



## I COLORI DELL'ARTE: LACCHE, PIGMENTI E LORO APPLICAZIONE

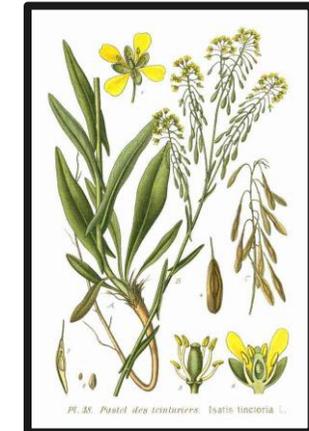
Anna Maria Madaio  
IIS «B. Focaccia» Salerno

VIII Scuola Nazionale di Didattica  
della Chimica «G. Del Re»  
Fermo, 24-27 settembre 2023

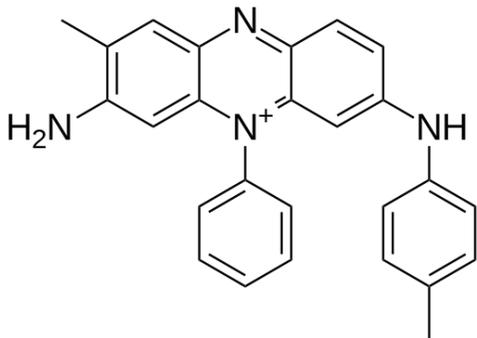
# COLORI FINO ALLA PRIMA METÀ DEL XIX SECOLO

Fino alla prima metà del XIX secolo, i colori venivano preparati tramite estrazione da fonti naturali (vegetali, animali e minerali) e utilizzati per tingere tessuti o dipingere tele.

- **Blu:** dalle foglie dell'indaco (*Indigofera tinctoria*) e del guado (*Isatis tinctoria*),
- **Rosso:** dalle radici essiccate della robbia (*Rubia tinctorum*)
- **Giallo:** dalle infiorescenze della reseda (*Reseda luteola*)
- **Rosso scarlatta:** dalle femmine delle cocciniglie (*Dactylopius coccus*)
- **Porpora:** dalle ghiandole di molluschi del genere *Murex*

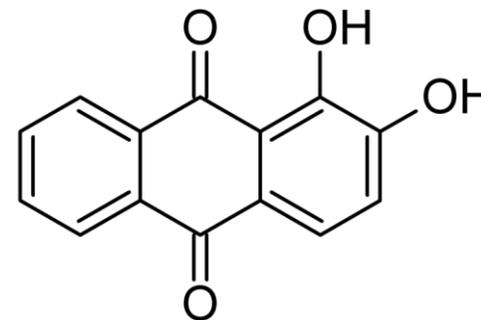


# COLORI DALLA SECONDA METÀ DEL XIX SECOLO



**1856** William Henry **Perkin** scopre per caso il primo colorante sintetico la "**Malveina**" (colore violetto) cercando di sintetizzare la chinina per la cura della malaria.

**1868** Graebe, Liebermann e **Perkin** sintetizzano l'**alizarina** (colore rosso). Per la prima volta un colorante vegetale (da *Rubia tinctorum*) veniva sostituito da un identico sintetico.



**1862** Johann Peter **Griess** sintetizza per la prima volta un colorante azoico

**1878** Adolf von **Baeyer** (premio Nobel per la chimica nel 1905) sintetizza l'**indaco**



# SOSTANZE COLORANTI

Le sostanze coloranti sono composti di **natura organica o inorganica** in grado di conferire a un oggetto o a un preparato una determinata colorazione.

A seconda delle proprietà chimico-fisiche si distinguono in:

PIGMENTI

COLORANTI





# PIGMENTI

utilizzati soprattutto nell'arte pittorica

Sono generalmente di **natura inorganica (minerali o rocce)**, insolubili nel mezzo disperdente (acqua o solventi organici) e **dotati di colore e di corpo**

Aderiscono alla superficie del materiale da colorare mediante un legante.

Possono essere:

**Naturali:** solitamente ossidi o solfuri di uno o più metalli o terre rare, estratti da depositi minerali naturali.

**Artificiali:** preparati industrialmente da minerali grezzi o sintetizzati in laboratorio.





# COLORANTI

utilizzati soprattutto per la tintura dei tessuti e per gli alimenti

Sono generalmente di **natura organica e trasparenti**, **solubili** nel mezzo disperdente, **dotati di colore ma non di corpo**; impartiscono il proprio colore per inclusione, assorbimento o legame chimico con il materiale che si desidera colorare

Possono essere:

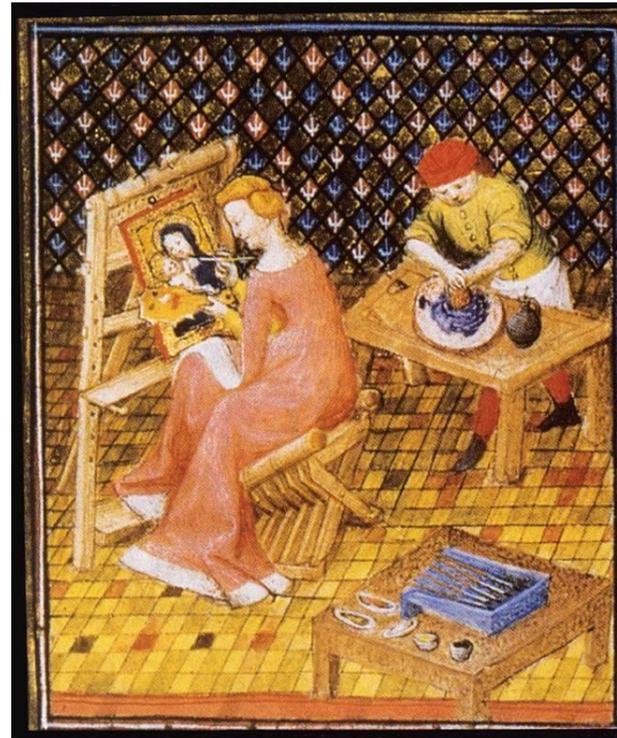
**Naturali:** Ricavati generalmente da vegetali o animali, presentano problemi di stabilità al pH, alla luce e al calore.

**Artificiali:** comprendono derivati azoici, xantenici, antrachinonici, indigoidi, ecc., sono più stabili ed economici dei coloranti naturali, offrono una grande varietà di colori.



# PIGMENTI NATURALI

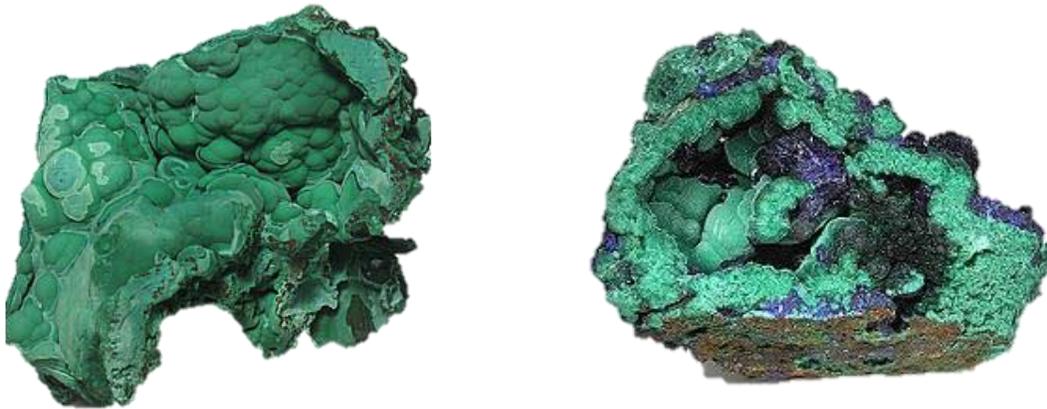
Fin dall'antichità, i pigmenti in polvere venivano prodotti dalla macinazione di minerali con successiva purificazione per lavaggio con acqua, o acidi, ed asciugatura



*La pittrice TIMARETE e, dietro di lei, un aiutante che macina e prepara i colori. Da un manoscritto miniato del 1403*

# PIGMENTI NATURALI verde malachite $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$

La malachite è il pigmento verde più antico conosciuto, presente nei dipinti delle tombe egiziane a partire dalla IV dinastia, usato anche come cosmetico. Il pigmento è un carbonato basico di rame che si ricava dal minerale omonimo, usato anche come pietra dura ornamentale. Spesso il minerale è presente in associazione all'azzurrite.

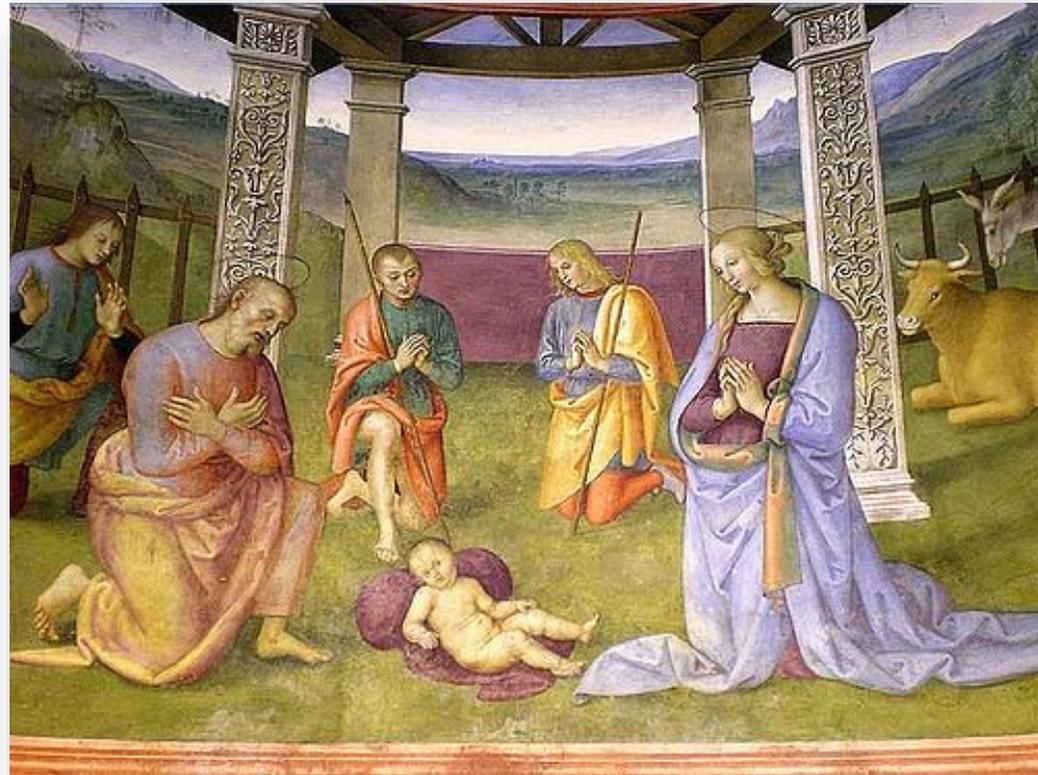


*Conosciuto anche con il nome di verde azzurro di Spagna, verde azzurro, verde tedesco, verde minerale, verde azzurro di Magna Grecia e verde d'Alemagna.*



# PIGMENTI NATURALI verde malachite $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

Era impiegato in tutte le tecniche pittoriche (nella pittura ad olio era preferito il Verdigris)



Natività di Perugino 1503



# PIGMENTI ARTIFICIALI VERDIGRIS $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

Acetato basico di rame, pigmento artificiale che si preparava a partire da rame e aceto, esponendo lamine di metallo ai fumi di acido acetico, in modo da causare la lenta formazione superficiale del pigmento. Il colore che si otteneva variava dal verde al blu-verdastro poichè si formavano composti a diversa idratazione.

