

# LA TINTURA CON MATERIALI NATURALI: UN APPROCCIO COLORATO ALLE TRASFORMAZIONI E INTERAZIONI IN CHIMICA

Patrizia DAVIT & Monica GULMINI

**PIANO NAZIONALE  
LAUREE SCIENTIFICHE**



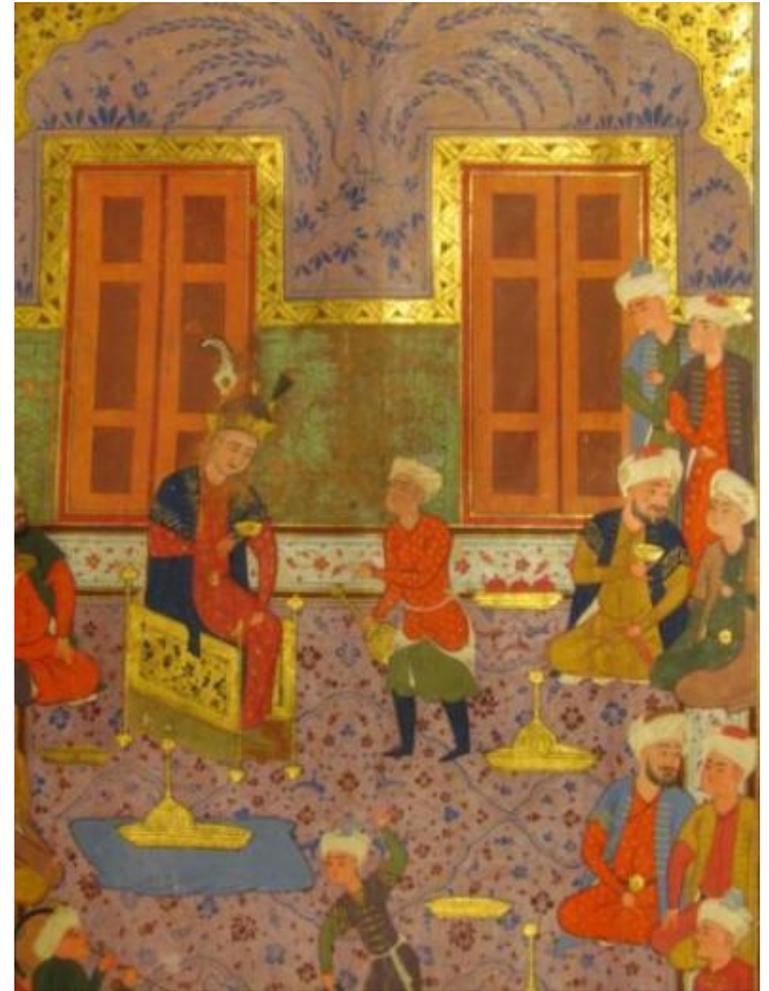
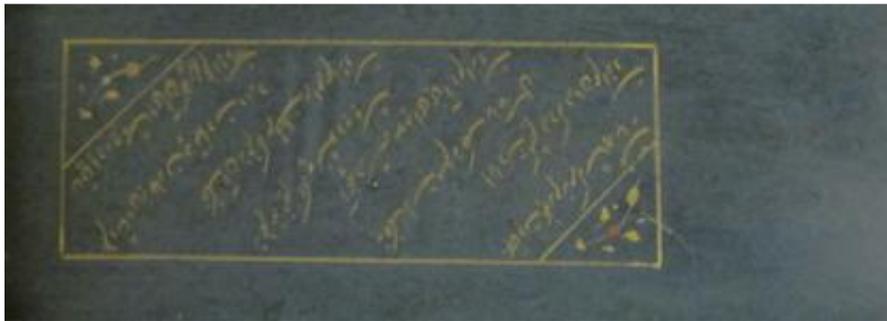
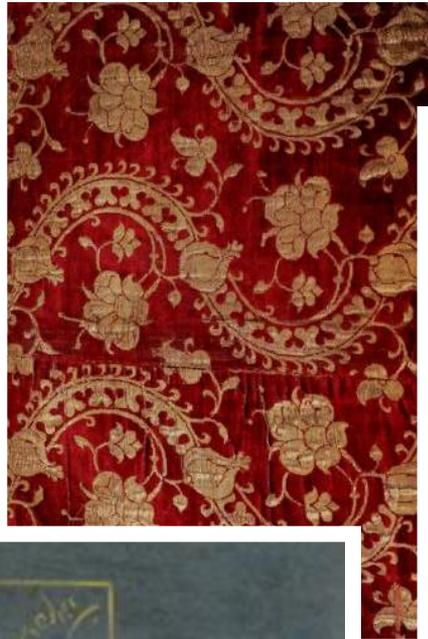
PLS Progetto Nazionale di Scienza dei Materiali

# COLORANTI NEI BENI CULTURALI

© Tessuti

© Dipinti

© Manoscritti



# COLORANTI NATURALI

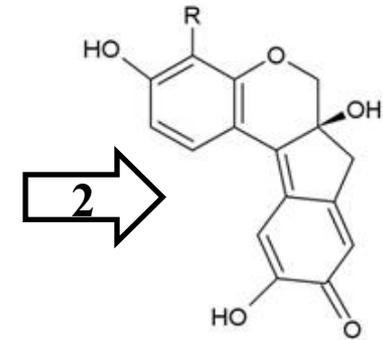
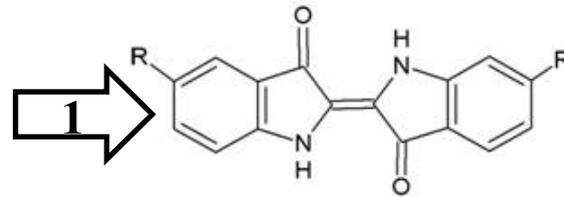
Colore stabile:

© ai lavaggi

© alla luce

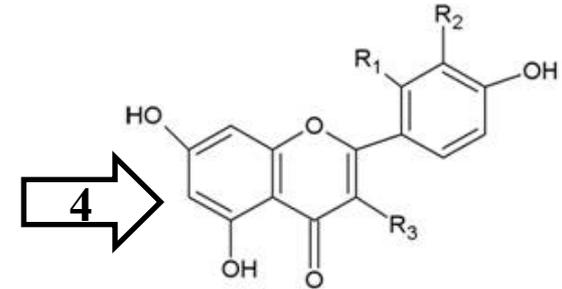
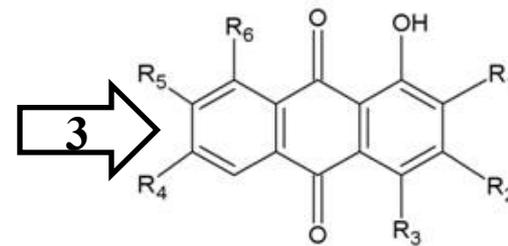


1) Indigoidi



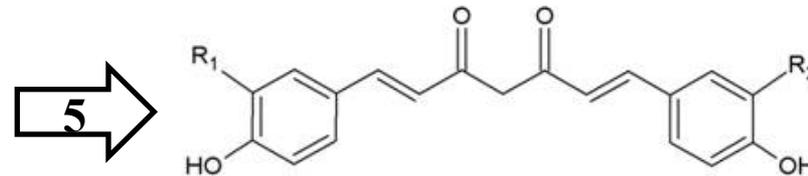
2) Neoflavonoidi

3) Antrachinoni

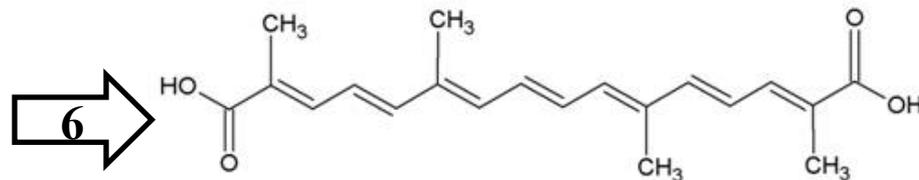


4) Flavonoidi

5) Curcuminoidi

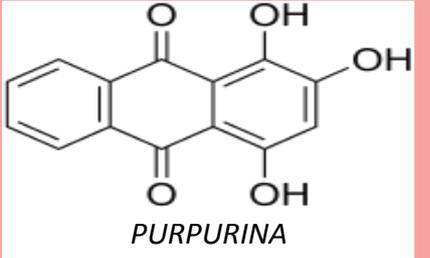
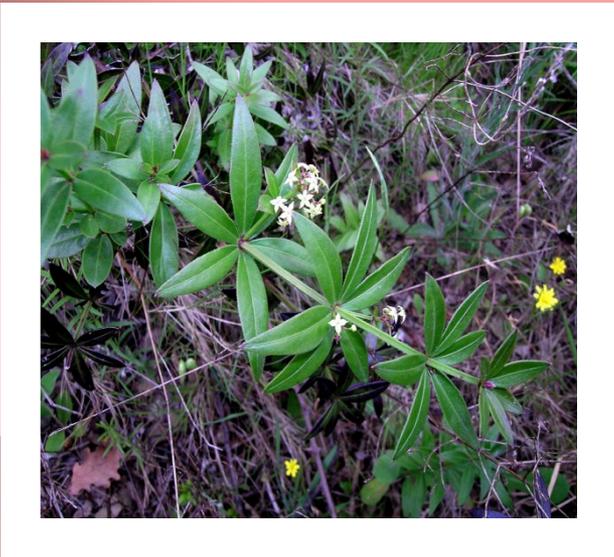


6) Carotenoidi



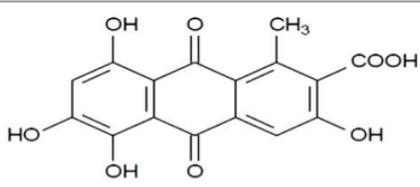
# COLORANTI ROSSI

COLORANTI ROSSI

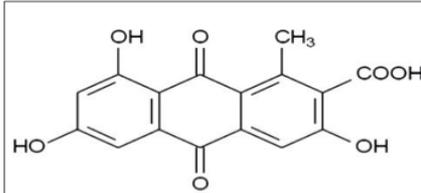


# ROBBIA (Rubia tinctorum)

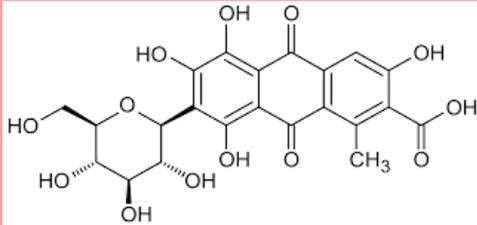




Acido kermesico



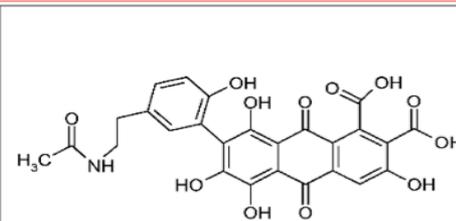
Acido flavokermesico



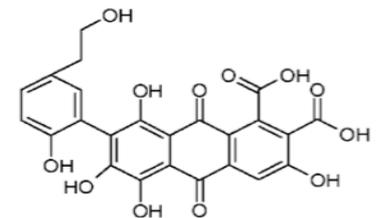
Acido carminico

# COCCIDI

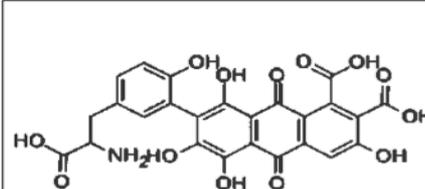
- ◎ Cocciniglia (Polacca: Porphyrophora Polonica; Armena: Porphyrophora Hameli; Messicana: Dactylopius Coccus)
- ◎ Kermes (Kermes Vermilio)
- ◎ Lacca (Kerria Lacca)



