

Una farfalla nella filiera tessile

A butterfly in the textile pipeline

Colour terms and definitions

1988 edition

SOCIETY OF DYERS AND COLOURISTS

COLOUR

That characteristic of the visual sensation which enables the eye to distinguish differences in its quality, such as may be caused by differences in the spectral distribution of the light rather than by differences in spatial distribution or fluctuation with time.

COLORE

Quella caratteristica della sensazione visiva che rende capaci di distinguere differenze nella sua qualità, quali possono essere causate da differenze nella distribuzione spettrale della luce piuttosto che da differenze nella distribuzione spaziale o fluttuazioni nel tempo.

The Paleolithic painters

Caverns of Chauvet (35000-30000 b.c.)



Carbon (C)

Iron oxides (Fe_2O_3)
(Yellow earth)

The Paleolithic painters

Caverns of Lascaux (16000 b.c)

Carbon



Iron oxide hematite (Fe_2O_3) + Carbon (C)
+ manganese oxides (traces)



Gioanventura Rosetti

(Gioanventura Rosetti)

Venezia 1548

Italian-English Edition M.I.T.
(Massachusetts Institute of
Technology), 1962.

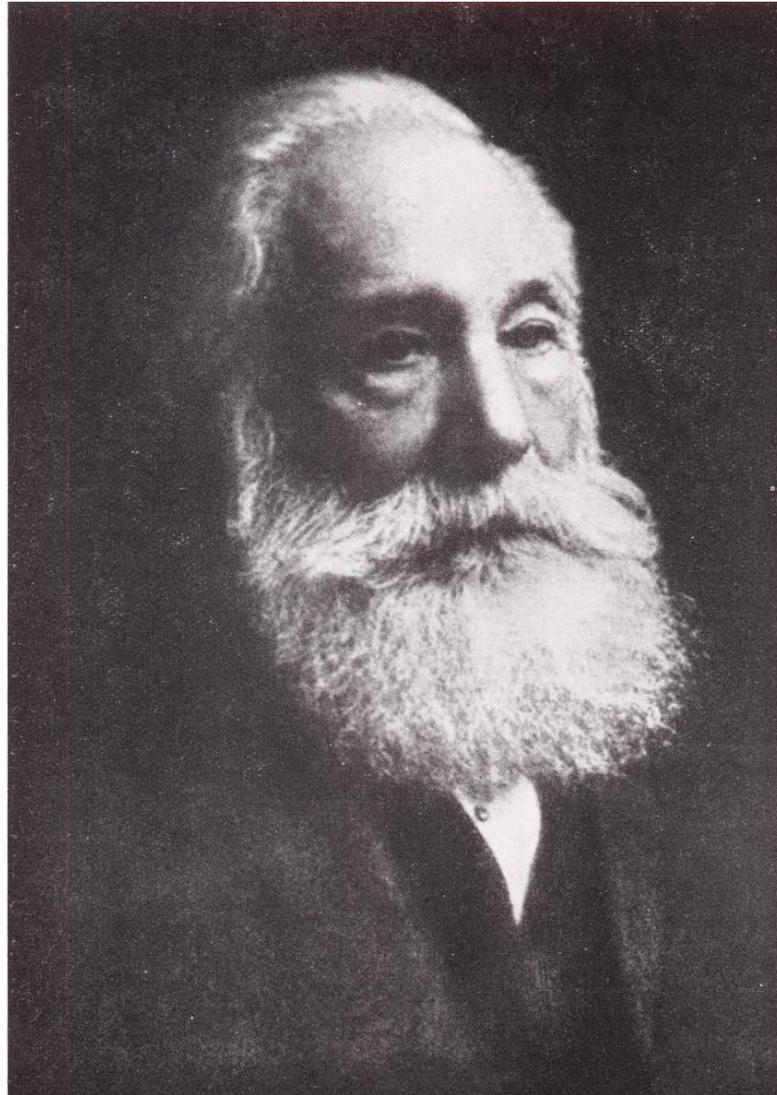
“Raccolta dell’arte dei tintori
che insegna a tingere panni, tele,
cotone e seta, sia secondo l’arte
maggiore che quella comune”

**A tengier panno in scarlatto bellissimo al modo di questa
Citta de Venetia.**

Prima pesa il tuo panno ⁊ cadauna lira de panno dalli onze.6. de grana circa a luminarlo: per ogni lira de panno dalli onza meza de lume de rocha: ⁊ onze. i. de grepo bianco ben pesto ⁊ tamisato: ⁊ habbi vna caldara, ⁊ habbi acqua chiara ⁊ mettili dentro la lume ⁊ lo grepo: ⁊ fa sotto buon foco per fina che vole boglir: ⁊ poi metti dentro il panno ⁊ fallo boglir vn bora continuamente con bon fogo sotto: ⁊ poi torrai fora il panno ⁊ mandalo a lauar allacqua che sia ben corrente ⁊ ben lauato ⁊ poi apparecchia piena la caldara, ⁊ mettila al foco, ⁊ fa che sia dentro quatro secchi de acqua forte ⁊ bene grassa ⁊ ben pongente insieme con lacqua, ⁊ come la mostra de voler boglir mettili dentro la grana, ma prima fa che la sia ben pestata: ⁊ come la volle boglir mettelo dentro il panno, ⁊ tuffalo: cioe cazzalo sotto: ⁊ dalli quatro o cinque lissi al tornello, ⁊ puoi caua fora lo panno ⁊ fallo sfredir: ⁊ poi lo manda a lauar alacqua corrente: ⁊ poi apparecchia bagno nouo ⁊ dalli doi ouer tre bagni, cioe con la semola: Et per ogni bagno lire vna de lume de rocha ⁊ vna lira de grepo: ⁊ sel panno fosse troppo aperto, dalli vno bagno nouo: cioe vna quarta de semola senza grepo ⁊ vna lira de arsuicho ben pesto: ⁊ nota ch' volle boglir vno quarto de bora ciascaduno bagno nouo con la semola: Item sel panno fosse troppo carico dalli vno bagno nouo con la semola senza grepo con vna lira de lume de rocha.

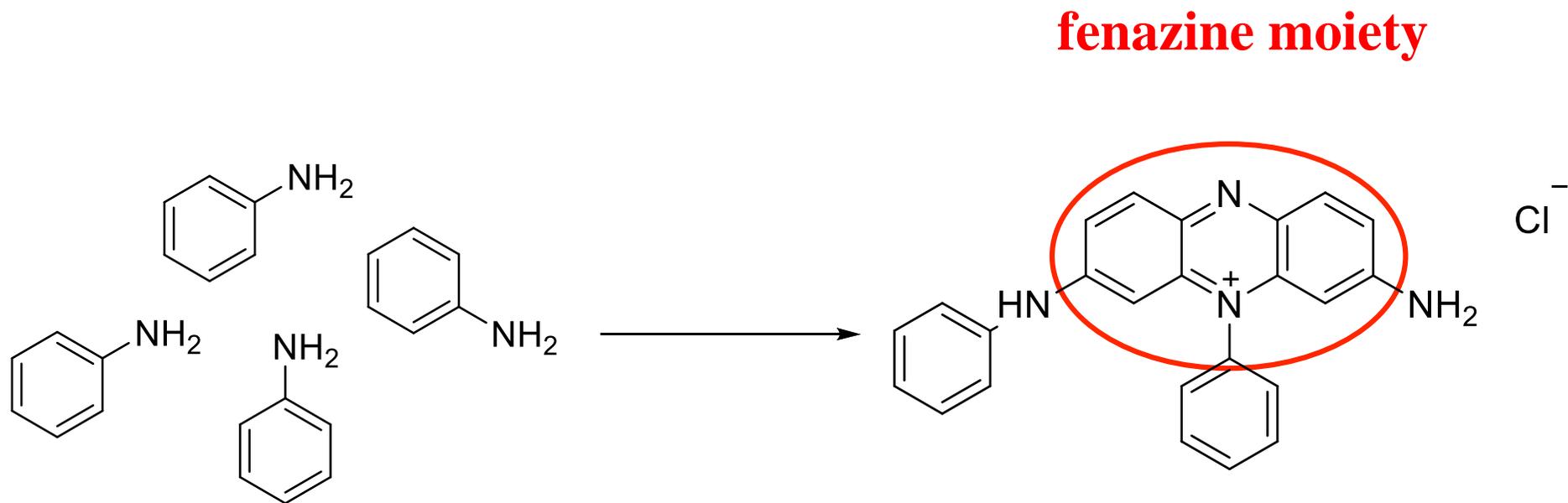
To dye cloth a very beautiful scarlet, in the manner of this
City of Venice.

46. First weigh your cloth, and for each piece of cloth use about 6 ounces of grain. For the mordanting, for each pound of cloth, use a half ounce of roche alum, and 1 ounce of white tartar well pestled and sifted. Have a cauldron, and have clear water and put into it the alum and the tartar. Make beneath a good fire to the end that it wants to boil. Then put in the cloth and make it boil continually for one hour with a good fire below. Then you will take out the cloth and send it to be washed in water that is well running and wash well and then prepare the full cauldron. Set it on the fire and see that inside there be four pails of strong water, well fatted and well pungent, together with the water. As it shows signs of wanting to boil, put in the grain but first see that it is well pestled. When it is about to boil put in the cloth and dive it, that is, poke it beneath, and give it four or five swishes on the turn wheel. Then remove out the cloth and let it cool. Then send it to wash in running water. Then prepare a new bath and give it two or three baths, that is with the bran, and for each bath one pound of roche alum and one pound of tartar. If the cloth is too open, give it a new bath, that is a quarta of bran without tartar, and one pound of arsenic well pestled. Note that it needs to boil one quarter of an hour,*each and every new bath, with bran. Also if the cloth were to be overloaded, give it a new bath with bran without tartar, with a pound of roche alum.⁶⁴



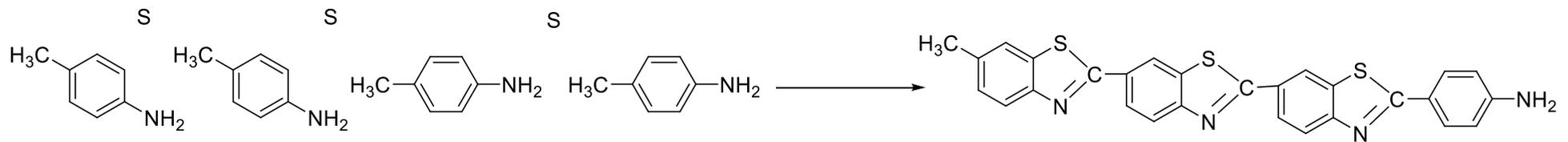
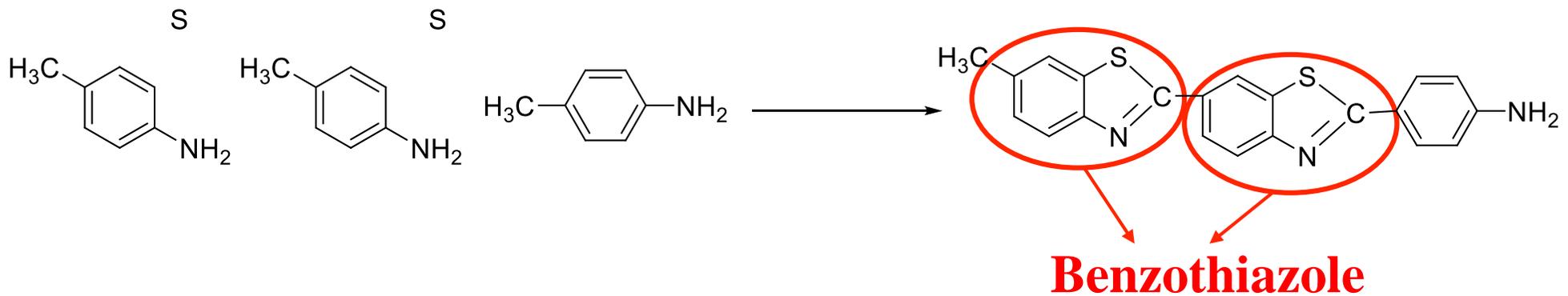
William Henry Perkin (1838-1907)
Discoverer of the first synthetic dye, Mauveine, in 1856

Mauveine

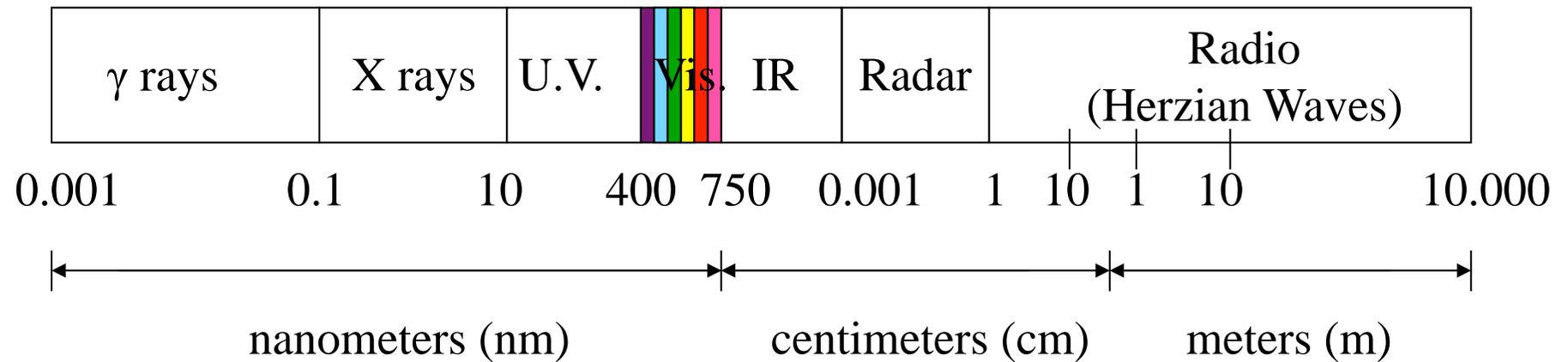


With regard to brews....

Primuline



The electromagnetic spectrum



Light is the totality of electromagnetic radiations travelling, in the vacuum, at ca. 300.000 km/sec, different in their wavelength and energy.

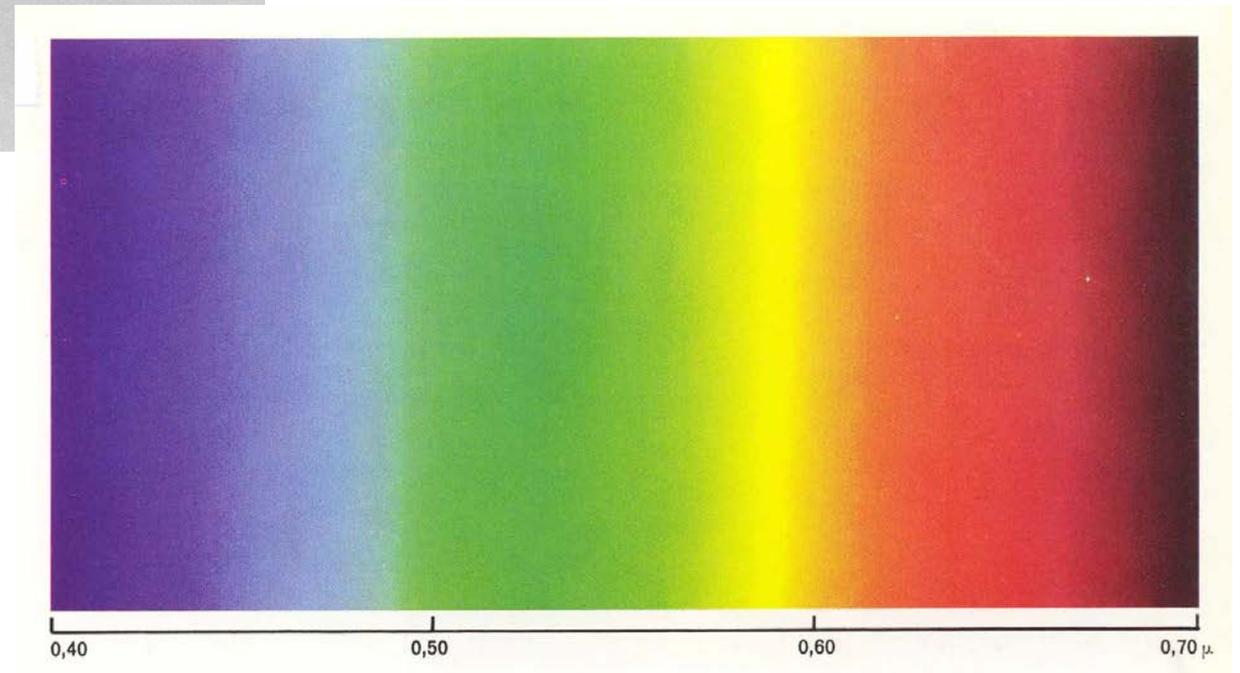
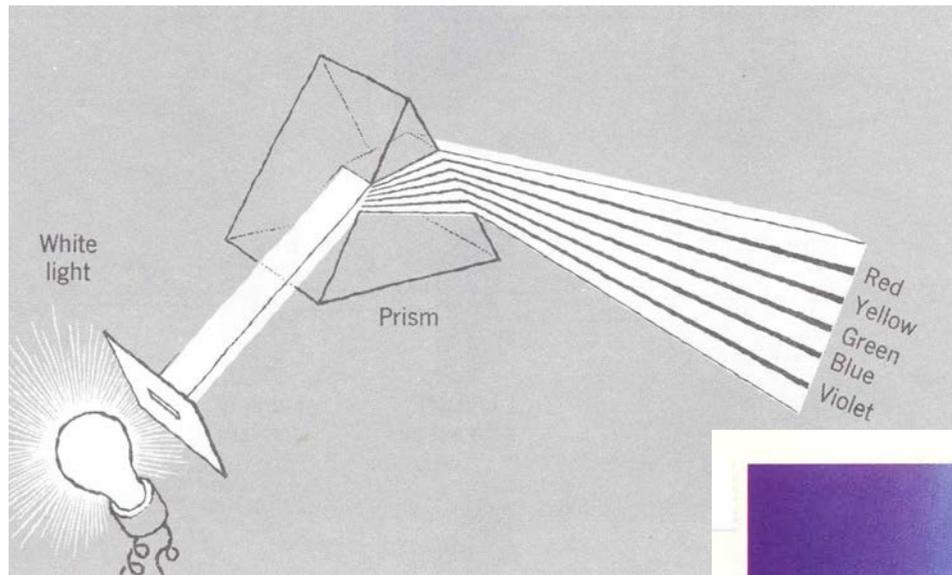
$$E = h \cdot \nu$$

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

EINSTEIN-BOHR EQUATION

- E = energy
- h = Planck constant
- ν = frequency
- c = speed of light
- λ = wavelength

The energy of the *photon (quantum of light)* referred to a given radiation is in inverse relation to the wavelength of the luminous beam. The energy of an ultraviolet photon ($\lambda = 250$ nm) is 114.4 kcal (photodegradation of organic molecules).

