

EDIZIONE **IV**

N O V
2 0 2 2
M A G
2 0 2 4

24 borse di studio

agli studenti delle scuole
secondarie di II grado
per un Master al CERN

Art & Science across Italy

Un viaggio tra Scienza e Arte
con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



PLAYING
WITH PROTONS
GOES DIGITAL

artandscience.infn.it

Daniela Cirrincione (INFN - Trieste)

- BARI
- BIELLA
- FERRARA/BOLOGNA
- FIRENZE
- FRASCATI
- GENOVA
- LECCE
- LNGS
- MILANO
- NAPOLI
- PADOVA
- PERUGIA
- POTENZA
- PISA
- ROMA
- TORINO
- TRIESTE

Art & Science across Italy

Un viaggio tra Scienza e Arte con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare

24 borse di studio

agli studenti delle scuole secondarie di II grado per un Master al CERN

informazioni
email info@museoscienza.it
<https://web.infn.it/artandscience/>
facebook.com/artandscienceacrossitaly/

seminario

Luce e colore dalla scienza all'arte...e ritorno

Daniela Cirrincione – INFN-Ts

31/03/2023

8:00

Liceo Scientifico Bertoni (UD)

artandscience.infn.it

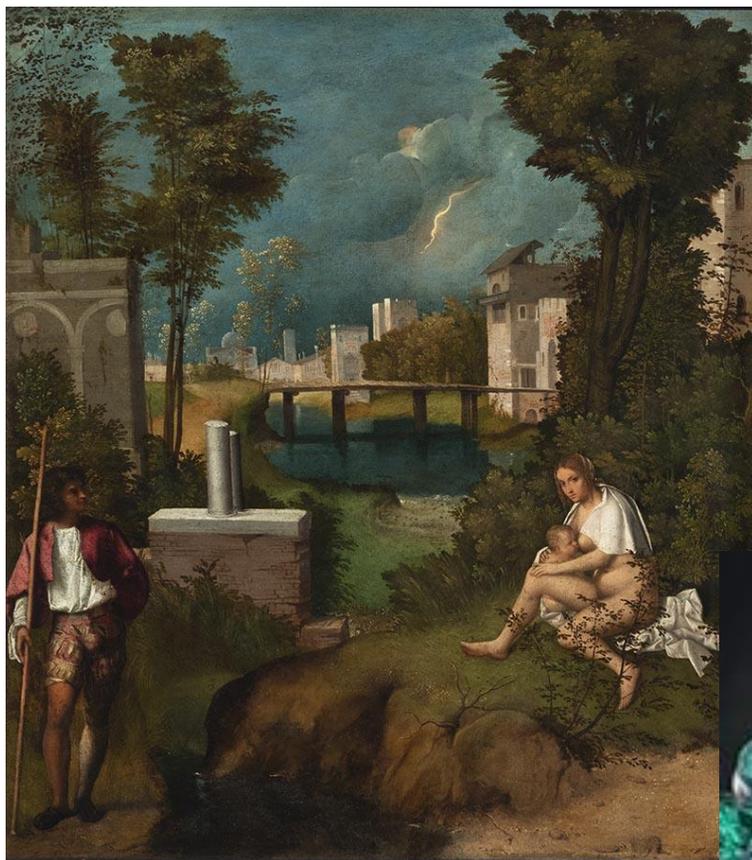




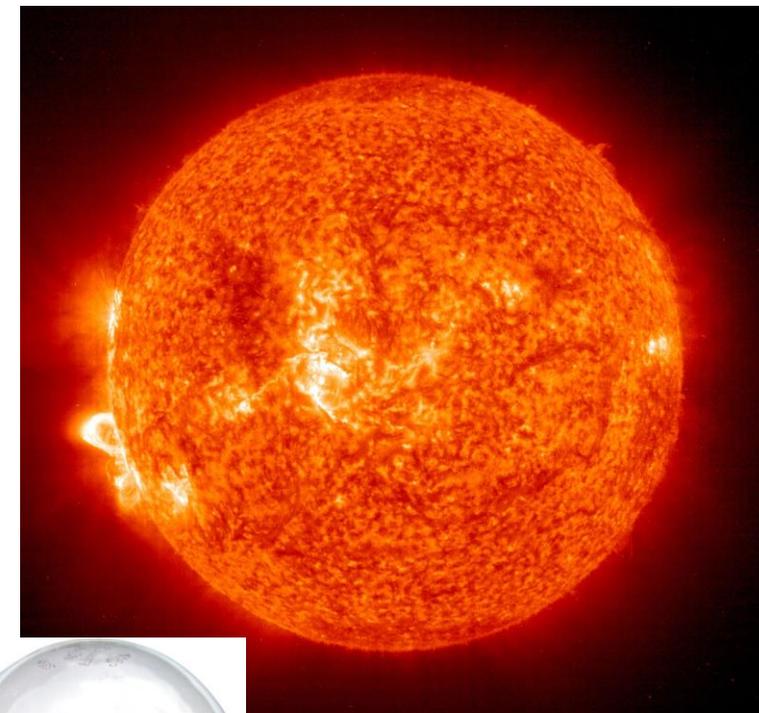
Luce e colore dalla scienza all'arte...e ritorno

Daniela Cirrincione - INFN-Ts

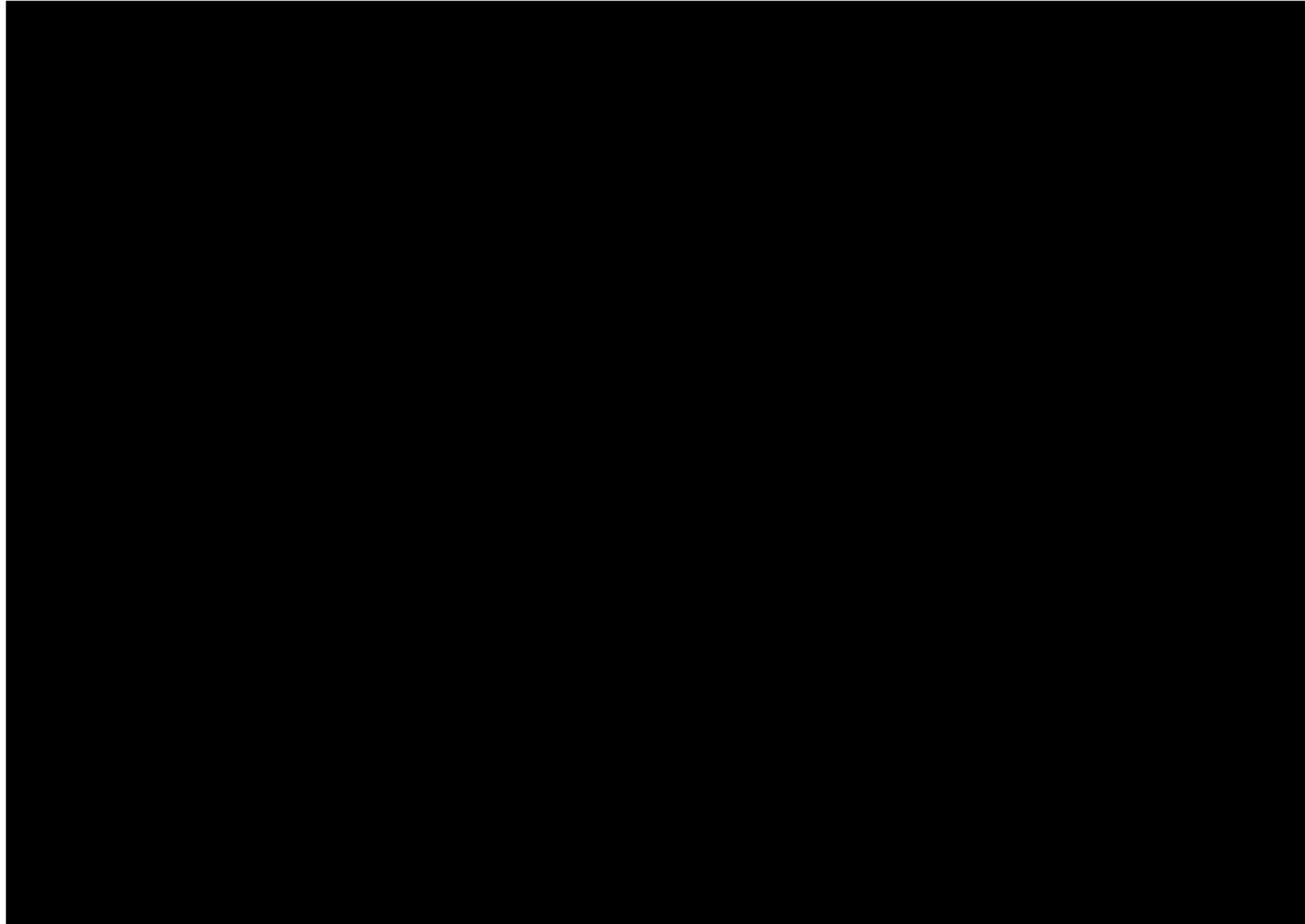
Cosa hanno in comune?



Tempesta (Giorgione)



Cosa vedete?

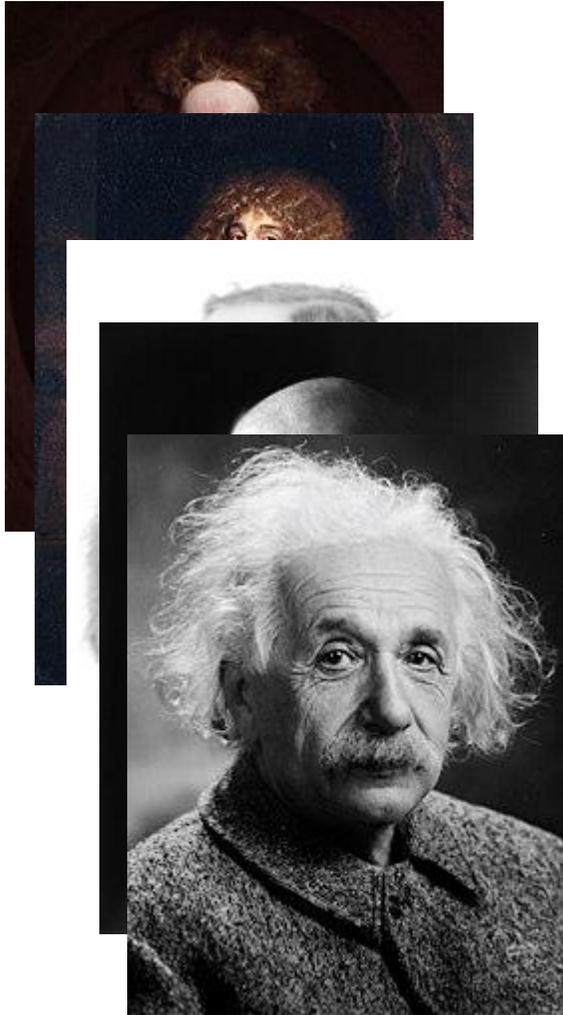


Materia e luce

Impressione, levar del Sole (Claude Monet)



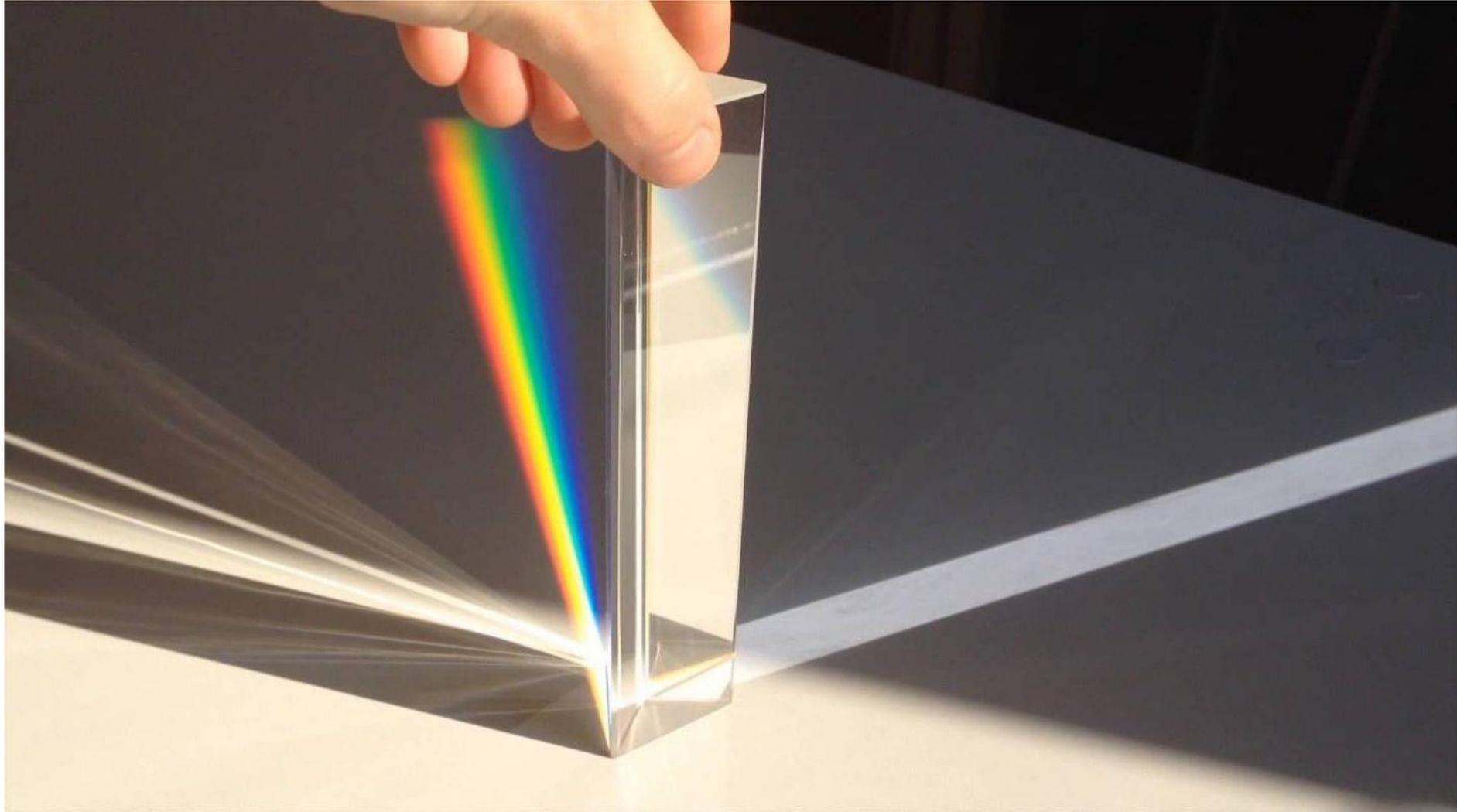
Cosa è la luce?



- Newton (XVII sec) -> composta da piccole particelle di materia (corpuscoli)
- Huygens (1690) -> composta da onde [+ esperimenti di Young e di Fresnel (primi 1800)]
- Maxwell (fine XIX sec) -> un' onda elettromagnetica
- Planck (1900) + Einstein (1905) -> composta di quanti di luce (fotoni)
- Meccanica quantistica -> dualismo onda-particella



Di che colore è la luce?

