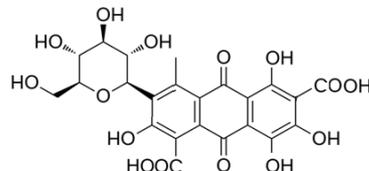
Coloranti Naturali

Fonti di coloranti naturali – Insetti

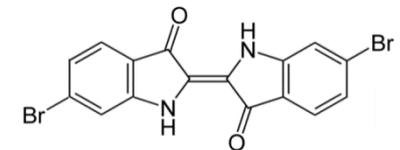


- **Kermes** — il più antico colorante in Europa
70,000 coleotteri della quercia femmine producono ½ kg di colorante
- **Cocciniglia** — Messico e America Centrale
Cocciniglia del cactus (E120)

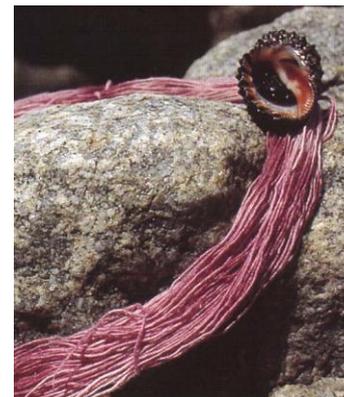
Acido carminico



- **Porpora di Tiro**
— 9000 molluschi del genere *Murex brandaris* producono 1 g di colorante
- Usato prima dell'ottavo secolo A.C. per tingere lana e seta



6,6'-dibromoindigo



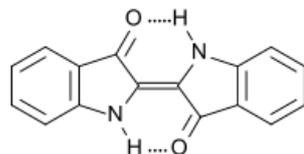
Fonti di coloranti naturali – Piante

- **Indaco** — usato dal 2000 A.C.

Estratto da *Indigofera*

tinctoria (India, Africa Tropicale, Antille e Brasile)

“Blu marino” dei marinai inglesi, Blue jeans



- **Guado, *Isatis tinctoria*** (indaco dei poveri) Famiglia della mostarda, cresce nei climi temperati; l'indaco è contenuto nelle foglie
- **Indaco** capostipite degli indigoidi

Fonti di coloranti naturali – Piante

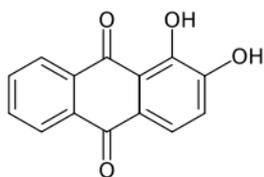


- **Robbia** — “Rosso turco”
 - Radice della pianta di robbia, *Rubia tinctorum*, che cresce in Europa e Asia
 - Preparata come un “lake” con $\text{Al}(\text{OH})_3$
 - Colore delle “Giubbe Rosse” inglesi



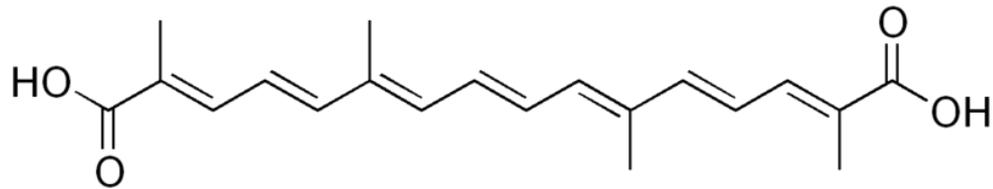
Rubia tinctorum
1-2% di alizarina

- Alizarina
- Alizarina sintetica preparata nel 1875

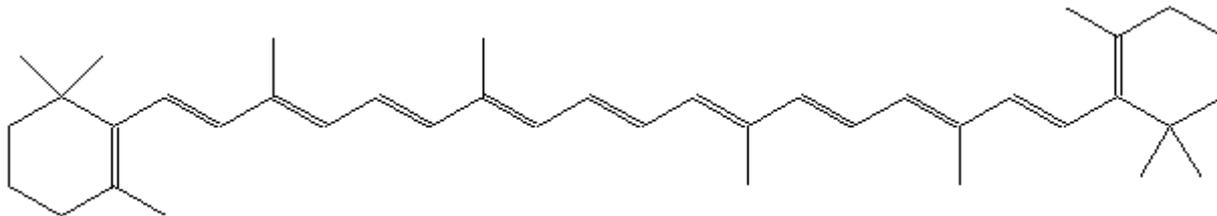


Coloranti polienici

- Sono i coloranti più semplici



crocetina, zafferano

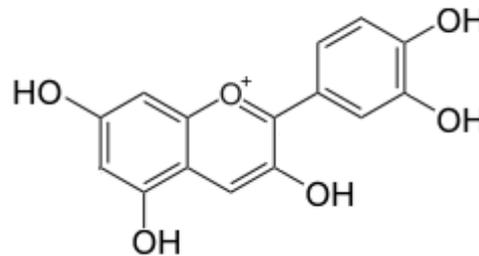


β -carotene

- La produzione totale di carotenoidi cresce di 140 milioni di tonn all'anno.

Antocianine

- Responsabile del colore rosso delle rose (a linfa acida) e blu del fiordaliso (a linfa alcalina) è una *antocianidina*.



Cianidina

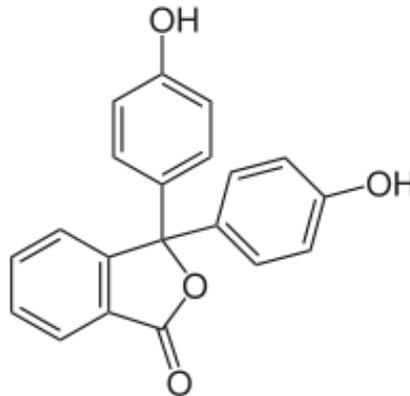


- Un comportamento simile si osserva nei fiori di ipomea, blu intenso al mattino, viola o rosa alla sera, quando il fiore appassisce e diventa acido.



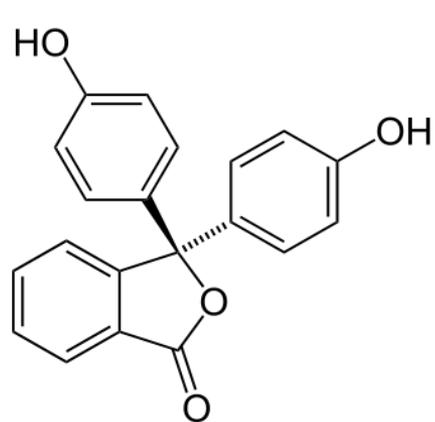
Ftaleine

- La più nota è la fenolftaleina (sintetica), comune indicatore di pH usato nelle titolazioni acido-base.

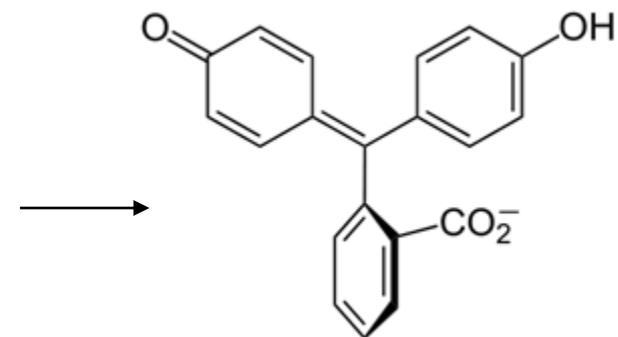
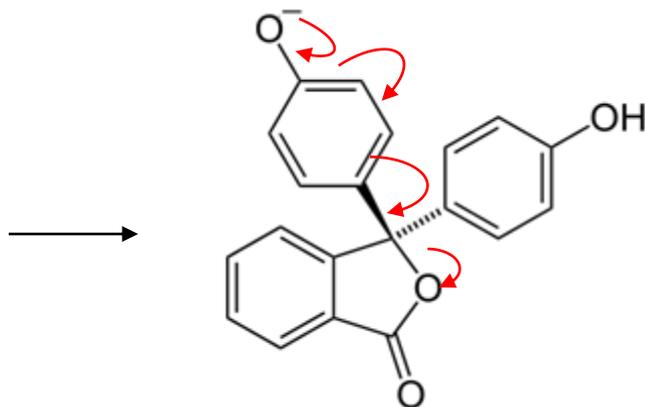


- La forma lattonica, presente in ambiente acido, è incolore, mentre in ambiente basico si forma un dianione di colore rosso violetto. In soluzione fortemente basica la fenolftaleina ridiventa incolore.

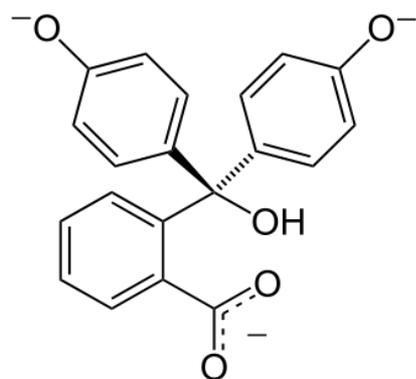
Fenolftaleina e pH



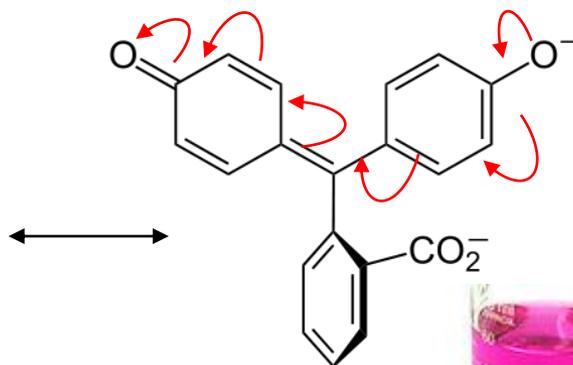
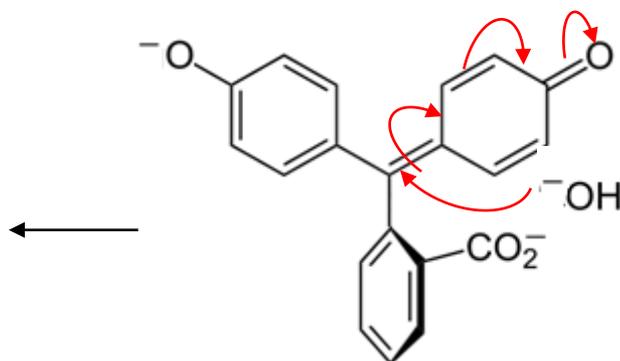
incolore
pH 0-8.2