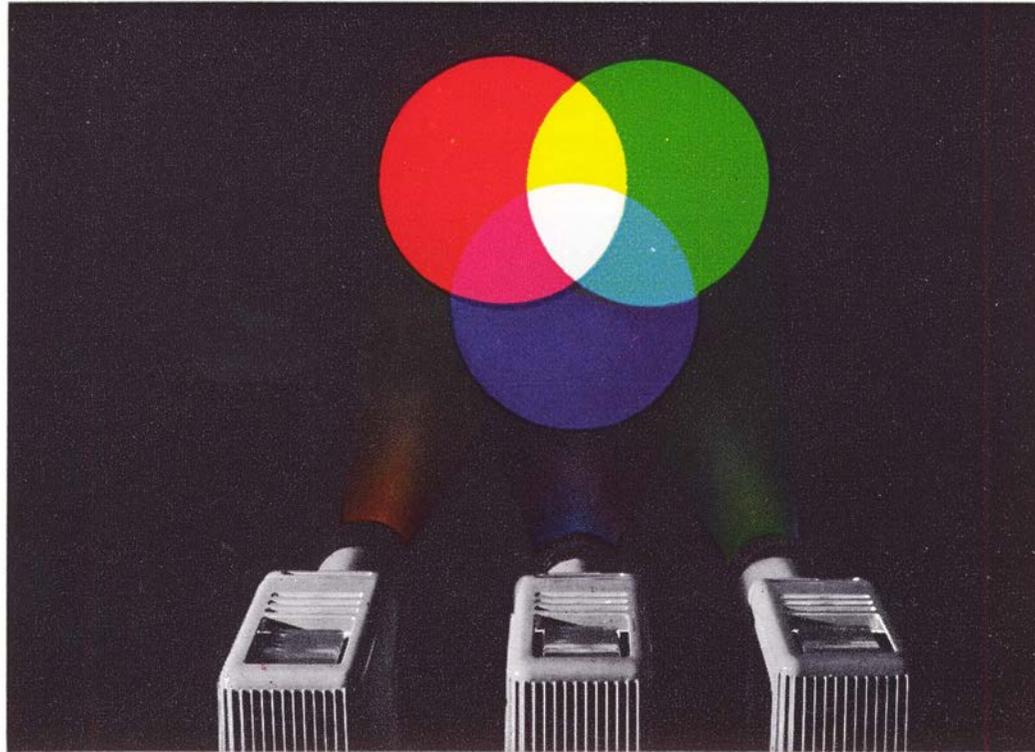


Dispersion shows an angle as higher as the energy of the radiation is higher. White light (solar light) is the balanced sum (*equal energy*) of all spectral colours.

Spectral means extended to the whole visible spectrum (400-700 nm).

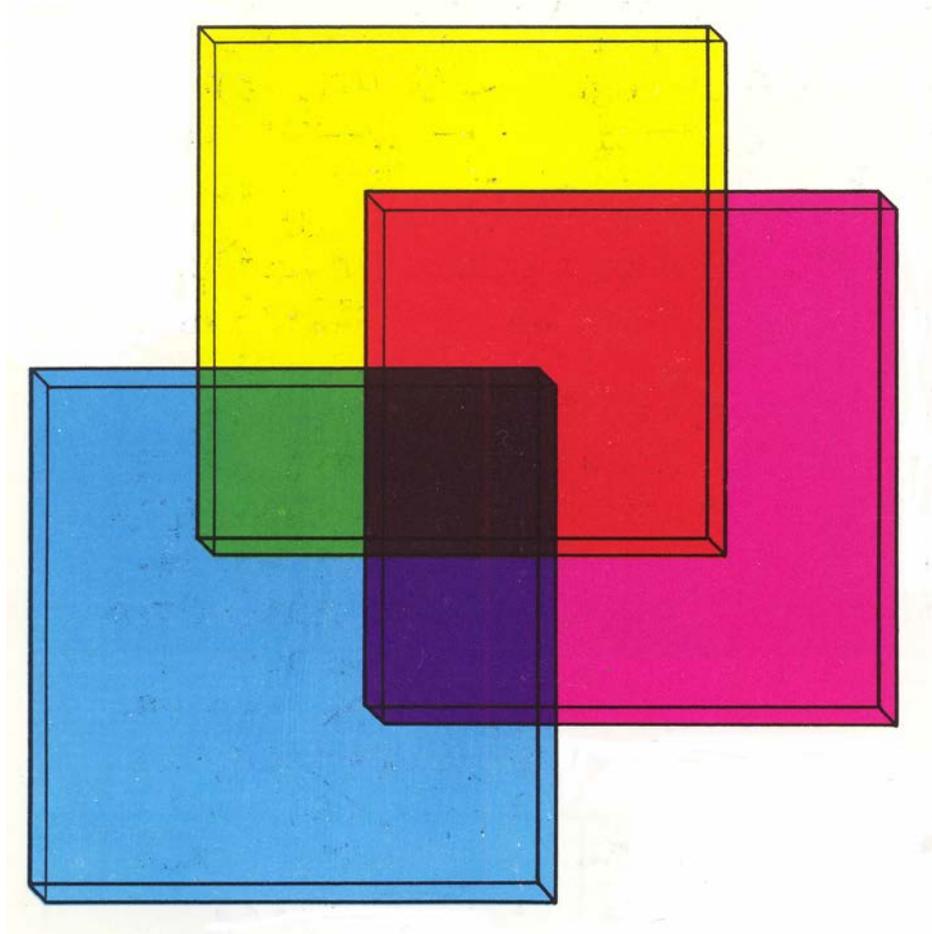


Additive mixtures



If, on a black screen, three lights (primary colour sources, self luminous), **blue**, **green** and **red** are projected in a suitably balanced amount (*equal energy*), at their intersection **white** will appear. At the intersection of pair of lights will appear the three **complementary** colours, **yellow**, **magenta** and **cyan**, respectively.

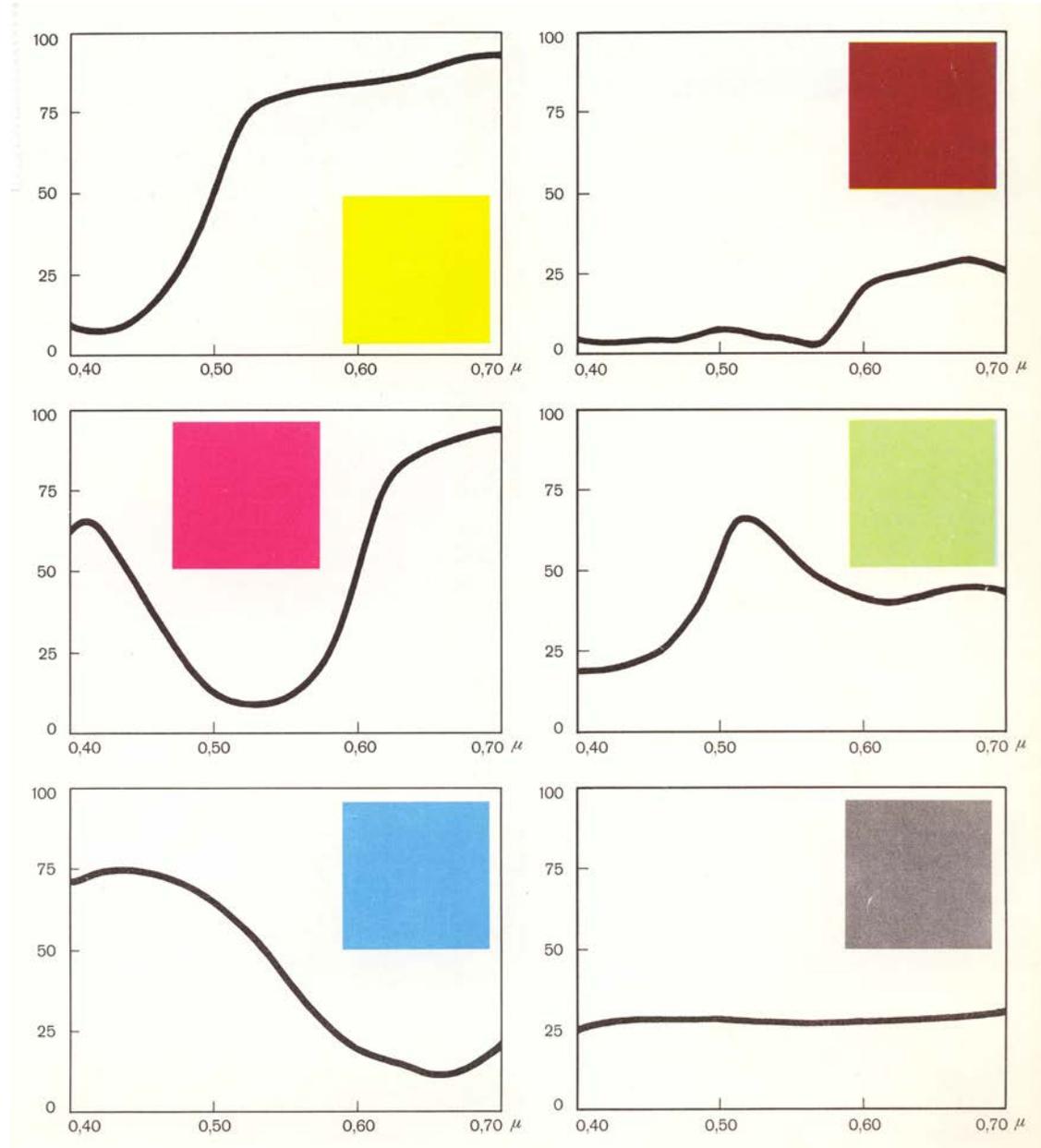
Subtractive mixtures



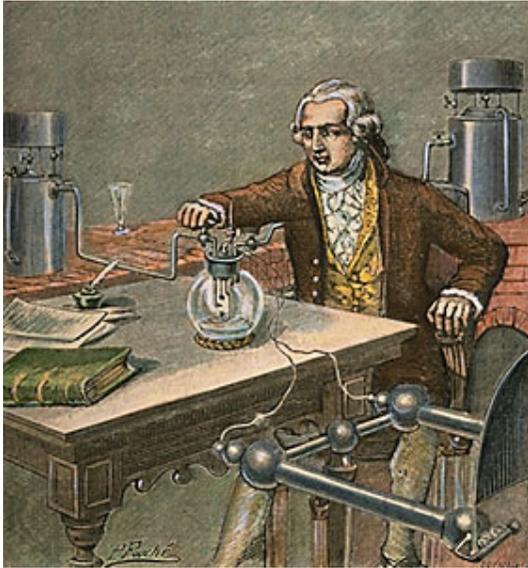
If three transparent coloured sheets (*equal energy*), **yellow**, **magenta** and **cyan**, are interposed between a source of white light and the eye, at their intersection **black** will appear (white light is completely absorbed). At the binary intersections, the three complementary colours, **blue**, **green** and **red** will appear.

Reflectance

If an object is not self luminous (i.e. it is not a light) we must resort to an **illuminant** for being able to see it. If we illuminate with white light, the constituents (molecules) of the object can absorb selected portions of the white light, thus the object will **reflect** the not absorbed portions which, in turn, will give rise to the **colour of the object**.



The reflectance curve is the portion of a radiation, for each wavelength (λ) (spectral), reflected by the surface of the object (R_λ).



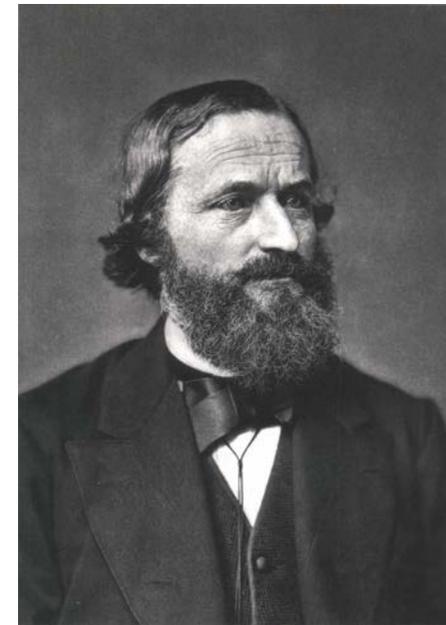
Lavoisier's law
(Conservation of matter)

"Nothing is created nor destroyed"

Antoine-Laurent de Lavoisier (1743 – 1794)

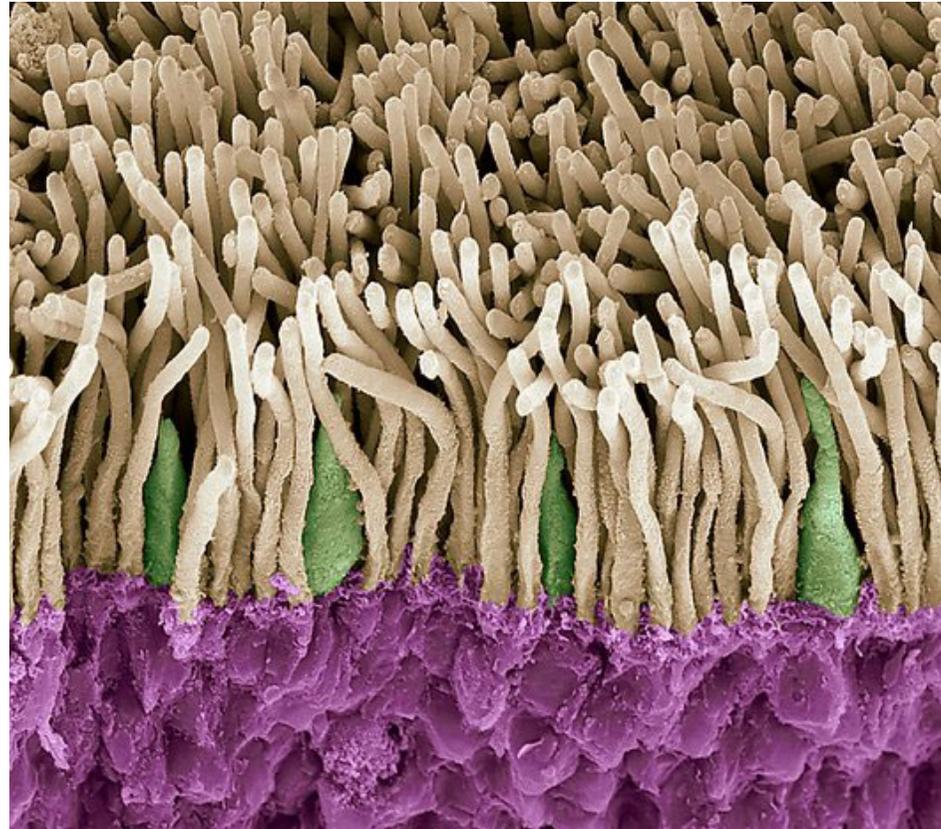
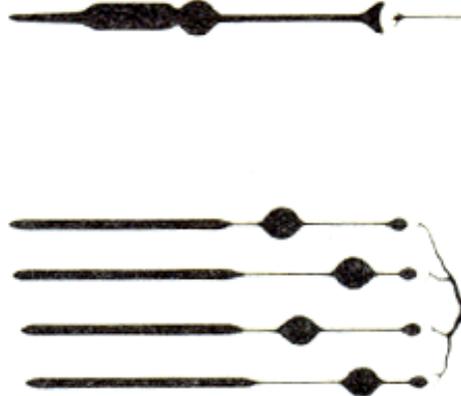
Kirchhoff's Law
(Radiant energy conservation)

"The intensity of the incident radiation is equal to the sum of the intensity of light reflected, absorbed, transmitted"



Gustav Robert Kirchhoff (1824 – 1887)

Micrograph of rods and cones



The cones (in green) are responsible for day vision and capture details and accurate colors. The rods (in brown) instead convey a less sharp image, but compared to the cones are more sensitive to light and allow the eye to see at night in low light conditions. In purple, the outer layer of the retina.