Il pigmento ebbe ampio utilizzo dall'antichità al XIX secolo, per tutto il Medioevo, il Rinascimento e il Barocco.

Essendo un derivato dell'acido acetico, il pigmento ha la tendenza ad aggredire i supporti pittorici, come la carta e la pergamena





# PIGMENTI NATURALI blu oltremare



Silicato di sodio e alluminio con inclusioni di solfuri e solfati

Nel Medioevo il blu oltremare veniva estratto dal prezioso **lapislazzuli** principalmente nelle cave di Badakshan, nell'attuale Afghanistan. Dai porti del vicino Oriente (Siria, Palestina, Egitto) il blu oltremare arrivava in Europa. **Oltremare** deriva dal nome che questi territori avevano in epoca medievale.

Era un pigmento di difficile lavorazione, e perciò molto costoso, con un'ottima resistenza alla luce e alle basi ma facilmente scolorito dagli acidi.

Era considerato il blu per antonomasia e uno dei colori più ricchi e preziosi, in particolare nell'iconografia della Madonna, per dipingerne il manto.

A causa del costo elevato, quando possibile, veniva sostituito dal più economico azzurrite.



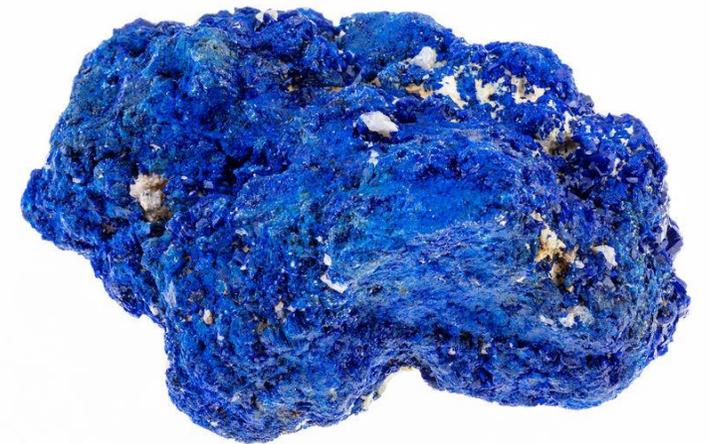


# PIGMENTI NATURALI azzurrite $2\text{CuCO}_3 * \text{Cu}(\text{OH})_2$

Carbonato basico di rame dalla tonalità variabile da blu oltremare a blu verdastro, a causa della progressiva alterazione in malachite.

Conosciuto dall'epoca della IV Dinastia (III millennio a.C.) degli Egizi, nel Medioevo l'azzurrite, o "blu d'Alemania", fu un importante pigmento blu utilizzato in sostituzione del più costoso blu oltremare e impiegato per dipingere particolari meno importanti, ad esempio i cieli.

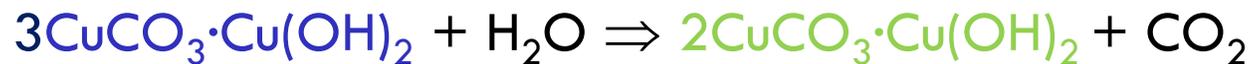
Il suo impiego cessò nel XVIII secolo con l'avvento del *blu di Prussia*, pigmento sintetico e quindi ancora meno costoso





# PIGMENTI NATURALI azzurrite $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

L'azzurrite aveva il difetto di non essere adatta all'affresco, perché tendeva a polverizzarsi e cadere. In condizioni particolari può virare di colore, diventando verde per trasformazione dell'azzurrite in malachite, più stabile.



In presenza di solfuro, può degradarsi a solfuro di rame, di colore nerastro,



# La volta della Cappella degli Scrovegni a Padova e l'azzurrite





# PIGMENTI ARTIFICIALI blu di Prussia $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$

Esacianoferrato di ferro, un pigmento sintetizzato per caso a Berlino da Diesbach e Dippel nel 1704 e utilizzato durante tutto il settecento. Si ottiene per reazione tra il ferrocianuro di potassio e ioni di ferro(III). Detto anche Blu di Berlino.

Ha una tonalità tendente al blu scuro-violetto e si presenta come una polvere piuttosto fine con un ottimo potere colorante.

Usato principalmente nella pittura a olio e negli inchiostri da stampa.



<https://www.youtube.com/watch?v=84IUpxe3XMI> *Il blu di Prussia - Noos - L'avventura della conoscenza*



# PIGMENTI ARTIFICIALI blu di Prussia $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$

Stabile in ambiente acido a temperatura ordinaria.

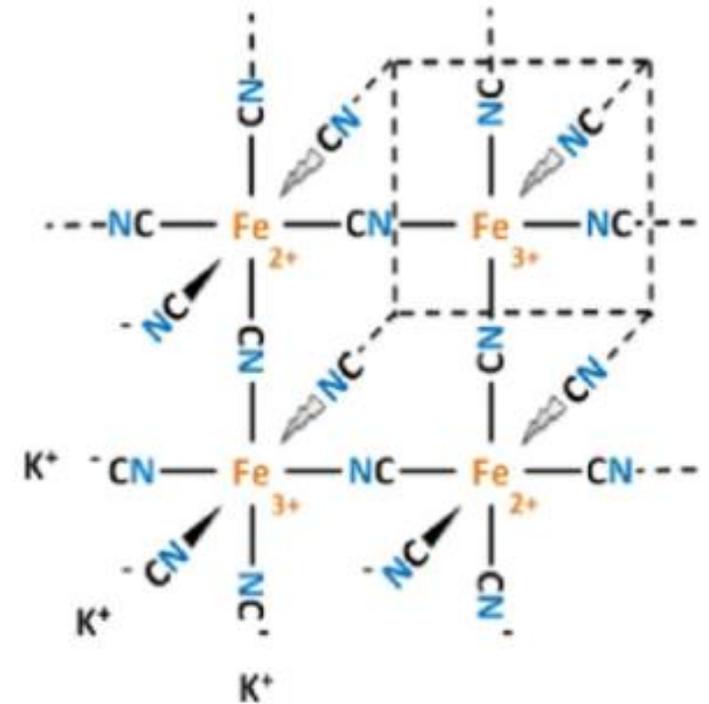
In ambiente basico, già a pH 8, forma  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  insolubile in  $\text{H}_2\text{O}$ .

Per l'instabilità in ambiente basico non si può utilizzare per l'affresco o per la pittura a tempera con caseinato di ammonio.

Ha carattere zeolitico per la struttura aperta del suo reticolo cristallino, con possibilità di intrappolare piccole molecole e ioni al suo interno. Può esistere in due forme:

$\text{KFe}(\text{II})[\text{Fe}(\text{III})(\text{CN})_6]$  solubile

$\text{Fe}(\text{III})_4[\text{Fe}(\text{II})(\text{CN})_6]_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  insolubile



# PIGMENTI ARTIFICIALI blu di Prussia $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$

Diffrazione ai Raggi X: Reticolo cubico con ioni  $\text{Fe}^{\text{II}}$  e  $\text{Fe}^{\text{III}}$  alternati collegati da anioni cianuro ( $\text{Fe}^{\text{III}}\text{-N-C-Fe}^{\text{II}}$ )

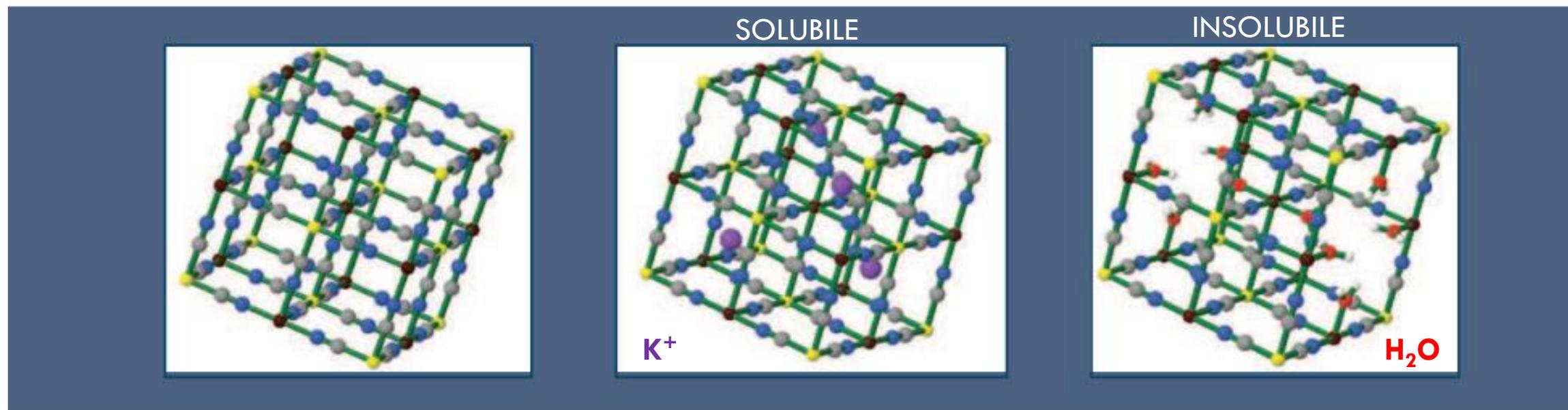
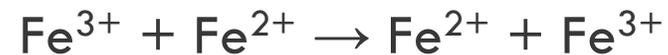


Figure 3. At left, simple cubic lattice of Prussian blue.  $\text{Fe}^{\text{II}}$  yellow;  $\text{Fe}^{\text{III}}$  red; C gray; N blue. Center, potassium ions (purple) occupy the centers of half of the cubic cells. At right, in  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  there are fewer  $\text{Fe}^{\text{II}}$  ions than  $\text{Fe}^{\text{III}}$  ions, which leaves some  $\text{Fe}^{\text{II}}$  sites vacant; the vacant sites are occupied by water molecules. Dynamic Jmol structures are available in the online material. [Structures courtesy of Xavier Prat-Resina.]



# PIGMENTI ARTIFICIALI blu di Prussia $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$

La presenza di ferro in due stati di valenza è necessaria per colorare il composto. Questo perché gli atomi di ferro nel composto subiscono ossidazione e riduzione reciproca mediante il seguente processo:



Il blu intenso è causato dal **trasferimento di elettroni** da un atomo di ferro a un altro all'interno della molecola.

Viene assorbita luce a 680 nm (**rosso**), provocando il trasferimento di un elettrone da un atomo di Fe(II) a uno di Fe(III), e viene emessa luce riflessa di colore blu

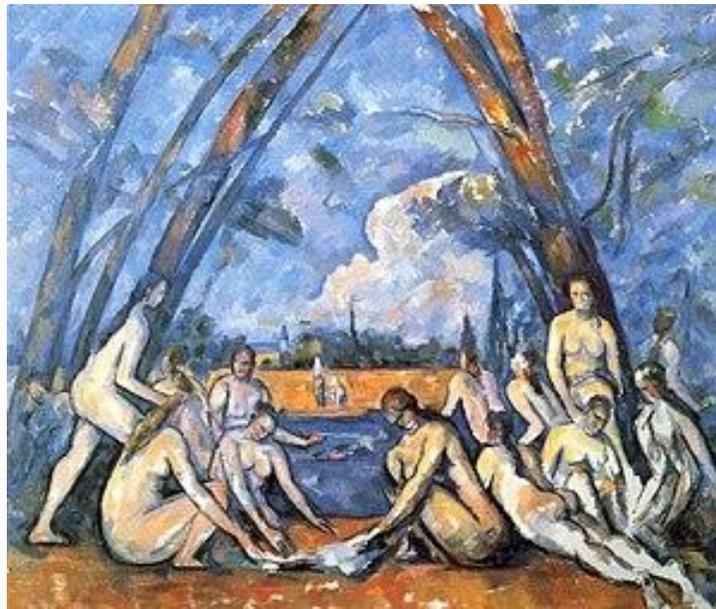


# PIGMENTI ARTIFICIALI blu di Prussia $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$

**Rivoluzione nel mondo dell'arte:** pigmento economico di tonalità vicina al blu oltremare da utilizzare ampiamente nella pittura. Sostituisce il costoso blu oltremare e l'instabile azzurrite.