\downarrow ^-OH



incolore
pH >12



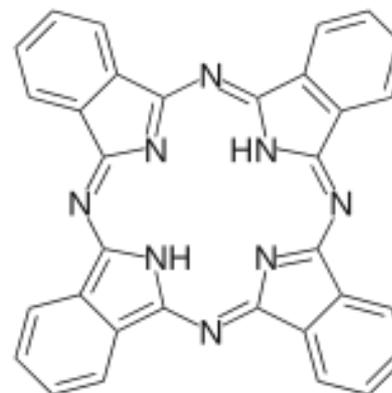
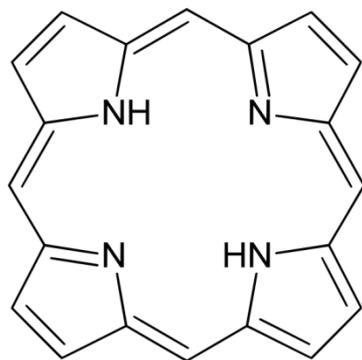
rosso
pH 8.2-12



Ftalocianine

- Contengono l'anello porfirinico, caratterizzato da una struttura a 4 anelli pirrolici legati tra loro con ponti metinici.

Anello porfirinico

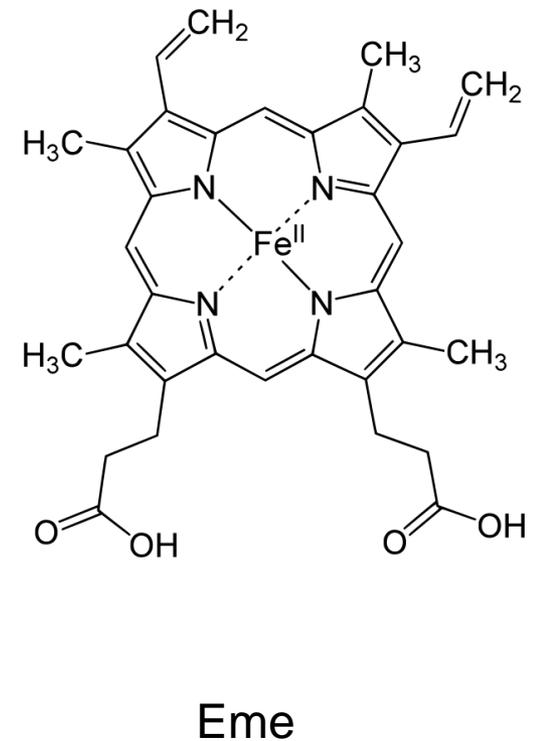
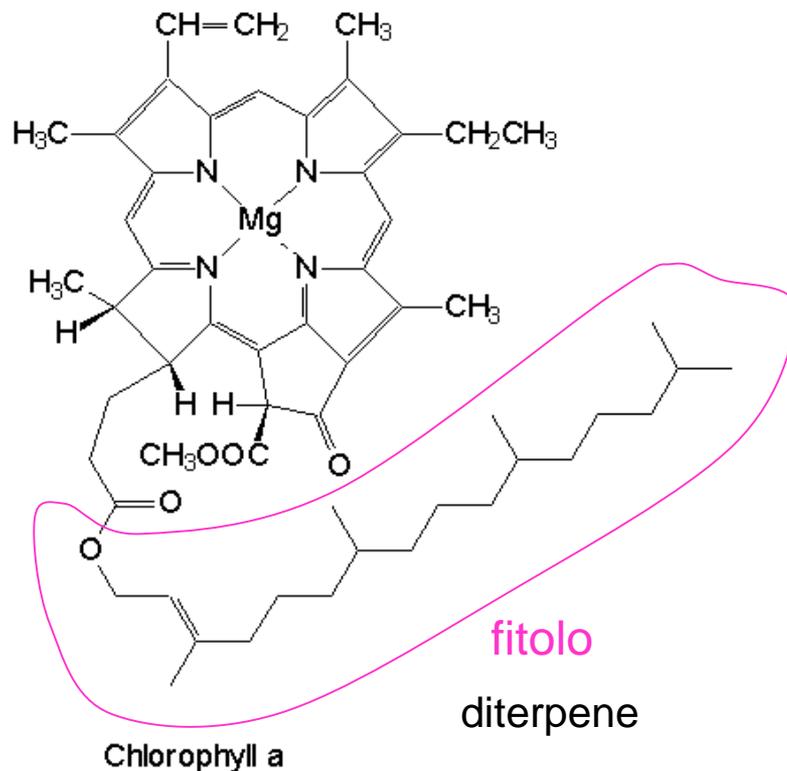


Ftalocianine

- Il colore verde-blu deriva loro dalla estesa coniugazione degli anelli pirrolici disposti in ciclo.
- Anelli isoindolici

Porfirine

- Biologicamente importanti sono le clorofille (verdi) e l'eme (rosso), pigmento della emoglobina.

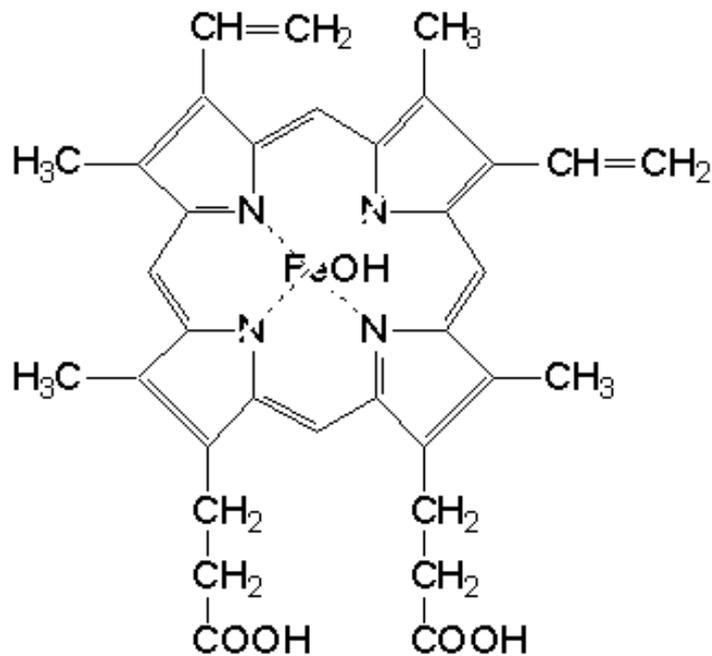


Emoglobina

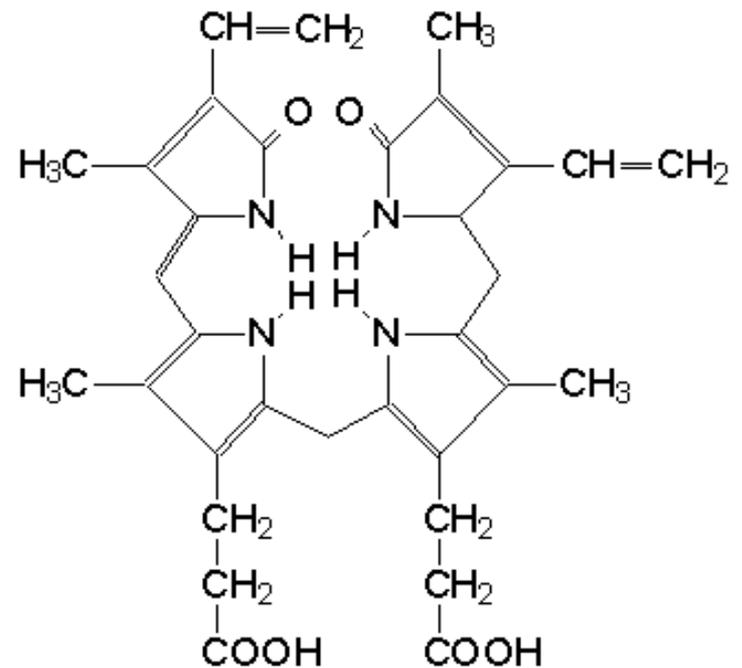
- Il colore dell'eme dipende dallo stato di ossidazione del Fe e dalla natura degli altri leganti.
 - Nell'emoglobina (eme legato alla globina, una proteina) il ferro è Fe^{2+} e c'è acqua o ossigeno come legante assiale.
 - Con l'acqua come legante l'emoglobina è porpora
 - con l'ossigeno è rossa,
 - con CO è rosso brillante,
 - con NO (da nitrito) è rosa brillante
 - Con Fe^{3+} e ossigeno come legante è bruna.

Emoglobina & Bilirubina

- L'eme si degrada nel corpo umano in bilirubina (anello aperto), gialla e velenosa.



