

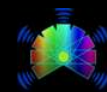
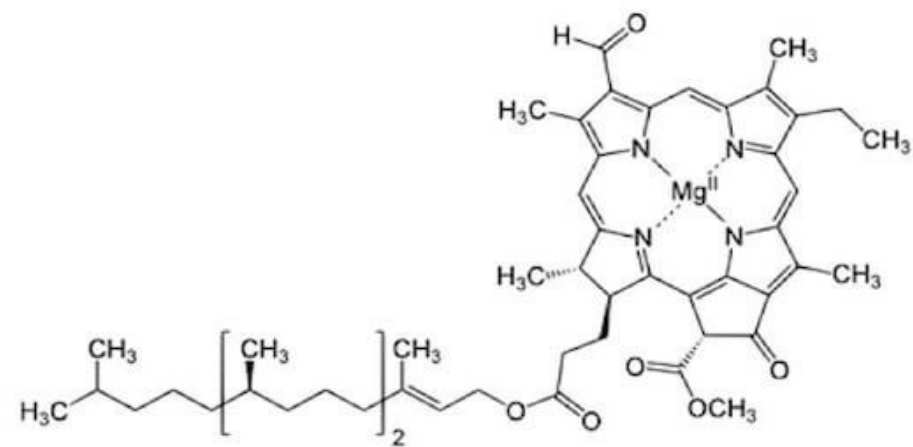
PLS Virtual Summer School (PVS3)

*Impariamo dalla natura:
il mistero e la magia dei colori iridescenti*

Prof. Ugo Caruso

UC27

I colori in natura



PLS Virtual Summer School (PVS3)

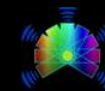
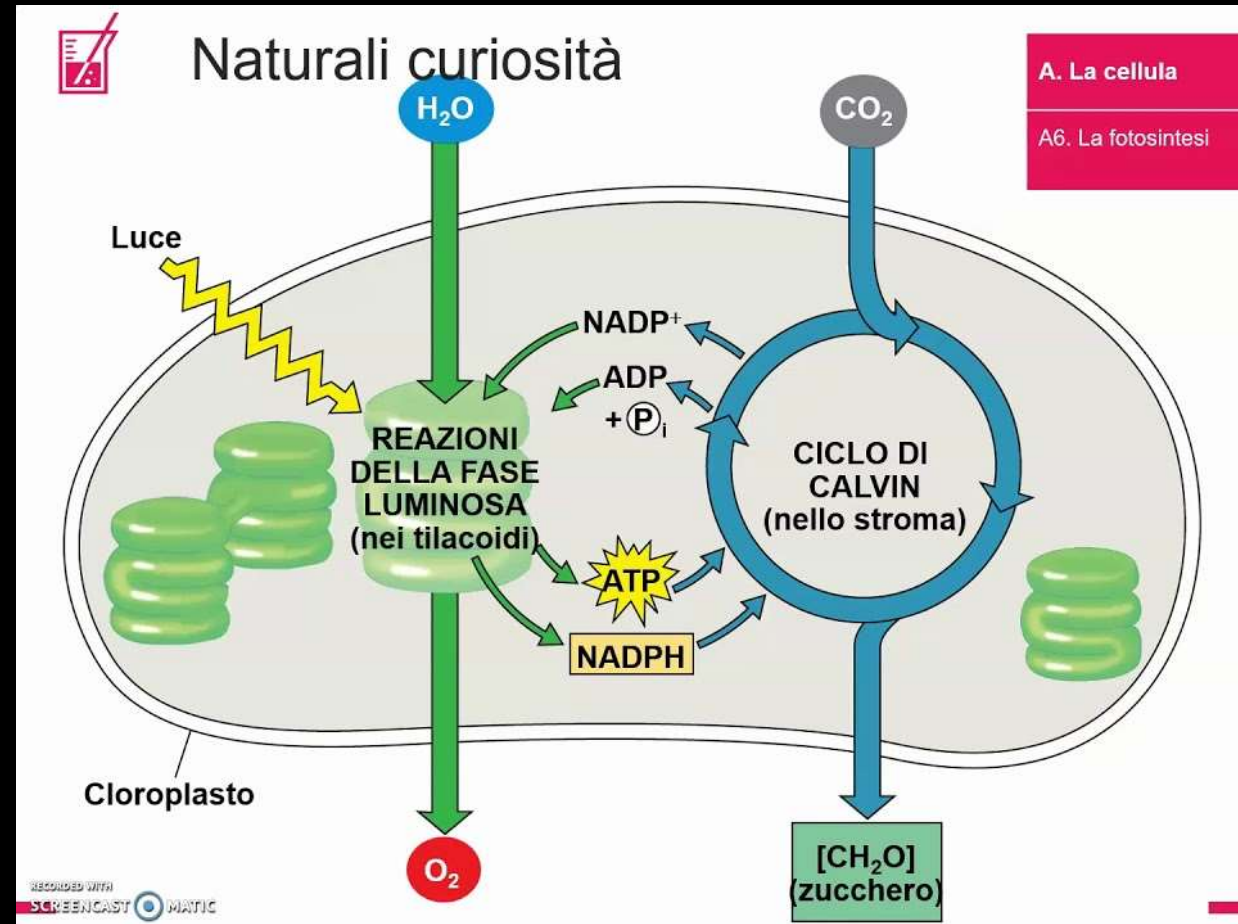
Diapositiva 3

UC27

C'è un sottilissimo gioco di equilibri in natura ed in questo equilibrio entrano, a pieno titolo, i colori. In un prato verde, il colore della clorofilla, pigmento essenziale nell'assorbire la luce del sole e trasformarla in bio-energia per la vita della pianta, spiccano fiori dalle tinte vivaci e luminose che servono ad attrarre gli insetti, che posandosi su di essi li fecondano.

UGO CARUSO; 02/09/2021

I colori in natura

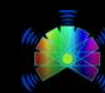
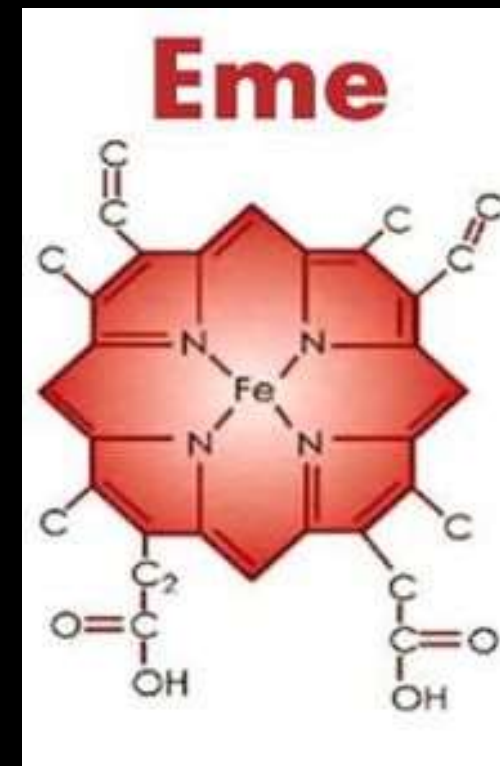
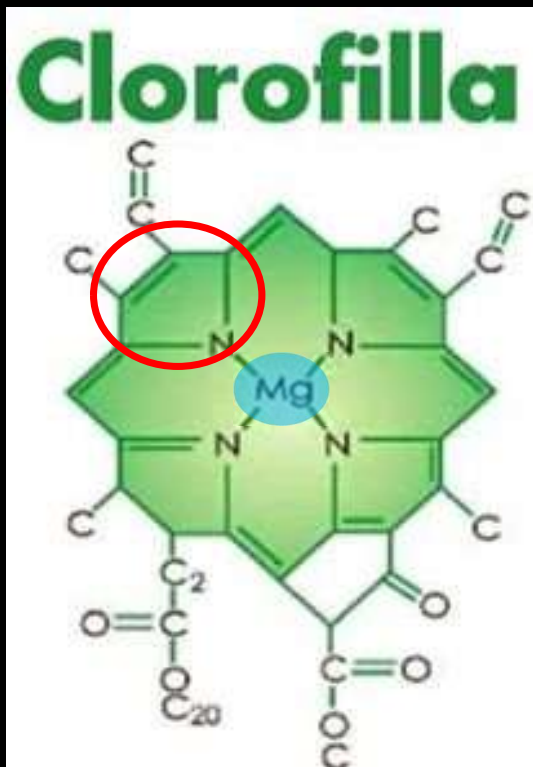


Diapositiva 4

UC3 Il ciclo di Calvin-Benson (fotosintesi clorofilliana) è un processo metabolico ciclico che avviene nello stroma del cloroplasto e che utilizza ATP (adenosin-trifosfato)e NADPH (Nicotinammide adenina dinucleotide fosfato) provenienti dalla fase luce-dipendente per sintetizzare glucosio.

UGO CARUSO; 31/08/2021

2 colori in natura



Diapositiva 5

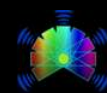
UC5

Nella clorofilla è essenziale notare la presenza di anelli aromatici che, insieme al Magnesio complessato, è responsabile dell'assorbimento della luce e, quindi, dell'energia necessaria per il processo di fotosintesi.

È, inoltre, interessante notare l'analogia tra eme e clorofilla. Il ciclo a corona intorno al metallo complessato (nel caso dell'eme, il ferro) mantiene l'atomo di metallo fortemente legato.

UGO CARUSO; 31/08/2021

La luce è energia!



Diapositiva 6

UC6

Il sole, per i cani – ma anche per gli esseri umani – è la fonte di energia principale per sintetizzare la vitamina D. Questa vitamina è importante per il buon funzionamento del sistema immunitario, favorisce l'assorbimento di calcio e fosforo e aiuta così lo sviluppo delle ossa. La vitamina D aiuta anche lo sviluppo della muscolatura perché stimola il sistema nervoso e stimola le contrazioni muscolari nel cane. I cani riescono, tra l'assunzione di cibo e l'esposizione al sole, a sintetizzare tutta la vitamina D di cui hanno bisogno e non hanno bisogno di integratori, salvo rare eccezioni. A differenza degli esseri umani, però, la Vitamina D nei cani "resta nel pelo" e per questo motivo i cani si leccano dopo una lunga esposizione al sole: per assorbirla in modo diretto.

UGO CARUSO; 31/08/2021

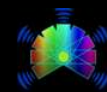
UC8



La luce è energia!



Rofouie, P., Pasini, D., Rey, A.D., Tunable nano-wrinkling of chiral surfaces: Structure and diffraction optics, (2015) Journal of Chemical Physics, 143 (11), art. no. 114701
Department of Chemical Engineering, McGill University, 3610 University Street, Montreal, QC H3A 2B2, Canada



PLS Virtual Summer School (PVS3)

Diapositiva 7

UC8

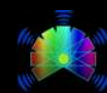
La luce è energia e la natura lo sa e fa di tutto per far apparire i colori appieno nella loro brillantezza. Ne è un esempio il tulipano nero noto come "Regina della notte". In questo il colore iridescente del fiore non è legato solo alla presenza di sostanze coloranti ma anche alle microscopiche 'rughe' che costellano la superficie dei petali e che scompongono la luce come in un prisma riflettendola, poi, sugli stami e sul pistillo.

UGO CARUSO; 31/08/2021

UC9



La luce è energia!



PLS Virtual Summer School (PVS3)

Diapositiva 8

UC9

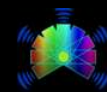
I pannelli solari a concentrazione sono sistemi in grado di concentrare i raggi solari verso un ricevitore di dimensione contenute tramite un sistema di specchi riflettenti. L'energia termica sprigionata dalla concentrazione dei raggi solari è utilizzata.

UGO CARUSO; 31/08/2021

UC11



La luce è energia!



