

Materiality

Nano- e bio-materiali per lo sviluppo sostenibile in Umbria

21 febbraio - 19 marzo 2025

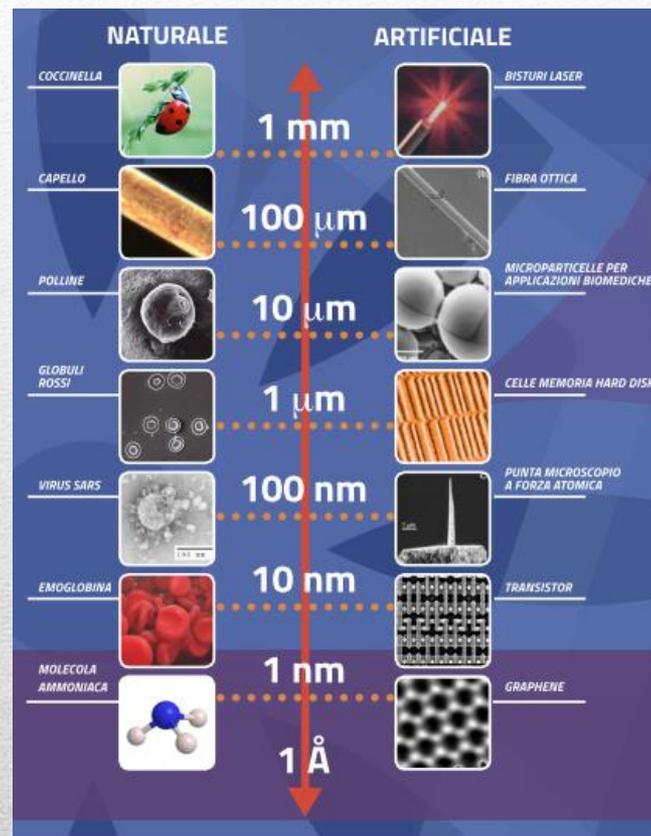
Palazzo Carrara
Piazza dei Carrara, Terni

Giorni di apertura al pubblico:
giovedì 27 febbraio,
6 e 13 marzo
dalle ore 16.00 alle 19.00

Giorni di apertura per le scuole:
tutte le mattine,
dal lunedì al venerdì
su prenotazione

vitality.unipg.it

Per info e prenotazioni:
vitalitymostra@gmail.com



**Meraviglie e opportunità
dal nanomondo:
la luce come strumento
per comprendere e manipolare
le proprietà dei materiali.**

Giovanni Carlotti
Dipartimento di Fisica e Geologia - UniPG



ASSOCIAZIONE CULTURALE
per Terni Città Universitaria
SUPPORTO ORGANIZZATIVO FIASP
Comitato di Terni

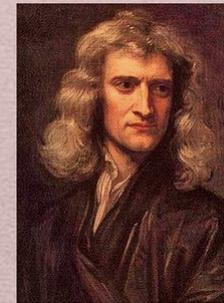


Luce, onda e/o corpuscolo?

Christiaan Huygens
(1629-1695)



Isaac Newton
(1642-1727)



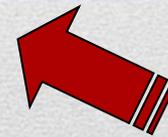
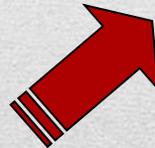
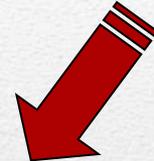
**Carica
elettrica**

**Corrente
elettrica**

Elettromagnetismo

Magnetismo

Ottica

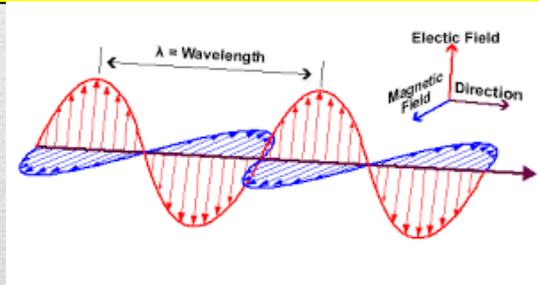


Le 4 Equazioni di Maxwell (1860-70)

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

$$\nabla^2 \vec{E} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0$$

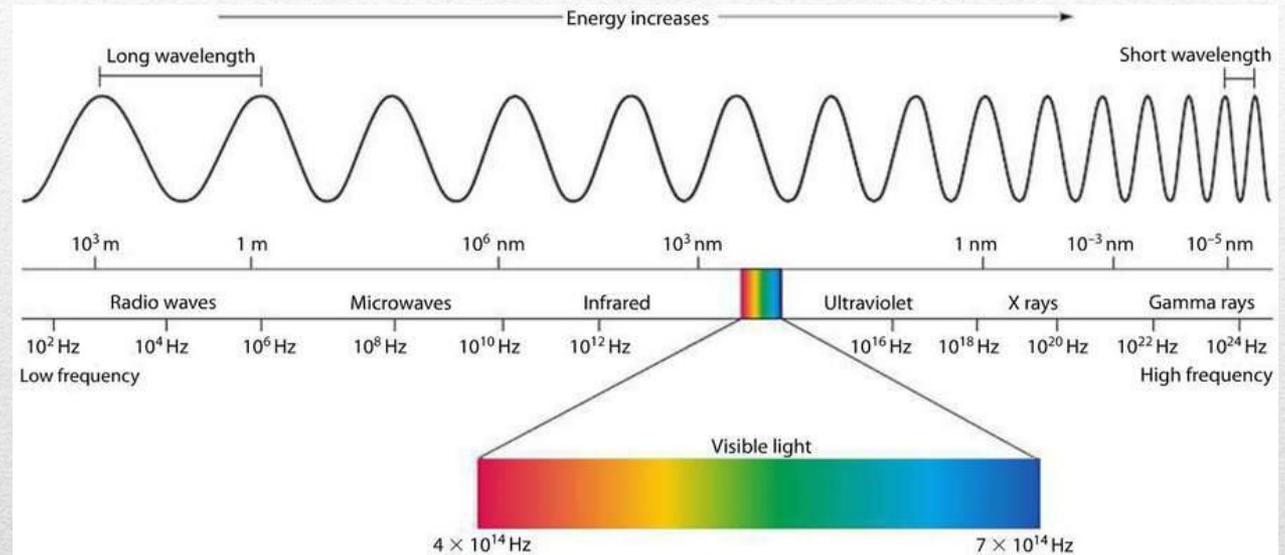
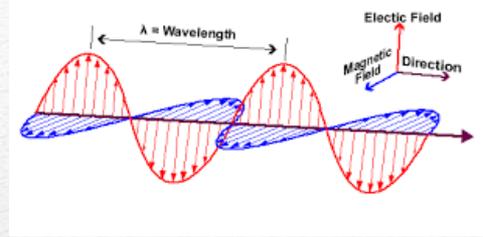