Heme

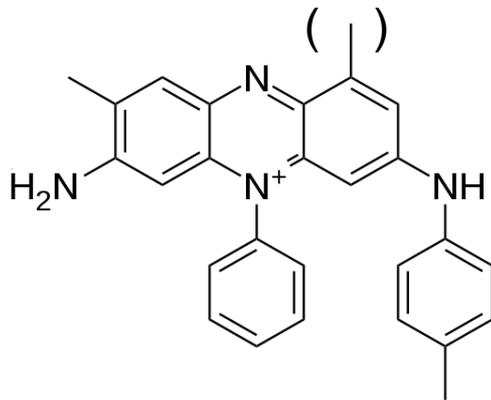


Bilirubin

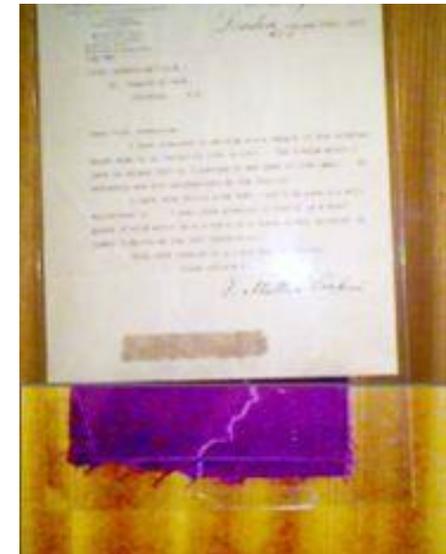
Coloranti Sintetici

Coloranti sintetici

- Il primo colorante sintetico: mauveina (porpora di anilina), trovato da William Henry Perkin, 1856, mentre cercava di fare la chinina, un antimalarico.



Mauveine A – senza Me
B – con Me



Un campione di seta tinta con mauveina
allegata in una lettera del figlio di Perkin

Industria dei coloranti

- La produzione attuale di coloranti viene stimata in ca. 950 000 tonn/y.
- Circa 10000 coloranti sono stati o sono prodotti su scala industriale.
 - 54% coloranti tessuti.
 - 15% altri materiali come pelle, carta, etc.
 - 25% pigmenti organici.
 - 6% fluorescent brightners e coloranti per altre applicazioni.

Produzione di coloranti

- Le compagnie principali sono:
 - Bayer
 - Ciba-Geigy (Novartis)
 - ICI
 - Sandoz (Novartis)
 - BASF
 - Hoechst (Aventis)
 - Mitsubishi, Sumitomo, Nippon Kagaku, etc.

Produzione di coloranti

- Patent

- 48% Giappone
- 37% Europa

➤ Il 73% dei Patent giapponesi sono per applicazioni non convenzionali: fotografia e simili, laser, display a cristalli liquidi, inchiostri per stampanti, etc.

Colour Index, Indice dei colori

- Elenca tutti i coloranti e pigmenti usati commercialmente su larga scala:
 - tinture per fibre tessili
 - pigmenti per plastiche
 - pitture
 - inchiostri per stampa
 - tinture per liquidi
 - ecc.

Colour Index

- Parte I: coloranti (nome generico):
 - acidi
 - mordenti
 - dispersi
 - coloranti naturali e pigmenti
 - alimenti
 - pelli
 - diretti
 - zolfo
 - Vat (da tino)
 - reattivi
 - azoici
 - basi di ossidazione
 - optical brightners

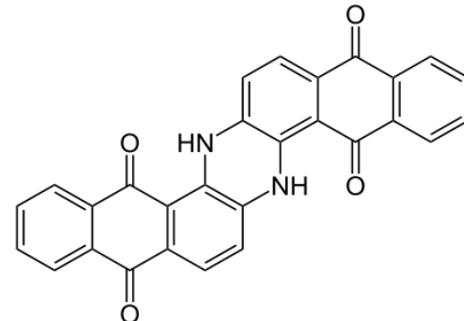
**ogni gruppo è
diviso a sua
volta nei colori:
giallo, arancio,
rosso, viola,
blu, verde,
marrone, nero**

Colour Index

- Parte 2:
 - formula strutturale
 - metodi di sintesi
 - bibliografia
- Parte 3:
 - abbreviazioni di fabbricazione
 - nome generico
 - nome commerciale

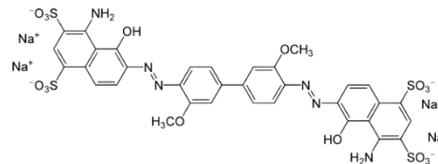
Colour Index

- Ogni colorante o pigmento possiede due riferimenti (a) aspetti coloristici, (b) classificazione chimica.
 - (a) si riferisce all'area di applicazione e al metodo di colorazione.
 - Es. C.I. Vat Blue 4 per la molecola indantrone
 - (b) C.I. 69800 per indantrone
 - Vi è anche un elenco dei nomi commerciali: per l'indantrone ve ne sono 35.



Agent Name
CAS Number
Formula
Major Category

C.I. Direct Blue 1
2610-05-1
C34-H28-N6-O16-S4.4Na
Dyes



Synonyms

1,3-Naphthalenedisulfonic acid, 6,6'-((3,3'-dimethoxy(1,1'-biphenyl)-4,4'-diyl)bis(azo))bis(4-amino-5-hydroxy-, tetrasodium salt; 6,8-Naphthalenedisulfonic acid, 3,3'-((3,3'-dimethoxy-4,4'-biphenylene)bis(azo))bis(5-amino-4-hydroxy-, tetrasodium salt; Airedale Blue FFD; Amanil Sky Blue 6B; Amanil Sky Blue FF; Atlantic Resin Fast Blue; Atlantic Resin Fast Blue LLGG; Atlantic Sky Blue 6B; Atlantic Sky Blue FF; Atul Direct Sky Blue FB; Azine Brilliant Blue 6B; Azocard Blue 6B; Belamine Sky Blue FF; Benzanil Sky Blue FF; Benzanil Supra Blue 2GN; Benzo Brilliant Blue 6BS; Brasilamina Sky Blue 6B; Brilliant Benzo Blue 6BA-CF; C.I. 24410; C.I. Direct Blue 1, tetrasodium salt; CI Direct Blue 1; Calcodur Blue 6GFL; Calcodur Resin Fast Blue; Calcodur Resin Fast Blue 6G; Calcomine Sky Blue FF; Chicago Blue 6B; Chicago Sky Blue; Chicago Sky Blue 6B; Chloramine Sky Blue FF; Chlorantine Fast Blue B5GL; Chlorazol Sky Blue FF; Chrome Leather Sky Blue; Chrome Leather Sky Blue GS; Cresotine Blue 6B; Diacotton Sky Blue 6B; Diaphtamine Blue BS; Diazine Sky Blue FF; Diazol Pure Blue 6B; Diphenyl Brilliant Blue FF; Direct Blue 1; Direct Blue 6B; Direct Blue 6BS; Direct Blue FF; Direct Blue FFN; Direct Bright Blue; Direct Brilliant Blue FF; Direct Brilliant Blue MFF; Direct Brilliant Sky Blue 6B; Direct Pure Blue 6B; Direct Pure Blue FF; Direct Pure Sky Blue; Direct Sky Blue 6B; Direct Sky Blue 6BS; Direct Sky Blue FF; Direct Sky Blue GS; Direct Sky Blue Green Shade; Enianil Brilliant Blue FF; Fastisol Brilliant Blue L8GU; Fenamin Sky Blue 3F; Fixanol Sky Blue FF; Hispamin Sky Blue 6B; Ink Blue 6B; Japanol Brilliant Blue 6BKX; Kayaku Direct Sky Blue 6B; Lumicrease Blue 4GL; Lumicrease Sky Blue 6GUL; Mitsui Direct Brilliant Blue 6B; Modr Prima 1 [Czech]; Naphtamine Sky Blue DD; Niagara Sky Blue 6B; NSB 6B; Nyanza Sky Blue 6B; Paper Blue 6B; Paramine Sky Blue FF; Phenamine Brilliant Blue 6B; Pheno Sky Blue 6BX; Pontamine Blue; Pontamine Sky Blue; Pontamine Sky Blue 6BX; Pontamine Sky Blue 6BX Greenish; Pontamine Sky Blue 6X; Pontamine Sky Blue 6x; Pure Blue; Pure Sky Blue 6B; Pyrazol Blue 2F; Pyrazol Fast Brilliant Blue VP; Shikiso Direct Sky Blue 6B; Sirius Supra Blue 4G; Sky Blue 6B; Sky Blue FF; Solar Blue 4GL; Tertrodirect Blue FF; Vegentine Blue CSW; Vondacel Blue FF; [ChemIDplus]

Category
Description
Sources/Uses
Comments

Azo Dyes
Blue solid; [HSDB] Bright greenish-blue or dark blue solid; [CAMEO] Blue powder; [MSDSonline]
Used in dyes (cotton, cellulose, nylon, leather, and paper), aqueous writing inks, and biological stains; Also used to make lakes for pigments; [HSDB]
One of the azo dyes metabolized to o-dianisidine--reasonably anticipated to be a human carcinogen; [NTP] An irritant; Reproductive effects in high-dose animal experiments; [MSDSonline]

Adverse Effects
NTP Carcinogen
Links to Other NLM Databases

Anticipated Human Carcinogen

Health Studies

Human Health Effects from Hazardous Substances Data Bank:
[•C.I. DIRECT BLUE 1](#)

Toxicity Information

Chemical Information

[Search ChemIDplus](#)

Related Information in HazMap

Industrial Processes with risk of exposure:

Processes

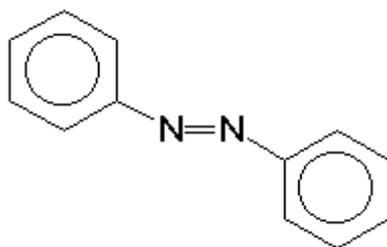
- [Leather Tanning and Processing](#)
- [Pulp and Paper Processing](#)
- [Textiles \(Printing, Dyeing, or Finishing\)](#)

Alcune classi di Coloranti

Classe chimica	Gruppo Funzionale	Caratterizzazione generale	Principali applicazioni
Azo	-N=N-	Tutti i toni ma principalmente dal giallo al rosso	Moltissime tranne coloranti da tino
Carbonili	C=O	Tutti i toni ma principalmente blu	Moltissime
Ftalocianine	Complessi metallici di eterociclici a 16 termini	Solo blu e verde	Importantissimi per i pigmenti
Triarilmetano	Carbonio terziario	Tutti i toni ma principalmente rossi e blu	Coloranti cationici e pigmenti
Coloranti dello zolfo	Specie polimeriche complesse contenenti S	Principalmente neri e marrone	Molte
Coloranti metinici	-CH=	Tutti i toni ma principalmente gialli	Dispersi, cationici
Nitro	-NO ₂	Principalmente gialli	Dispersi, coloranti per capelli
Inorganici	Ampio range di tipi diversi	Tutti i toni di bianco e metallico	Esclusivamente pigmenti

