



La ciència de la invisibilitat: de l'home invisible a la capa de Harry Potter

Àlvar Sánchez
Departament de Física, UAB

Dissabtes de la Física
Bellaterra, 18 de febrer de 2012

Què es la invisibilitat?



Què es la invisibilitat?

Un experiment... pensant, *Gedankenexperiment*

Què es la visibilitat?



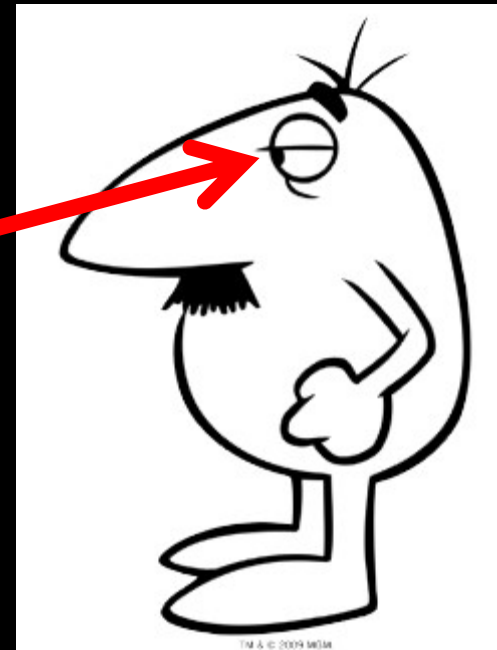
Emissors de llum

Transmissió de la llum



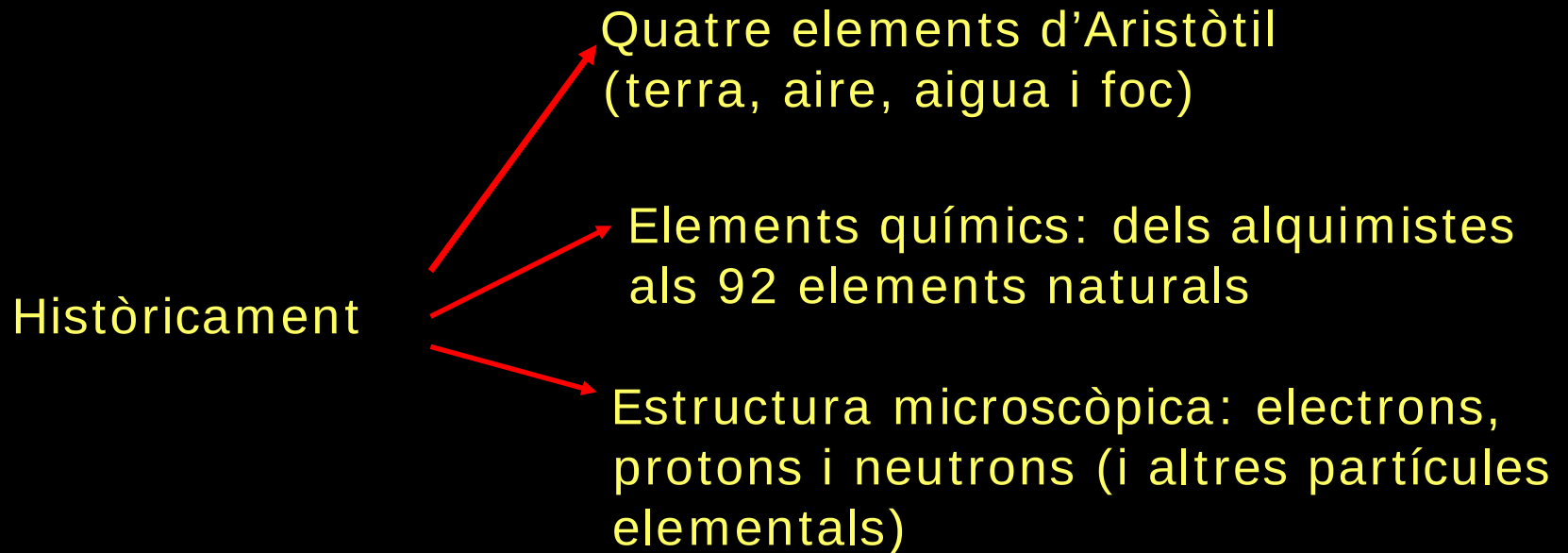
Propietats dels materials

Detectors de llum



Què es la llum?

De què estàn fetes les coses? De què està fet l'univers?



A l'univers només hi ha matèria?

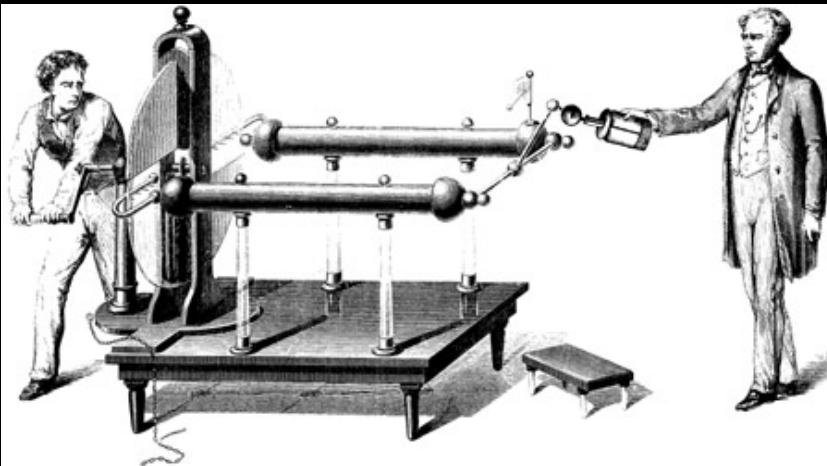
No! La llum NO és matèria. Què és la llum doncs?