PLS Virtual Summer School (PVS3)

Diapositiva 9

UC11

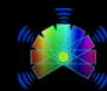
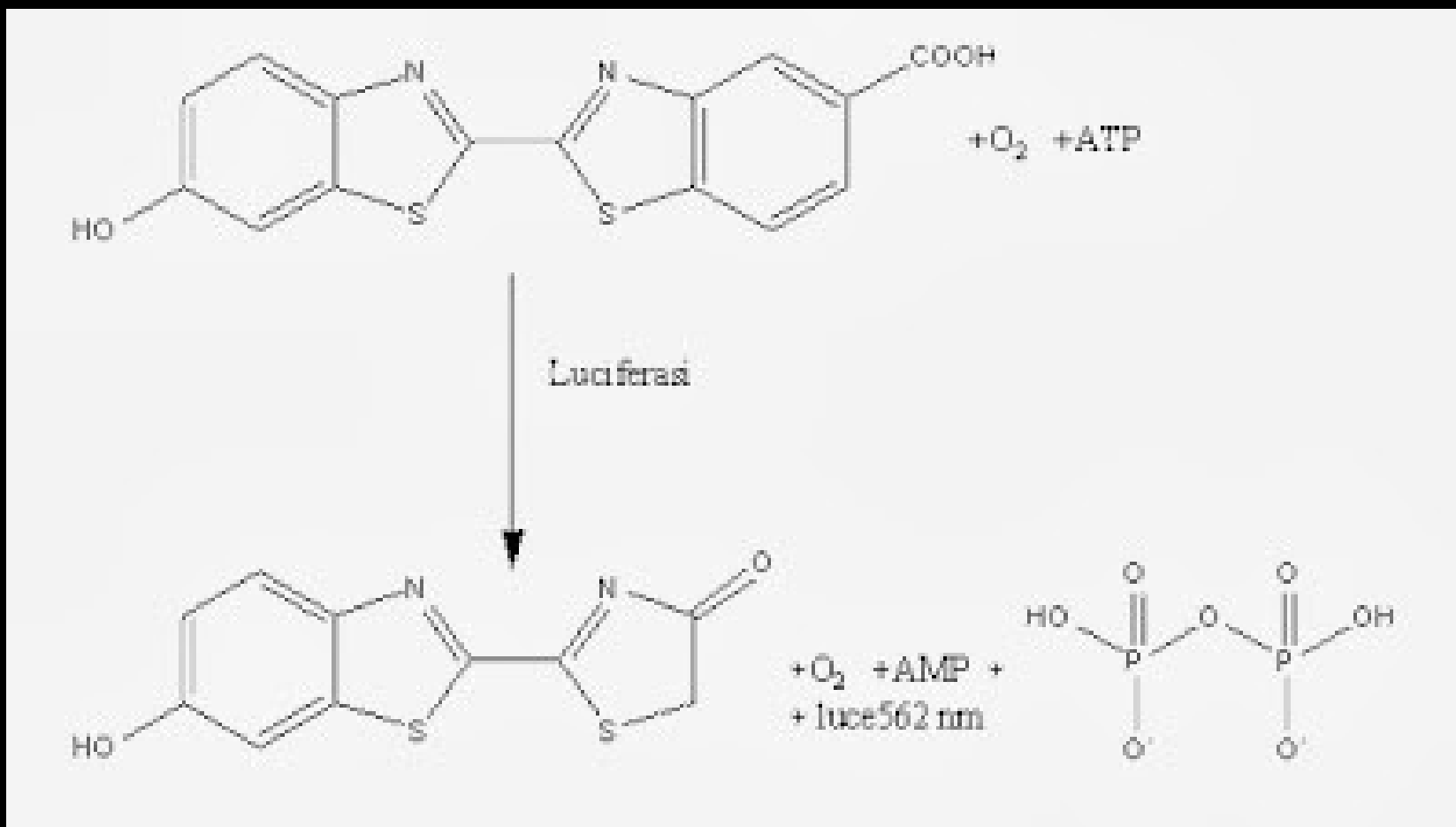
La lucciola è un piccolo insetto coleottero notturno (massimo 2,5 cm di lunghezza) appartenente alla famiglia dei lampiridi (Lampyridae). La sua notorietà è legata alla produzione di luce collegata, essenzialmente, alla riproduzione e, più precisamente, alla fase del corteggiamento prima dell'accoppiamento. Non a caso la loro luce è intermittente e lampeggia secondo modalità uniche per ciascuna specie, in modo da creare dei precisi e ben distinti "segnali ottici", riconoscibili dai potenziali partner intraspecifici.

Quel che forse è meno noto è che si tratta di un tipico fenomeno di bio-luminescenza, tipico di parecchi insetti, batteri e, persino, pesci.

Nella parte terminale dell'addome ed all'interno di particolari cellule è presente la luciferina il relativo enzima catalizzatore, la luciferasi.

UGO CARUSO; 31/08/2021

La luce è energia!



Diapositiva 10

UC12

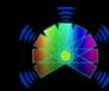
La luciferina, in presenza di ossigeno e del catalizzatore luciferasi, subisce un'ossidazione in ossiluciferina e la relativa cessione di energia porta all'emissione di una radiazione luminosa con lunghezza d'onda compresa tra i 500 e i 650 nm, corrispondente al tipico colore verde-giallastro. Il processo è ad elevata efficienza, tanto che meno del 10% di energia chimica viene dispersa sotto forma di calore. Valori di efficienza nettamente superiori alle normali lampadine ad incandescenza (IF• 10%) o a LED (Diodi ad Emissione Luminosa) la cui efficienza energetica è circa doppia (IF• 16-18%).

UGO CARUSO; 31/08/2021



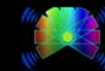
Qualche domanda

- Perché i colori fluorescenti appaiono più brillanti?
- Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?
 - Quali sono le applicazioni?



Perché i colori fluorescenti appaiono più brillanti?

Alcune vernici od oggetti sono brillanti, super luminosi, **sembra che emettano luce propria.**



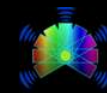
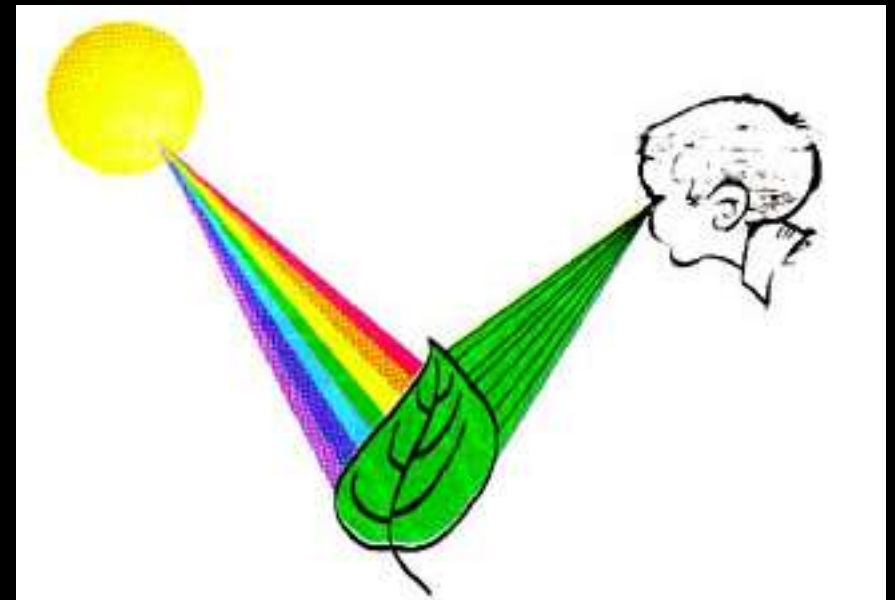
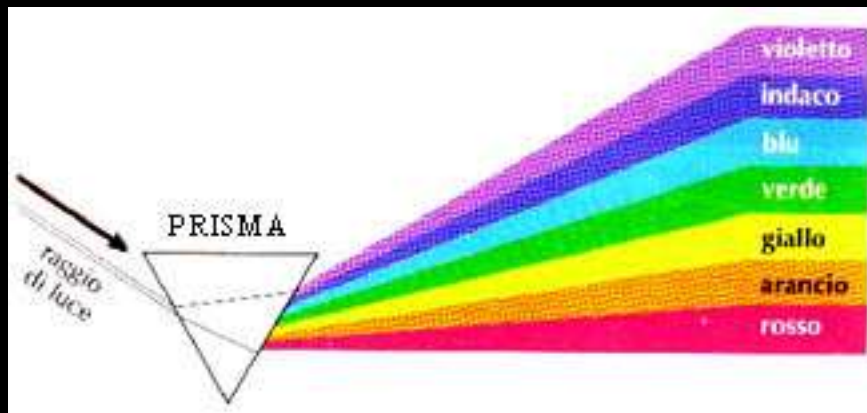
Diapositiva 12

UC13

I materiali fluorescenti fanno parte della vita quotidiana. Gli evidenziatori, con cui tutti noi sottolineiamo le parti importanti di uno scritto, i giubbotti di sicurezza presenti in ogni auto e finanche le palline da tennis sono tinte con vernici fluorescenti. Ma ci siamo mai chiesti a cosa è dovuto questo fenomeno?

UGO CARUSO; 31/08/2021

Perché i colori fluorescenti appaiono più brillanti?



Diapositiva 13

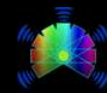
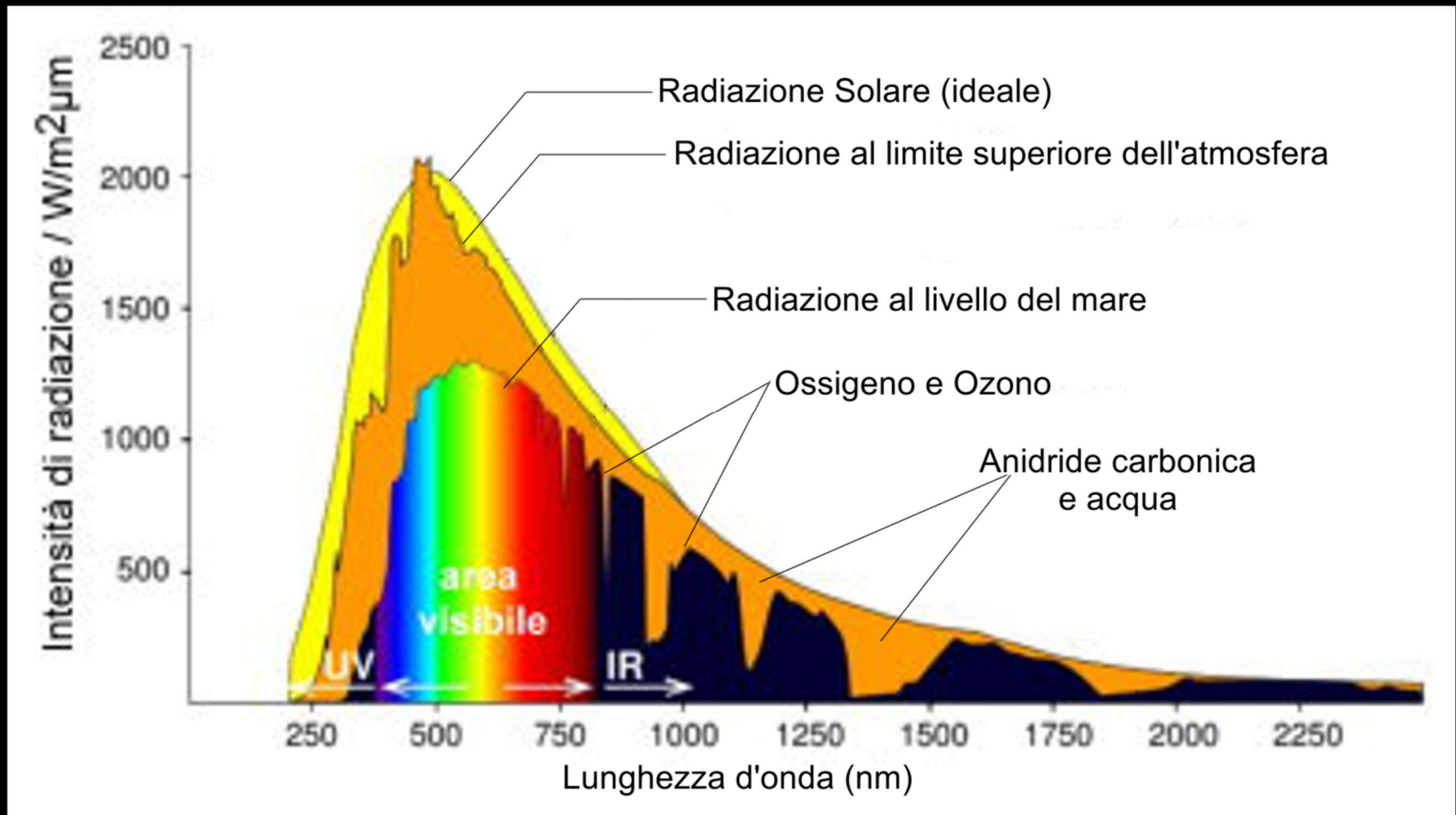
UC14

Sin dai nostri primi studi sappiamo che un oggetto appare colorato perché, irradiato dalla luce solare, il cui spettro è un coacervo di vari colori, assorbe quasi tutti i colori restituendo, o più correttamente riflettendo, solo il colore che noi percepiamo. Detto in termini di energia, il nostro corpo colorato assorbe quasi tutti i valori di energia tranne qualcuno (quello da cui viene investito il nostro occhio e che noi percepiamo come colore).

Quel che succede comunemente è che una parte dell'energia assorbita viene dissipata in calore e solo una frazione viene, poi, riceduta, in forma diversa. La diretta conseguenza di quanto affermato è che, fatta eccezione per il bianco perfetto, tutte le sostanze colorate appaiono meno luminose della luce che le investe, ovvero una parte della radiazione luminosa è stata assorbita dal nostro corpo.

UGO CARUSO; 31/08/2021

Perché i colori fluorescenti appaiono più brillanti?