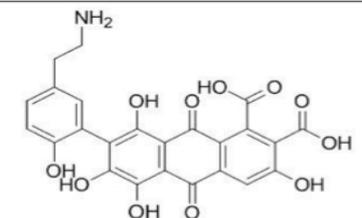
Acido laccaico A



Acido laccaico B

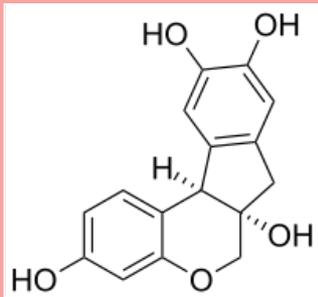


Acido laccaico C

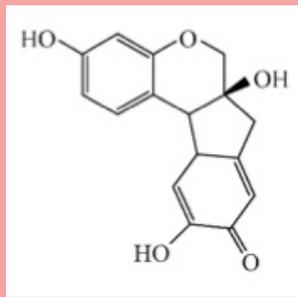


Acido laccaico E

# LEGNO DEL BRASILE



BRASILINA

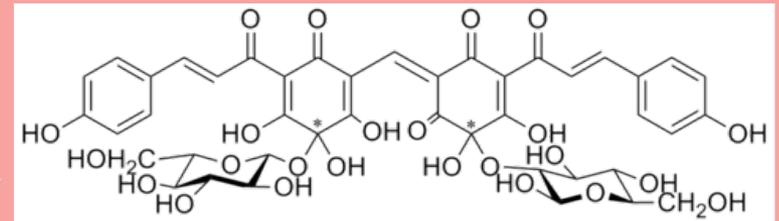


BRASILEINA



# CARTAMO (ROSSO)

(*Carthamus Tinctorius*)



CARTAMINA

# COLORANTI PORPORA

## ©Alkanna

(Alkanna Tinctoria)



## ©Folium

(Chrozophora Tinctoria)



## ©Oricello

(licheni dei generi Roccella ed Ochrolechia)



## ©Porpora di Tiro

(principalmente da molluschi della famiglia delle Muricidae, quali Bolinus Brandaris e Hexaplex Trunculus)



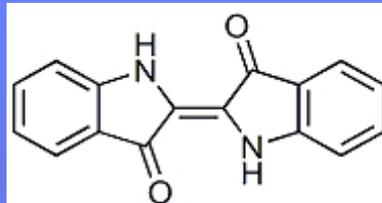
# COLORANTI BLU

COLORANTI BLU

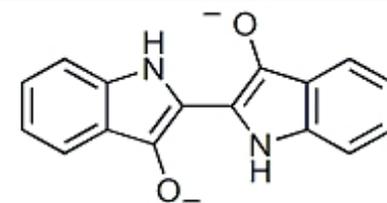


**INDACO**  
(*Indigofera tinctoria*)

**GUADO**  
(*Isatis tinctoria*)



**Indaco**

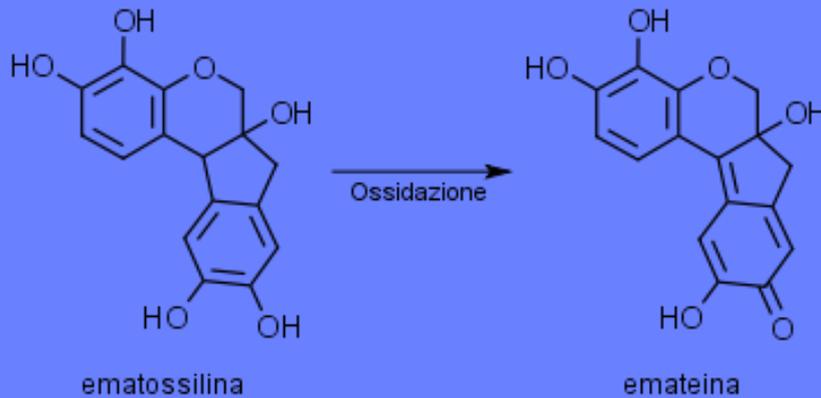


**Leuco-indaco**

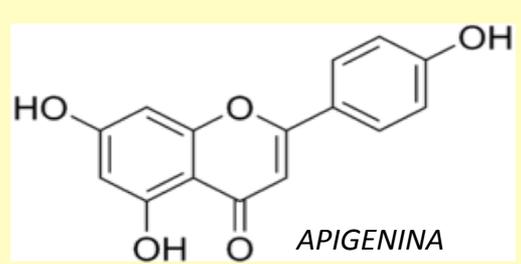
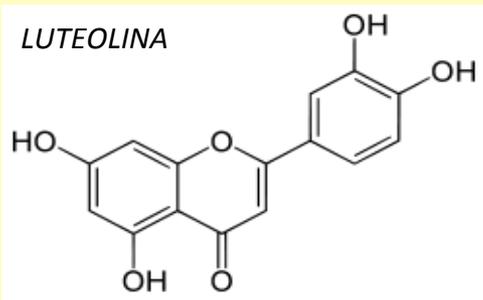
# ALTRI COLORANTI BLU

## Legno di campeggio

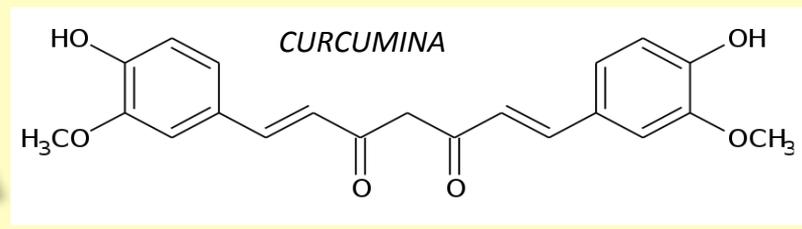
(*Haematoxylum Campechianum*)



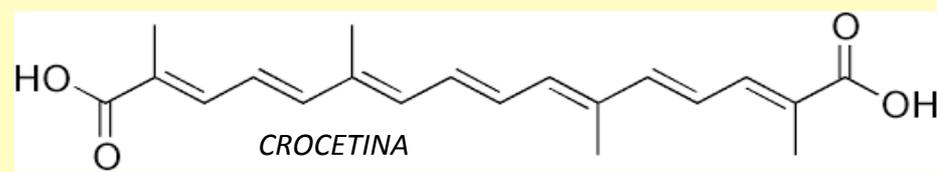
# COLORANTI GIALLI



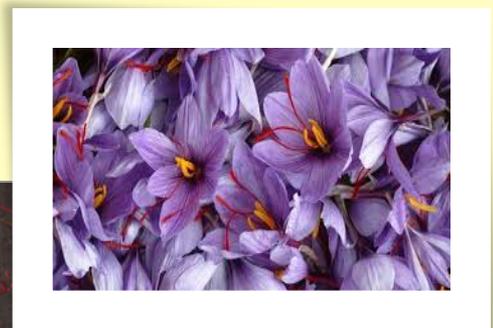
**RESEDA**  
(Reseda Luteola)



**CURCUMA**  
(Curcuma Longa)



**ZAFFERANO**  
(Crocus Sativus)



# ALTRI COLORANTI GIALLI

© Legni gialli: Scotano (*Cotinus Coggygria*), Legno giallo

(*Chlorophora Tinctoria*), Quercitrone (*Quercus Velutina*)

© Cartamo (giallo)

© Genestrella (*Genista Tinctoria*)



# ALTRI COLORI



Coloranti bruni:

© Mallo di noce

© Noci di galla

Verde = colorante giallo + colorante blu

Viola = colorante rosso + colorante blu

# TECNICHE DI TINTURA

© Diretta

© A mordente

© Al tino





# COLORANTI A MORDENTE



Sono **solubili in acqua** ma **non hanno la capacità di fissarsi direttamente** alla fibra in maniera stabile. Richiedono quindi l'utilizzo di sostanze, chiamate **mordenti** che, disciolte in acqua, si legano alla fibra.

Il colorante, a sua volta, si lega al mordente fissandosi.

Tra i coloranti a mordente troviamo la *reseda*, la *robbia* e la *cocciniglia*.

La mordenzatura delle fibre può essere fatta a **diversi stadi del processo** (prima della tintura, durante o dopo).

Uno stesso colorante, a seconda del mordente utilizzato, può conferire alle fibre **tinte differenti**.

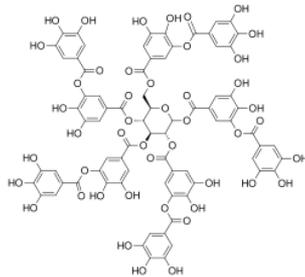
I mordenti tipici utilizzati sono l'**allume di potassio**, il **bicromato di potassio**, il **cremortartaro** ("assistente" di mordenzatura), l'**acido tannico** e vari **sali metallici** (di stagno, cromo, rame, ferro, ecc.).



Il **processo chimico** attraverso cui avviene la tintura è la **nascita di legami covalenti** tra le molecole dei mordenti e appropriati gruppi funzionali delle fibre, con la formazione di complessi stabili mordente-fibra con i quali le molecole coloranti vanno ad interagire.

