# Le sostanze che assorbono luce visibile, i pigmenti e alcuni esempi di attività didattiche

**Valentina Domenici**

Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale (UNIPI)

# In breve

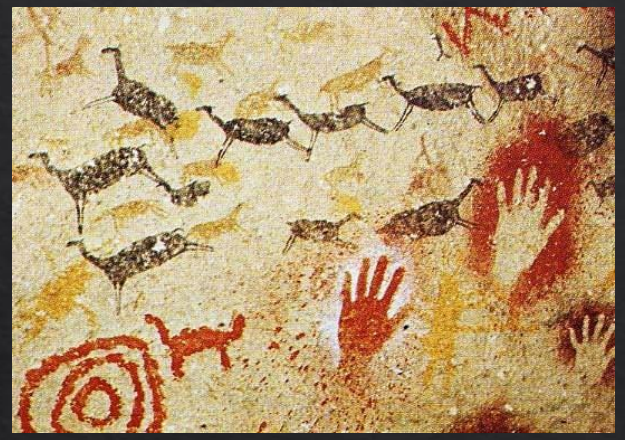
- Premesse sul tema dei pigmenti.
  - Naturale versus Artificiale (un tema importante in chimica!)
  - Aspetti multidisciplinari
- I pigmenti e i colori nel primo ciclo di istruzione.
- I pigmenti e i colori nel secondo ciclo di istruzione.
  - Esperienza con pigmenti sintetici.
  - Spettri di assorbimento UV-visibile di soluzioni di pigmenti
  - Legge di Lambert Beer

# NATURALE - ARTIFICIALE

Indaco naturale utilizzato come pigmento azzurro estratto dalla pianta *Indigofera tinctoria*

Indaco sintetico utilizzato come pigmento azzurro Baeyer nel 1870 (1869, in collaborazione con A. Emmerling) dall'acido ortonitrocinnamico e dall'isatina

# I pigmenti nell'arte e nella Storia



Dagli ocra dei preistorici

Agli azzurri degli Egizi

Ai pigmenti giallo-arancio di Turner

# I pigmenti sintetici dal XIX secolo in poi

La storia della nascita dei primi pigmenti sintetici dalla Mauveina alla Fucsina.

Letture: V. Domenici, Il colore del sangue. Un racconto storico sulla nascita del pigmento “rosso magenta” (link: http://www.aracneeditrice.it/index.php/pubblicazione.html?item=9788825530001)

# I pigmenti e i colori nel primo ciclo di istruzione

Si può parlare dei pigmenti nella scuola primaria? Certamente

| Contenuti | Obiettivi | Metodologie |
| --- | --- | --- |
| I minerali e i pigmenti | Ricavare alcuni pigmenti dai minerali | Esperienze laboratoriali dirette |
| Pigmenti vegetali | Estrazione della clorofilla | Attività cooperative |
| I pigmenti sintetici | Realizzazione di semplici reazioni | Attività inquiry-based learning |

# I pigmenti e i colori nel primo ciclo di istruzione

## Obiettivi più specifici

Preparare e saper distinguere tra **miscugli eterogenei e miscugli omogenei (soluzioni)** ottenuti mescolando i pigmenti (solidi) con acqua o con altri solventi. Collegare queste proprietà con alcune tecniche pittoriche più utilizzate (acquarello, pittura a olio, …).

Osservare e descrivere le principali caratteristiche delle **trasformazioni chimiche** effettuate per la preparazione di alcuni pigmenti sintetici (concetto di trasformazione chimica).

Comprendere l'importanza dei pigmenti (sia naturali che sintetici) nella vita dell'uomo. Collegare le conoscenze acquisite con le esperienze quotidiane.

# I pigmenti e i colori nel primo ciclo di istruzione

## Esempio di attività: estrazione dei pigmenti naturali

Il cavolo rosso e il radicchio contengono dei pigmenti che si chiamano «**antocianine**» e che sono molto importanti nel mondo vegetale, ma sono importanti anche per noi! Le antocianine infatti sono sostanze antiossidanti ovvero proteggono le nostre cellule dall'invecchiamento.
***Le antocianine sono responsabili di vari colori*** (viola, rosa, blu e anche giallo!) grazie al fatto che cambiano le loro proprietà in base all'acidità dell'ambiente in cui si trovano.

In questa esperienza si procederà con un metodo classico per «estrarre» e quindi separare i pigmenti da tutto il resto delle sostanze presenti nelle foglie di radicchio (o del cavolo).

# I pigmenti e i colori nel primo ciclo di istruzione

## Aspetti centrali dell'esperienza laboratoriale

PAROLE CHIAVE:

«**ESTRAZIONE**»

«**SEPARAZIONE**»

«**SOLUZIONE**»

Il succo rosso ottenuto dalla procedura di estrazione è molto denso. Di che colore è?
Dopo aver raffreddato il succo in un bagno con ghiaccio, possiamo preparare delle soluzioni diluite per vedere meglio il colore.
La diluizione si ottiene prendendo una parte di succo concentrato (esempio 50 mL) e aggiungendo 4 parti di acqua (200 mL).