Usato anche nella tintura dei tessuti e per colorare di blu le divise dell'esercito del Regno di Prussia.

Usato ampiamente dagli impressionisti francesi nelle loro opere.



Le grandi bagnanti di Cézanne



La Notte Stellata di Vincent Van Gogh



## COLORANTI: LE LACCHE

I coloranti estratti da matrici vegetale o animale e solubili in acqua, possono essere trasformati in pigmenti (**lacche**) facendoli assorbire su un substrato solido, come calcare o argilla, oppure complessare con un **mordente**, es. allume di potassio. Successivamente si lascia decantare il solido e si filtra. La lacca così ottenuta viene seccata e macinata in polvere fine.



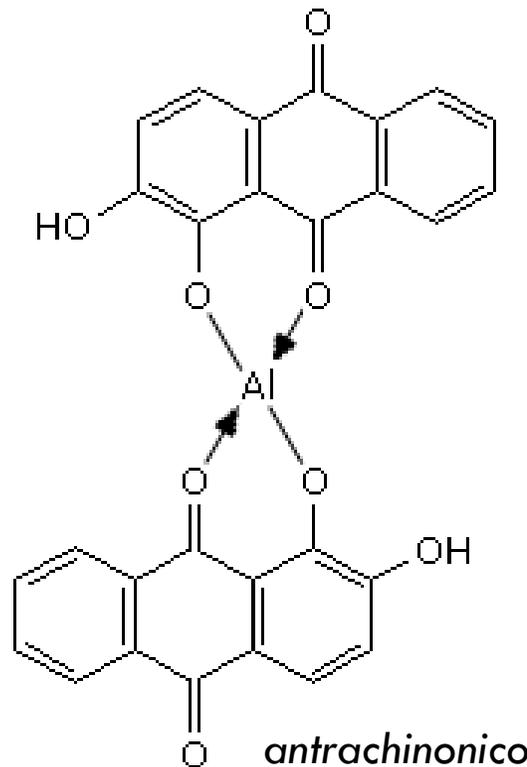
Le lacche furono molto usate dai pittori del Medioevo



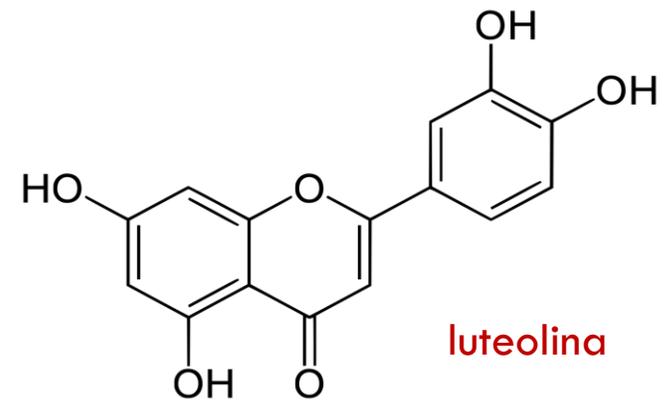
# MORDENTE

Sale inorganico contenente uno ione metallico che legandosi al colorante (antrachinonico o flavonoide) tramite legami di coordinazione forma un complesso metallorganico insolubile.

- allume  $(Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 12H_2O)$ ,
- solfato ferroso:  $FeSO_4$
- cloruro ferroso:  $FeCl_2$
- solfato rameoso:  $CuSO_4$
- cloruro di stagno:  $SnCl_2$
- bicromato di sodio:  $Na_2Cr_2O_7$



alizarina



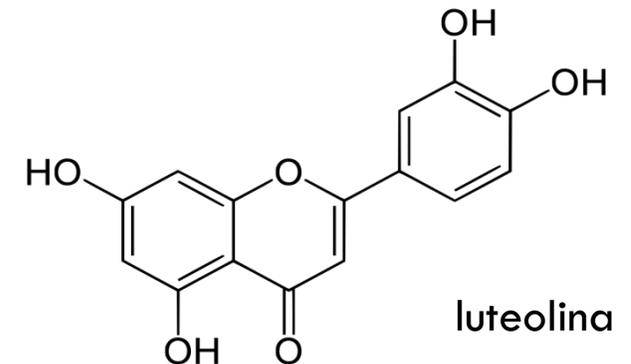
flavonoide

# PIANTE TINTORIE: *Reseda luteola*

Pianta erbacea originaria dell' Africa del Nord, dell' Europa e dell'Asia occidentale, presente in tutte le regioni d'Italia, soprattutto al centro-sud.

Detta anche "**erba dei tintori**", veniva coltivata per il colorante giallo brillante che si estrae da tutte le parti della pianta, detta **arzica**, e costituito principalmente da un **idrossiflavone** chiamato **luteolina**, presente come glicoside.

Fu coltivata intensivamente persino dai Vichinghi e permise a molti mercanti italiani e europei di stoffe e pigmenti di arricchirsi esageratamente.





## PIANTE TINTORIE: *Reseda luteola*

L'arzica grazie alla sua stabilità alla luce solare, trovava largo impiego nella tintura di lana e seta.

Si utilizzava nell'arte pittorica, prevalentemente nelle vernici ad olio, in sostituzione dell'orpimento, pigmento tossico a base di solfuro di arsenico ( $As_2S_3$ ), oppure per simulare l'aspetto dell'oro.



Bacio di Giuda - Giotto 1303-1305



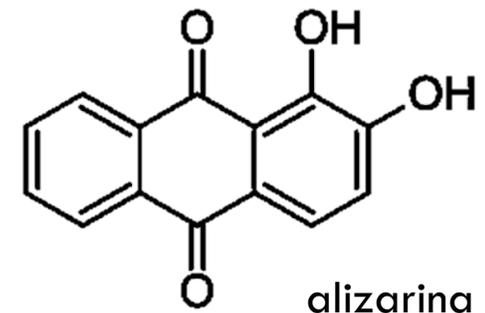
## PIANTE TINTORIE: *Rubia tinctorum*

Originaria dell'Europa meridionale, è una pianta tintoria dalle cui radici si estraggono diversi coloranti **antrachinonici** tra cui l'**alizarina**, di colore rosso.

Usata in Egitto almeno dal XVI secolo a.C., Plinio la definiva col termine *rubia* o *erythrodanum*. Nel Medioevo venivano usati i termini **garanza** e **robbia** o simili.

Il colorante si ottiene bollendo in acqua le radici essiccate e polverizzate della pianta in modo da idrolizzare gli antrachinoni dai rispettivi glicosidi, i precursori presenti nella radice.

Nel 1868, cessò la coltivazione della pianta in seguito alla scoperta della sintesi dell'alizarina stessa.



# PIANTE TINTORIE: *Rubia tinctorium*

La robbia fu un colorante molto importante sia in campo tessile che in campo artistico, utilizzata nella tecnica ad olio e in acquerello.

La lacca è piuttosto fugace; nel dipinto di Lorenzo Monaco, “Incoronazione della Vergine”, il manto della Vergine, dipinto con la lacca di robbia, ha subito un **viraggio all'incolore**.

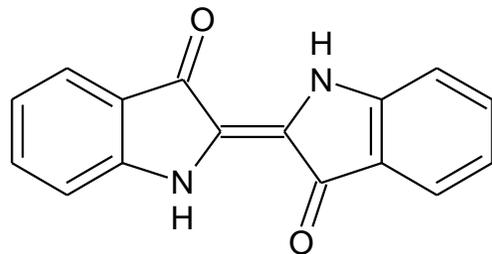


Incoronazione della Vergine - Lorenzo Monaco 1414

# PIANTE TINTORIE: *Isatis tinctoria*

*Isatis tinctoria* (guado) è stata presente in Europa durante tutto il Medioevo ed il Rinascimento. La coltivazione ed il commercio del pigmento fresco fecero la fortuna di numerose città europee come **Urbino** e **San Sepolcro** in Italia e **Tolosa** in Francia.

Dalla pianta si estrae l'**indaco**, un pigmento indigoide presente sotto forma di glicoside, l'indacano.



# PIANTE TINTORIE: *Isatis tinctoria*

L'indaco fu usato da grandi Maestri Pittori



Raffaello «La Trasfigurazione di Cristo»  
1518-1520



Piero della Francesca «La Madonna del parto»  
1455-1465



Jan Vermeer «Cristo con Maria e Marta»  
1656

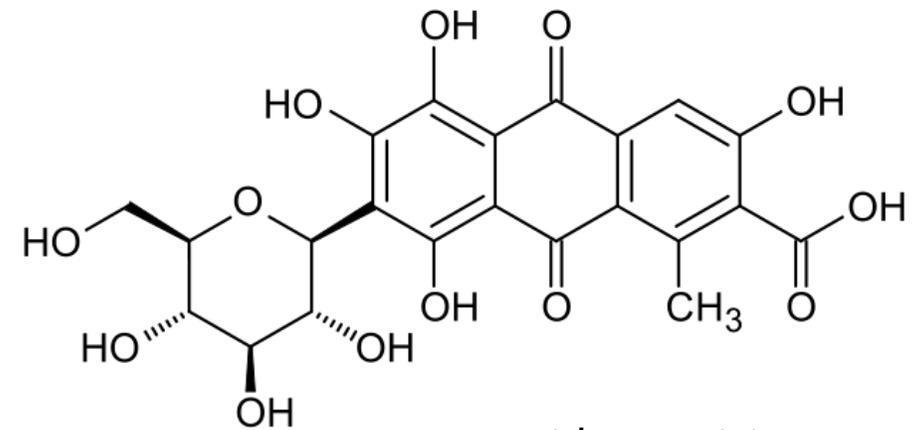
# COLORI DA INSETTI: *Dactylopius coccus*

La cocciniglia è un colorante originario del Messico e del Guatemala, ottenuto essiccando i corpi delle femmine dell'insetto **Dactylopius coccus** che vive sui cactus o sui fichi d'India.

Il componente principale è l'**acido carminico**, a scheletro **antrachinonico**.

E' stato importato in Europa, insieme all'argento e all'oro, dopo la conquista spagnola del Nuovo Mondo.

Nel 1860 la produzione era di 2.9 milioni di Kg di insetti all'anno, ma pian piano è stata sostituita dai coloranti sintetici



acido carminico



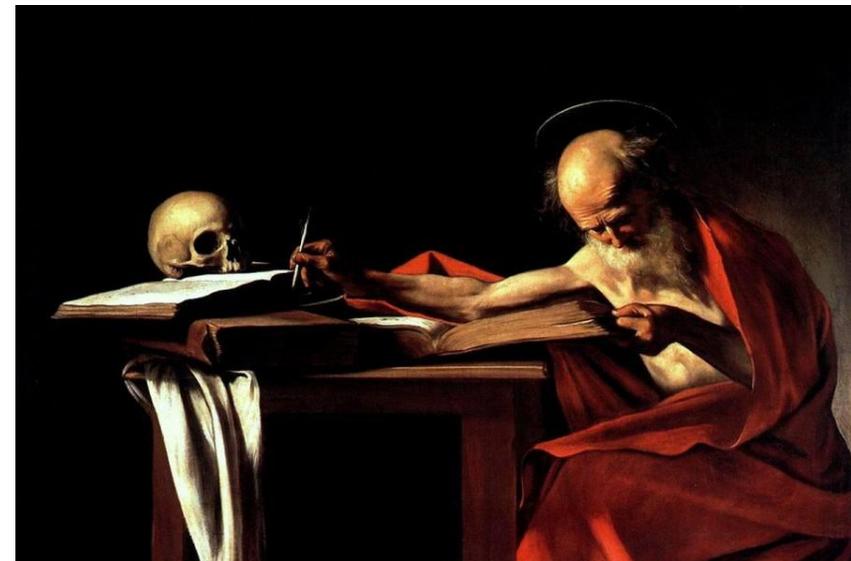
## COLORI DA INSETTI: *Dactylopius coccus*

Fin dai tempi più remoti, la lacca di cocciniglia è stata usata sia nell'arte pittorica che tintorica.