Electrostàtica

Tales: electrificació per frotament



Gilbert (1600): 'De magnete', primer tractat sobre electricitat i magnetisme



Primeres màquines elèctriques
(von Guericke, 1660)

Ampolla de Leyden: primer
condensador

Electrostàtica

Benjamin Franklin

Electricitat atmosfèrica



Càrregues positives i negatives

Conservació de la càrrega

Electricitat per frotament



Separació de càrregues

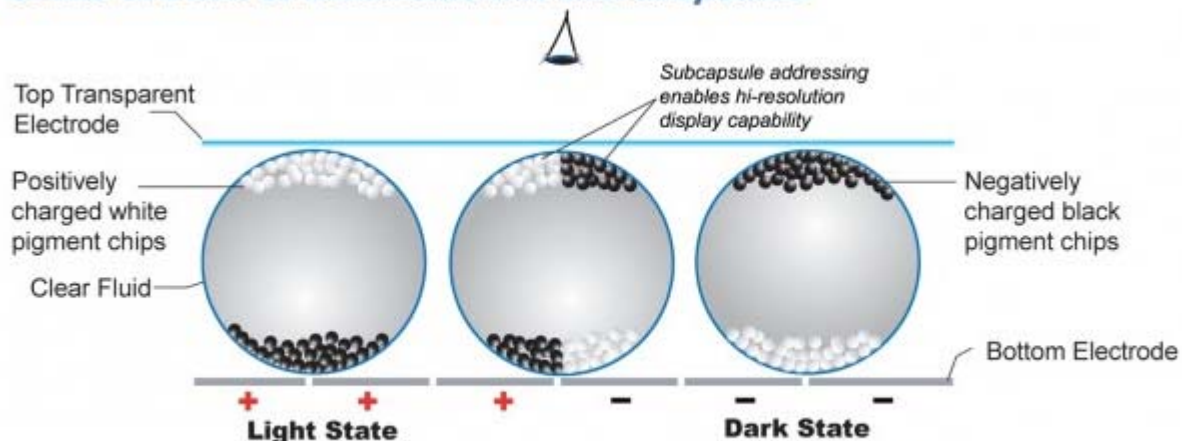


Electrostàtica

Tinta electrònica pels e-llibres



Cross-Section of Electronic-Ink Microcapsules

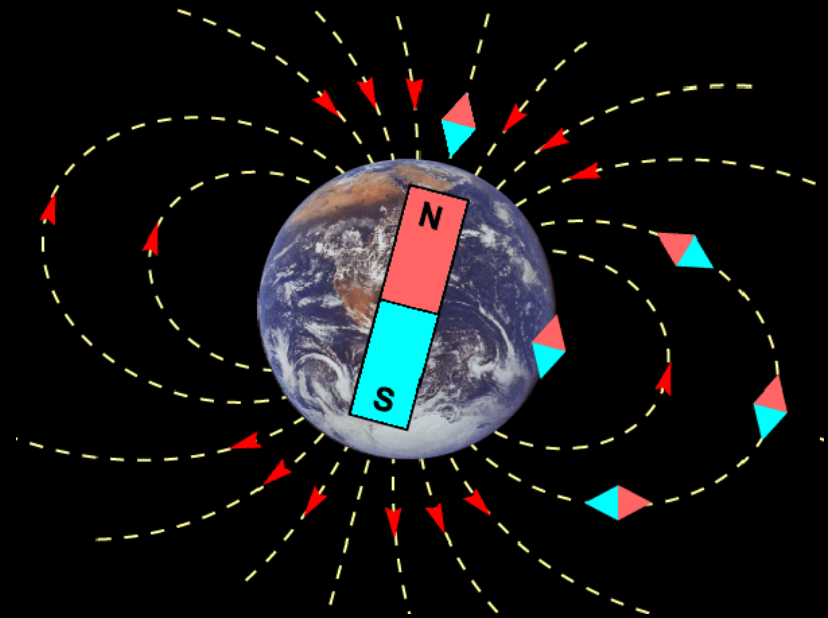
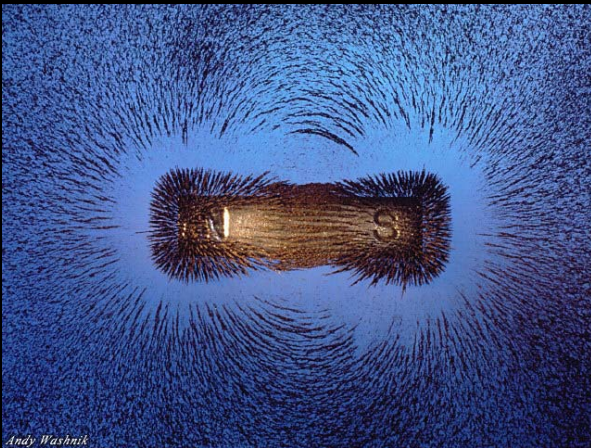


NOTE: Copyright E Ink Corporation, 2002. Image not drawn to scale - for illustration purposes only.

Magnetostàtica

Brúixola: A Xina, desde 200 a.C.,
1000 anys abans que a Occident!