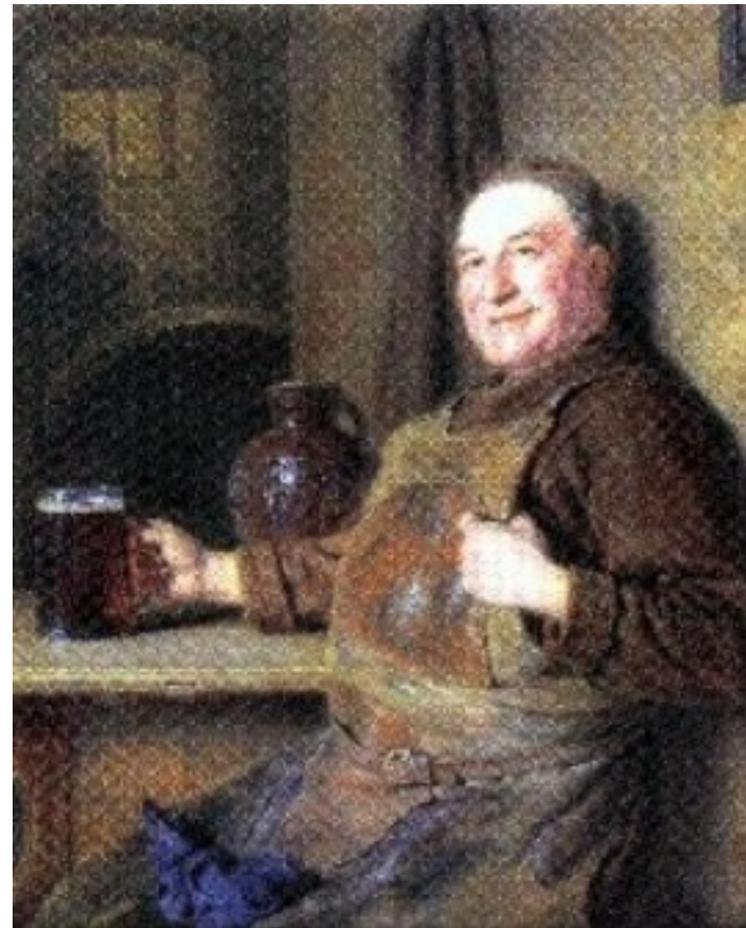
Goes to bed ... with hens

It's a nocturnal animal



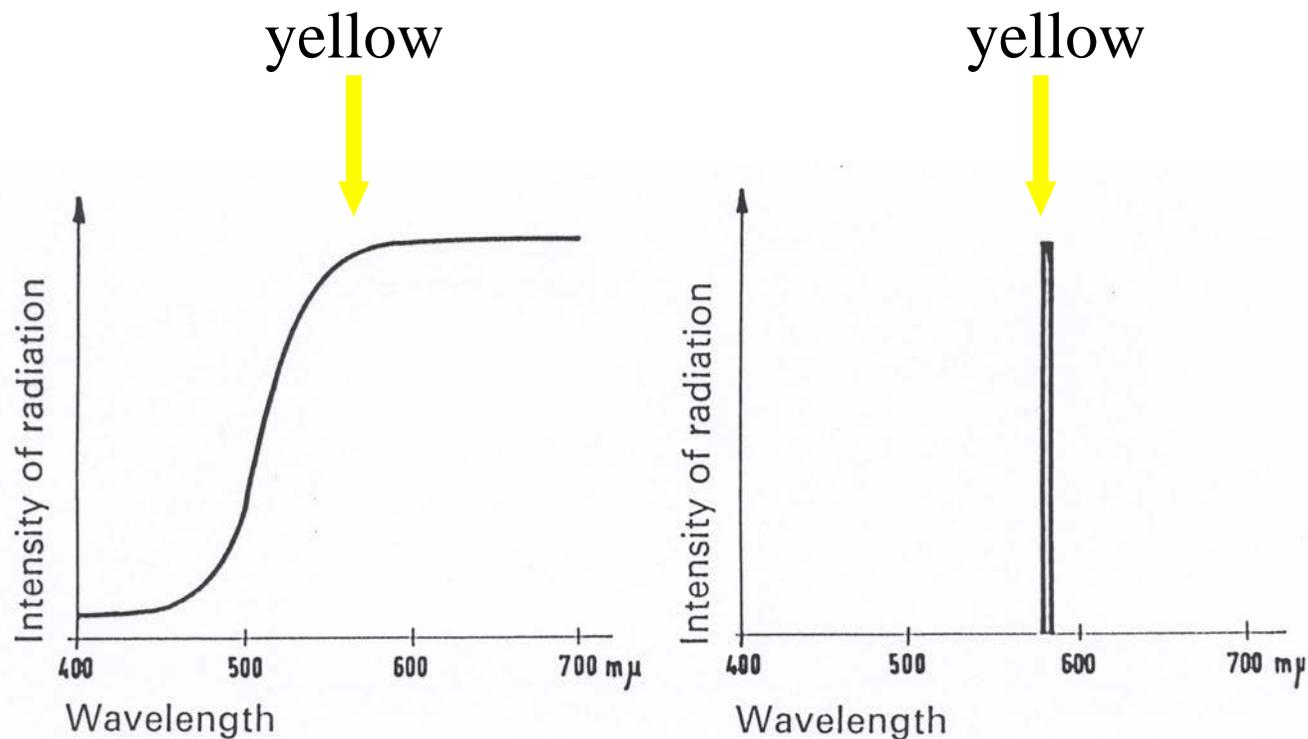


Her Majesty the Queen suggested the lookout of her flagship to burrow in the dark of a tavern, shortly after sunset and one hour before sailing, to allow the rods to enter the prime of their function.

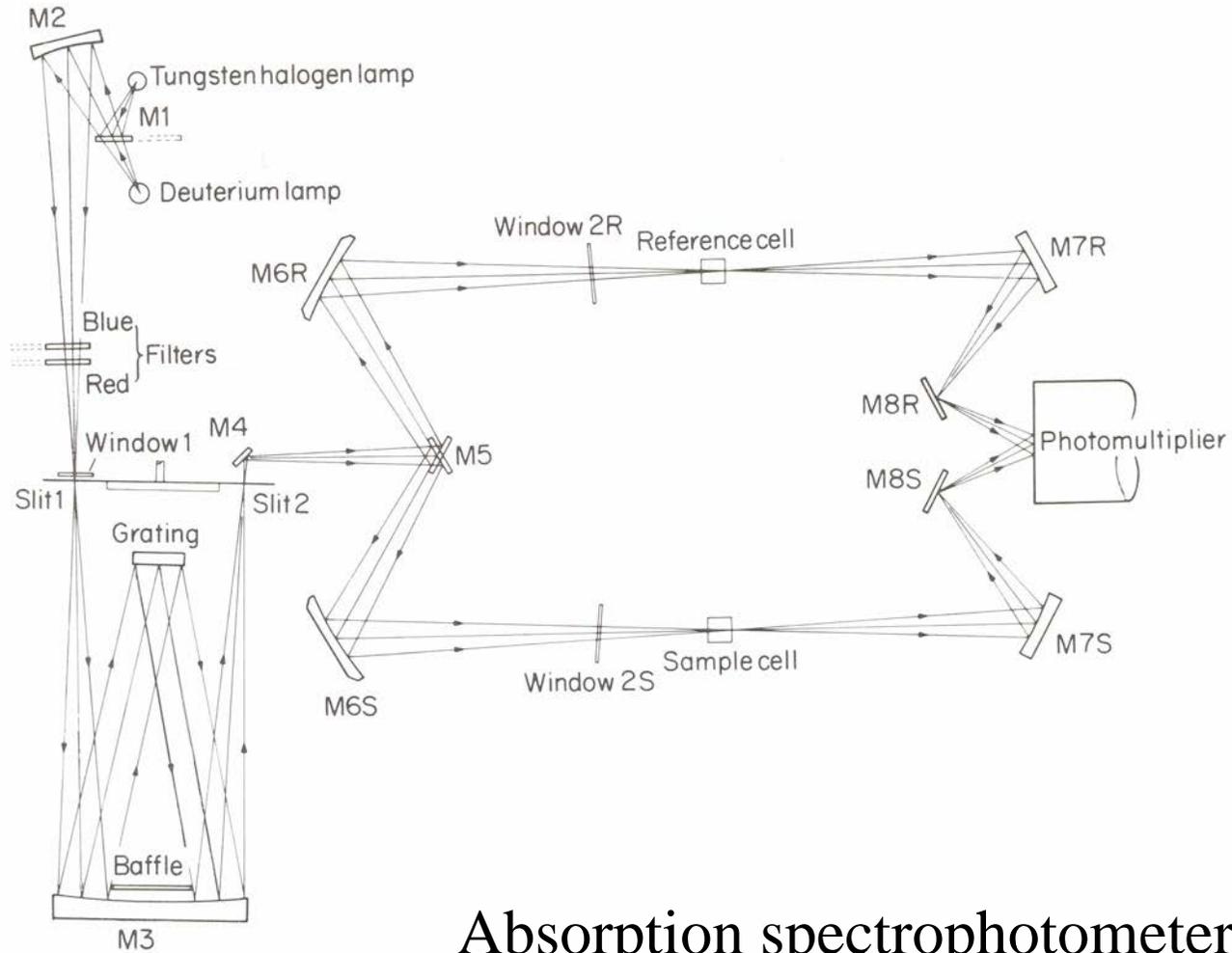


Eye defects

The eye is not able to distinguish whether a light is monochromatic or polychromatic.