$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \left(i + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right)$$

$$\nabla^2 \vec{E} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} = 0$$

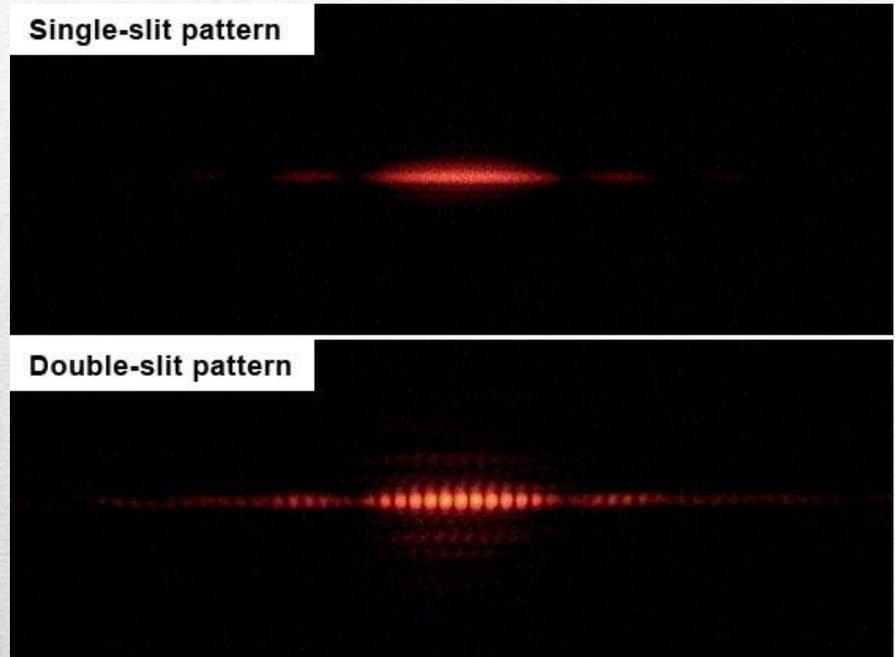
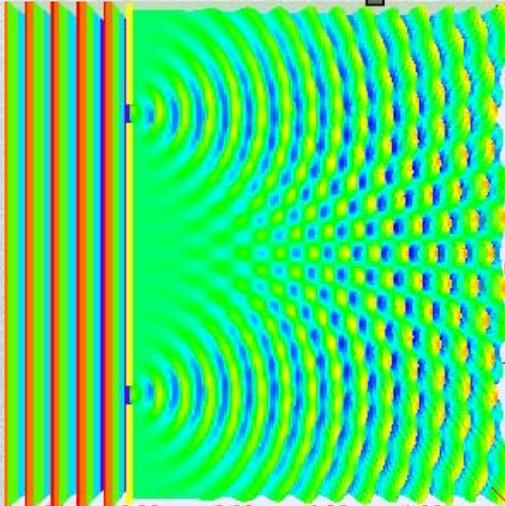
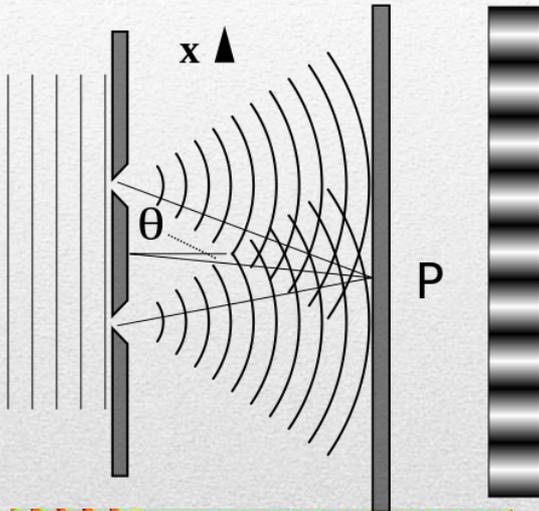
Lo spettro delle onde e.m.



- Stessa natura fisica. Diversa frequenza e lunghezza d'onda.
- Verifica sperimentale di Hertz (1887)
- Dove si propagano? Ipotesi dell'Etere
- 1905: relatività di Einstein. Invarianza di c

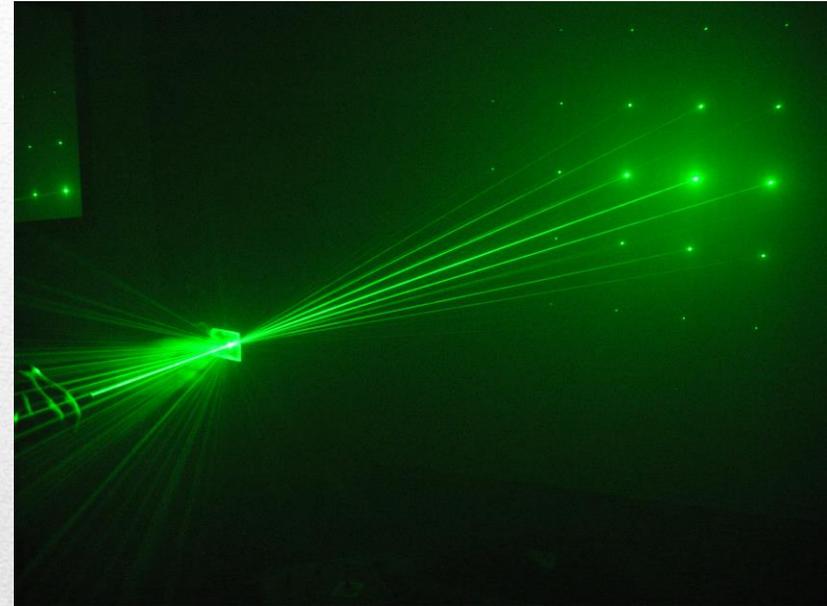
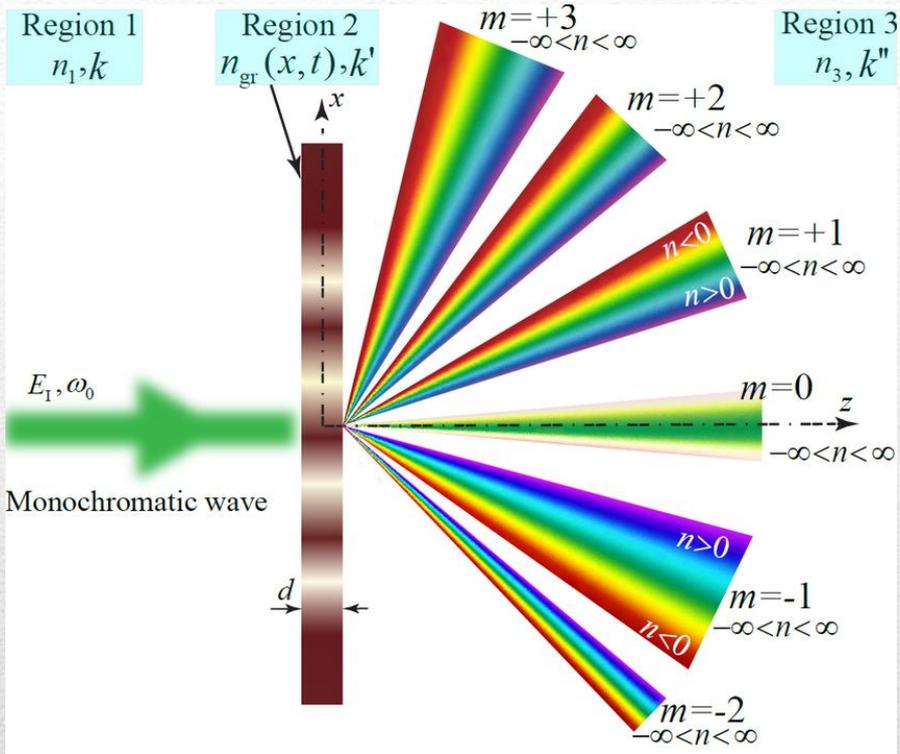
1800: Natura ondulatoria