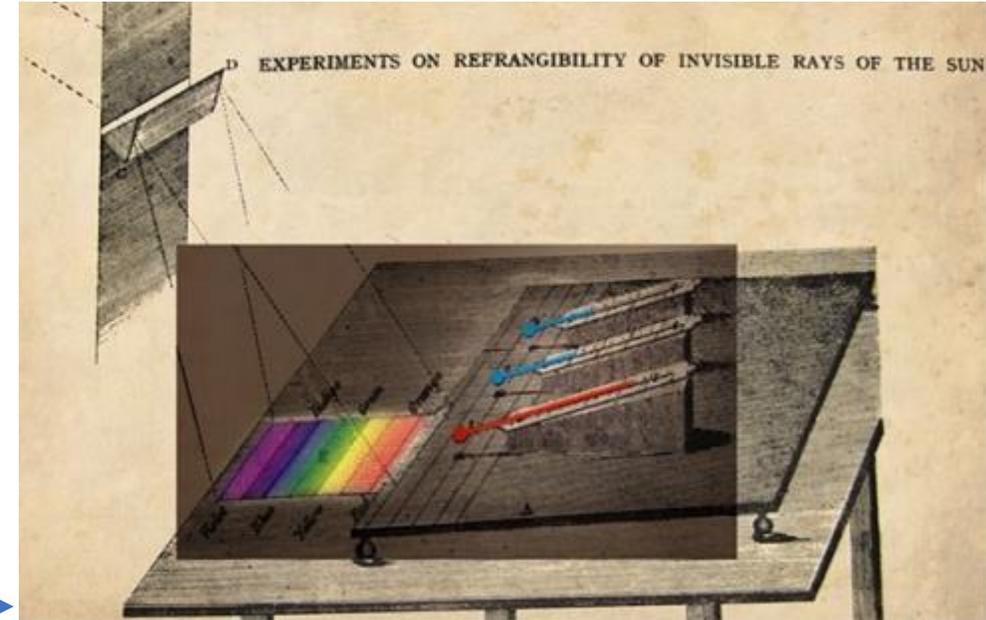


Oltre la luce visibile

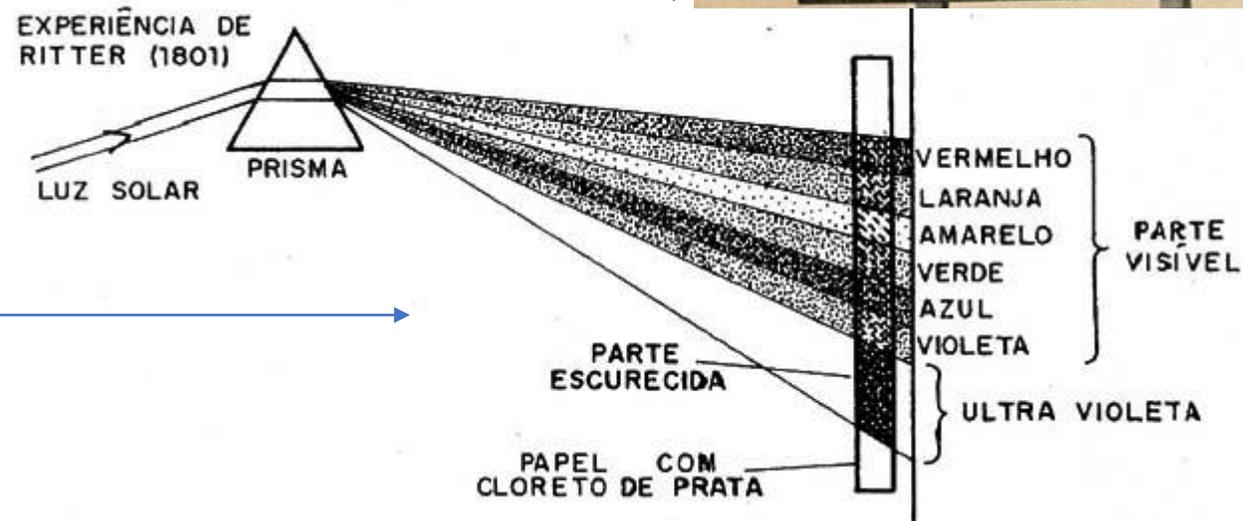
- Newton



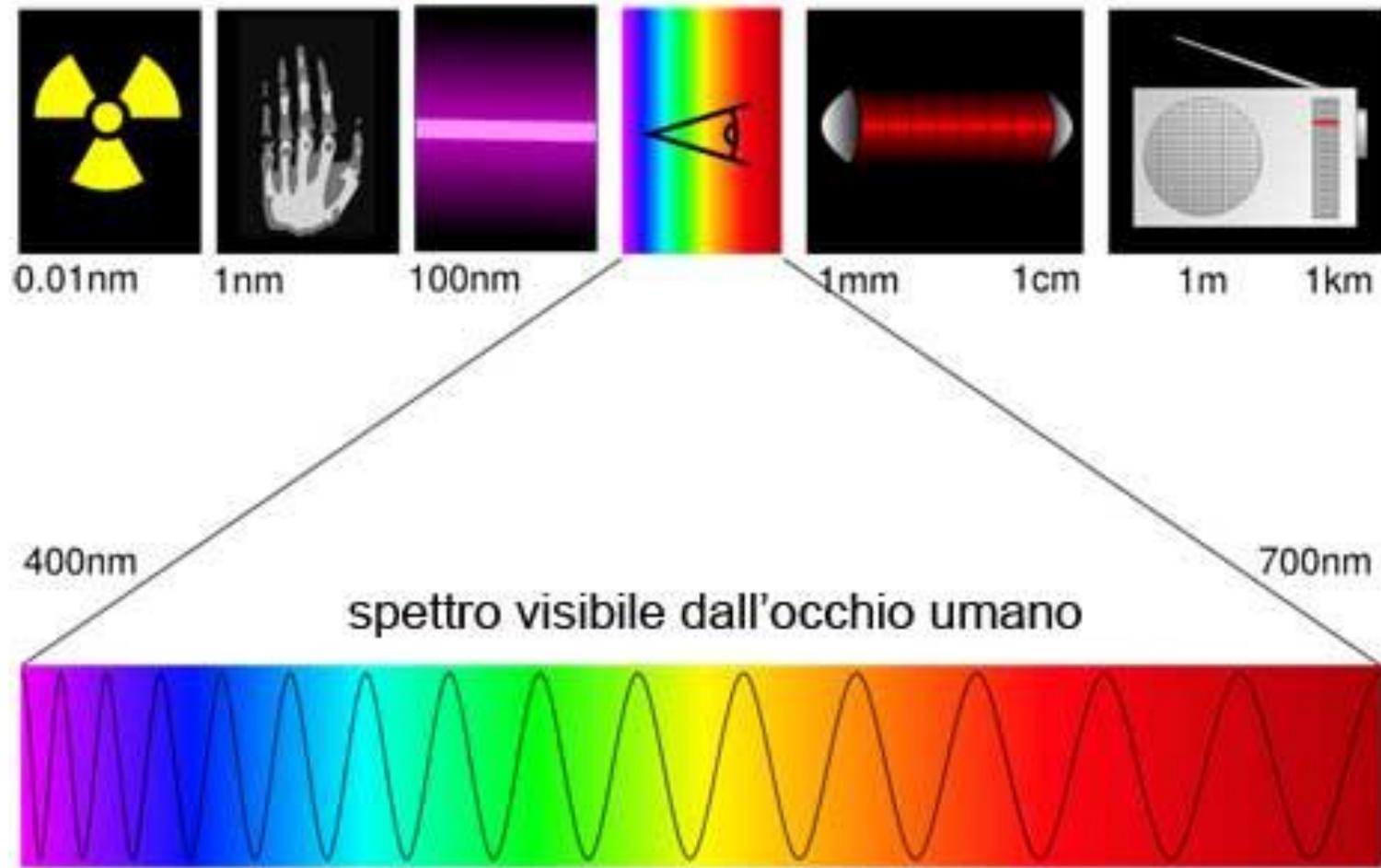
- Herschel



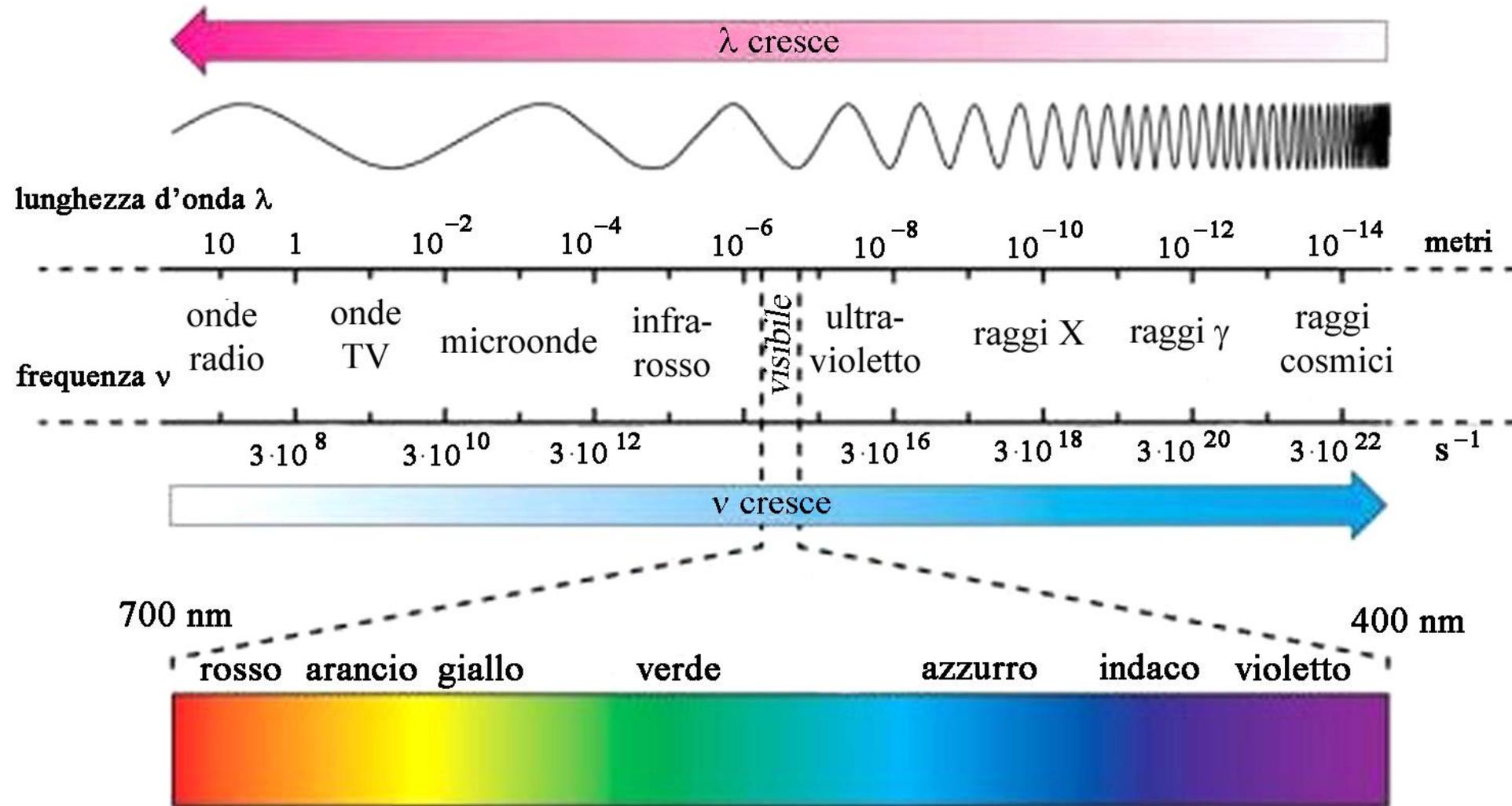
- Ritter



Luce -> radiazione



Lo spettro elettromagnetico



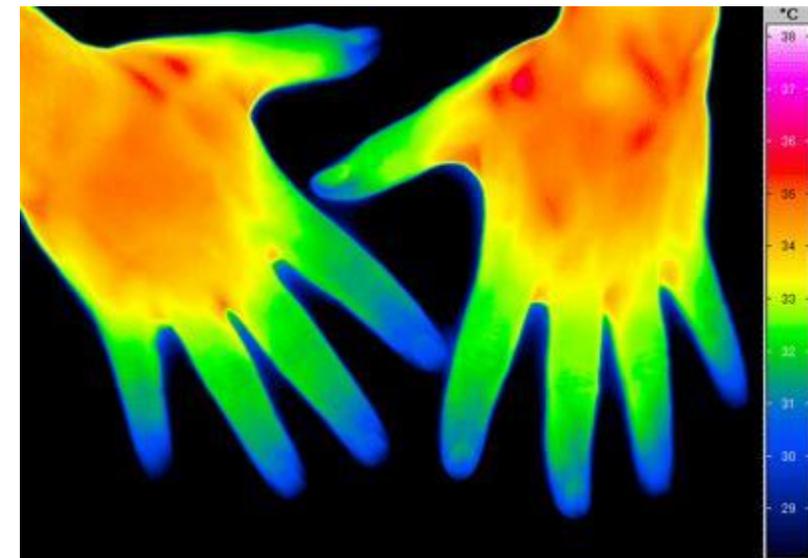
La mano



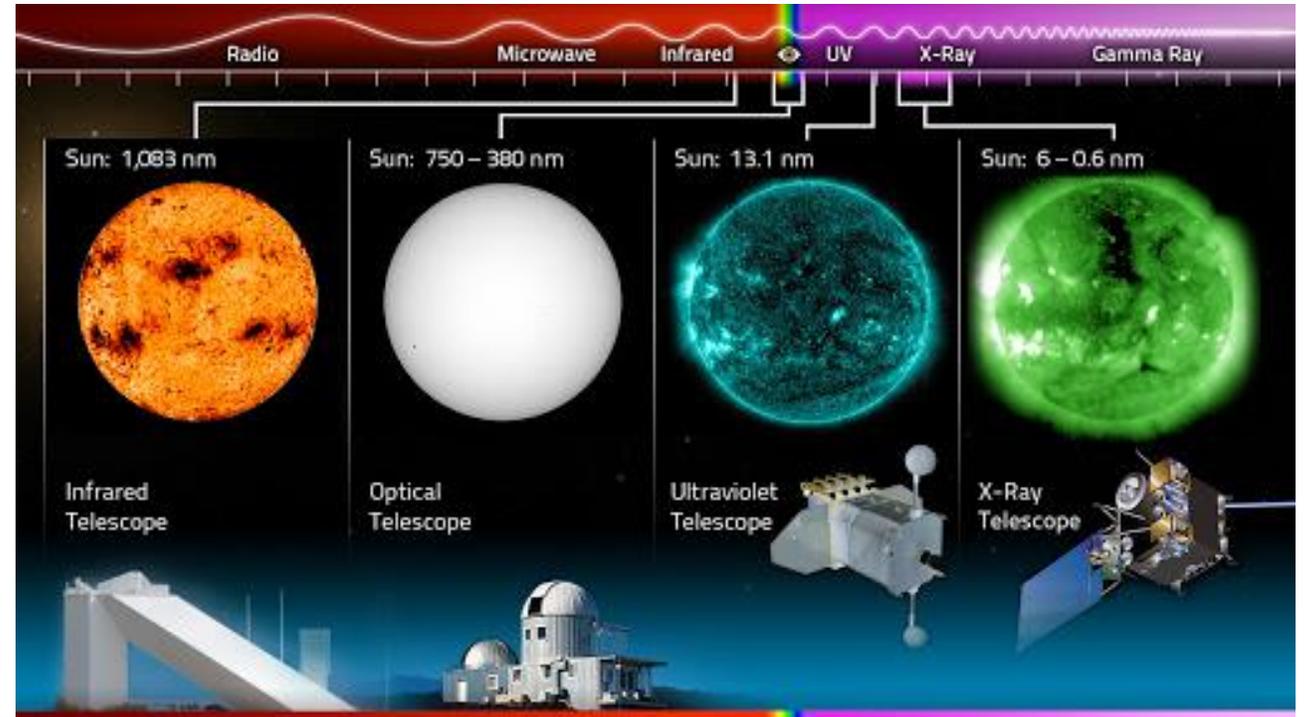
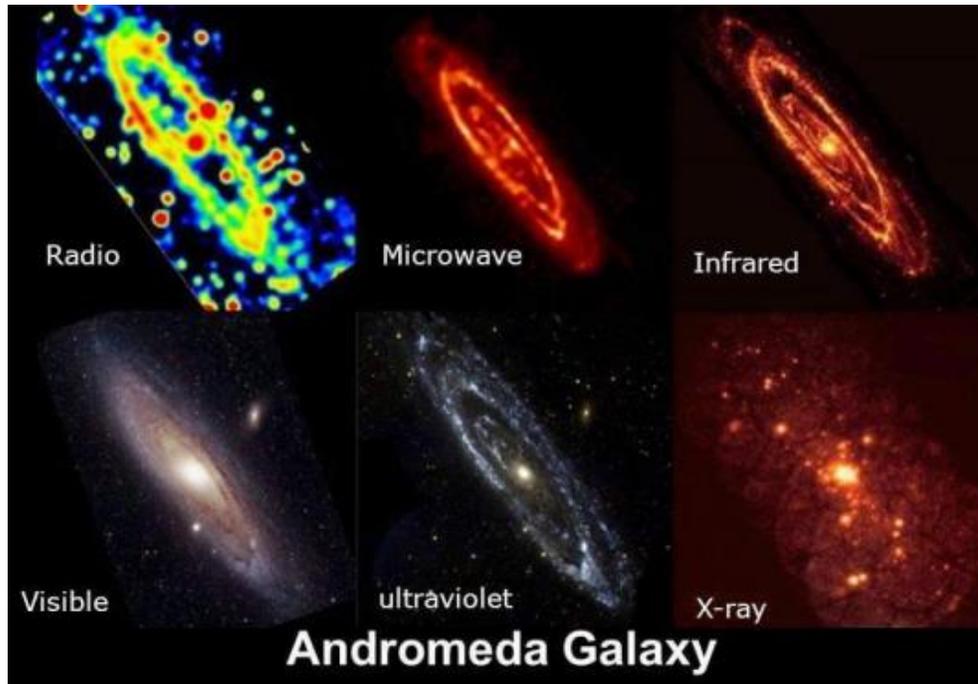
Le mani di un adulto evidenziate dai **raggi UV**,
prima e **dopo** il lavaggio con il sapone.
Le aree luminose rappresentano
le zone piene di **microbi**.