Nell'Europa che usciva dal Medioevo c'era una grande ossessione nella ricerca del pigmento rosso perfetto e il **rosso carminio** produceva una tonalità così intensa da fornire agli artisti per più di tre secoli la tavolozza dei rossi usata per tingere l'arte sacra e laica europea.

Nella metà del Sedicesimo secolo lo usavano già in molti, tra cui Rubens e Caravaggio.

Anche Paul Gauguin, Auguste Renoir e Vincent van Gogh hanno dipinto le loro opere con la lacca di cocciniglia.

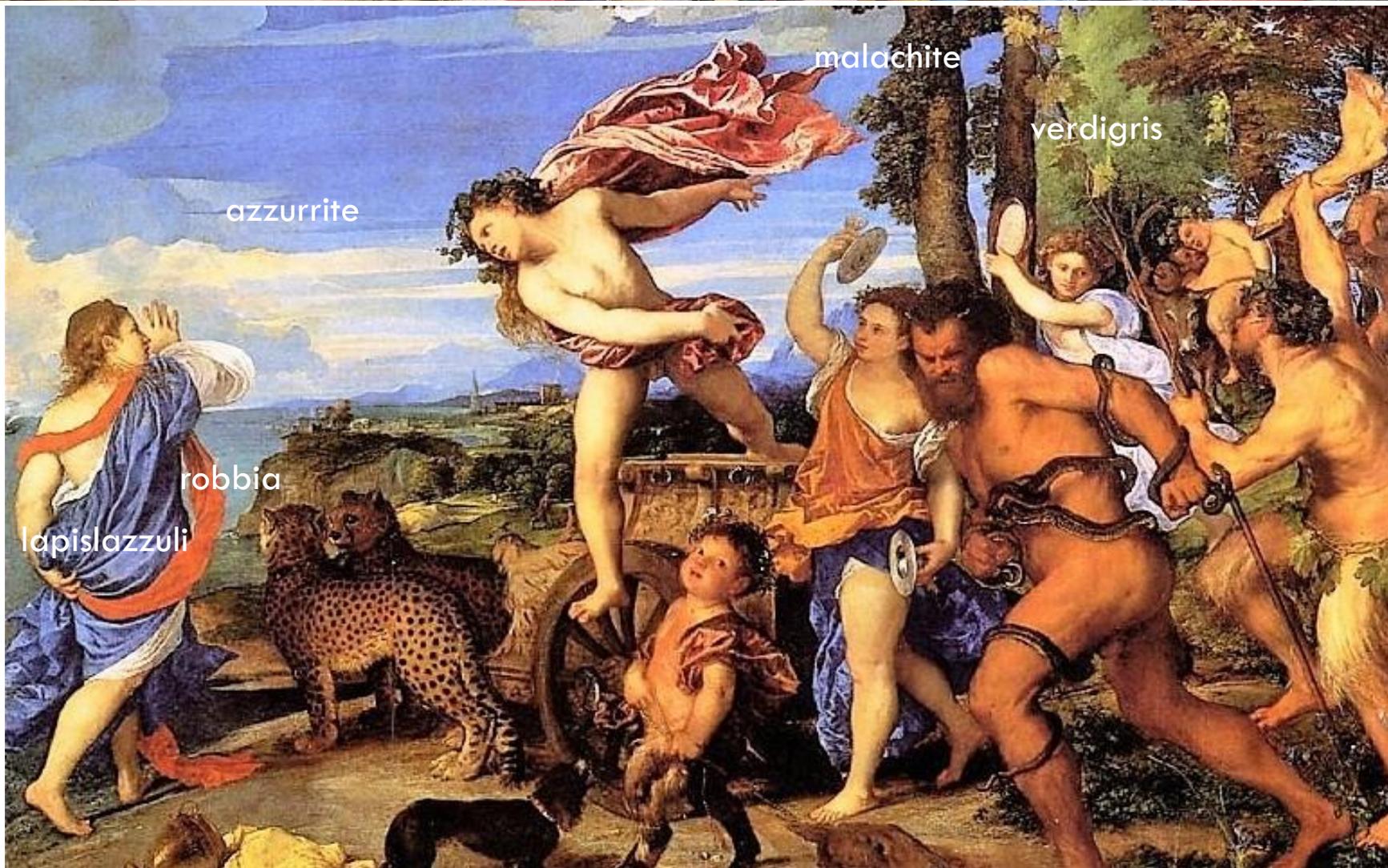


San Girolamo, Caravaggio 1605-1606





**Tiziano, Trionfo di Bacco e Arianna** olio su tela (1520-1523) National Gallery di Londra



**Tiziano, Trionfo di Bacco e Arianna** olio su tela (1520-1523) National Gallery di Londra





**ATTIVITA' DI LABORATORIO** |



# ATTIVITA' DI LABORATORIO

Le attività laboratoriali proposte sono state realizzate dagli studenti del triennio di Chimica e Materiali nei laboratori dell'Istituto «B. Focaccia» di Salerno nell'ambito della programmazione didattica della disciplina Chimica Organica e Biochimica e hanno consentito lo sviluppo di conoscenze, abilità e competenze su:

- Interazione luce materia/Teoria del colore;
- Sostanze coloranti: Pigmenti, coloranti e lacche; Sostanze naturali e artificiali;
- Solubilità, soluzioni e sospensioni;
- Legami chimici e interazioni molecolari; Proprietà acido base delle molecole organiche;
- Bilanciamento di equazioni chimiche e calcoli stechiometrici;
- Tecniche pittoriche;
- Storia e uso dei pigmenti nell'arte.





# ATTIVITA' DI LABORATORIO

Il laboratorio tratterà la preparazione delle lacche dalle piante tintorie, tra cui la *Reseda luteola* e la *Rubia tinctorum*, e dall'insetto *Dactylopius coccus*, nonché la sintesi del Blu di Prussia.

Inoltre, si mostrerà l'applicazione, nella pittura a tempera su tela e carta, dei pigmenti preparati, utilizzando come legante l'olio di semi di lino, il tuorlo d'uovo e la caseina.

Le slide successive mostrano una documentazione fotografica e commentata delle metodiche di preparazione dei pigmenti seguenti:

- Lacca di Robbia
- Lacca di Reseda
- Lacca di Cocciniglia
- Blu di Prussia





*LE LACCHE* |



# Preparazione delle lacche

**Robbia/Garanza:** la bollitura delle radici essiccate e polverizzate della pianta, consente l'idrolisi dei coloranti antrachinonici dai rispettivi glicosidi, i precursori presenti nella radice. L'**alizarina** è il componente più abbondante.

**Reseda/Arzica:** la bollitura delle varie parti della pianta essicata, consente il rilascio dei coloranti flavonoidi presenti come glicosidi. La **luteolina** è il componente più abbondante.

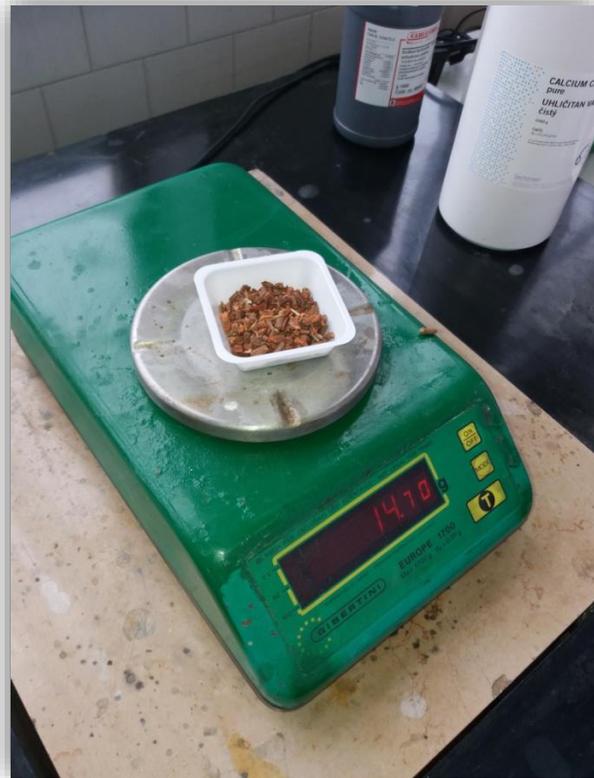
**Cocciniglia:** la bollitura del corpo degli insetti in acqua consente il rilascio del colorante antrachinonico **acido carminico**.

La tonalità dei colori delle lacche dipende dal pH e dal mordente



# Preparazione della lacca di Robbia

Porre in un becker contenente 300 mL di acqua distillata, 14 g di radici essiccate di Robbia, lasciando bollire per 30 minuti a partire dal bollore.



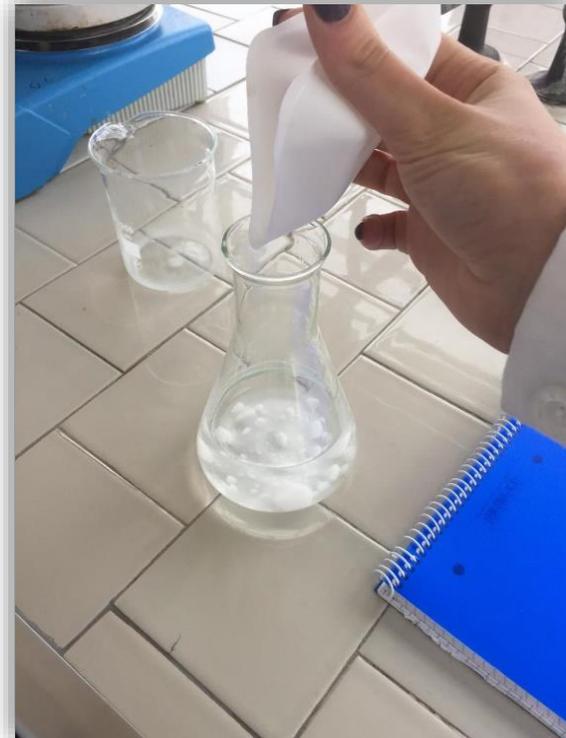
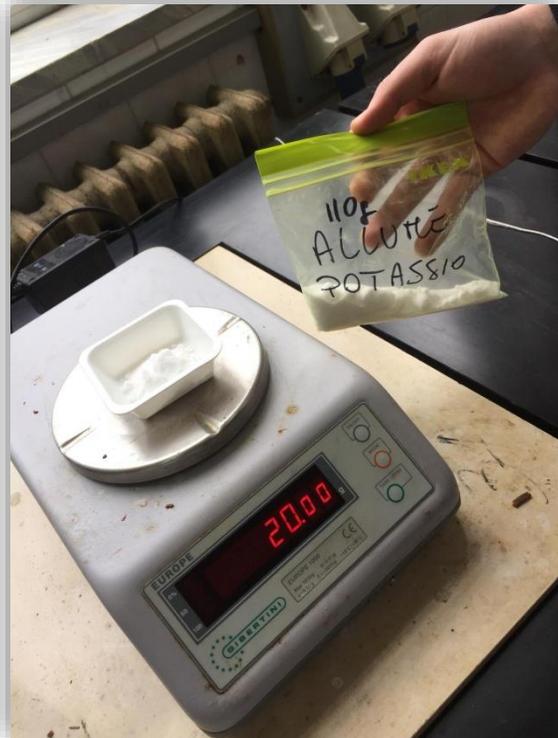
## Preparazione della lacca di Robbia

Filtrare il decotto per tela, separando il liquido dalle radici e ripetere l'operazione due volte, quindi unire le due soluzioni.



