

Art&Science melted in colors

L'incredibile mondo dei colori tra scienza, arte e
percezione

Silvia Pisano

*Museo Storico della Fisica e Centro Studi e Ricerche «Enrico Fermi»
Laboratori Nazionali di Frascati - INFN*





Art&Science melted in colors



Discovering the rainbow

dreamstime



**I colori...non
esistono**

Esistono i fotoni!



I colori...non esistono

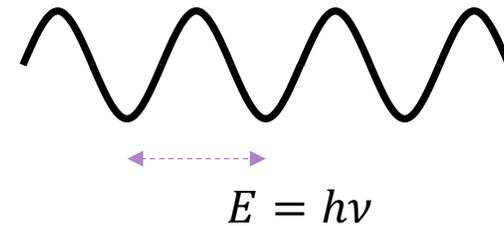
276

ACADÉMIE DES SCIENCES.

OPTIQUE PHYSIQUE. — *Une action probable de la matière sur les quanta de radiation.* Note de M. F. WOLFERS, présentée par M. A. Cotton.

Les recherches que j'ai poursuivies depuis trois ans sur de nouveaux phénomènes présentés par la lumière et par les rayons X m'ont conduit à formuler l'hypothèse suivante, que l'on rapprochera de l'*induction moléculaire* admise par M. J. Perrin : Appelant **photons** les projectiles qui sont supposés transporter l'énergie rayonnante tout en possédant un caractère de périodicité de fréquence ν (atomes de lumière), je suppose que les **photons** peuvent être repoussés par les atomes matériels lorsqu'ils passent par leur voisinage immédiat, tout au moins dans le cas des atomes orientés qui forment la surface de séparation de deux milieux. On peut imaginer que cette répulsion se fait grâce à une sorte de résonance entre les **photons** et des résonateurs qui sont juste assez éloignés de la trajectoire pour qu'il n'y ait pas absorption.

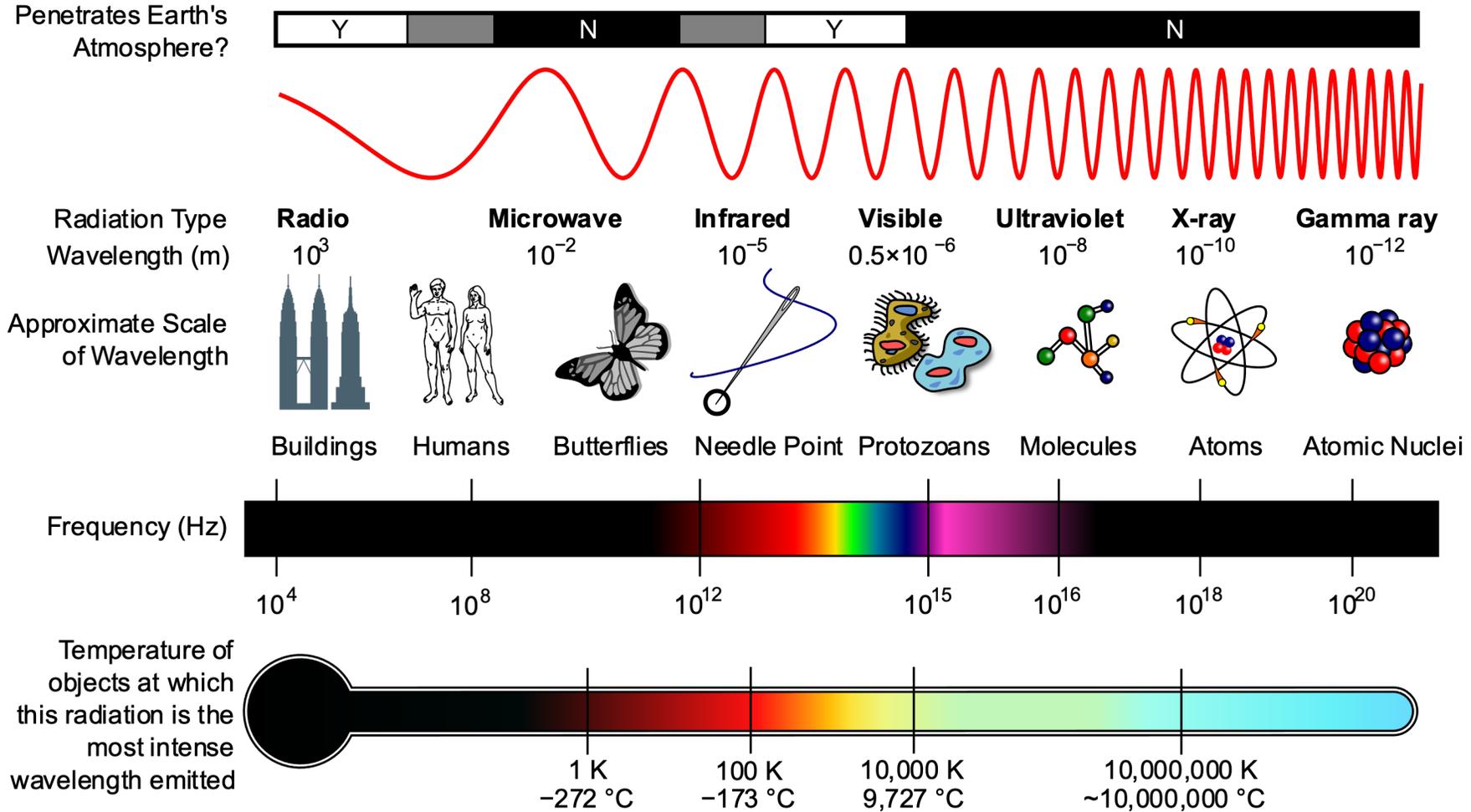
Dal greco φωῶς, «luce»



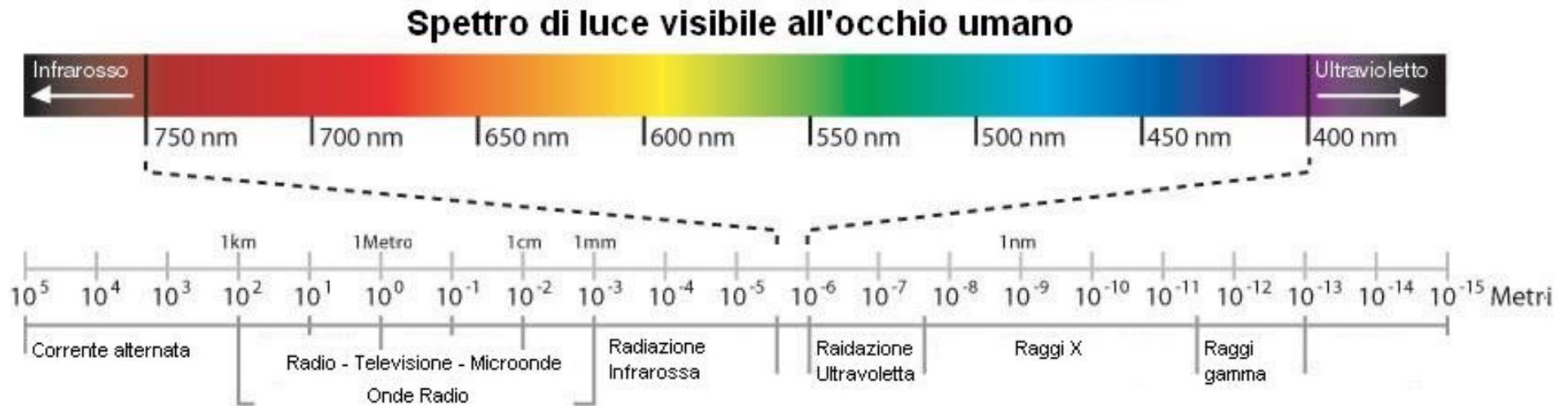
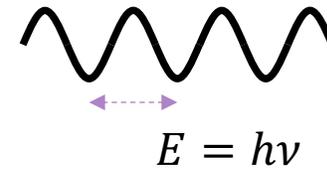
Frithiof Wolfers, Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences, t. 183, juillet-décembre 1926, pp. 276-277 Une action probable de la matière sur les quanta de radiation