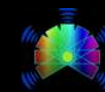
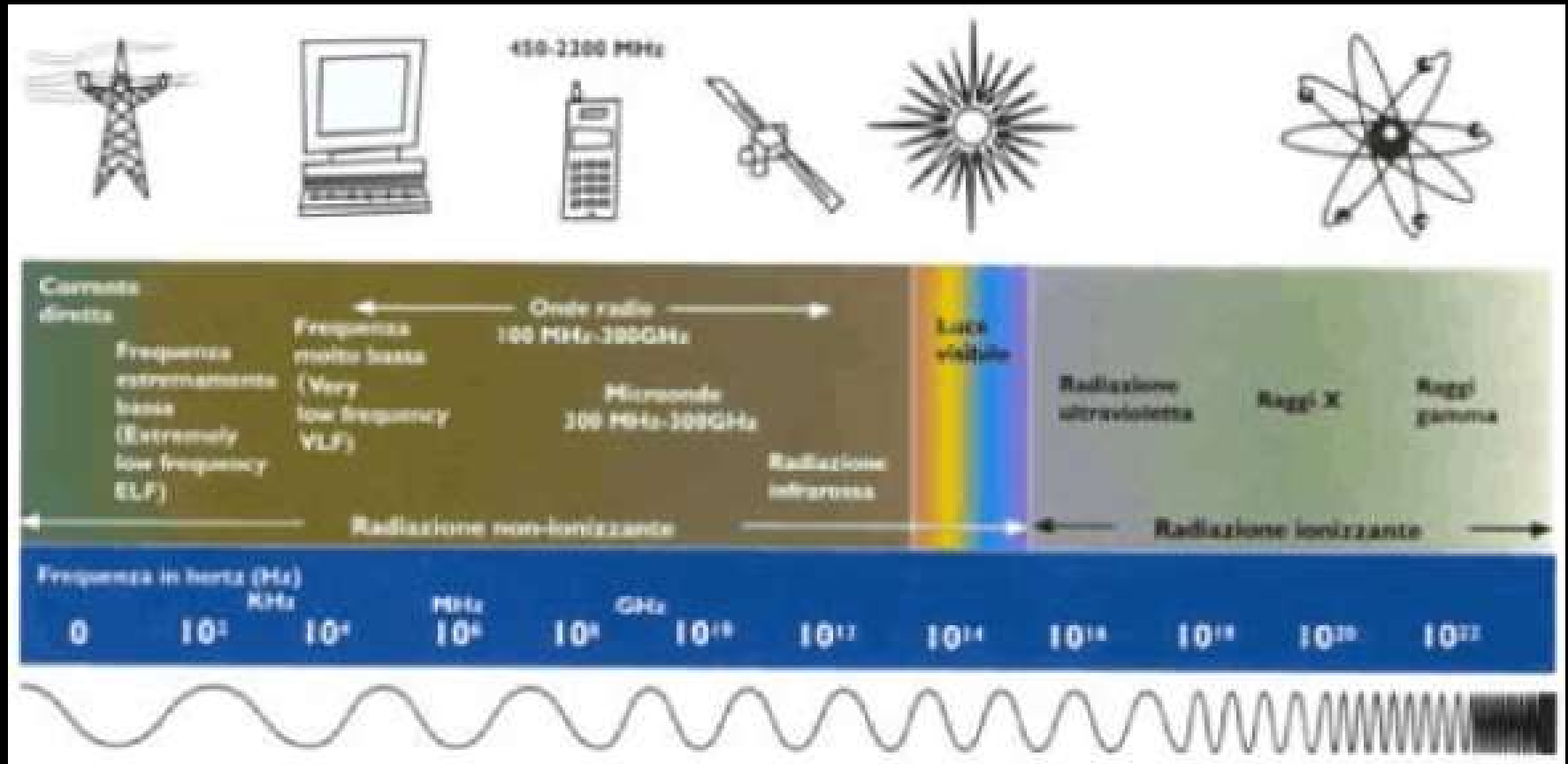
Diapositiva 14

UC16

Noi percepiamo solo una piccola parte dello spettro elettromagnetico emesso dal sole. Nella realtà la nostra stella emette una radiazione ben più ampia di quella legata al visibile, anche se sulla terra, per nostra fortuna, ne arriva solo una piccola parte. Buona parte viene assorbita dall'atmosfera che circonda il nostro pianeta. In particolare, la nostra atmosfera filtra i raggi fortemente energetici UVC (100-280 nm) e UVB (280-315 nm) lasciando passare solo i raggi UVA (315-400 nm) e una piccola parte di quelli UVB.

UGO CARUSO; 31/08/2021

Perché i colori fluorescenti appaiono più brillanti?



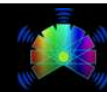
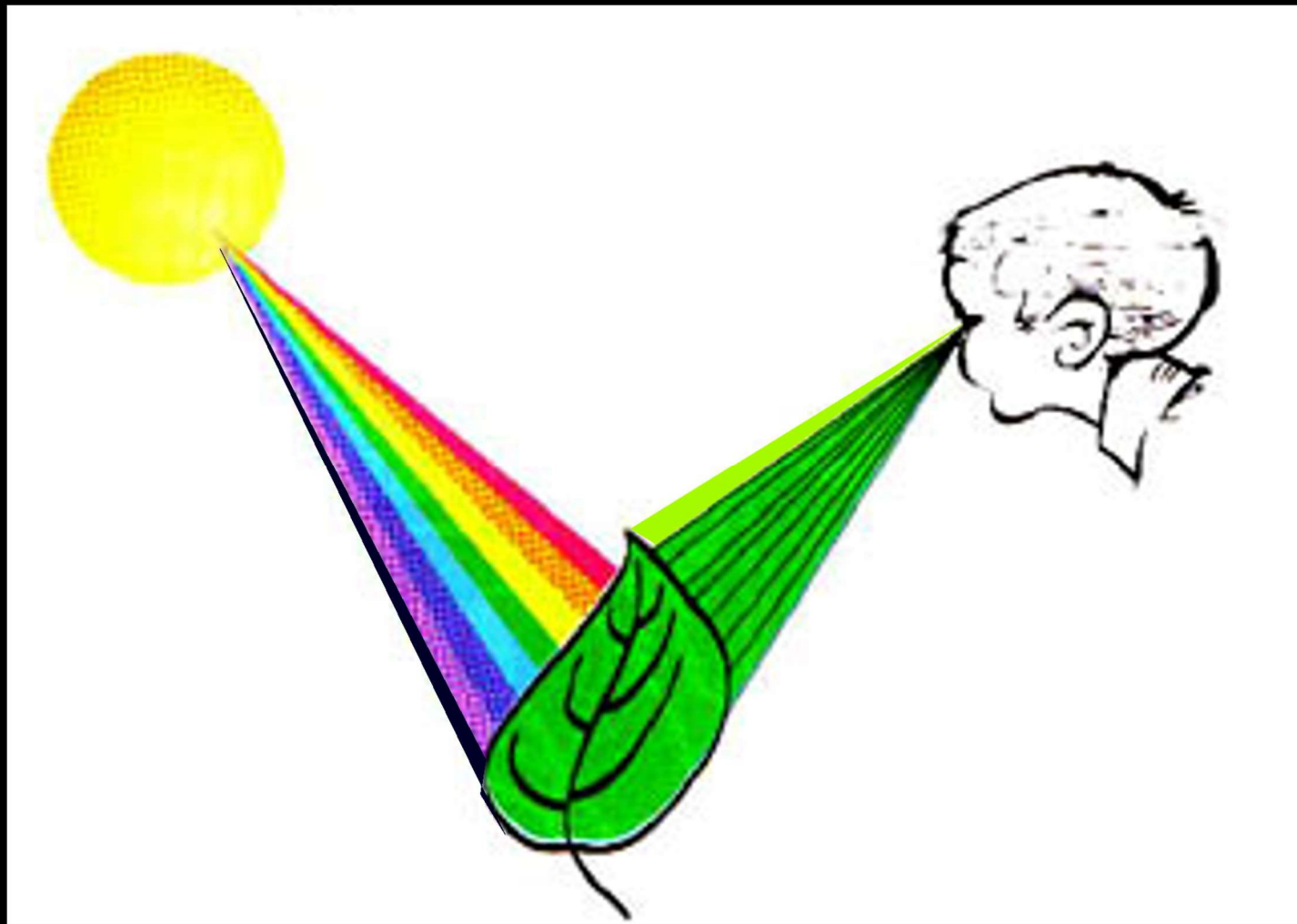
Diapositiva 15

UC18

Lo spettro elettromagnetico è enormemente più vasto di quello che percepiamo come luce. Ed, anche, le energie coinvolte sono molto variabili.

UGO CARUSO; 02/09/2021

Perché i colori fluorescenti appaiono più brillanti?



Diapositiva 16

UC17

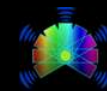
Il fenomeno della fluorescenza è legato a tale comportamento. Proviamo ad immaginare, come detto per gli oggetti colorati, che la nostra sostanza assorba una radiazione a noi invisibile, per esempio quella UV. Dopo aver dissipato una parte dell'energia, riemette una radiazione con energia inferiore. Se l'energia di riemissione è tale da trovarsi nella banda del visibile, allora ci apparirà colorata.

UGO CARUSO; 31/08/2021



Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?

- eccitazione della molecola con una radiazione di data lunghezza d'onda (UV)
- dissipazione di energia nella molecola
- emissione di una radiazione a energia minore e, quindi, a lunghezza d'onda maggiore
- shift di Stokes è la differenza fra la lunghezza d'onda della luce emessa e quella della luce assorbita
- le molecole che, dopo avere assorbito fotoni di una certa lunghezza d'onda, esibiscono fluorescenza sono dette **fluorofori** (dye)





Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?

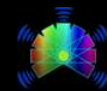
Le radiazioni UV coprono quella porzione dello spettro elettromagnetico con una lunghezza d'onda compresa tra 100 e 400 nanometri (nm) (corrispondenti a 12-3,0 eV) e si dividono in tre categorie principali:

- UVA (315-400 nm)
- UVB (280-315 nm)
- UVC (100-280 nm).

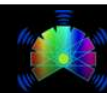
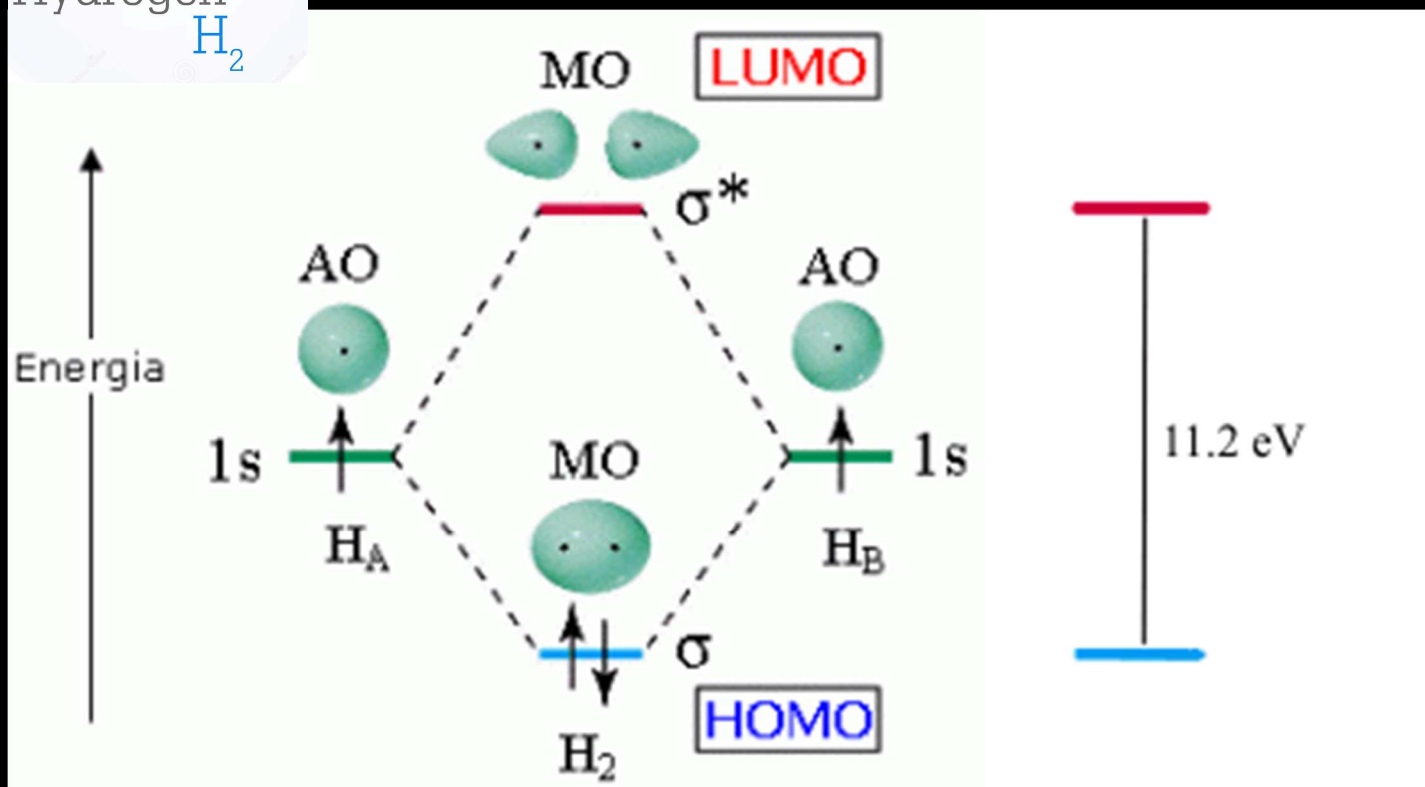
La maggior parte dei raggi UV che raggiungono la superficie terrestre sono UVA e (pochi) UVB, mentre gli UVC sono totalmente assorbiti dall'atmosfera.