# MORDENTI

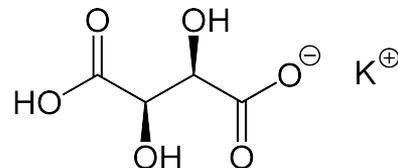
- Allume di potassio  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$
- Bicromato di potassio  $K_2Cr_2O_7$



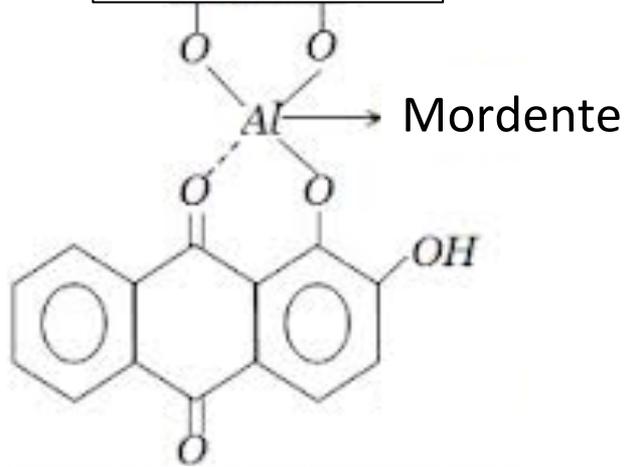
- Acido tannico

- Sali di stagno: cloruro di stagno (IV), cloruro di stagno (II)
- Sali di ferro: solfato di ferro (III) eptaidrato (*Copparosa verde*), acetato di ferro (II), cloruro di ferro (II), nitrato di ferro (II), solfato di ferro (II)
- Sali di rame: acetato di rame ( $CuO \cdot 2Cu(C_2H_3O_2)_2$ ), solfato di rame(II) pentaidrato (*Copparosa blu*)

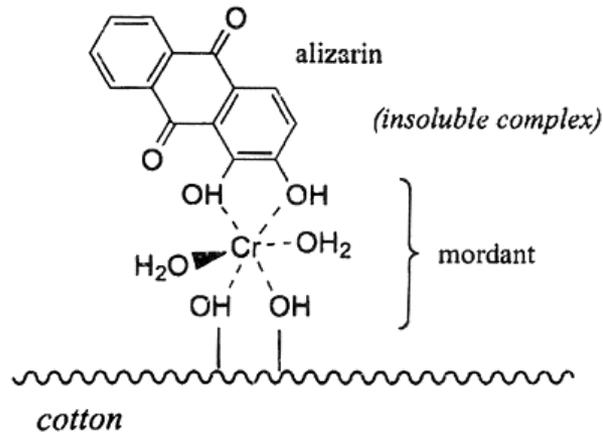
- Cremor tartaro  $C_4H_5KO_6$



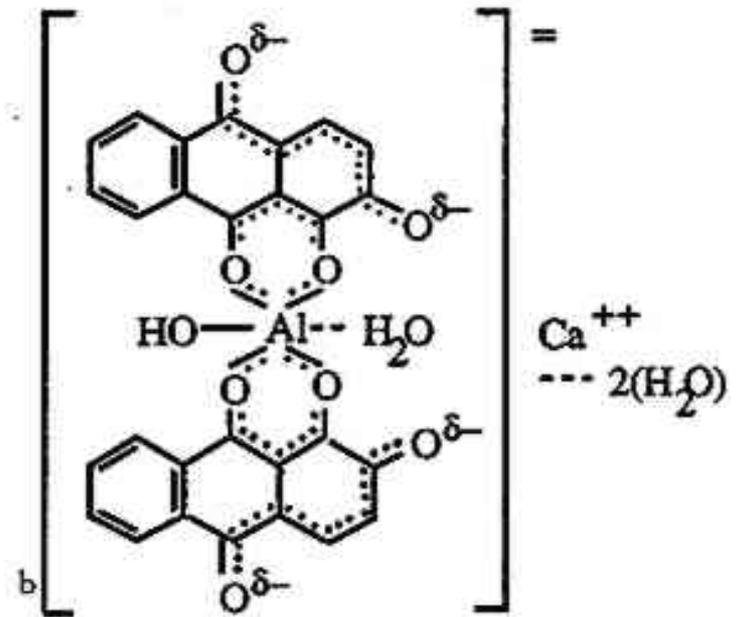
Fibra tessile



Composto di coordinazione tra una molecola di alizarina e lo ione  $Al^{3+}$



Struttura del complesso chelato tra alizarina e lo ione  $Cr^{3+}$



Struttura della "lacca" formata dall'alizarina in presenza di ioni  $Ca^{2+}$  e  $Al^{3+}$

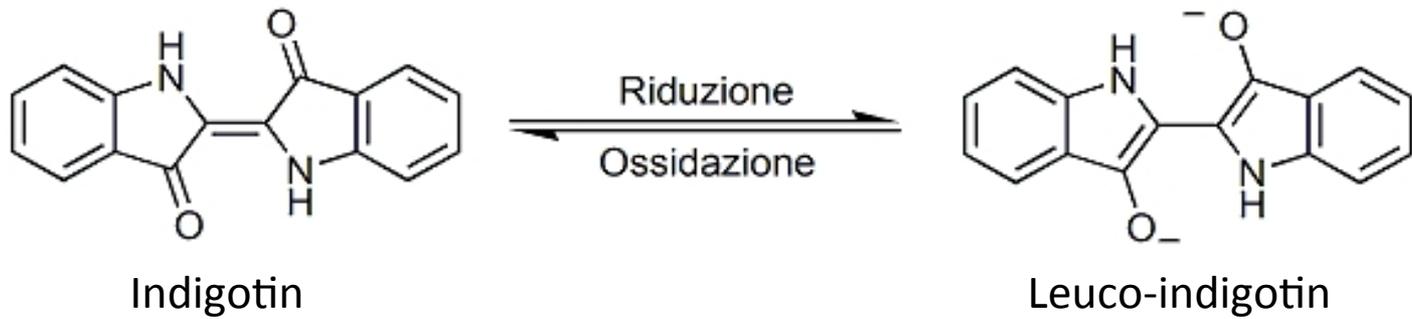
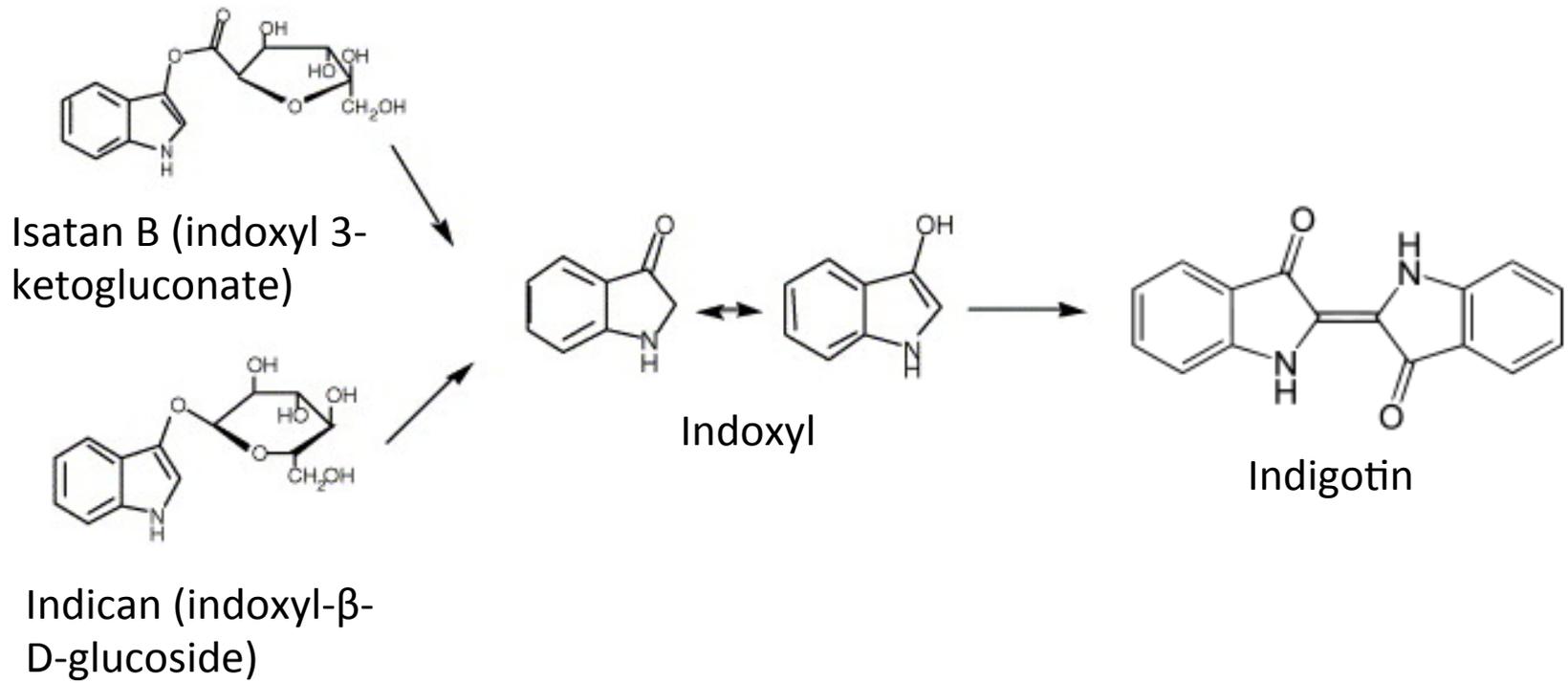
# COLORANTI AL TINO

Sono **insolubili in acqua** come tali ma possono essere convertiti nelle corrispondenti **forme solubili**, in grado di fissarsi sulle fibre, mediante un **processo di riduzione chimica** in condizioni alcaline.

Tra i coloranti al tino ricordiamo *l'indaco*.

Le forme solubili, chiamate **leuco-derivati** (dal greco *leuco*, bianco, chiaro) non sono colorate per cui, durante il processo di tintura le fibre, dopo averle assorbite, devono essere successivamente esposte all'aria, in modo da far avvenire il **processo ossidativo inverso** che ritrasforma la leuco-forma nella molecola colorante.





# IL PROCESSO DI TINTURA

- © Lavaggio della fibra
- © Preparazione del bagno di colore
- © (Eventuale) mordenzatura
- © Tintura
- © Risciacquo e asciugatura



# I CONCETTI CHIMICI (in ordine sparso...)

Sostanza/Composto

Miscuglio/Soluzione

Composti organici ed inorganici

Coloranti e pigmenti

Legame chimico

Trasformazioni chimiche/reazioni

“Naturale”

Interazione luce-materia/Teoria del colore

Un percorso didattico che possiamo costruire sugli argomenti che abbiamo trattato è quindi quello in cui partiamo dal concetto di sostanza e arriviamo al concetto di trasformazione chimica/reazione







# Siamo in grado di:

Riconoscere una bicicletta da ogni altro oggetto



Associare al termine “bicicletta” oggetti differenti



# Disponiamo del CONCETTO di bicicletta

1. Ciascun concetto è costituito da:
  - a) un'etichetta concettuale,
  - b) un insieme di caratteristiche specifiche (attributi essenziali) relative all'oggetto (o all'evento)
  - c) una funzione (ad esempio: il suo utilizzo)
2. Esprimiamo i concetti in forma verbale attraverso parole
3. L'uso di una specifica etichetta concettuale evoca nell'uditore uno specifico concetto

# Vi sono due tipologie di concetti:

1. Concetti categoriali: sono relativi a oggetti materiali, che classifichiamo in categorie in base ad un processo di astrazione empirica (basata sull'identificazione degli attributi essenziali in una serie di oggetti).
2. Concetti formali: riguardano tutto ciò che non è direttamente accessibile ai nostri sensi (forza, energia, lavoro, elemento chimico...). Sono ottenuti in base ad un processo di astrazione a partire da idee.