Coloranti Azoici

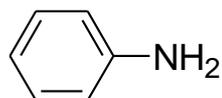
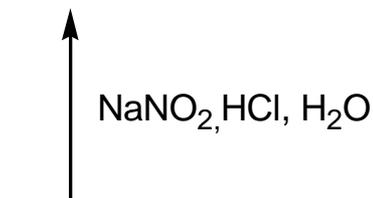
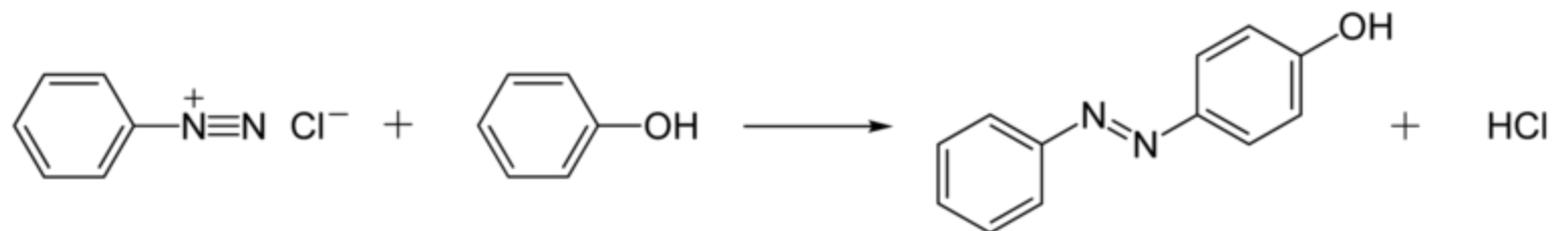
- I coloranti prodotti dall'industria chimica hanno spesso come base il cromoforo **azo**.
- Di solito i coloranti azoici sono legati ad anelli aromatici come benzene o naftalene, ma anche a eteroaromatici.
- *In natura non esistono coloranti azoici.*



azobenzene

Coloranti Azoici

- Si ottengono tramite reazioni di diazocopulazione tra un sale di diazonio, Ar-N_2^+ , e un fenolo o un'anilina (sostituzione elettrofila aromatica).

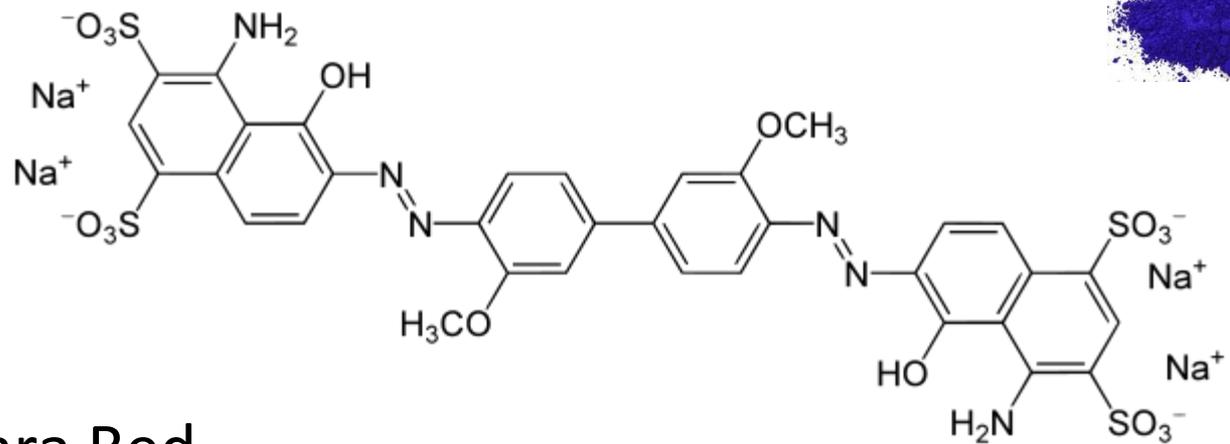


nitrosazione di
ammine aromatiche
primarie

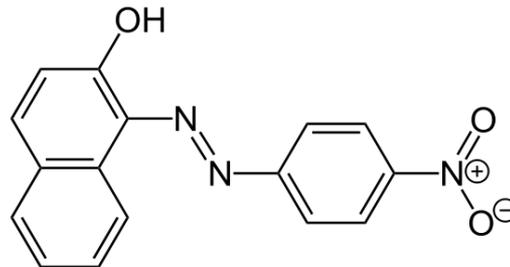
Coloranti Azoici

- Esempi

- diretto blu 1



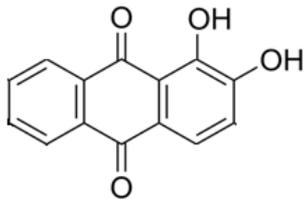
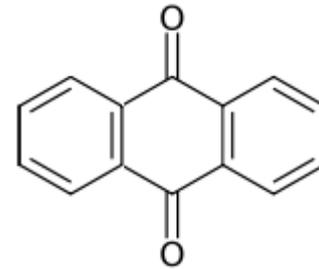
- Para Red



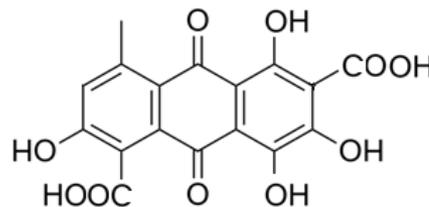
Coloranti Carbonile

- Coloranti antrachinonici

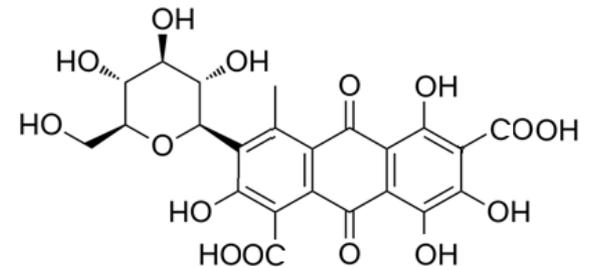
- Contengono gruppi C=O e anelli aromatici multipli



Alizarina
Pianta di robbia

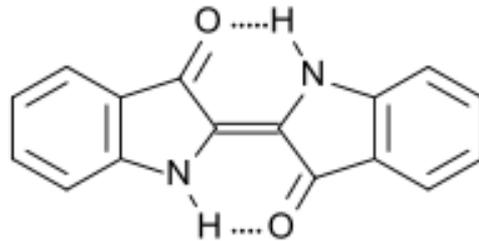


Kermes
Coleottero della quercia



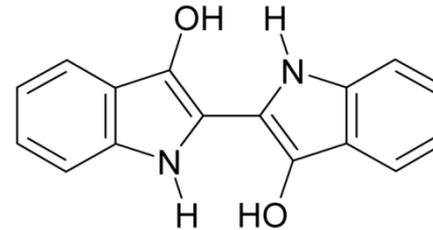
Cochineale
Acido carminico

Coloranti Carbonile

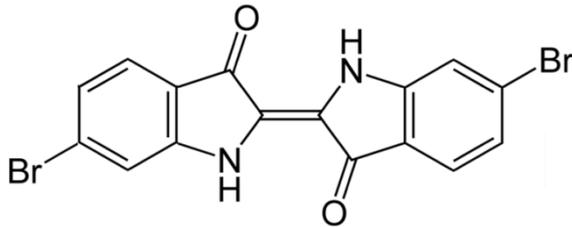


indaco

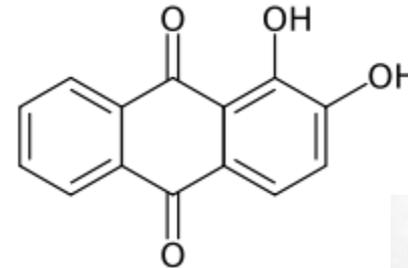
riducente



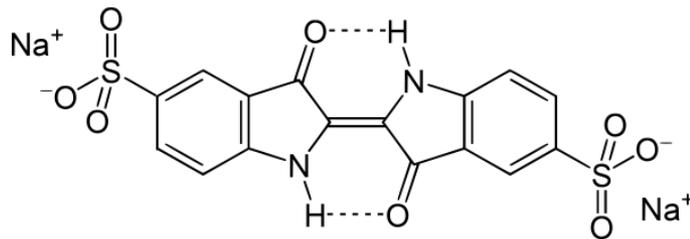
Leuco-indaco



Porpora di Tiro



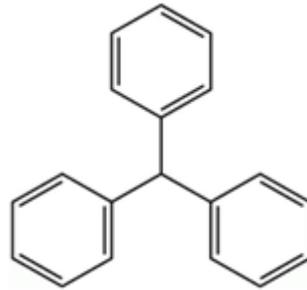
Alizarina (1,2-diidrossiantrachinone)
Turkey Red



Indaco carminio (solubile in acqua)
(giallo – rosso – verde dipendentemente dal pH)

Coloranti Triarilmetano

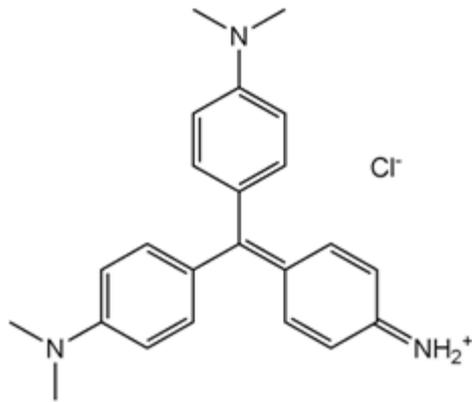
- Hanno come nucleo base il triarilmetano