Thoma Young, Augustine Fresnel INTERFERENZA E DIFFRAZIONE

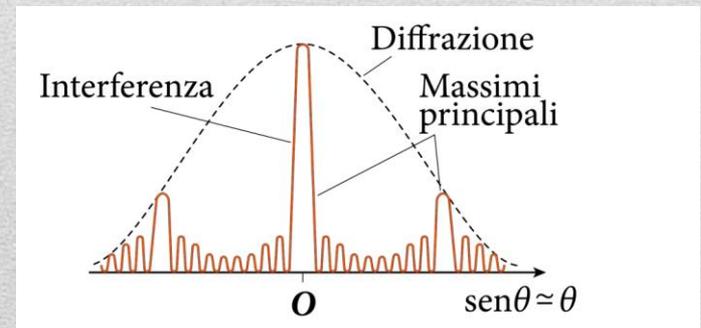


Perché nella vita di tutti i giorni non ci capita mai di vedere interferenza «accendendo» due sorgenti luminose uguali?

Reticolo di Diffrazione



Esempio relativo ad un reticolo con $N=10$ fenditure

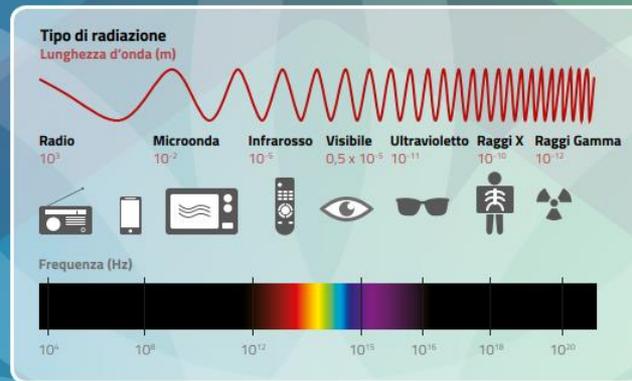


d

a

La Luce come ONDA per svelare i segreti della Materia

La luce è un'onda elettromagnetica e rappresenta la piccola parte dello spettro elettromagnetico che i nostri occhi possono percepire. Ogni onda è caratterizzata da una proprietà chiamata **lunghezza d'onda λ** , ovvero la distanza tra due punti di massima oscillazione consecutivi. Procedendo dalle λ maggiori a quelle minori, troviamo nell'ordine: **onde radio, microonde, raggi infrarossi, luce visibile, ultravioletti, raggi X e raggi gamma**. A ogni λ corrisponde una **frequenza f** , che rappresenta il numero di oscillazioni del campo elettromagnetico compiute in un secondo, espressa in **Hertz (Hz)**. Le onde elettromagnetiche si propagano a una velocità costante che nel vuoto vale **300.000 km/s (velocità della luce «c»)** che corrisponde al prodotto di $\lambda \times f$. Per quanto riguarda la luce visibile, la sua λ varia tra circa **700 e 400 nanometri (nm)**, corrispondenti a frequenze f comprese tra 430 e 750 Terahertz (THz), dove 1 THz equivale a 1.000 miliardi di oscillazioni al secondo.



La diffrazione dei raggi X



La diffrazione dei raggi X è una tecnica sperimentale fondamentale per determinare la struttura tridimensionale dei materiali. Ad esempio, illuminando un cristallo con un fascio di raggi X, essi, interagendo con gli atomi che compongono il campione, vengono diffratti, ovvero deviati in direzioni specifiche. La figura risultante contiene informazioni dettagliate sulla disposizione degli atomi nello spazio.

Gli enormi progressi compiuti nell'elaborazione dati, attraverso potenti strumenti software e hardware, permettono ormai di ricostruire la posizione precisa di ogni atomo nel materiale.

La spettroscopia

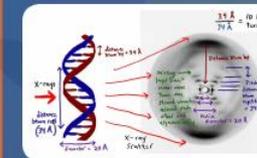
La luce è stata utilizzata fin dalla fine dell'800 per **analizzare la natura microscopica della materia**. In particolare, la spettroscopia ottica ci permette di indagare la composizione e la struttura della materia, analizzando la luce che essa **emette, assorbe o diffonde**, fornendo una sorta di impronta digitale unica per ogni elemento o composto chimico.

Le applicazioni della **spettroscopia ottica** spaziano dalla chimica all'astronomia, dalla scienza dei materiali all'industria e quindi sono ampiamente utilizzate dai gruppi di ricerca del progetto VITALITY.