I fotoni

$$E = h\nu$$

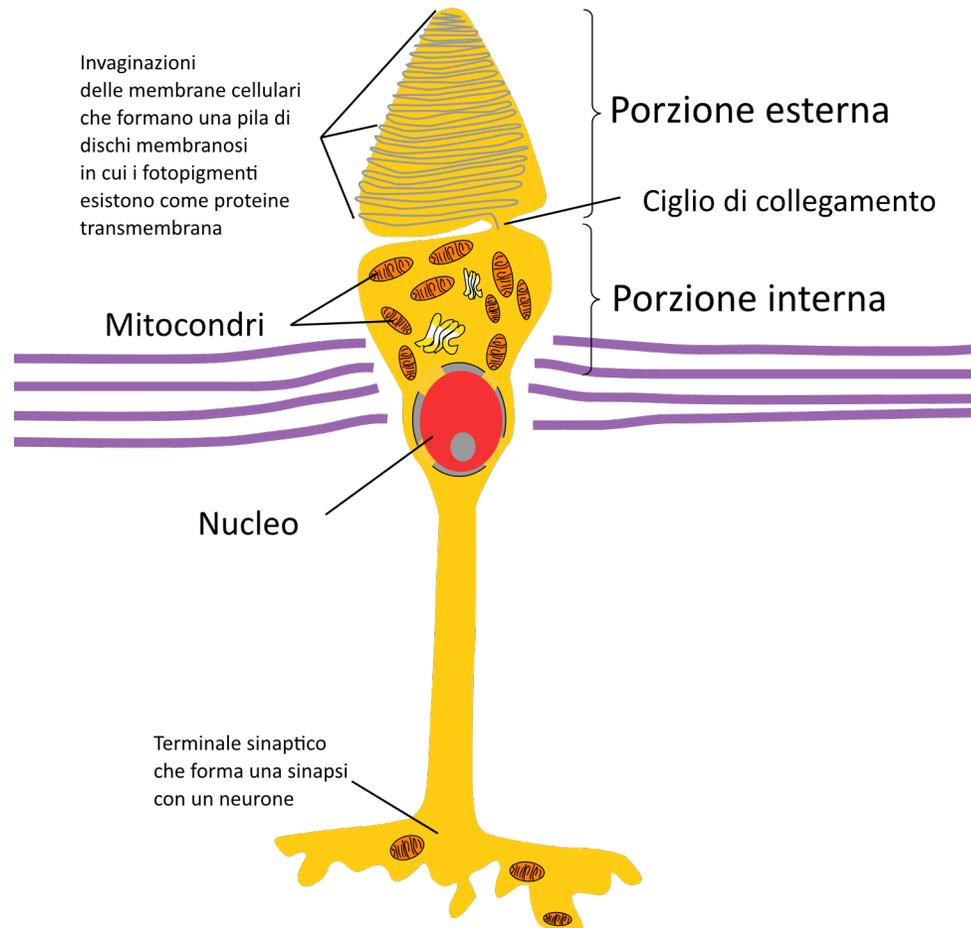


I fotoni visibili



La percezione animale dei colori

...Ovvero della sensibilità alla lunghezza d'onda di un fotone

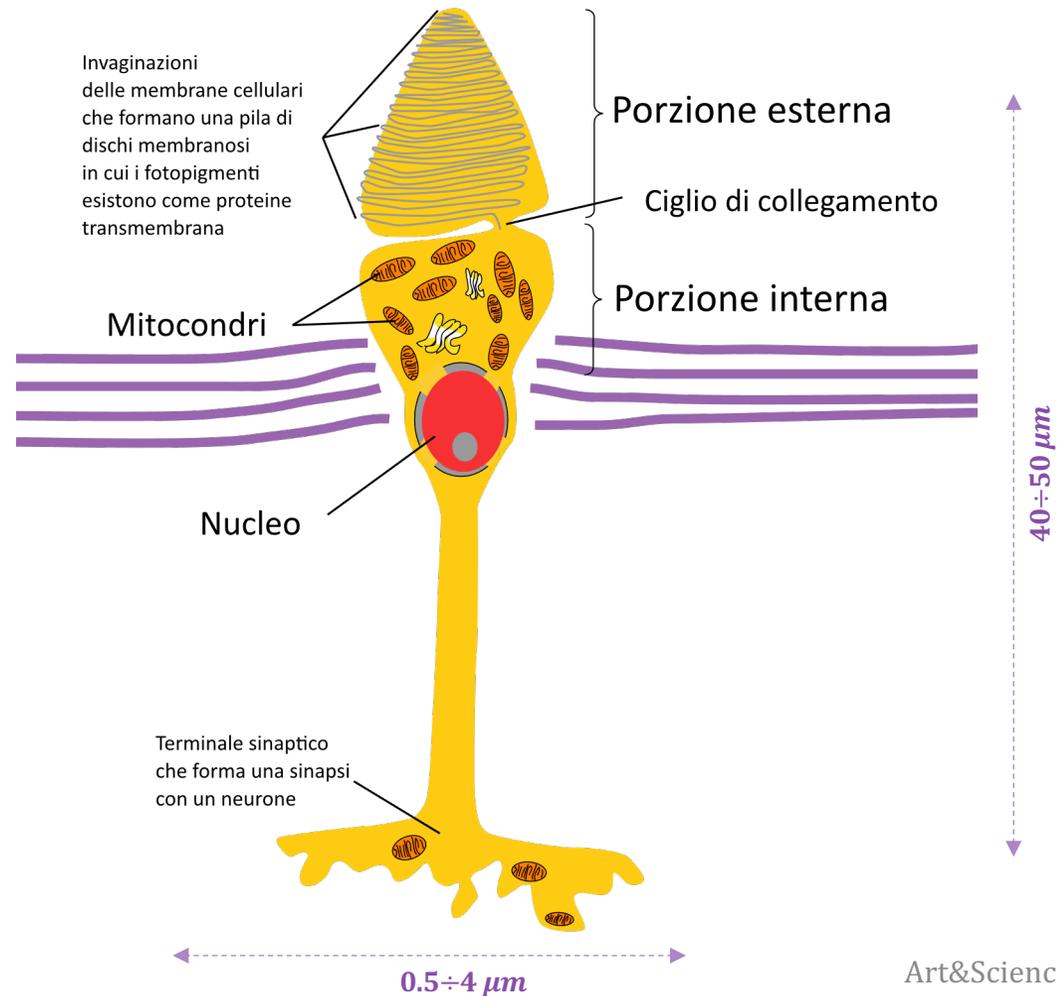


Coni

1. 6÷7 milioni in un occhio umano
2. Veloce risposta agli stimoli
3. La distribuzione di essi diviene più rarefatta andando verso le zone più periferiche
4. Struttura conica, con in cima fotopigmenti che filtrano la luce

La percezione animale dei colori

...Ovvero della sensibilità alla lunghezza d'onda di un fotone

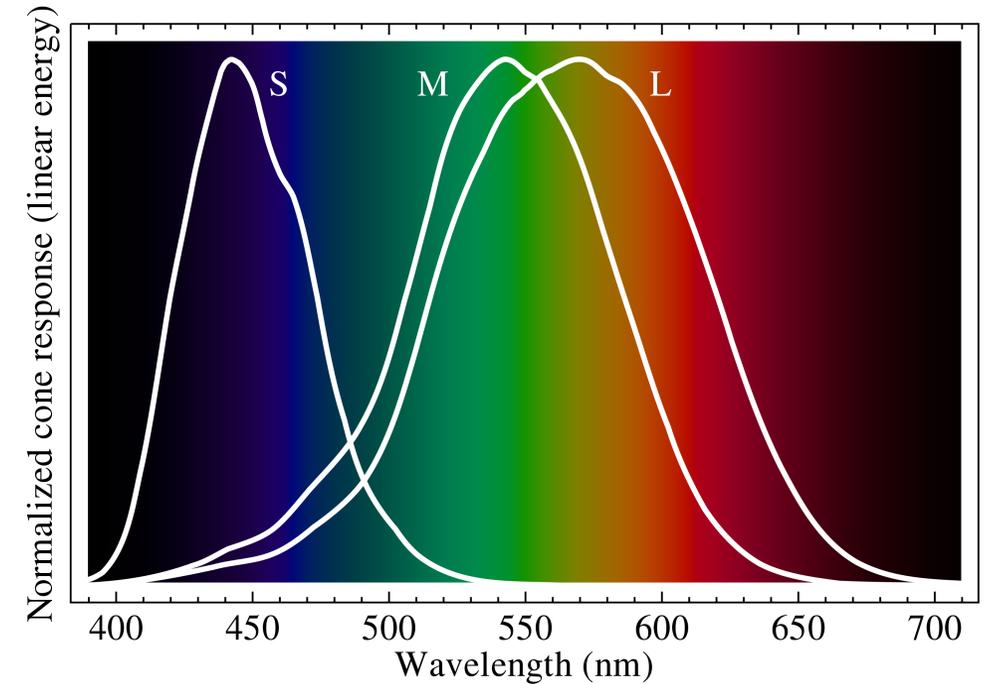
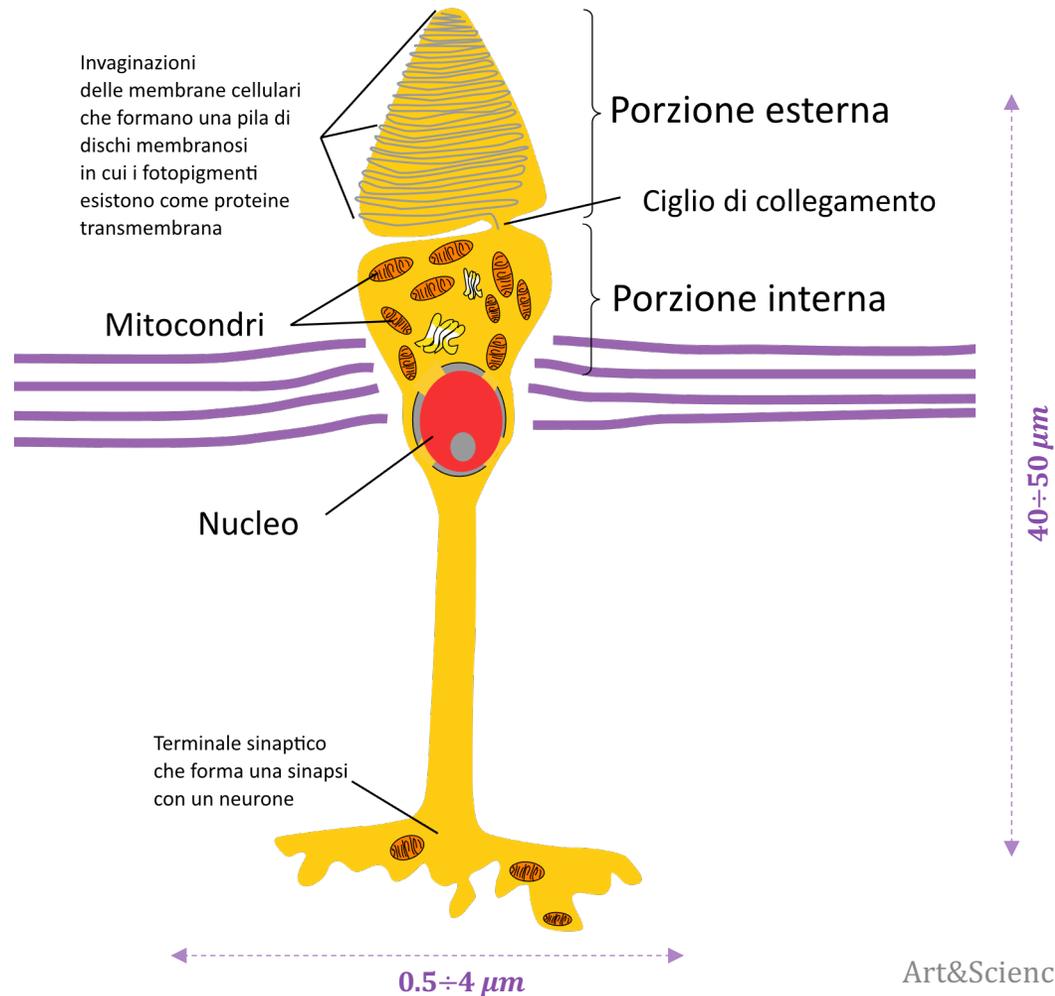