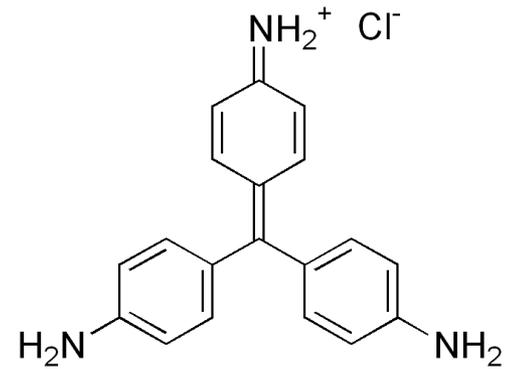
➤ Coloranti

- viola metile
 - Fucsina
 - Fenolici
 - Verde malachite
- Sono usati come coloranti per inchiostri

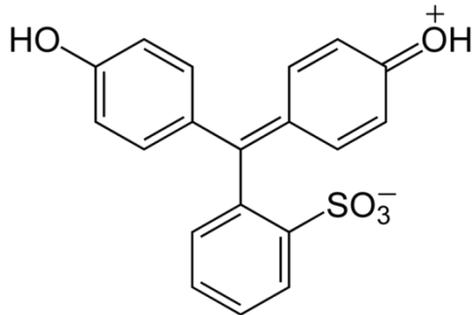
Coloranti Triarilmetano



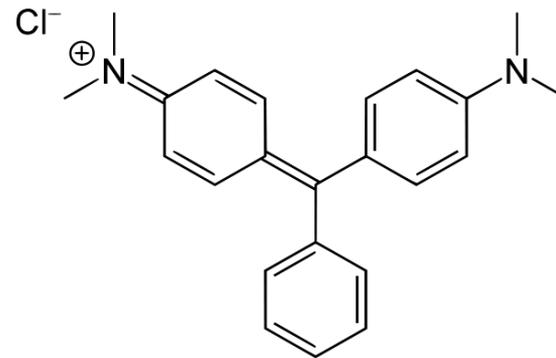
Metil violetto 2B



Fucsina



Rosso fenolo



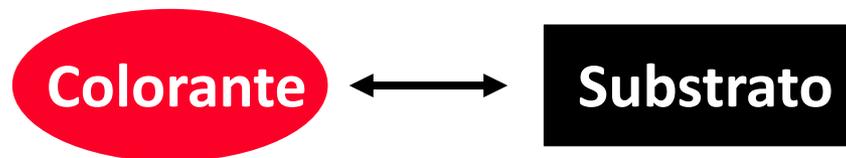
Verde malachite

Metodi di applicazione

Gruppo	Applicazione
Diretti	Cotone, fibre cellulosiche e miste
Da tino	Cotone, fibre cellulosiche e miste
Contenenti S	Cotone, fibre cellulosiche
Pigmenti organici	Cotone, fibre e cellulosiche e miste, carta
Reattivi	fibre cellulosiche e tessuti
Dispersi	Fibre sintetiche
Acidi	lana, seta, fibre sintetiche, pelle
Azoici	Inchiostri da stampa e pigmenti
Basici	seta, lana, cotone
Di ossidazione	capelli
Mordenti	fibre cellulosiche e tessuti, seta, lana
Fluorescent Brighteners	Fibre sintetiche, pelle, cotone, manufatti per lo sport
In solvente	Inchiostri, cere, oli

Metodi di applicazione

- Per agire come un colorante, una molecola colorata deve legarsi alla fibra.
- Ciò significa che per fibre diverse sono necessari coloranti di natura chimica diversa.
- Colorante e substrato possono reagire attraverso:
 - Forze ioniche (carica + e -)
 - Legame idrogeno
 - Forze di dispersione di London
 - Legami covalenti

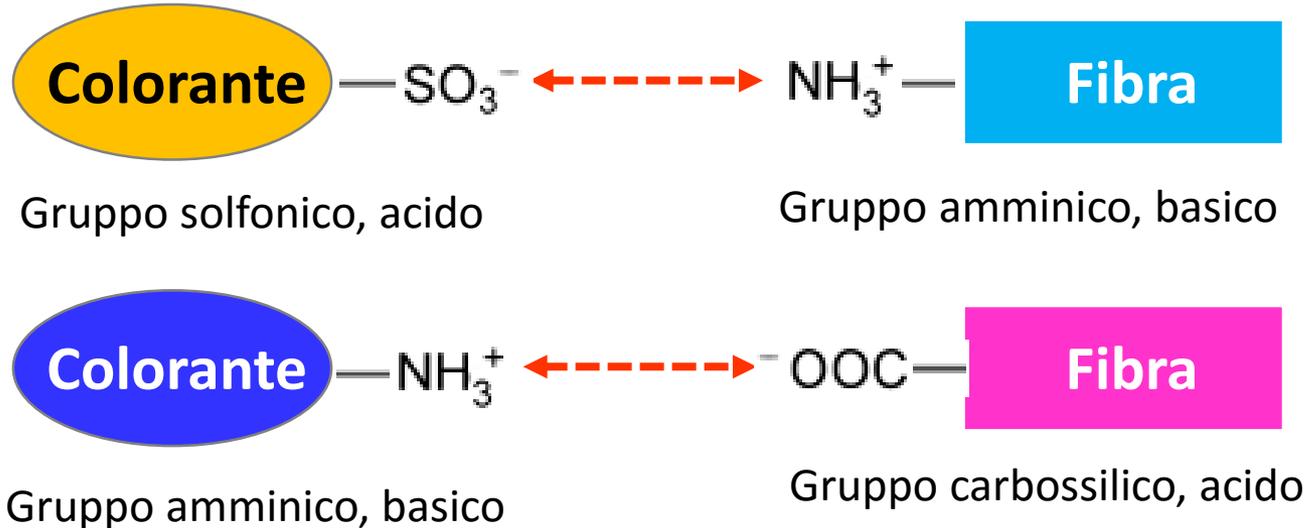


Classificazione per applicazione

- Acidi o Basici (forze ioniche)
- Diretti (legame idrogeno)
- Mordenti (ionici) il *mordente* è un tramite che garantisce legame tra fibra e colorante. Es. di mordente: solfato di rame e allume di rocca
(solfato doppio di alluminio e potassio dodecaidrato $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$)
- Da tino
- Reattivi sulle fibre (legami covalenti)

Coloranti acidi e basici

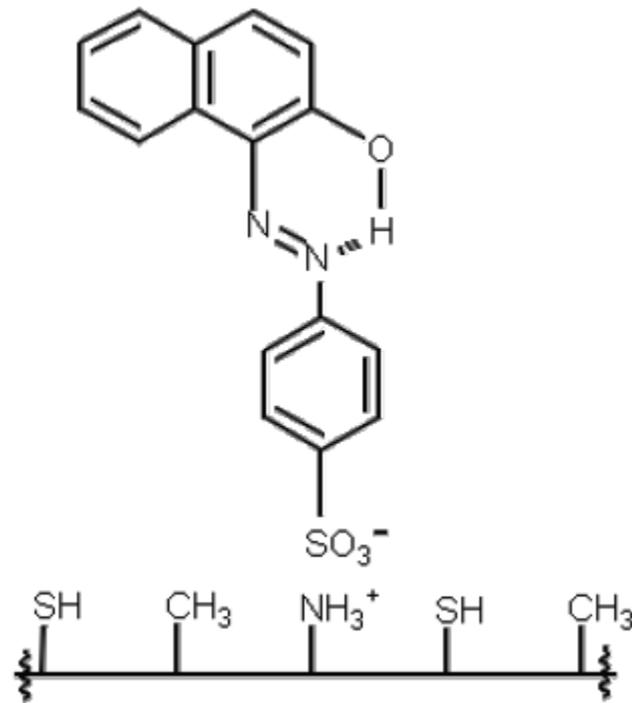
- Coloranti acidi (-) \longleftrightarrow (+) Fibre basiche
- Coloranti basici (+) \longleftrightarrow (-) Fibre acide



- Lana, seta, nylon, pelle hanno gruppi amminici basici e gruppi carbossilici acidi

Coloranti acidi e basici

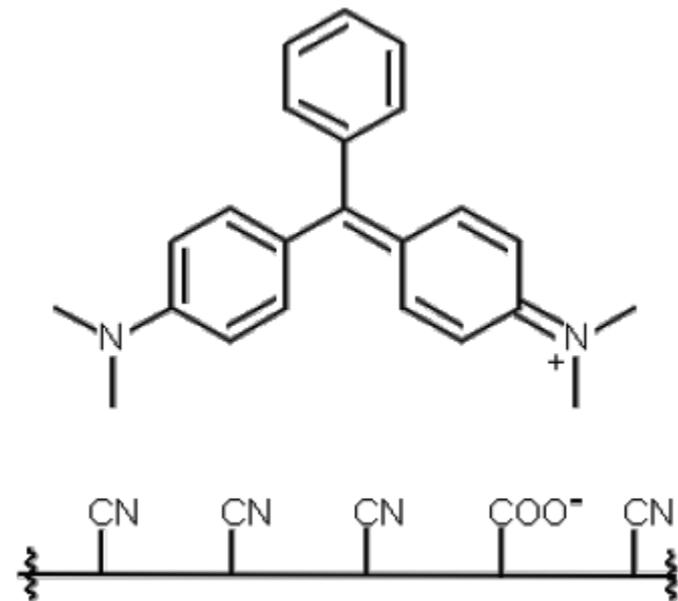
Acid Orange 7



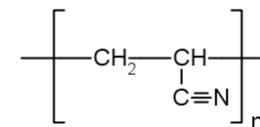
Lana

Cheratina, proteina ricca di cisteina

Basic green 4



Poliacrilonitrile

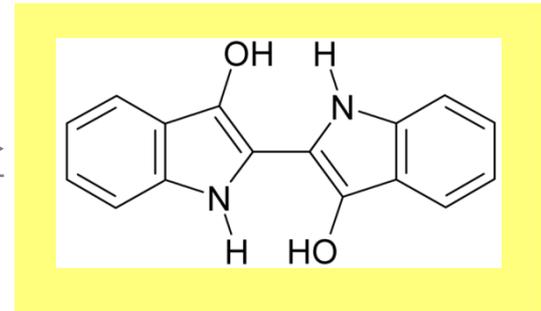
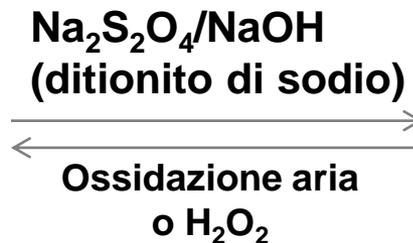
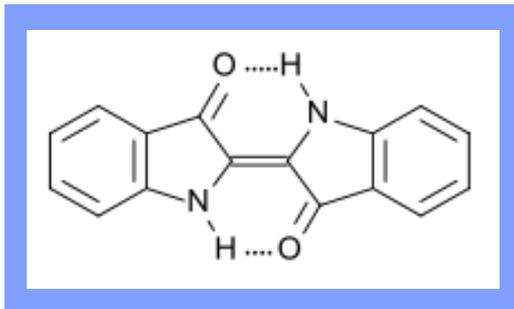