# Preparazione della lacca di Robbia

Preparare una soluzione di allume di rocca, sciogliendo 20g di allume in 150 ml di acqua distillata e riscaldarla alla stessa temperatura della soluzione colorata



## Preparazione della lacca di Robbia

Aggiungere lentamente alla soluzione rossa, 4 g di NaOH e, in piccole aggiunte successive, la soluzione di allume, mescolando continuamente. Si nota la formazione di un precipitato finissimo che resta in sospensione: è la lacca di robbia che inizia a flocculare.



## Preparazione della lacca di Robbia

Portare la miscela ad un pH di circa 6,2 con  $\text{NaHCO}_3$  o  $\text{CH}_3\text{COOH}$  al 5% (facoltativo). Si nota che a pH più acido la lacca assume una gradazione di rosso più chiara, mentre a pH più basico una gradazione di rosso più scuro. Lasciare decantare per una notte ed eliminare il surnatante. Effettuare lavaggi successivi della lacca con acqua distillata finché il surnatante non diventa limpido.



## Preparazione della lacca di Robbia

Decantare il surnatante dell'ultimo lavaggio e filtrare la lacca residua coprendo l'interno di un imbuto con una pezza di tela.



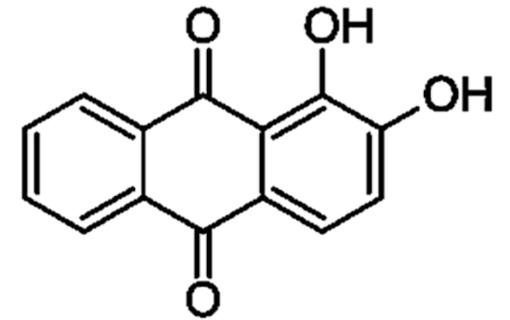
# Preparazione della lacca di Robbia

Fare essiccare la lacca in stufa o a temperatura ambiente per più giorni, raschiare la lacca dalla tela e macinarla in un mortaio fino a farla diventare una polvere rossa.



# Preparazione della lacca di Robbia

A partire da 14 g di radice essiccata di Robbia si sono ottenuti 3,50 g di lacca di robbia (garanza).





## Preparazione della lacca di Reseda

Si pesano 14 g di sommità fiorite di *Reseda luteola* e si pongono in un becher contenente 350 mL circa di H<sub>2</sub>O demineralizzata

Si mantiene all'ebollizione a fuoco lento per 30 min. circa e successivamente si filtra per tela.

Si ripete l'operazione sul residuo della filtrazione e si riuniscono entrambi i filtrati in un unico becher

Si aggiungono alla soluzione colorata 4 g di NaOH e, successivamente, 20 g di Allume di Potassio disciolti in 150 mL di H<sub>2</sub>O demineralizzata, mescolando continuamente.

Si nota la formazione di un precipitato finissimo che resta in sospensione: è la lacca di reseda che inizia a flocculare.

Portare la miscela ad un pH di circa 6,2 con NaHCO<sub>3</sub> o CH<sub>3</sub>COOH al 5% (facoltativo).

Si lascia decantare la lacca per una notte, si elimina il liquido soprannatante facendo attenzione a non smuovere il precipitato. Si effettuano una serie di lavaggi con acqua, lasciando sedimentare e eliminando il liquido finché quest'ultimo non risulta limpido e incolore.

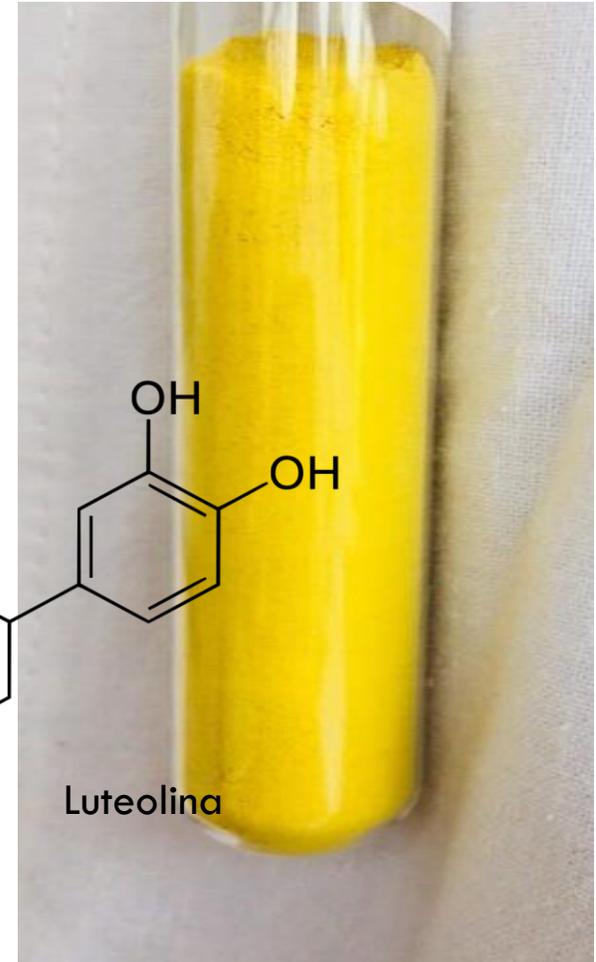
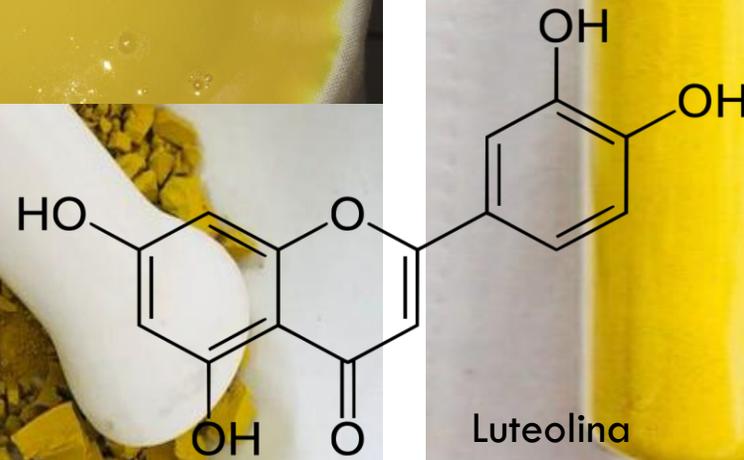
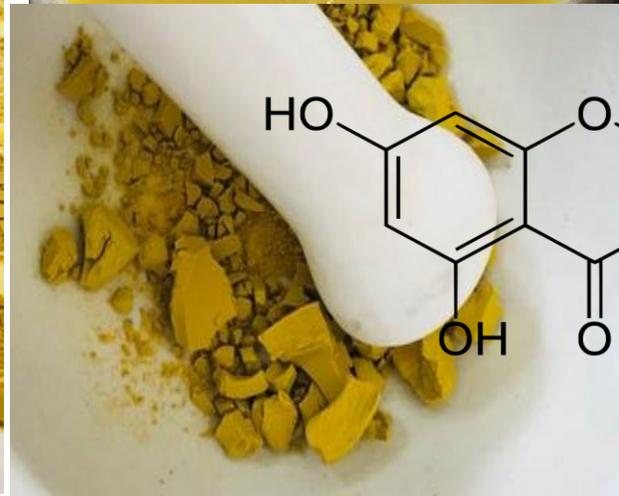
Si filtra per tela il precipitato, si lascia essiccare in stufa a 50°C o a temperatura ambiente .

La lacca così ottenuta (6.47g) viene macinata in un mortaio e conservata in un recipiente di vetro.

# Preparazione della lacca di Reseda sequenza di immagini



# Preparazione della lacca di Reseda sequenza di immagini





# Preparazione della lacca di Cocciniglia

Si pesano 3.5 g di Cocciniglia e si pongono in un becher contenente 350 mL circa di H<sub>2</sub>O demineralizzata.

Si mantiene all'ebollizione a fuoco lento per 30 min circa e successivamente si filtra per tela.

Si ripete l'operazione sul residuo della filtrazione e si riuniscono entrambi i filtrati in un unico becher

Si aggiungono alla soluzione colorata 10 g di NaOH e, successivamente, 60 g di Allume di Potassio disciolti in 150 mL di H<sub>2</sub>O demineralizzata, mescolando continuamente.

Si nota la formazione di un precipitato finissimo che resta in sospensione: è la lacca di Cocciniglia che inizia a flocculare.

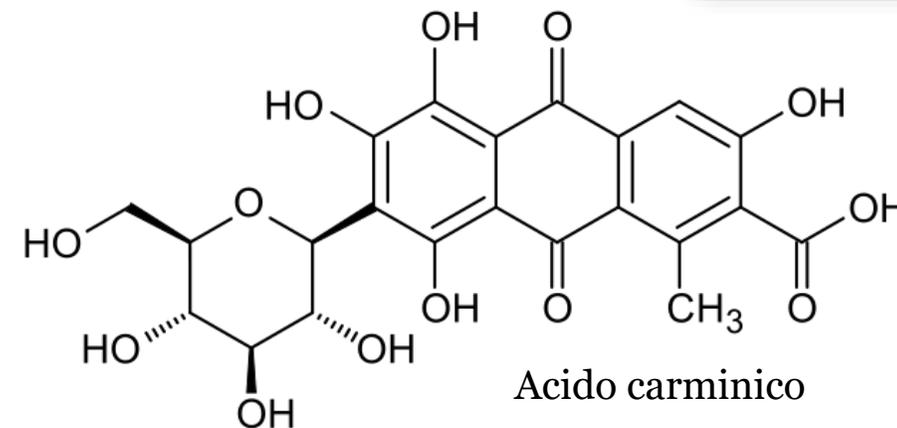
A seconda del pH della soluzione si ottengono lacche di diverse tonalità del vermiglio.

Si lascia decantare la lacca per una notte, si elimina il liquido soprannatante facendo attenzione a non smuovere il precipitato. Si effettuano una serie di lavaggi con acqua, lasciando sedimentare e eliminando il liquido finché quest'ultimo non risulta limpido e incolore.

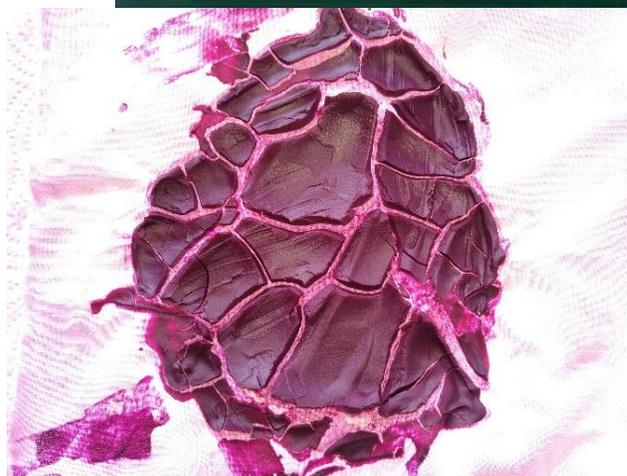
Si filtra per tela il precipitato, si lascia essiccare in stufa a 50°C o a temperatura ambiente .

La lacca così ottenuta viene macinata in un mortaio e conservata in un recipiente di vetro.