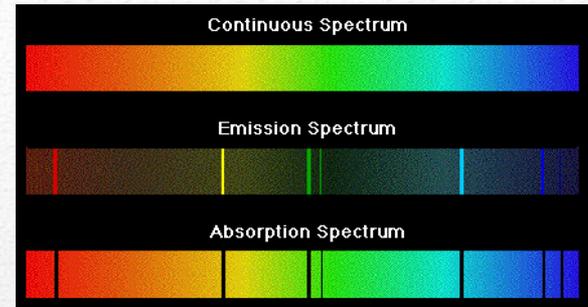
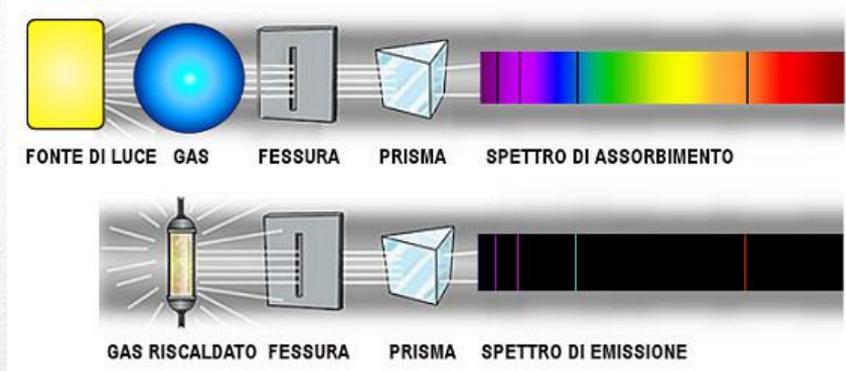


Come funziona uno spettrometro?

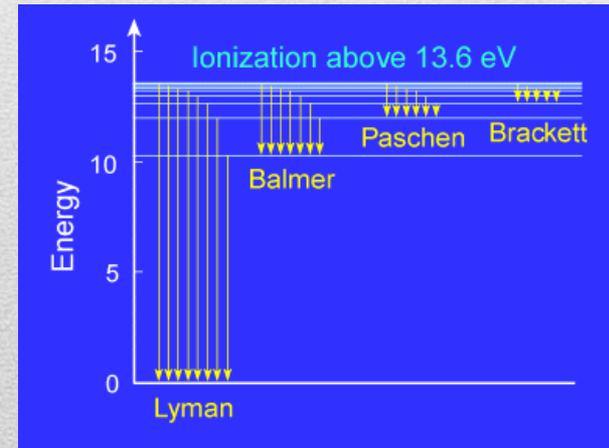
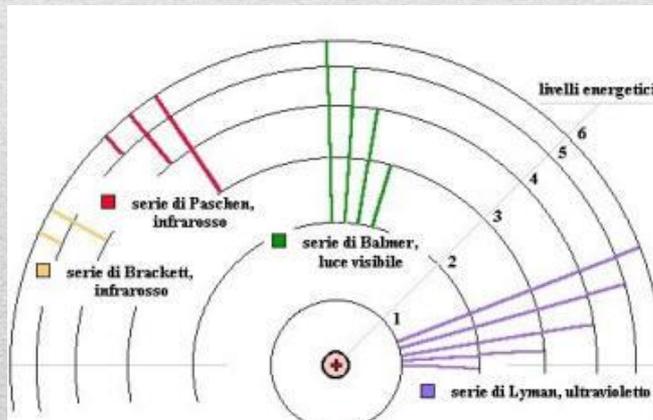
Uno spettrometro scompone la luce proveniente da un campione nelle sue diverse componenti di lunghezza d'onda, creando uno spettro. Analizzandolo, gli scienziati possono ricavare informazioni sulla struttura elettronica degli atomi o delle molecole presenti nel campione.



Dagli spettri discreti dei gas ai modelli atomici

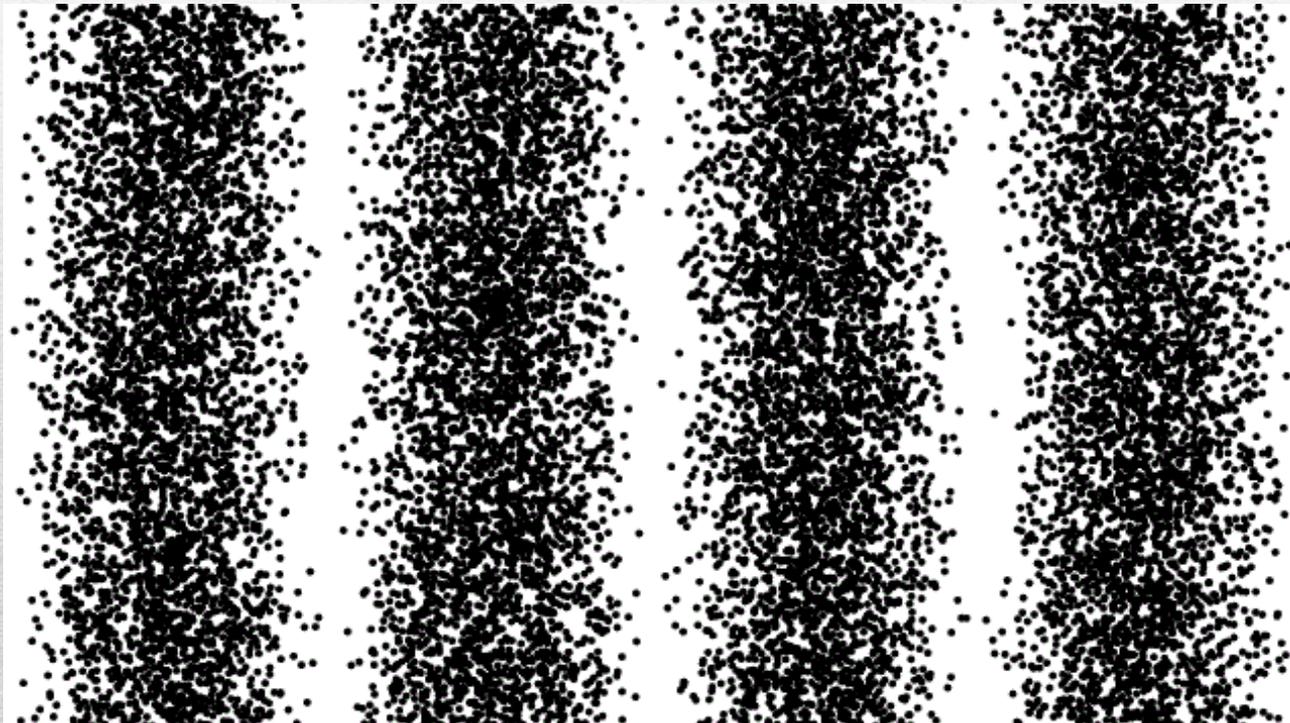


1913: Modello atomico di Bohr: spiega gli spettri di emissione e assorbimento



Natura ondulatoria & corpuscolare

Il fotone: $E=h\nu$



La Luce come CORPUSCOLO per svelare i segreti della Materia

La teoria corpuscolare della luce, inizialmente proposta da Newton, fu poi ripresa e sviluppata da Einstein per spiegare l'effetto fotoelettrico (1905).