**La chimica utilizza entrambe le tipologie concettuali**

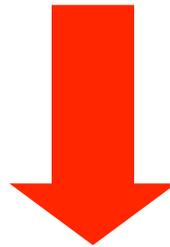
Ma quanto è facile/difficile per lo studente costruire questi concetti? Ne parleremo quando faremo le ultime riflessioni...

## **Quindi, per arrivare a formulare dei concetti (sia categoriali che formali) dobbiamo:**

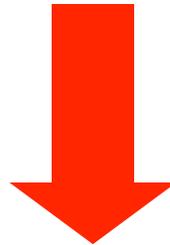
- © riconoscere gli attributi essenziali relativi ai concetti della chimica che sono le tappe del nostro percorso e
- © individuare le etichette concettuali, ricordando che dalla scelta delle parole dipende la possibilità di essere compresi (nella chimica, nelle scienze sperimentali, nella vita in generale).

Livelli gerarchici (minimi) della chimica

Macroscopico/Microscopico



Livelli di formulazione di concetti



Livelli di approfondimento

# LIVELLO MACROSCOPICO

È il livello percepibile dai sensi, relativo all'ambiente naturale, agli oggetti che l'uomo ha prodotto, all'uomo stesso

È il livello della MATERIA,  
i cui attributi essenziali sono:

- Esiste in porzioni chiamati **corpi**
- Tutte le porzioni hanno **massa**
- Esiste in **tre strati di aggregazione** (solido, liquido, aeriforme)

La MATERIA è costituita da:

- © Sostanze (semplici e composte)
- © Miscugli (omogenei ed eterogenei)



# SOSTANZA

Attributi essenziali:

- © Ha una composizione definita e costante (esiste solo con una specifica composizione)
- © È caratterizzata da specifici valori dei parametri fisici (es: densità, punto di fusione ed ebollizione, conducibilità elettrica specifica, conducibilità termica specifica ecc...)

Inoltre, una sostanza può essere:

**Semplice:** non può essere scissa in altre sostanze



**Composta (detta anche composto):** può essere scissa in sostanze semplici



n.b. ATTENZIONE ALLE ETICHETTE CONCETTUALI:  
sostanza semplice  $\neq$  sostanza pura  $\neq$  elemento

# MISCUGLIO

Attributi essenziali:

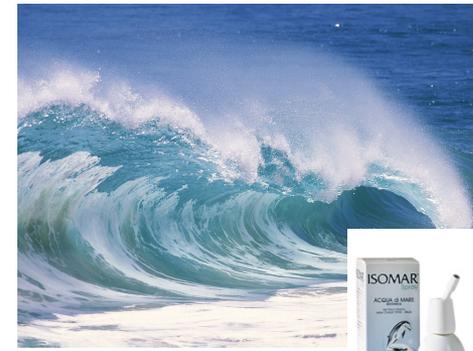
- © E' formato da più sostanze, che possono essere presenti in proporzioni variabili
- © Le proprietà dipendono dalla composizione (dal rapporto quantitativo tra le sostanze che lo compongono)



Inoltre, un miscuglio può essere:

**Omogeneo (o soluzione),** quando

- ⊙ Per una determinata composizione, ogni porzione presenta le stesse proprietà
- ⊙ È possibile separare le sostanze che lo compongono, ad esempio sfruttando le loro differenti solubilità oppure cambiando il loro stato di aggregazione



**Eterogeneo,** quando

- ⊙ Le proprietà sono disomogenee a livello macroscopico (sono visibili i diversi componenti)
- ⊙ È possibile separare tra loro le sostanze che lo compongono con semplici mezzi meccanici



Alcuni MISCUGLI OMOGENEI sono indicati con nomi specifici:

**Soluzione:** miscuglio omogeneo in fase liquida

**Amalgama:** miscuglio omogeneo in fase liquida a base di mercurio

**Lega:** miscuglio (che può anche essere omogeneo) solido nel quale almeno uno dei componenti è un metallo

Alcuni MISCUGLI ETEROGENEI sono indicati con nomi specifici:

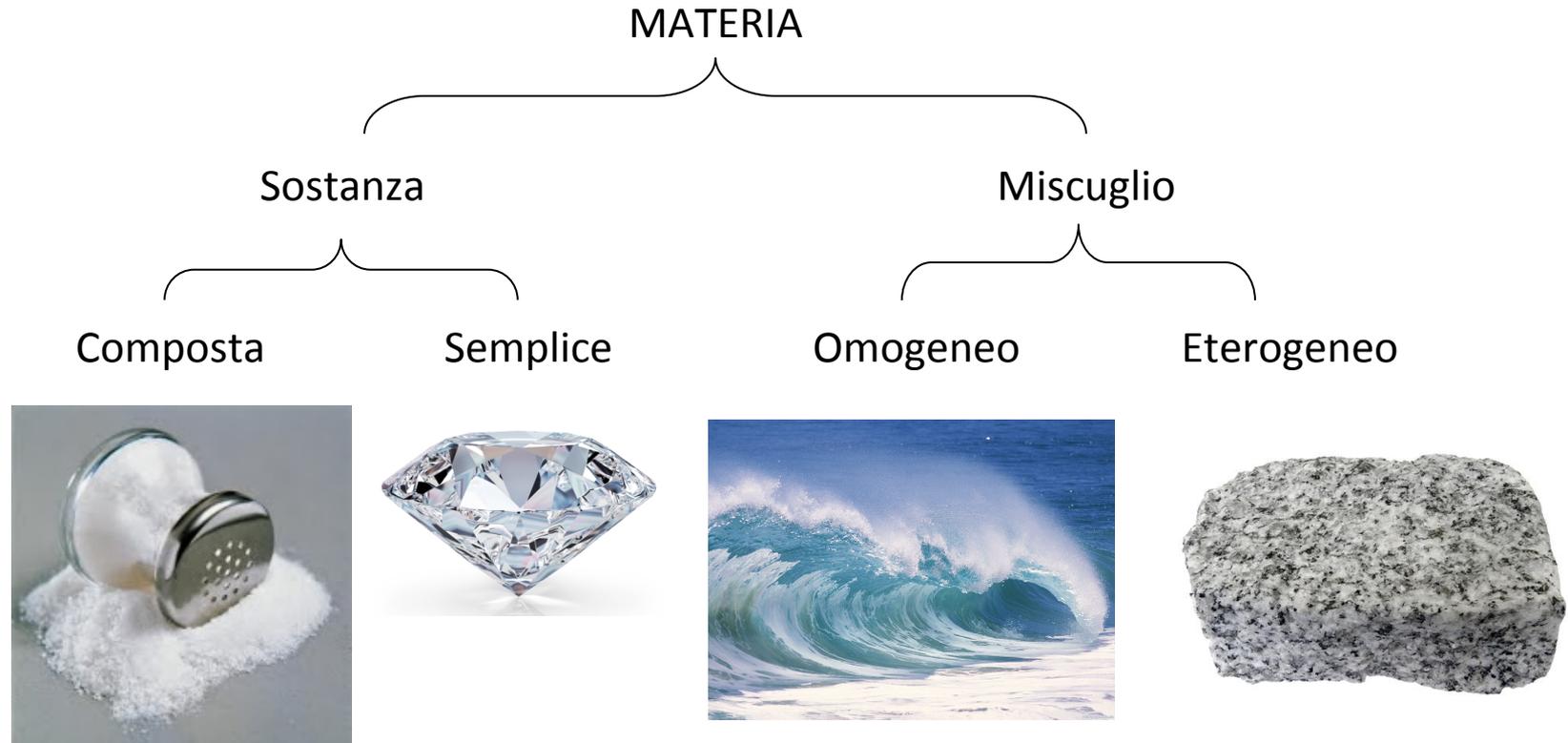
**Aerosol:** miscuglio tra un solido o un liquido e un gas

**Emulsione:** miscuglio tra liquidi immiscibili

**Sospensione:** miscuglio tra un solido e un liquido

**Lega:** miscuglio solido (che può anche essere eterogeneo) nel quale almeno uno dei componenti è un metallo

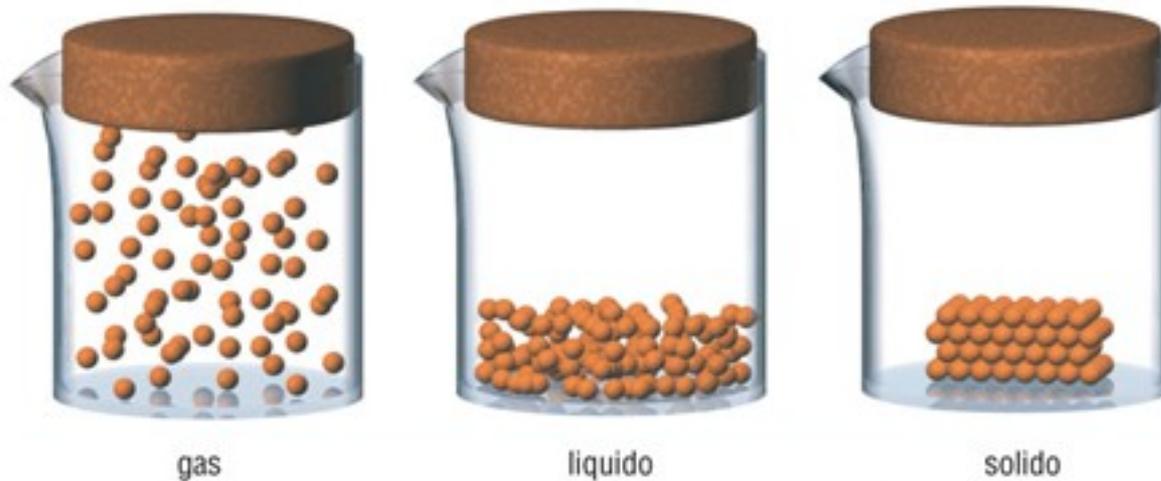
# Riassumendo - Concetti con i quali familiarizzare...