thedifferentgroup.com

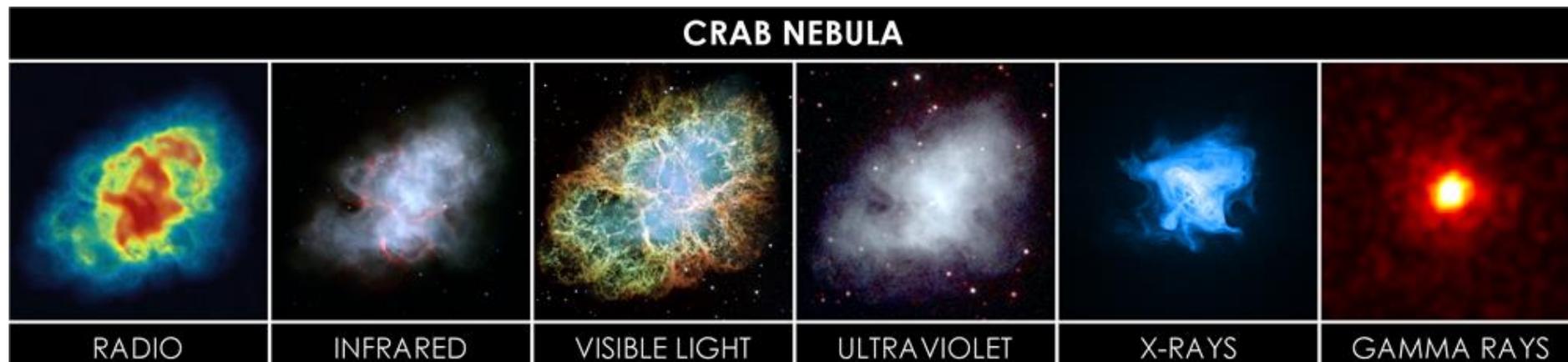
Fonte: Michigan State University



Uno sguardo al cielo...



Di che colore sono le stelle?



E un quadro?

Luce visibile



La scienza ci svela l'arte:
la diagnostica

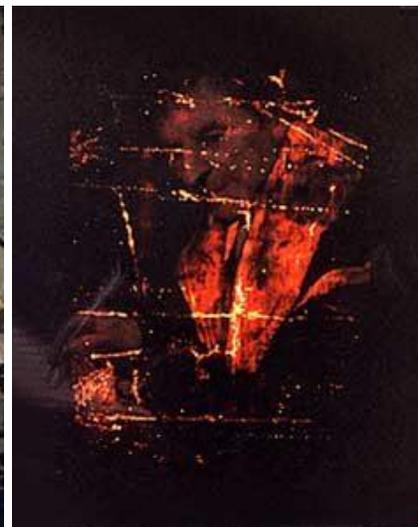
Infrarosso



Fluorescenza UV



Luce trasmessa



Luce radente



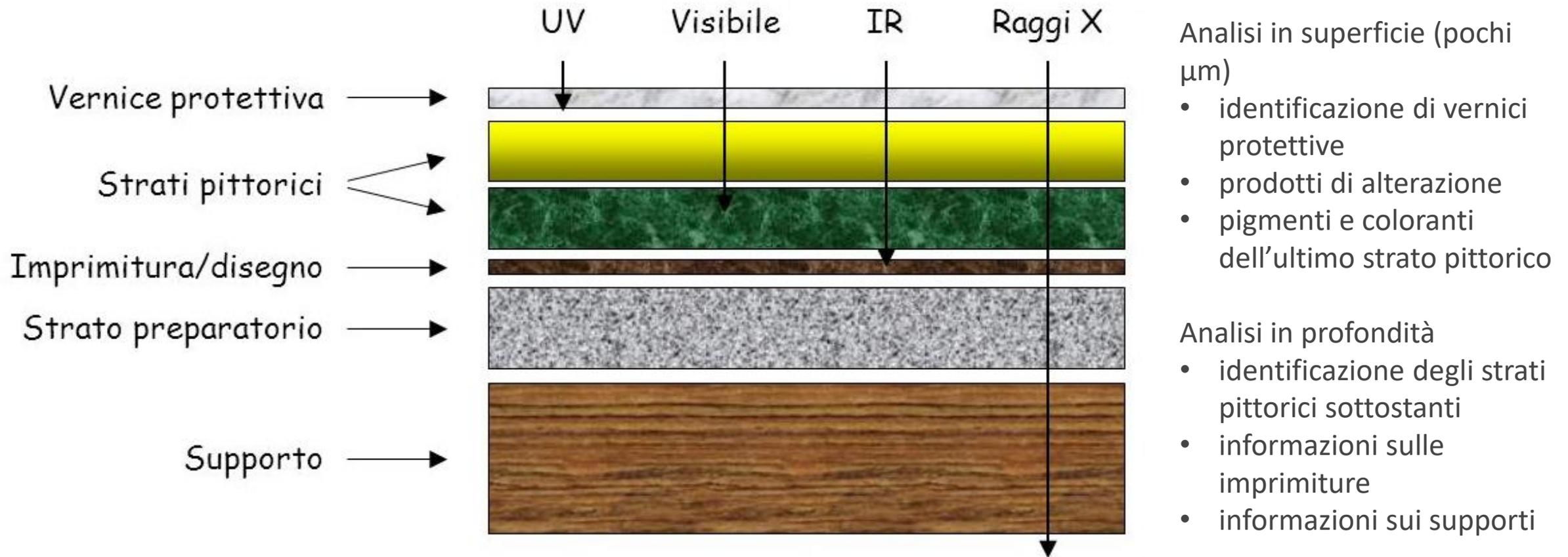
Infrarosso in
falsi colori



Transirradiazione
IR

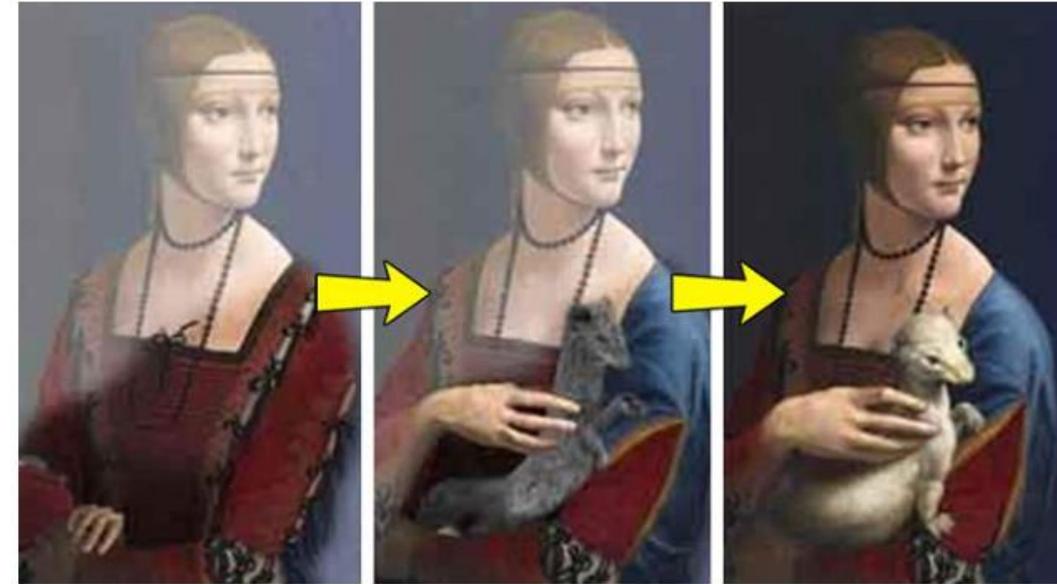
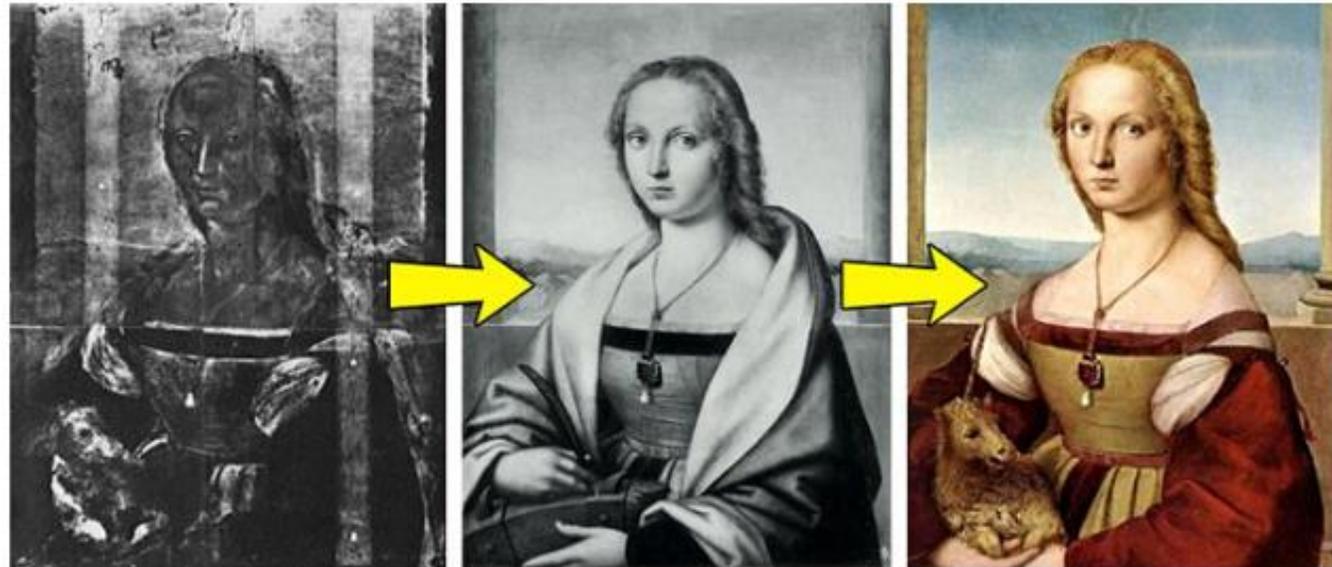


La scienza ci svela l'arte: la diagnostica



La scienza ci svela l'arte

Dama col liocorno (Raffaello Sanzio)

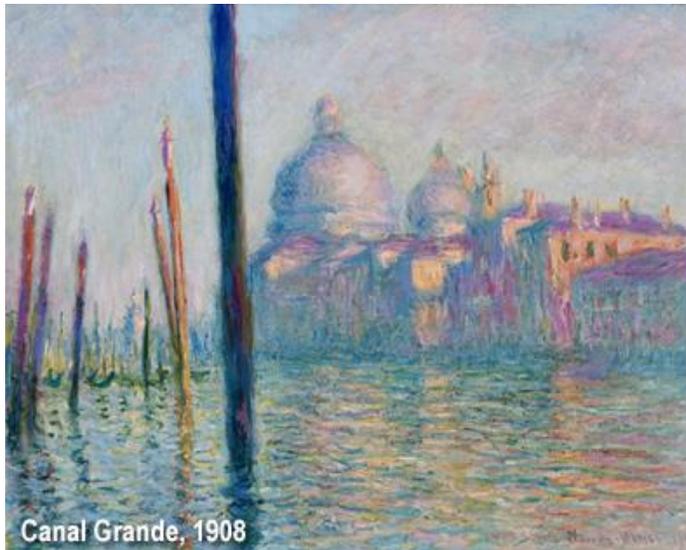
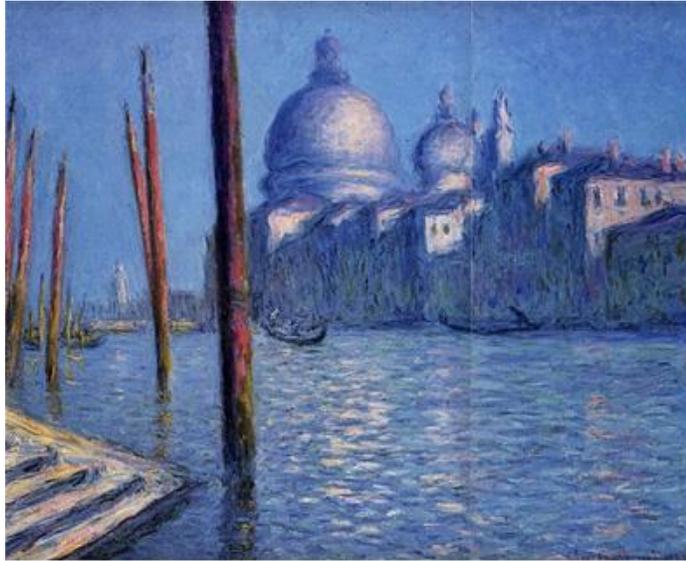


La dama con l'ermellino (Leonardo da Vinci)



Tempesta (Giorgione) in luce visibile e ai raggi X –
«pentimento d'artista»

Cambia la luce...cambiano i colori (C. Monet)





I colori delle cose possono cambiare in relazione alla luce che gli oggetti ricevono

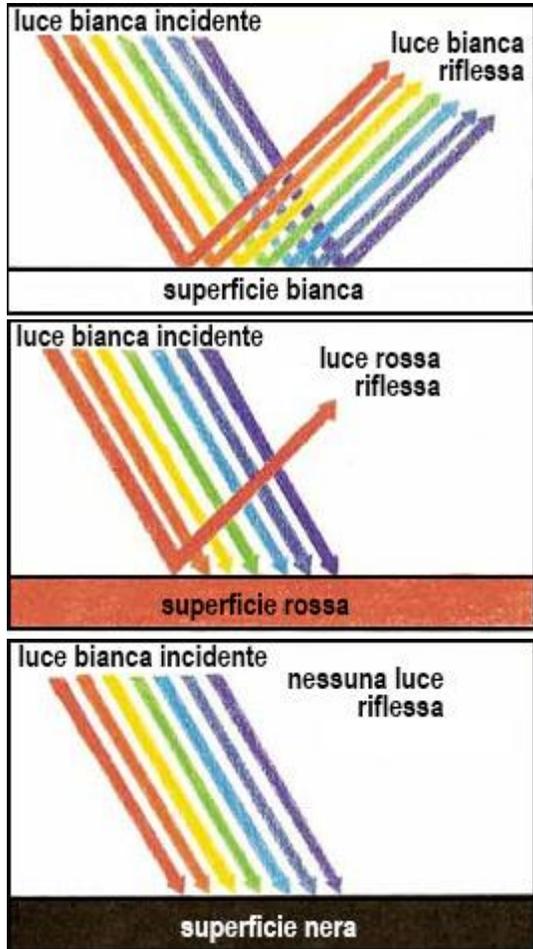
Di che colore è la luce?

Di cosa sono fatti i pigmenti dei colori?