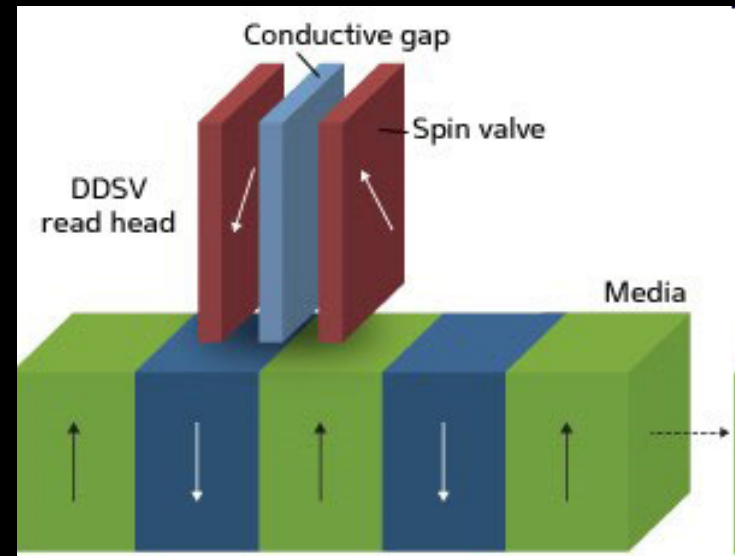
Imants:



Magnetostàtica



Memòries magnètiques:
90 per cent de la informació

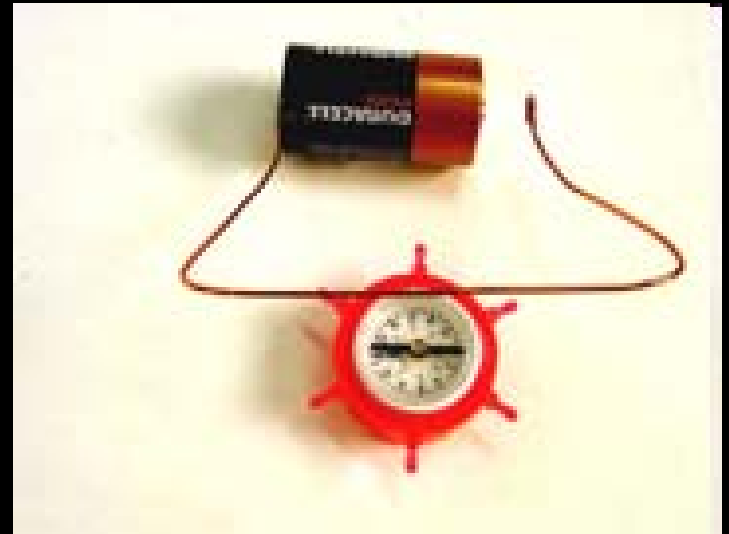


Magnetostàtica

Oersted (1820): Un corrent elèctric
mou l'agulla d'una bruxola



Electricitat crea efectes magnètics

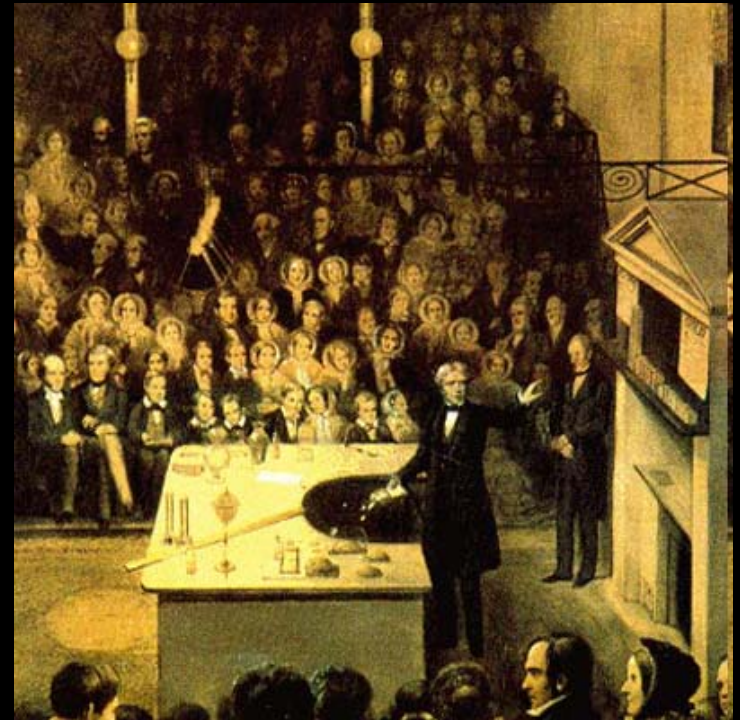


Inducció electromagnètica

Faraday (1831): inducció electromagnètica;
la variació de camp magnètic
genera corrent elèctric

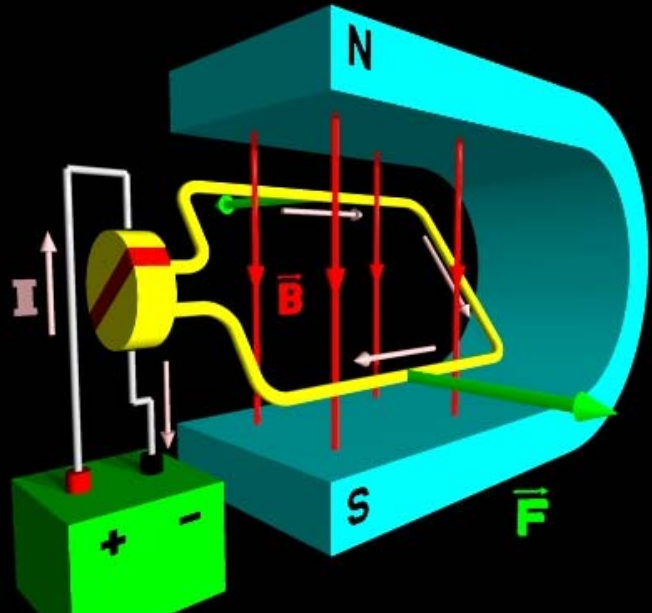


$$\text{Rot } E = -dB/dt$$



Inducció electromagnètica

Motors elèctrics dc (Faraday)
i ac (Tesla): electromagnetisme
crea moviment



Generadors: motors a l'inrevés



And God said:

$$\nabla \cdot D = \rho$$

$$\nabla \cdot B = 0$$

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

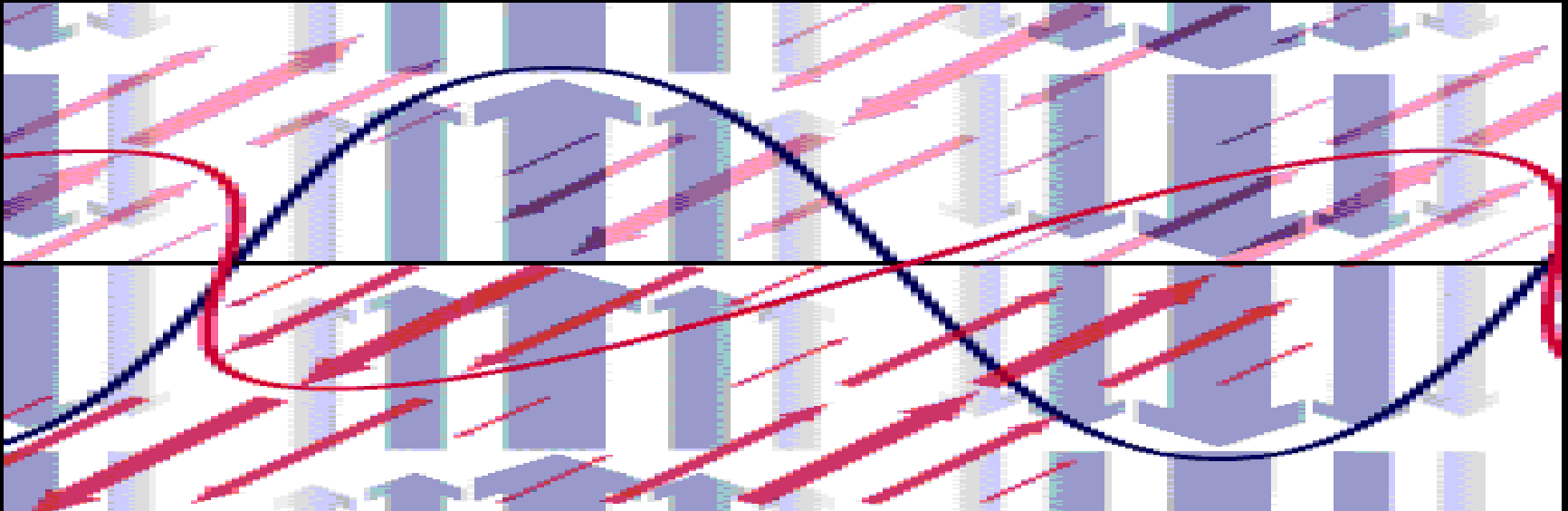
$$\nabla \times H = j + \frac{\partial D}{\partial t}$$

And there was light.

© 1988, TAYLOR & FRANCIS

Ones electromagnétiques

$dE/dt \rightarrow dB/dt \rightarrow dE/dt \rightarrow dB/dt \rightarrow$ **Ones**
electromagnétiques



Què es la llum?

Camps elèctrics i magnètics propagant-se a l'espai

De què estàn fetes les coses?

De què està fet l'univers?

De matèria i de llum (radiació)

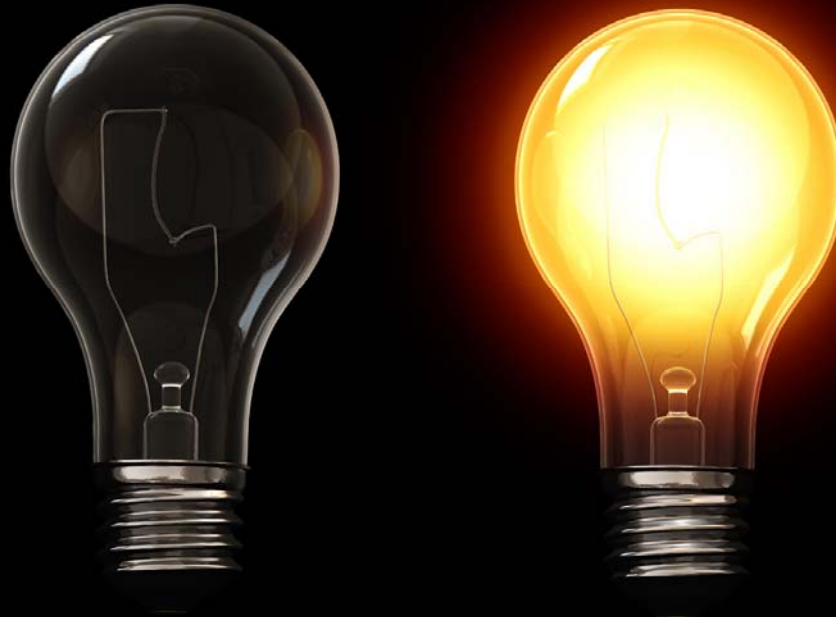
Onades: ones creades pel moviment de l'aigua