# Preparazione della lacca di Cocciniglia sequenza di immagini



# Preparazione della lacca di Cocciniglia sequenza di immagini





*SINTESI DEL BLU DI PRUSSIA*





## Sintesi del Blu di Prussia: materiali e reagenti

- ✓ 2 becker da 50 mL.
- ✓ 2 ancorette magnetiche.
- ✓ Vetrino da orologio
- ✓ Spatola e bacchetta di vetro.
- ✓ Imbuto Buchner e carta da filtro.
- ✓ Beuta codata con anello di gomma e tubi collegati.
- ✓ Cilindro graduato da 10 mL.
- ✓ Pipette pasteur o contagocce
- ✓ Piastra con agitatore magnetico
- ✓ Navicella.
- ✓ Bilancia.
- ✓ Mortaio.
- ✓ DPI (guanti, camice, occhiali)
- ✓  $\text{FeCl}_3$  2,7M tricloruro ferrico
- ✓  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$  ferrocianuro di potassio
- ✓ NaOH 1M (per lavaggio)

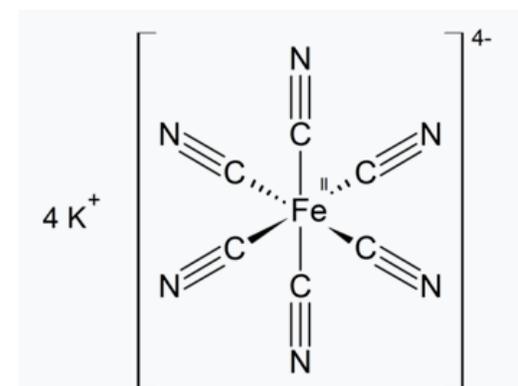


# Sintesi del Blu di Prussia: reagenti e sicurezza

Ferrocianuro di potassio



- Aspetto: solido cristallino giallo chiaro
- Massa molecolare: 422,38 g/mol
- Solubilità in acqua 289 g/l a 20 °C
- Temperatura di fusione: ~70 °C (perdita acqua di cristallizzazione)



Simboli di rischio chimico:



**Frase H**

302= nocivo se ingerito

412= nocivo per organismi acquatici

**Consigli P**

273= non disperdere nell'ambiente

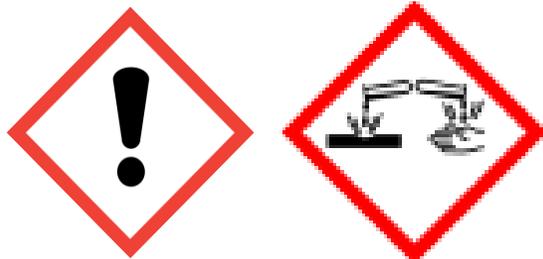


# Sintesi del Blu di Prussia: reagenti e sicurezza

## Tricloruro ferrico

- Aspetto: solido giallo –bruno
- Massa molecolare: 162,204 g/mol
- Solubilità in acqua 920 g/L a 20 °C
- Temperatura di fusione: 306 °C

Simboli di rischio chimico:



## FeCl<sub>3</sub>

### Frasi H

302= nocivo se ingerito

315=provoca irritazione cutanea

318=provoca gravi lesioni oculari

290=può essere corrosivo coi metalli

### Consigli P

280=indossare guanti

302+352 = in caso di contatto con la pelle...

305+351+338 = in caso di contatto con gli occhi...

313 = consultare un medico



# Sintesi del Blu di Prussia: reagenti e sicurezza

## Idrossido di Sodio

- Aspetto: solido bianco
- Massa molecolare: 39,997 g/mol
- Solubilità in acqua 1090 g/L a 20 °C
- Temperatura di fusione: 323 °C

Simboli di rischio chimico:



## NaOH

### Frasi H

314= provoca irritazioni cutanee e gravi lesioni oculari  
290=può essere corrosivo per i metalli

### Consigli P

280=indossare guanti  
301+330+331= in caso di ingestione: sciacquare la bocca.  
Non provocare il vomito  
305+351+338= in caso di contatto con gli occhi...  
310= contattare immediatamente un centro antiveleno...



# Blu di Prussia: proprietà chimico-fisiche e sicurezza

Esacianoferrato(II) di ferro(III)

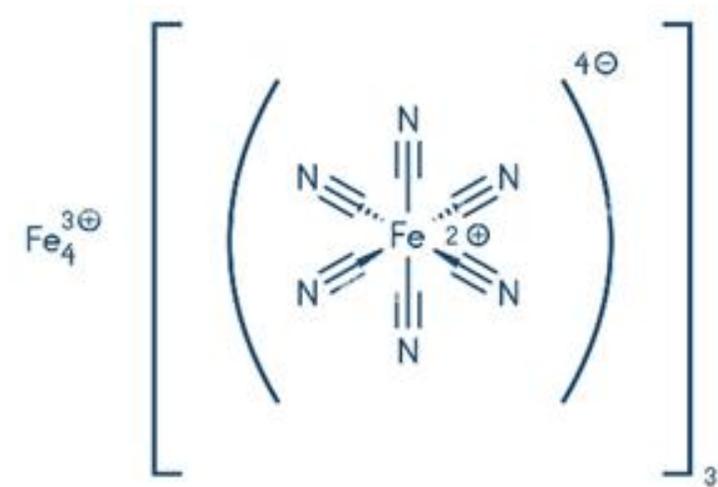


- Aspetto: polvere
- Massa molecolare: 859,59 g/mol
- Solubilità in acqua < 0,00002 g/l
- Temperatura di fusione: 290 °C (dec.)

Simboli di rischio chimico : Nessuno.

## Frasi H

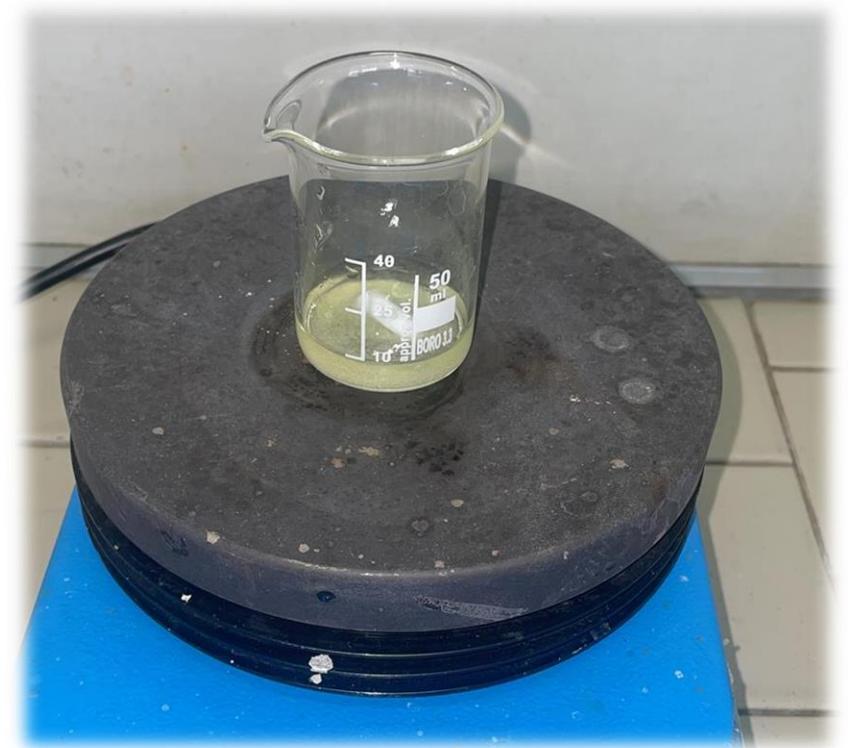
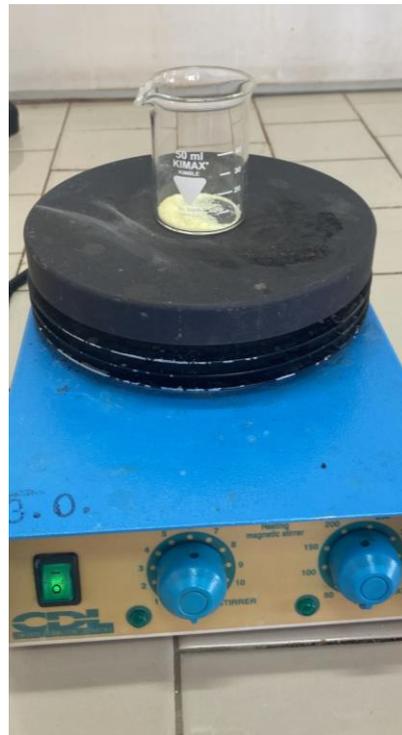
H413: può essere nocivo per gli organismi acquatici con effetti di lunga durata.



*Nonostante la presenza dello ione cianuro, il blu di Prussia, come altri ferrocianuri, non è particolarmente tossico a causa del forte legame tra gli ioni cianuro e ferro. Trattato con acidi forti concentrati, può liberare acido cianidrico, estremamente tossico.*

# Sintesi del Blu di Prussia

1. Preparare una soluzione di Ferrocianuro di potassio disciogliendo, in un becher da 50 mL contenente un' ancoretta magnetica, **2,8 g** di  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  in 10 mL di  $\text{H}_2\text{O}$  distillata. Porre il becher sull'agitatore magnetico e lasciare in agitazione moderata fino a completa dissoluzione del sale, rimuovendo l'ancoretta a fine operazione.



# Sintesi del Blu di Prussia

2. Preparare una soluzione 2,7M di  $\text{FeCl}_3$  disciogliendo 21,9 g del sale in 50 mL di acqua distillata, quindi prelevarne 10 mL e introdurla in un becher da 50 mL contenente un'ancoretta magnetica. Porre il becher sull'agitatore magnetico con moderata agitazione.



# Sintesi del Blu di Prussia

3. Versare lentamente e in piccole dosi tutta la soluzione di  $K_4[Fe(CN)_6] \cdot 3H_2O$  nella soluzione di  $FeCl_3$ . Si osserva la formazione di un precipitato denso e di un intenso colore blu scuro.

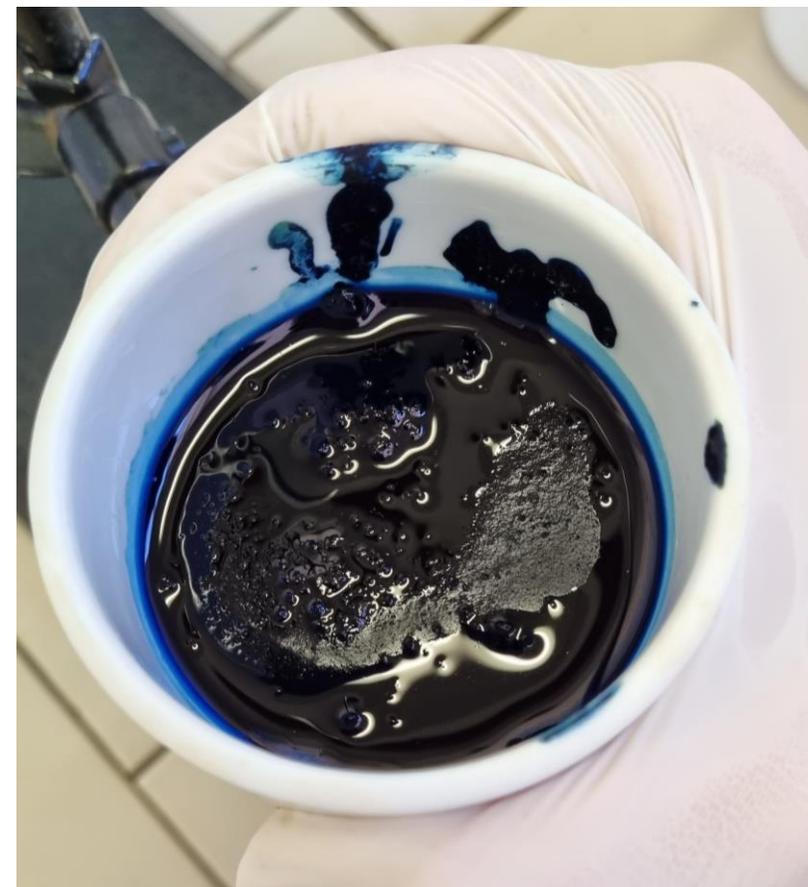
4. Coprire il becher con un vetrino da orologio e continuare l'agitazione per circa 5 minuti, aumentando la velocità di rotazione, se necessario. (Si potrebbe ottenere una fase solida difficilmente separabile dalla fase acquosa, nel caso, aggiungere pochi mL di acqua distillata)





## Sintesi del Blu di Prussia

5. Filtrare sotto vuoto con imbuto buckner avendo cura di trasferire lentamente, con l'aiuto di una bacchetta di vetro, tutto il precipitato sul filtro. Recuperare il precipitato rimasto nel becher aggiungendo con la pipetta pochissima acqua (circa 5 mL) e trasferirlo sul filtro dell'imbuto.

