

Astronomía fuera del visible

Beatriz García, Ricardo Moreno

International Astronomical Union

ITeDA y Universidad Tecnológica Nacional, Argentina

Colegio Retamar de Madrid, España



Objectius

- Mostrar fenòmens més enllà del que és observable: més enllà del que és visible, com la radiació electromagnètica que els cossos celestes emeten i que el nostre ull no pot detectar.
- Presentar experiències senzilles que permeten determinar l'existència d'emissions no visibles en les regions de les ones de ràdio, infraroig, ultraviolat, microones i raigs X.



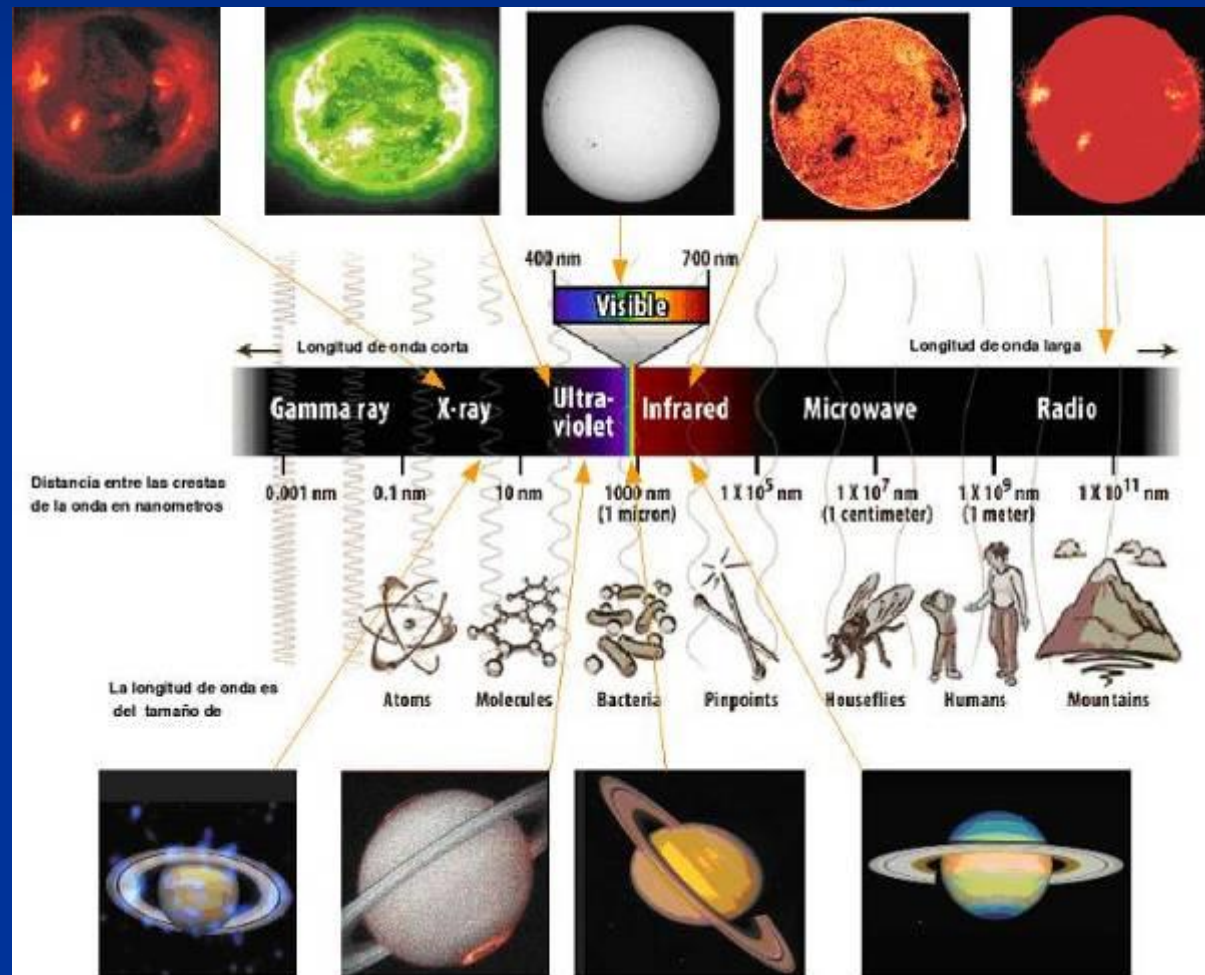
Presentació

- L'Univers s'havia estudiat només amb la llum que detectava l'ull humà.
- Hi ha informació que ve en altres longituds d'ona que els nostres ulls no veuen.
- Avui l'Astronomia observa en el infraroig, en l'ultraviolat, en ràdio, en microones, en raigs X i en raigs gamma.