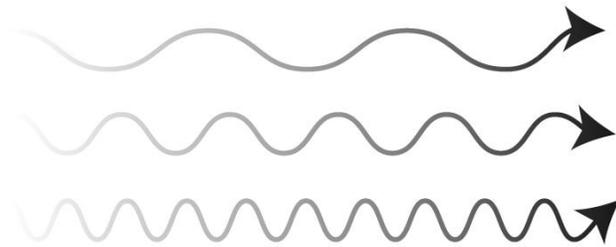
Di che colore sono gli oggetti?



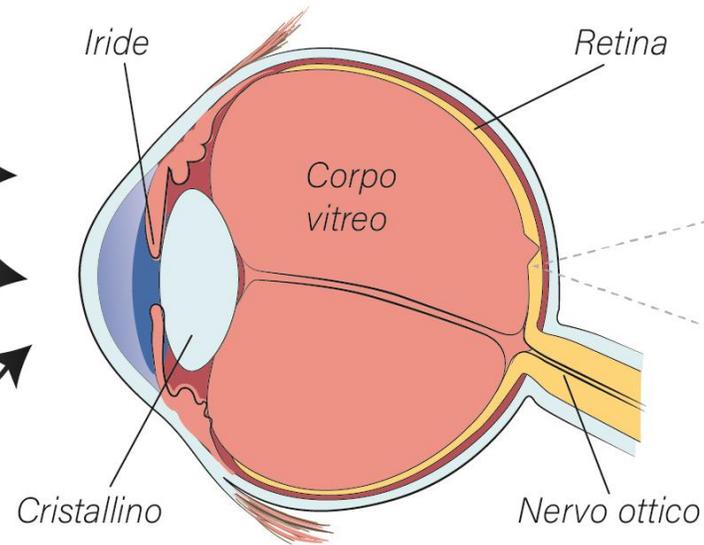
La visione dei colori



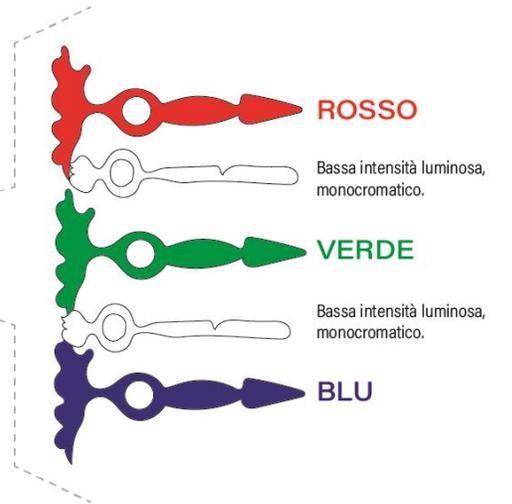
Radiazioni elettromagnetiche



Occhio umano: schema



Fotorecettori: tipo e forma



Vediamo tutti allo stesso modo? Percezione del colore

Visione umana e daltonismo

Visione normale



Deuteranopia

Tipi di daltonismo



Protanopia



Tritanopia

Diverse visioni dei colori a confronto



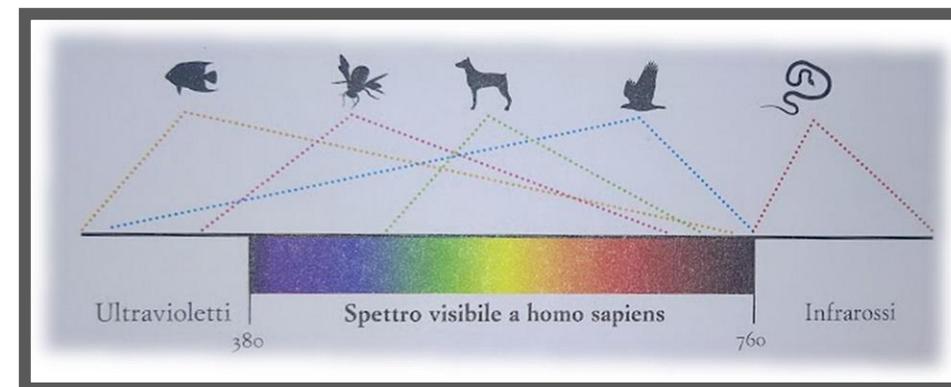
UOMO



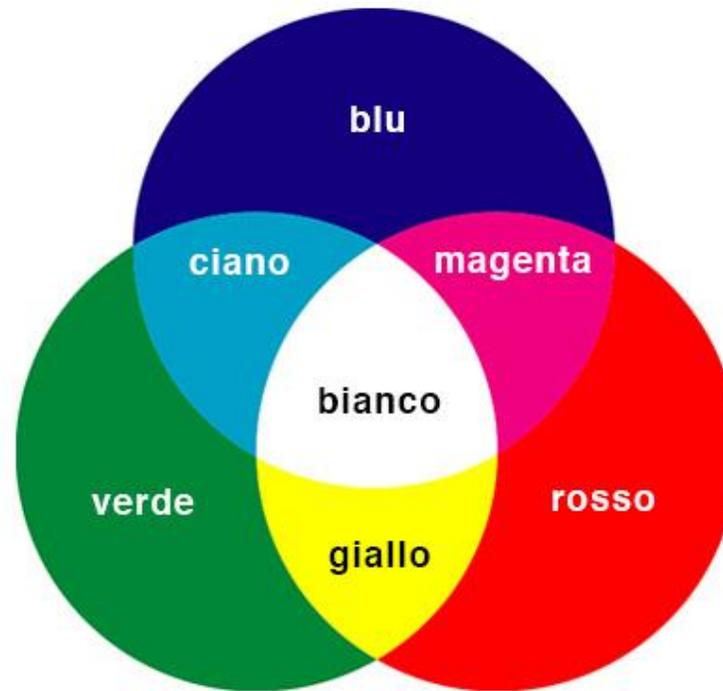
CANE



GATTO



Colorimetria: il cerchio cromatico



sintesi additiva



sintesi sottrattiva

Colorimetria: il cerchio cromatico



sintesi additiva



sintesi sottrattiva



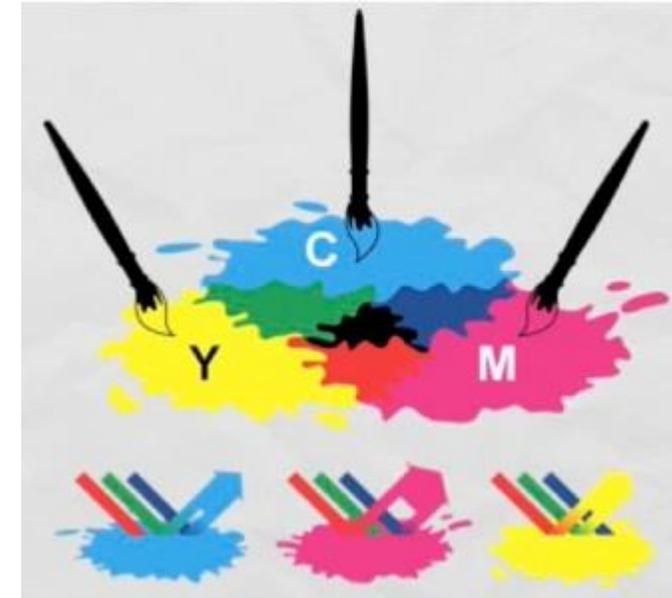
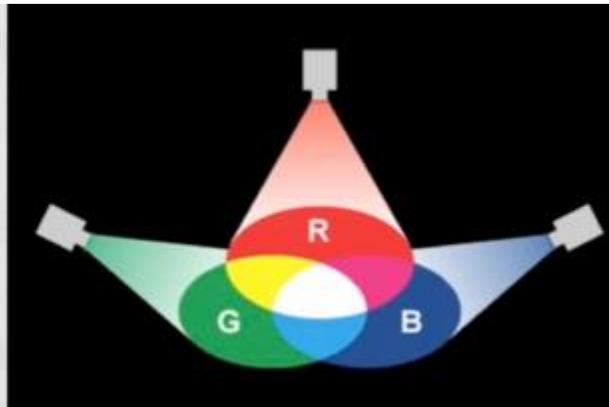
http://www.scuolamediaconoletti.org/les/schede_luce/colori_luce.htm

*Blu + rosso = magenta.
Blu + verde = ciano.
Verde + rosso = giallo.*

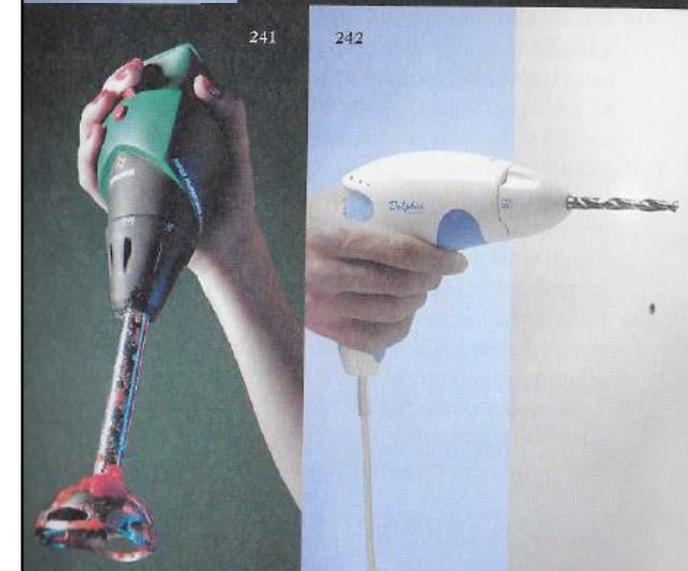
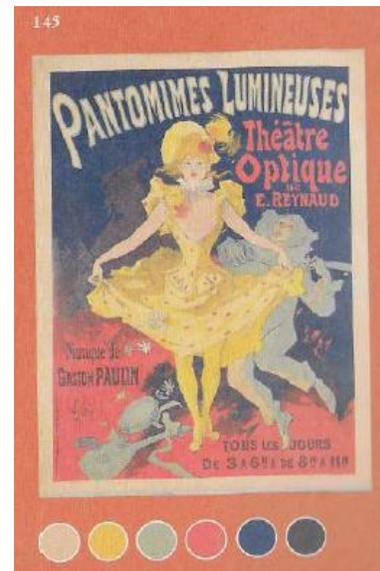
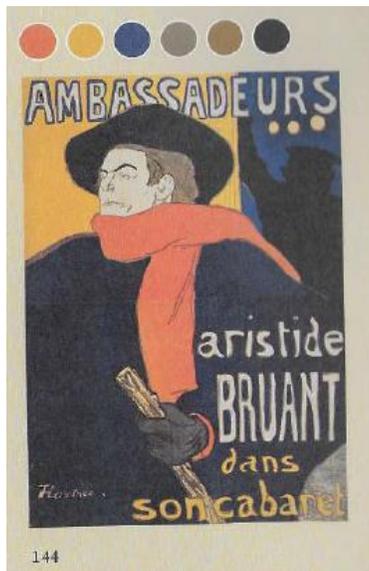
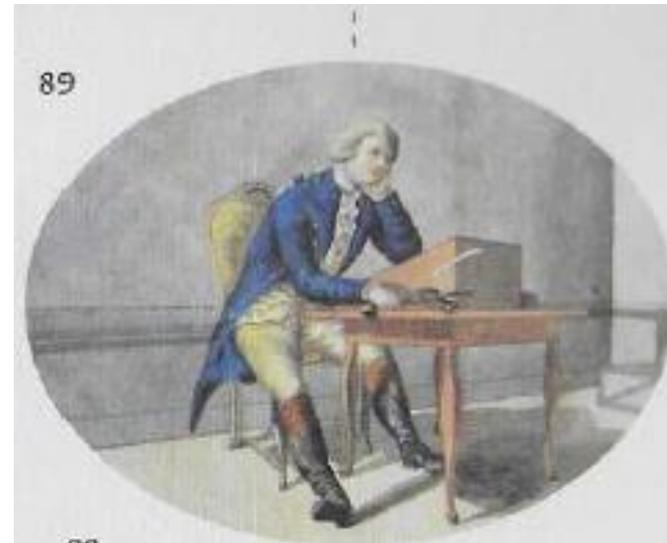
*Due colori complementari danno come somma il bianco:
il magenta è complementare del verde,
il ciano è complementare del rosso,
il giallo è complementare del blu.*

*Blu + rosso + verde = bianco.
Blu + giallo = verde + magenta
= rosso + ciano = bianco.*

Assenza di luce = nero

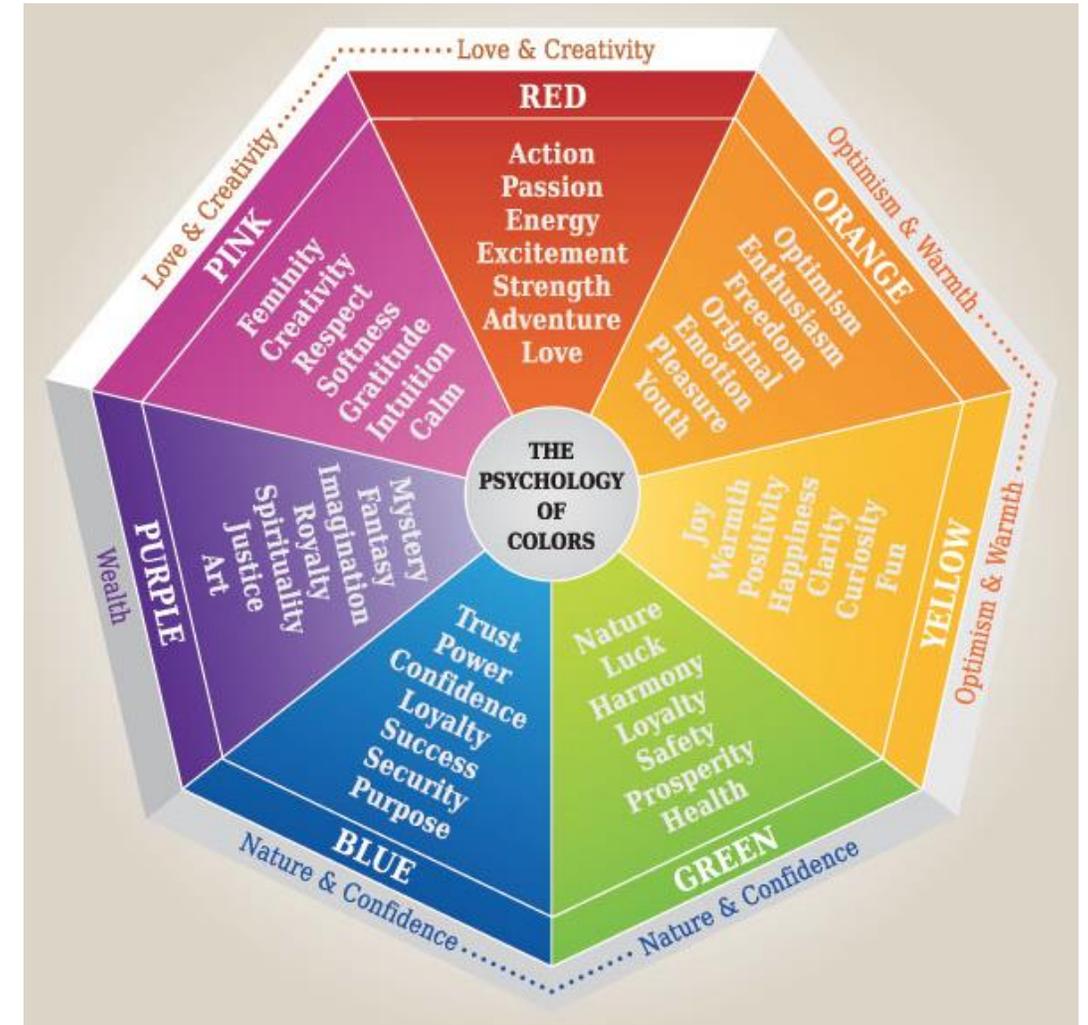


Cosa tramettono queste immagini?