Finora abbiamo lavorato solo a livello macroscopico ma  
⌘ utilizzare le etichette concettuali relative alla materia  
sulla base del solo livello macroscopico pone delle forti  
limitazioni e, soprattutto  
⌘ per parlare di trasformazioni chimiche/reazioni  
dobbiamo necessariamente “entrare” a livello  
microscopico

# PRIMO LIVELLO MICROSCOPICO (livello atomico/molecolare)

E' il livello degli atomi e delle molecole: particelle di dimensioni infinitesime immaginate dagli scienziati per spiegare alcune proprietà della materia. La materia, che appare continua da un punto di vista macroscopico, sarebbe invece microscopicamente discontinua e formata da sub-unità distinte, le molecole, a loro volta costituite dall'unione di più atomi.



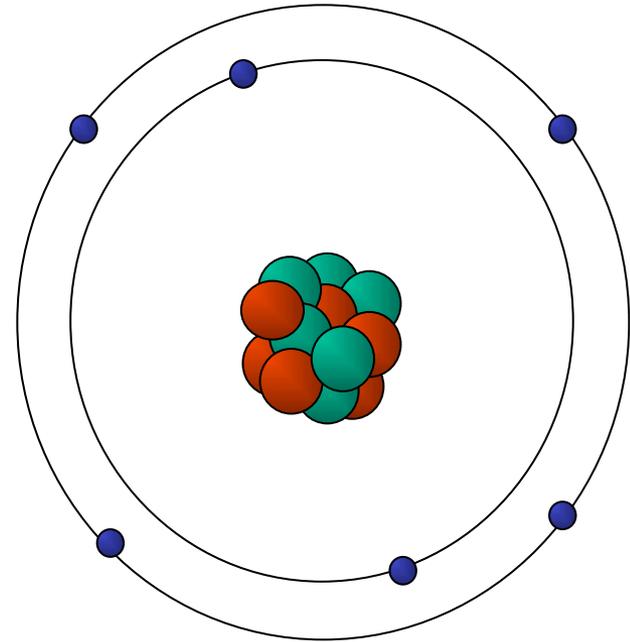
Questo modello è utilizzato, ad esempio, per spiegare i diversi stati di aggregazione della materia, che sarebbero determinati dall'intensità dei legami tra le sub-unità strutturali (**legami inter-molecolari**)

Per spiegare invece come gli atomi si legano insieme per formare le molecole (**legami intramolecolari**) abbiamo bisogno di passare al

## SECONDO LIVELLO MICROSCOPICO (livello nucleo/elettronico)

Considera l'atomo costituito a sua volta da particelle. Il modello più semplice prevede un nucleo in cui sono presenti cariche positive (protoni) e particelle neutre (neutroni), circondato da elettroni (cariche negative).

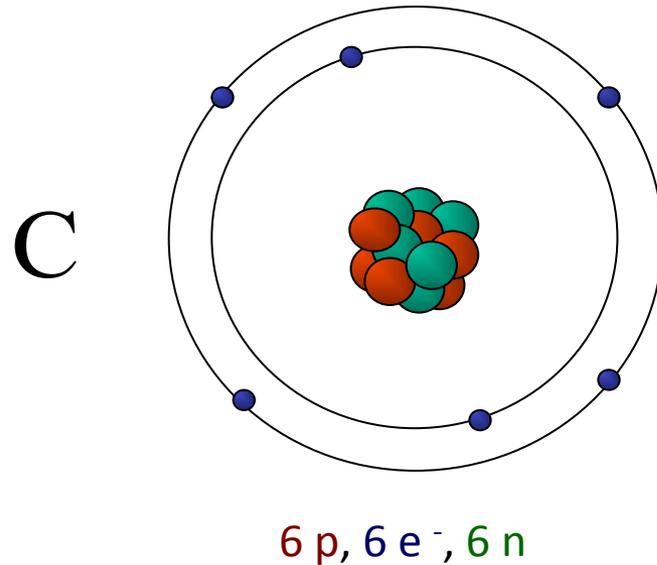
Gli elettroni sono i componenti degli atomi di maggiore interesse per i chimici, in quanto condizionano le proprietà chimiche delle sostanze.



# ELEMENTO CHIMICO

È una classe di nuclei aventi lo stesso numero di protoni (numero atomico)

In questa classe comprendiamo diversi isotopi, nuclei con stesso numero atomico ma differente numero di massa (somma del numero dei protoni e neutroni)



attributi essenziali:

- simbolo
- numero atomico
- specifica collocazione nella tavola periodica

# Periodic Table of the Elements

IA 1																	VIIIA 18					
1 1,0 1 H	IIA 2																10,8 5 B	12,0 6 C	14,0 7 N	16,0 8 O	19,0 9 F	39,9 18 Ar
2 6,9 3 Li	9,0 4 Be											27,0 13 Al	28,1 14 Si	31,0 15 P	32,1 16 S	35,5 17 Cl	20,2 10 Ne					
3 23,0 11 Na	24,3 12 Mg	III B 3	IV B 4	VB 5	VIB 6	VII B 7	VIII 8 9 10		IB 11	IIB 12	69,7 31 Ga	72,6 32 Ge	74,9 33 As	79,0 34 Se	79,9 35 Br	83,8 36 Kr						
4 39,1 19 K	40,1 20 Ca	45,0 21 Sc	47,9 22 Ti	50,9 23 V	52,0 24 Cr	54,9 25 Mn	55,8 26 Fe	58,9 27 Co	58,7 28 Ni	63,5 29 Cu	65,4 30 Zn	114,8 49 In	118,7 50 Sn	121,8 51 Sb	127,6 52 Te	126,9 53 I	131,3 54 Xe					
5 85,5 37 Rb	87,6 38 Sr	88,9 39 Y	91,2 40 Zr	92,9 41 Nb	95,9 42 Mo	98 43 Tc	101,1 44 Ru	102,9 45 Rh	106,4 46 Pd	107,9 47 Ag	112,4 48 Cd	114,8 49 In	118,7 50 Sn	121,8 51 Sb	127,6 52 Te	126,9 53 I	131,3 54 Xe					
6 132,9 55 Cs	137,3 56 Ba	138,9 57 La	178,5 72 Hf	180,9 73 Ta	183,8 74 W	186,2 75 Re	190,2 76 Os	192,2 77 Ir	195,1 78 Pt	197,0 79 Au	200,6 80 Hg	204,4 81 Tl	207,2 82 Pb	209,0 83 Bi	209 84 Po	210 85 At	222 86 Rn					
7 223 87 Fr	226 88 Ra	227 89 Ac	261 104 Rf	262 105 Db	266 106 Sg	264 107 Bh	269 108 Hs	268 109 Mt	273 110	272 111	277 112											

138,9 57 La	140,1 58 Ce	140,9 59 Pr	144,2 60 Nd	145 61 Pm	150,4 62 Sm	152,0 63 Eu	157,3 64 Gd	168,9 65 Tb	162,5 66 Dy	164,9 67 Ho	167,3 68 Er	168,9 69 Tm	173,0 70 Yb	175,0 71 Lu
227 89 Ac	232 90 Th	231 91 Pa	238 92 U	237 93 Np	244 94 Pu	243 95 Am	247 96 Cm	247 97 Bk	261 98 Cf	262 99 Es	267 100 Fm	268 101 Md	269 102 No	262 103 Lr

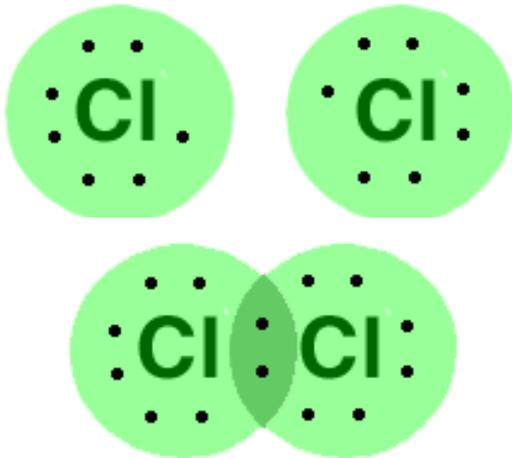
I concetti strutturali (formali) sono difficili perché sono astratti, non osservabili e non direttamente misurabili.

Uno dei modelli **ALTERNATIVI** proposti per spiegare i legami intramolecolari si basa **non su un concetto astratto come quello di tipo di legame, ma su una proprietà osservabile e misurabile** cioè sull'osservazione della **capacità delle sostanze di condurre la corrente elettrica** (flusso di cariche).

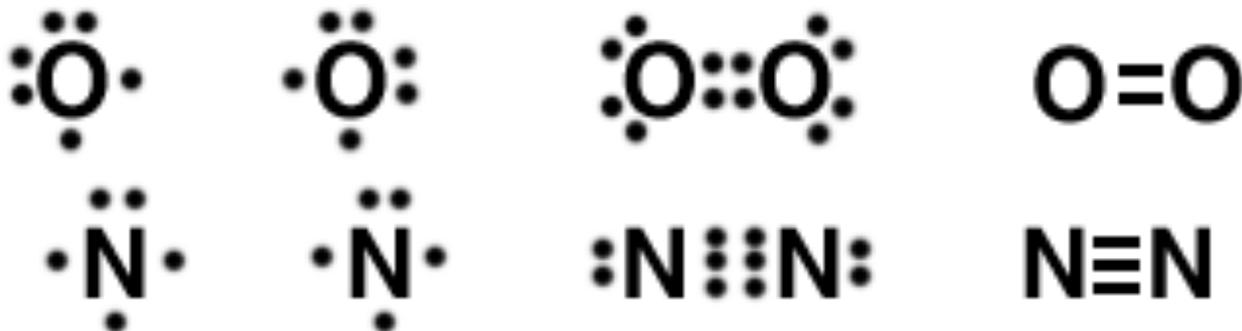
1. Alcune sostanze non conducono mai corrente elettrica (isolanti)
2. Alcune sostanze non conducono corrente elettrica allo stato solido, ma la conducono allo stato liquido. Inoltre, allo stato solido sono fragili.
3. Alcune sostanze conducono corrente elettrica allo stato solido e liquido (conduttori). Sono in genere plastiche (duttile e malleabili).