Questa teoria postula che la luce sia composta da pacchetti discreti di energia chiamati fotoni, ciascuno dei quali trasporta una quantità definita di energia $E = h \times f$, dove E è l'energia del fotone, h è la costante di Planck e f è la frequenza della luce.

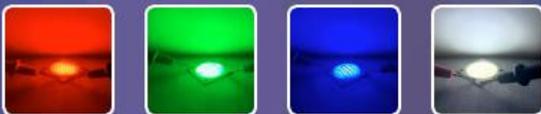
La luce, come molte altre entità microscopiche, esibisce una dualità onda-particella. A seconda dell'esperimento condotto, la luce può manifestare proprietà ondulatorie (interferenza, diffrazione) o proprietà corpuscolari (effetto fotoelettrico, effetto Compton, salti quantici degli elettroni negli atomi). Questa dualità è una delle caratteristiche fondamentali della meccanica quantistica.

L'idea che l'elettrone sia costretto a stazionare su livelli di energia ben definiti e separati da intervalli proibiti, fu ripresa da Bohr nel 1913 per formulare il suo modello atomico. Un elettrone può "saltare" da un livello di energia ad un altro solo assorbendo o emettendo un quanto di luce (fotone).

L'ampiezza del salto determina f del fotone e, per frequenze che cadono nel visibile, i salti saranno maggiori per la luce violetta e minori per la luce rossa.

La luce come CORPUSCOLO è una sonda molto utile per aiutarci a indagare le proprietà e i comportamenti quantistici della materia.

LED (light-emitting diodes) e pannelli solari

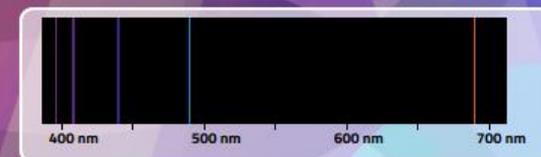


Utilizzando nanomateriali semiconduttori con salti quantici di opportuna ampiezza, è possibile fabbricare diodi emettitori di luce (LED) di diversi colori. In tali dispositivi, si immette una corrente di elettroni, i quali scendendo da un livello di energia a uno inferiore, emettono fotoni.

Al contrario, nelle celle foto-voltaiche dei pannelli solari l'energia dei fotoni viene assorbita per far salire gli elettroni da un livello inferiore a uno superiore, generando una corrente elettrica. Per questo scopo si utilizzano materiali con livelli energetici ingegnerizzati in modo tale da ottenere la massima efficienza di conversione.



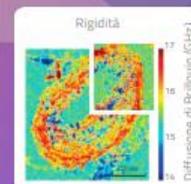
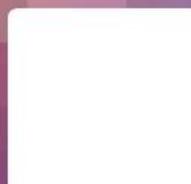
Nell'effetto fotoelettrico si osserva che un elettrone per poter fuoriuscire da un metallo deve superare una barriera di energia (costo da pagare) e può farlo solo se acquista un fotone sufficientemente energetico (moneta di valore sufficiente).



Spettro di emissione di una lampada a idrogeno, caratterizzata dalla presenza di righe discrete (che costituiscono la serie di Balmer), osservabile nel visibile.

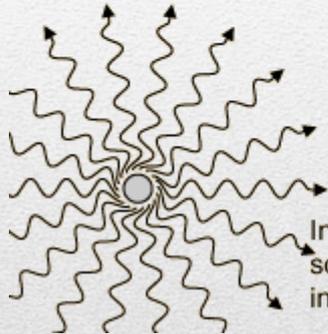
Oltre ai fenomeni di assorbimento ed emissione, sono possibili anche esperimenti di DIFFUSIONE: in questo caso il fotone compie un "urto" con le vibrazioni meccaniche o elettromagnetiche presenti nel campione (dette quasi-particelle, come fononi e magnoni) e quindi non sparisce né appare, ma cede o guadagna parte della sua energia (processo Stokes o anti-Stokes).

Le tecniche di diffusione utilizzate nel progetto Vitality sono ad esempio la spettroscopia RAMAN e BRILLOUIN che ci permettono di indagare la struttura e la dinamica della materia.

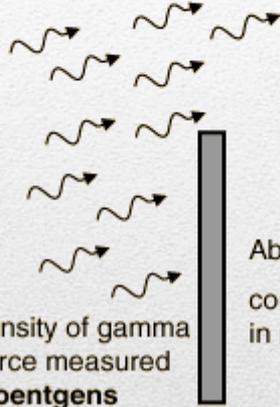


Radiazioni ionizzanti e danni per la salute

Activity of radioactive source measured in **becquerels** or **curies**



Intensity of gamma source measured in **roentgens**



Film badge or dosimeter measures personnel exposure in **rems** or **sieverts**.

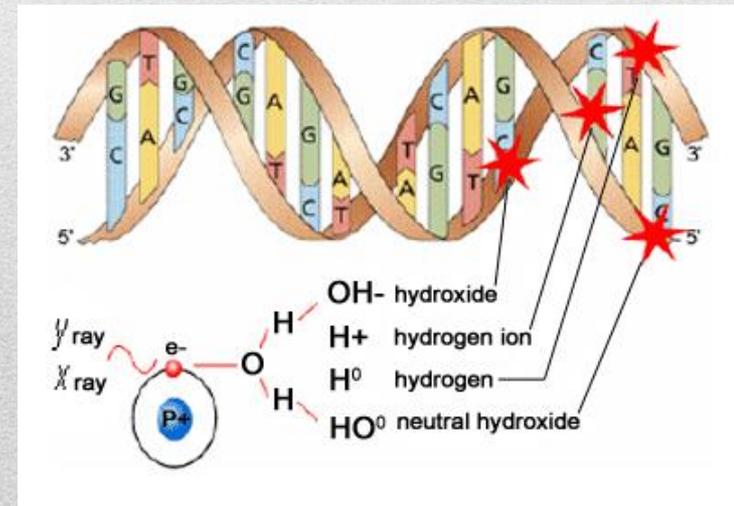


Absorbed dose in **rads** or **grays** converted to dose-equivalent in **rems** or **sieverts**