Coloranti da Tino

- Il termine coloranti al tino (vat dye) è usato per descrivere una classe di tinture che sono applicate alle fibre cellulosiche usando una reazione redox.
 - Si deve usare soda caustica (per solubilizzare la forma ridotta) per cui non è applicabile a fibre che non sopportano pH elevati come lana o seta.
- Alcuni coloranti possono essere incolore e solubili in forma ridotta e colorati e insolubili in forma ossidata.
- Il colorante viene adsorbito sulla fibra in forma ridotta e poi convertito nella forma insolubile per ossidazione con aria.

Coloranti da Tino

- Di solito non solubili in acqua
- Devono essere convertiti in una forma solubile per poter essere usati come coloranti
- Indaco: è insolubile in acqua
 - deve essere ridotto a leucoindaco, solubile



- Usato per le fibre cellulosiche

Procedimento dei Coloranti da tino



Ossidazione della laccatura di cotone
Riduzione della laccatura di cotone
Tintura del tessuto di cotone
Ossidazione della laccatura di cotone

Coloranti Diretti

- Colorante polare \longleftrightarrow Fibre polari
- Il colorante è applicato da una soluzione acquosa calda



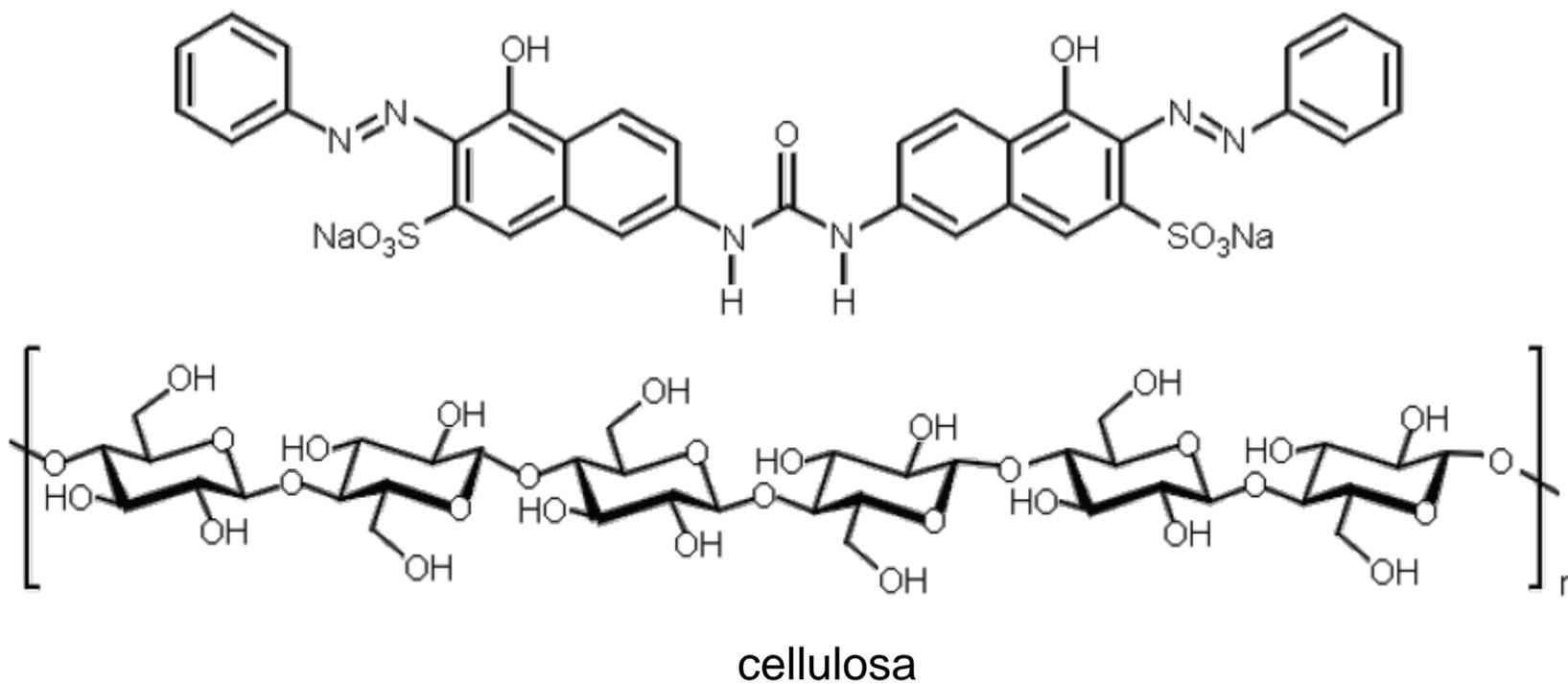
- Fibre di cotone e derivati della cellulosa
- Coloranti sintetici
- Resistenza moderata o scarsa
- Poco costosi

Coloranti Diretti

- Cotone, lino e rayon viscosa sono formati da fibre di cellulosa.
- Non possiedono gruppi acidi né basici.
- Possiedono molti gruppi OH, che formano legami idrogeno, e zone idrofobiche (parte cristallina ordinata).
- Coloranti diretti per cellulosa devono avere quindi regioni idrofobiche e anche gruppi che accettino di formare legami idrogeno con gli ossidrili.
- Sono detti diretti perchè tingono direttamente le fibre di cellulosa senza l'ausilio di mordente

Coloranti Diretti

Direct Orange 25



Coloranti Reattivi sulla fibra

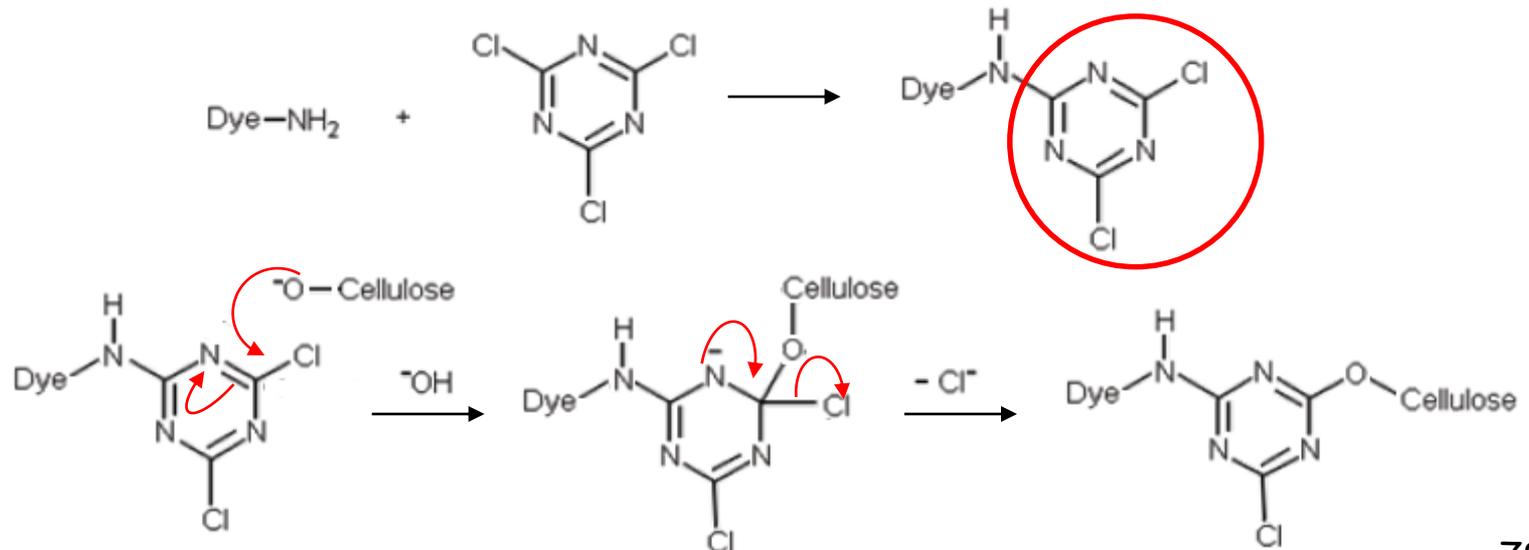
- Si legano alla fibra con legame covalente



- Sviluppati negli anni '50, usati principalmente su fibre cellulosiche e proteiniche
- Procedura semplice di tintura