280-400 nm corrispondenti a 4,5-3,0 eV

(volendo approfondire $E = \frac{h}{\lambda} \cdot c = \lambda \cdot \nu$ $E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ $E = \frac{1239,84}{\lambda}$)



Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?



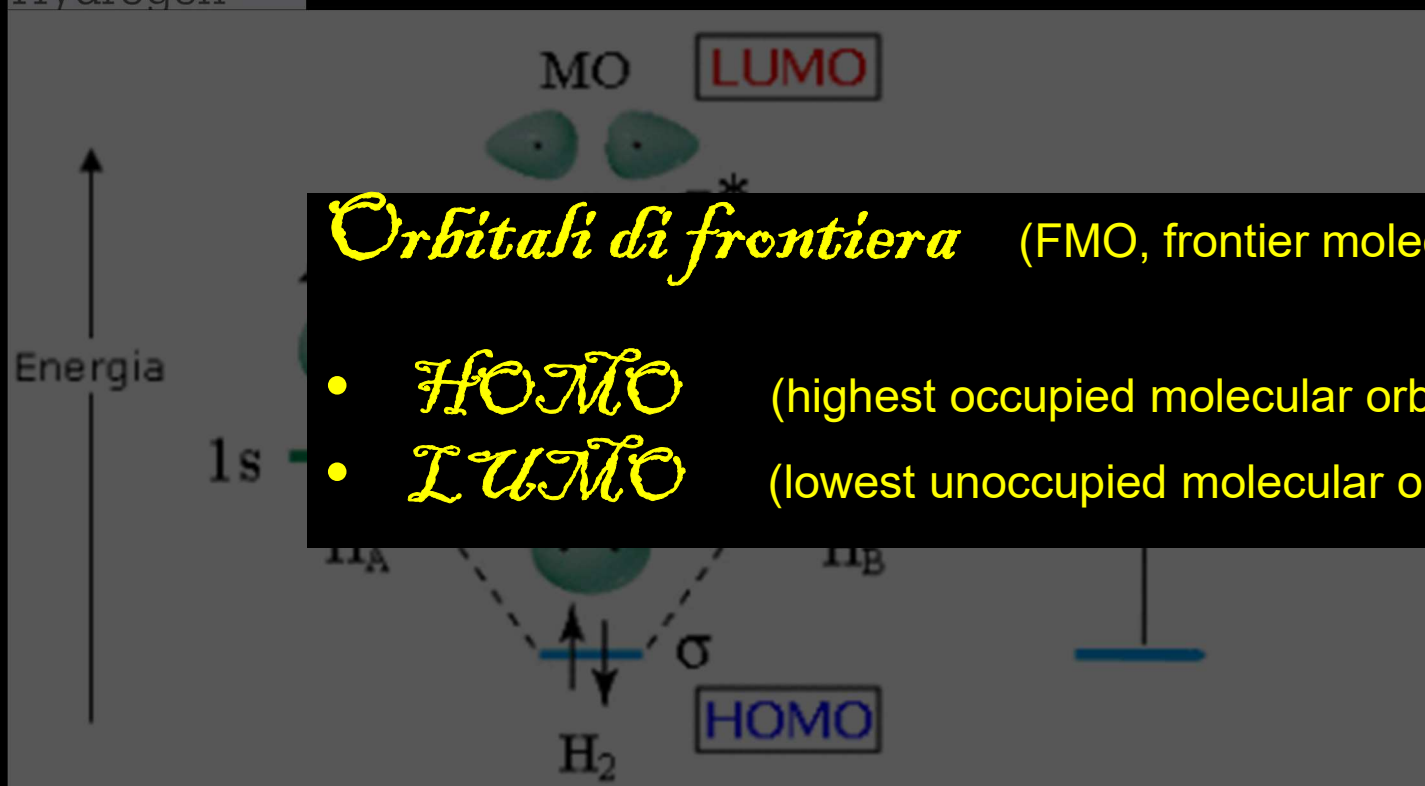
Diapositiva 19

UC20 Gli orbitali di frontiera sono, come dice la stessa definizione, quelli più vicini con funzioni differenti. HOMO, sono quelli che tra tutti gli orbitali occupati hanno la massima energia....potremmo definirli gli ultimi occupati.
LUMO sono quelli che tra tutti gli orbitali liberi hanno l'energia più bassa....potremmo definirli i primi liberi.
In ogni legame e/o sistema molecolare è possibile individuare gli orbitali di frontiera. Un salto elettronico dall'uno all'altro rappresenta la minima energia di transizione e, quindi, la minima energia di eccitazione.

UGO CARUSO; 02/09/2021

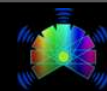
UC21 UGO CARUSO; 02/09/2021

Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?

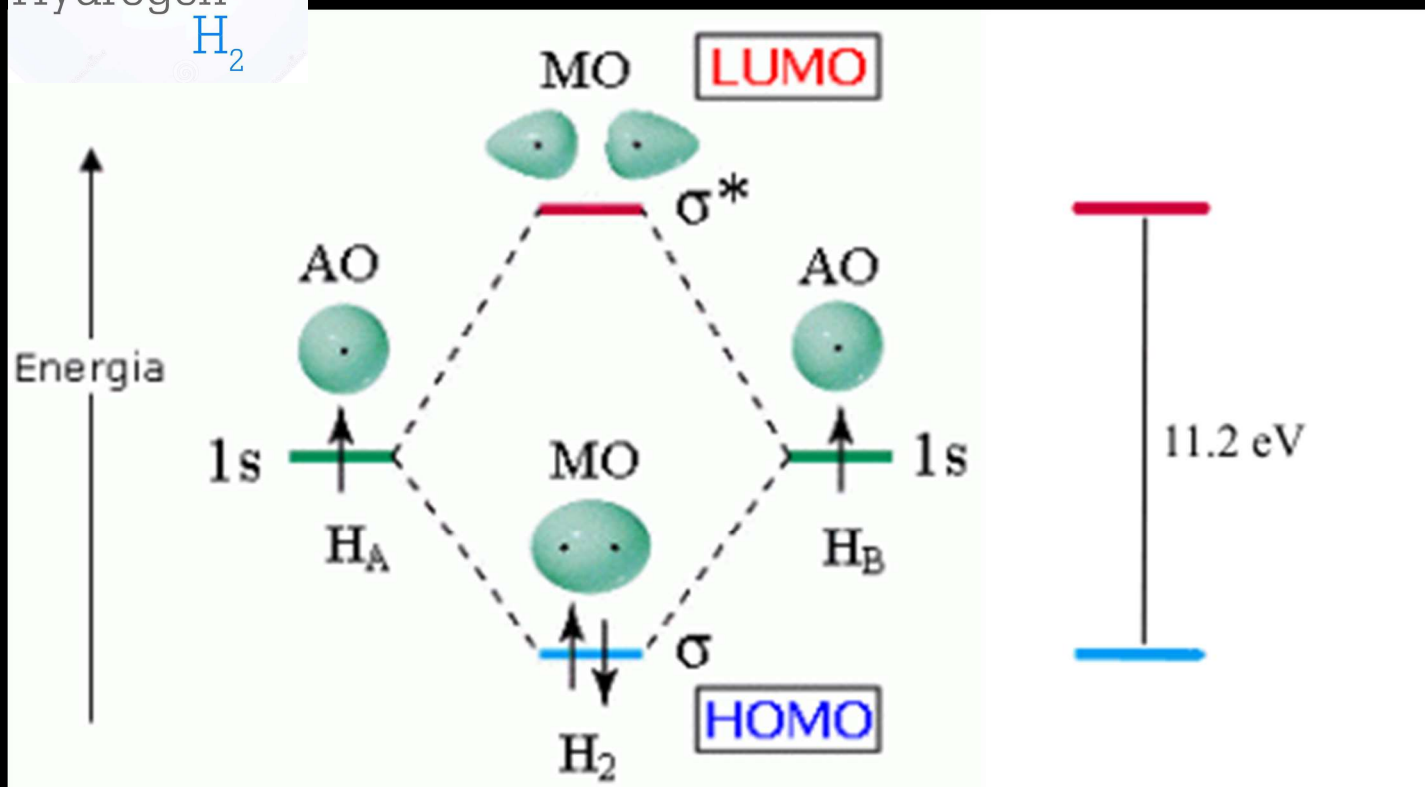


Orbitali di frontiera (FMO, frontier molecular orbitals)

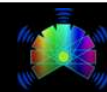
- **HOMO** (highest occupied molecular orbital)
- **LUMO** (lowest unoccupied molecular orbital)



Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?



3,0 - 4,5 eV



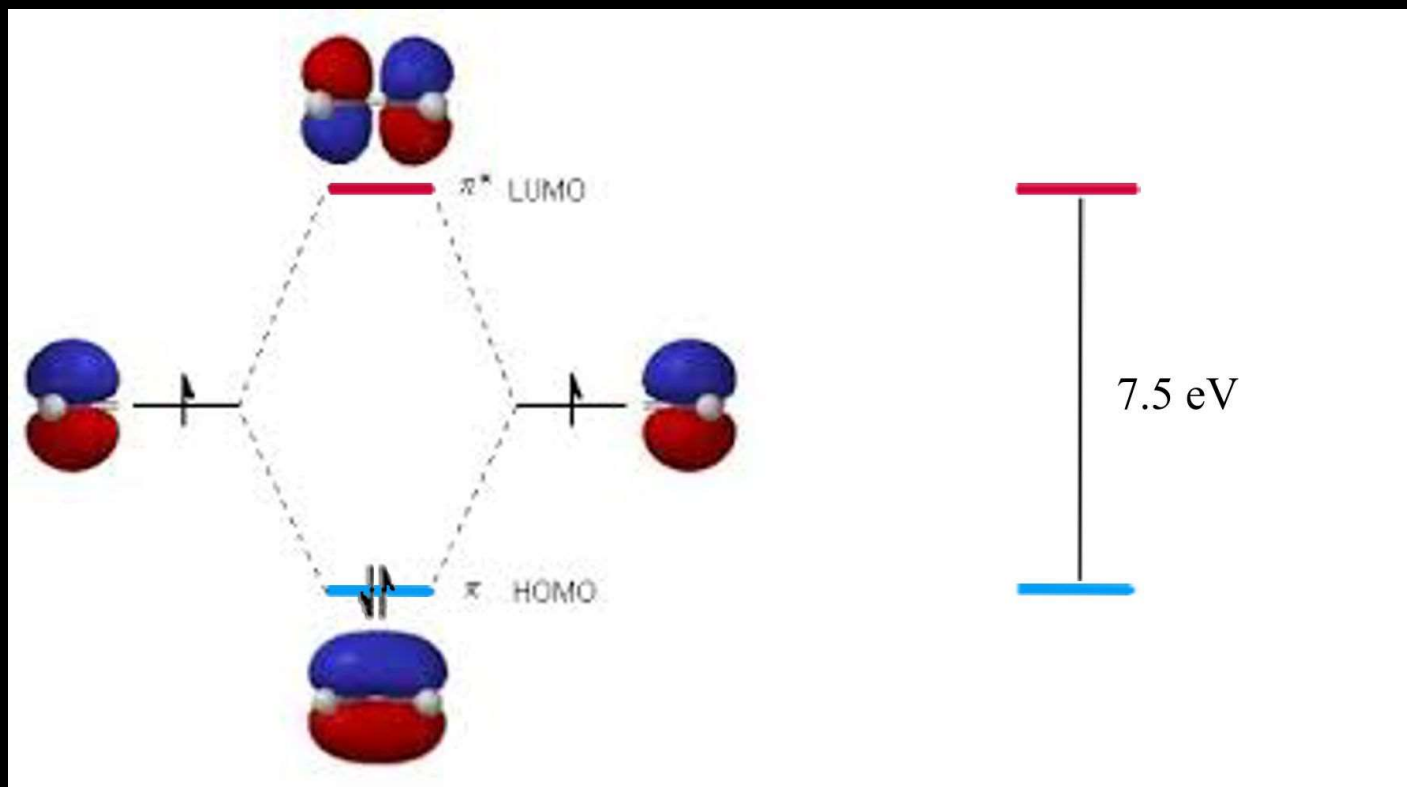
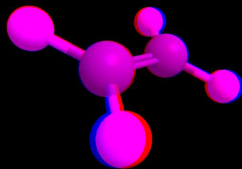
Diapositiva 21

UC22

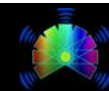
Il valore del salto di energia può essere misurato sperimentalmente, attraverso tecniche spettroscopiche.