Ionizing radiation

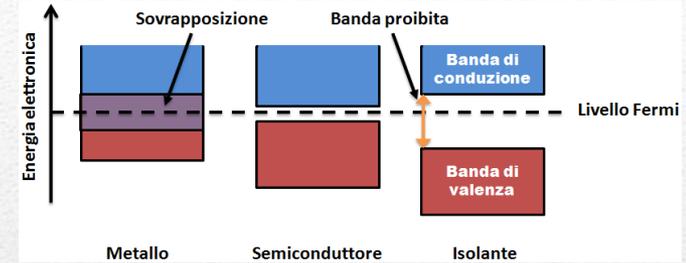
EMERSON



Ormai ne combinano proprio di tutti i colori



ovvero

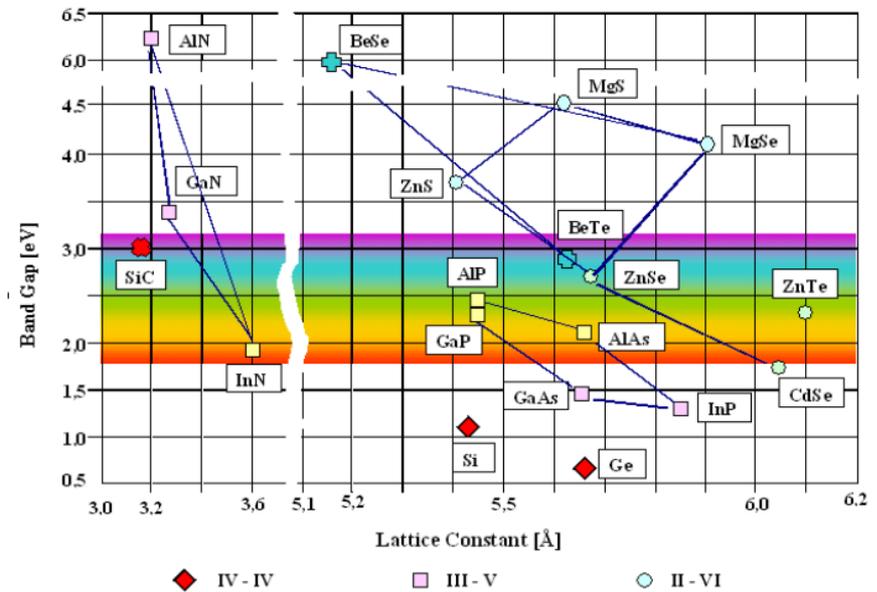


The Nobel Prize in Physics 2014

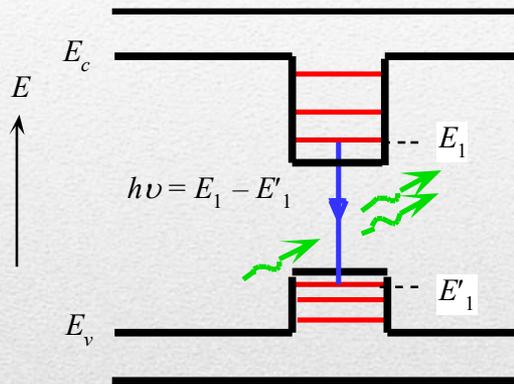
Isamu Akasaki, Hiroshi Amano, Shuji Nakamura



S. Nakamura



Manipolare ed ingegnerizzare i materiali per ottenere il tipo di luce desiderata (ma quanta conoscenza c'è dietro!)



In single quantum well (SQW) lasers electrons are injected by the forward current into the thin GaAs layer which serves as the active layer. Population inversion between E_1 and E'_1 is reached even with a small forward current which results in stimulated emissions.



Efficienza energetica delle luci a LED

I LED hanno rivoluzionato la nostra vita quotidiana in relazione alle sorgenti luminose

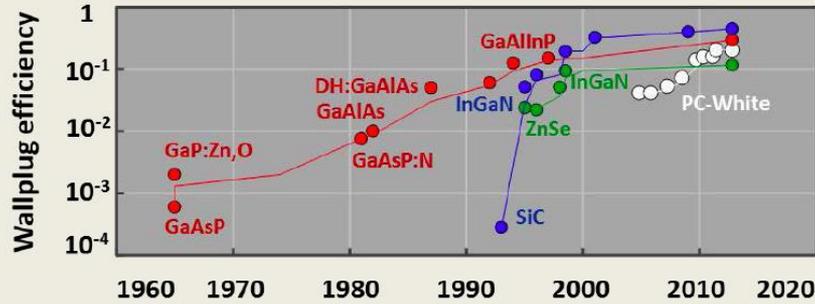
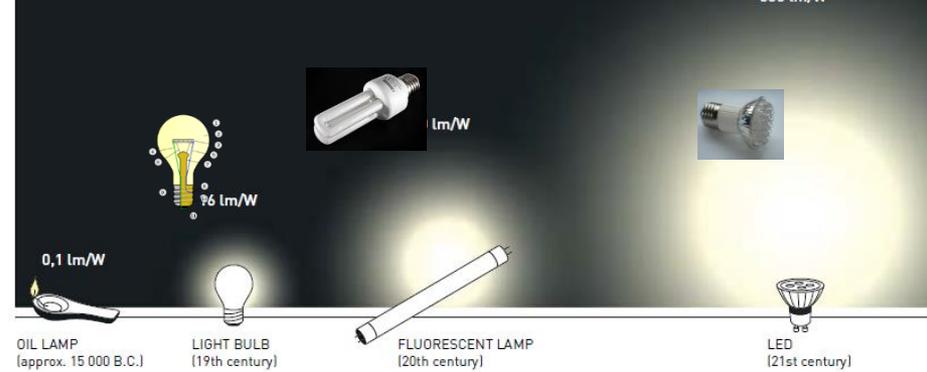


Fig. 4. Historical evolution of commercial LEDs. From [42]. PC-White stands for phosphor converted white light, DH stands for double heterostructure. The wallplug efficiency is the ratio between emitted light power and supplied electrical power.

in relazione alle sorgenti luminose

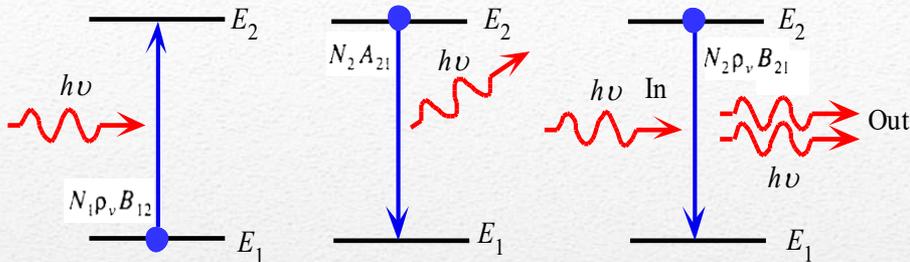


LED lamps require less power to emit light than the older light sources. Efficiency is denoted in luminous flux (measured in lumen) per unit added power (measured in watt). As about one fourth of world electricity consumption is used for lighting purposes, the highly energy-efficient LED lamps contribute to saving the Earth's resources.