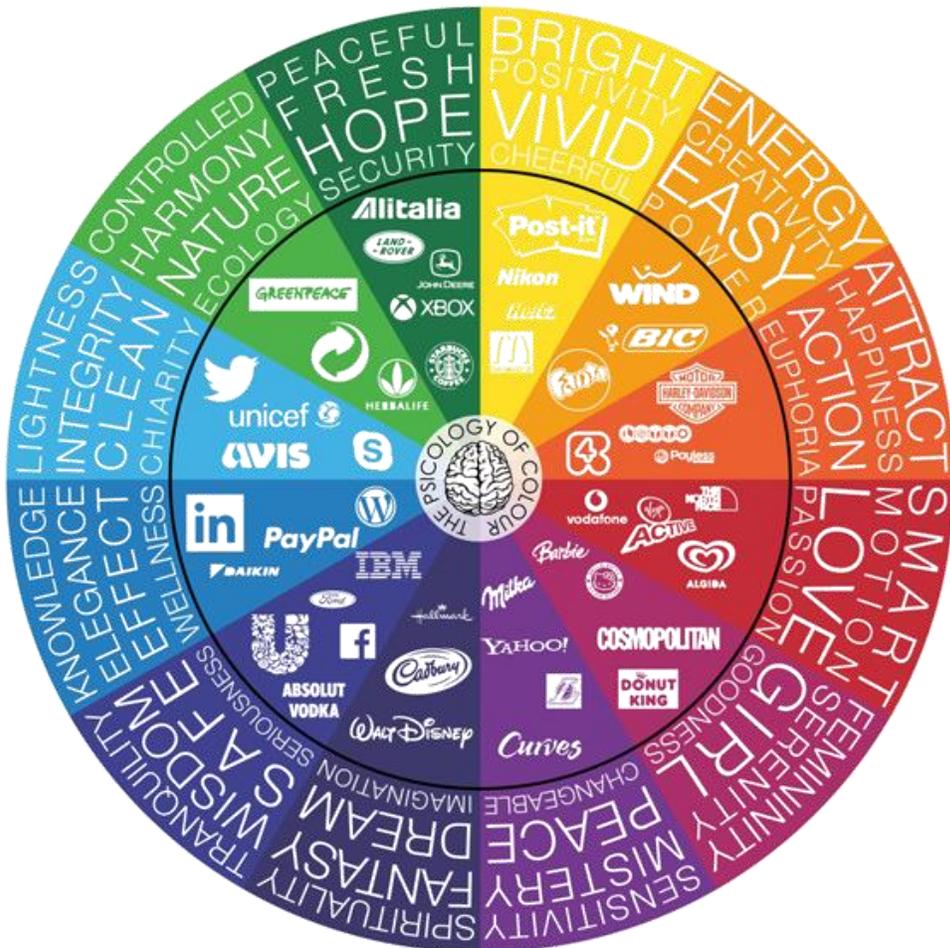


Psicologia dei colori e marketing

- **Arancione**: colore aggressivo che spinge all'acquisto
- **Blu**: trasmette sicurezza e fiducia al consumatore
- **Giallo**: solarità, ottimismo, chiarezza sono i significati associati
- **Nero**: eleganza, raffinatezza e lusso
- **Rosa**: romanticismo e femminilità
- **Rosso**: sensazione di urgenza, è un richiamo per attirare l'attenzione
- **Verde**: oltre alla natura, questo colore indica rinnovamento e crescita
- **Viola**: indica tanto saggezza quanto mistero, viene usato anch'esso nel brand del lusso



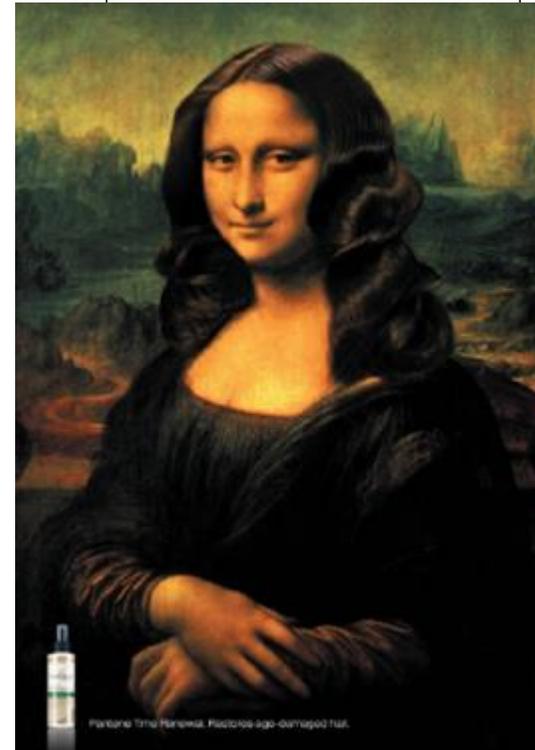
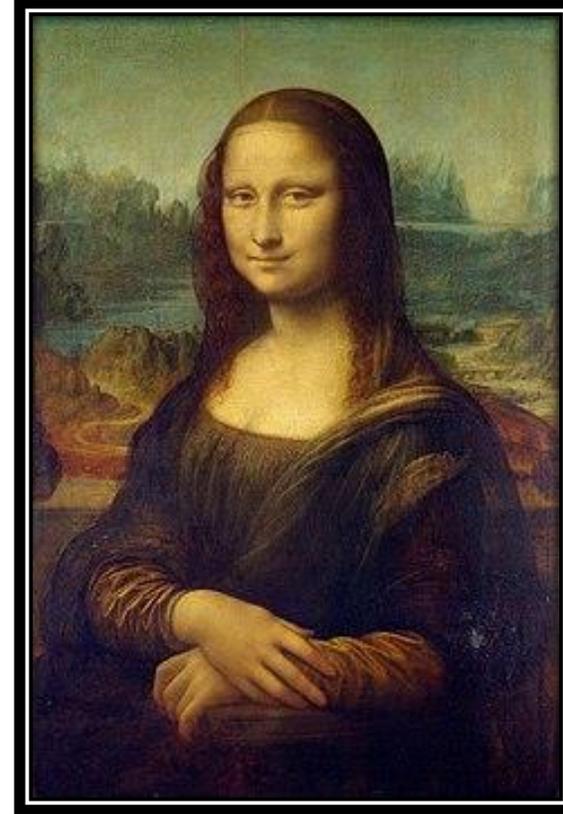
Psicologia dei colori



COLOR EMOTION GUIDE



Arte (e) pubblicità



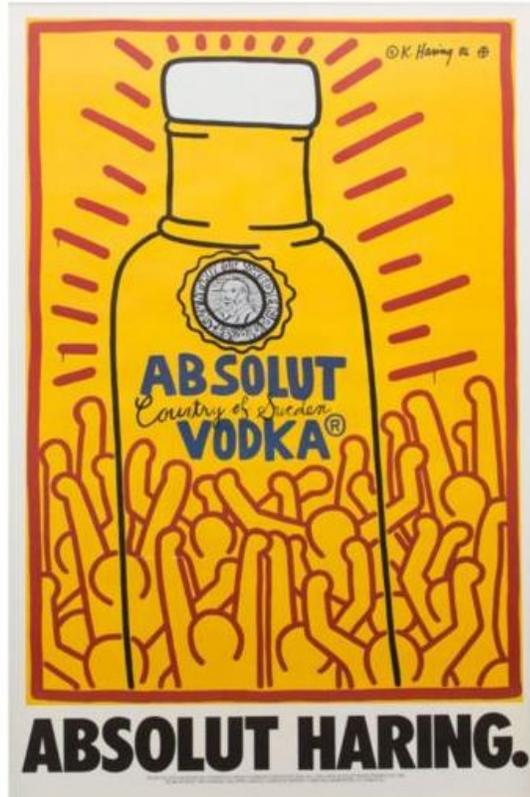
Pubblicità (è) arte



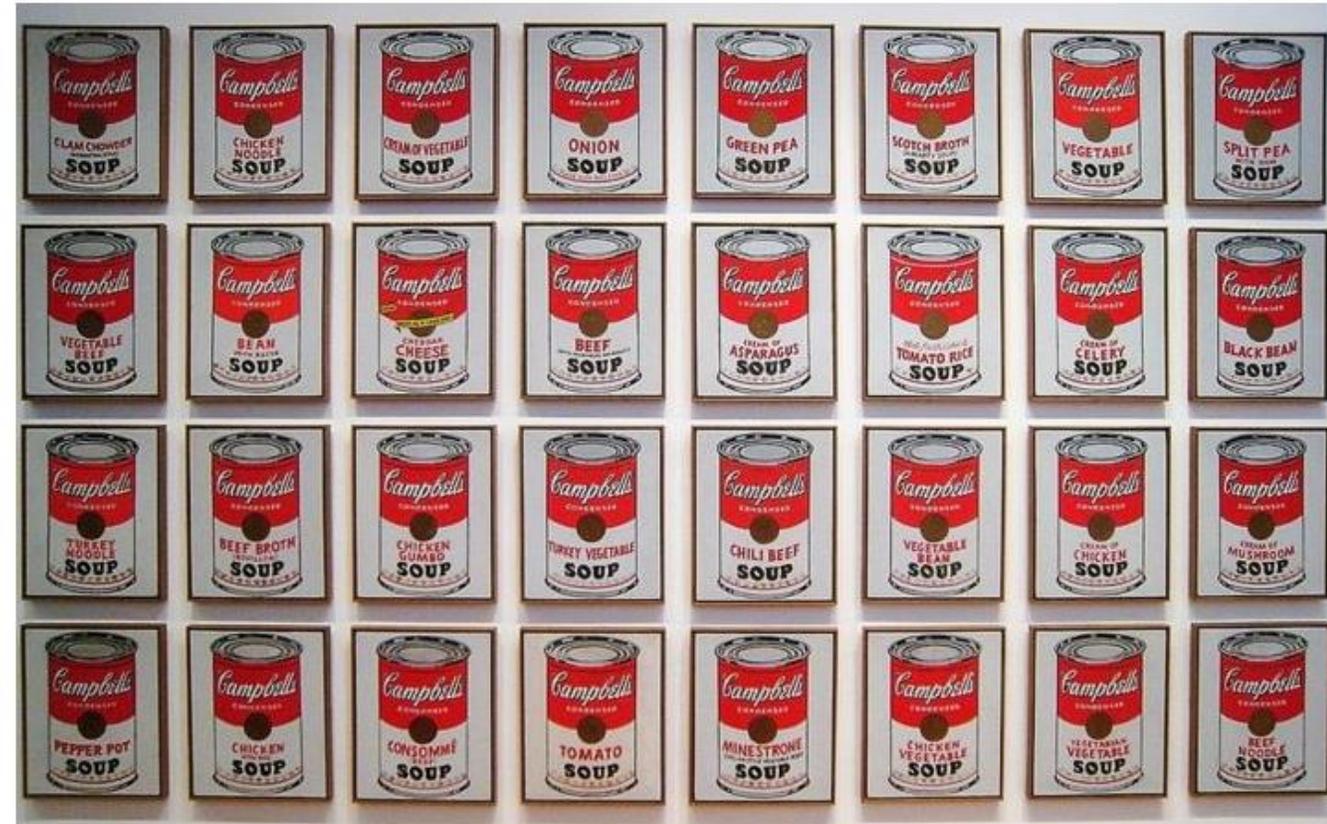
Immagini : Evoluzione del logo del marchio *Chupa Chups*. Intervento di Salvador Dali nel 1969.



A sinistra : Keith Haring, Manifesto pubblicitario per *Lucky Strike* , 1987.



A destra : Keith Haring, Manifesto pubblicitario per *Absolut Vodka* , 1986.



Andy Warhol, *Campbell's Soup Cans* , 1962. New York Museum of Modern Art.

La luce influenza i colori?



Di che colore è la luce? La temperatura di colore

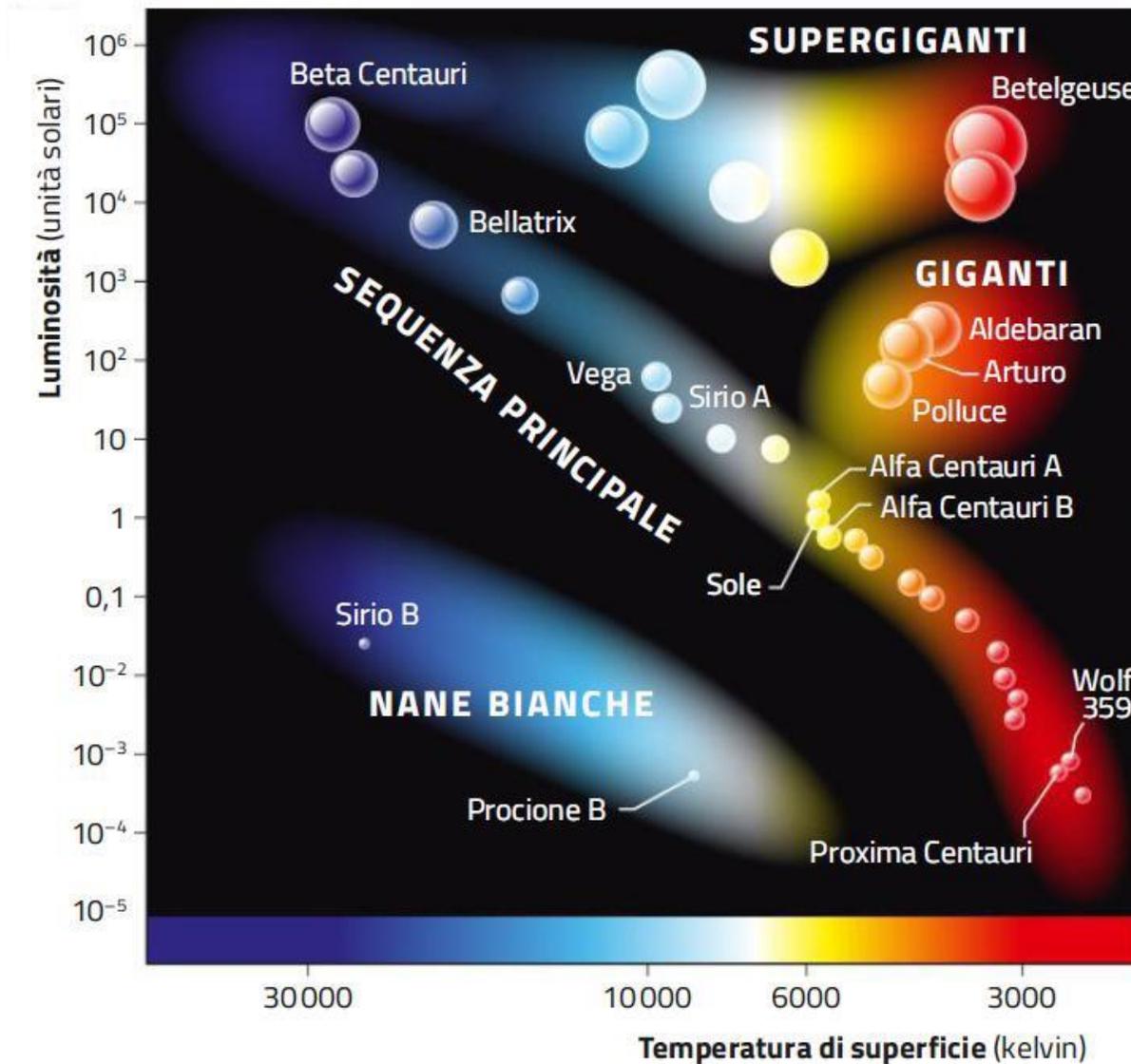


Temperatura	Colore
2700-3800 gradi	Rosso
3800-5000 gradi	Arancio
5000-6000 gradi	Giallo
6000-8000 gradi	Bianco-Giallo
8000-10000 gradi	Bianco
10000-30000 gradi	Azzurro-Bianco
30000-50000 gradi	Azzurro

Di che
colore
sono
le
stelle
?



Di che colore sono le stelle? I colori delle stelle



Temperatura	Colore
2700-3800 gradi	Rosso
3800-5000 gradi	Arancio
5000-6000 gradi	Giallo
6000-8000 gradi	Bianco-Giallo
8000-10000 gradi	Bianco
10000-30000 gradi	Azzurro-Bianco
30000-50000 gradi	Azzurro

Come studiamo le stelle?