So: ones creades pel moviment de l'aire



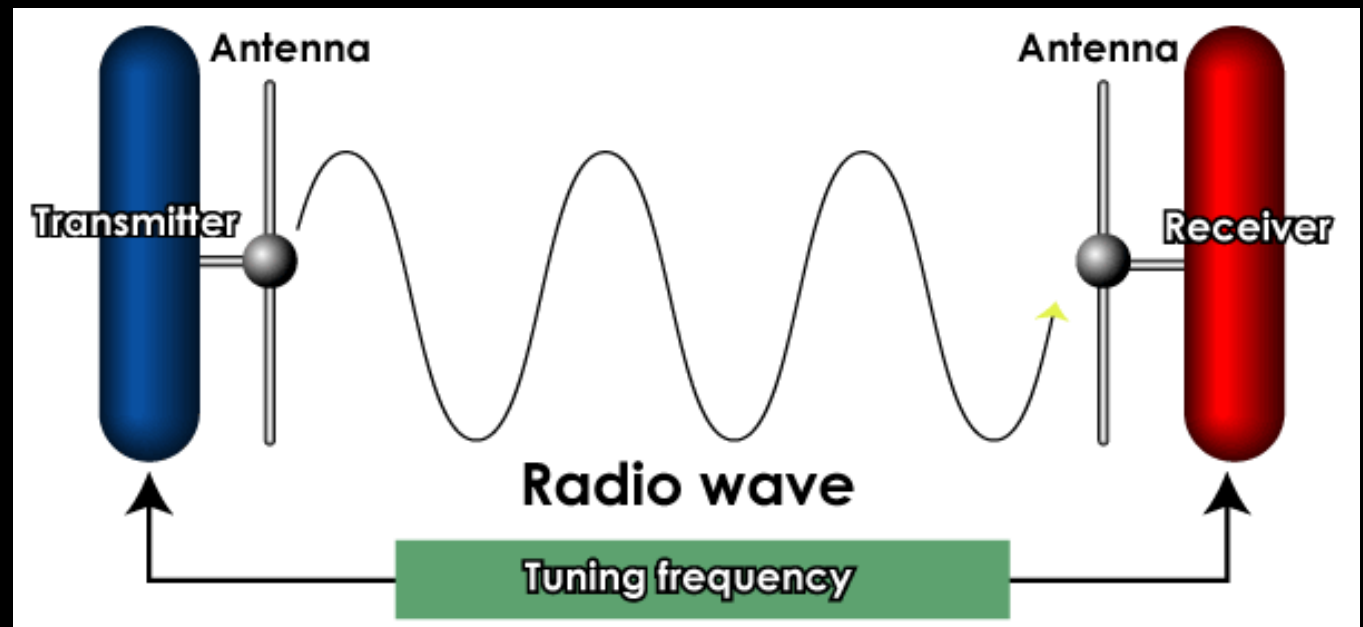
Llum: ones creades pel moviment de la matèria



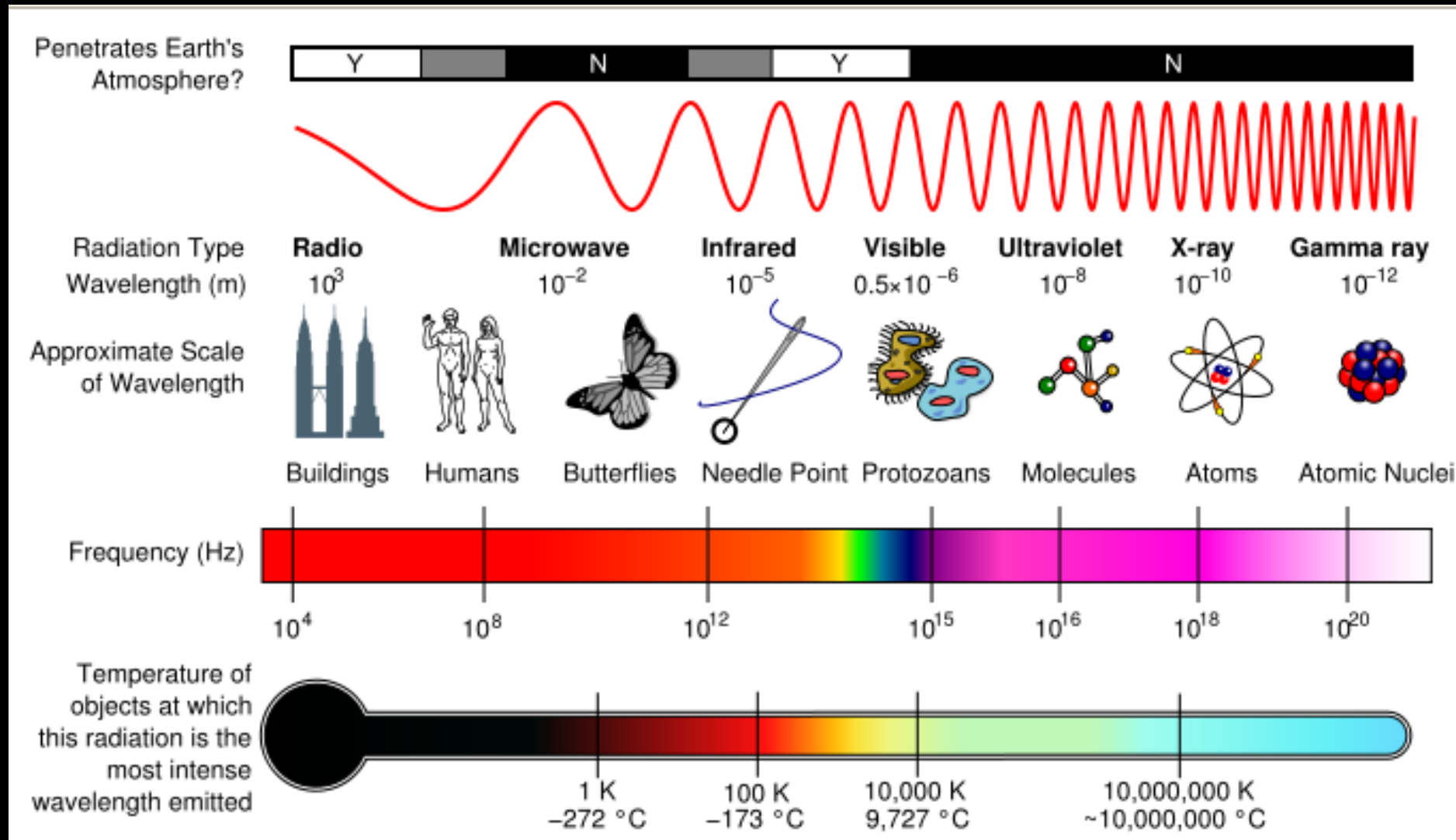
Ones electromagnètiques: hi ha més llum a més de la llum visible!