UGO CARUSO; 02/09/2021

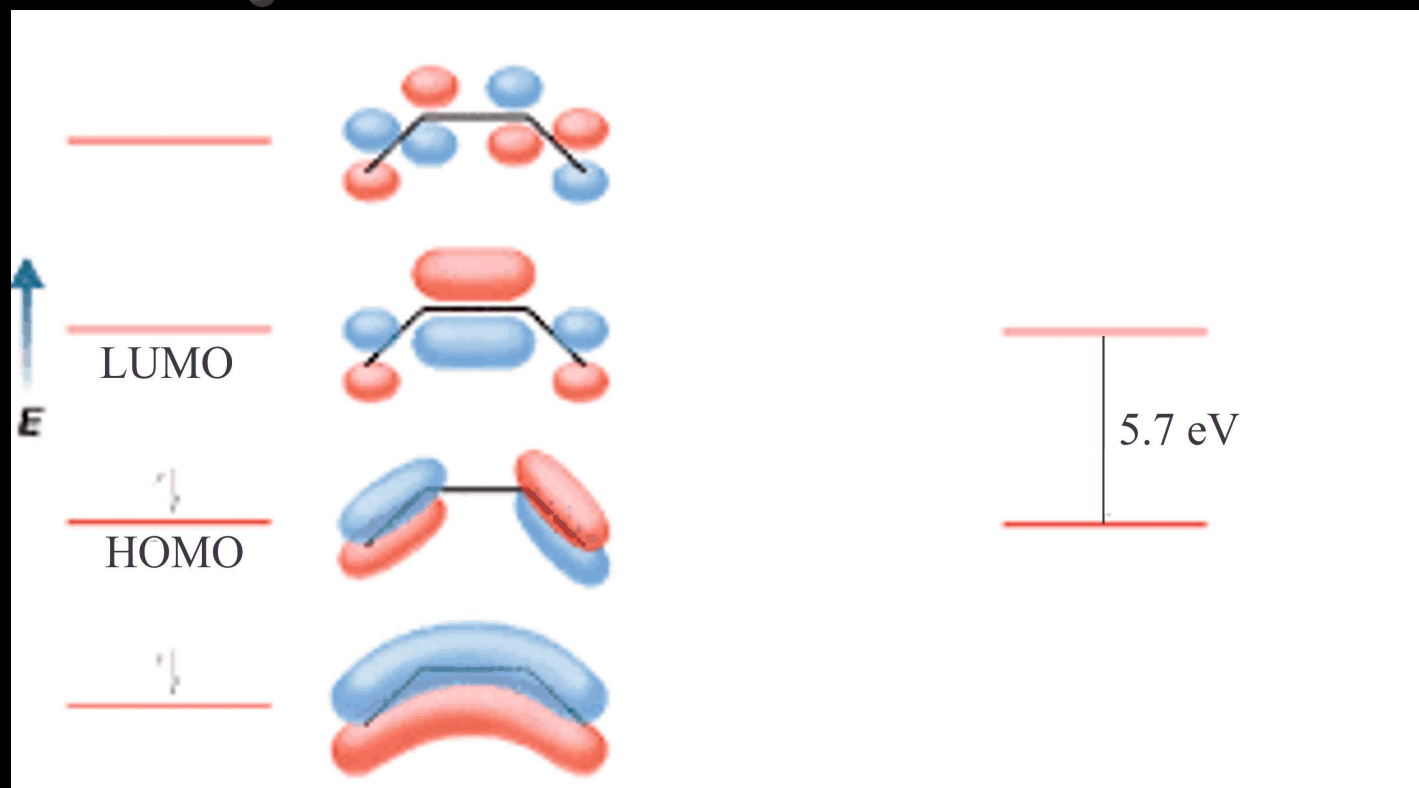
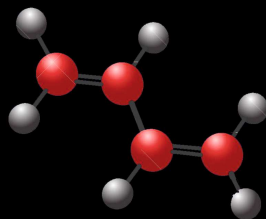
Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?



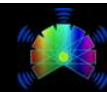
3,0 - 4,5 eV



Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?



3,0 - 4,5 eV

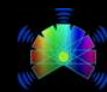
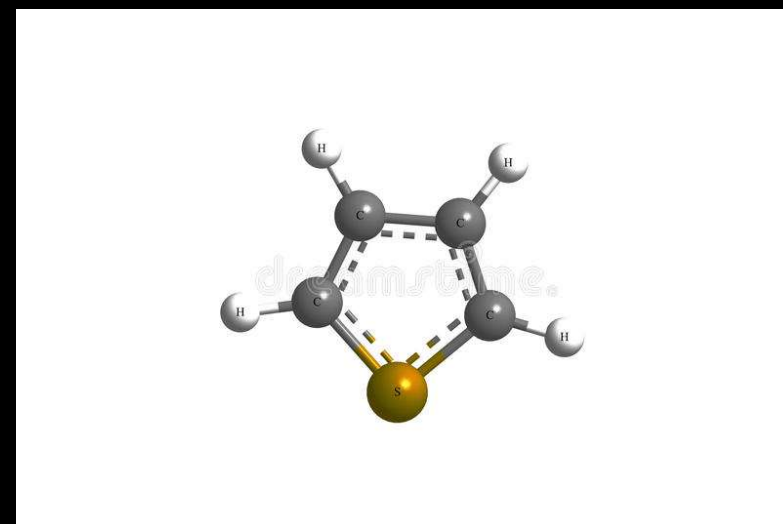


Diapositiva 23

UC23 Nei sistemi coniugati, gli elettroni di legame (π -greco) non sono vincolati a rimanere tra i due atomi che legano ma sono liberi di muoversi all'interno del "sistema coniugato".

UGO CARUSO; 02/09/2021

Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?

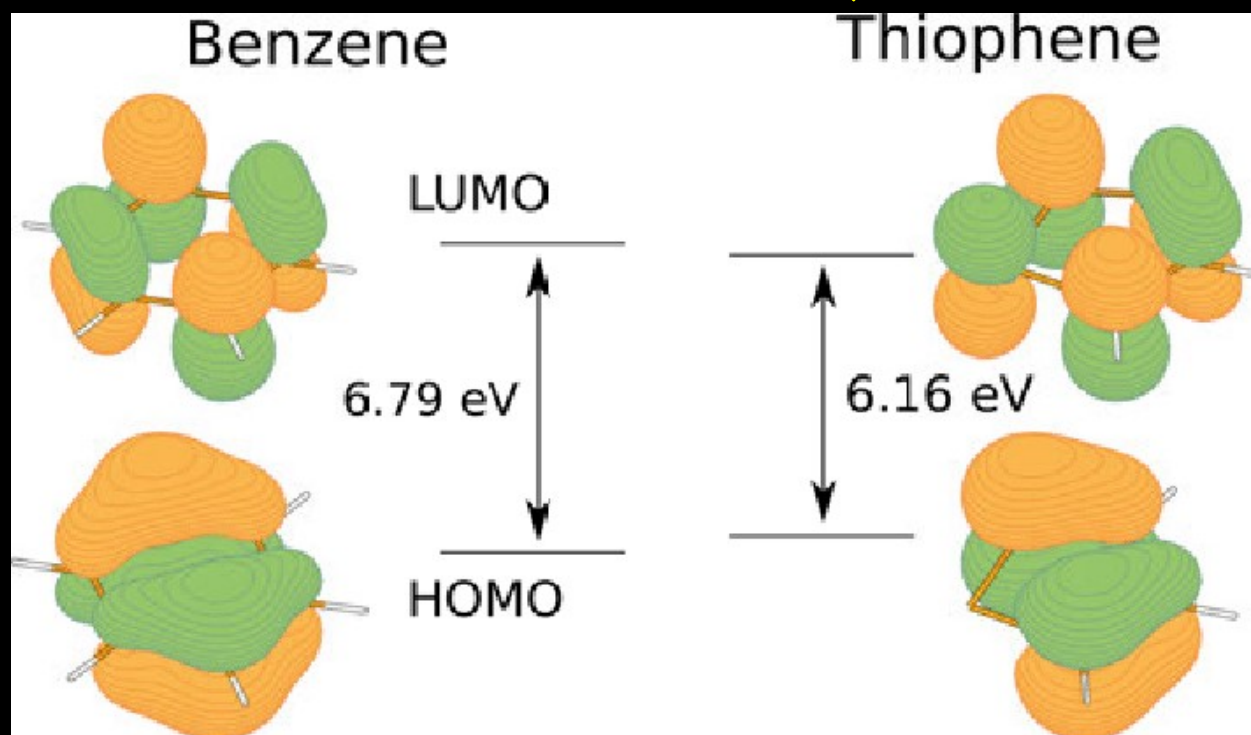


Diapositiva 24

UC24 Più è estesa la coniugazione, minore è la differenza di energia tra HOMO e LUMO, più è stabile la molecola. Inoltre, in sistemi altamente coniugati, l'energia di transizione coincide con la banda UV-Vis della radiazione elettromagnetica.

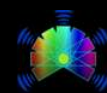
UGO CARUSO; 02/09/2021

Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?



3,0 - 4,5 eV

| | | | |
|---|-----|--|---------------|
| <input type="text" value="6.79"/> | eV | <input type="text" value="182.59822"/> | nm |
| <input type="text" value="6790.00000"/> | meV | <input type="text" value="0.18260"/> | μm |

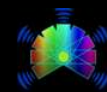


Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?

FORZE DI VAN DER WAALS

Tutte le forze che dipendono da interazioni dipolari sia che coinvolgano dipoli fissi, come una molecola d'acqua o di monossido di carbonio, che dipoli indotti, come un atomo di elio sottoposto ad un campo elettrico di qualunque origine; dunque le tre combinazioni dipolo-dipolo (forze di Keesom), dipolo-dipolo indotto (forze di Debye) e dipolo indotto-dipolo indotto (forze di London) saranno tutte considerate nell'insieme denominato forze di van der Waals o forze di dispersione.

- **RED SHIFT**



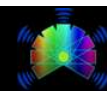
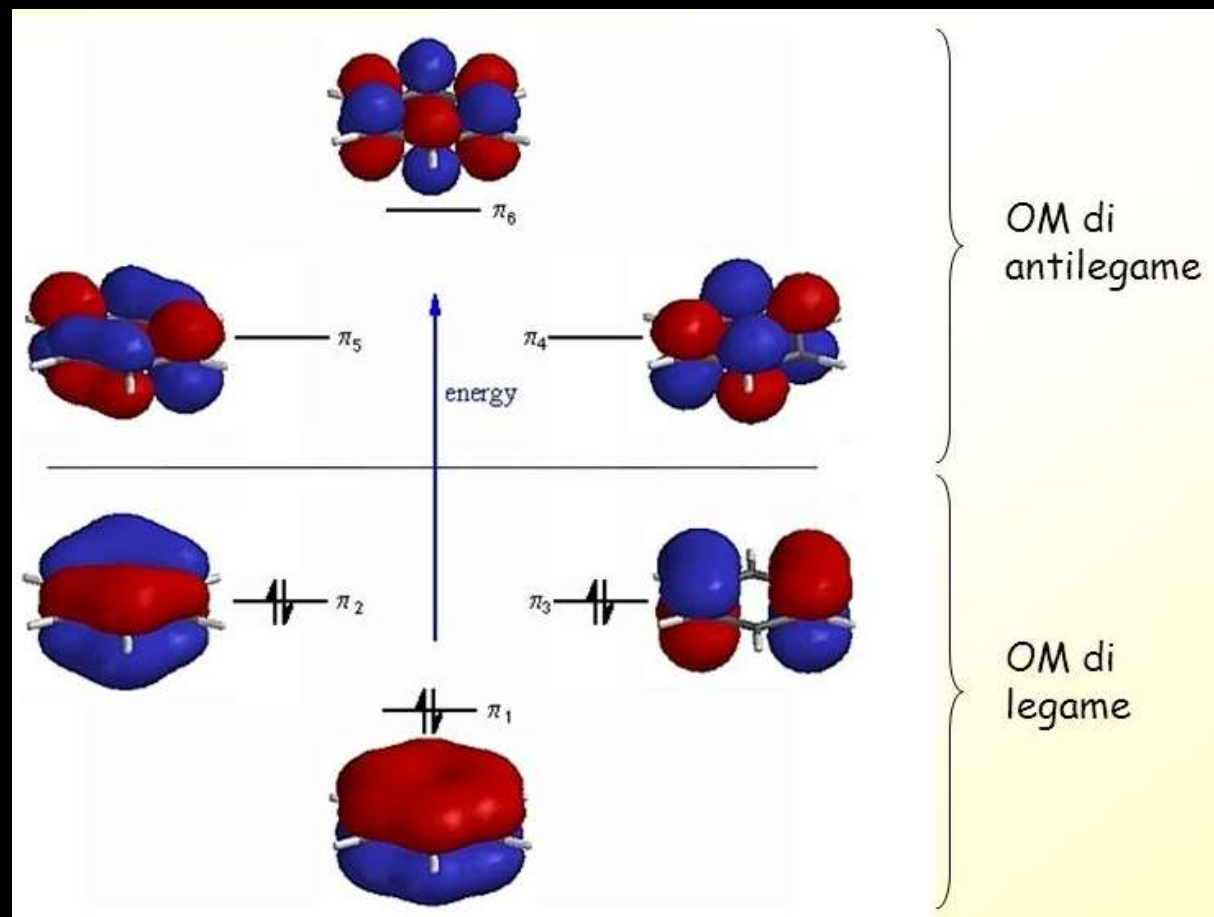
Diapositiva 26