La **soluzione** ottenuta come è rispetto a quella di partenza?

Le antocianine saranno estratte usando semplicemente acqua distillata e scaldando le foglie di radicchio, prima sminuzzate, messe in un bagno di acqua e scaldate per una ventina di minuti.
Otterremo **una soluzione molto concentrata di antocianine**.

# I pigmenti e i colori nel primo ciclo di istruzione

## PROCEDIMENTO E GRIGLIA DI OSSERVAZIONE

| Fasi del procedimento: | A cosa serve secondo voi? Perché facciamo questa azione? |
|---|---|
| 1. Prendiamo alcune foglie di radicchio e tagliamo a pezzetti piccoli | |
| 2. Mettiamo i pezzetti di foglie di radicchio in una bacinella di acqua. | |
| 3. Mettiamo la bacinella (o il pentolino) a scaldare per 20 minuti. | |
| 4. Filtriamo il liquido colorato in un recipiente. | |

# I pigmenti e i colori nel primo ciclo di istruzione

Ogni gruppo avrà circa 250 mL di soluzione diluita, che verserà in 5 recipienti trasparenti (bicchierini). Ad ogni bicchierino contenente la soluzione diluita verranno aggiunte alcune gocce (o un cucchiaio) di una sostanza tra quelle proposte:
***Succo di limone, aceto, succo di kiwi, succo di arancia, soluzione di bicarbonato, succo di frutta, caffè, thè, pomodoro, infuso alle erbe, …***

Valentina Domenici, materiale didattico

# I pigmenti e i colori nel primo ciclo di istruzione

Preparazione di un indicatore dal cavolo rosso

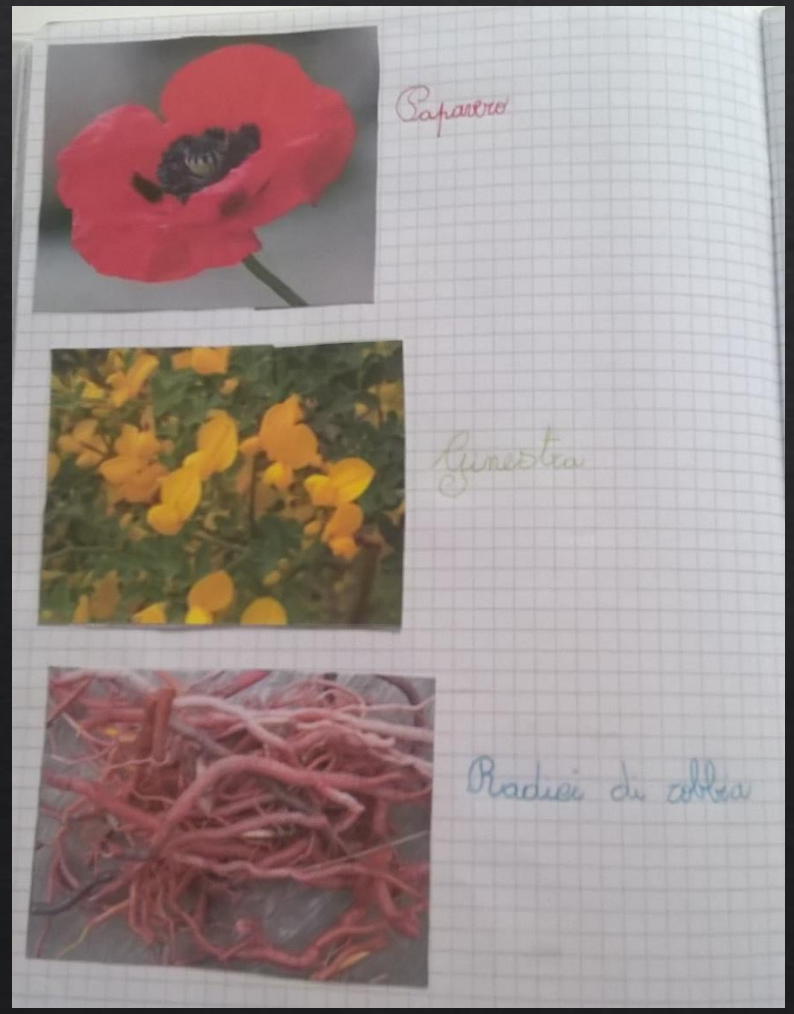
I colori cambiano quando c'è una reazione chimica !

# I pigmenti e i colori nel primo ciclo di istruzione

## GRIGLIA DI OSSERVAZIONE

| Cosa avete aggiunto alla soluzione di antocianine del radicchio? | Cosa osservate? Che colore assume la soluzione? |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

# I pigmenti e i colori nel primo ciclo di istruzione




ULTERIORI ATTIVITA' E SUGGERIMENTI:

L'estrazione delle antocianine può essere fatta a partire dal radicchio rosso, dal cavolo rosso ma anche dai fiori come quelli della malva.