Eye defects



Absorption spectrophotometer

The old see red

Baccanale degli Andrii
Tiziano, 1522 – 1524

Oil on canvas, 175 × 193 cm
Madrid, Museo del Prado



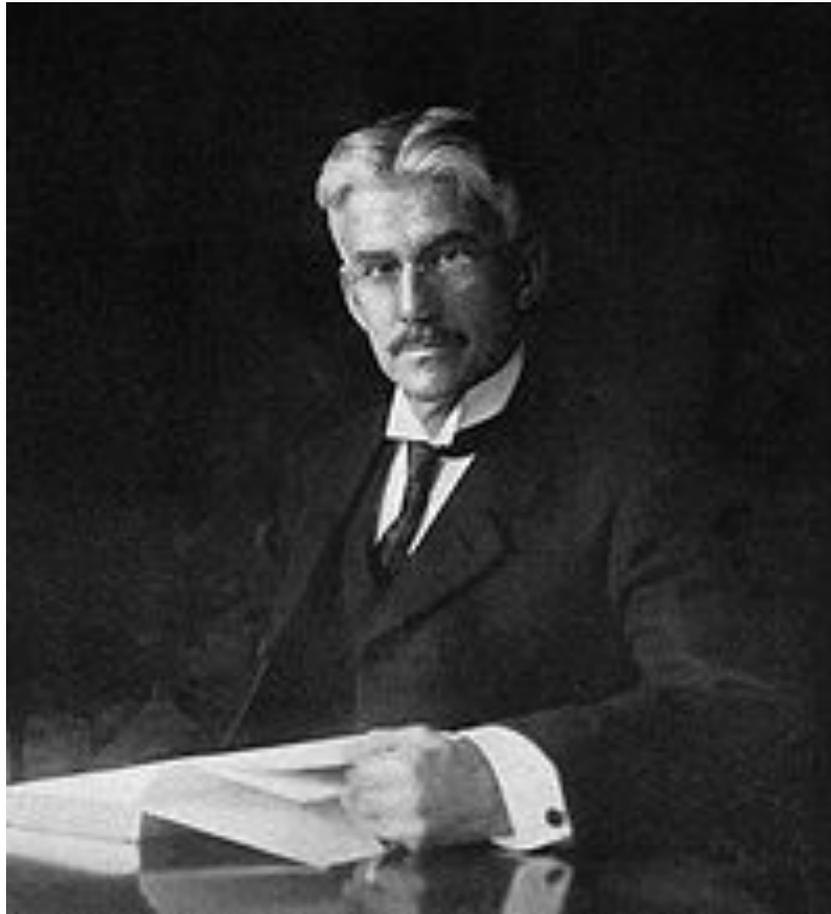
The old see red

Paolo III e i nipoti
Alessandro e Ottavio Farnese
Tiziano, 1546

Oil on canvas, 210 × 176 cm
Napoli, Galleria di
Capodimonte

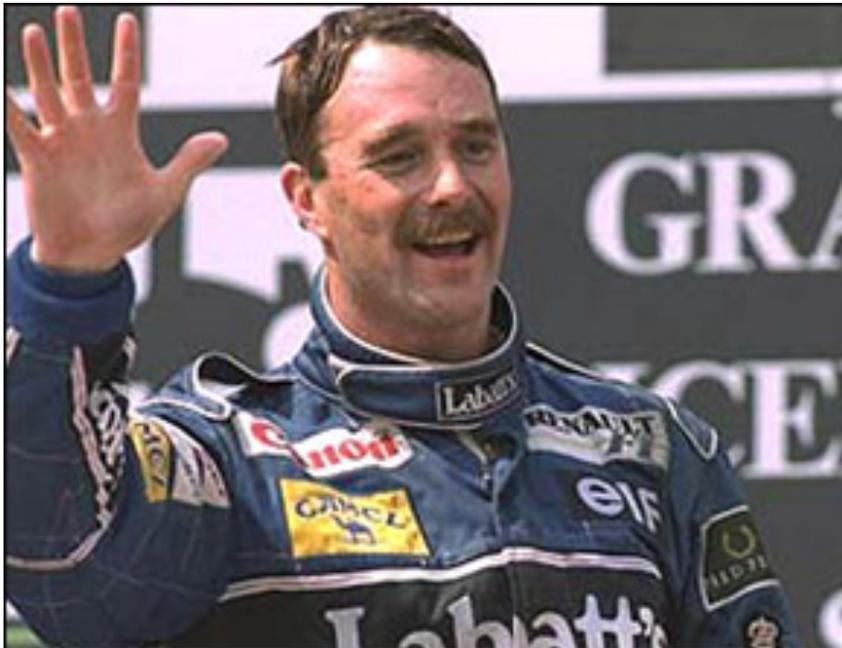


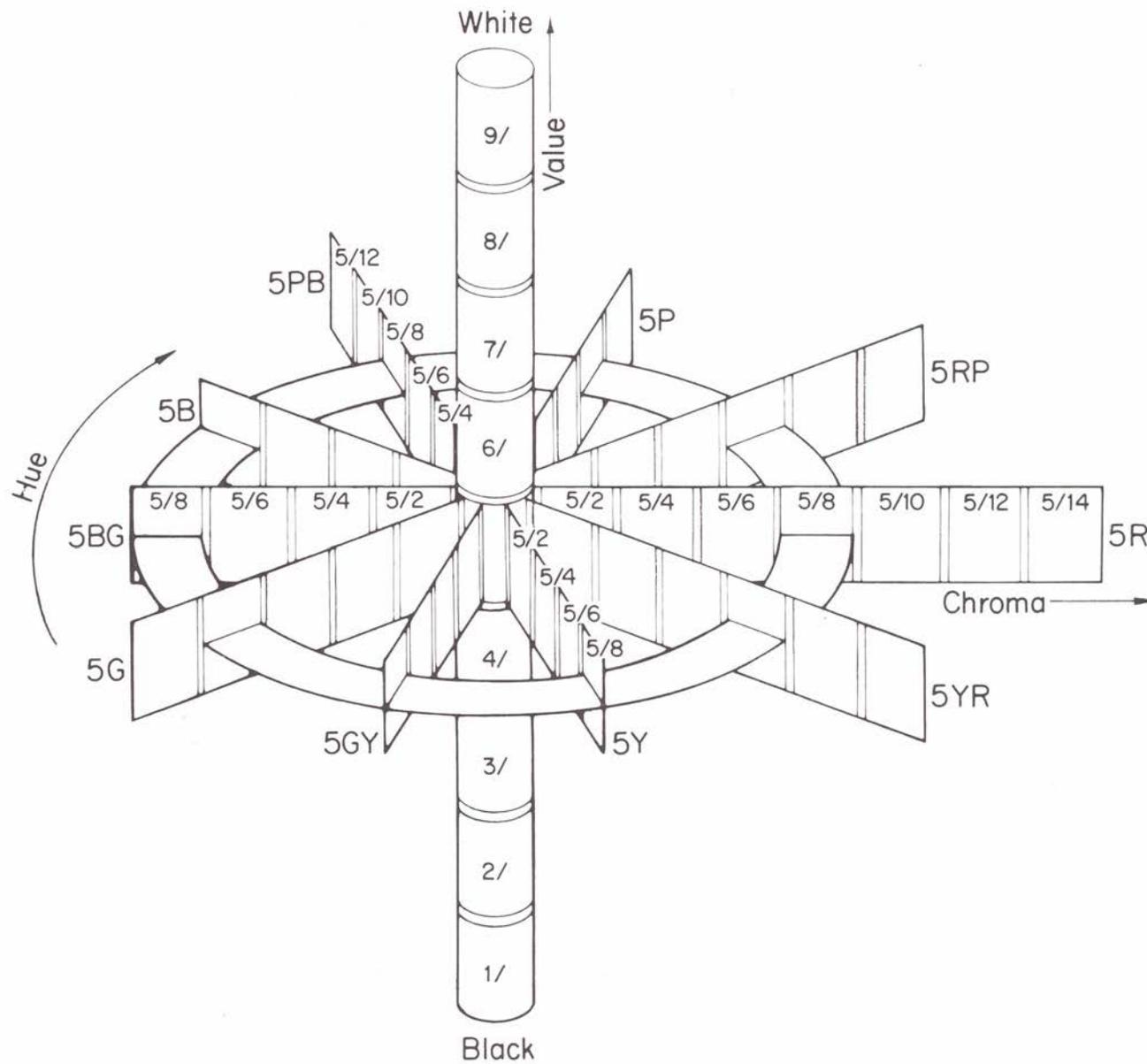
Albert Henry Munsell

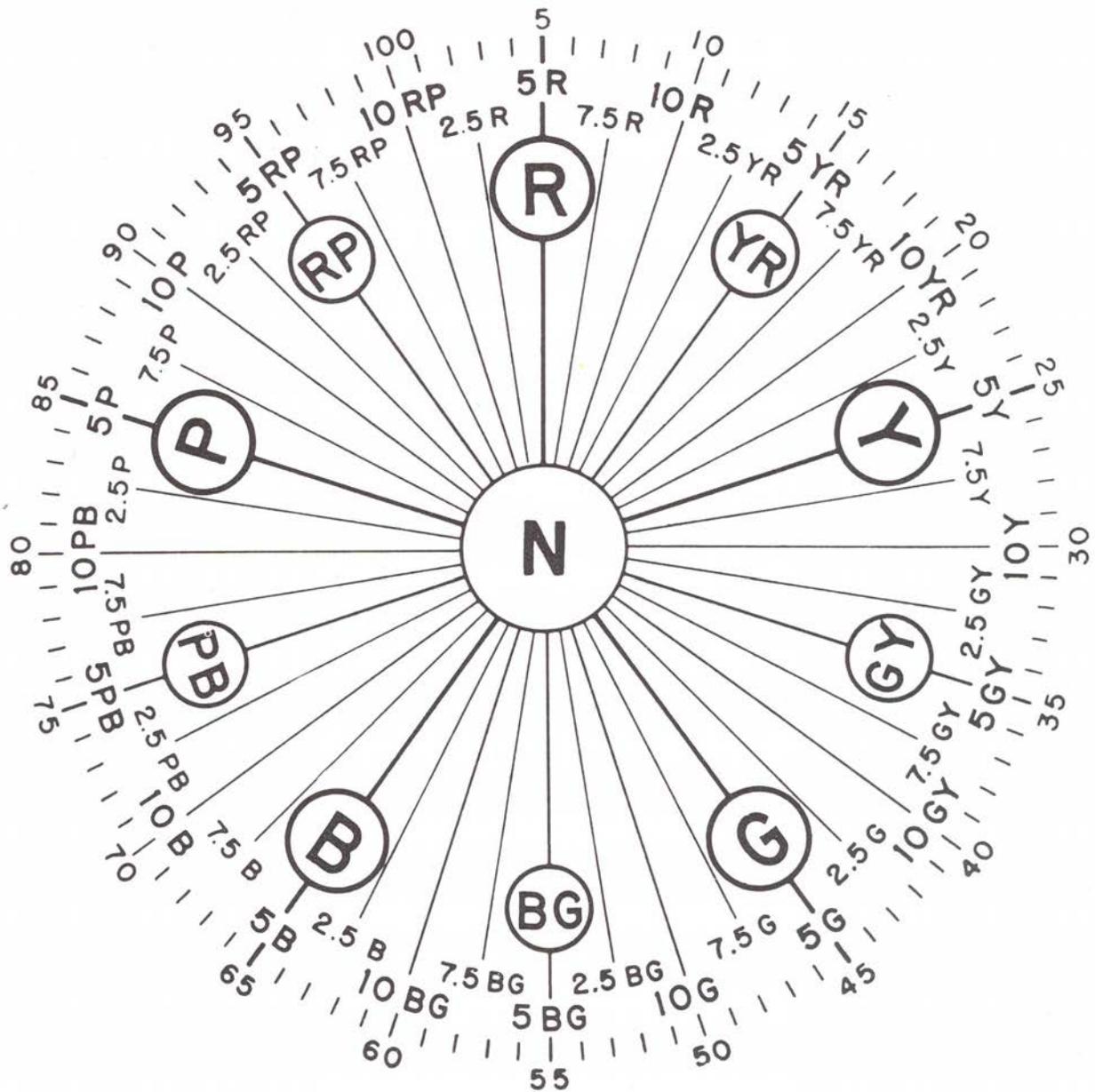


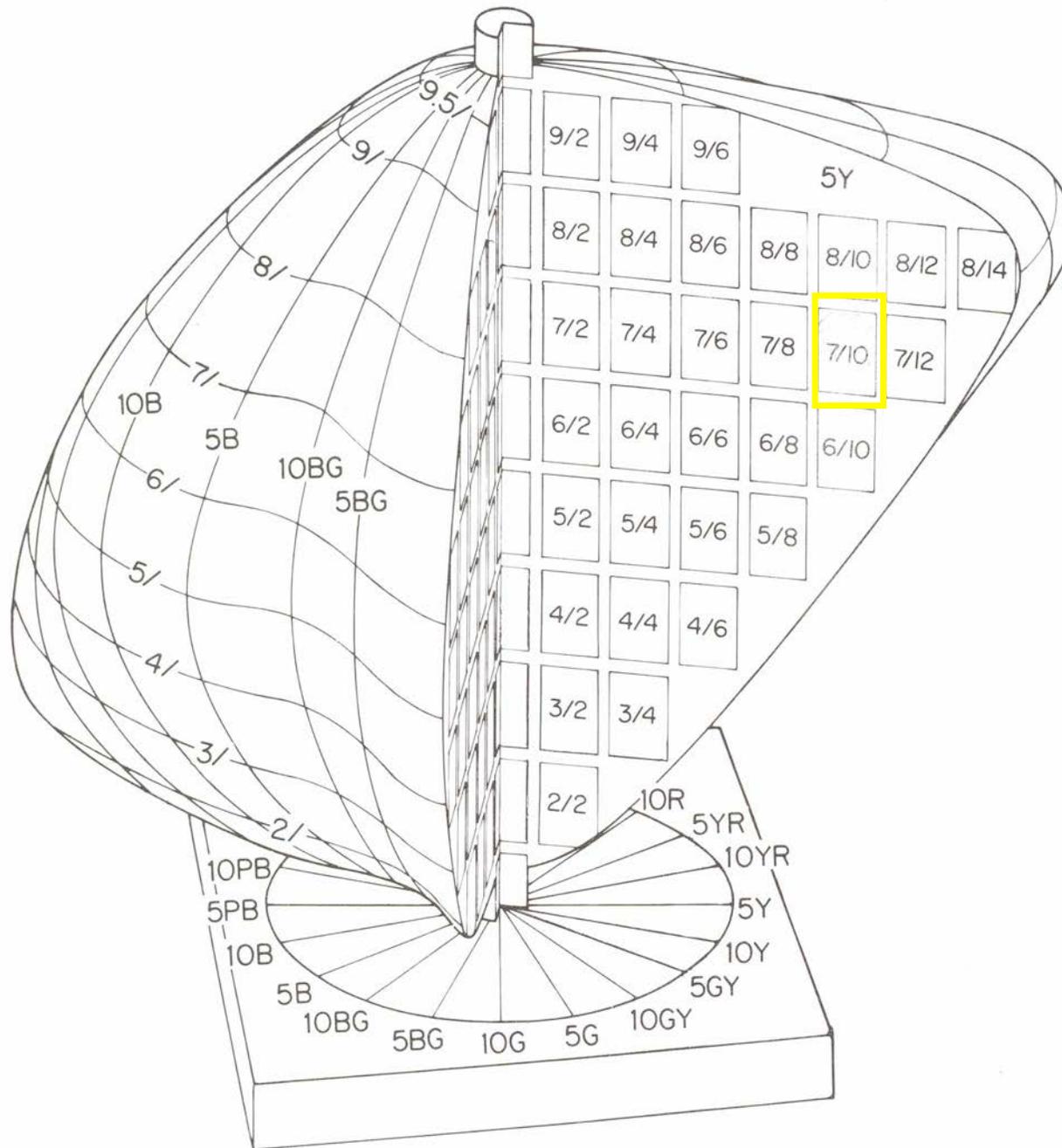
Boston 1858 - Brookline 1918

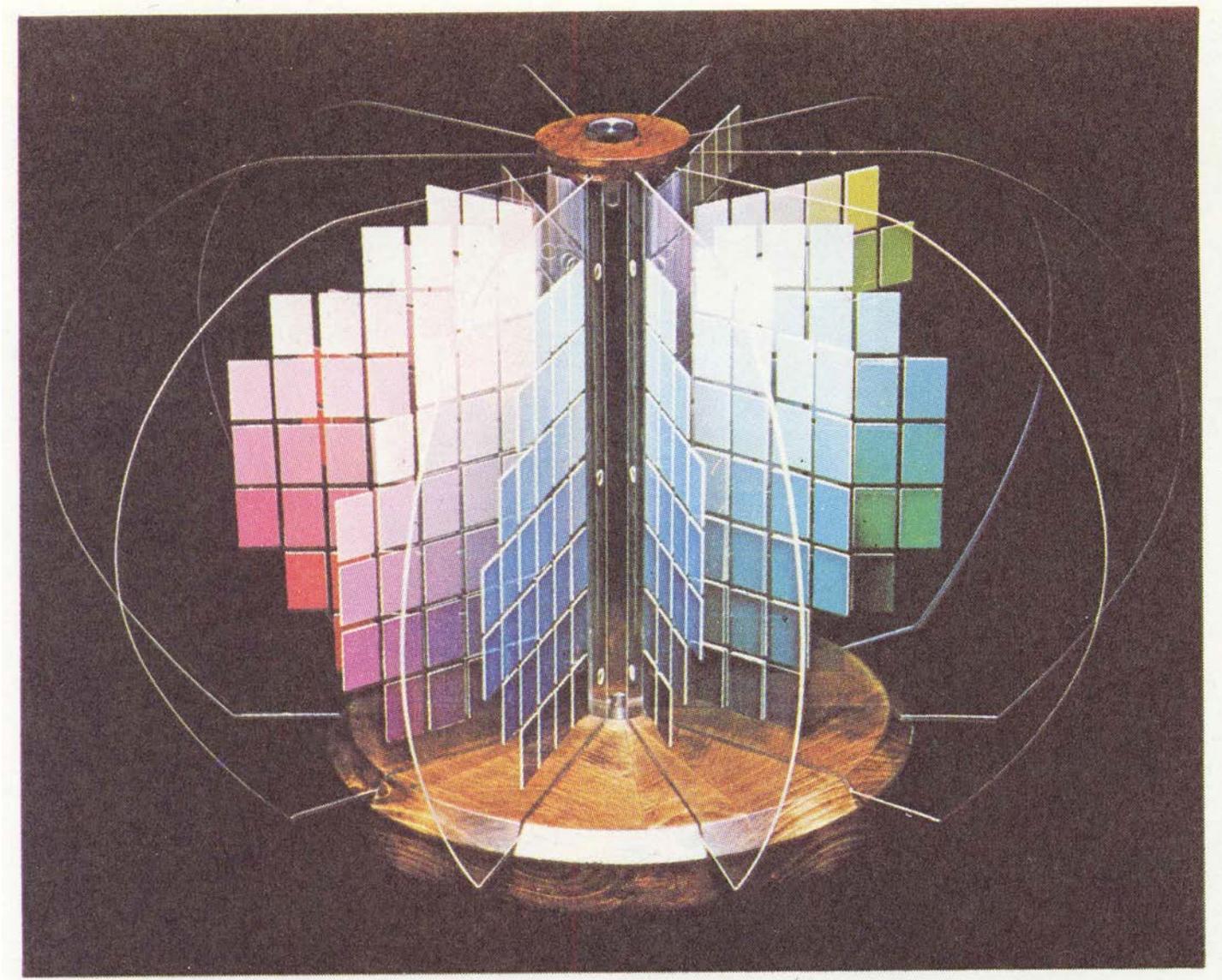
Nigel Ernest James Mansell



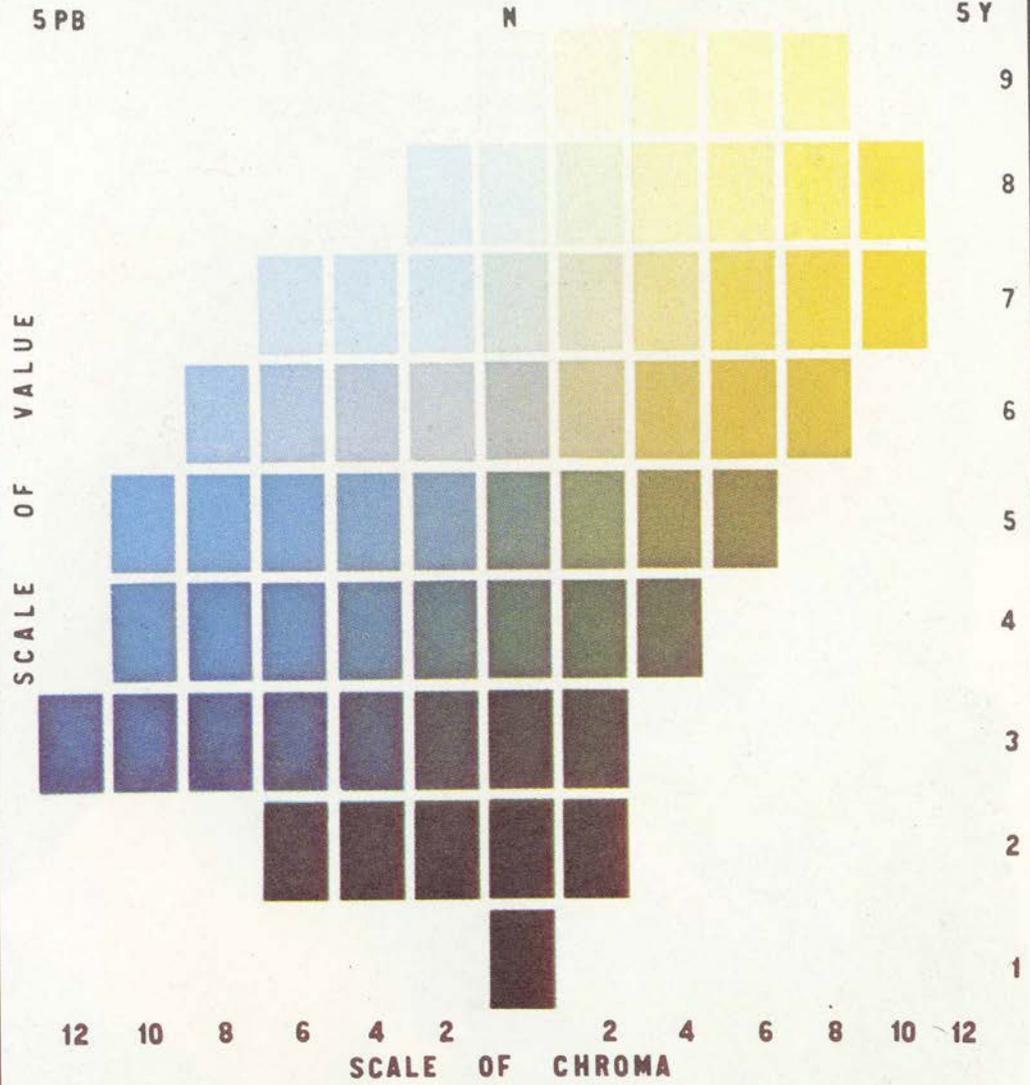








CONSTANT HUES



VERTICAL SLICE THROUGH COLOR TREE

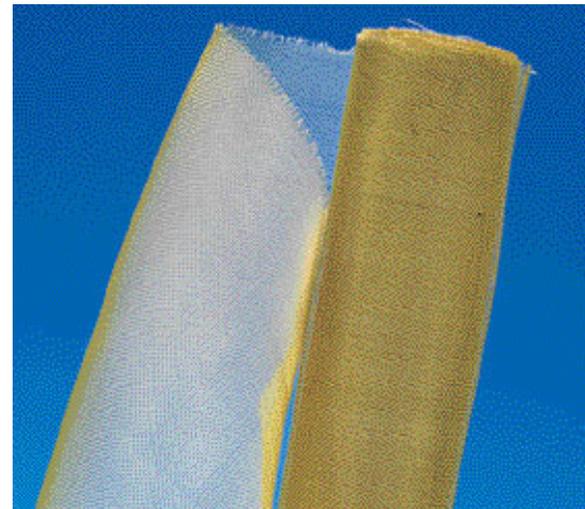
Relationships purchaser/dyer (stage 1)