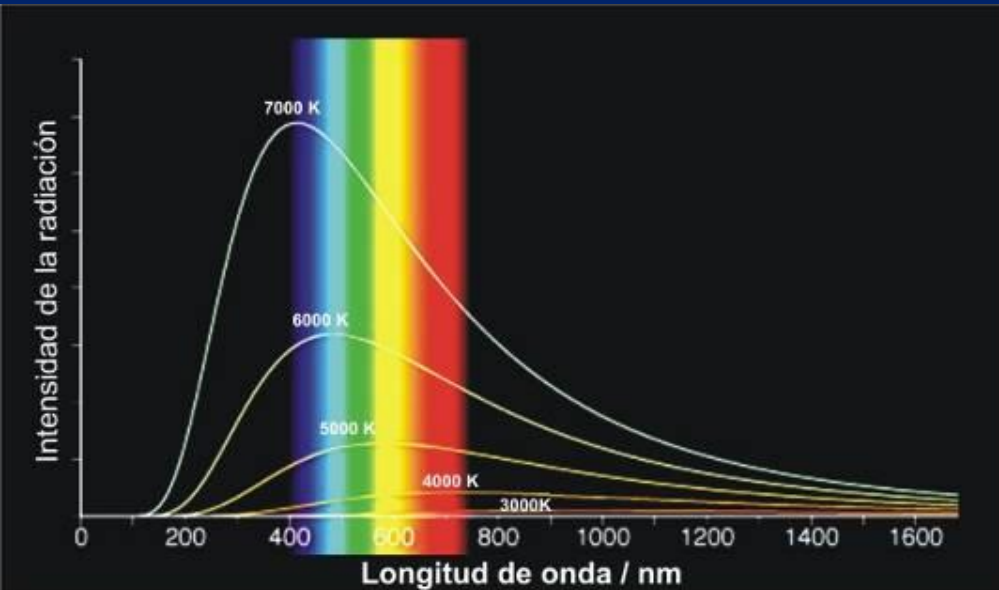


Espectre Electromagnètic

És el conjunt de totes les longituds d'ona de la radiació electromagnètica.



Radiació d'un cos negre



Estudiant la radiació d'un objecte llunyà, podem saber a quina temperatura està sense necessitat d'anar fins allà. Això s'aplica a les estrelles, que són cossos gairebé negres.

Qualsevol “cos negre” en ser escalfat emet llum en moltes longituds d'ona. λ

Hi ha una $\lambda_{\text{màx}}$ en la qual la intensitat de radiació és màxima. Aquesta $\lambda_{\text{màx}}$ depèn de la temperatura T :

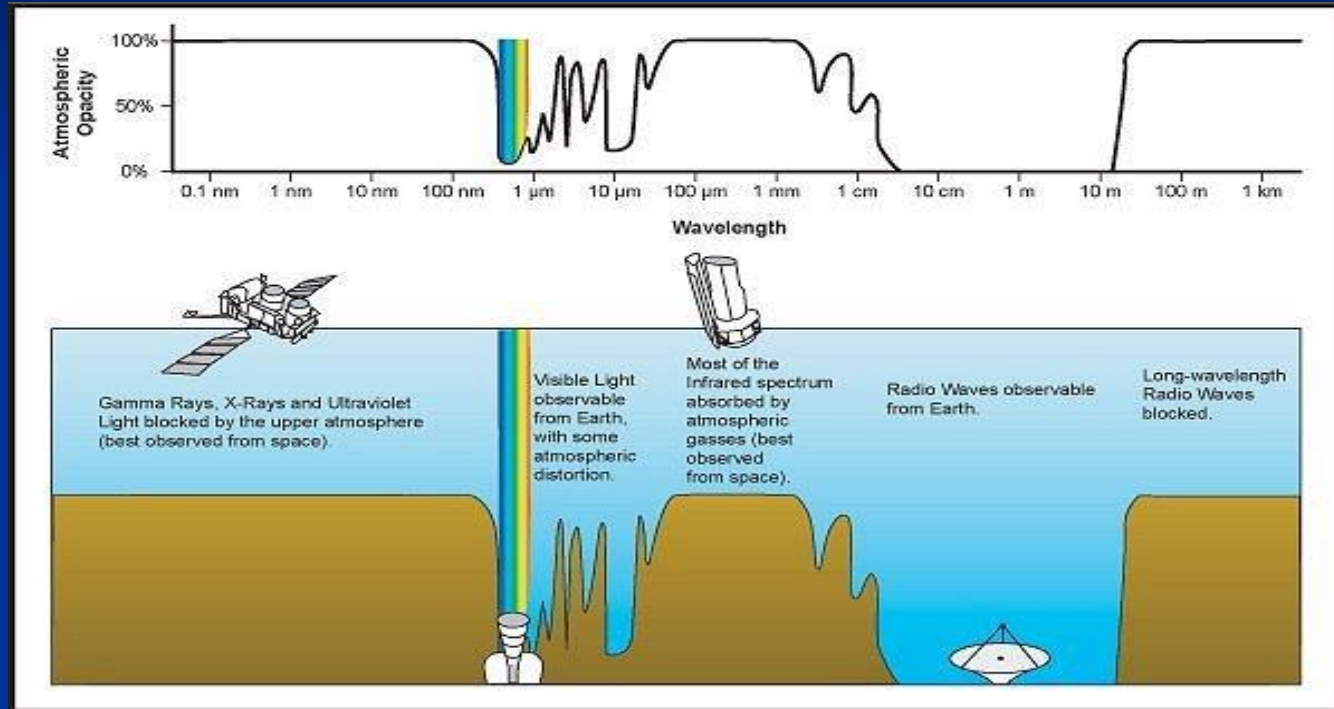
$$\lambda_{\text{màx}} = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{T} \quad (\text{m})$$