Si possono fare esperienze analoghe per l'estrazione della curcumina dalla curcuma, del beta-carotene dalle carote, delle clorofille dal prezzemolo e dagli spinaci…

# I pigmenti e i colori nel primo ciclo di istruzione

Estrazione dei ‘colori’ dalle foglie, dai fiori e dalla frutta.

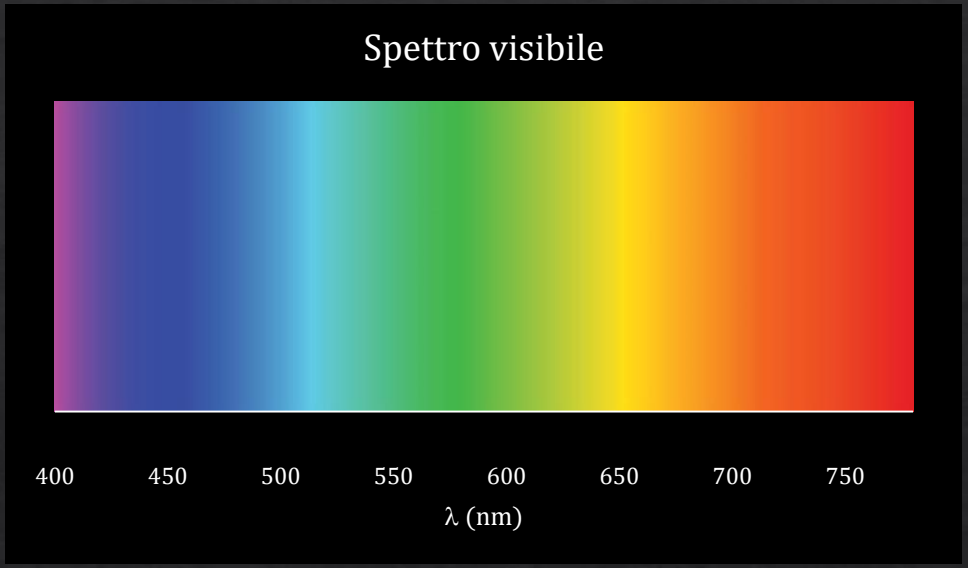
Bright 2019

Per altro materiale e informazioni potete visionare questo link: https://smslab.dcci.unipi.it/didattica-distanza.html

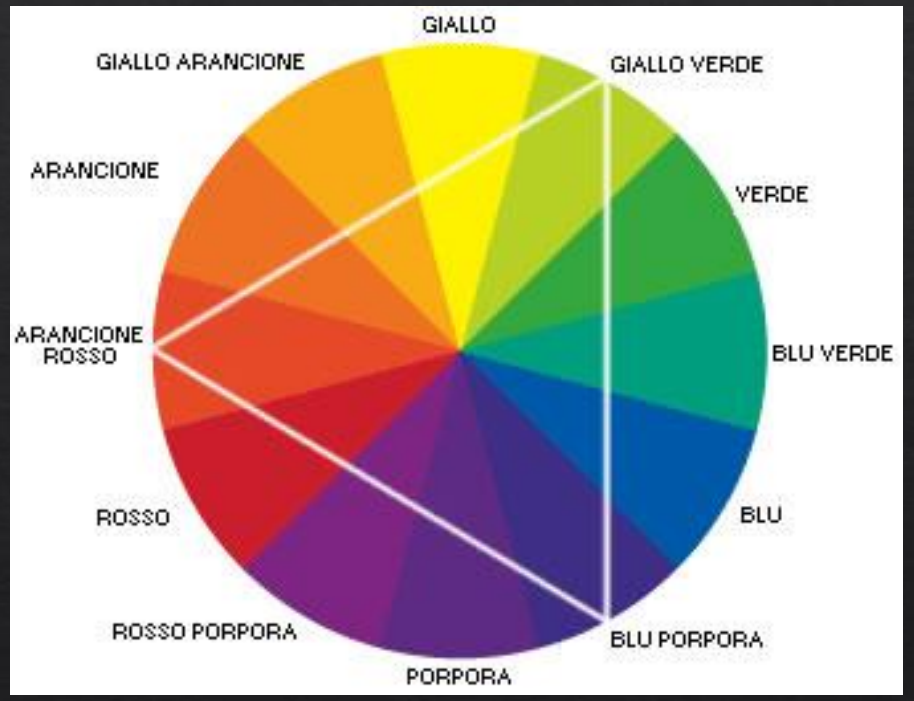
# I pigmenti e i colori nel secondo ciclo di istruzione

- Comprensione della differenza tra colore percepito (dai nostri occhi) e colore assorbito
- Pigmenti organici: aspetti strutturali e relazione con l'assorbimento della luce.
- Relazione tra intensità della luce assorbita e concentrazione del cromoforo
- Verificare la relazione di Lambert Beer (sia per la concentrazione che per il cammino ottico).