Coni

1. 6 ÷ 7 milioni in un occhio umano
2. Veloce risposta agli stimoli
3. La distribuzione di essi diviene più rarefatta andando verso le zone più periferiche
4. Struttura conica, con in cima fotopigmenti che filtrano la luce
5. Hanno dimensioni dell'ordine di $10^{-6} \div 10^{-5}$ m

La percezione animale dei colori

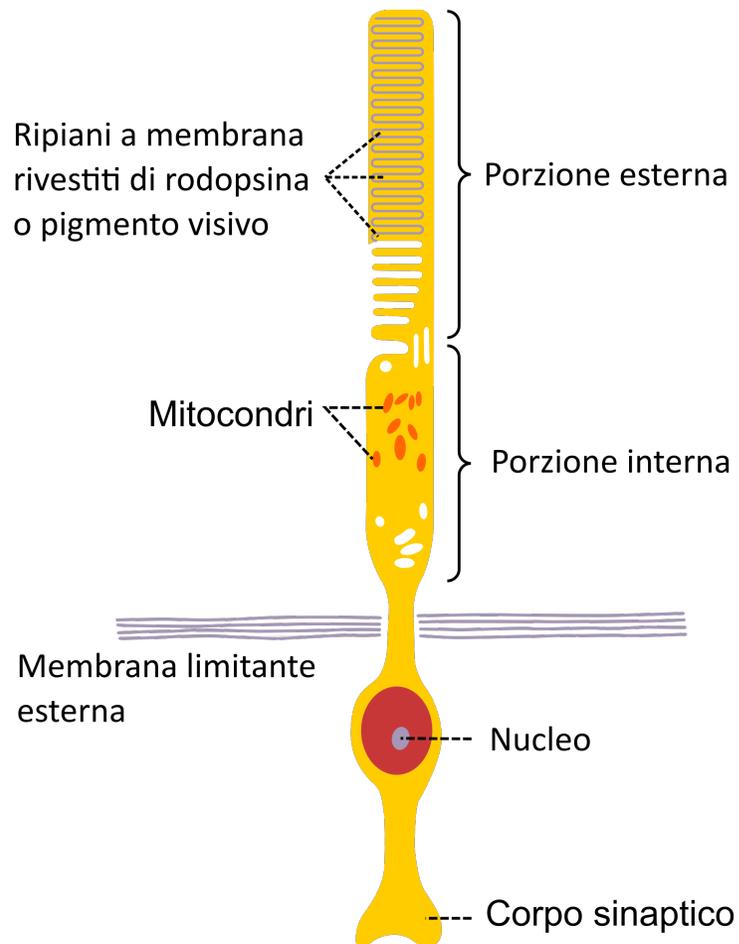
...Ovvero della sensibilità alla lunghezza d'onda di un fotone



6. Sono di tre diversi tipi, a seconda della lunghezza d'onda alla quale sono maggiormente sensibili

La percezione animale dei colori

...Ovvero della sensibilità alla lunghezza d'onda di un fotone



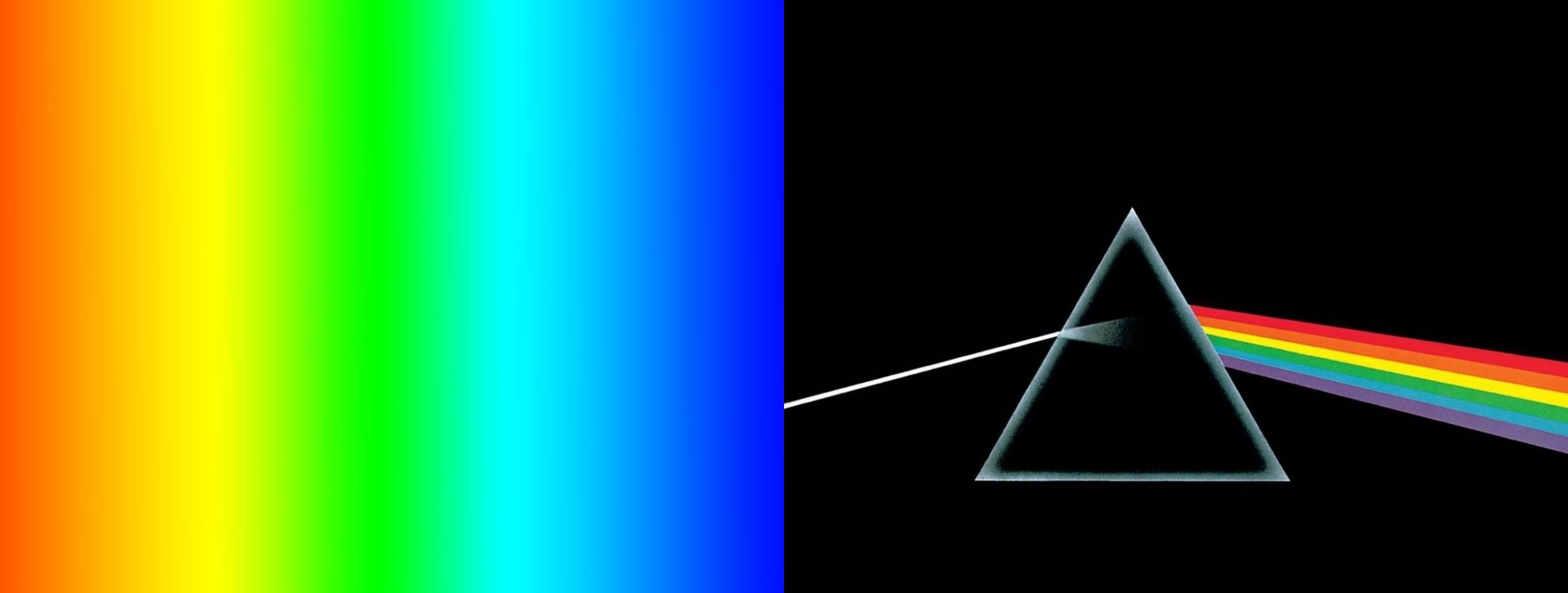
Bastoncelli

1. 75÷150 milioni in un occhio umano
2. Funzione complementare a quella dei coni: sono specializzati nella visione in caso di scarsa luminosità
3. Rendono possibile la cosiddetta visione scotopica (visione notturna, monocromatica) → rileva differenze di brillantezza e non di cromaticità
4. Sono sensibilissimi: bastano pochi fotoni per eccitarli!
5. Insieme con i coni, prendono parte alla serie di reazioni chimiche note come «ciclo visivo» che traducono il segnale luminoso in uno stimolo elettrico inviato al cervello.

Magenta is not red

Magenta is not red

...but wait: where is magenta???



Did they forget magenta from the rainbow??



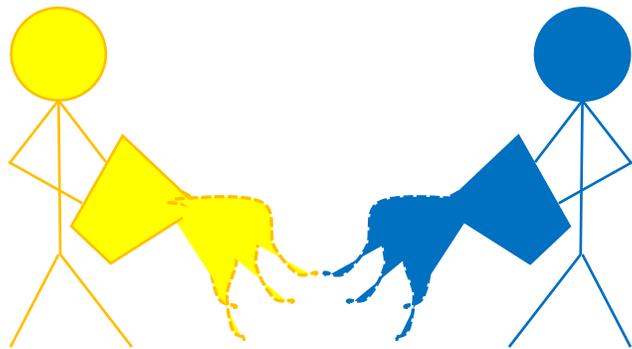
Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

Nella vita di tutti i giorni mescoliamo i colori, ad esempio unendo insieme vernici diverse...



Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

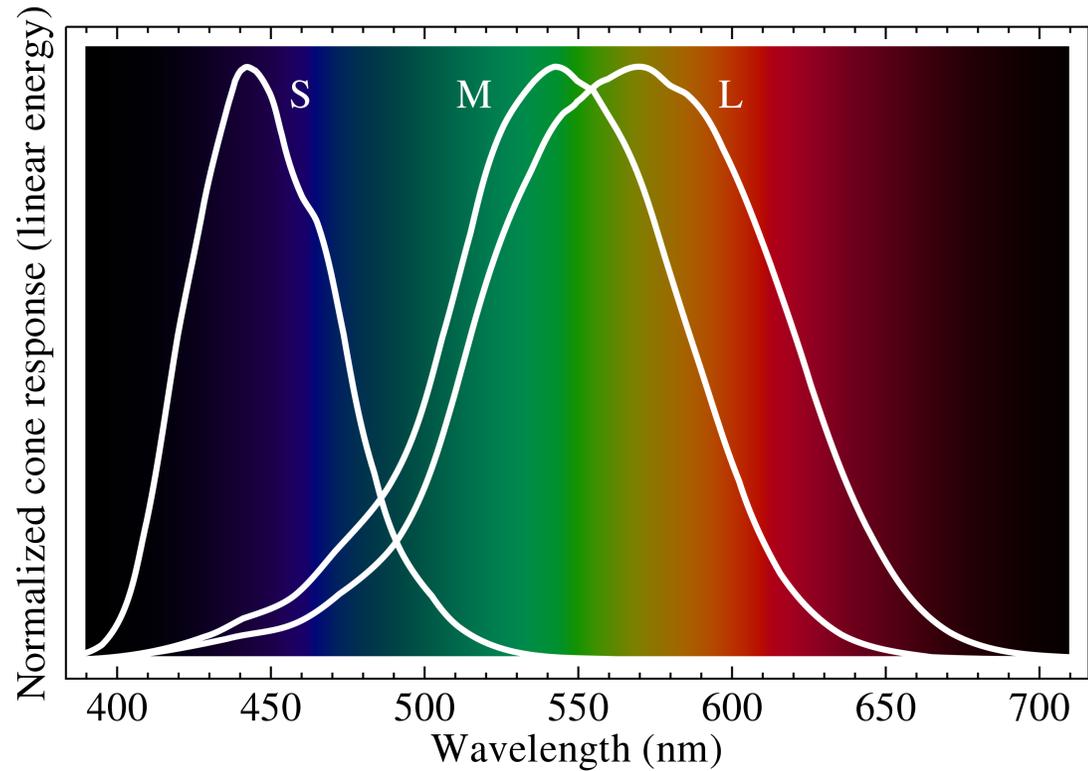
Nella vita di tutti i giorni mescoliamo i colori, ad esempio unendo insieme vernici diverse...