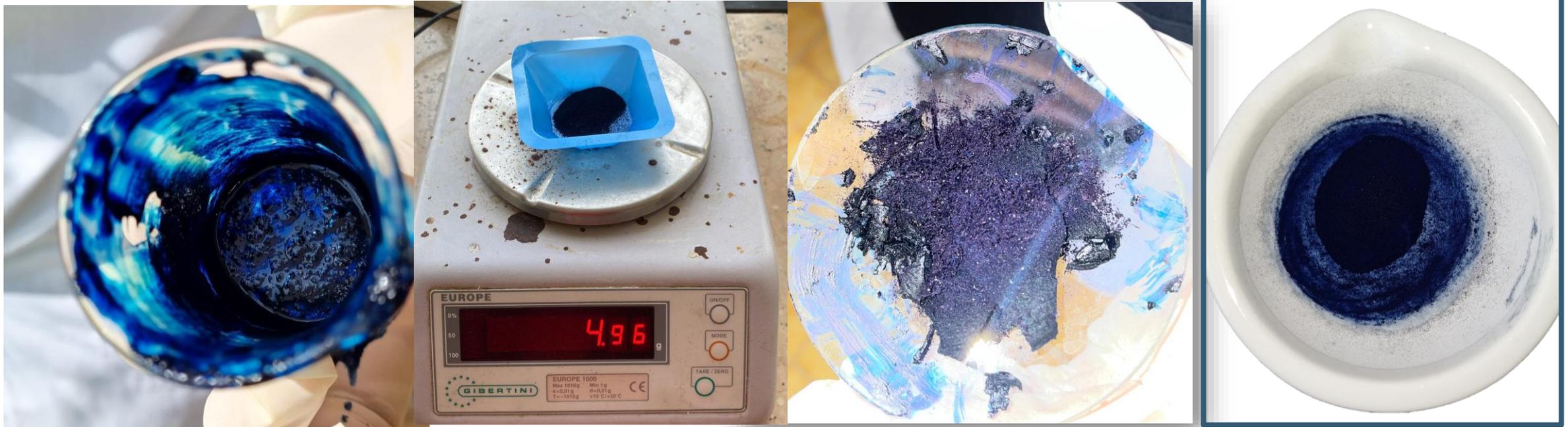




## Sintesi del Blu di Prussia

7. Seccare il precipitato a temperatura ambiente per più ore, o in stufa a  $90^{\circ}\text{C}$  per circa un'ora, e pesare per il calcolo della resa di reazione.
8. Lavare subito il materiale utilizzato con acqua. Se persiste una colorazione blu, servirsi di  $\text{NaOH}$  1M per il lavaggio per solubilizzare il Blu di Prussia.

*La soluzione di risulta nella beuta può essere portata a neutralità con  $\text{NaOH}$  0.1 N e può essere smaltita nel lavandino o usata agevolmente come concime per tutte le piante soggette alla clorosi (foglie ingiallite).*





PITTURA

# PITTURA

Utilizzo dei pigmenti preparati per la realizzazione di dipinti con la tecnica della pittura a tempera (su tela e carta) con olio di semi di lino, tuorlo d'uovo e caseina come leganti



# TECNICHE PITTORICHE: COMPONENTI

- **Pigmento:** polvere insolubile colorata.
- **Legante:** tuorlo d'uovo, olio di lino, caseina, pasta acrilica; disperde la polvere dei pigmenti
- **Diluente:** essenza di trementina estratta dalla resina del pino (volatile e ad evaporazione medio-lenta); rende più fluida e più facile da applicare la pittura
- **Supporto:** celluloso (tavoletta di legno e carta), proteico-celluloso (tele), lapideo (rocce e murature)



# TECNICHE PITTORICHE: TIPOLOGIE

**PITTURA A OLIO** Componenti: pigmenti in polvere; Leganti oleosi: **olio di lino**, noce, cartamo e papavero; diluenti: oli essenziali (essenza di trementina, lavanda, rosmarino); supporti: tela, legno. *Dalla metà del Quattrocento.*

**PITTURA A TEMPERA** Componenti: pigmenti in polvere; leganti: colla, **caseina**, **emulsioni d'uovo**, lattice di fico, gomme, cere; diluente: acqua; supporti: carta, tela, legno.

**ACQUERELLO** Componenti: pigmenti in polvere (soprattutto terre e minerali); legante: gomma arabica; diluente: acqua; supporti: carta, seta, pergamena e avorio.

**GUAZZO** simile all'acquerello. La differenza sta nell'uso del colore bianco e nella maggiore viscosità del colore L'effetto finale ricorda la pittura a olio Supporto: carta, legno, tela e intonaco secco



# TECNICHE PITTORICHE

**AFFRESCO** Tecnica di pittura murale “a fresco”. I pigmenti, mescolati a calce, vengono applicati sull’intonaco ancora umido. Il colore si lega chimicamente con l’intonaco (carbonatazione)

**PITTURA A ENCAUSTO** Applicazione a caldo di colori sciolti e mescolati con cera fusa. Si usa esclusivamente per le pareti

**PASTELLO** Componenti: Pigmenti, Acqua, Sostanze agglutinanti (decotto di orzo o lino, sapone di Marsiglia, gomma arabica ecc.) Supporti: Carta, Tela

**ACRILICO** colore sintetico solubile in acqua e a rapida presa. Si usa su qualsiasi supporto. Tecnica del Novecento diffusa ampiamente in Occidente



# TECNICHE PITTORICHE: PITTURA A OLIO

Disporre su una lastra piana, o in un mortaio, il pigmento del colore che si desidera preparare.

Con una spatola in acciaio creare un piccolo buco al centro del mucchietto di polvere e versare una piccola quantità di olio di lino. Il giusto rapporto tra olio e pigmento è di 1:3 in volume (1 parte di olio per 3 parti di pigmento). Con la spatola, o il pestello, miscelare l'olio con il pigmento e impastare fin quando il colore avrà raggiunto la consistenza di una pasta grezza.



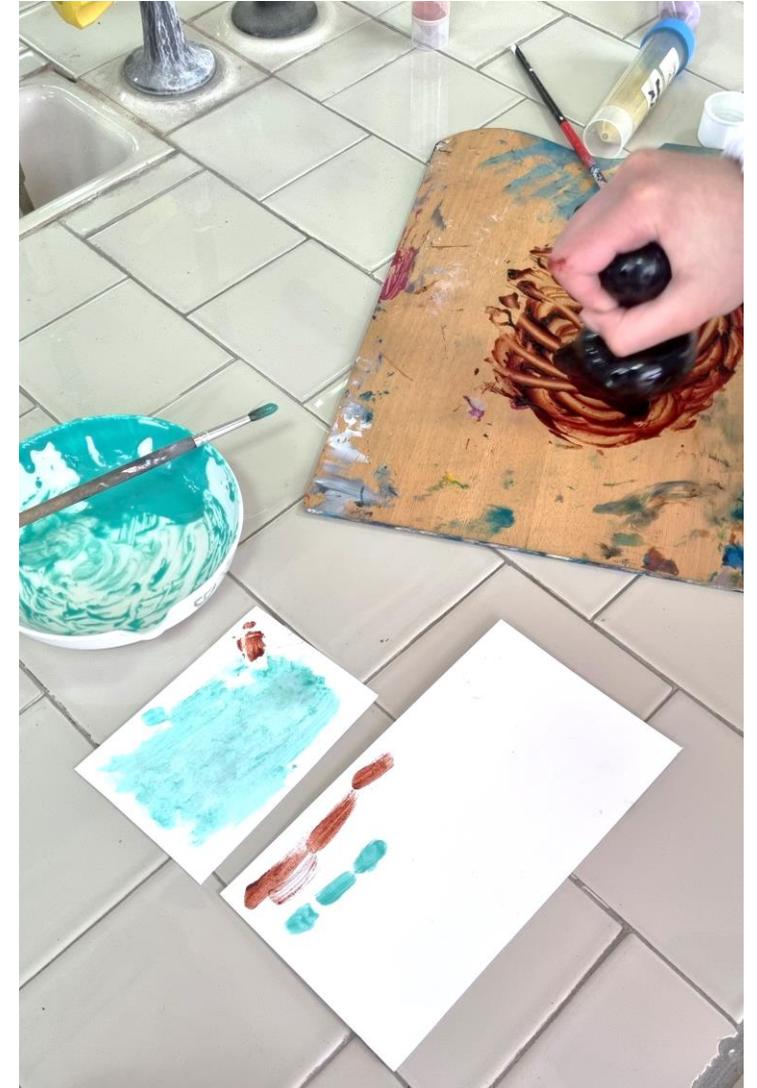
# TECNICHE PITTORICHE: PITTURA A OLIO



Per ottenere un colore fine adatto ad essere utilizzato sulla tavolozza, è necessario macinare l'impasto ottenuto con un macinello.

Prelevare piccole quantità di impasto (del volume di mezza noce) e pressarlo con movimenti circolari con il macinello, allargandolo gradualmente fino a spalmarlo sull'intera superficie della lastra.

Raccogliere la pasta così ottenuta con la spatola e se necessario ripetere fino ad ottenere un colore estremamente fine e fluido.



# TECNICHE PITTORICHE: PITTURA A OLIO

Reseda



Robbia



Cocciniglia



Blu di Prussia



Verde malachite



Azzurrite





Pittura all'olio



# TEMPERA ALL'UOVO

I pigmenti vengono stemperati in uovo mescolato ad acqua.