Hertz (1886): Descobrint
de les ones de radio

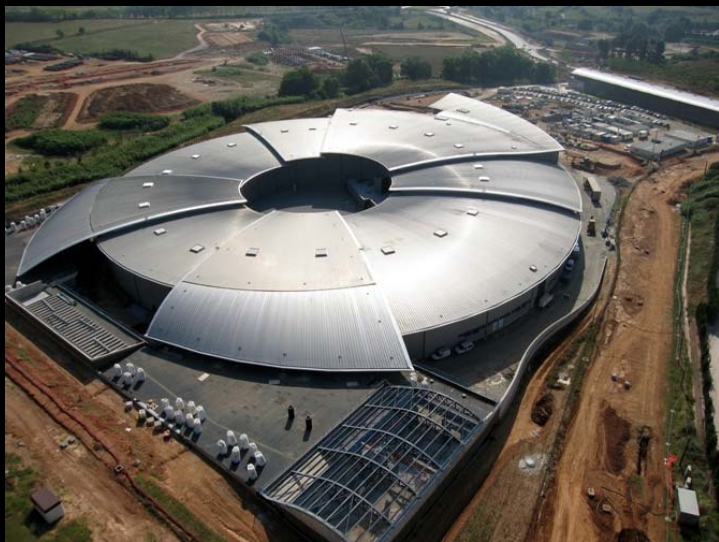


Ones electromagnètiques: hi ha molts tipus de llum!

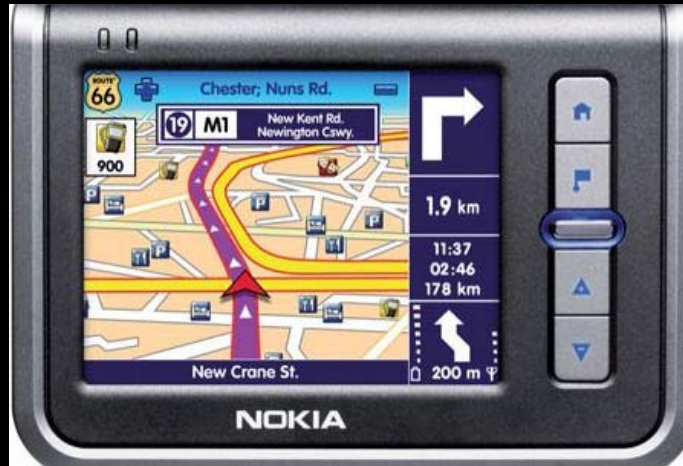


La major part de la llum és realment invisible als nostres ulls!

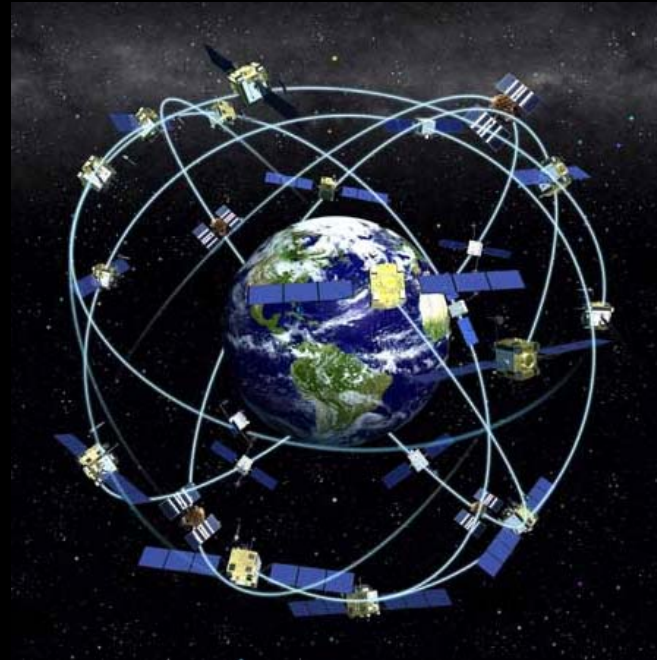
Generació d'ones electromagnètiques



Ones electromagnètiques: microones



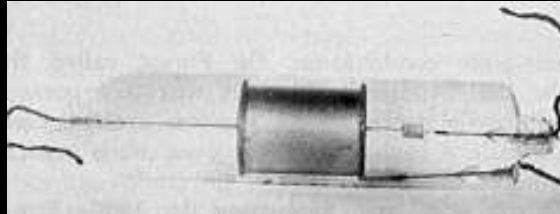
GPS



Mòbils



Ones electromagnètiques: microones



Batalla d'Anglaterra (1940) → Magnetron → Radar



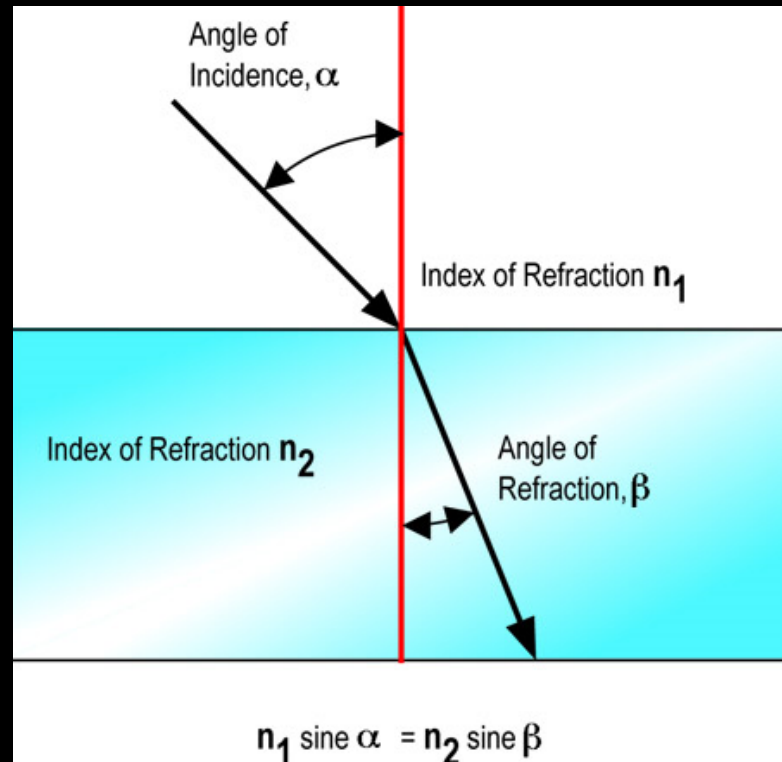
Percy Spencer
(1946)