# I COLORI COMPLEMENTARI E LA PERCEZIONE DEL COLORE



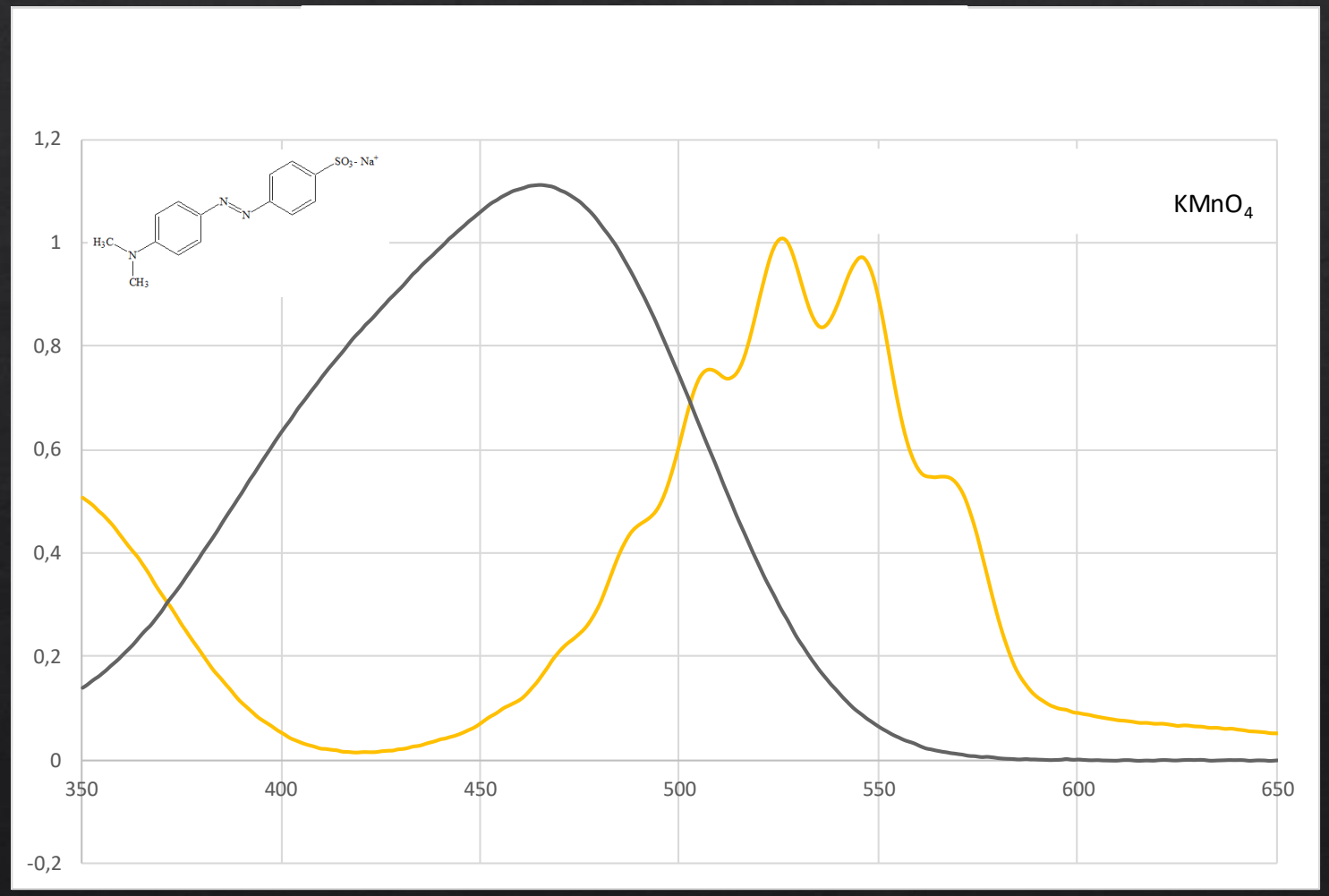

| Lunghezza d'onda (nm) | Colore assorbito | Colore percepito |
|---|---|---|
| 400-450 | Viola | Giallo |
| 450-475 | Blu | Arancio |
| 475-500 | Blu-Verde | Rosso |
| 500-570 | Verde | Porpora |
| 570-590 | Giallo | Violetto |
| 590-610 | Arancio | Blu |
| 610-700 | Rosso | Blu-Verde |



# ASPETTI QUALITATIVI degli spettri di ASSORBIMENTO

Sostanze diverse hanno spettri di assorbimento diversi e possono quindi essere riconosciute con una indagine spettroscopica