# SOSTANZE CHE NON CONDUCONO LA CORRENTE ELETTRICA

Gli atomi sono legati da **LEGAME COVALENTE**: gli atomi degli elementi che partecipano al legame mettono in comune un numero variabile di elettroni



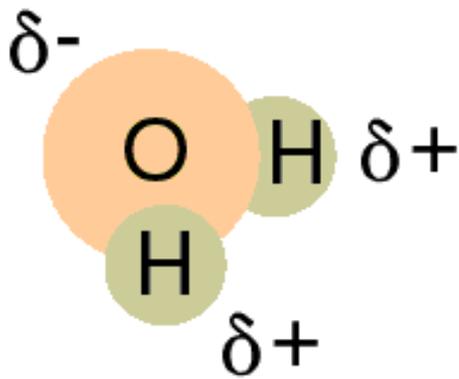
Se gli atomi che partecipano al legame sono dello stesso elemento, il legame si dice **covalente puro**. E' il legame presente in tutte le sostanze semplici (ad eccezione dei metalli)



## SOSTANZE CHE NON CONDUCONO LA CORRENTE ELETTRICA

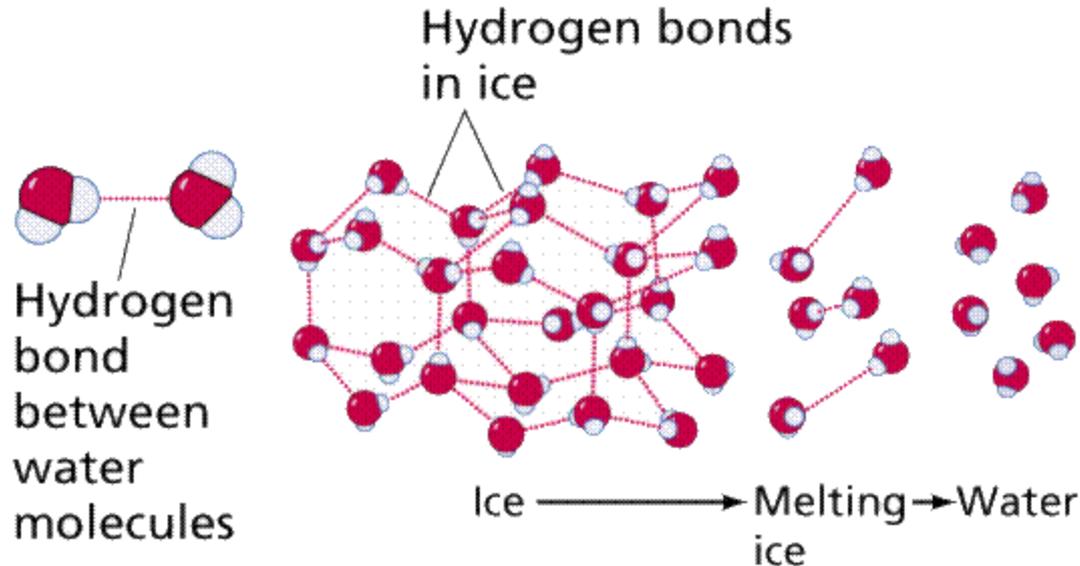
Se gli atomi che partecipano al legame sono di elementi chimici differenti, gli elettroni condivisi tenderanno ad essere più attratti da uno degli elementi rispetto all'altro. Il legame si dice **covalente polare** e si crea un dipolo





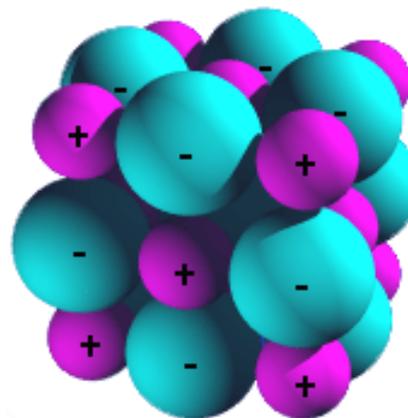
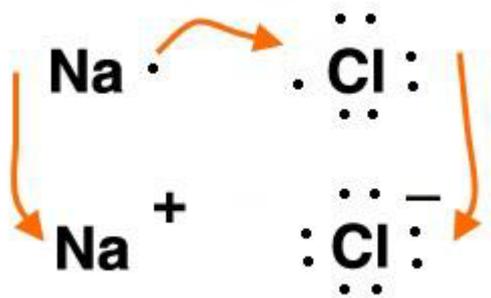
Le molecole di acqua sono un esempio di dipolo.

Tra le molecole si forma il cosiddetto **legame a idrogeno**, che giustifica l'elevata temperatura di ebollizione dell'acqua rispetto ad altri liquidi in cui questo legame non è presente.



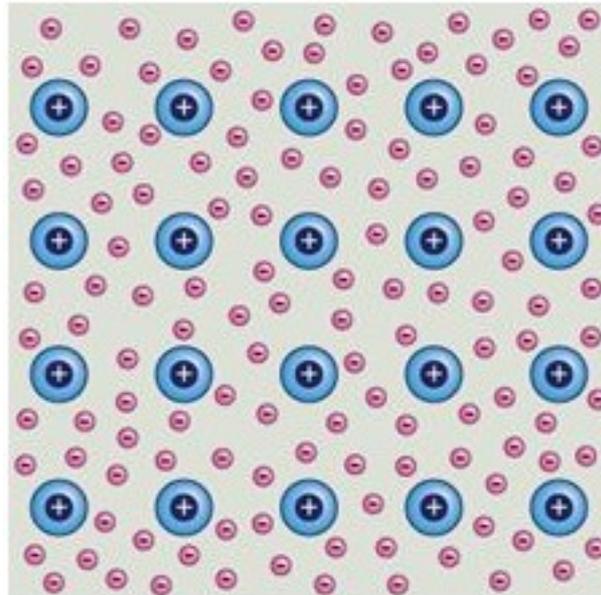
# SOSTANZE CHE CONDUCONO CORRENTE ELETTRICA ALLO STATO LIQUIDO MA NON CONDUCONO CORRENTE ELETTRICA ALLO STATO SOLIDO

È presente il legame **IONICO**: vi è una cessione di elettroni da un atomo ad un altro. Si formano due ioni (un catione ed un anione) che si uniscono per interazione elettrostatica.



# SOSTANZE CHE CONDUCONO CORRENTE ELETTRICA SIA ALLO STATO LIQUIDO CHE ALLO STATO SOLIDO

E' presente il **LEGAME METALLICO**: i nuclei del metallo occupano posizioni fisse e ordinate nello spazio (costituiscono un reticolo cristallino) mentre gli elettroni sono comuni a tutti i nuclei del reticolo (sono delocalizzati) e costituiscono una "nuvola" mobile.



Un legame è tanto più polare, fino a diventare ionico, quanto maggiore è la differenza di elettronegatività tra gli atomi coinvolti.

L'**elettronegatività** di un elemento è la sua tendenza ad attrarre su di sé gli elettroni del legame.

La maggiore o minore elettronegatività di un elemento può essere dedotta osservando la sua **posizione nel sistema periodico**.

aumenta l'elettronegatività

periodo

1	2	3	4	5	6	7
H						
Li	Be	B	C	N	O	F
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At

gruppo

aumenta l'elettronegatività

Il discorso sui legami intramolecolari e sulle interazioni intermolecolari si ricollega alla classificazione dei coloranti in base all'interazione che le loro molecole instaurano con le fibre:

**Diretti:** legami a idrogeno, interazioni dipolari

**A mordente:** legami covalenti

**Al tino:** interazioni di Van der Waals

# DIAMO UN NOME ALLE SOSTANZE: LE FORMULE

Le sostanze sono indicate con **formule**, che rappresentano le molecole della sostanza stessa e indicano **quali e quanti atomi** le costituiscono.

Le formule delle sostanze semplici riguardano molecole costituite da atomi dello stesso elemento:



Al contrario, le molecole delle sostanze composte (o composti) sono costituite da atomi di elementi diversi tra loro



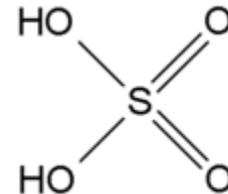
Nella notazione, i numeri a pedice indicano la composizione della sostanza (i rapporti quantitativi tra gli atomi dei differenti elementi) e, quindi, identificano univocamente la sostanza stessa (il numero 1 viene omissso).

# INORGANICO VS ORGANICO

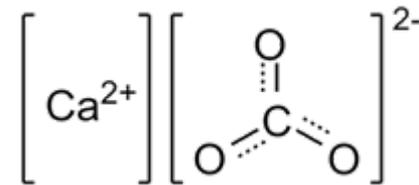
Si definisce **composto inorganico** qualsiasi sostanza composta che se contiene atomi di carbonio nella molecola, essi non sono legati ad atomi di idrogeno.

Esempi:

acido solforico



carbonato di calcio



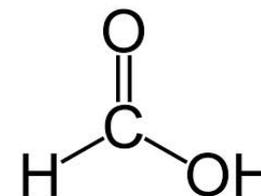
I MORDENTI SONO QUASI ESCLUSIVAMENTE  
COMPOSTI INORGANICI

# INORGANICO VS ORGANICO

Si definisce **composto organico** qualsiasi sostanza composta in cui sono presenti uno o più atomi di carbonio e almeno uno di questi è legato ad un atomo di idrogeno.

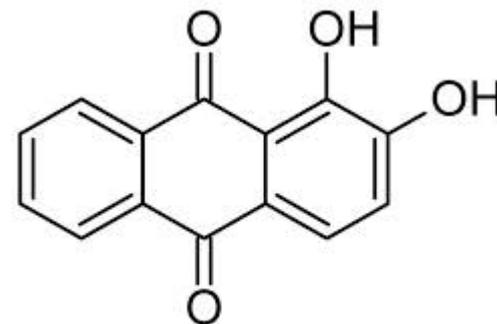
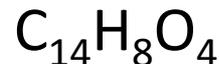
Esempi:

acido formico



I COLORANTI NATURALI SONO TUTTI  
COMPOSTI ORGANICI

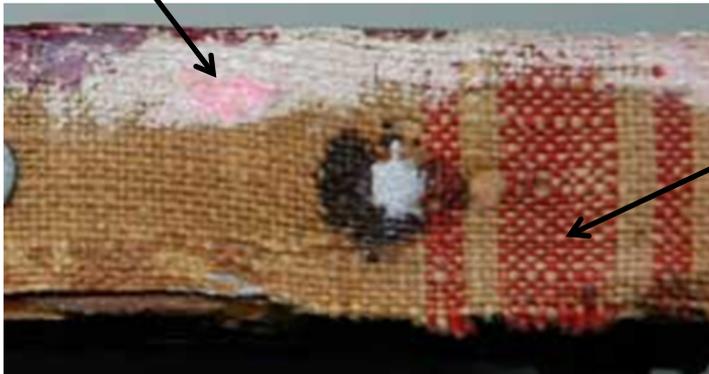
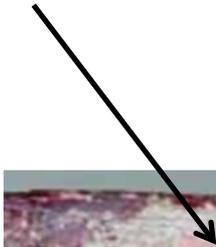
1,2-diidrossi-9,10-antracendione  
(alizarina)



# PIGMENTI O COLORANTI?

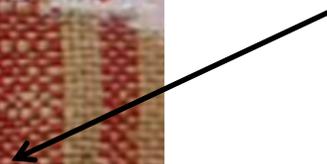


Pigmento



Sia i pigmenti che i coloranti  
sono polveri colorate, ma...