Please dye a 20m long
polyester roll
5Y7/10

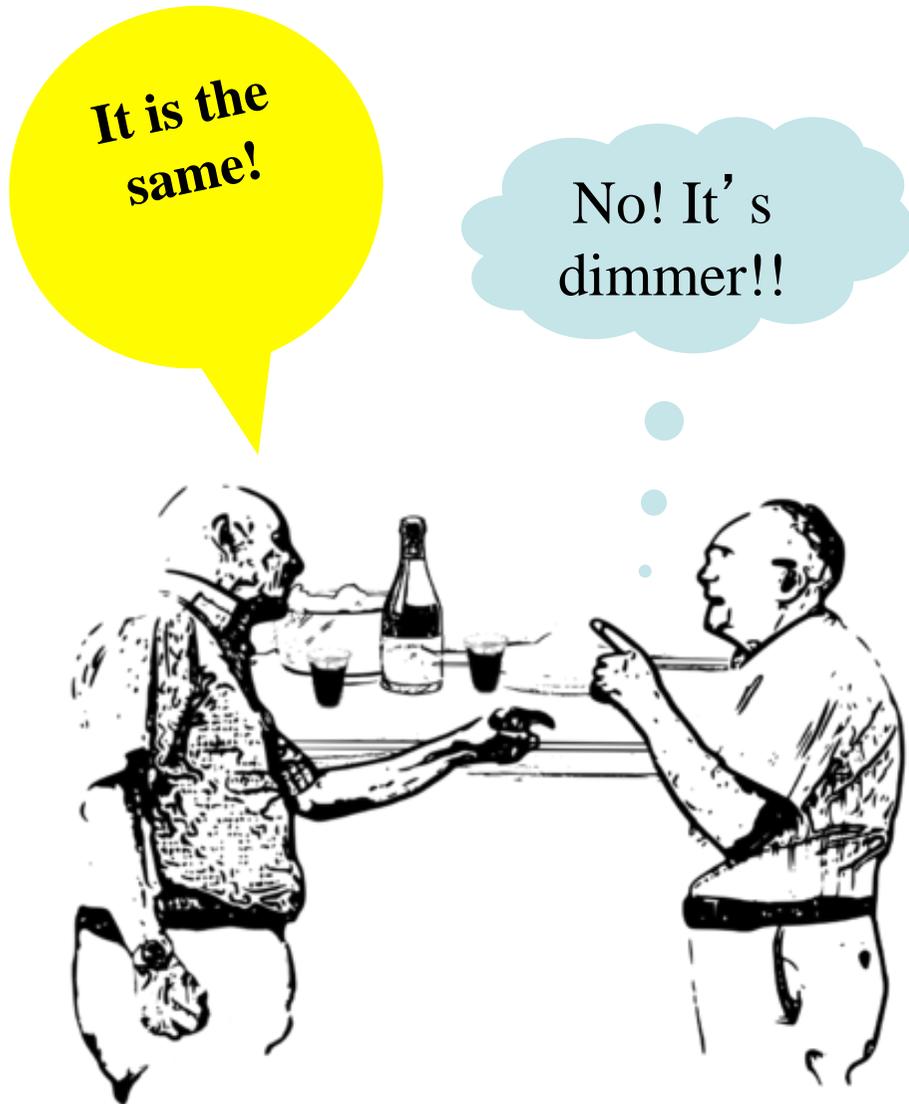


Relationships purchaser/dyer (stage 2)

I won't pay you because
the colour is different from
the colour agreed.
Let's meet us in Prato on
Wednesday at 10 a.m.



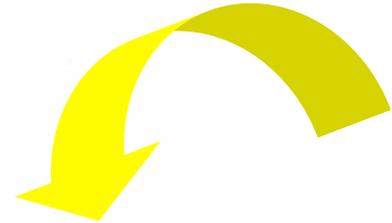
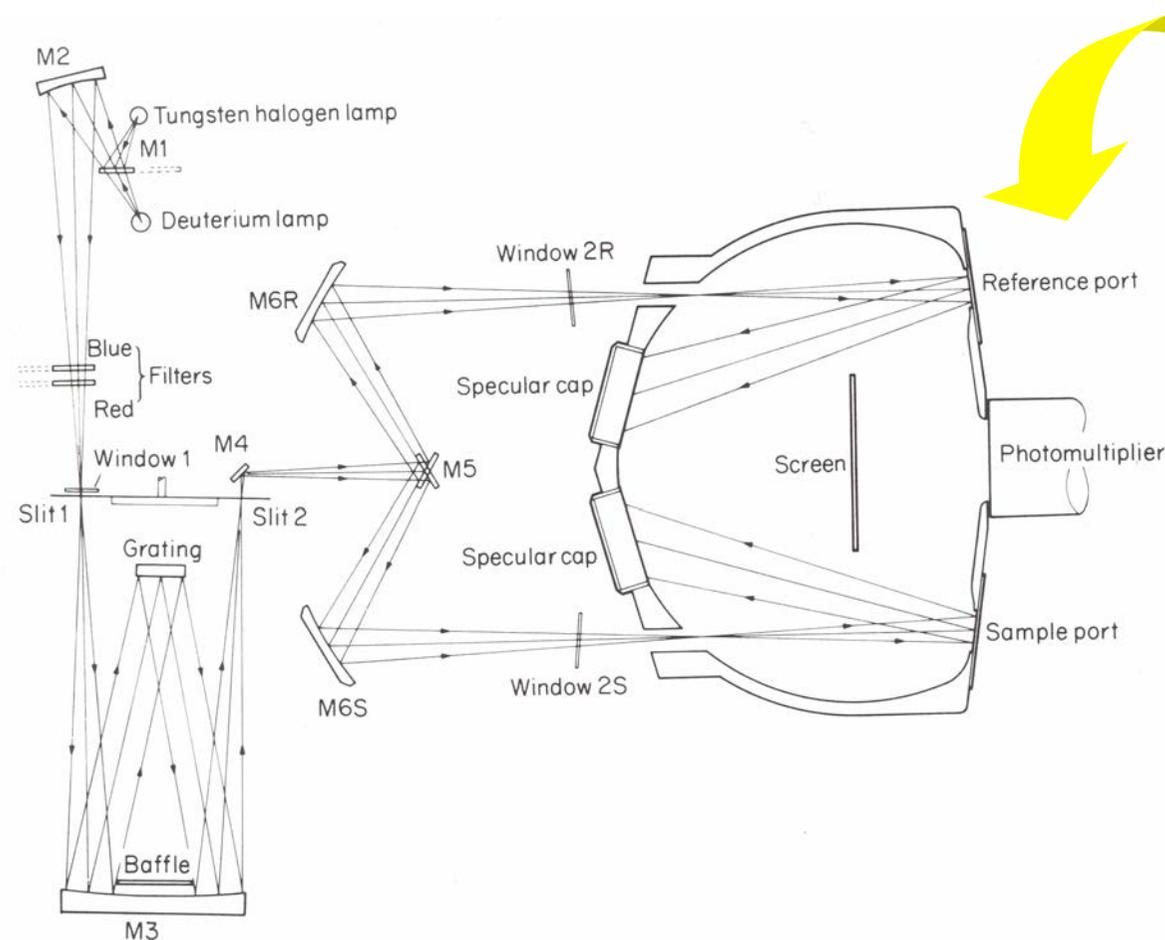
Relationships purchaser/dyer (stage 3)



Prato, Wednesday 10 a.m.

Colorimetry

For coloured objects, which are not lights, we have, to express colour, to multiply the energy of the illuminant for the reflection curve of the object for tristimulus coefficients and extend the integration to the whole visible spectrum.



Ulbricht's
sphere

Colorimetry

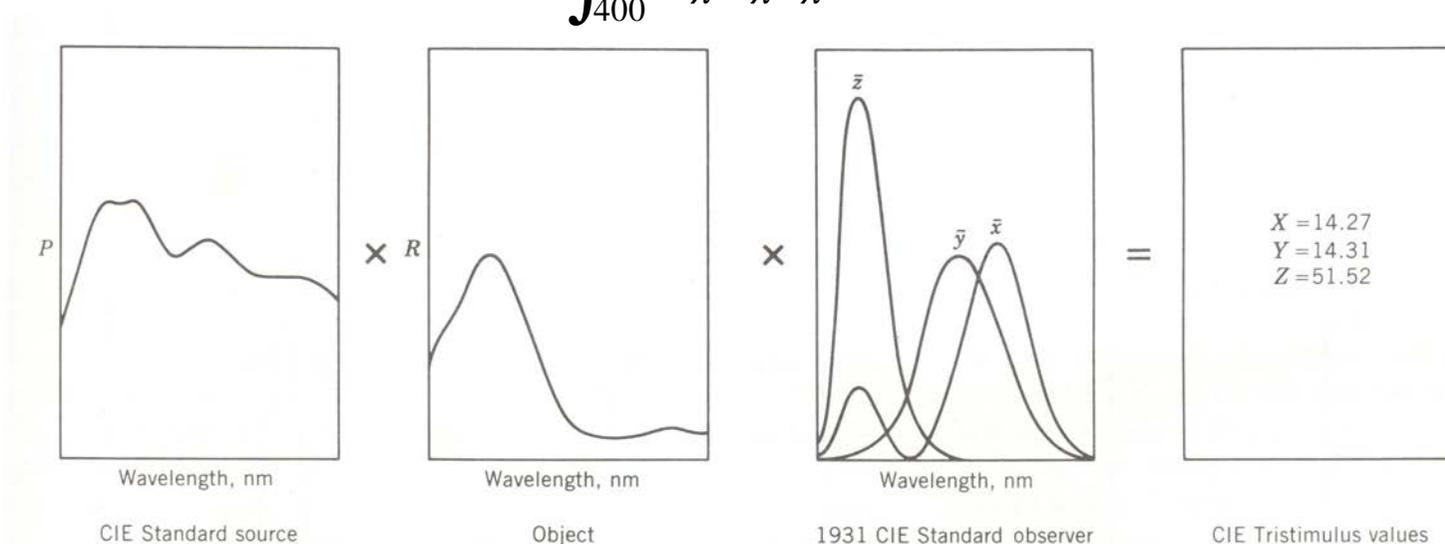
We get TRISTIMULUS VALUES X, Y, Z

TWO COLOURED OBJECTS HAVE THE SAME COLOUR IF THEY HAVE THE SAME VALUES OF X, Y, Z

$$X = \int_{400}^{700} E_{\lambda} R_{\lambda} \bar{x}_{\lambda} d\lambda$$

$$Y = \int_{400}^{700} E_{\lambda} R_{\lambda} \bar{y}_{\lambda} d\lambda$$

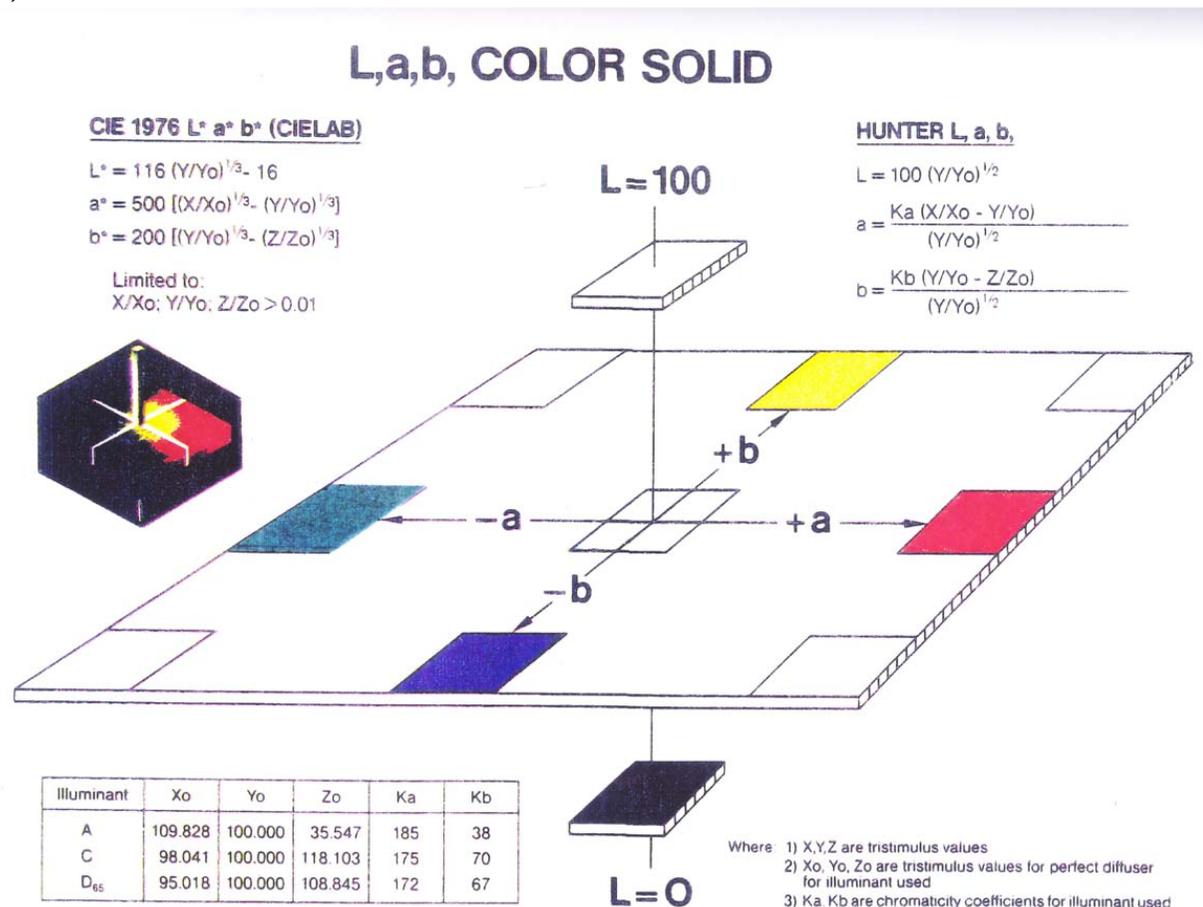
$$Z = \int_{400}^{700} E_{\lambda} R_{\lambda} \bar{z}_{\lambda} d\lambda$$