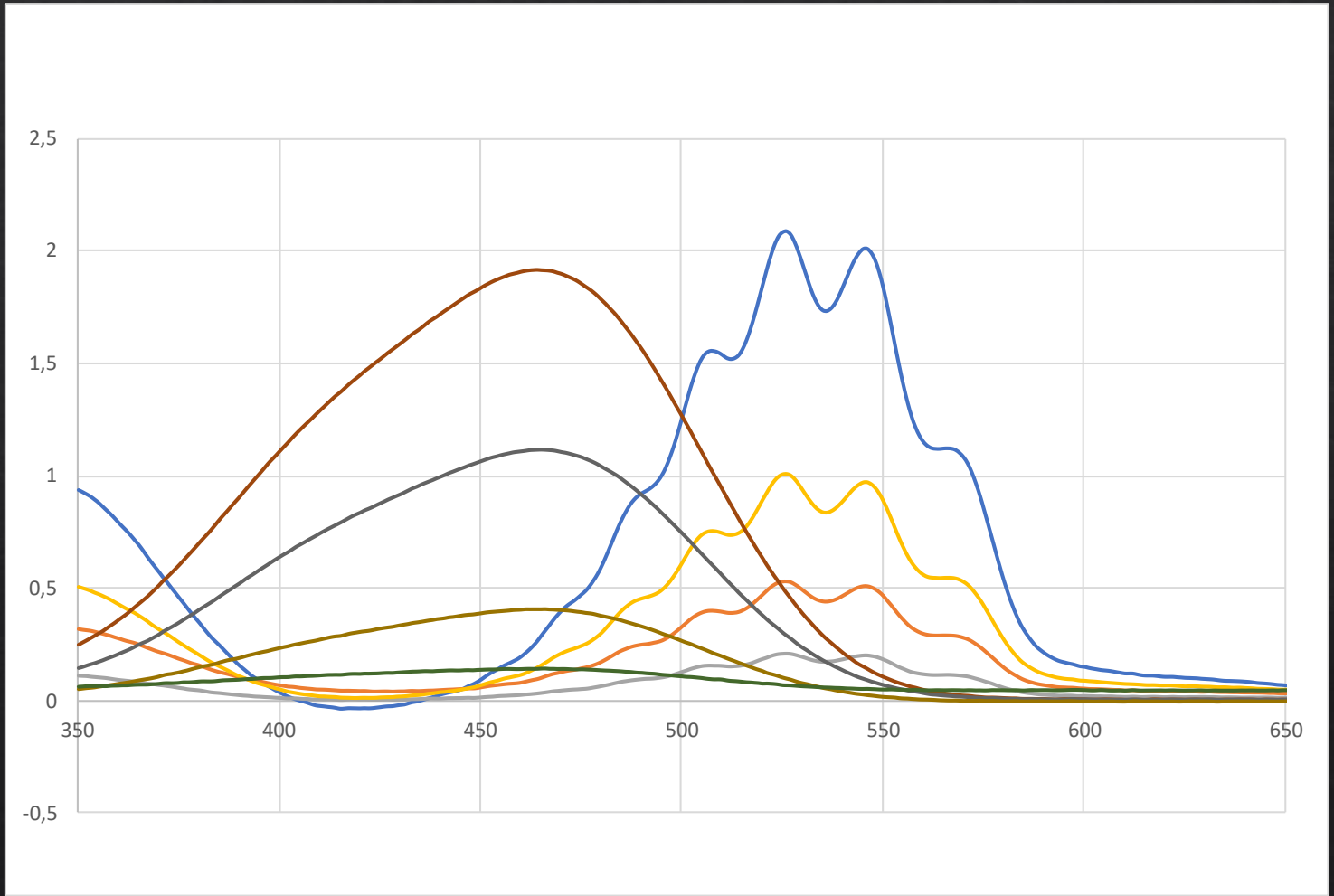
**metilarancio**




**Permanganato di potassio**

# ASPETTI QUANTITATIVI

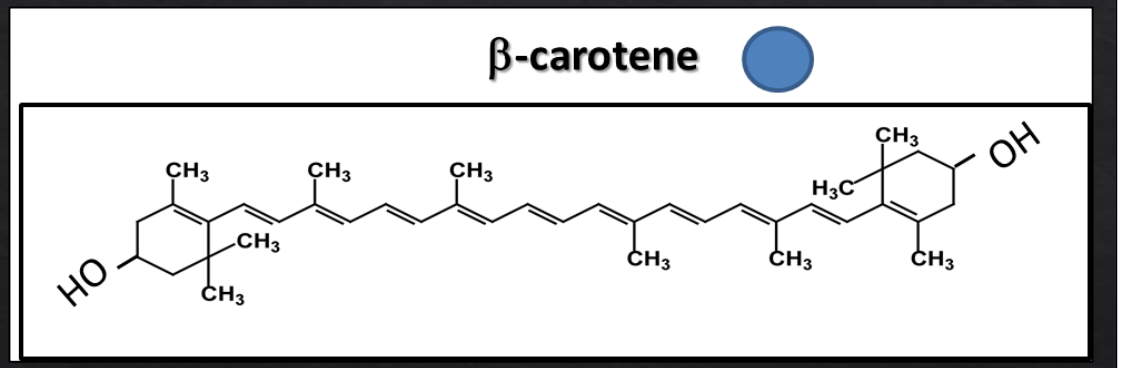
L'intensità dei segnali è proporzionale alla concentrazione delle specie che assorbono, per concentrazioni poco concentrate.