Colorante

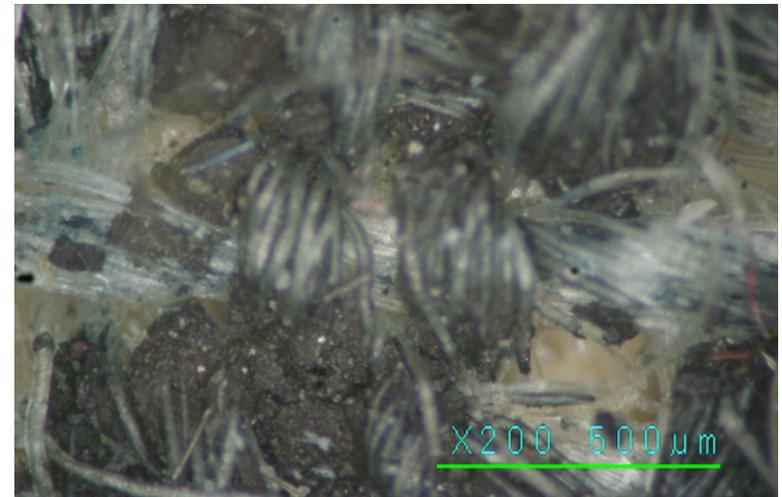




Colorante



Pigmento



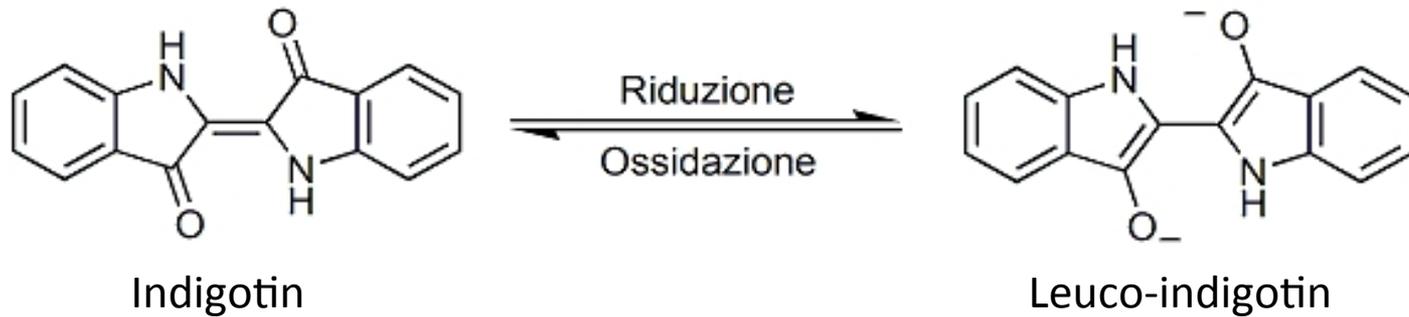
## QUALCHE DEFINIZIONE...

**Pigmento:** polvere colorata, **generalmente di composizione inorganica**. Per impartire colore ad un supporto i pigmenti vengono mescolati (**miscuglio eterogeneo**) a un medium pittorico (legante) col quale il pigmento forma un impasto più o meno denso che, anche quando è steso in strato sottile, manifesta proprietà coprenti (si dice per questo motivo che «il pigmento ha corpo e colore»). Il «corpo» del pigmento si manifesta in quanto esso non si scioglie, ma si disperde nel legante. Se si osserva ad elevato ingrandimento una sezione dello strato pittorico le particelle di pigmento sono visibili.

**Colorante:** polvere colorata, **generalmente di composizione organica**, solubile nel mezzo disperdente (**miscuglio omogeneo**) che impartisce il proprio colore ad un supporto attraverso la formazione di legami chimici stabili con esso, tingendo quindi il supporto senza ricoprirlo.

Per questo motivo si dice che il colorante «non ha corpo, ma solo colore».

Le **trasformazioni chimiche** prevedono la formazione di nuove sostanze (prodotti) a partire da sostanze di partenza (reattivi). Tali trasformazioni sono indicate attraverso le **reazioni chimiche**:



La materia non può scomparire, quindi tutti gli atomi di tutti gli elementi chimici che costituiscono le sostanze dei reattivi, si ritrovano combinati in modo differente nelle sostanze che costituiscono i prodotti.

# ALCUNI SPUNTI DI RIFLESSIONE

- ⌘ Le etichette concettuali sono fondamentali per stabilire correttamente (da un punto di vista “chimico”) ciò di cui stiamo parlando, ma
- ⌘ problema delle conoscenze pregresse: siamo in grado di attribuire facilmente etichette concettuali ad oggetti che conosciamo dalla nostra esperienza – facciamo molto più fatica con oggetti di cui non possiamo fare esperienza diretta e
- ⌘ ancora più complessa la situazione nel caso di concetti formali (come quelli strutturali)!

Inoltre abbiamo già detto che

- ⌘ utilizzare le etichette concettuali relative alla materia sulla base del solo livello macroscopico pone delle forti limitazioni e, soprattutto
- ⌘ per parlare di trasformazioni chimiche/reazioni dobbiamo necessariamente “entrare” a livello microscopico
- ⌘ problema della continua alternanza, nel ragionamento chimico, tra livello macro e livello micro, che gli studenti non sempre padroneggiano

In realtà i livelli con cui dobbiamo “fare i conti” sono molti di più...

## LIVELLO EMPIRICO-SENSORIALE

(conoscenza informale pregressa che deriva dalle esperienze di tutti i giorni, dai genitori, dai compagni, dai prodotti commerciali e dal significato comune che si attribuisce ai termini scientifici – tutto ciò porta spesso alla nascita di *misconceptions*)

## LIVELLO TEORICO MACROSCOPICO

LIVELLO TEORICO MICROSCOPICO (due sottolivelli: 1) particelle, 2) molecole e atomi)

## LIVELLO TEORICO SUB-MICROSCOPICO

## LIVELLO FIGURATIVO

Parlando di concetti categoriali e concetti formali avevamo posto la domanda:

## **Quanto è facile/difficile per lo studente costruire questi concetti?**

Qui si apre un aspetto controverso nell'ambito della didattica delle scienze (e della chimica in particolare) che fa riferimento in particolare alla difficoltà a costruire i concetti formali quali ad esempio le teorie e i concetti strutturali.

Le critiche all'insegnamento di tali teorie e tali concetti trovano ampio supporto da parte di differenti prospettive dell'educazione scientifica (ad esempio la prospettiva dello sviluppo di Piaget, la teoria Ausubeliana dell'apprendimento significativo, la teoria dell'elaborazione dell'informazione e il movimento delle concezioni alternative).

# ALCUNE RIFLESSIONI SUL PERCORSO DA SOSTANZA A TRASFORMAZIONE CHIMICA/REAZIONE...

Ovviamente per fare in modo che gli allievi acquisiscano il concetto di trasformazione chimica è necessario portarli prima a comprendere il **concetto di sostanza**.

**NESSUNA CONOSCENZA PREGRESSA:** gli allievi non hanno spontaneamente un concetto di sostanza nel senso scientifico del termine

**UTILIZZO COMUNE DEL TERMINE:** il termine sostanza viene usato molto spesso con noncuranza, come una parola che serve per indicare qualsiasi corpo

**UTILIZZO SCIENTIFICO DEL TERMINE:** per un chimico una sostanza è caratterizzata da un certo numero di proprietà, alcune delle quali sono assunte come punti di riferimento per la sua identificazione: densità, temperatura di ebollizione, temperatura di fusione, ecc.

**DIFFICOLTA' A COSTRUIRE IL CONCETTO:** se non si possiedono dei punti di riferimento scientifici risulta estremamente difficile costruire il concetto di sostanza, anche a livello macroscopico

E inoltre non dimentichiamo i...

## MISCONCEPTIONS

- ⊙ L'identità di una sostanza viene messa in relazione con la sua storia, per cui l'identità dipende da dove la sostanza proviene o da cosa le è successo.
- ⊙ Un corpo di origine naturale e che non ha subito alcun trattamento è un corpo puro, ossia una sostanza; al contrario, qualunque corpo che sia l'esito di un processo di produzione è automaticamente percepito come il risultato di una manipolazione e quindi ritenuto non puro
- ⊙ Due campioni di una certa sostanza preparati con due metodi diversi vengono ritenuti sostanze differenti.

A questo proposito apriamo una parentesi sul concetto di “naturale”...