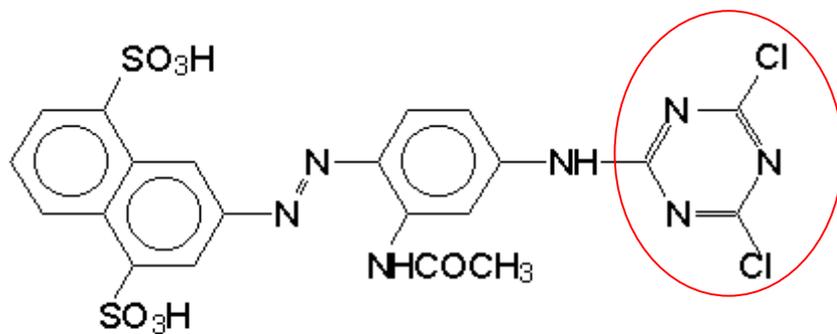
Coloranti Reattivi

- Utilizzano la **diclorotriazina** come linker reattivo
 - Sostituzione nucleofila aromatica
 - Richiede la presenza di un gruppo nucleofilo sul cromoforo
 - Molteplici possibilità di cromofori



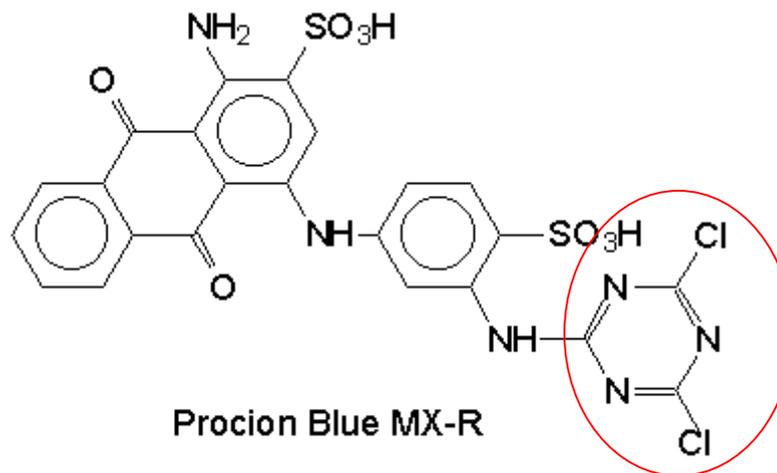
Coloranti Reattivi

- Esempi di coloranti reattivi sono:



Procion Yellow H-A

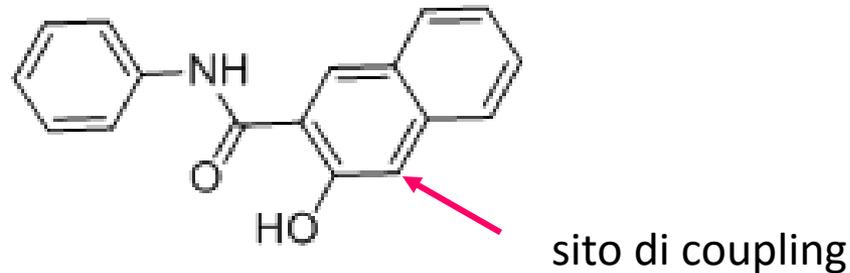
Diclorotriazina



Procion Blue MX-R

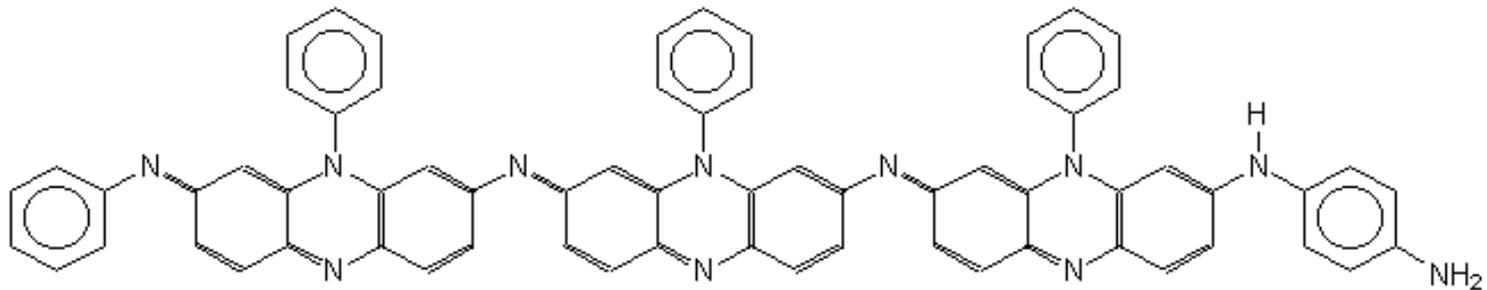
Formazione del Colorante sulla Fibra

- Si possono formare direttamente *in situ*, sulle fibre, accoppiando un diazotale solubile in acqua con un composto insolubile in acqua che abbia affinità per il tessuto (ad esempio cotone).
 - Es. Naftol AS, si combina sulla fibra con diazobenzene o altri diazocomposti.



Formazione del Colorante sulla Fibra

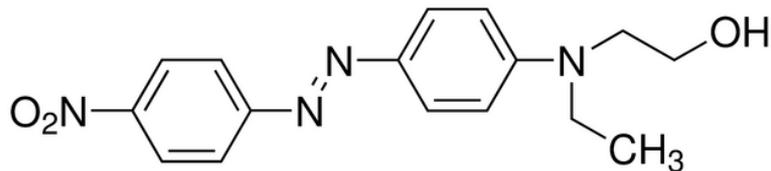
- Uno dei migliori coloranti neri per il cotone è il nero anilina, preparato per ossidazione dell'anilina *in situ*.



Il colorante ha struttura polimerica molto insolubile

Coloranti Dispersi

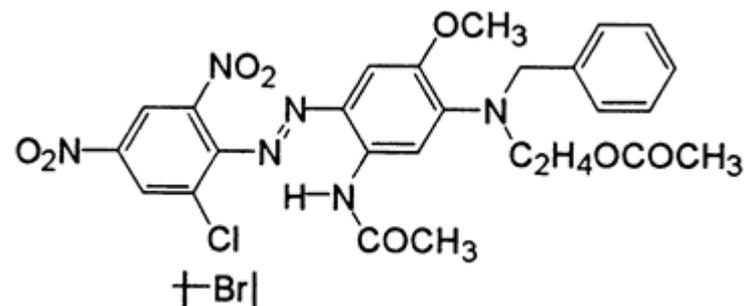
- I coloranti dispersi sono quasi del tutto insolubili in acqua ma finemente disperdibili nella fase acquosa, possono essere applicati da sospensioni acquose alle fibre di acetato di cellulosa e alla maggior parte delle fibre sintetiche.
 - ESCI Disperse red 1



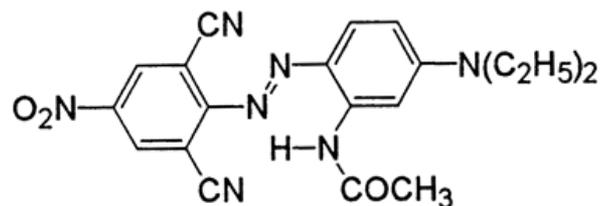
Coloranti azoici dispersi

- Sono gli unici che colorano le fibre di poliesteri:

- Terasil Navy Blue
Disperse Blue 130

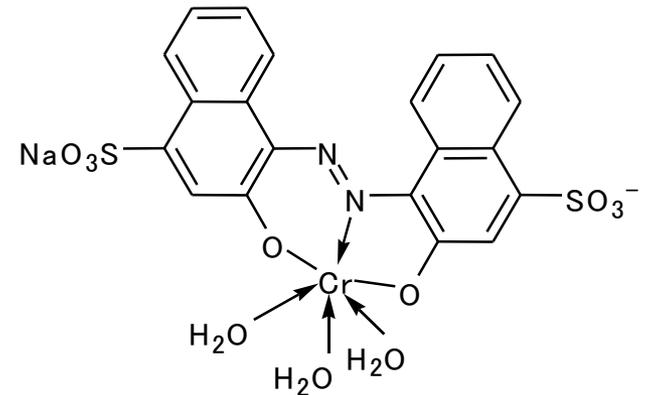


- Resolin Blue BBL
Disperse Blue 165



Coloranti a Mordente

- Se un colorante non dà risultati soddisfacenti, si può usare un complesso del colorante con cobalto o cromo che può essere preparato prima di essere messo a contatto con le fibre.
- Alternativamente la fibra può essere trattata con il colorante e poi con il metallo per fare il complesso *in situ*, o viceversa.



CI Acid Blue 158, 14880

Coloranti a Mordente

- Metodi a mordente: i 'mordenzanti' sono sali di metalli (cromo, rame, alluminio) che, con specifici coloranti, formano composti insolubili in acqua, molto stabili, detti 'lacche' (lake) .
- La caratteristica della tintura al mordente è l'altissima solidità. Prima di applicare il colore, il materiale è trattato con questi sali (mordenzatura) e successivamente il colorante si fissa a questi sali. Il metodo si usa per quei materiali che hanno scarsa affinità con il colorante. Di questo gruppo fanno parte i coloranti al cromo per cuoio e i coloranti alizarinici per cotone

Fluorescent brighteners

Optical Brighteners

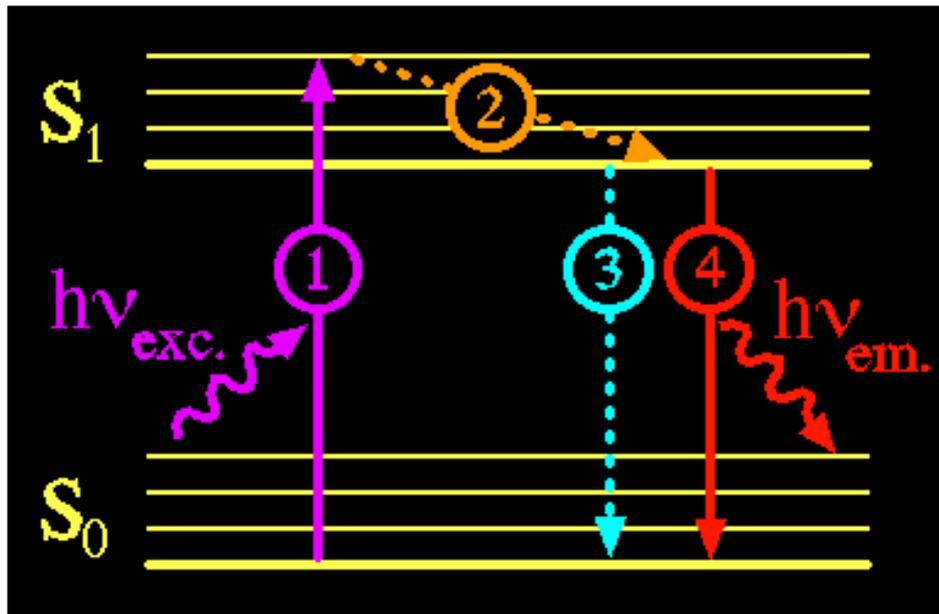
- Azzurranti ottici
 - Sono *coloranti* che assorbono la luce nell'UV (340-370 nm) e la riemettono nella regione del blu (tipicamente 420-470 nm).
 - Generano una tonalità bluastra che si associa a un bianco più soddisfacente.
 - La luce emessa blu nasconde i toni gialli e marrone facendo apparire più bianchi i tessuti (e la carta) trattati.
 - Generano un forte colore porpora quando esposti alla luce UV.