Attraverso la luce che emettono

**Necessarie due
premesse riguardo
la materia**

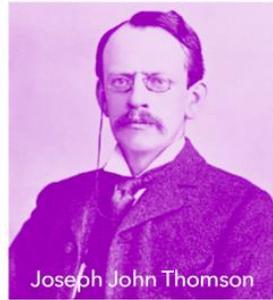


Premessa 1: modello atomico



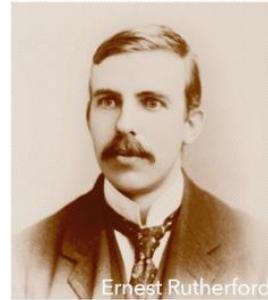
Democrito

DEMOCRITO
460 A.C.



Joseph John Thomson

THOMPSON
1897



Ernest Rutherford

RUTHERFORD
1912



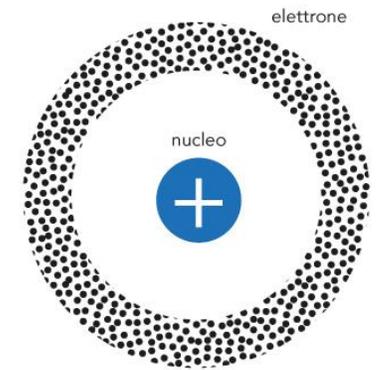
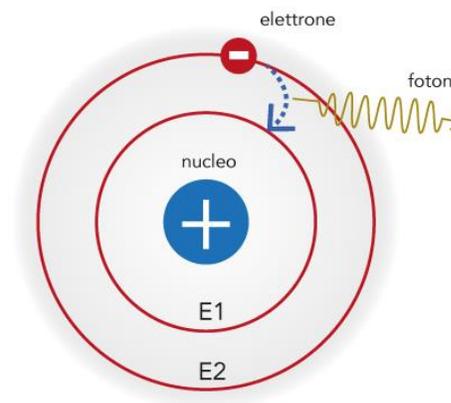
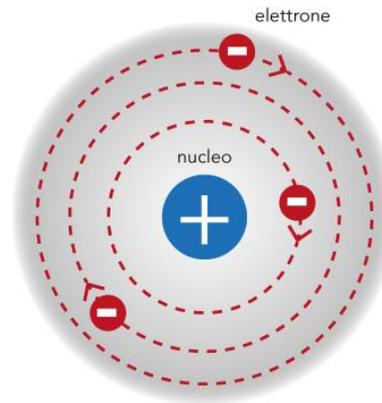
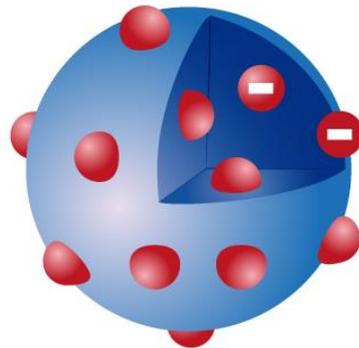
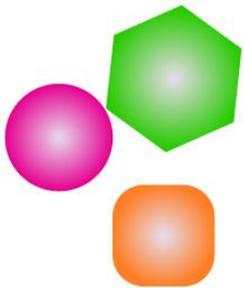
Bohr

BOHR
1913



Erwin Schrödinger

SCHRÖDINGER
1930



Premessa 2: la tavola periodica degli elementi

Periodic Table of the Elements

Atomic Number Melting Point
Symbol
Name
Atomic Mass

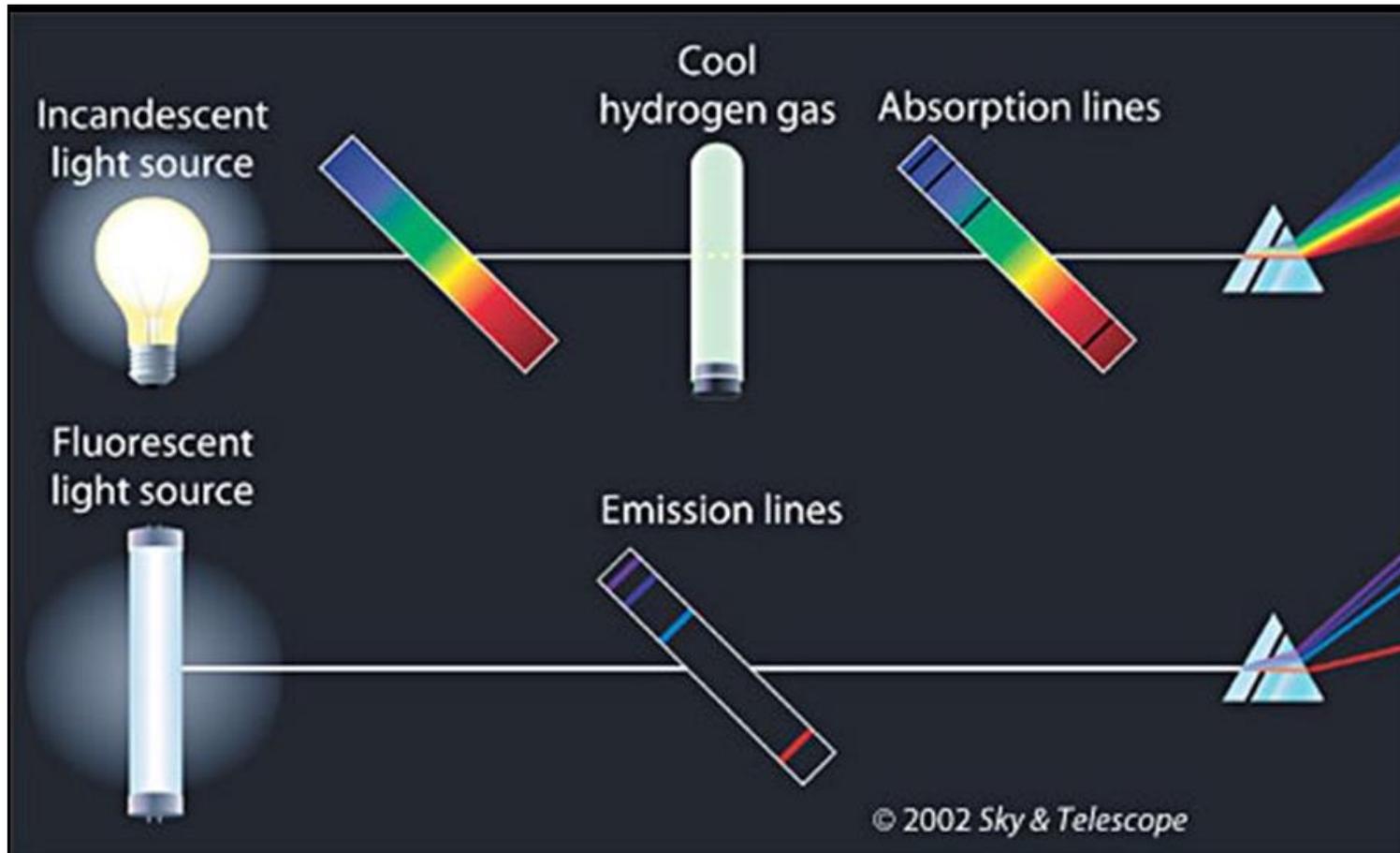
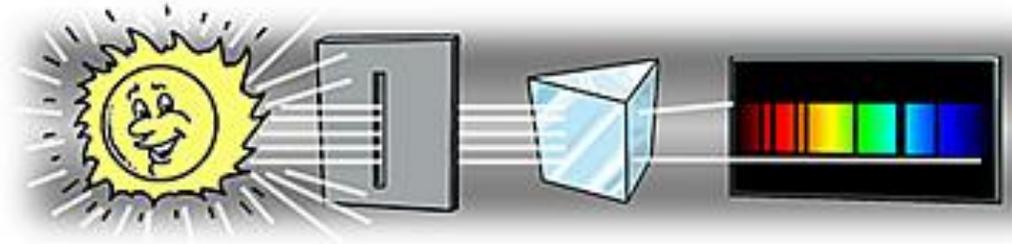
Normal melting points are in °C.
TP = Triple Point
Pressure is listed if not 1 atm.
Allotrope is listed if more than one allotrope.

1 1A 1A 1 H Hydrogen 1.008 -259.1	2 IIA 2A 4 Be Beryllium 9.012 1287																	18 VIII A 8A 2 He Helium 4.003 -272.25 (0.95 MPa)													
3 IIIA 3A 3 Li Lithium 6.941 180.5	4 IIIA 3A 4 B Boron 10.811 2075	5 IIIA 3A 5 Al Aluminum 26.982 933.47	6 IVA 4A 6 C Carbon 12.011 3550 4489 TP (0.1 MPa)	7 VA 5A 7 N Nitrogen 14.007 -210	8 VIA 6A 8 O Oxygen 15.999 -218.79	9 VIIA 7A 9 F Fluorine 18.998 -219.67 TP (0.1 MPa)	10 VIIA 7A 10 Ne Neon 20.180 -248.60 TP (0.1 MPa)																	11 IB 1B 11 Cu Copper 63.546 1084.62	12 IIB 2B 12 Zn Zinc 65.39 419.53	13 IIIA 3A 13 Ga Gallium 69.723 29.76 TP	14 IVA 4A 14 Si Silicon 28.086 1414	15 VA 5A 15 P Phosphorus 30.974 441.5 4415	16 VIA 6A 16 S Sulfur 32.066 115.21	17 VIIA 7A 17 Cl Chlorine 35.453 -101.5	18 VIII A 8A 18 Ar Argon 39.948 -189.35 TP (0.1 MPa)
19 IA 1A 19 K Potassium 39.098 633	20 IIA 2A 20 Ca Calcium 40.078 842	21 IIIB 3B 21 Sc Scandium 44.956 1541	22 IVB 4B 22 Ti Titanium 47.88 1668	23 VB 5B 23 V Vanadium 50.942 1910	24 VIB 6B 24 Cr Chromium 51.996 1907	25 VIIB 7B 25 Mn Manganese 54.938 1246	26 VIII 8 26 Fe Iron 55.933 1538	27 VIII 8 27 Co Cobalt 58.933 1495	28 VIII 8 28 Ni Nickel 58.693 1455	29 VIII 8 29 Cu Copper 63.546 1084.62	30 VIII 8 30 Zn Zinc 65.39 419.53	31 IIIB 3B 31 Ga Gallium 69.723 29.76 TP	32 IVB 4B 32 Ge Germanium 72.61 938.25	33 VB 5B 33 As Arsenic 74.922 837 TP (0.1 MPa)	34 VIB 6B 34 Se Selenium 78.972 220.8 220.8	35 VIIB 7B 35 Br Bromine 79.904 -72	36 VIII A 8A 36 Kr Krypton 84.80 -157.36 TP (0.1 MPa)														
37 IA 1A 37 Rb Rubidium 84.468 38.3	38 IIA 2A 38 Sr Strontium 87.62 777	39 IIIB 3B 39 Y Yttrium 88.906 1522	40 IVB 4B 40 Zr Zirconium 91.224 1855	41 VB 5B 41 Nb Niobium 92.906 1477	42 VIB 6B 42 Mo Molybdenum 95.95 2623	43 VIIB 7B 43 Tc Technetium 98.907 2157	44 VIII 8 44 Ru Ruthenium 101.07 2314	45 VIII 8 45 Rh Rhodium 102.906 1964	46 VIII 8 46 Pd Palladium 106.42 1554.8	47 VIII 8 47 Ag Silver 107.868 961.78	48 VIII 8 48 Cd Cadmium 112.411 321.07	49 IIIB 3B 49 In Indium 114.818 156.6	50 IVB 4B 50 Sn Tin 118.71 231.93	51 VB 5B 51 Sb Antimony 121.760 630.63	52 VIB 6B 52 Te Tellurium 127.6 448.53	53 VIIB 7B 53 I Iodine 126.904 113.7	54 VIII A 8A 54 Xe Xenon 131.29 -111.76 TP (0.1 MPa)														
55 IA 1A 55 Cs Cesium 132.905 28.44	56 IIA 2A 56 Ba Barium 137.327 727	57-71 Lanthanide Series	72 IVB 4B 72 Hf Hafnium 178.49 2233	73 VB 5B 73 Ta Tantalum 180.948 3017	74 VIB 6B 74 W Tungsten 183.85 3422	75 VIIB 7B 75 Re Rhenium 186.207 3185	76 VIII 8 76 Os Osmium 190.23 3033	77 VIII 8 77 Ir Iridium 192.22 2446	78 VIII 8 78 Pt Platinum 195.08 1768.2	79 VIII 8 79 Au Gold 196.967 1064.18	80 VIII 8 80 Hg Mercury 200.59 -38.83	81 IIIB 3B 81 Tl Thallium 204.383 304	82 IVB 4B 82 Pb Lead 207.2 327.46	83 VB 5B 83 Bi Bismuth 208.980 271.4	84 VIB 6B 84 Po Polonium [209] 254	85 VIIB 7B 85 At Astatine 209.987 302	86 VIII A 8A 86 Rn Radon 222.018 -71														
87 IA 1A 87 Fr Francium 223.020 27	88 IIA 2A 88 Ra Radium 226.025 696	89-103 Actinide Series	104 IVB 4B 104 Rf Rutherfordium [261] unknown	105 VB 5B 105 Db Dubnium [262] unknown	106 VIB 6B 106 Sg Seaborgium [266] unknown	107 VIIB 7B 107 Bh Bohrium [264] unknown	108 VIII 8 108 Hs Hassium [269] unknown	109 VIII 8 109 Mt Meitnerium [268] unknown	110 VIII 8 110 Ds Darmstadtium [269] unknown	111 VIII 8 111 Rg Roentgenium [272] unknown	112 VIII 8 112 Cn Copernicium [277] unknown	113 IIIB 3B 113 Uut Ununtrium unknown unknown	114 IVB 4B 114 Fl Flerovium [289] unknown	115 VB 5B 115 Uup Ununpentium unknown unknown	116 VIB 6B 116 Lv Livermorium [293] unknown	117 VIIB 7B 117 Uus Ununseptium unknown unknown	118 VIII A 8A 118 Uuo Ununoctium unknown unknown														
			57 Lanthanum 138.906 909	58 Cerium 140.115 799	59 Praseodymium 140.908 911	60 Neodymium 144.24 1016	61 Promethium 144.913 1042	62 Samarium 150.36 1072	63 Europium 151.966 822	64 Gadolinium 157.25 1313	65 Terbium 158.925 1356	66 Dysprosium 162.50 1412	67 Holmium 164.930 1472	68 Erbium 167.26 1529	69 Thulium 168.934 1545	70 Ytterbium 173.04 824	71 Lutetium 174.967 1663														
			89 Actinium 227.028 1050	90 Thorium 232.038 1750	91 Protactinium 231.036 1572	92 Uranium 238.029 1135	93 Neptunium 237.048 644	94 Plutonium 244.064 640	95 Americium 243.061 1176	96 Curium 247.070 1345	97 Berkelium 247.070 996	98 Californium 251.080 900	99 Einsteinium [254] 800	100 Fermium 257.095 1527	101 Mendelevium 258.1 827	102 Nobelium 259.101 unknown	103 Lawrencium [262] unknown														