LASER

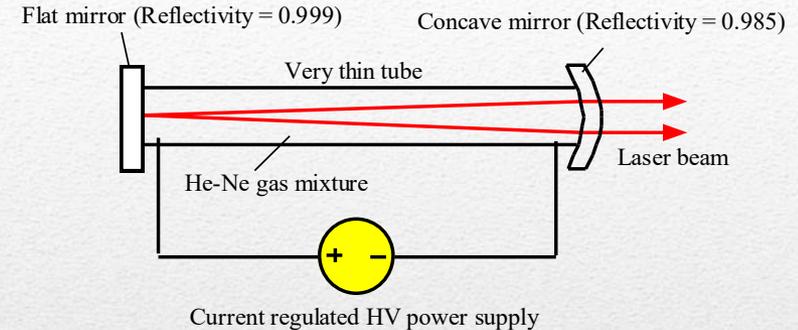
Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation



(a) Absorption (b) Spontaneous emission (c) Stimulated emission

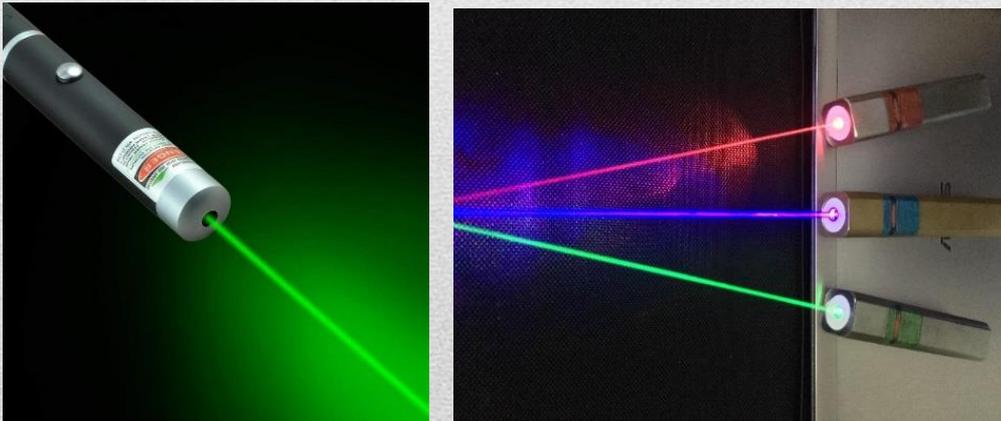
Absorption, spontaneous (random photon) emission and stimulated emission.

© 1999 S.O. Kasap, *Optoelectronics* (Prentice Hall)



A schematic illustration of the He-Ne laser

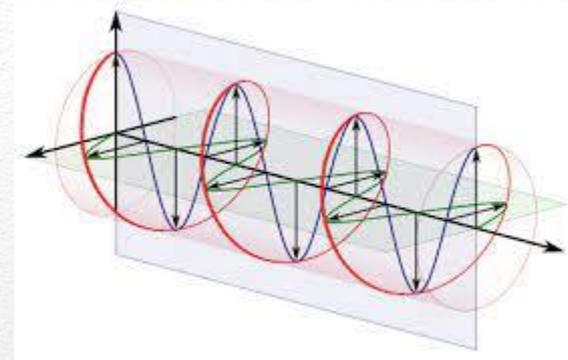
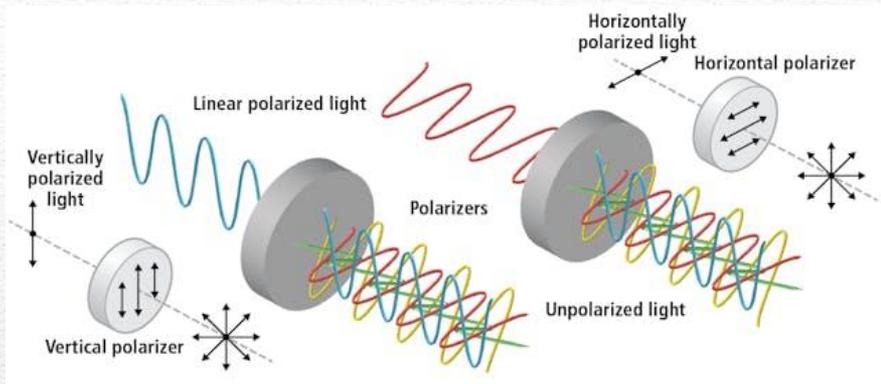
© 1999 S.O. Kasap, *Optoelectronics* (Prentice Hall)



Gli inventori del primo LASER (a Rubino) nel 1960 pensavano si trattasse di una scoperta scientifica fine a sé stessa

Invece: applicazioni in moltissimi campi. Ricerca (spettroscopia), Industria, Medicina, Elettronica, Telecomunicazioni, Armamenti,

Una caratteristica «nascosta»: la polarizzazione



La polarizzazione

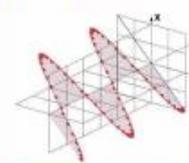
Una caratteristica della luce che sfugge all'osservazione diretta dell'occhio umano è la polarizzazione, ma essa può essere sfruttata nella ricerca sui materiali utilizzando dei filtri polarizzatori (come gli occhiali del cinema 3D). La polarizzazione consiste nel fatto che il campo elettrico oscilla in un piano perpendicolare alla direzione di propagazione della luce e può essere alterata grazie all'interazione della luce con il campione.