Da un punto di vista microscopico, però, questo non è possibile, in quanto il colore è veicolato da un singolo fotone.



Il magenta non esiste!

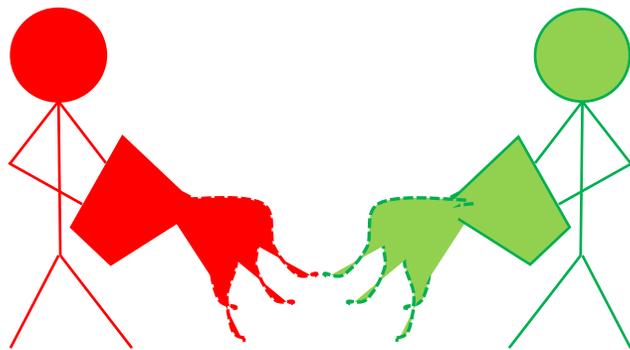
Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?



Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

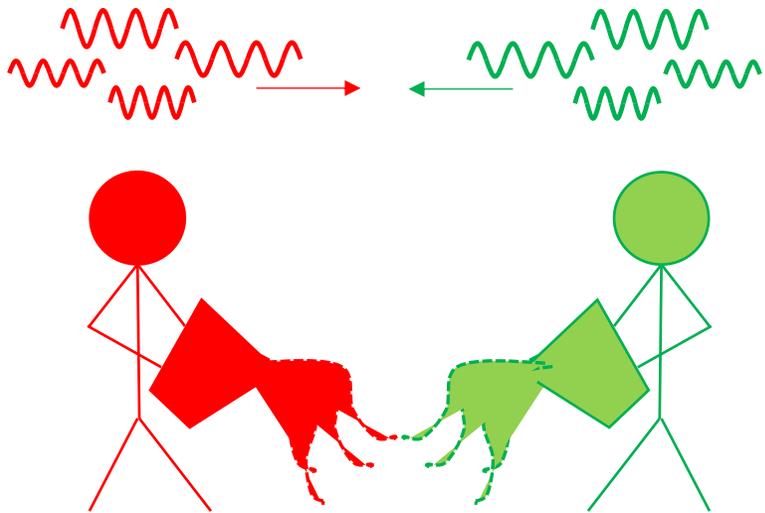
Supponiamo di combinare luce rossa e luce verde:



Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

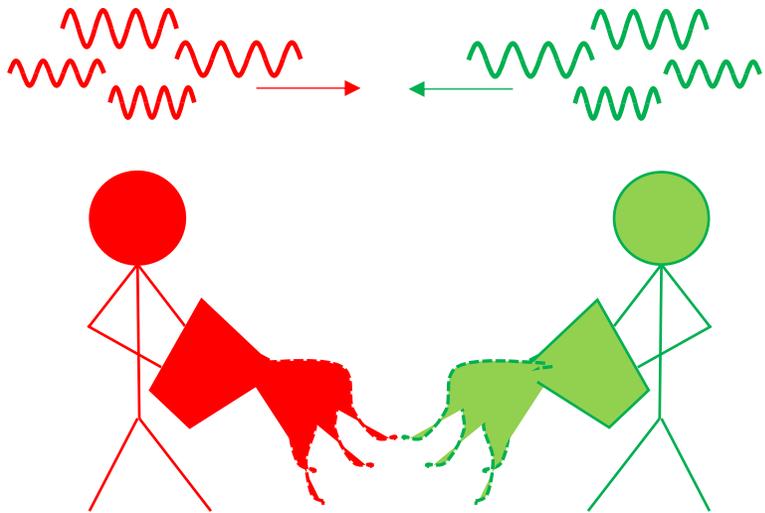
Supponiamo di combinare luce rossa e luce verde:



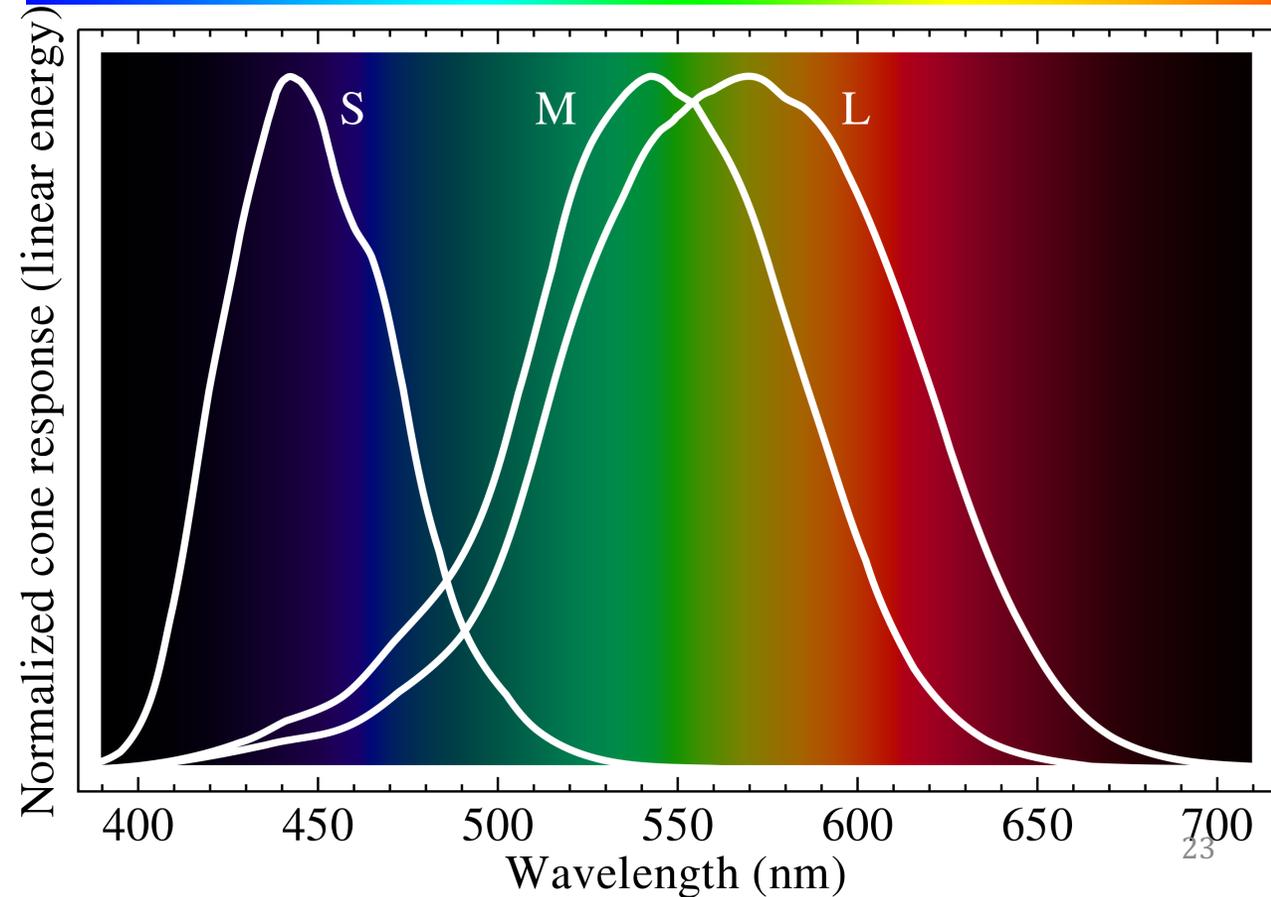
Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

Supponiamo di combinare luce rossa e luce verde:



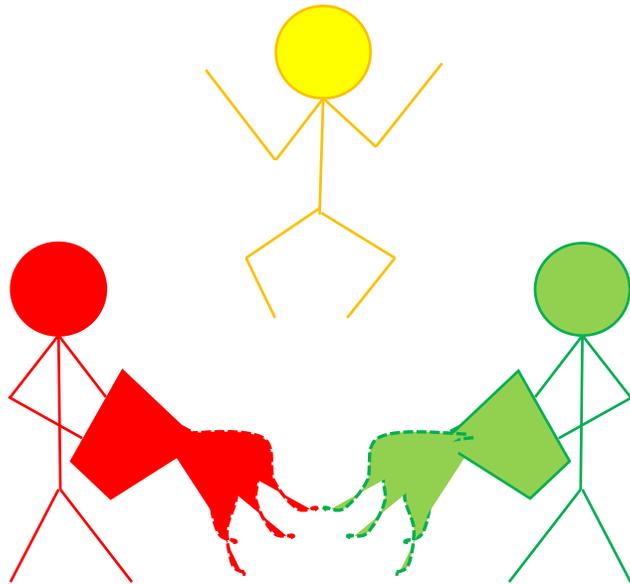
Art&Science melted in colors



Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

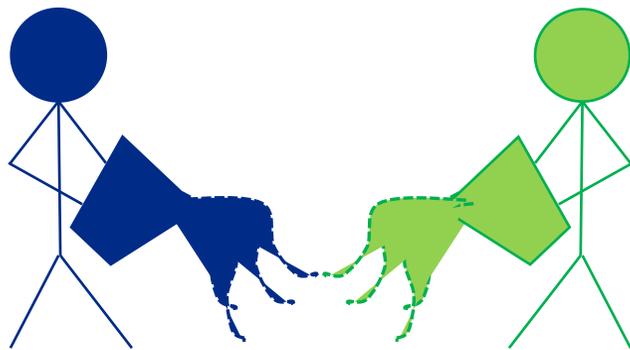
Supponiamo di combinare luce rossa e luce verde:
otterremo il giallo!



Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

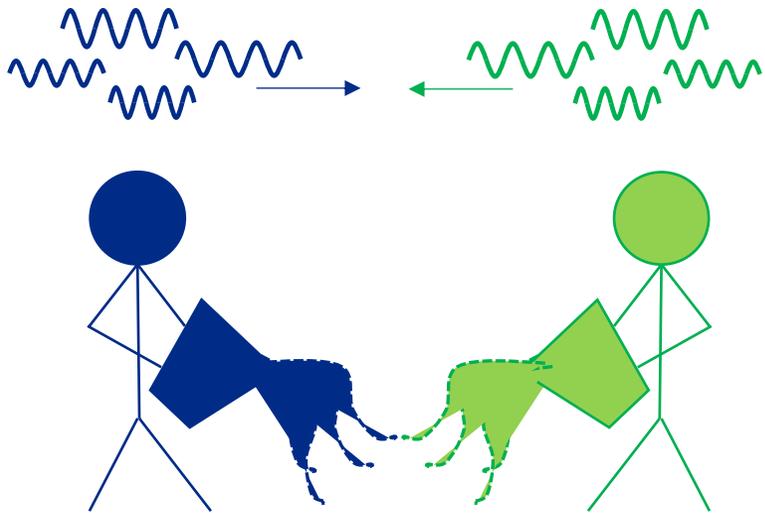
Supponiamo di combinare luce blu e luce verde:



Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

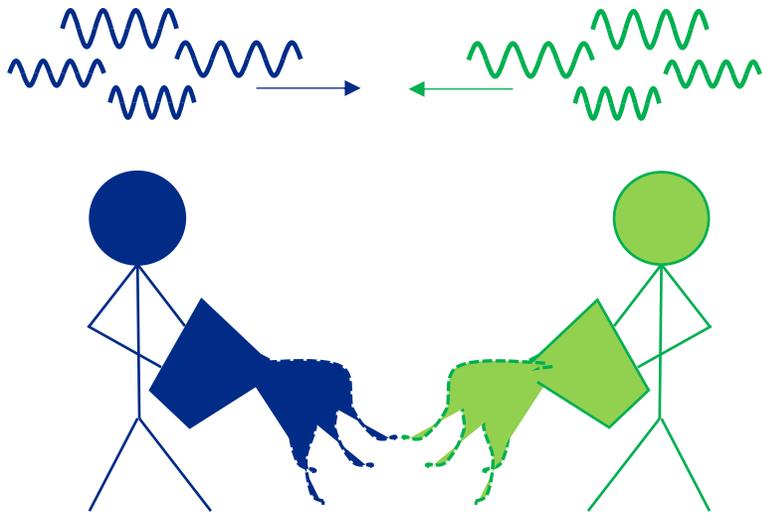
Supponiamo di combinare luce blu e luce verde:



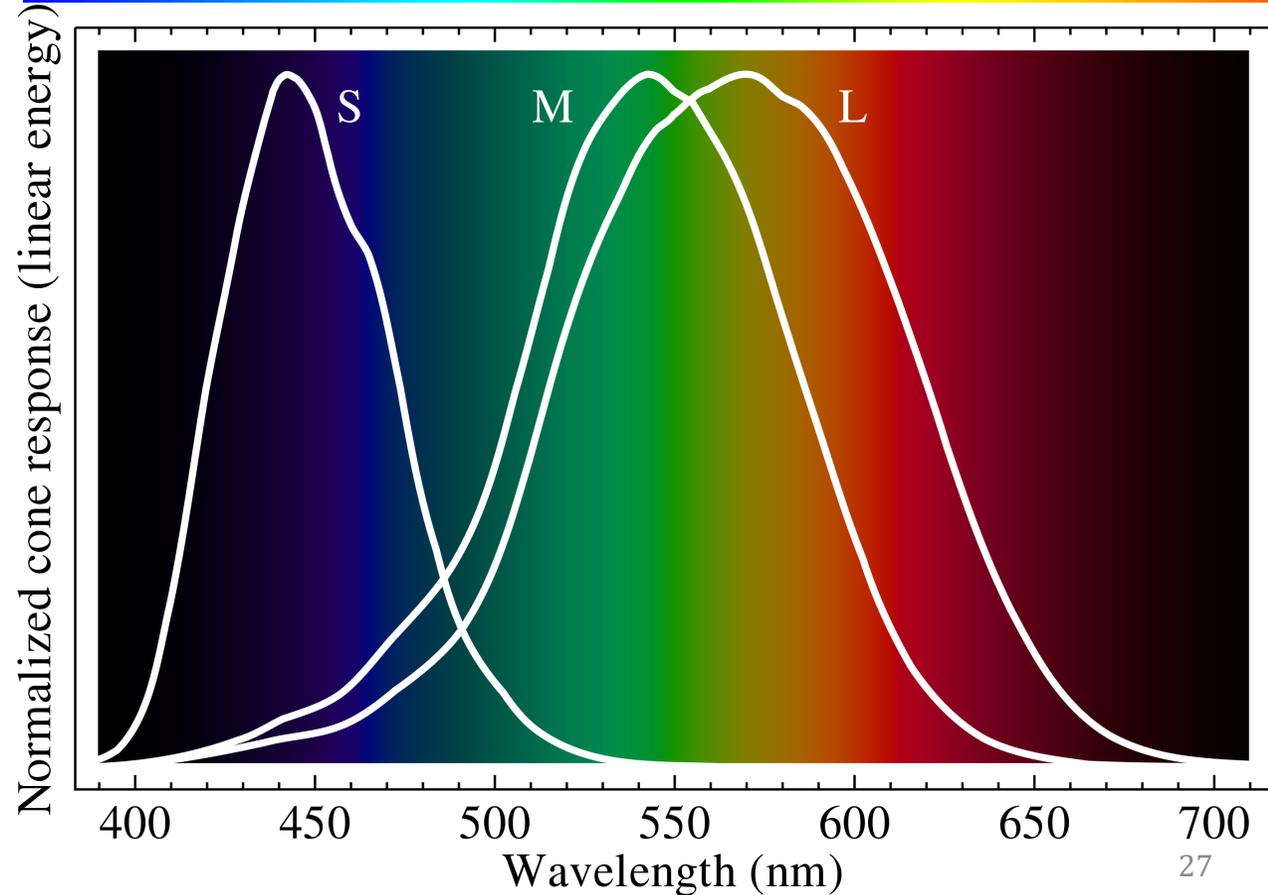
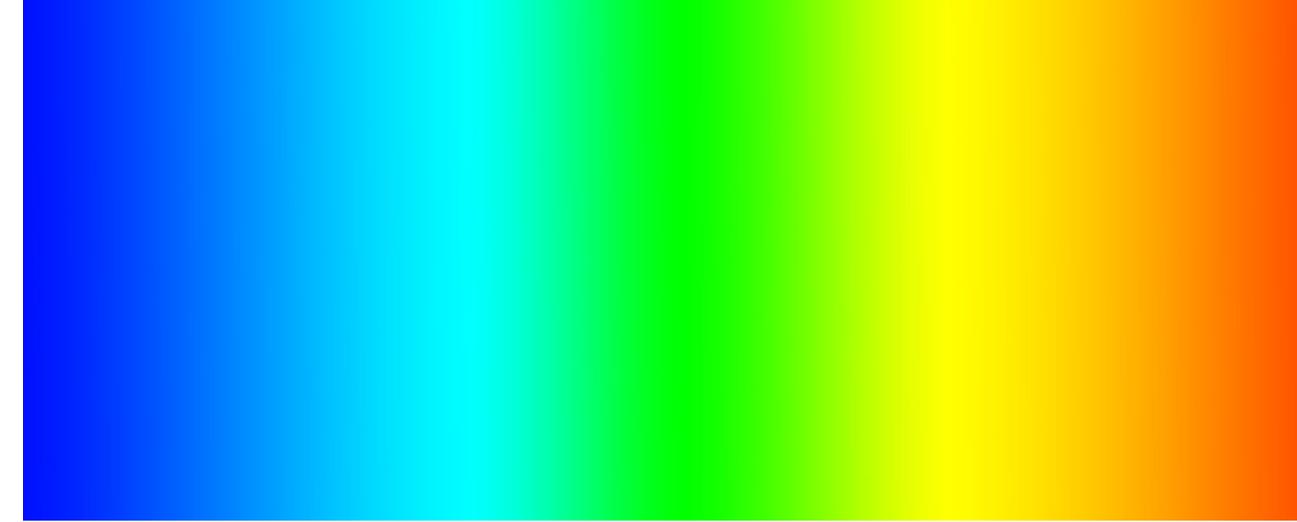
Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

Supponiamo di combinare luce blu e luce verde:



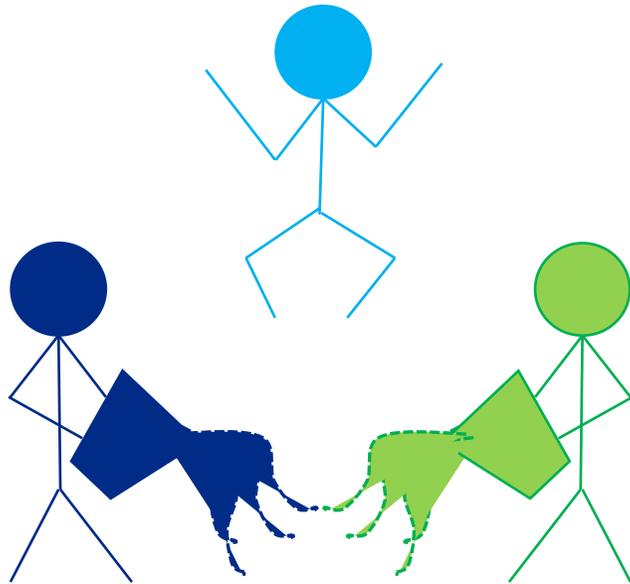
Art&Science melted in colors



Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

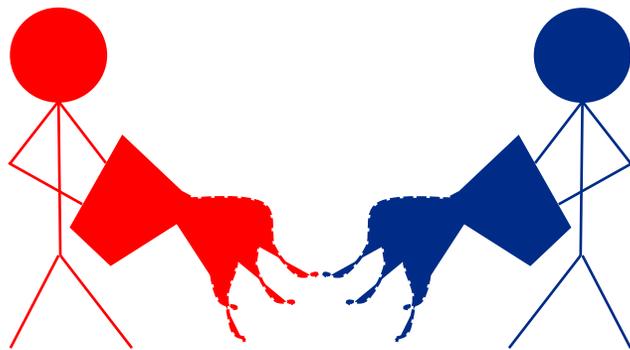
Supponiamo di combinare luce blu e luce verde:
otterremo il celeste!



Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

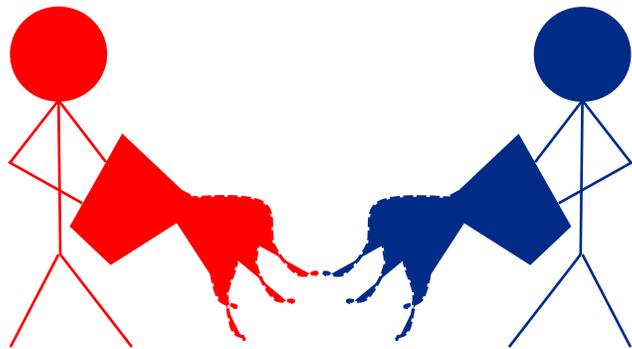
Supponiamo di combinare luce rossa e luce blu:



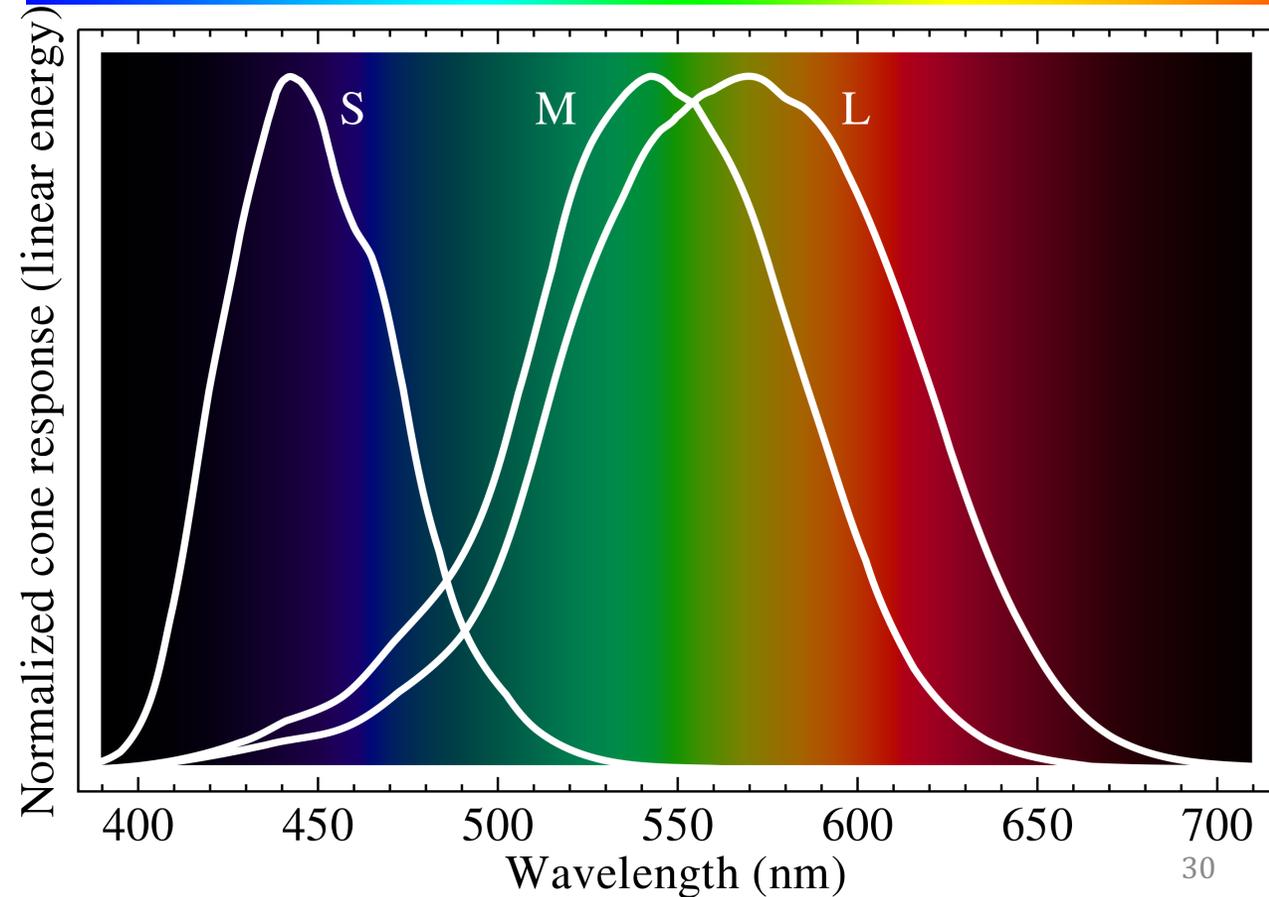
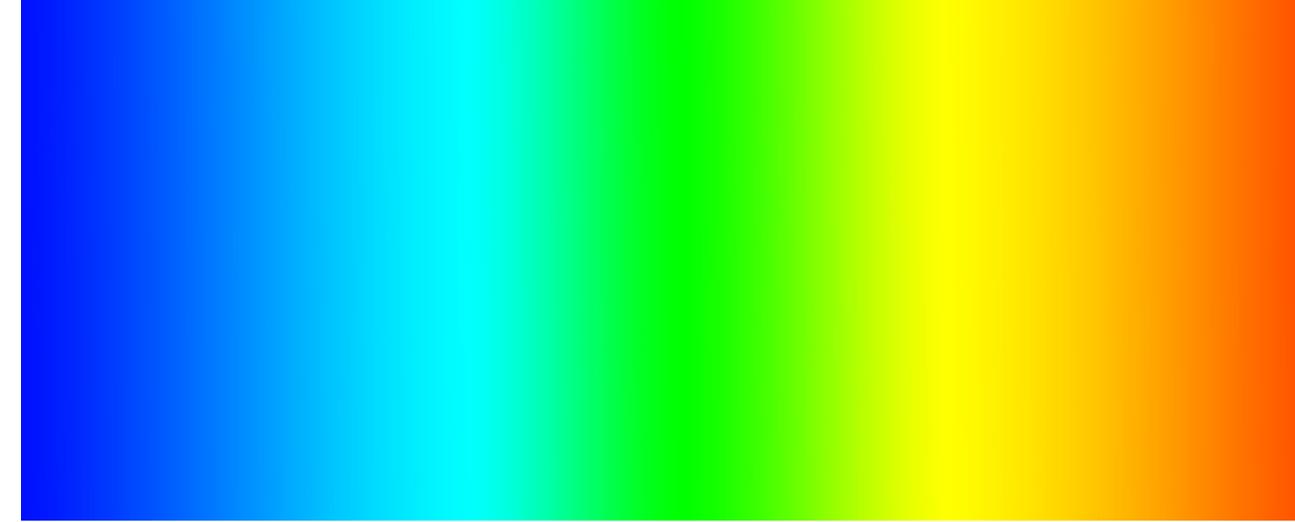
Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

Supponiamo di combinare luce rossa e luce blu:



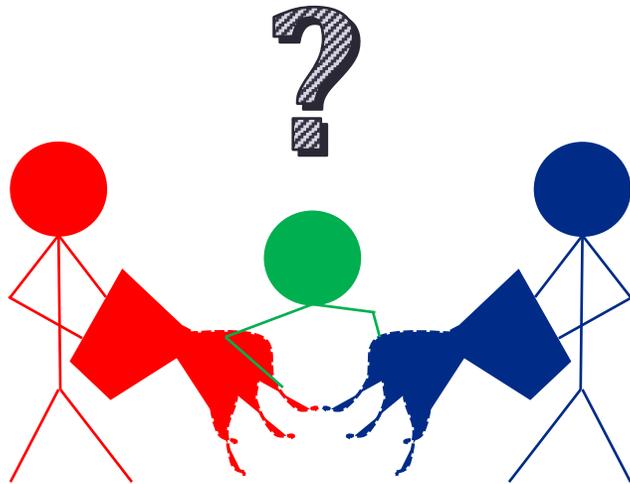
Art&Science melted in colors



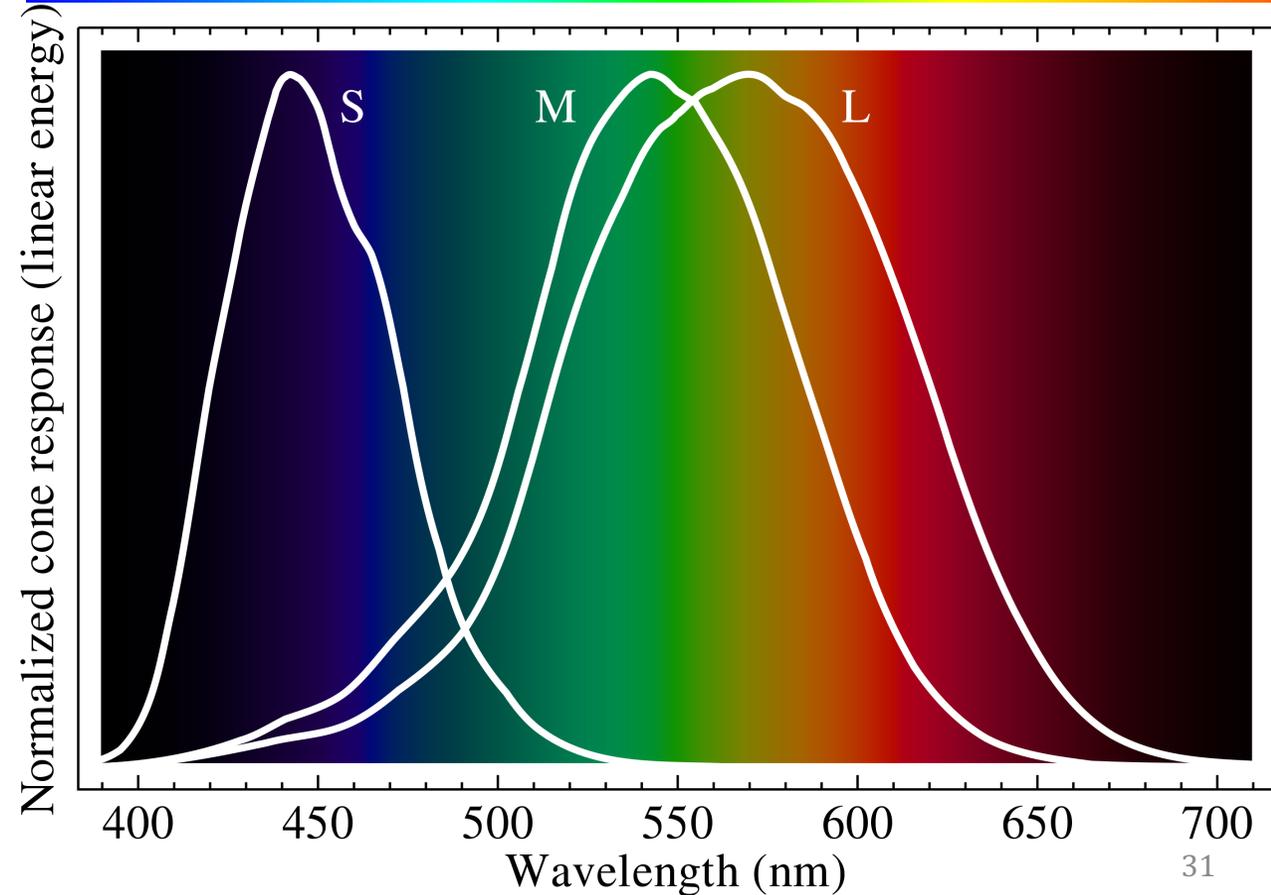
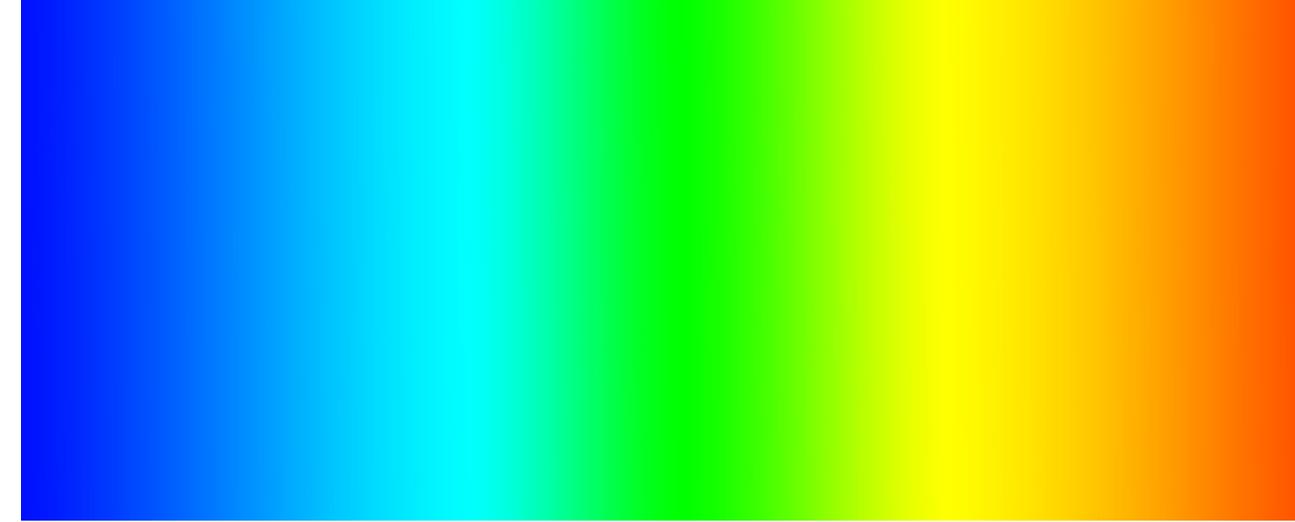
Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

Supponiamo di combinare luce rossa e luce blu: otterremo il...verde?!?



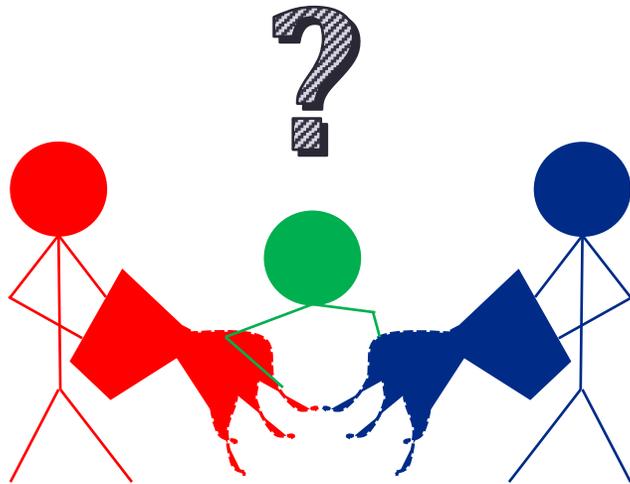
Art&Science melted in colors



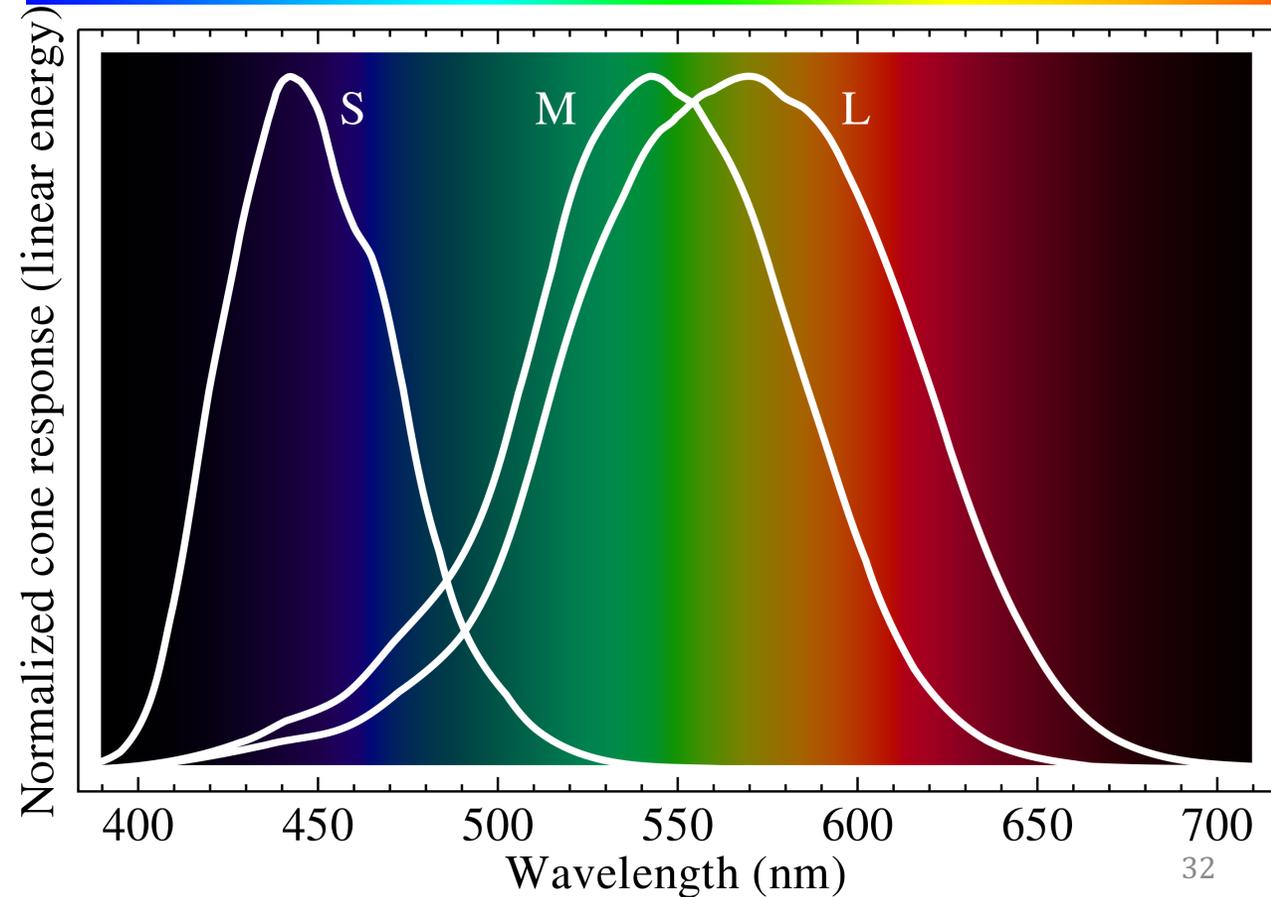
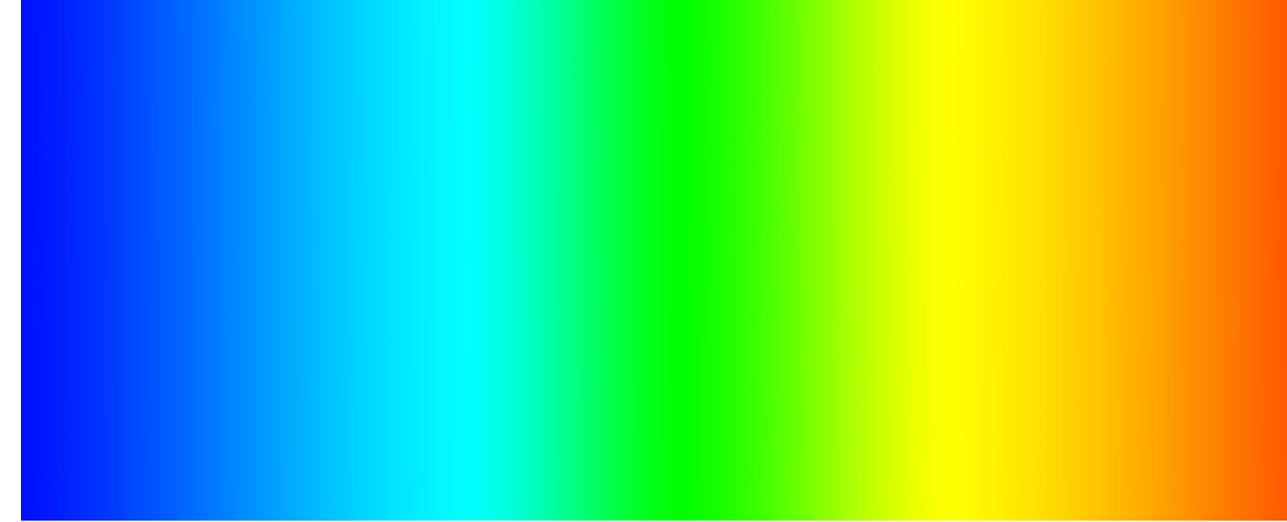
Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