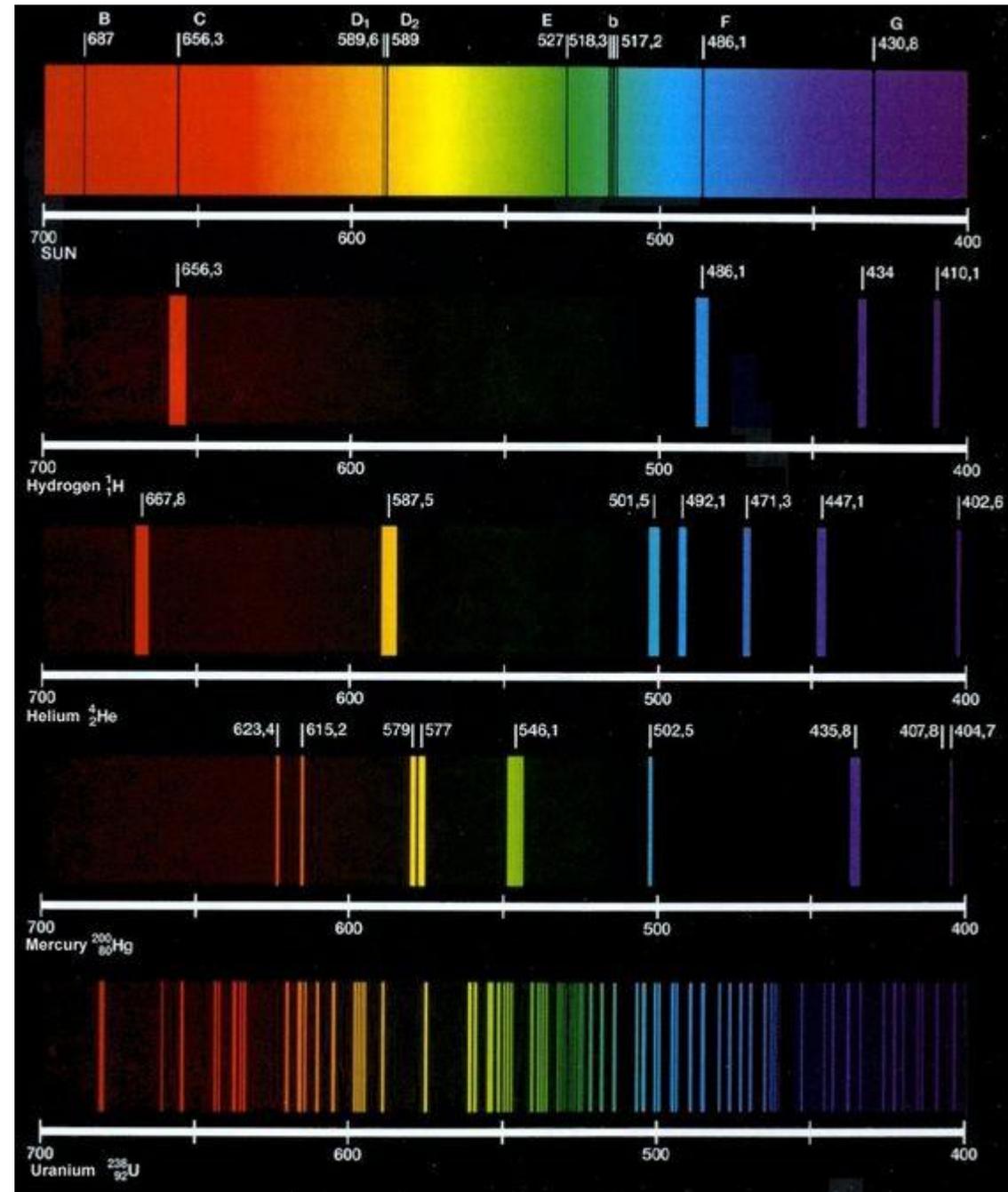
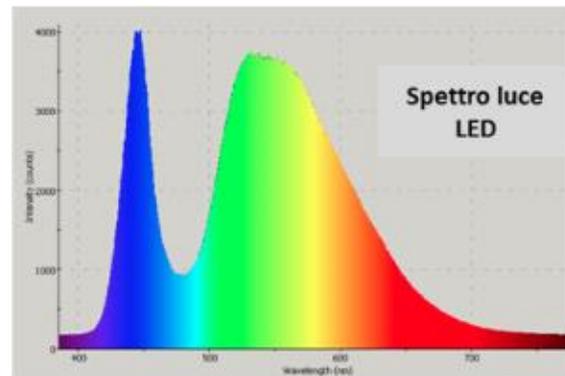
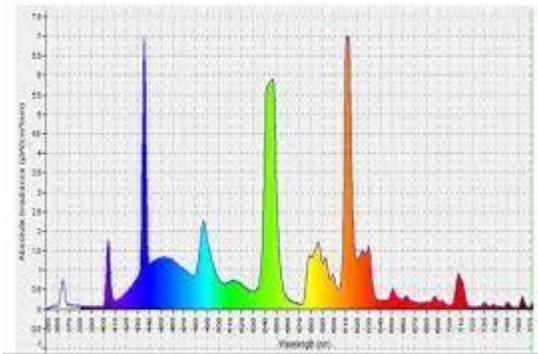
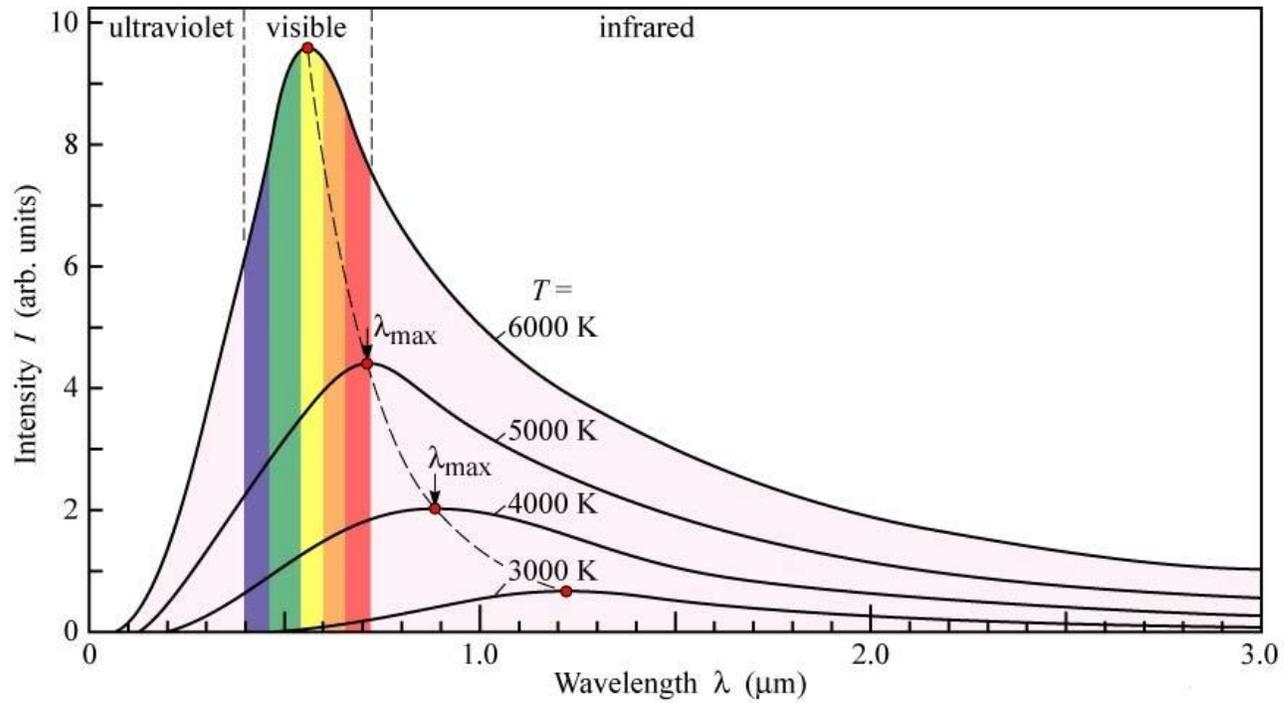
Alkali Metal
Alkaline Earth
Transition Metal
Basic Metal
Semimetal
Nonmetal
Halogen
Noble Gas
Lanthanide
Actinide

© 2014 Todd Helmenstine
sciencenotes.org

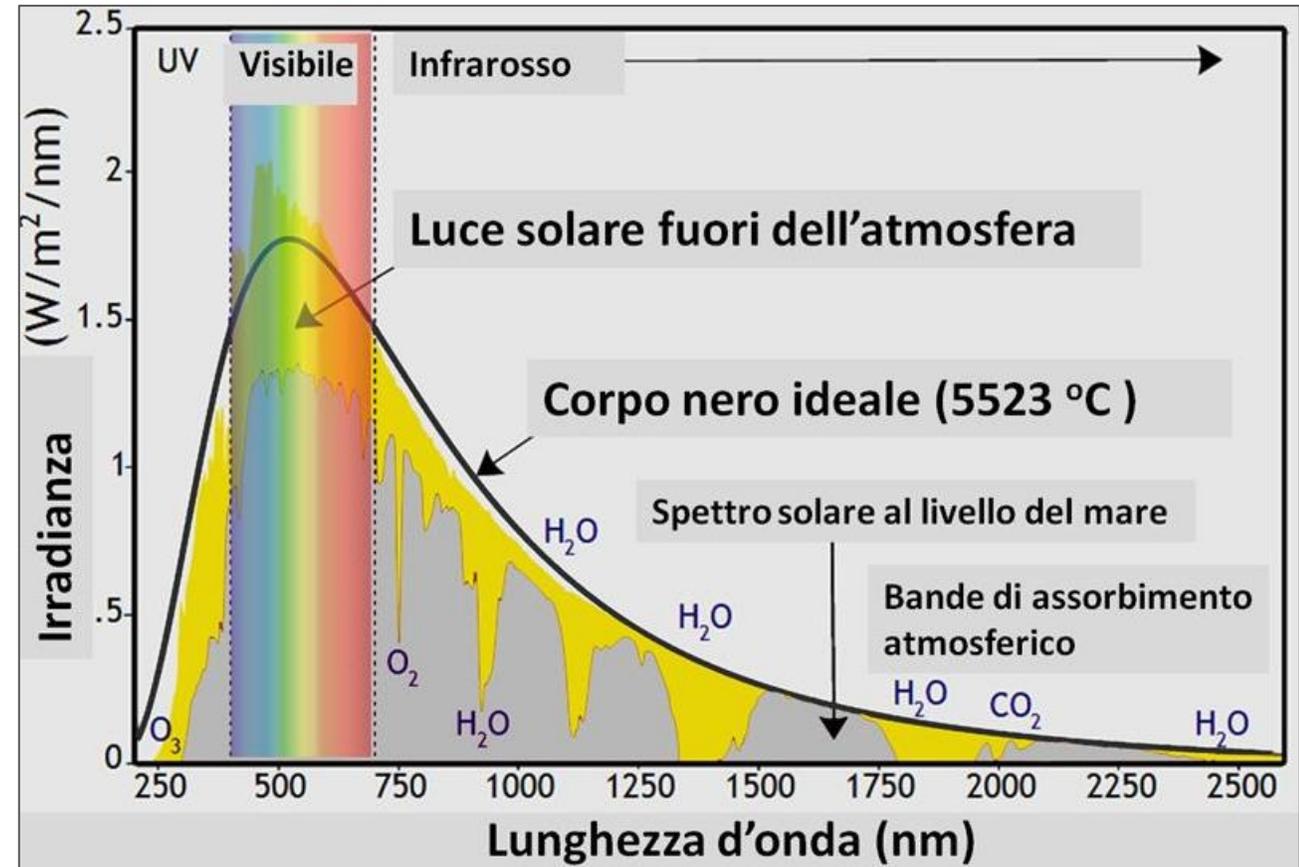
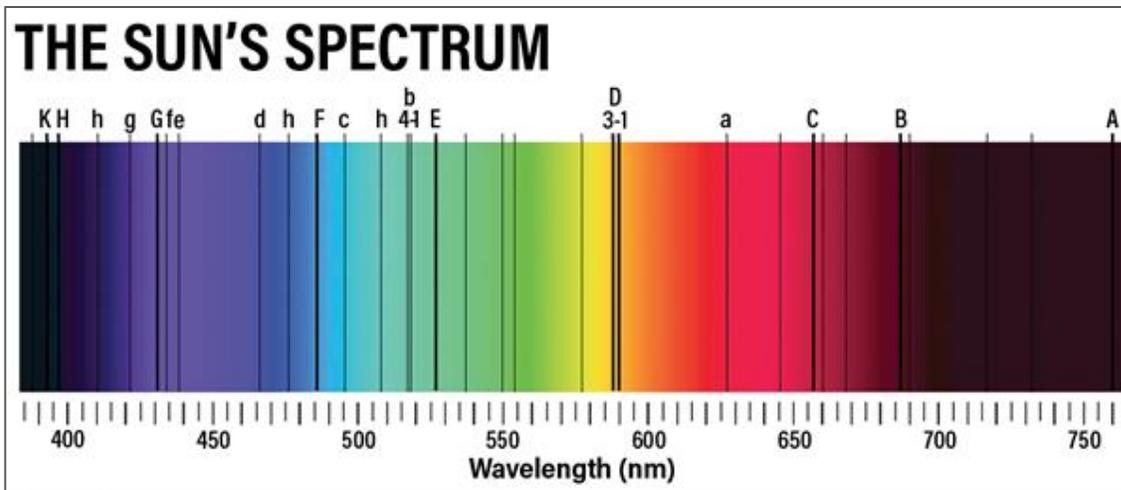
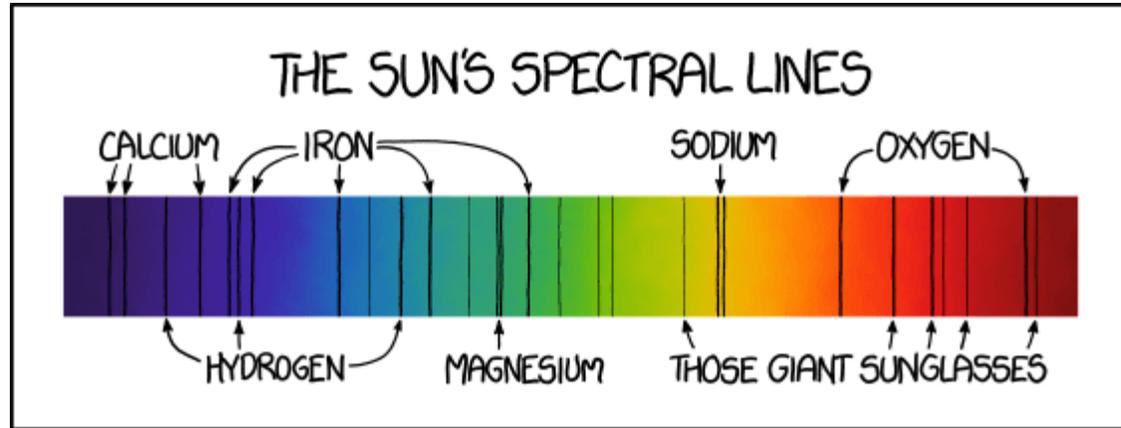
Lo spettro della luce