Colour spaces

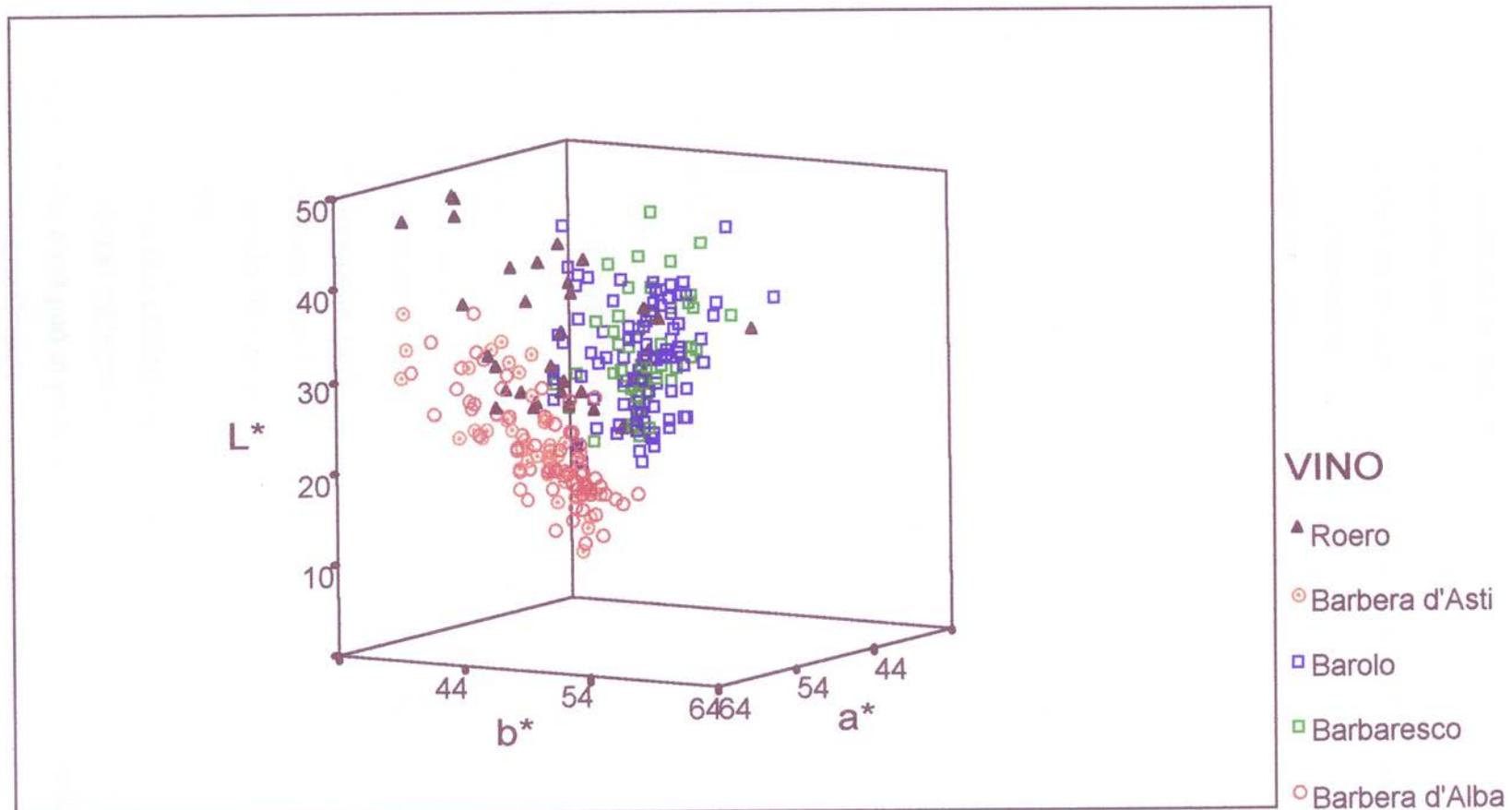
Colour scientists have expressed different color spaces, all of them coming from more or less complex elaborations of tristimulus values.

Among them, the most successful space is the one proposed by the CIE in 1976 (CIELAB).



Advantages of tristimulus colorimetry

Wines adulteration



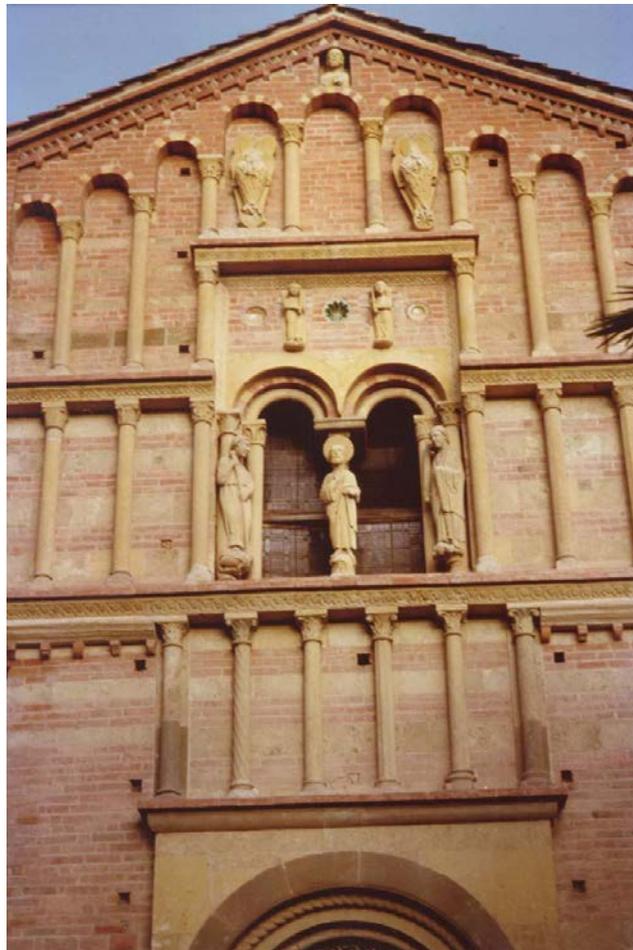
Advantages of tristimulus colorimetry

Forensic



Advantages of tristimulus colorimetry

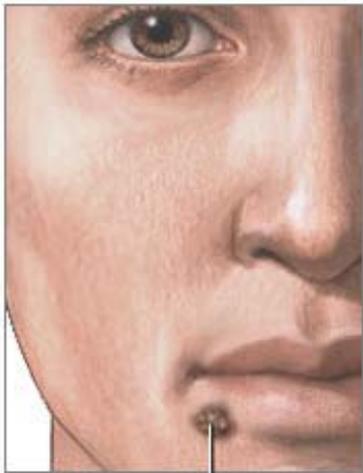
Cultural heritage



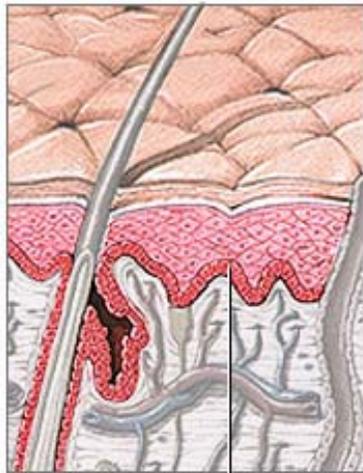
Vezzolano Abbey (AT), Italy
X century

Advantages of tristimulus colorimetry

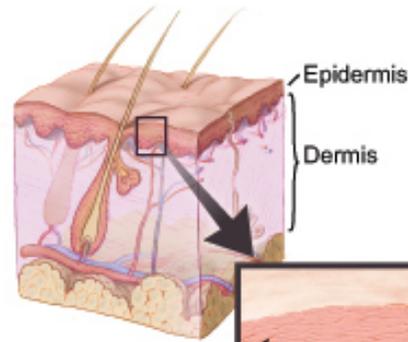
Diagnostics (skin cancer)



Basal cell cancer



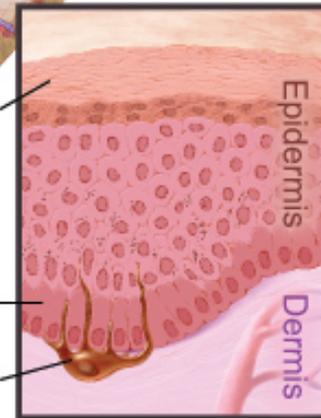
Basal skin cell layer



Squamous cells

Basal cells

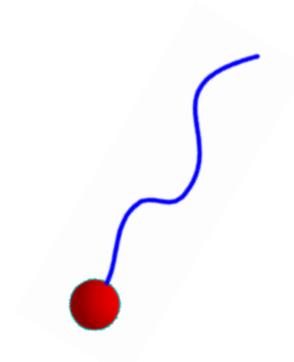
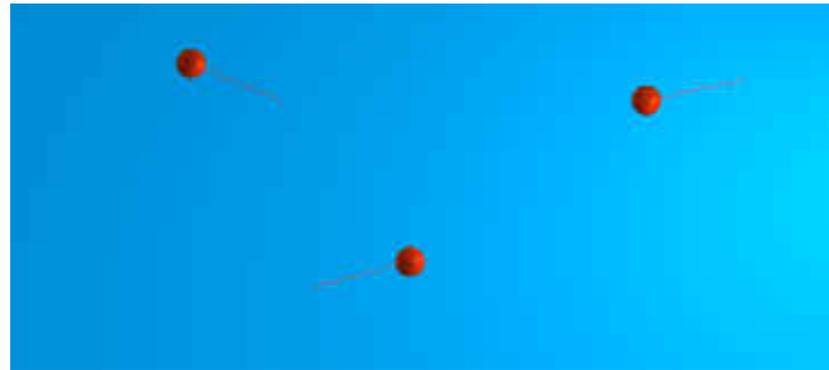
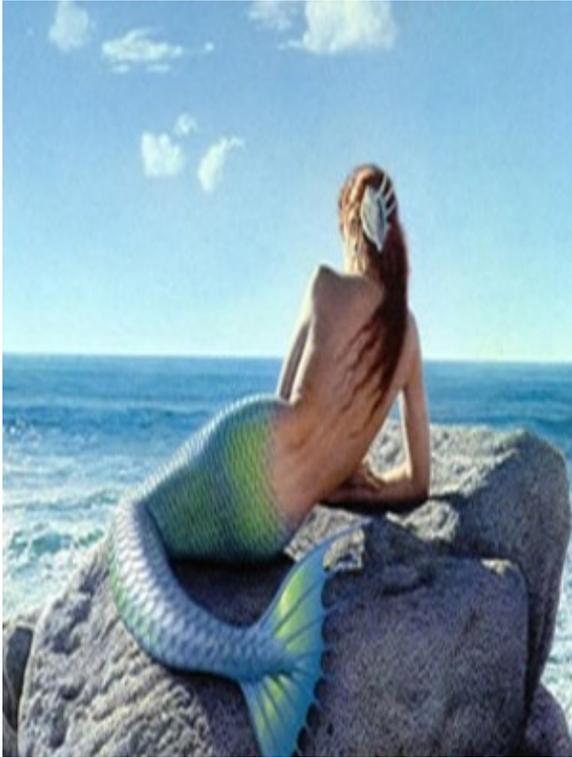
Melanocyte



- 
- SPINNING
 - PRELIMINARY TREATMENTS
 - DYEING
 - PRINTING
 - SURFACE APPLICATIONS

AUXILIARIES

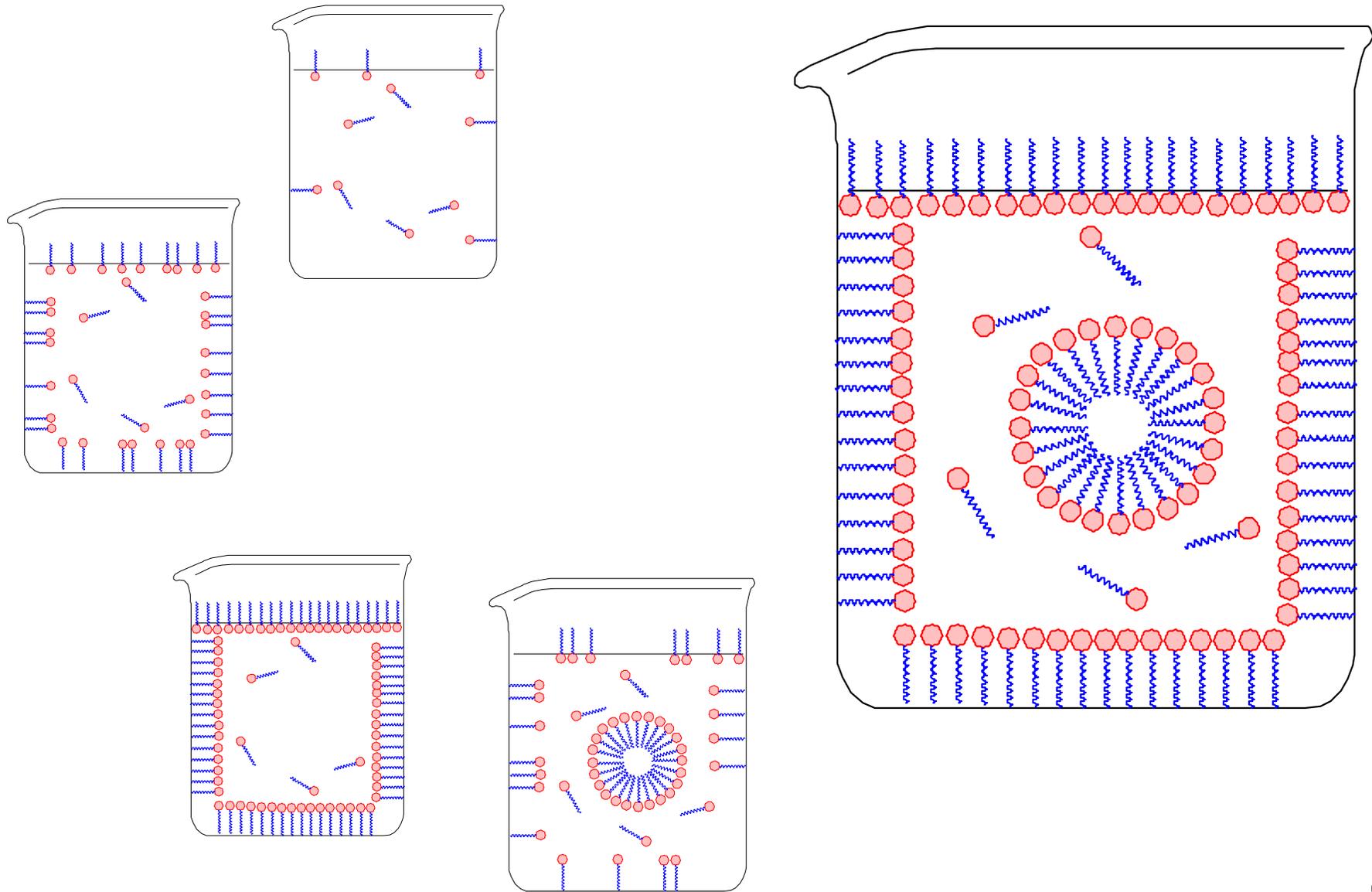
Mermaids and schizophrenic molecules



Amphiphatic structure:

(or amphiphilic) due to the contemporary presence of two components of different nature, hydrophilic and hydrophobic.

Micelle formations



SURFACE ACTIVE AGENTS

SURFACTANTS

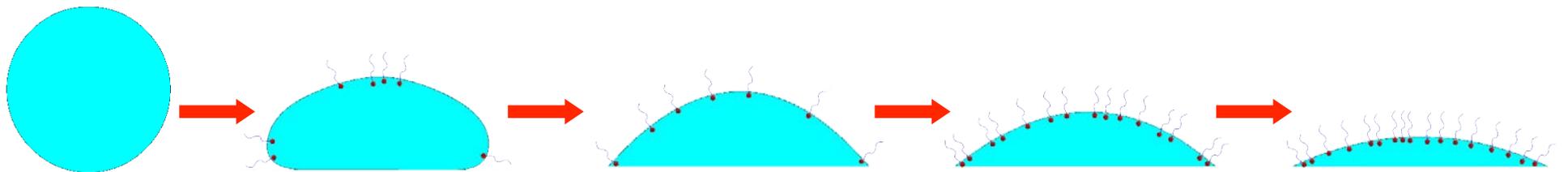
Surface tension

Surface tension is the **force** (express in dine or Newton) **that normally acts to each unit of length** (in cm or m) **on the surface**.

It opposes the formation of new surface, ie the increase of the very surface.