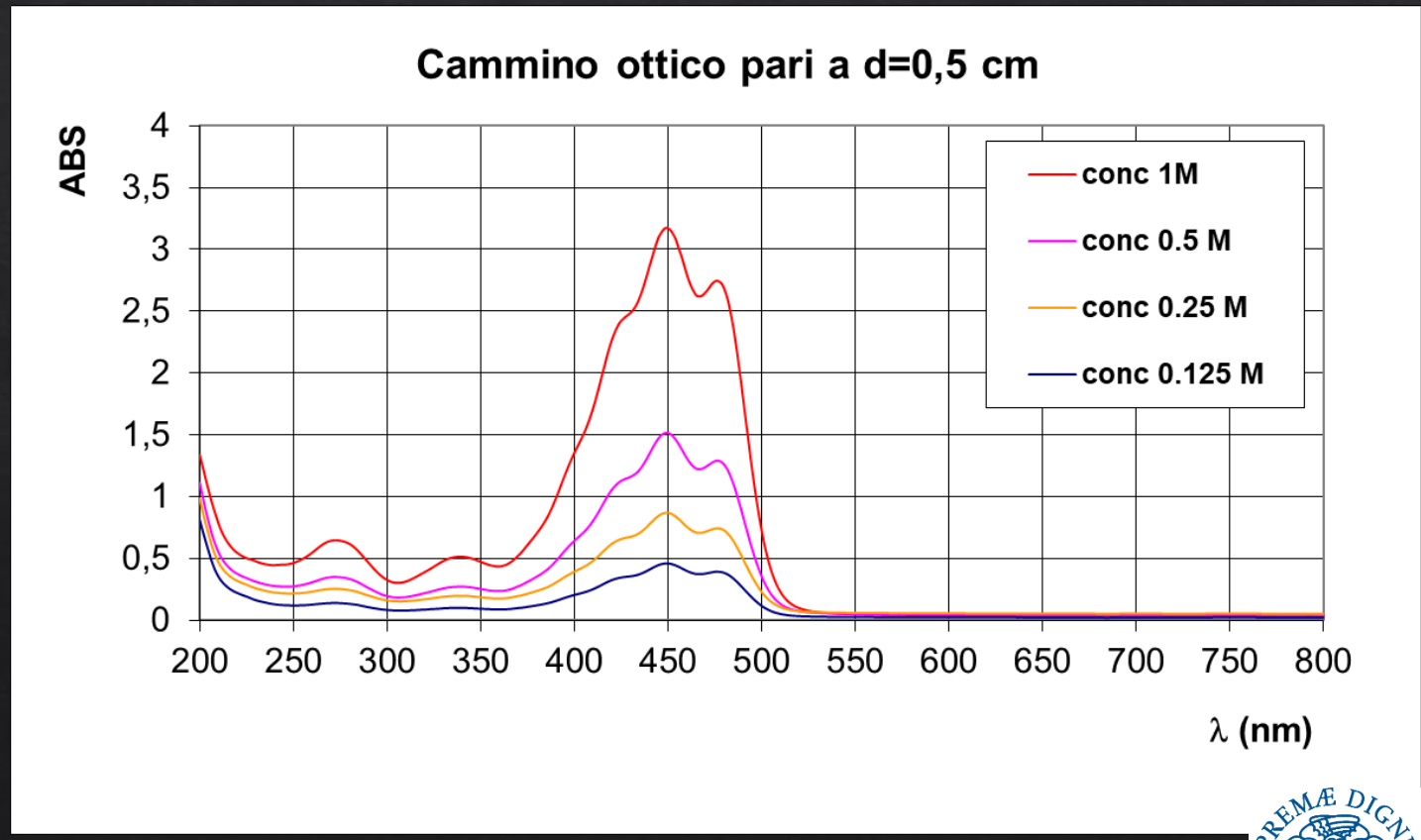



Gli studenti possono «scoprire» la relazione che esiste tra assorbanza e concentrazione e verificare così la validità della legge empirica di Lambert-Beer

# ASPETTI QUANTITATIVI

Nel file excell scaricabile troverete una serie di dati su spettri di assorbimento di soluzioni di β-carotene a diverse concentrazioni in metanolo su cui potrete far verificare ai ragazzi la validità della Legge di Lambert Beer.