Supponiamo di combinare luce rossa e luce blu: otterremo il...verde?!? No, perché si sarebbe attivato il cono deputato alla percezione del verde!



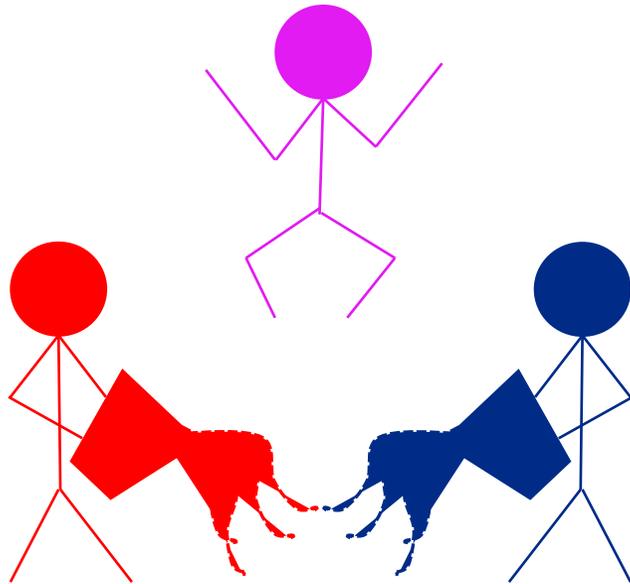
Art&Science melted in colors



Il magenta non esiste!

Come si mescolano i colori nel nostro cervello, se quello che percepiamo sono singole particelle?

Supponiamo di combinare luce rossa e luce blu: il nostro cervello inventa, *ad hoc*, il magenta!



...E quindi ce lo inventiamo!

Odissea, Libro 1

180 Μέντης Ἀγχιάλιοι δαΐφρονος εὐχομαι εἶναι
υἱός, ἀτὰρ Ταφίοισι φιληρέτμοισιν ἀνάσσω.
νῦν δ' ὦδε ξὺν νηϊ κατήλυθον ἠδ' ἑτάροισι,
πλέων ἐπὶ οἴνοπα πόντον ἐπ' ἄλλοθρόους ἀνθρώπους,
ἔς Τεμέσην μετὰ χαλκόν, ἄγω δ' αἶθωνα σίδηρον.

Ora con la nave e i compagni sono qui approdato,
navigando sul mare purpureo verso uomini di lingua diversa,
diretto a Temesa, per avere bronzo: io porto fulgido ferro.

οἴνωψ πόντος

L'inesistenza del blu nel mondo antico

Nel XIX secolo, Gladstone si rese conto che nei due poemi omerici, Iliade e Odissea, si citavano spesso il nero (~170) e il bianco (~100), ma molto più raramente gli altri colori - il rosso veniva citato circa una dozzina di volte, mentre il giallo e il verde meno di dieci volte ciascuno.

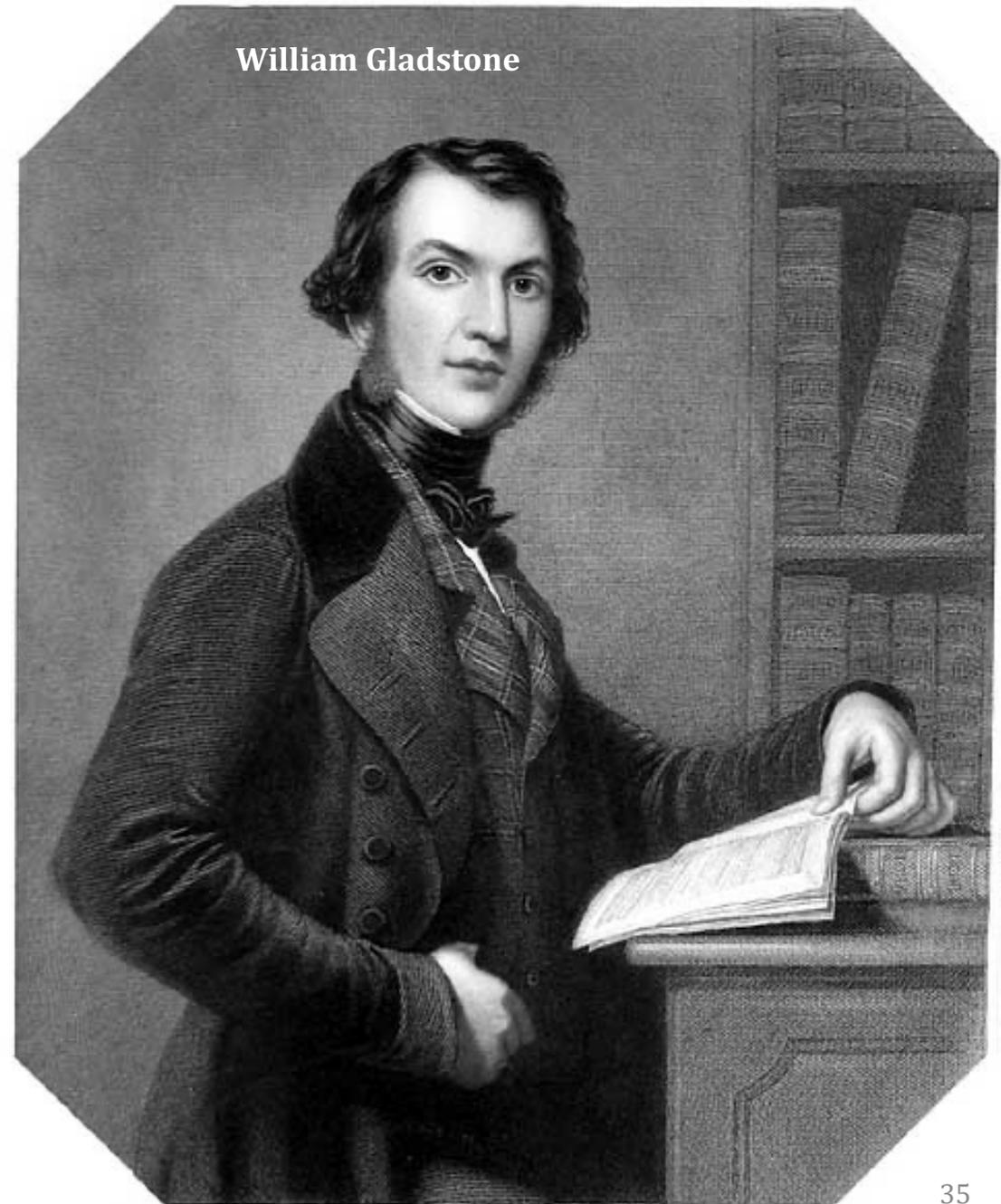
Il blu, invece, non compariva mai.

Lazarus Geiger, poco tempo dopo, scoprì che lo stesso era vero nelle altre lingue del mondo antico.

Notò inoltre che **i colori comparivano nelle lingue antiche nello stesso ordine:**

1. Bianco e nero
2. Rosso
3. Giallo/verde
4. ...e solo infine il blu!

William Gladstone



οἴνωψ πόντος

L'inesistenza del blu nel mondo antico

Nel XIX secolo, Gladstone si rese conto che nei due poemi omerici, Iliade e Odissea, si citavano spesso il nero (~170) e il bianco (~100), ma molto più raramente gli altri colori - il rosso veniva citato circa una dozzina di volte, mentre il giallo e il verde meno di dieci volte ciascuno.

Il blu, invece, non compariva mai.

Lazarus Geiger, poco tempo dopo, scoprì che lo stesso era vero nelle altre lingue del mondo antico.

Notò inoltre che **i colori comparivano nelle lingue antiche nello stesso ordine:**

1. Bianco e nero
2. Rosso
3. Giallo/verde
4. ...e solo infine il blu!

'JAW-DROPPINGLY WONDERFUL'
STEPHEN FRY

THROUGH THE
LANGUAGE

GLASS 

WHY THE WORLD
LOOKS DIFFERENT IN
OTHER LANGUAGES

GUY DEUTSCHER

Dove finisce il rosso? Dove comincia
il giallo? In quale punto il celeste
inizia ad essere verde?



Art&Science melted in colors