Spettroscopia



Lo spettro solare

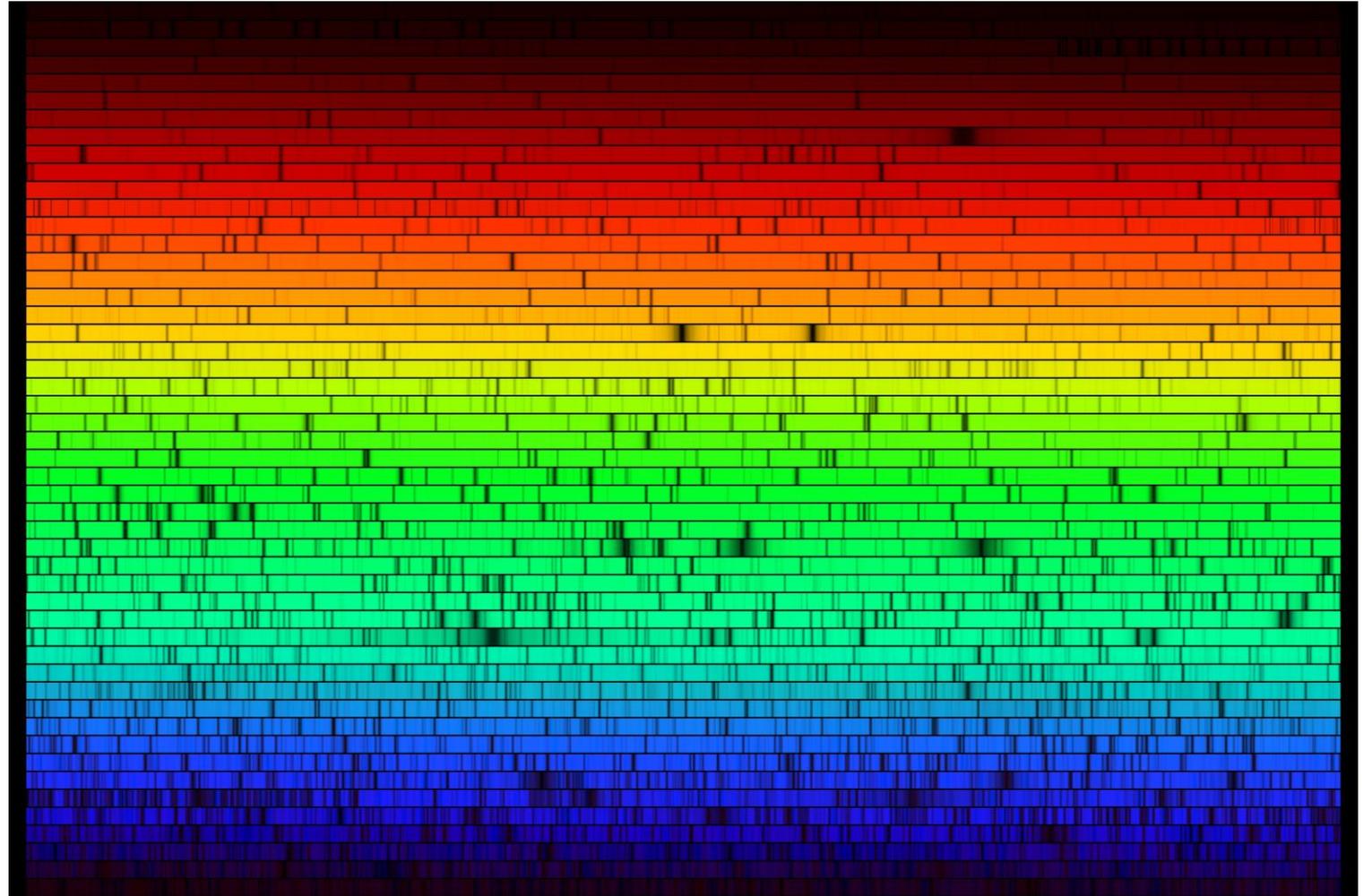


High resolution solar spectrum

A high-resolution version of the spectrum of our Sun, this image was created from a digital atlas observed with the Fourier Transform Spectrometer at the McMath-Pierce Solar Facility at the National Solar Observatory on Kitt Peak, near Tucson, Arizona ('Solar Flux Atlas from 296 to 1300 nm' by Robert L. Kurucz, Ingemar Furenlid, James Brault, and Larry Testerman: National Solar Observatory Atlas No. 1, June 1984). The images shown here were created to mimic an echelle spectrum, with wavelength increasing from left to right along each strip, and from bottom to top. Each of the 50 slices covers 60 angstroms, for a complete spectrum across the visual range from 4000 to 7000 angstroms. The Sun is a G2 star, and this image covers the same wavelength range in the same format as the spectrum of Procyon, type F5, and the spectrum of Arcturus, type K1 (or K2). Note: NSO/Kitt Peak FTS data used here were produced by NSF/NOAO.

Credit:N.A.

Sharp/KPNO/NOIRLab/NSO/[NSF](#)/AURA



E se proviamo ad analizzare la materia intorno a noi?



CHI SIAMO

Il LABEC, Laboratorio di tecniche nucleari per l'Ambiente e i Beni Culturali, è un centro di riferimento per lo sviluppo di nuove tecnologie basate sull'uso di acceleratori e di radiazioni ionizzanti, e le loro applicazioni in contesti ambientali e di studio e valorizzazione del patrimonio culturale. Il laboratorio è ospitato presso la sezione di Firenze dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) ed è gestito insieme da INFN e dal Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Firenze.

Per saperne di più



AMBIENTE

L'analisi del particolato atmosferico, o aerosol, permette di ottenere informazioni utili per lo studio dei cambiamenti climatici, l'inquinamento e la salute.



BENI CULTURALI

Lo studio della composizione dei materiali costituenti le opere d'arte e la datazione con radiocarbonio rappresentano strumenti fondamentali per approfondire la conoscenza del patrimonio culturale.



MATERIALI

Materiali avanzati e innovativi rappresentano la chiave per le future applicazioni in sensoristica e in tecnologie quantistiche, come la memorizzazione di informazioni e la comunicazione quantistica.



ACCELERATORI

Gli acceleratori, come l'acceleratore elettrostatico tandem da 3 MV e il nuovo acceleratore MACHINA, sviluppato proprio dal LABEC, rappresentano il cuore delle attività del laboratorio.



DIGITALE

Innovativi servizi digitali - desktop e/o web - sono sviluppati per coadiuvare i ricercatori nei loro lavori.

6

Canali di misura all'acceleratore tandem da 3 MV

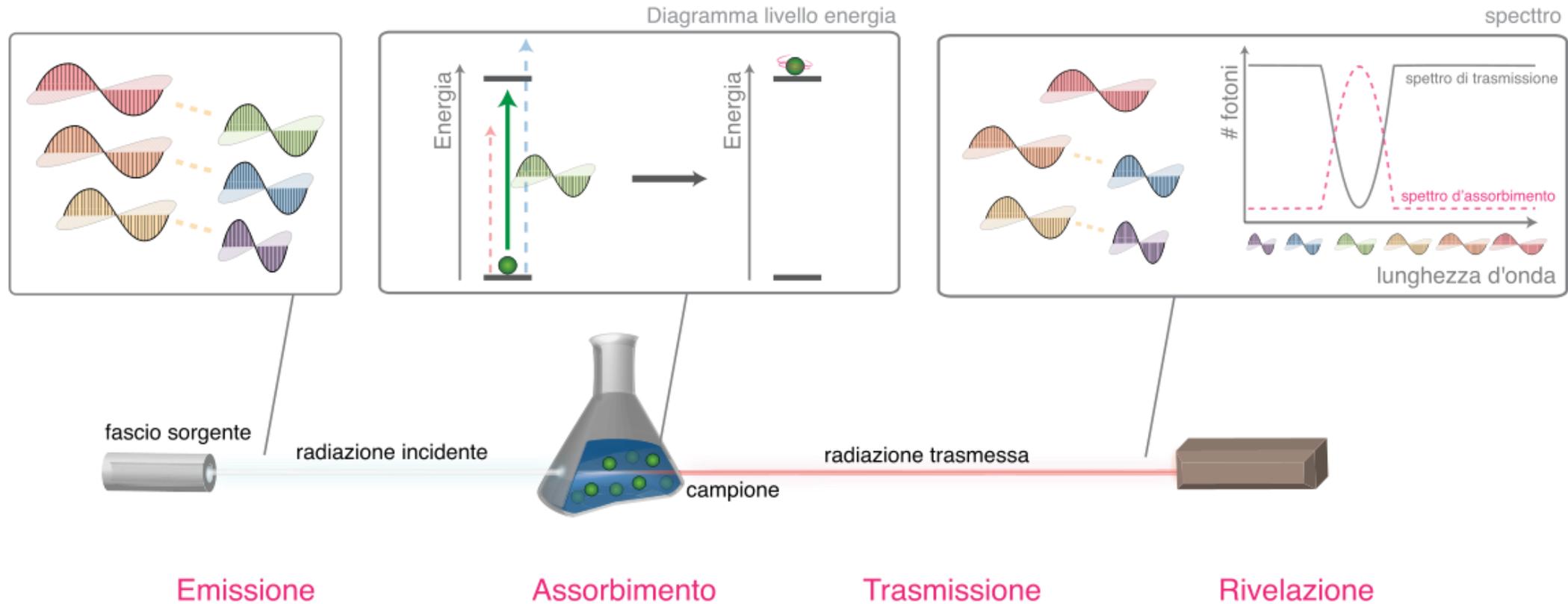
3

Scanner portatili per misure XRF in situ su Beni Culturali

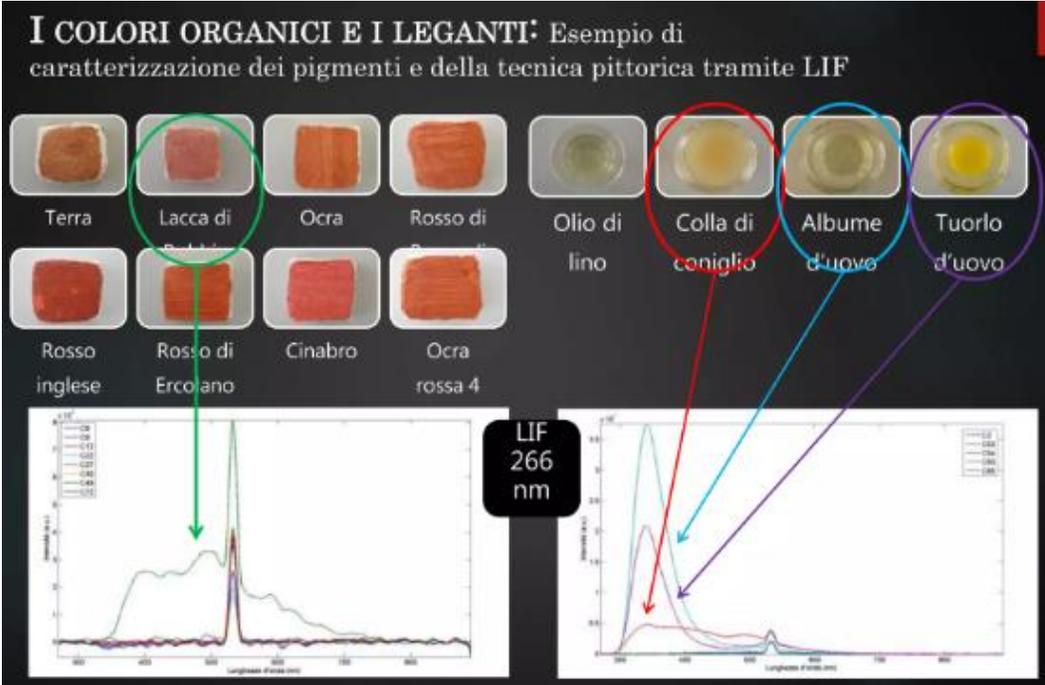
8

Campionatori per il particolato atmosferico con diverse risoluzioni temporali

Spettroscopia e materiali



Di cosa sono fatti i pigmenti dei colori?



Giudizio Universale



Blu Oltremarino di Lapislazzuli



Pigments Checker

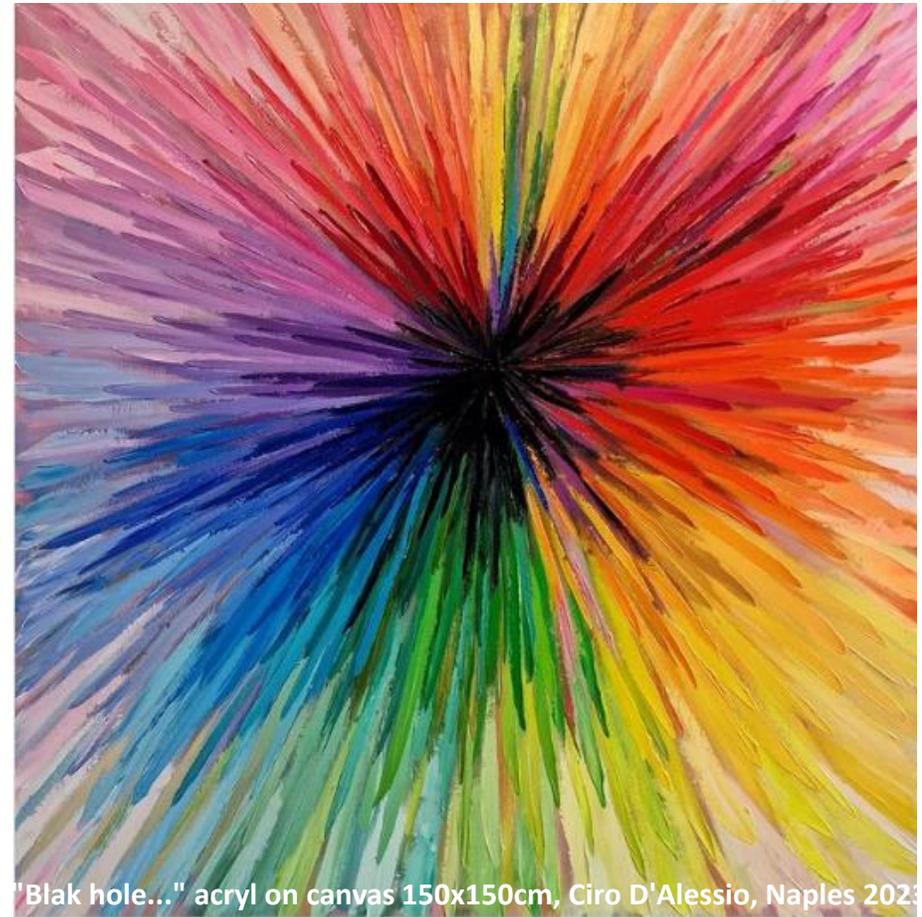
version 3.0

Azurite	Blue blue	Indigo	Myra blue
Egyptian blue	Smalt	Ultramarine nat.	Prussian blue
Cobalt violet	Cobalt Cerulean blue	Cobalt blue	Cobalt chromite blue
Phthalo blue			
Green earth	Malachite	Verdigris	Widian
Chrome oxide green	Cadmium green	Cobalt turquoise green	Phthalo green
Yellow ochre	Orpiment	Massicot	Saffron
Lead Tin yellow I	Lead Tin yellow II	Yellow lake rosida	Gamboge
Naples yellow	Chrome yellow	Cadmium yellow	Cobalt yellow
Red ochre	Vermilion	Realgar	Luc dye
Madder lake	Red lead	Carmine lake	Cadmium red
Alcain			

Dalla scienza all'arte...ritorno

Luce e colore ci hanno fatto viaggiare alla scoperta di scienza e arte...ma non dobbiamo dimenticare cosa spinge scienziati e artisti ogni giorno...

La creatività



"Blak hole..." acryl on canvas 150x150cm, Ciro D'Alessio, Naples 2023

Grazie per l'attenzione

Luce e colore
dalla scienza all'arte...e ritorno

Daniela Cirrincione – INFN Trieste

Bibliografia e sitografia

- Percezione e marketing: come il colore influenza l'economia | Benedetta Carotti | TEDxYouth@Roma <https://youtu.be/OKRHaxjbXXY>
- Cos'è il colore? - Colm Kelleher (TED-Ed) <https://youtu.be/UZ5UGnU7oOI>
- http://www.brera.inaf.it/universoinfiore/Bibliografia/2016/Iris-Eos_Newton-Pink-Floyd-Giuseppe-Queirolo.pdf
- https://ldr-network.bo.cnr.it/Bologna/lavori-2018_19/Kahoot_Herschel.pdf
- <https://astroschio.it/2022/01/13/oltre-la-luce-visibile/>
- <http://www.didatticarte.it/Blog/?p=6746>
- <https://www.astronomiamo.it/DivulgazioneAstronomica/Area/Universo%20e%20sua%20osservazione/Lo-spettro-elettromagnetico-e-le-radiazioni-dei-corpi-celesti>
- https://www.ammiragliovincenzomartines.it/i_raggi_x_e_l_arte_storia_della_medicina.html
- <http://thesignofcolor.com/cosa-nasconde-la-tela-di-unopera-darte/>
- Tecniche analitiche per lo studio dei colori <https://slideplayer.it/slide/534208/>
- <https://artenet.it/la-diagnostica/>
- L. Colonnelli – La vita segreta dei colori
- P. Bianucci – Vedere, guardare
- R. Falcinelli – Cromorama
- <https://online.scuola.zanichelli.it/artemondo-blog/2018/12/10/stagioni-monet/>
- <http://elaborazioneimmagine.blogspot.com/2012/01/sintesi-additiva-e-sintesi-sottrattiva.html>
- https://www.explainxkcd.com/wiki/index.php/1733:_Solar_Spectrum
- <https://cosmoedintorni.org/2016/11/23/di-che-colore-e-il-sole/>
- <https://www.archeomatica.it/tag/spettroscopia>
- <https://www.slideshare.net/FlaviaDeNicola/i-pigmenti-nellarte-tecniche-spettroscopiche-per-la-diagnostica-e-valorizzazione-dei-beni-culturali>
- <https://psicologidigitali.it/2018/11/la-psicologia-dei-colori-nel-web-marketing/>
- <https://www.alessiamelzer.it/psicologia-del-colore-ogni-colore-ha-il-suo-significato/>
- <https://www.artmajeur.com/it/magazine/29-pop-culture/3-artisti-iconici-che-hanno-trasformato-la-pubblicita/330353>
- http://proffrana.altervista.org/arte-in-pubblicita/?doing_wp_cron=1675600104.3268771171569824218750