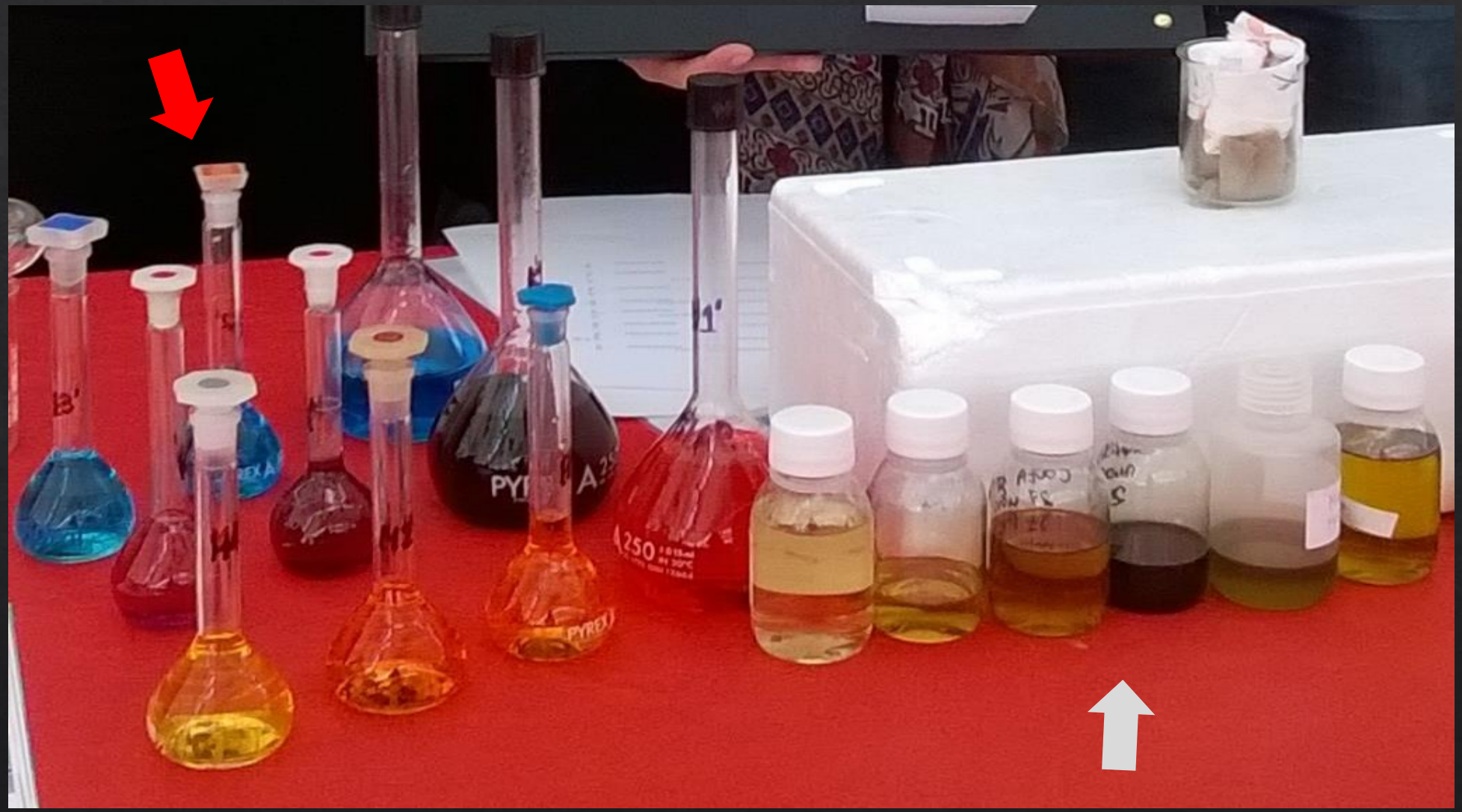
# Attività con lo spettrofotometro sui pigmenti

Laboratorio didattico in «ambito non formale»

Laboratorio didattico dimostrativo “Fare Chimica con la luce” presso il Festival della Scienza di Genova del 2017

http://www.chemasrl.it/index.php/blog/109-fare-chimica-con-la-luce

*Pigmenti di sintesi (organici e inorganici)*




*Pigmenti di origine naturale*

*Soluzioni di metilarancio*

*Soluzioni di malachite green*

*Soluzioni di permanganato di potassio*

*Soluzioni di solfato di rame*

- Quali tra questi pigmenti sono inorganici?
- Quali di questi pigmenti sono organici?
- Conoscendo il colore delle soluzioni dove ci aspettiamo che sia la banda di assorbimento?

Pigmenti inorganici

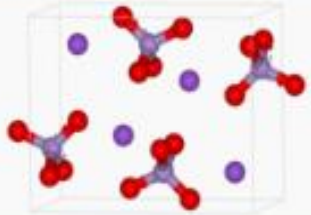
## Solfato rameico

| Nome IUPAC |
|---|
| Tetraossosolfato(VI) di rame pentaidrato |
| **Nomi alternativi** |
| Solfato di rame idrato<br>Vetriolo azzurro<br>Solfato rameico idrato<br>Verderame |

| Caratteristiche generali | |
|---|---|
| Formula bruta o molecolare | $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ |
| Massa molecolare (u) | 249,69 |
| Aspetto | solido cristallino azzurro |
| Numero CAS | 7758-99-8 |
| Numero EINECS | 231-847-6 |
| PubChem | 24462 |
| SMILES | [O-]S(=O)(=O)[O-].[Cu+2] |

| Proprietà chimico-fisiche | |
|---|---|
| Densità (g/cm$^3$, in c.s.) | 2,3 |
| Indice di rifrazione | 1,514 |
| Solubilità in acqua | 316 g/L (20 °C) |
| Temperatura di fusione | 110 °C (383 K) dec. |
| Tensione di vapore (Pa) a 298 K | 973 |
| Sistema cristallino | triclino |