Llei de Wien



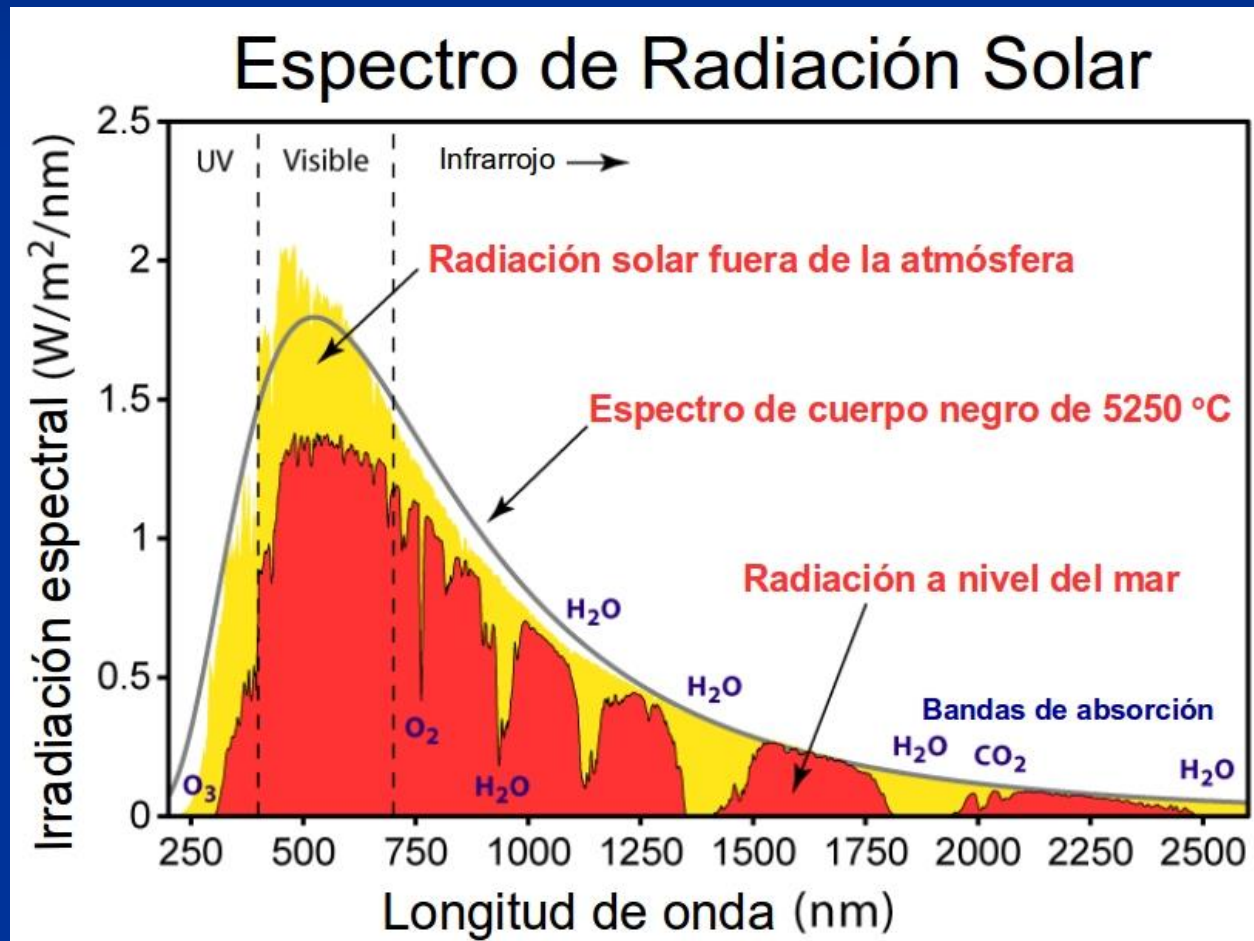
Radiació solar

Finestres en diferents regions energètiques



L'atmosfera de la Terra és opaca a la majoria de les longituds d'ona de radiació. Podem detectar les altes energies des de l'espai i les baixes energies requereixen detectors especials.