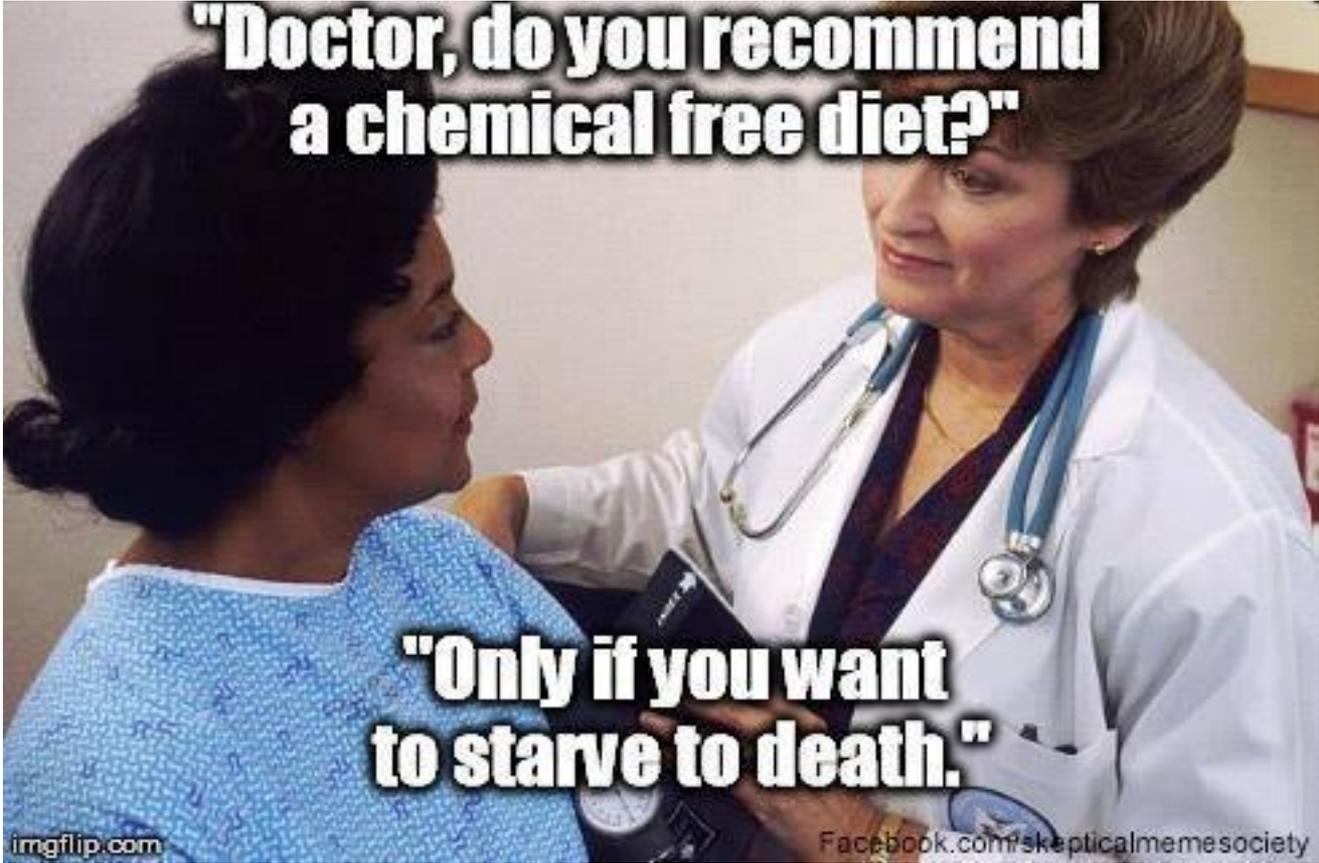


## AN ALL-NATURAL STRAWBERRY



**JOIN US**  
AND DISCOVER A CHEMICAL FREE WORLD

**INGREDIENTS:** AQUA (90.9%), **SUGARS (4.9%)** (FRUCTOSE (50%), GLUCOSE (41%), SUCROSE (9%)), FIBRE E460 (2.0%), ASH, **FATTY ACIDS (<1%)** (OMEGA-6 FATTY ACID: OCTADECADIENOIC ACID (42%), OMEGA-3 FATTY ACID: OCTADECATRIENOIC ACID (31%), OCTADECANOIC ACID (20%), HEXADECANOIC ACID (6%), OCTADECANOIC ACID (1%), HEXADECANOIC ACID (<1%)), **AMINO ACIDS (<1%)** (ASPARTIC ACID (26%), GLUTAMIC ACID (17%), LEUCINE (6%), ALANINE (6%), LYSINE (5%), GLYCINE (5%), ARGININE (5%), PROLINE (4%), SERINE (4%), TYROSINE (4%), THREONINE (4%), ISOLEUCINE (3%), PHENYLALANINE (3%), VALINE (3%), HISTIDINE (2%), TRYPTOPHAN (1%), CYSTINE (1%), METHIONINE (<1%)), **PRESERVATIVES** (E236, E296) **COLOURS** (E160a, E161b, E161c, E140, E161d, E161e, E161g, E161h) E300, E307, FOLATE, CHOLINE, BETAINE, PHYTOSTEROLS, **FLAVOURS** (2,5-DIMETHYL-4-HYDROXY-2H-FURAN-3-ONE, 2,5-DIMETHYL-4-METHOXY-2H-FURAN-3-ONE, GAMMA DECALACTONE, GAMMA-DODECALACTONE, 2-FURFURAL, 5-HYDROXY METHYL-FURFURAL, LIMONENE, LINALOOL, (E)-NEROLIDOL, E1510, HEXANOL, OCTANOL, METHYL BUTANOATE, ETHYL BUTANOATE, METHYL HEXANOATE, ETHYL HEXANOATE, HEXYL ETHANOATE, (E)-2-HEXEN-1-YL ETHANOATE, BUTYL ETHANOATE, METHYL OCTANOATE, ETHYL OCTANOATE, OCTYL-2-METHYL BUTANOATE, OCTYL HEXANOATE, DECYL BUTANOATE, DECYL ETHANOATE, METHANETHIOL, ETHYL 3-METHYLBUTANOATE, GERANIOL, E210, FARNESYL ACETATE, MESIFURANE, METHYL ANTHRANILATE, GAMMA-DECALACTONE, METHIONAL, DIMETHOXYMETHANE, 1-BUTOXY-1-ETHOXYETHANE), 2-(4-HYDROXYPHENYL)-ETHYL BETA-D-GLUCOPYRANOSIDE.

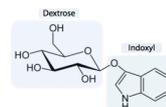


**"Doctor, do you recommend  
a chemical free diet?"**

**"Only if you want  
to starve to death."**



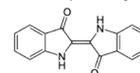
# Chemistry of **Levi's**



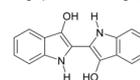
**Indican**  
Indican is a colourless, water-soluble compound extracted from plants of the *Indigofera* genus. At high pH, it hydrolyses, which separates the indoxyl group from the dextrose.



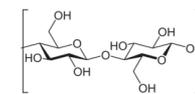
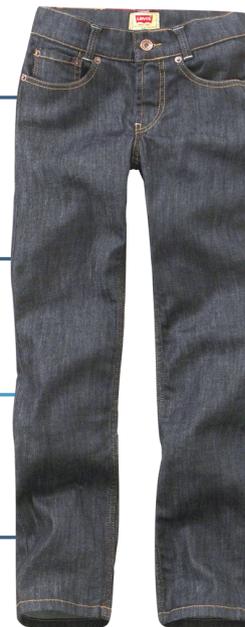
Vigorous whisking aerates the indoxyl solution, which oxidises and dimerises the indoxyl into indigotin.



This is the **final blue dye**. To make it water-soluble, it needs to be reduced at a high pH to leuco-indigotin.



Jeans are then steeped in this soluble, yellow dye that attaches very well to cotton. When removed, the leuco-indigotin sticks to the jeans and oxidises to become indigotin again: the final blue dye. Indigotin is water-insoluble and sticks to the cotton so your jeans can keep their colour.



"Denim" is a traditional way of weaving cotton into a thick, sturdy material. Cotton is predominantly cellulose, a strong polymer of beta-D-glucose monomer units. Several thousand glucose monomers are present in each polymer chain. Polar hydroxyl groups form hydrogen bond with hydroxyl groups on adjacent chains to form **strong microfibrils**, which the cotton plant then meshes into a strong polysaccharide matrix. This matrix, and the denim weave, give high strength and durability to your Levi's® jeans.



## 1873

**Jeans predate synthetic indigo dye**  
Levi Strauss co-invented the blue jean in 1873. That's 9 years before the invention of synthetic indigo!

### Modern production methods

In 1882, Baeyer & Drewsen discovered a way to produce indigotin (2,2'-bis(2,3-dihydro-3-oxoindolylidene) synthetically. Today, 20,000 tons are produced annually, which is enough to dye over 1 billion pairs of jeans each year! Indigotin has also been approved as an edible food dye under the name "E132" in the EU.

**Le trasformazioni della materia** possono essere descritte ed interpretate sia a livello macroscopico che a livello microscopico.

LIVELLO MACROSCOPICO: la trasformazione chimica è un processo in cui le sostanze di partenza interagiscono dando origine a nuove sostanze che prima non erano presenti nel sistema.

LIMITI DI QUESTA INTERPRETAZIONE:

- ⊙ la trasformazione chimica è interpretata come un evento che produce una miscela delle sostanze di partenza anziché una o più nuove sostanze
- ⊙ la trasformazione chimica è considerata semplicemente una modificazione dell'apparenza, senza che questa sia associata a un cambiamento di sostanza. Talvolta gli allievi tendono a considerare le proprietà, quali il colore, l'odore o il sapore, come inseparabili dalle sostanze: queste possono essere perse o acquisite come se fossero qualcosa di esterno alla sostanza. Tutto questo porta a ritenere che le sostanze possano modificare le loro proprietà mantenendo la loro identità.

## A LIVELLO MICROSCOPICO (1)

Per descrivere le trasformazioni fisiche possiamo introdurre un **modello particellare di base (primo sottolivello teorico micro)**, nel quale si parla unicamente di particelle. In questo modo è possibile descrivere i passaggi di stato come **processi nei quali resta inalterato il tipo e il numero di particelle ma cambia la loro organizzazione.**

## A LIVELLO MICROSCOPICO (2)

Per quanto riguarda le trasformazioni chimiche, a livello macroscopico le sostanze iniziali spariscono e danno origine a nuove sostanze. Però queste nuove sostanze non possono essere qualsiasi cosa; la loro natura dipende strettamente da quelle di partenza. Bisogna quindi ammettere che queste ultime si debbano dividere in “parti” che si ricombinano in modo diverso. Parlare di particelle che si dividono in “parti” significa far ricorso ai termini **“molecola”** ed **“atomo”** (**secondo sottolivello teorico micro**). Le molecole sono identificate con le particelle e gli atomi sono identificati con le parti in cui possono dividersi le molecole.

Con questo approccio le nozioni di molecola e atomo non vengono introdotte in modo dogmatico, ma sono introdotte come entità chimiche necessarie per descrivere e interpretare a livello microscopico quanto avviene a livello macroscopico nel corso delle trasformazioni chimiche.

Per raffigurare (**livello figurativo**) le trasformazioni chimiche a livello microscopico si ricorre al modello di **reazione chimica**. Questo implica che si distingua tra trasformazione chimica, che è il fenomeno, e reazione chimica, che è il **modello** mediante il quale di tale fenomeno si producono rappresentazioni. Le specie chimiche coinvolte nel processo vengono rappresentate mediante il **linguaggio simbolico chimico** e le trasformazioni chimiche vengono interpretate come processi di riorganizzazione degli atomi.

## E IL CERCHIO SI CHIUDE...

- © L'introduzione del modello particellare di base permette inoltre agli allievi di rafforzare il **concetto di sostanza**, la cui costruzione risulta incerta e **problematica a livello macroscopico**.
- © Infatti, quando si introduce il modello particellare, le **attività di rappresentazione delle miscele** portano a riconoscere che **ogni sostanza** che entra nella composizione della miscela deve essere rappresentata con **un determinato tipo di particella**, ossia con **un determinato segno iconico**.
- © **Quindi un corpo costituito unicamente da particelle dello stesso tipo è un corpo puro, ossia una sostanza.**



*That's all Folks!*