## Permanganato di potassio



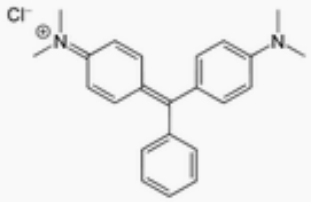
| Nome IUPAC |
|---|
| tetraossomanganato (VII) di potassio |

| Caratteristiche generali | |
|---|---|
| Formula bruta o molecolare | $KMnO_4$ |
| Peso formula (u) | 158,04 |
| Aspetto | solido cristallino violetto |
| Numero CAS | 7722-64-7 |
| Numero EINECS | 231-760-3 |
| PubChem | 516875 |
| SMILES | [O-][Mn](=O)(=O)=O.[K+] |

| Proprietà chimico-fisiche | |
|---|---|
| Densità (g/cm$^3$, in c.s.) | 2,70 |
| Solubilità in acqua | 64 g/l a 293 K |
| Temperatura di fusione | >240 °C (>510 K) con decomposizione |

Pigmenti organici

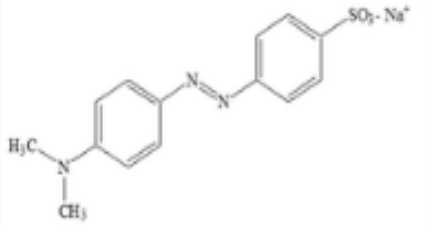
## Verde malachite



| | |
|---|---|
| **Nome IUPAC** | cloruro di 4-[(4-dimetilamminofenil)-fenil-metil]-*N,N*-dimetil-anilinio |
| **Nomi alternativi** | GM<br>anilina verde<br>diamante verde B |
| **Caratteristiche generali** | |
| Formula bruta o molecolare | $C_{23}H_{25}ClN_2$ |
| Massa molecolare (u) | 364,911 |
| Aspetto | solido cristallino verde |
| Numero CAS | 569-64-2 |
| Numero EINECS | 209-322-8 |
| PubChem | 11294 |
| SMILES | CN(C)C1=CC=C(C=C1)C(=C2C=CC(=[N+](C)C)C=C2)C3=CC=CC=C3.[Cl-] |
| **Proprietà chimico-fisiche** | |
| Solubilità in acqua | solubile |
| **Proprietà tossicologiche** | |
| $LD_{50}$ (mg/kg) | 80 (orale, topo)[1] |
| **Indicazioni di sicurezza** | |
| Simboli di rischio chimico | |

| | |
|---|---|
| Frasi H | 302 - 318 - 361d - 410 |
| Consigli P | 273 - 280 - 305+351+338 - 501 [2][3] |

## Metilarancio



| | |
|---|---|
| **Nome IUPAC** | 4-dimetilamminoazobenzen-4'-solfonato di sodio |
| **Nomi alternativi** | eliantina |
| **Caratteristiche generali** | |
| Formula bruta o molecolare | $C_{14}H_{14}N_3NaO_3S$ |
| Massa molecolare (u) | 327,34 g/mol |
| Aspetto | solido arancione |
| Numero CAS | 547-58-0 |
| PubChem | 23673835 |
| SMILES | CN(C)C1=CC=C(C=C1)N=NC2=CC=C(C=C2)S(=O)(=O)[O-].[Na+] |
| **Proprietà chimico-fisiche** | |
| Solubilità in acqua | ~ 5 g/l (20 °C) |

Che differenza c'è tra gli spettri di assorbimento di una soluzione di un pigmento (preparata in laboratorio) e un campione reale (i.e. contenente pigmenti vegetali)?

# Vediamo il caso degli oli di origine vegetale!

Vedi slides successive

RIFERIMENTI:

[1] V. Domenici, “Fare Chimica con la Luce: la Spettroscopia”, *Atti di Pianeta Galileo*, 2012, vol. 1, 57. (http://studylibit.com/doc/5256046/fare-chimica-con-la-luce---consiglio-regionale-della-toscana)

[2] V. Domenici, *Schede operative e percorsi di attività di laboratorio*, materiale in pubblicazione.

[3] C. Lazzerini, M. Cifelli, V. Domenici, *Determinazione dei pigmenti e loro legame con parametri di qualità e autenticità dell'olio di oliva extravergine*, *Quaderni dell’Accademia dei Georgofili*, 2017, vol. 3, 25.

[4] L. Campanella e V. Domenici, *I musei di chimica e la chimica nei musei della scienza*, Sapienza Università Editrice, Roma, 2014.

[5] Giada Silvi, Leonardo Sentieri, Alessandro Lenzi, e Valentina Domenici, “*Fare Chimica con la Luce”: attività didattiche di introduzione alla spettroscopia*, La Chimica nella Scuola, in revisione.