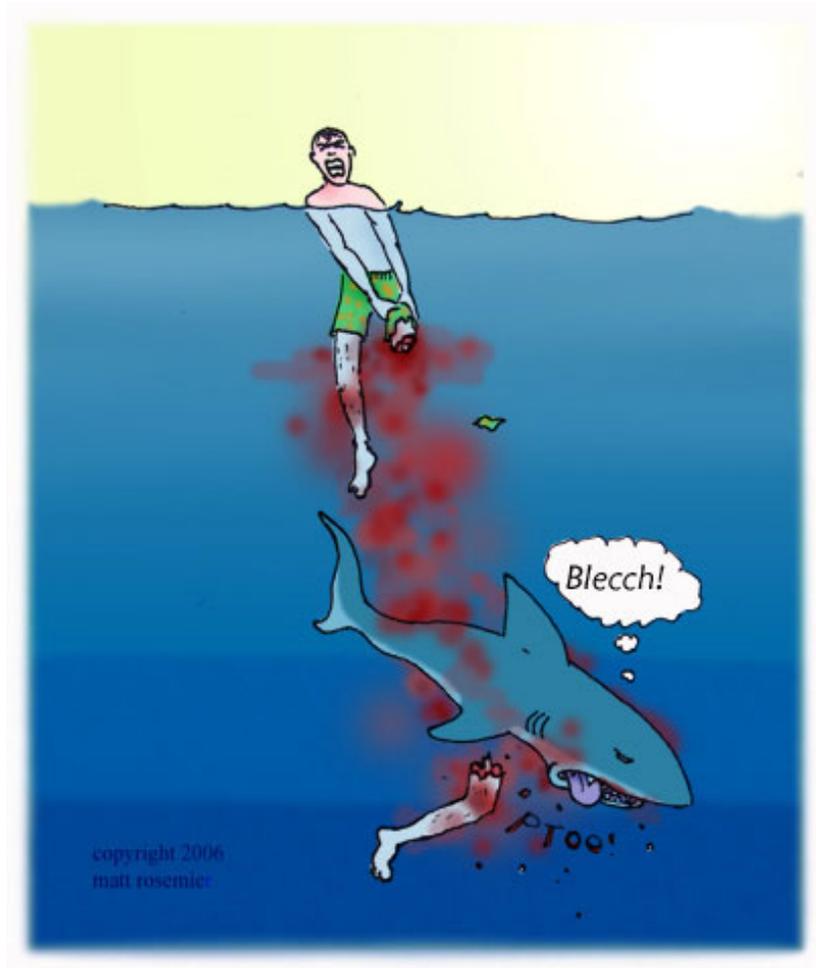
It follows that the surface of a liquid tends to contract in the smallest drop to contain a given small volume of liquid.

That's the reason why drops are spherical.



The addition of surfactants changes the wetting properties of water. The drop placed on a poorly wettable solid support is initially spherical. It spreads to completely wet the solid, when a sufficient amount of surfactant is added.

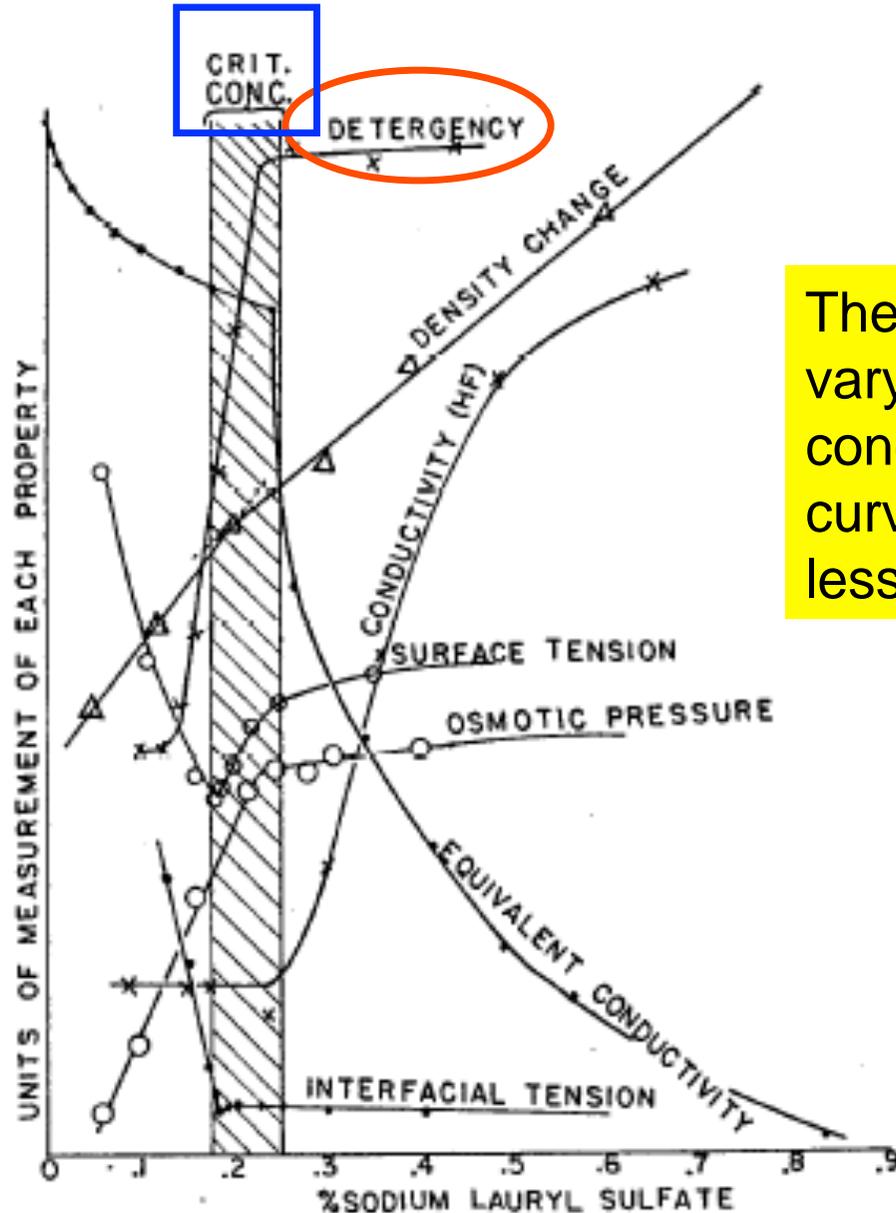
Surfactants and bad sharks



Surfactants and sharks



cmc and properties changes



The properties of a surfactant solution vary linearly with the increase of the concentration up to the cmc, where curves change their trend in more or less clean ways.

Si conclude domani a Torino un congresso internazionale iniziato lunedì e dedicato alle nuove applicazioni dei tensioattivi e dei colloidi in settori come la produzione di detersivi, farmaci, cosmetici, energia, biotecnologia ed ecologia. Qui accanto Ermanno Barni, chairman del convegno (organizzato dall'Università di Torino con Eniricerche) e un membro del Comitato scientifico, Ezio Pellizzetti, illustrano alcuni aspetti di questi prodotti chimici.

CHE una patata sia tale, è fuor di dubbio. Non altrettanto univoca è la risposta quando si debba definire l'oggetto costituito da una patata nella quale si siano conficcati parecchi fiammiferi dalla parte del fucello. Ciò che cambia, in particolare, è la natura della zona superficiale: buccia di patata, nell'un caso, capocchie di fiammifero, nell'altro. Se, ad esempio, la buccia della patata la rende idrorepellente, l'acqua continuerà a scorrerle sopra senza che nulla accada, mentre, se le capocchie di fiammifero avessero una certa idrofilia o solubilità in acqua, il nostro oggetto verrebbe facilmente trascinato o solubizzato dall'acqua corrente.

Riprendiamo questa immagine semplificata, trattandola ora con un lessico un po' più rigoroso. La patata è una gocciolina di olio o di unto che aderisce a una fibra tessile. Un semplice risciacquo in acqua non riesce a rimuoverla per il suo carattere idrofobo (la traduzione dall'inglese *hydrophobic* ha reso sempre più diffuso il termine *idrofobico*, quanto meno non simpatico). Tuttavia, se l'acqua contiene sapone o un tensioattivo, questi si dispone con la sua porzione idrofoba rivolta verso la superficie dell'olio, con quella idrofila automaticamente esposta all'acqua,

che avrà così agio di asportare l'olio.

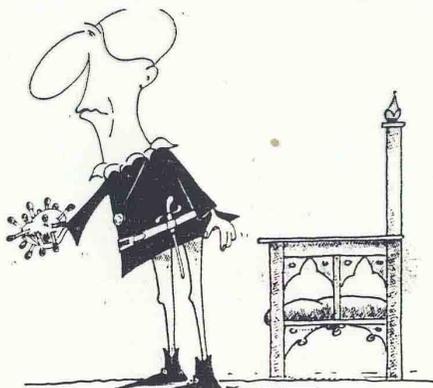
Si tratta cioè di un caso supersemplificato di detergenza. Saponi e tensioattivi sono molecole anfipatiche, vale a dire capaci di «fare il filo» ad entrambi: all'acqua, grazie alla testa ionica o polare (capocchia), all'olio, grazie alla porzione apolare, non ionogena (fucello).

Il tradizionale sapone è, ad esempio, una molecola fatta da una sequenza idrocarburica di 13, 15, 17 atomi di carbonio, terminante con un gruppo carbossilato (sale di sodio o di potassio di un carbossile). Se in un recipiente, contenente acqua sovrastata da uno strato di olio, si introduce una molecola tensioattiva, questa tenderà ad occupare la regione interfacciale acqua-olio, dirigendo la porzione idrofila verso l'acqua e quella idrofoba verso l'olio, dando così inizio a una attività superficiale che può risolversi con la miscibilità totale delle due fasi.

Non a caso, il termine *surfactants* (tensioattivi in ita-

Il punto sui tensioattivi, prodotti chimici dagli usi sempre più numerosi

Le molecole schizofreniche



liano) è un acronimo di SURface ACTIVE AgeNTS (agenti attivi alla superficie). Se poi, la concentrazione di un tensioattivo in un

sistema supera una certa soglia, le sue molecole si aggregano all'interno del sistema in modi e forme svariate, chiamati micelle, microe-

mulzioni, vescicole.

E' prevedibile che molecole sireniformi, mezzo uomo e mezzo pesce (Rosen le ha definite schizofreniche), siano capaci di combinarne di tutti i colori, a seconda che sia l'una o l'altra personalità a prevalere.

Nella detergenza domestica usiamo continuamente i tensioattivi chiedendo loro di manifestare effetti diametralmente opposti: da uno shampoo o da un detergente liquido per il lavaggio a mano delle stoviglie pretendiamo il massimo della schiuma, mentre vogliamo che un prodotto per lavatrice o lavastoviglie ne faccia il meno possibile onde evitare di vederla trascinare dalle «fessure». Ebbene, il tensioattivo, debitamente studiato, è capace di formare o di abbattere una schiuma.

Entriamo nel campo della

«nobilitazione» tessile. Un substrato destinato al rivestimento di locali soggetti a continuo calpestio dovrà avere una superficie il meno bagnabile possibile, laddove una pezza destinata a essere tinta per immersione in un bagno di tintura dovrà avere la massima affinità per il bagno stesso. Di nuovo, i tensioattivi si dimostrano capaci di rendere una superficie bagnabile o idropellente.

Tutte le reazioni chimiche avvengono con velocità caratteristiche per ciascuna di esse. Sovente ci sono reazioni parassite che portano all'inquinamento del prodotto principale con prodotti collaterali indesiderati. I tensioattivi sono capaci di aumentare o diminuire selettivamente, anche migliaia di volte, la velocità delle reazioni chimiche. Citiamo ancora la capacità di rendere

una poltiglia fortemente pastosa o scorrevole come l'acqua e quella di mantenere un solido sospeso in acqua o di farlo precipitare.

A fronte di queste proprietà stravolgenti dovremo aspettarci una vasta gamma di applicazioni industriali. Il linea generale, non si è esagerati quando si affermi che non c'è industria che non faccia uso di tensioattivi, almeno in piccola quantità, e che è elevato il numero delle industrie che li impiegano su vasta scala. Una trattazione accurata si tradurrebbe in almeno una ventina di monografie dal titolo comune «I tensioattivi nell'industria...», seguito, caso per caso, da una qualifica del tipo «...petrolifera, tessile, alimentare, cosmetica, delle materie plastiche, eccetera». Mi limiterò a qualche spunto di riflessione.

Quando una betoniera pompa il suo contenuto a notevole altezza attraverso un tubo di sezione ridotta, dobbiamo ringraziare questi composti che, inoltre, favoriscono l'assestamento e l'u-

niformità nel corso della presa. Una analoga considerazione dovremmo fare osservando la stesa di un manto stradale, quasi a freddo, minimizzando l'emissione incontrollata di vapori fastidiosi e nocivi.

Se vediamo, in un documento, che un metro cubo di cherosene dato alle fiamme viene spento con soli 40 grammi di sostanza attiva, ricordiamoci che quella probabilmente è un tensioattivo fluorurato. Inoltre, nella fase di transizione verso le energie alternative, ci potrà essere di conforto il sapere che i giacimenti petroliferi sono tuttora pochissimo sfruttati e che le molecole anfipatiche hanno la capacità di stanare ulteriori quantità notevoli di greggio.

Accanto alle applicazioni industriali su larga scala, i tensioattivi stanno letteralmente invadendo una serie di settori ad alta sofisticazione ed emergenti, basti pensare alla stampa elettronica, alla microelettronica, alle batterie non convenzionali, al rilascio dei farmaci, ai ceramici ad alta tecnologia.

Come succede per tutti i prodotti chimici di sintesi, si impone una domanda conclusiva: quale è il grado di pericolosità connesso con l'impiego di queste sostanze? Si può rispondere che si tratta, nel complesso, di una famiglia relativamente «bonaria», rispetto a categorie di composti da trattarsi con estrema circospezione. Se si pensa che molti tensioattivi vengono ingeriti come additivi alimentari, ovvero sono coinvolti in una serie di continui contatti cutanei nel campo della cosmesi e della detergenza domestica, sarebbero ormai giustamente entrati nel mirino di quanti sono chiamati a salvaguardare la salute degli utenti.

Anche sotto questo profilo le prospettive sono incoraggianti: è infatti in fase di avanzato sviluppo l'applicazione dei *biosurfactants*, cioè dei tensioattivi prodotti per via biotecnologica.

Ermanno Barni

I colloidi a caccia di sostanze inquinanti

CHE succede quando una particella, per esempio un granello di sabbia o una gocciola d'acqua, viene continuamente suddivisa? Prima di giungere fino alle dimensioni atomiche, è possibile osservare, intorno a dimensioni di circa un micron (un milionesimo di metro), un comportamento particolare e differente dal materiale originario. Ad esempio sostanze completamente insolubili in acqua, come l'oro, possono dar luogo a particelle micrometriche che in soluzione acquosa conferiscono un colore rosso al sistema, che appare trasparente e stabile nel tempo. Queste piccolissime particelle sono chiamate colloidi.

L'elevata area superficiale rispetto alla quantità di materiale è responsabile dei particolari fenomeni osservati nei materiali colloidali.

I sistemi colloidali sono molto diffusi nel mondo in cui viviamo: si pensi al sangue, al latte e agli ambienti naturali, mari e oceani, che ci circondano. Lasciando da parte il rilevante interesse biochimico e le innumerevoli applicazioni tecnologiche dei sistemi colloidali, soffermiamoci qui sull'importante ruolo svolto da queste particelle nell'ambiente acquatico.

Nelle acque naturali si trovano sospese diverse sostanze di dimensioni micrometriche sia di origine organica (sostanze umiche, batteri, virus, alghe) che inorganica (ossidi

di ferro e di alluminio, silice, argille). Le sostanze umiche, che si originano da decomposizione di piante terrestri o acquatiche, sono composte essenzialmente da carbonio, idrogeno e ossigeno e da piccole quantità di azoto e zolfo. Esse impartiscono un colore giallo o bruno alle acque e vengono rimosse per coagulazione quando le acque vengono destinate ad un uso domestico. Per la loro natura sono in grado di interagire sia con ioni metallici che con sostanze organiche. Due dei più grandi fiumi della Terra, il Rio delle Amazzoni e il Congo, sono ricchi di sostanze umiche.

Nei fiumi la grande maggioranza dei materiali sospesi si origina però dall'erosione e il contenuto medio di particelle nei fiumi della Terra è di circa 0,2 grammi per litro. Un torrente di montagna ne contiene meno di un milligrammo per litro, mentre in alcuni grandi corsi d'acqua, come il Fiume Giallo della Cina, può contenere fino a decine di grammi per litro. Si calcola che i fiumi trasportino negli oceani circa dieci miliardi di tonnellate di particolato ogni anno!