UC25

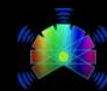
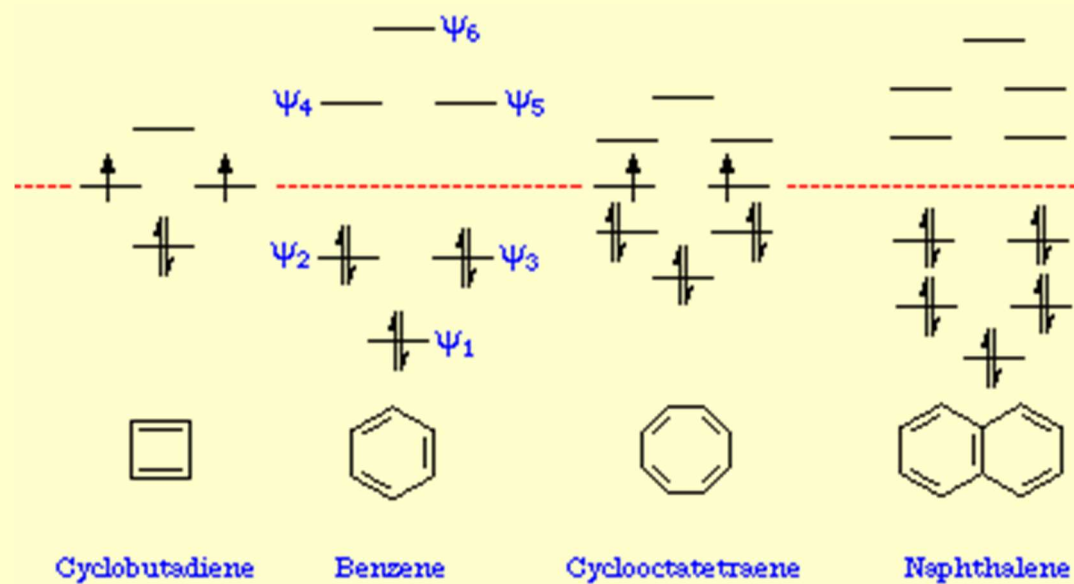
Le forze di Van der Waals sono interazioni tra molecole, di forza ben più blanda di un legame chimico ma di importanza strategica per l'insieme molecolare che costituisce la materia. Le proprietà macroscopiche della materia che osserviamo sono una sapiente combinazione di energie di legamen e interazioni intermolecolari.

UGO CARUSO; 02/09/2021

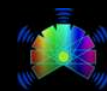
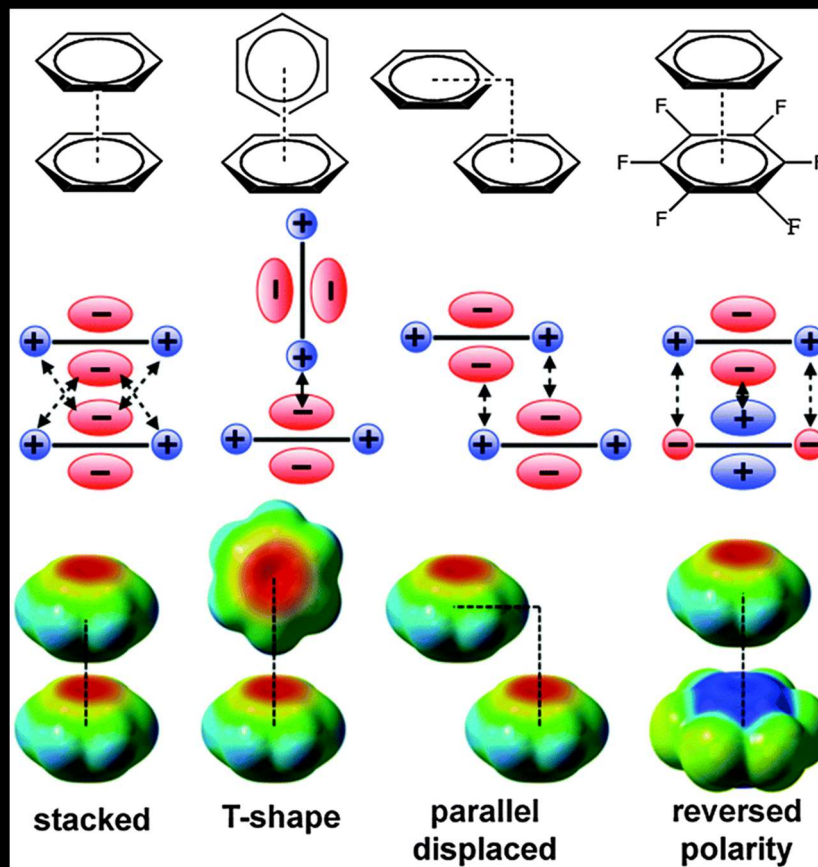
Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?



Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?



Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?



Diapositiva 29

UC26 Tutte le combinazioni molecolari che favoriscano la dissipazione di energia possono favorire (o annullare) la fluorescenza delle sostanze.

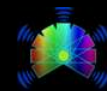
UGO CARUSO; 02/09/2021



Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?

Quenching di fluorescenza: fenomeno attraverso il quale viene attenuata (smorzata, spenta) la fluorescenza legata a:

- Elevata concentrazione del fluoroforo
 - Presenza di smorzatori di fluorescenza
-
- Fluorescenza (decadimento istantaneo)
 - Fosforescenza (decadimento che continua anche dopo aver cessato di irradiare il campione).

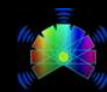




Quali caratteristiche devono possedere i materiali perché siano fluorescenti?

Riassumendo:

- *Composti aromatici condensati*
- *Basse concentrazioni*
- *Scelta del solvente*
- *Condizioni a contorno (ambientali)*



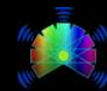
Quali sono le applicazioni?

Vantaggi:

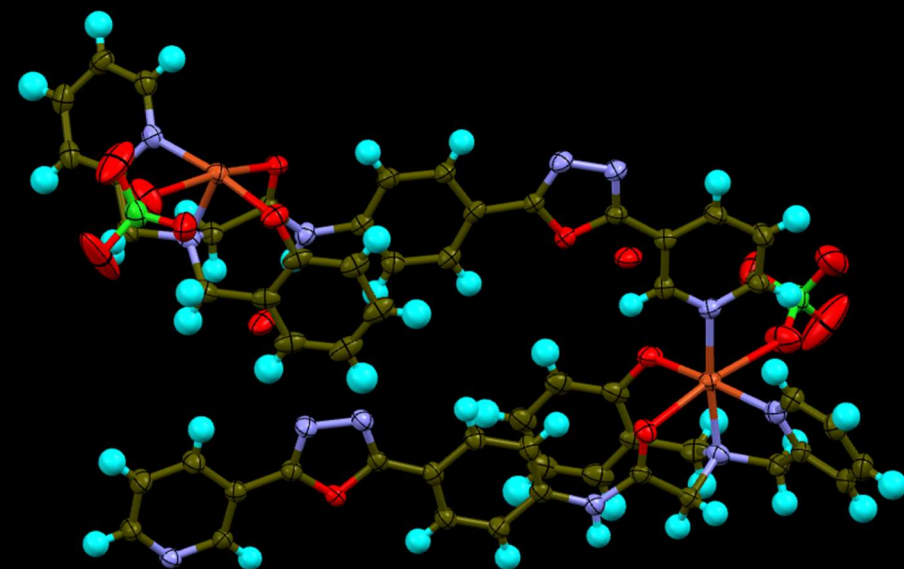
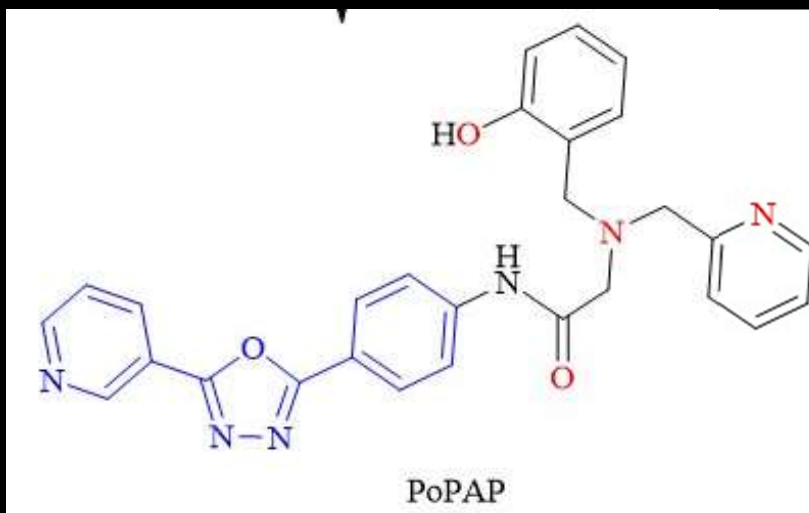
- Sensibilità
- Selettività
- Relazione semplice tra I e c

Svantaggi:

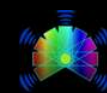
- Dipendenza dalle condizioni ambientali
- “Effetto-filtro” ad alte concentrazioni



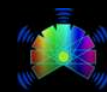
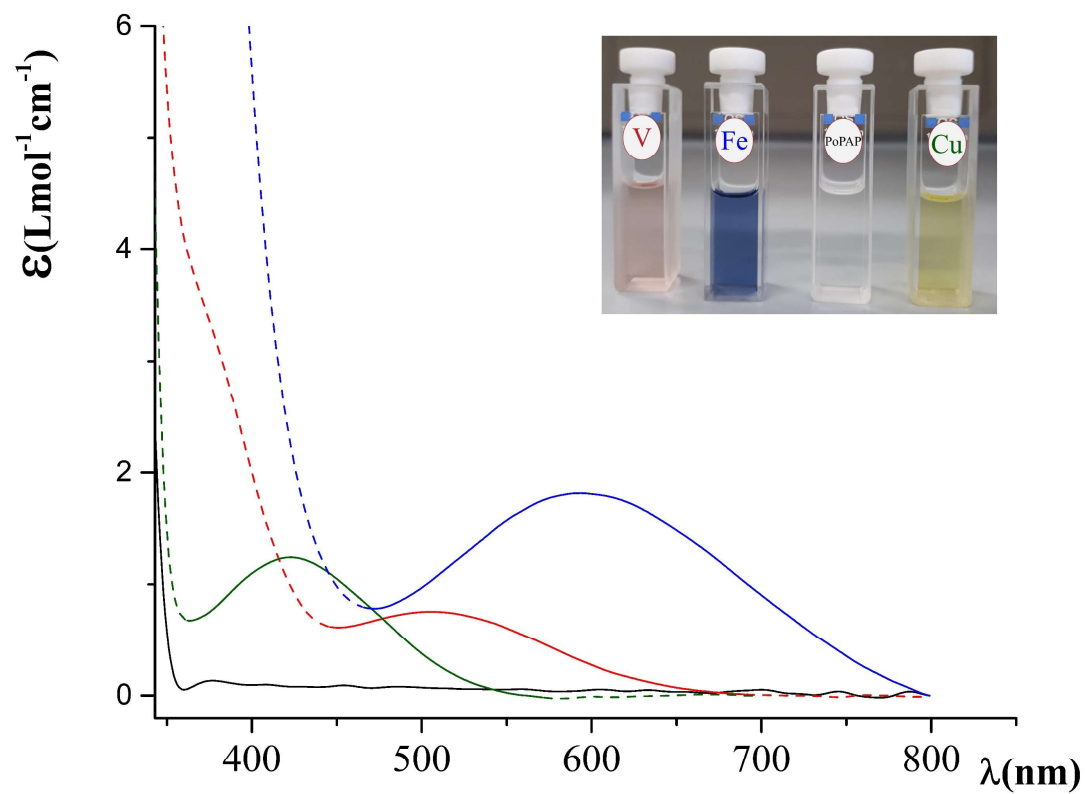
Quali sono le applicazioni?