Fluorescenza e fosforescenza

- Una molecola o ione quando assorbe luce sotto forma di energia e passa allo stato eccitato può perdere l'energia acquisita:
 - con transizioni senza emissione di radiazione (riscaldamento).
 - con emissione di radiazione a $\lambda >$ di quella assorbita (fluorescenza e fosforescenza).
 - con una reazione fotochimica.

Fluorescenza

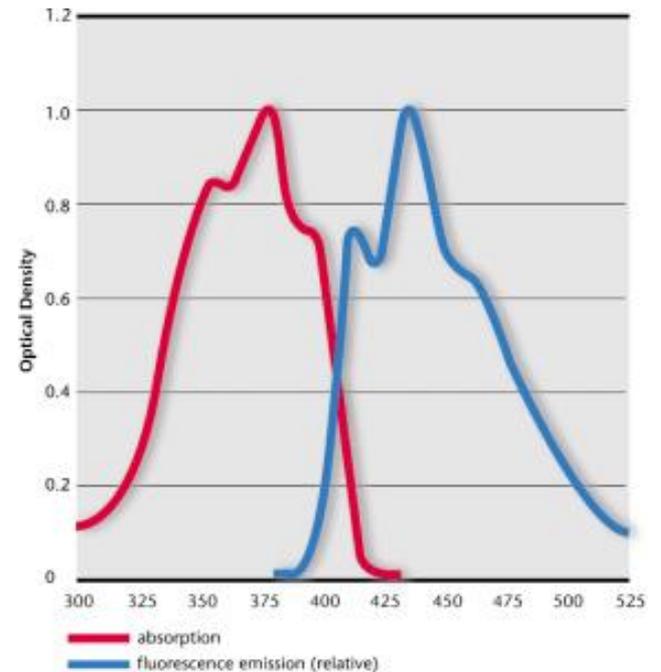
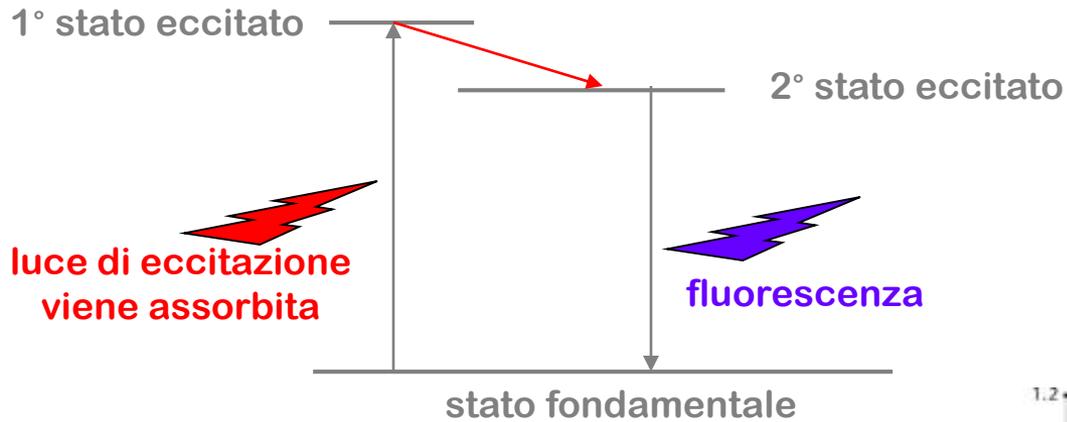
Emissione di radiazione da parte di una molecola eccitata. Il nome deriva dalla fluorite, minerale di calcio e fluoro, in cui è stato osservato per la prima volta il fenomeno



S_0 stato elettronico fondamentale di singoletto
 S_1 stato elettronico eccitato di singoletto

- 1) Eccitazione
- 2) Rilassamento (10^{-12} s)
passaggio allo stato
vibrazionale fondamentale
dello stato eccitato, energia
rilasciata come calore
- 3) Decadimento non radiativo
(calore)
- 4) Decadimento radiativo con
emissione di un fotone a
energia minore di quella di
eccitazione (luce a λ
maggiore)

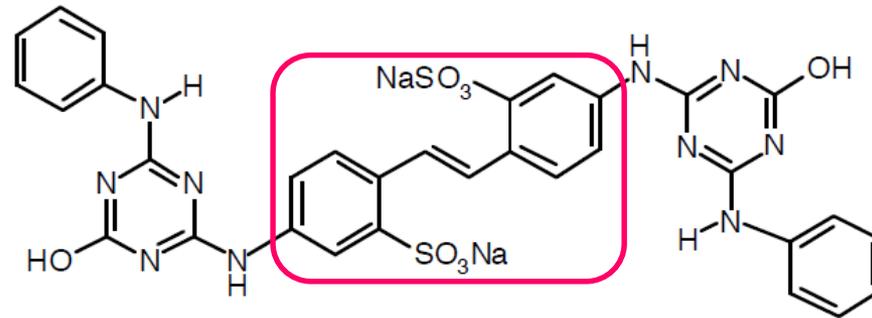
Fluorescenza



Fluorescent brighteners

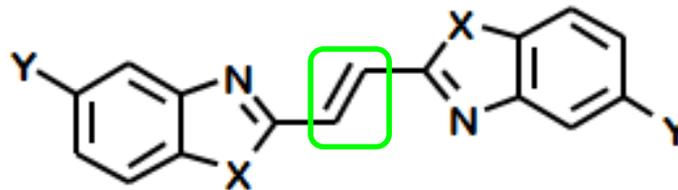
- Vi sono sei tipi principali di brighteners:

1. Composti con uno o due gruppi **stilbene**



Blankophor B, 1949

2. Derivati dell'**etilene** con residui aromatici

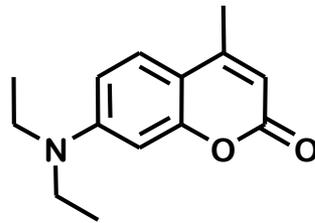


X = O, Y = Me

X = NH, Y = H

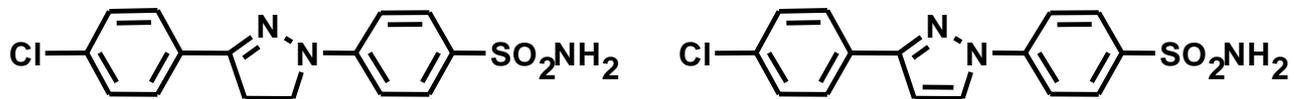
Fluorescent brighteners

3. Derivati della cumarina

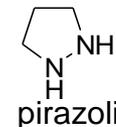
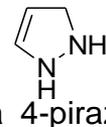
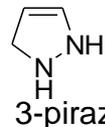
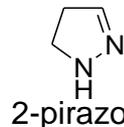
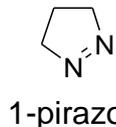
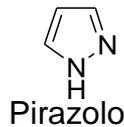


Triptonal SWN

4. Derivati della 1,3-difenil-2-pirazolina (con di solito un gruppo solfonamido in 4')



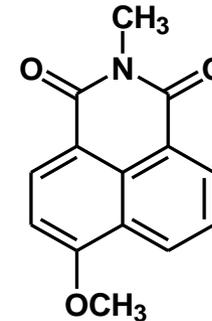
- Per fibre proteiche, acetato di cellulosa, poliammidi.



Fluorescent brighteners

5. Derivati della naftalimide.

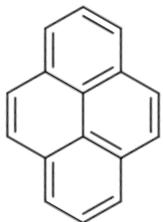
Mikawhite AT



- Usato per una grande varietà di fibre: acetato di cellulosa, poliacrilonitrile, polioleefine, poliesteri

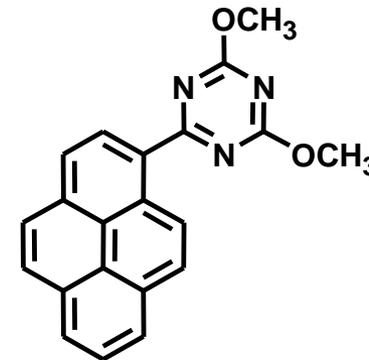
6. Composti con anelli aromatici e eteroaromatici direttamente legati

- Usato per poliesteri



Pirene

Fluolite XMF



Azzurranti ottici

- Circa 90 sono commerciali ma usati in detergenza pochi.
- Sistemi molto ingombrati e rigidi.
- La lunghezza d'onda della luce emessa è controllabile.
- Si può variare la solubilità e la deposizione del composto variando i sostituenti (più o meno idrofili)