Le reazioni chimiche che possono aver luogo alla superficie di tali particelle, come ad esempio partecipazione e dissoluzione, adsorbimento e desorbimento, possono agire significativamente su processi quali la biodisponibilità

di nutrienti o tossine e influenzare il trasporto e la trasformazione delle sostanze inquinanti nell'ambiente. Infatti sostanze organiche e composti inorganici poco solubili, associandosi in sistemi acquosi a tali particelle colloidali, possono diffondere con maggiore rapidità.

Il particolato e le reazioni all'interfaccia tra colloidi e agenti inquinanti sono cruciali nei processi di diffusione di tali sostanze nocive (si pensi al ruolo dell'interazione suolo-acqua-sostanza inquinante nella contaminazione delle falde), come pure nei processi di potabilizzazione e purificazione delle acque destinate al consumo umano. Così i processi di trattamento per la rimozione di contaminanti organici presenti nelle acque in concentrazioni molto basse ma superiori alla norma, problema di grande attualità nelle aree ad agricoltura intensiva e industrializzazione elevata, sono in gran parte basati su fenomeni di adsorbimento su materiali attivi o su reazioni chimiche o fotocinetiche in presenza di opportuni catalizzatori.

Lo studio del comportamento e delle proprietà dei colloidi potrà quindi consentire una migliore comprensione, e quindi prevenzione, dei fenomeni di diffusione e trasporto degli inquinanti nei diversi ecosistemi, e la messa a punto di più efficaci tecniche di trattamento delle acque destinate all'uso domestico.

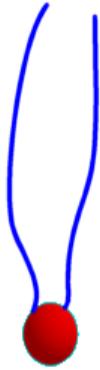
Ezio Pellizzetti

CHE una patata sia tale, è fuor di dubbio. Non altrettanto univoca è la risposta quando si debba definire l'*oggetto* costituito da una patata nella quale si siano conficcati parecchi fiammiferi dalla parte del fuscillo. Ciò che cambia, in particolare, è la natura della zona superficiale: buccia di patata, nell'un caso, capocchie di fiammifero, nell'altro. Se, ad esempio, la buccia della patata la rende idrorepellente, l'acqua continuerà a scorrerle sopra senza che nulla accada, mentre, se le capocchie di fiammifero avessero una certa idrofilia o solubilità in acqua, il nostro *oggetto* verrebbe facilmente trascinato o solubizzato dall'acqua corrente.

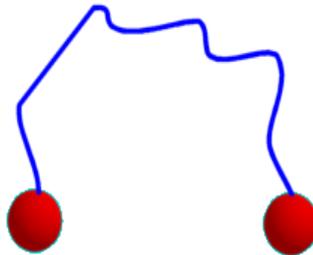
Structures



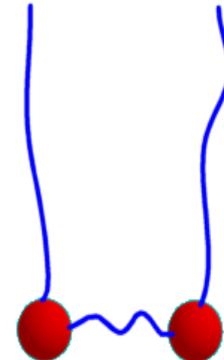
normal



double tailed



bolaform



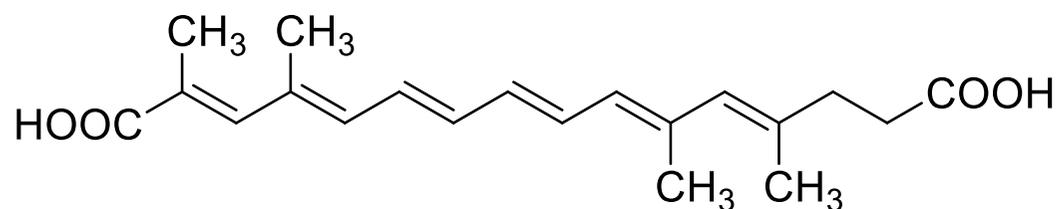
gemini

YELLOW HUES

VEGETABLE ORIGIN

Crocin

Crocus sativus L.



Natural Yellow 6. C.I. 75100



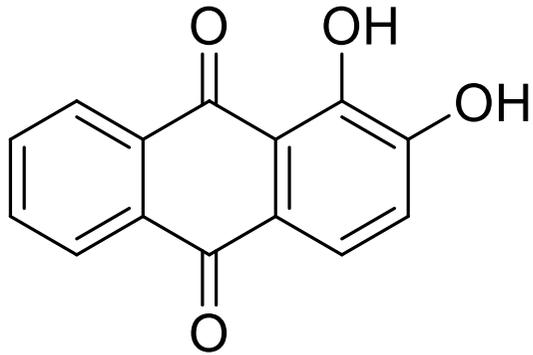
Extraction from: flowers (stigma)

Wool, silk, cotton

RED HUES

VEGETABLE ORIGIN

Alizarine



Natural Red 8 C.I. 75330

Rubia tinctorum L.



Extraction from: roots

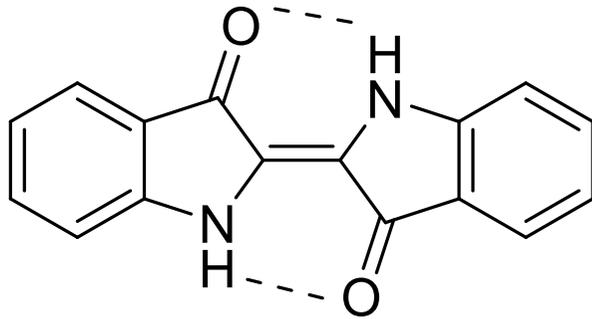
Wool, silk, mordant cotton

BLUE HUES

VEGETABLE ORIGIN

Indigo

Indigofera tinctoria L.



Natural Blue 1 C.I. 75780



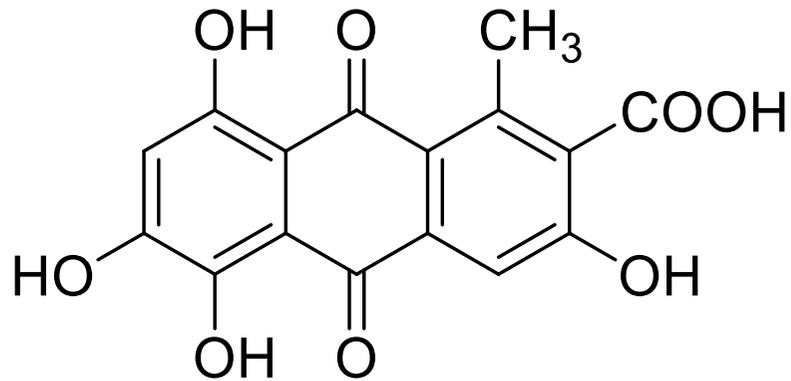
Extraction from: leaves

Wool, silk, vat cotton

RED HUES

ANIMAL ORIGIN

Chermesic acid



Natural Red 3 C.I. 75460



Coccus ilici L.



Extraction from: body steam

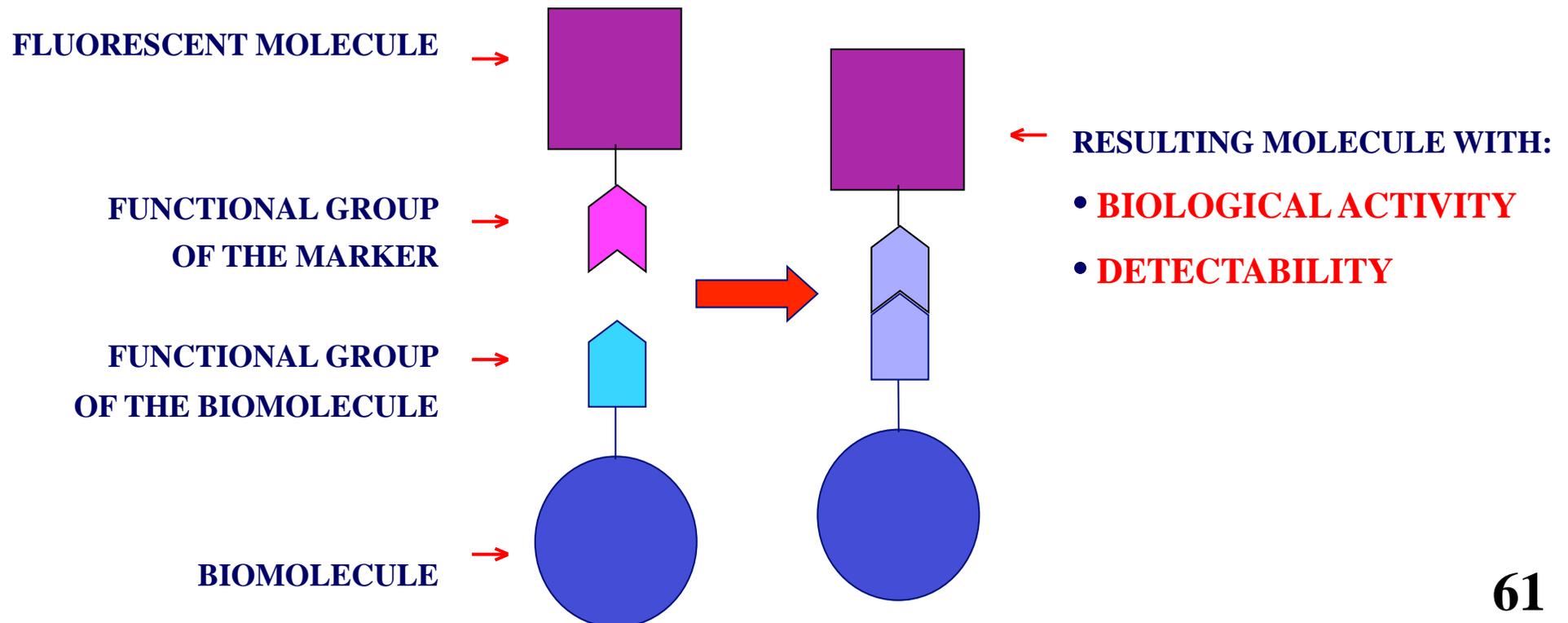
Wool, silk, mordant cotton

Cotton textile samples dyed by natural colorants



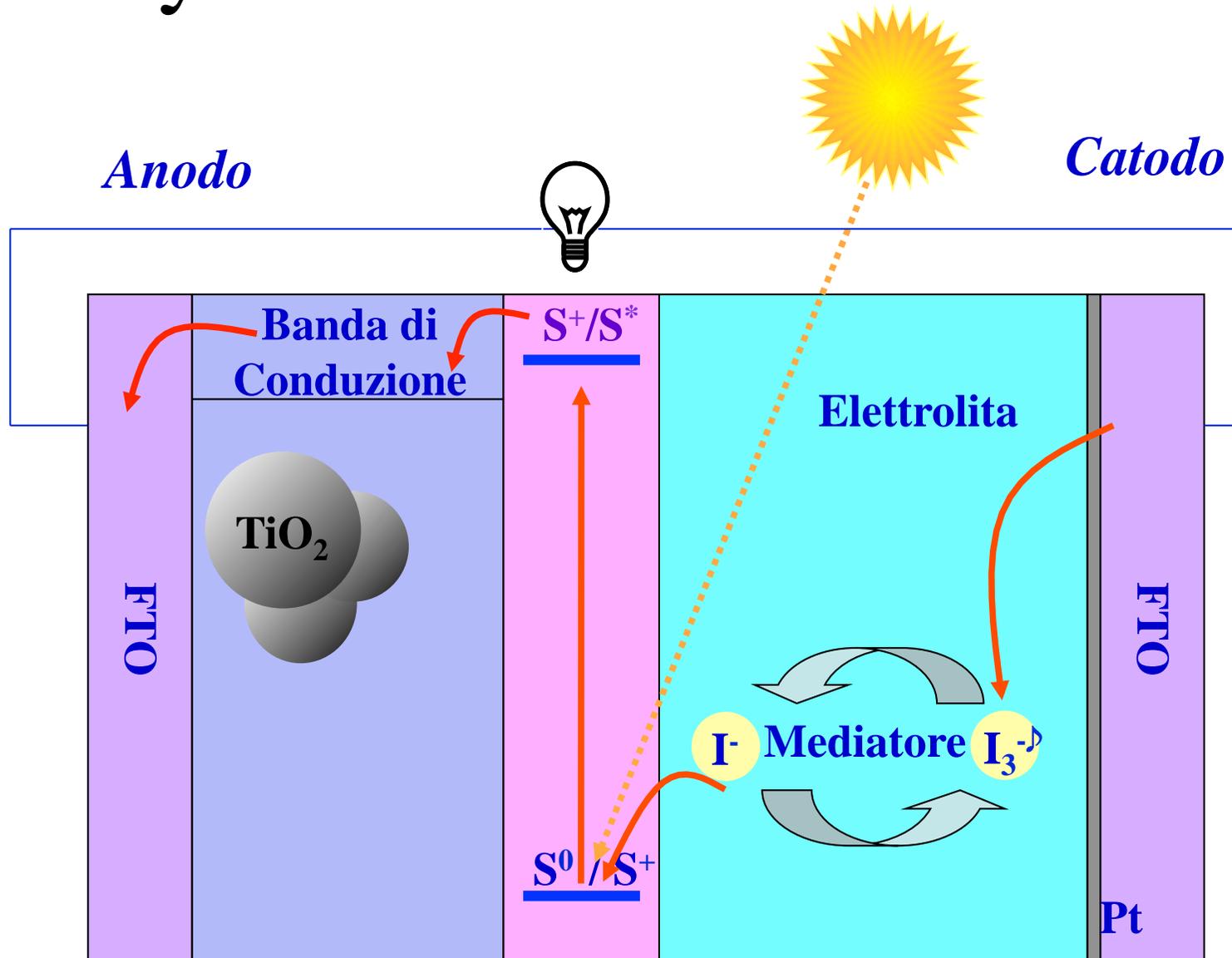
Bioconjugation

Based on the formation of a bond between a biomolecule and another molecule, appropriately functionalised, and with a great detectability. The new resulting molecule must be able to express the same properties of its single components: biological activity and detectability.

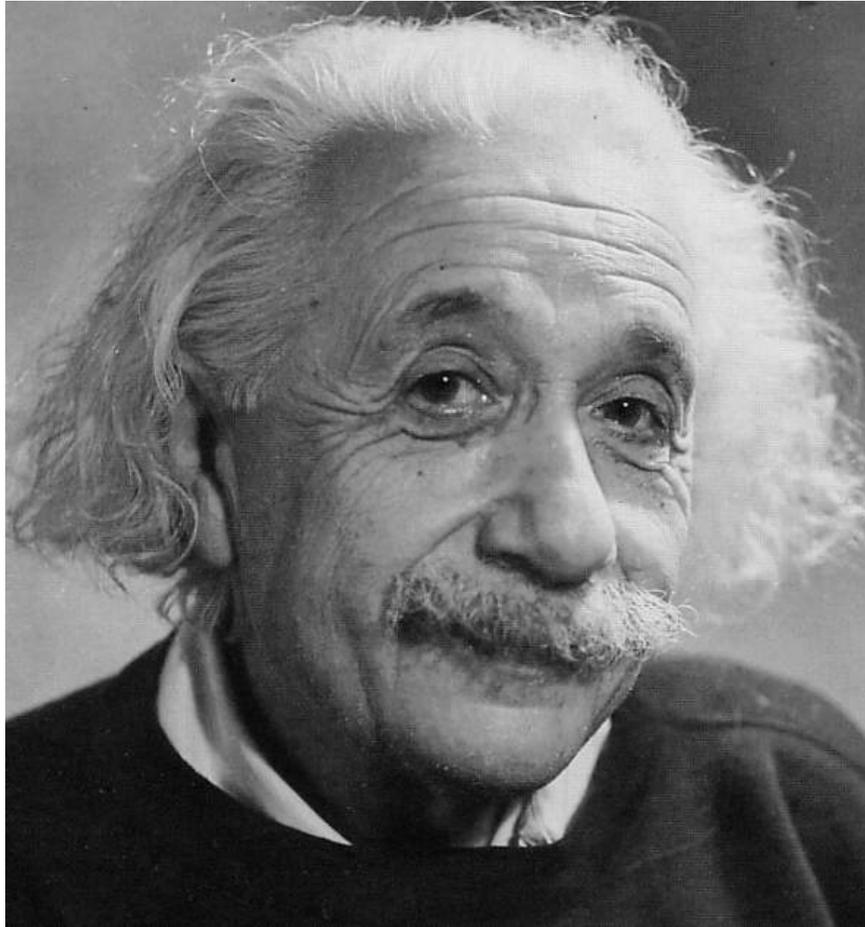


DSSC

Dye Sensitised Solar Cells







$$E = mc^2$$