Forn microones



Podem fer-nos invisibles (a la llum que veuen els nostres ulls)?

El comportament de la llum ve donat per les propietats electromagnètiques del cossos



Podem fer-nos invisibles
(a la llum que veuen els nostres ulls)?

2 possibles maneres:



Impossible
avui

Fer-nos transparents (index de refracció igual al de l'aire)
(Home invisible de H. G. Wells)

Podem fer-nos invisibles
(a la llum que veuen els nostres ulls)?

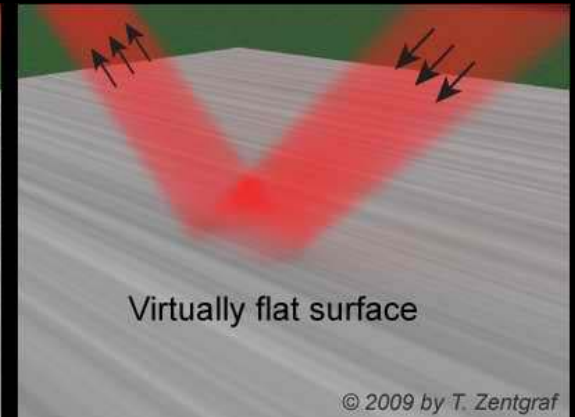
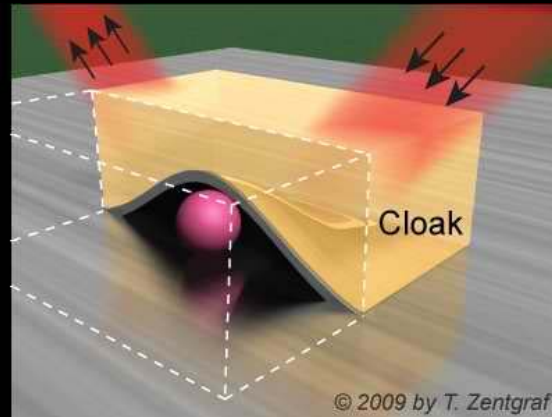
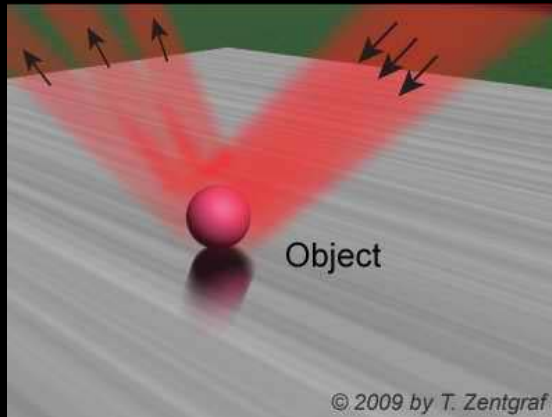
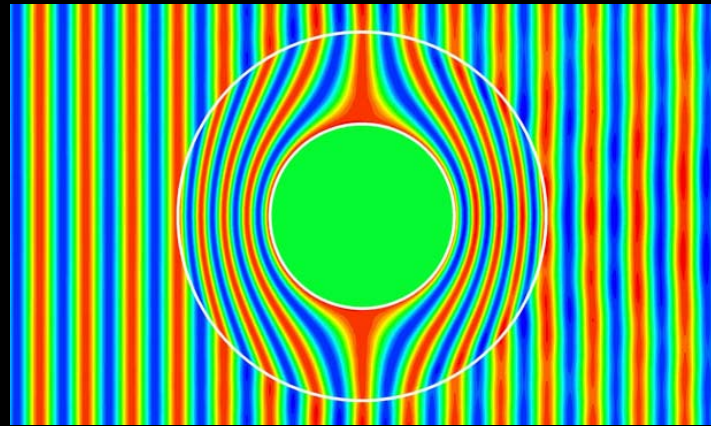
2 possibles maneres:



Capa d'invisibilitat (com la de Harry Potter)

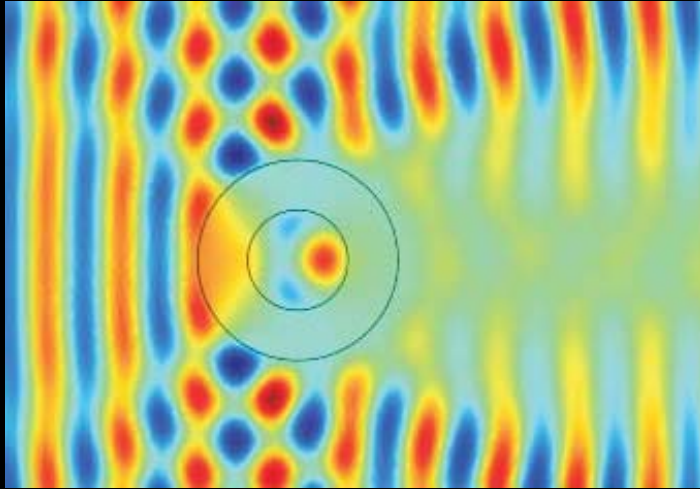
Podem fabricar capes d'invisibilitat?