- solo tuorlo: tempera ricca e adatta a dipingere su qualsiasi superficie
- albume: colori brillanti ma film fragile per assenza di grassi (miniature)



	ALBUME	TUORLO
ACQUA	86,6%	50,9%
PROTEINE	11,6%	16,2%
GRASSI	0,2%	31,75%
ALTRO	1,6%	1,15%

Acqua	Proteine	Lipidi	Colesterolo	Sodio	Potassio	Calcio	Fosforo	Magnesio
53.5	15.8	29.1	1.34	0.043	0.090	0.116	0.586	0.014

*La tempera all'uovo raggiunse il suo periodo di massima diffusione nel Rinascimento, dopodiché lasciò progressivamente il posto alla pittura ad olio, che meglio si adattava alla tela, il nuovo supporto pittorico utilizzato.*

# TEMPERA ALL'UOVO: PROCEDIMENTO

**Materiali:** Uovo fresco, Mezzo guscio d'uovo di aceto, Mezzo guscio d'uovo di acqua distillata

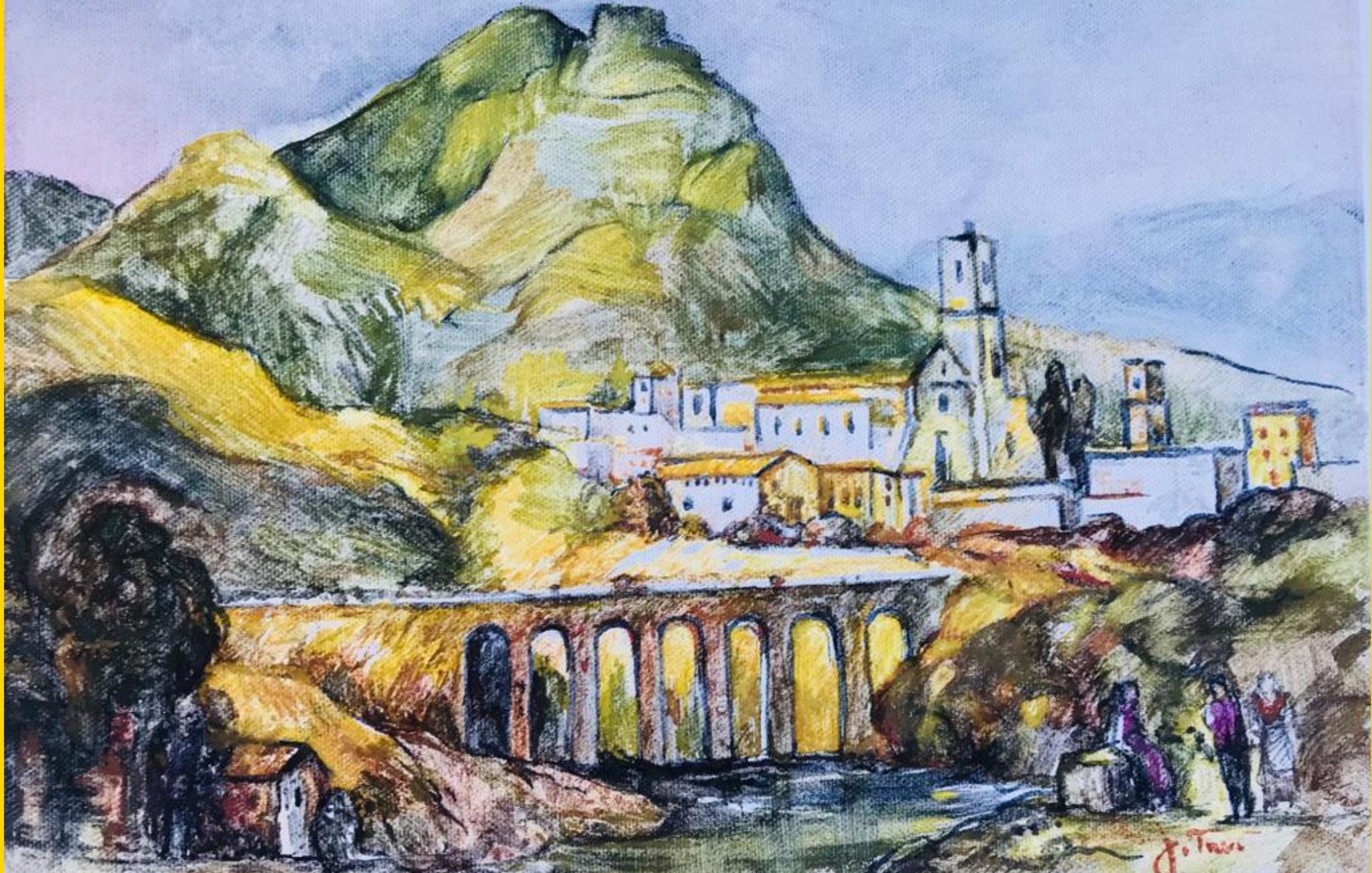
- Rompere l'uovo e separare il tuorlo dall'albume.
- Asciugare molto delicatamente il tuorlo d'uovo facendolo rotolare su un foglio di carta assorbente
- Rompere il sacco vitellino con uno spillo e far cadere il tuorlo in un bicchiere.
- Aggiungere al tuorlo mezzo guscio d'uovo di aceto e mezzo di acqua e mescolare.
- Aggiungere con un contagocce acqua al pigmento secco per creare una pasta cremosa mescolando con una spatola.
- Aggiungere una pari quantità di tuorlo d'uovo alla pasta di pigmento e amalgamare bene, evitando i grumi.
- Usare il miscuglio così preparato per dipingere su carta

PENNELLI  
ARTISTICI

Tempera all'uovo



*Dipinto realizzato dal Prof. Giuseppe Turi, coi pigmenti preparati dagli studenti. Liberamente tratto dall'opera di A. Pitloo, "Chiesa di San Francesco a Cava" (Tempera all'uovo)*



# TEMPERA ALLA CASEINA

*Tempera proteica. Eccellente come legante per creare tempere satinata e resistenti. meno duttile della tempera all' uovo per la poca presenza di grassi*

**Materiali:** 200 mL di latte parzialmente scremato, succo di limone/aceto, un barattolo di vetro a bocca larga, un colino, tela fine, pigmento.

- Versare il latte nel barattolo
- Aggiungere il succo di un limone o la stessa quantità di aceto e lasciare riposare in un luogo caldo per 12-20 ore, finchè le caseine si separano dal siero.
- Filtrare attraverso un colino con una tela per eliminare il liquido e lavare più volte con acqua fredda i fiocchi di caseina ottenuti. (conservare in frigorifero per non più di tre giorni).
- Mescolare la caseina così ottenuta al pigmento, aggiungendo un poco di acqua e ottenendo un miscuglio cremoso







Tempera all'uovo





TINTURA

# MORDENZATURA

## ACCORGIMENTI

Usare sempre molta acqua nel bagno di colore, aggiungendola eventualmente al liquido del colore estratto, perché il tessuto deve muoversi liberamente nel bagno, evitando così la formazione di macchie di colore. Diluire non pregiudica il processo per cui il colore si lega al tessuto, fissandosi. L'intensità di colore è più legata al tempo di permanenza nel bagno e alla temperatura del bagno stesso.

L'acqua deve essere abbondante, 20-30 volte rispetto al peso del tessuto (per 100 g di tessuto ci vogliono quindi 2 o 3 litri d'acqua). Durante la mordenzatura bisogna mescolare spesso, ricordando che una buona tintura dipende da come è stato mordenzato in precedenza il tessuto o il filato (per i coloranti richiedono la mordenzatura).

# MORDENZATURA

## **FIBRE ANIMALI**

*LANA e SETA:* 20 % di  $KAl(SO_4)_3$  (allume di potassio) + 6 % di cremor tartaro

*Procedimento:*

- Lasciare a bagno il filato o tessuto in acqua a temperatura ambiente per 15-20 minuti.
- Scaldare intanto l'acqua per il bagno mordente e unire l'allume e il cremor tartaro già sciolti in una tazza di acqua calda.
- Quando il bagno è a circa  $40^{\circ}C$ , immergere i tessuti e portare lentamente a bollore:

lana: 60 minuti

seta:  $85-90^{\circ}C$  per circa 1 ora.

# MORDENZATURA

Si pesano 9.00 g di pura lana vergine e si immergono in un becher contenente  $H_2O$  demineralizzata in una quantità pari a 200-250 mL

Si Pesano 1,70 g di Allume di Potassio e 0,50 g di Cremortartaro e si disciolgono in  $H_2O$  demineralizzata a caldo.

Nel becher contenente la lana, a una temperatura di circa  $40^{\circ}C$ , vengono aggiunti l'Allume di Potassio e il Cremortartaro

Si porta a bollore mantenendo per 60 min la temperatura a circa  $100^{\circ}C$ .

Si riscalda il bagno di tintura preparato portandolo alla stessa temperatura della lana (circa  $100^{\circ}C$ ).

Si immergere la lana nel bagno di tintura per una notte.

Si rimuove la lana colorata dal becher e la si lascia asciugare.



NOTTE EUROPEA DEI RICERCATORI

"Dove le culture si incontrano"

ART-SCIENCE COMPETITION

## Blue Streets

un evento della "Notte Europea dei Ricercatori in Italia"



Universita' degli  
Studi di Salerno

Competizione che combina Arte e Scienza  
sul tema "*Le Strade Blu, dove le culture si  
incontrano*"

Concorso tra opere d'arte realizzate dagli  
studenti delle scuole secondarie.

# ART-SCIENCE COMPETITION

<https://www.difarma.unisa.it/ricerca/focus?id=709>

3 opere d'arte in concorso,  
realizzate con pigmenti  
preparati dagli studenti e filati  
in lana e cotone tinti da essi



**ONDA DEL MARE:** *I pigmenti sono stati prima miscelati con l'acqua e poi con l'acrilico bianco. L'onda è stata dipinta quasi interamente col blu di Prussia, utilizzando diverse quantità di acrilico bianco, in modo da ottenere più sfumature. La parte centrale dell'onda e parte della schiuma è stata dipinta con l'azzurrite. Il cielo è stato dipinto con indaco recuperato dai jeans, con sfumature violacee di lacca di cocciniglia, rosate di lacca di robbia e dorate di lacca di reseda.*



**LA TERRA NEL CUORE:** *l'opera è stata eseguita con la tecnica dell'acquerello. Le provette e il pianeta Terra, sono stati dipinti con colori pastello miscelati ai pigmenti indaco e giallo di Reseda. Il mare con indaco, blu di Prussia, azzurrite, e verde malachite. Le mani con lacca di reseda e di robbia. Il cielo con verde malachite e qualche punta di blu di Prussia. I punti luce con l'acrilico bianco diluito con acqua. I contorni con un pastello nero.*

## OPERA VINCITRICE

### PAESAGGIO CON COLORI

**NATURALI:** Collage realizzato con tessuti riciclati in cotone, filati di lana riciclata e fiocchi di lana grezza di scarto tinti sia con coloranti naturali estratti da piante tintorie che con pigmenti sintetizzati in laboratorio. In particolare, per i toni di giallo è stata usata la Reseda tinctoria (tintura a mordente con Allume di rocca) e la Curcuma longa (tintura diretta), mentre per i toni di blu, l'indaco di sintesi (tintura sostenibile al tino con riducente organico).

L'opera verrà esposta a Bruxelles e parteciperà a un contest europeo.



# RIEPILOGANDO...



*Pigmenti nell'Arte: Produzione e Applicazione*  
*Anna Maria Madaio*  
*IIS «Focaccia» Salerno*



**SCIENCE ON STAGE**

**FESTIVAL**

CITTÀ DELLA SCIENZA, NAPOLI  
22-24 SETTEMBRE 2023

<https://www.youtube.com/watch?v=VOXt8Pg0wSk&t=8s>



# RIFERIMENTI

1. Bulgarelli G., Flamigni S. *Le piante tintorie*, Hoepli
  2. Zecchina A. (2012). *Alchimie nell'arte*. Bologna: Zanichelli
  3. Ball P. (2001). *Colore. Una biografia. Tra arte, storia e chimica, la bellezza e i misteri del mondo del colore*. Milano: BUR
  4. Pigmenti through the ages: <https://www.webexhibits.org/pigments/intro/making.html>
  5. <https://ilblogdellasci.wordpress.com/2021/11/29/il-colorante-alchemico-blu-di-prussia-la-sua-storia-e-struttura-chimica-parte-1/>
  6. <https://ilblogdellasci.wordpress.com/tag/ferrocianuro-di-potassio/>
  7. Mike Ware, Prussian Blue: Artists' Pigment and Chemists' Sponge, JCE 2008
- 