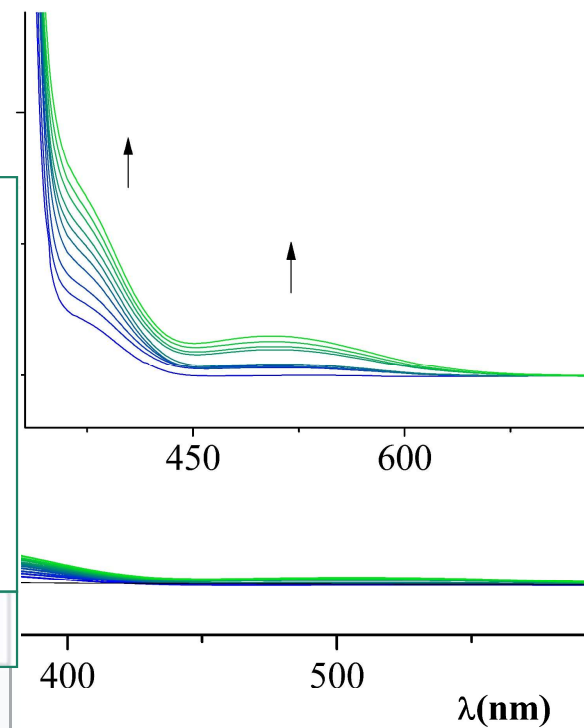
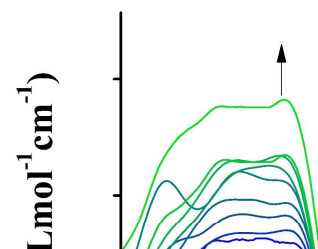
Complesso Cu(II) PoPAP



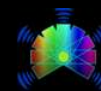
Quali sono le applicazioni?



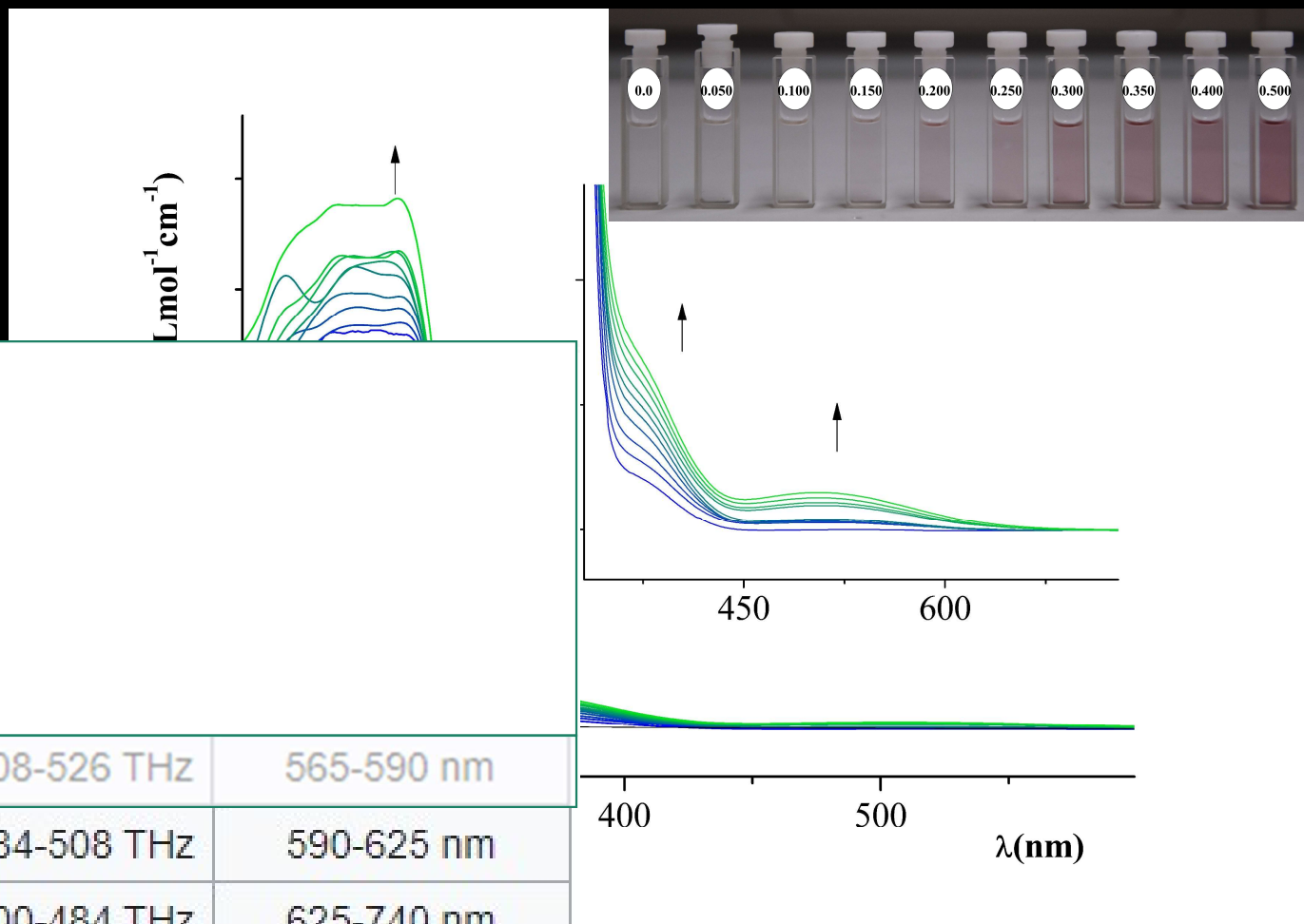
Quali sono le applicazioni?



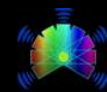
| | | |
|------------------|-------------|------------|
| Giallo | 508-526 THz | 565-590 nm |
| Arancione | 484-508 THz | 590-625 nm |
| Rosso | 400-484 THz | 625-740 nm |



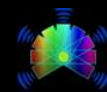
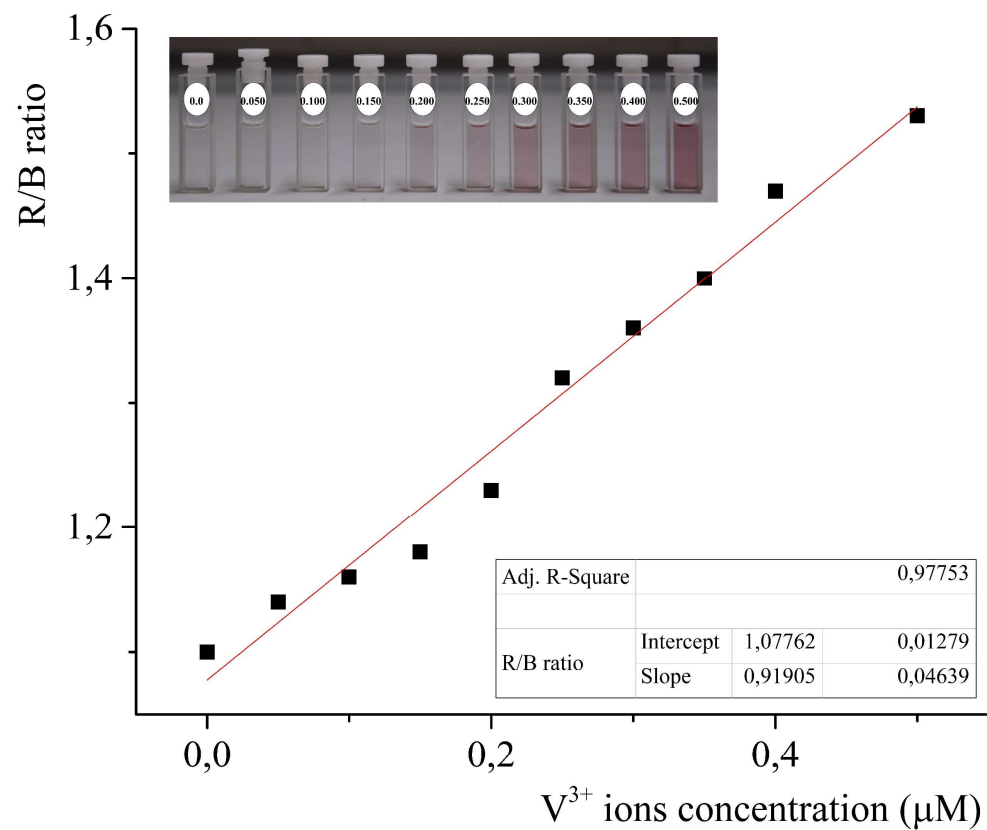
Quali sono le applicazioni?



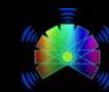
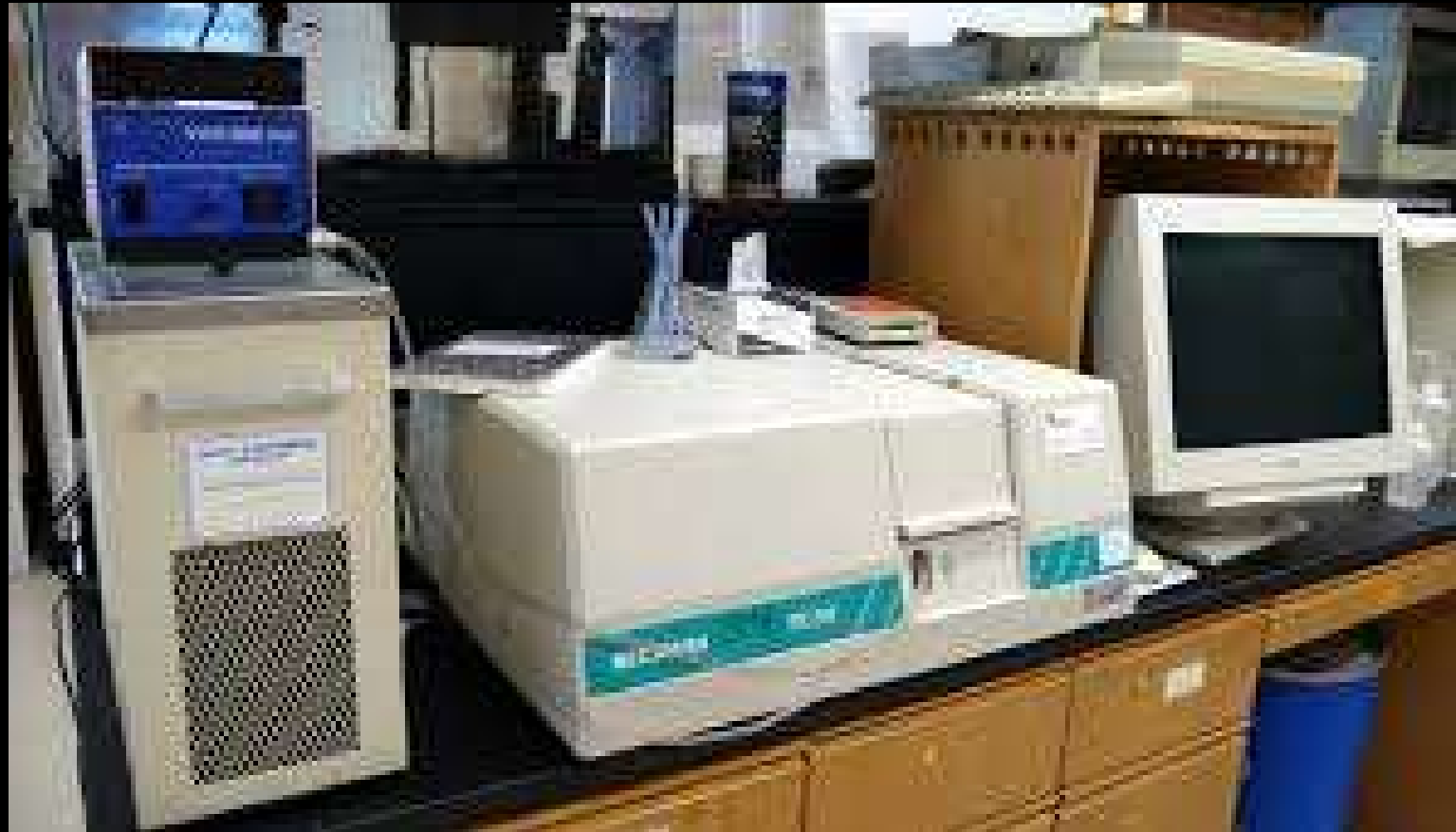
| | | |
|------------------|-------------|------------|
| Giallo | 508-526 THz | 565-590 nm |
| Arancione | 484-508 THz | 590-625 nm |
| Rosso | 400-484 THz | 625-740 nm |



Quali sono le applicazioni?



Quali sono le applicazioni?



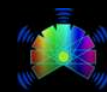
PLS Virtual Summer School (PVS3)

Quali sono le applicazioni?