Seria suficient en crear una capa d'un material tal que la llum pasés pel material sense afectar l'objecte...

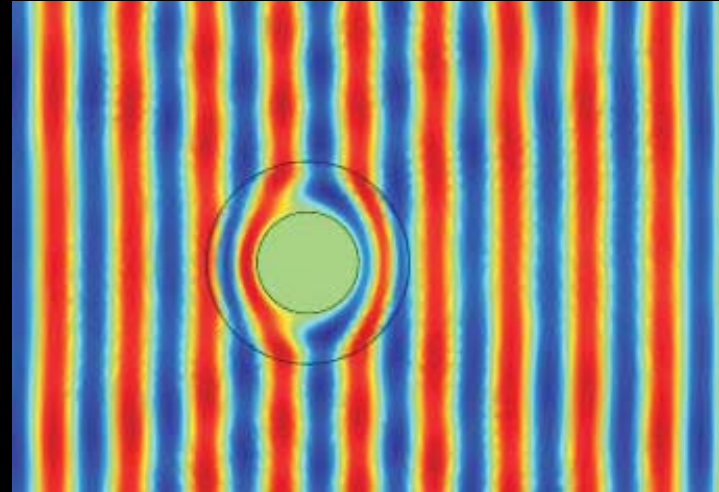


Però no existeixen materials amb aquestes propietats a la naturalesa....

Metamaterials: materials artificials que poden crear capes d'invisibilitat



Objecte normal:
reflexió i ombra



Objecte invisible

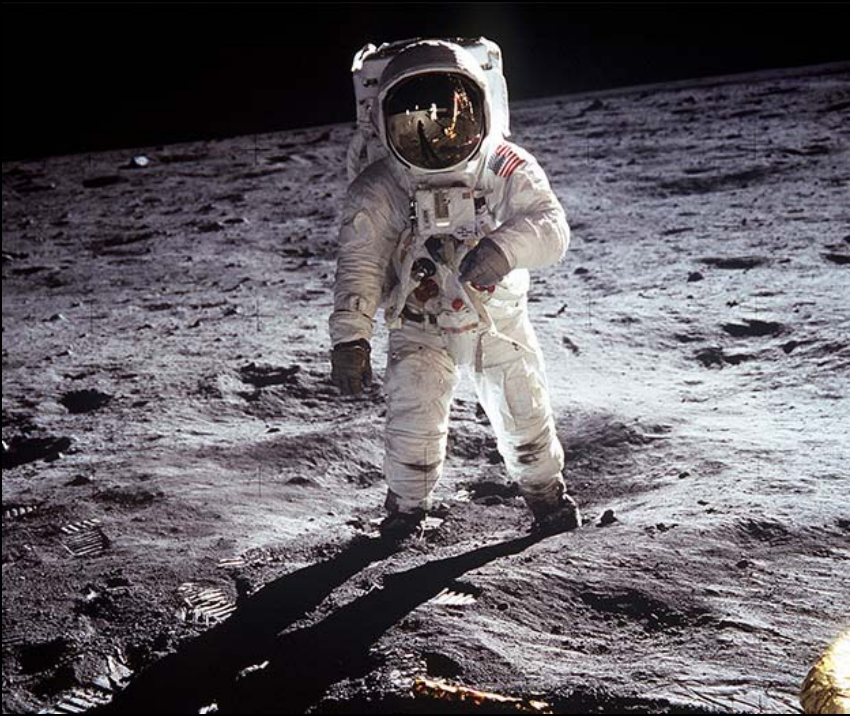


La Ciència ha convertit somnis en realitat....

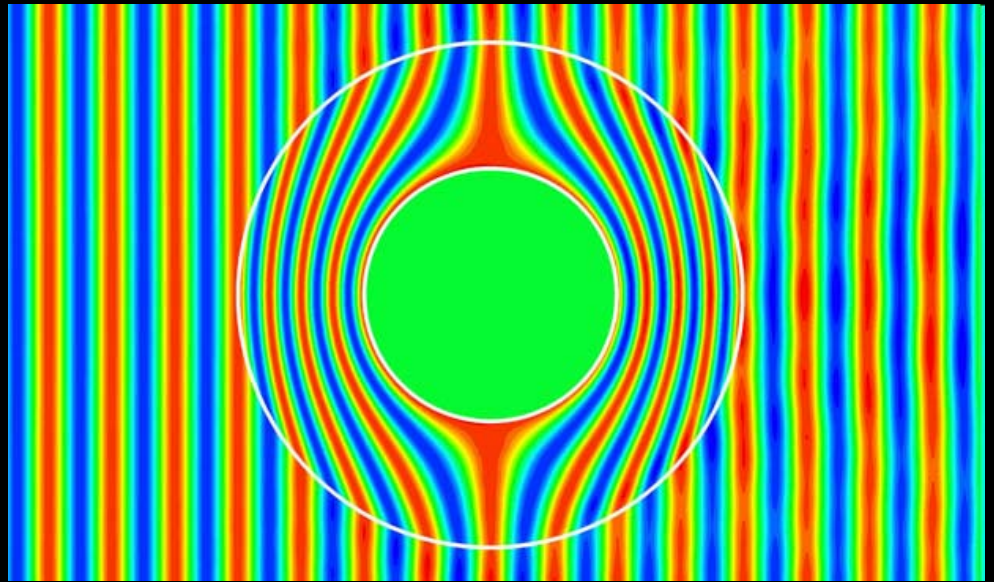
...volar....



...visitar altres móns....



...fer-nos ben aviat invisibles....





Gràcies!