Luce RCP (Right circular polarization)

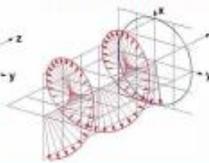


Luce LCP (Left circular polarization)

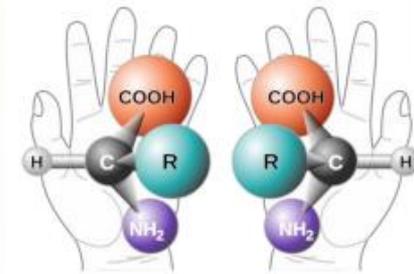
Polarizzazione lineare



Polarizzazione circolare destra



Il dicroismo e la chiralità



Materiality

Nano- e bio-materiali per lo sviluppo sostenibile in Umbria

21 febbraio - 19 marzo 2025

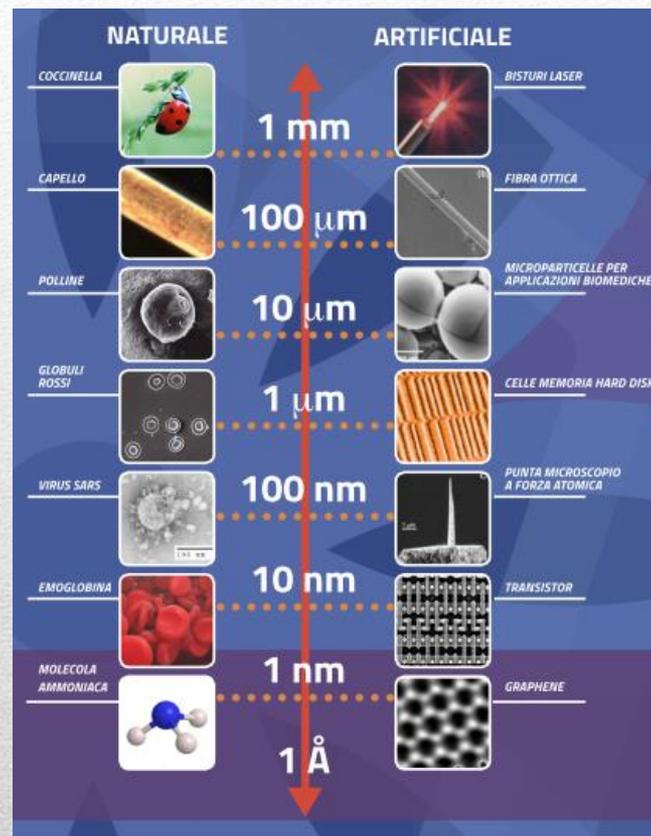
Palazzo Carrara
Piazza dei Carrara, Terni

Giorni di apertura al pubblico:
giovedì 27 febbraio,
6 e 13 marzo
dalle ore 16.00 alle 19.00

Giorni di apertura per le scuole:
tutte le mattine,
dal lunedì al venerdì
su prenotazione

vitality.unipg.it

Per info e prenotazioni:
vitalitymostra@gmail.com





**INGRESSO
LIBERO**

21 febbraio - 19 marzo 2025

Palazzo Carrara

Materiality

Nano- e bio-materiali per lo sviluppo sostenibile in Umbria



giovedì 27 febbraio

Ore: 17.30

**Visite guidate e laboratori
per bambini**

giovedì 6 marzo

Ore: 17.30

**Storie di scienziati e
scienziate (per ragazzi/e
di 10-14 anni e famiglie) a
cura del prof. Giovanni
Carlotti**



giovedì 13 marzo

Ore: 17.30

**Magica Quantistica -
Spettacolo di Illusionismo
e Scienza a cura del dott.
Raffaele Silvani**





CONCLUSIONI

Dalla ricerca di base in Fisica emergono continuamente cose nuove da scoprire ed anche invenzioni di cose utilissime nella vita quotidiana nascono inaspettatamente

dunque

**mai sentirsi «arrivati» nell'avventura scientifica
ed approfittare dei giganti che ci hanno preceduto
per arrampicarsi sulle loro spalle e vedere lontano**

[Dipartimento](#)[Ricerca](#)[Didattica](#)[PhD](#)[Orientamento](#)[Job placement](#)[Terza Missione](#)[IT](#)[EN](#)[Concorsi](#)[Assicurazione della Qualità \(AQ\)](#)

Sei qui: / [Didattica](#) / [Corso di Laurea in Ottica ed Optometria](#)

Didattica

[Corsi di Laurea in Fisica](#)[Corsi di Laurea in
Geologia](#)[Corso di Laurea in
Ottica ed Optometria](#)[Aiuto allo studio](#)[Tirocini](#)[Tesi di laurea](#)[Corsi di
aggiornamento](#)[Eventi](#)[Comitato di Indirizzo](#)[Programma Erasmus](#)[Servizi agli studenti](#)[Tirocini formativi attivi](#)[Scuola di](#)[Paleoantropologia](#)

Corso di Laurea in Ottica ed Optometria



CORSO DI FORMAZIONE

Corso in tre giornate, sui temi:

- 1) **Mondo Digitale: comfort visivo e salute oculare**
- 2) **Presbiopia: compensazione ottica oftalmica, contattologica e chirurgica**
- 3) **Lenti a contatto oggi: salute oculare, qualità visiva, comfort.**

**Qualità della visione
nell'era digitale**

**CORSO DI LAUREA
IN OTTICA
E OPTOMETRIA**

Rivolto ai professionisti del settore, laureati e diplomati
e studenti dei Corsi di Laurea di Ottica e Optometria
Inizio previsto: 18 novembre 2024



❖ Corso di Studio ad **accesso libero**

Laurea triennale in Ottica ed Optometria

❖ Dipartimento proponente:

Fisica e Geologia

In collaborazione con Medicina e Chirurgia

❖ Sede:

Polo Didattico-Scientifico di Pentima



umbriaOn

Venerdì 16 Dicembre 2022 - 12:48:03

Home Attualità Cronaca Cultura » Economia » Opinioni Politica Sport » Foto Video

Twitter Facebook RSS Google+

Terni: «Grandi opportunità con il corso di laurea in ottica e optometria»

Il presidente di Federottica Umbria, Lollini: «Professione che ha facilità di occupazione, qualificante e con reddito importante»

Marco Lollini

A screenshot of the UmbriaOn website. The main headline reads "Terni: «Grandi opportunità con il corso di laurea in ottica e optometria»". Below the headline, there is a quote from Marco Lollini, president of Federottica Umbria: "Il presidente di Federottica Umbria, Lollini: «Professione che ha facilità di occupazione, qualificante e con reddito importante»". To the right of the text is a photograph of Marco Lollini speaking at a podium. The podium has the logo of the University of Perugia (UNIPG) on it. The name "Marco Lollini" is written in the bottom right corner of the photo.

GRAZIE!