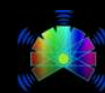
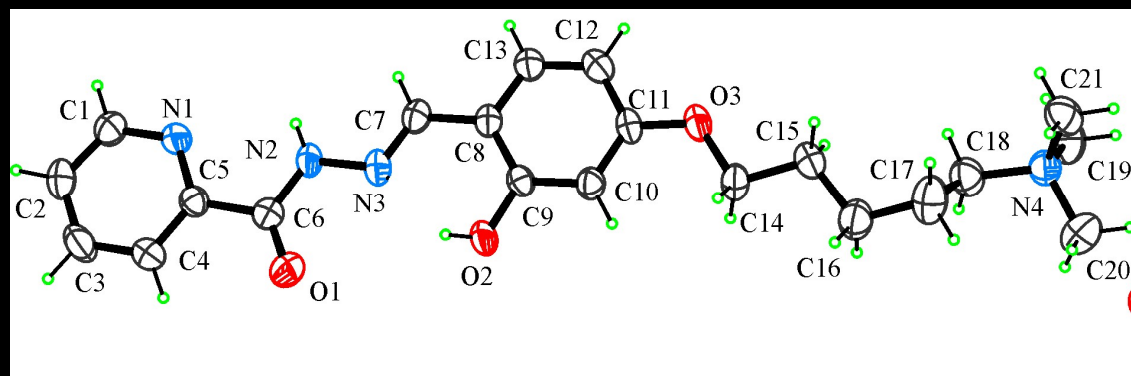
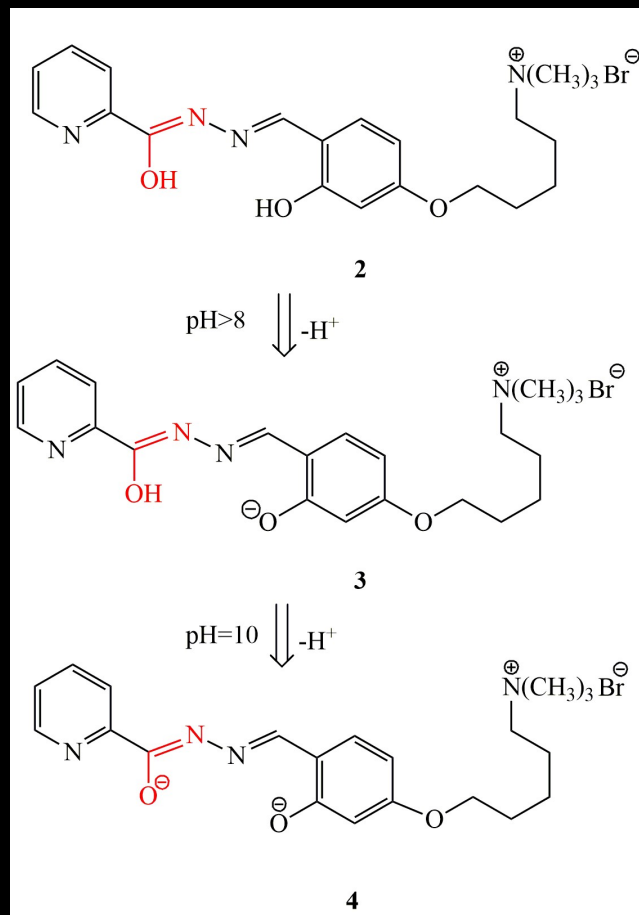
Color Assist Free
Imagerville Strumenti ★★★★★ 471
PEGI 3
Contiene annunci
L'app è compatibile con tutti i tuoi dispositivi.
Aggiungi alla lista desideri **Installa**

CHOOSE YOUR STYLE

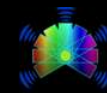
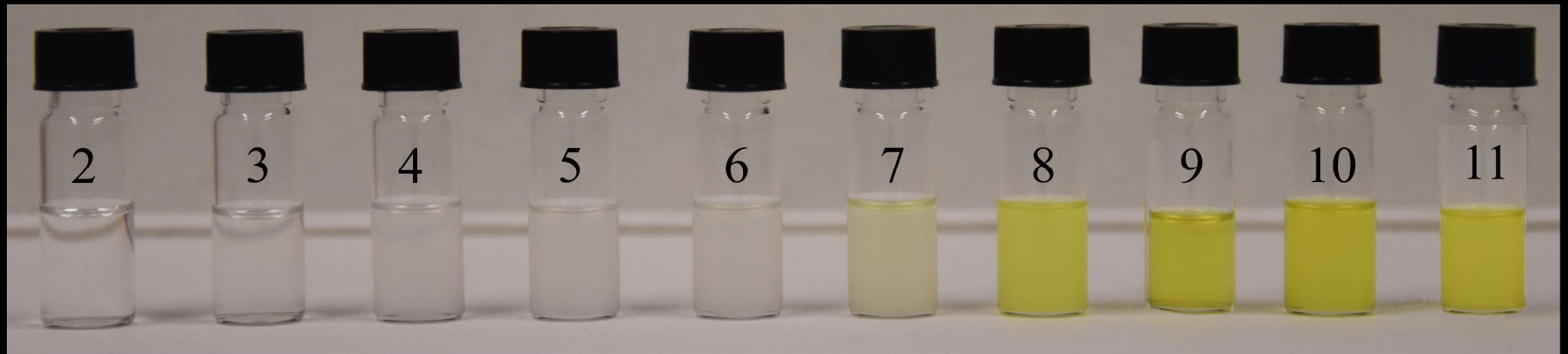
Classic Color Wheel
Harmony in color



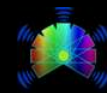
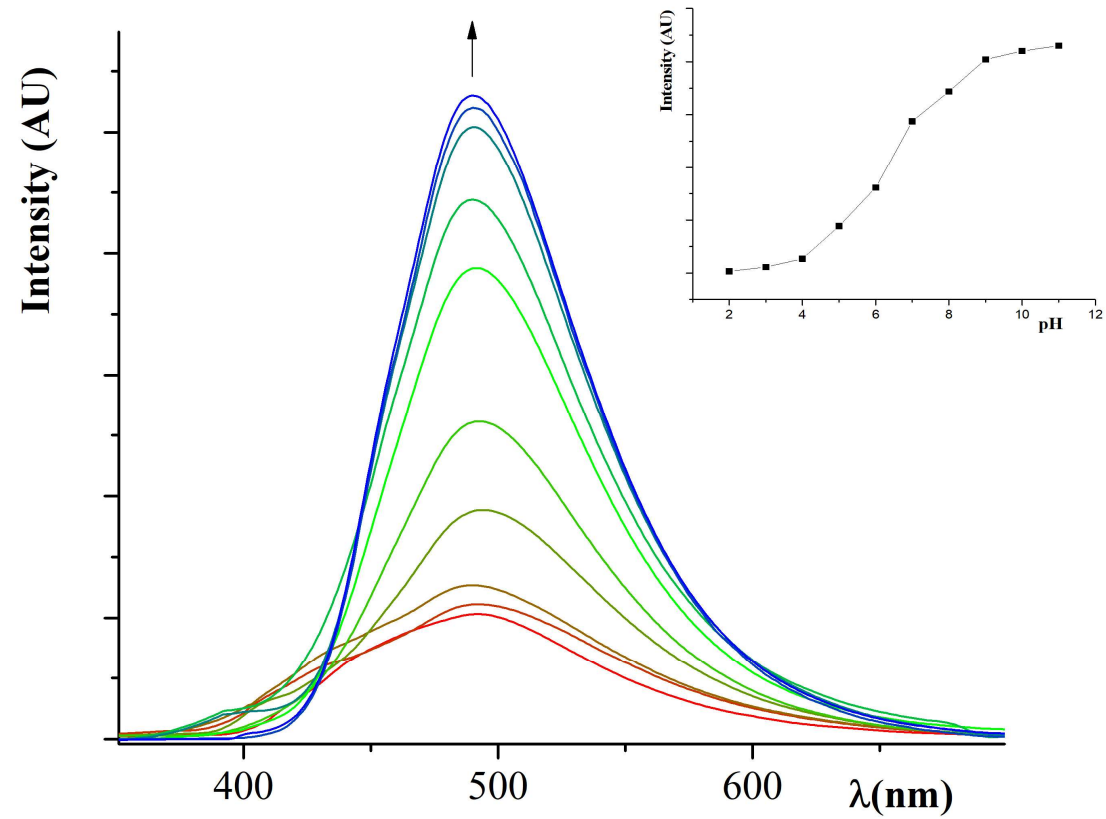
Quali sono le applicazioni?



Quali sono le applicazioni?

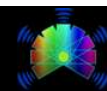
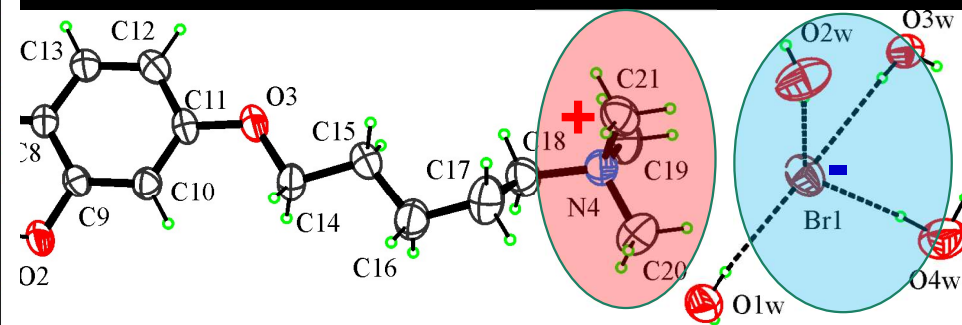
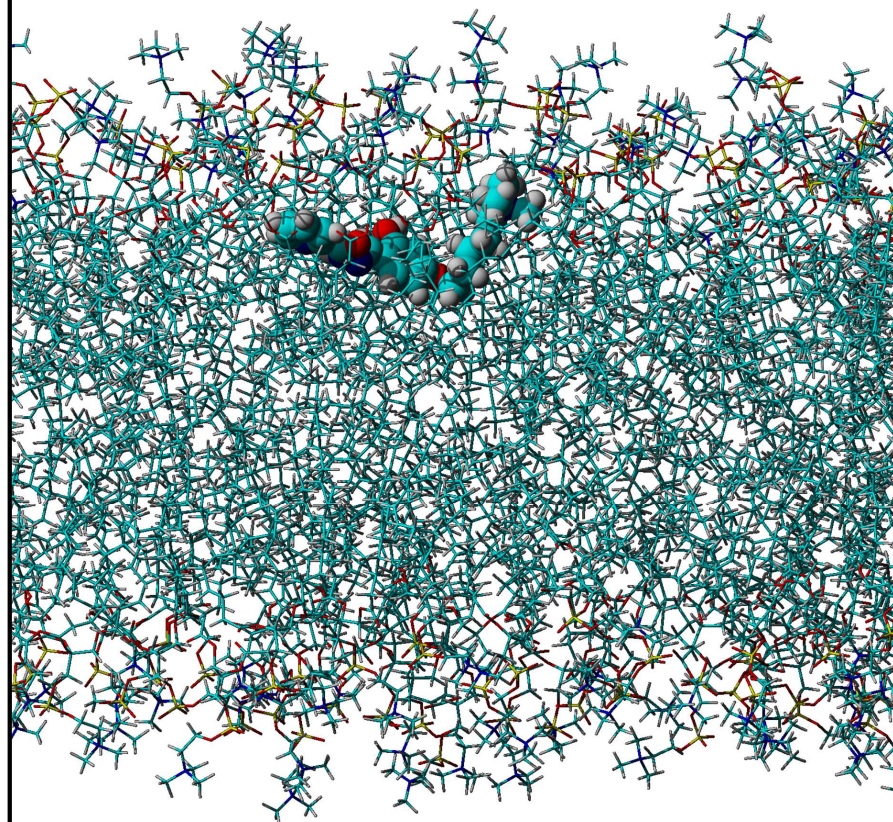


Quali sono le applicazioni?



Quali sono le applicazioni?

Time: 20 ns



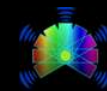
PLS Virtual Summer School (PVS3)

Scienza dei Materiali

La scienza dei materiali è una disciplina basata sulla **chimica**, sulla **fisica** e in parte sull'**ingegneria**, che tratta la progettazione, la produzione e l'uso di tutte le classi esistenti di materiali (tra cui i metalli, le ceramiche, i semiconduttori, i polimeri e i biomateriali) e l'interazione dei materiali con l'ambiente, la salute, l'economia e l'industria.

Viene anche posta attenzione sull'utilizzo di metodiche analitiche, distruttive o non distruttive, di natura meccanica, chimica o fisica necessarie per lo studio delle proprietà dei materiali e per la determinazione della conformità relativa agli standard d'uso specifici.

È focalizzata sullo studio della struttura microscopica dei materiali e le relazioni esistenti tra sintesi, lavorazione e proprietà finali dei materiali.





GRAZIE PER L'ATTENZIONE