Quan l'energia electromagnètica solar travessa l'atmosfera, la radiació del "cos negre" canvia, però la λ per a la qual la irradiància és màxima roman sense canvis



Sabem que hi ha $\lambda_{\max}$ a la qual la irradiància o emissió és màxima depèn de la temperatura T , però no necessita estar en una regió visible de l'espectre

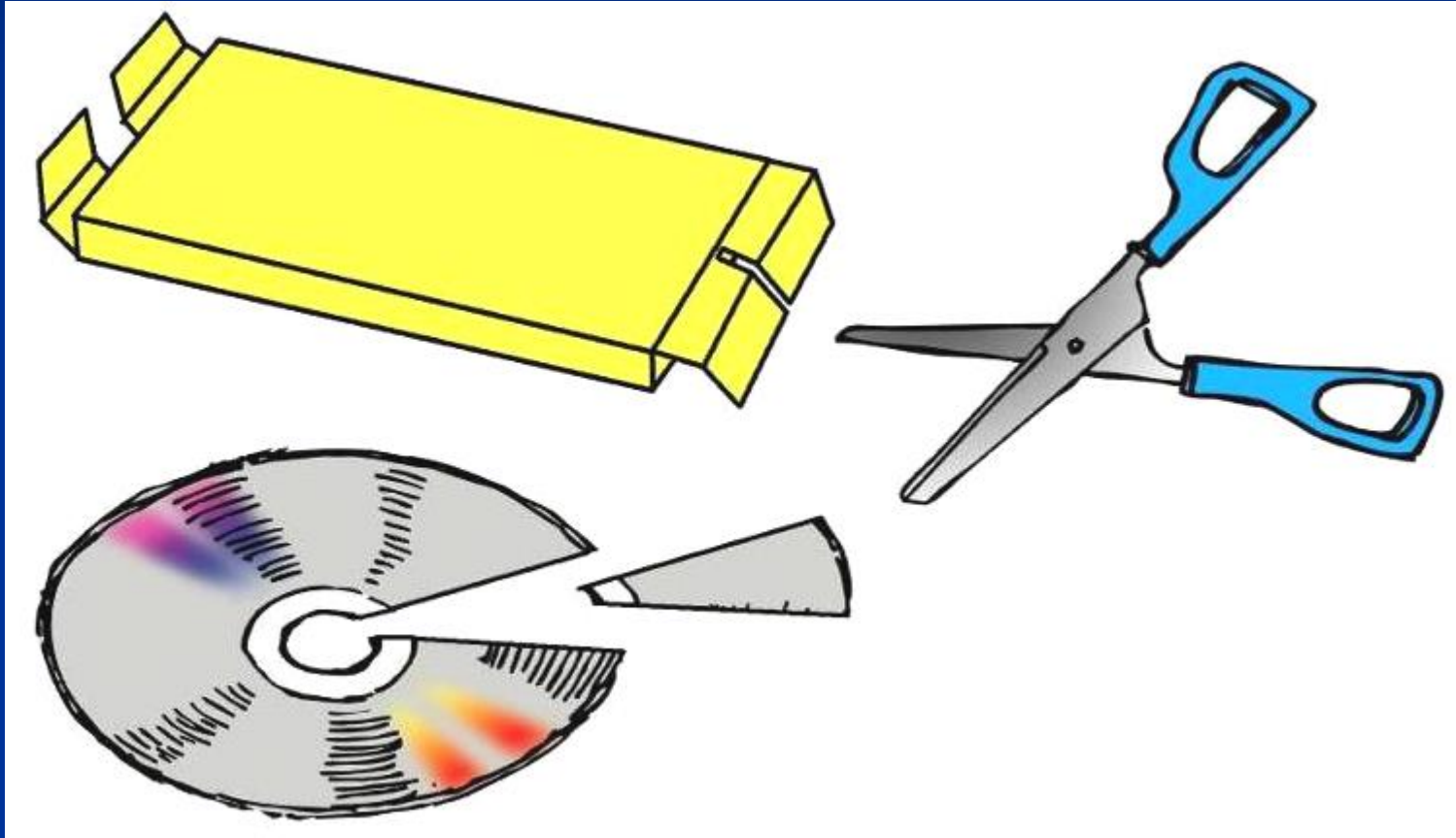


Exemple, el cos humà té una temperatura de $T = 273 + 37 = 310$ K.
Després, emet el màxim en $\lambda_{\max} = 9300$ nm.

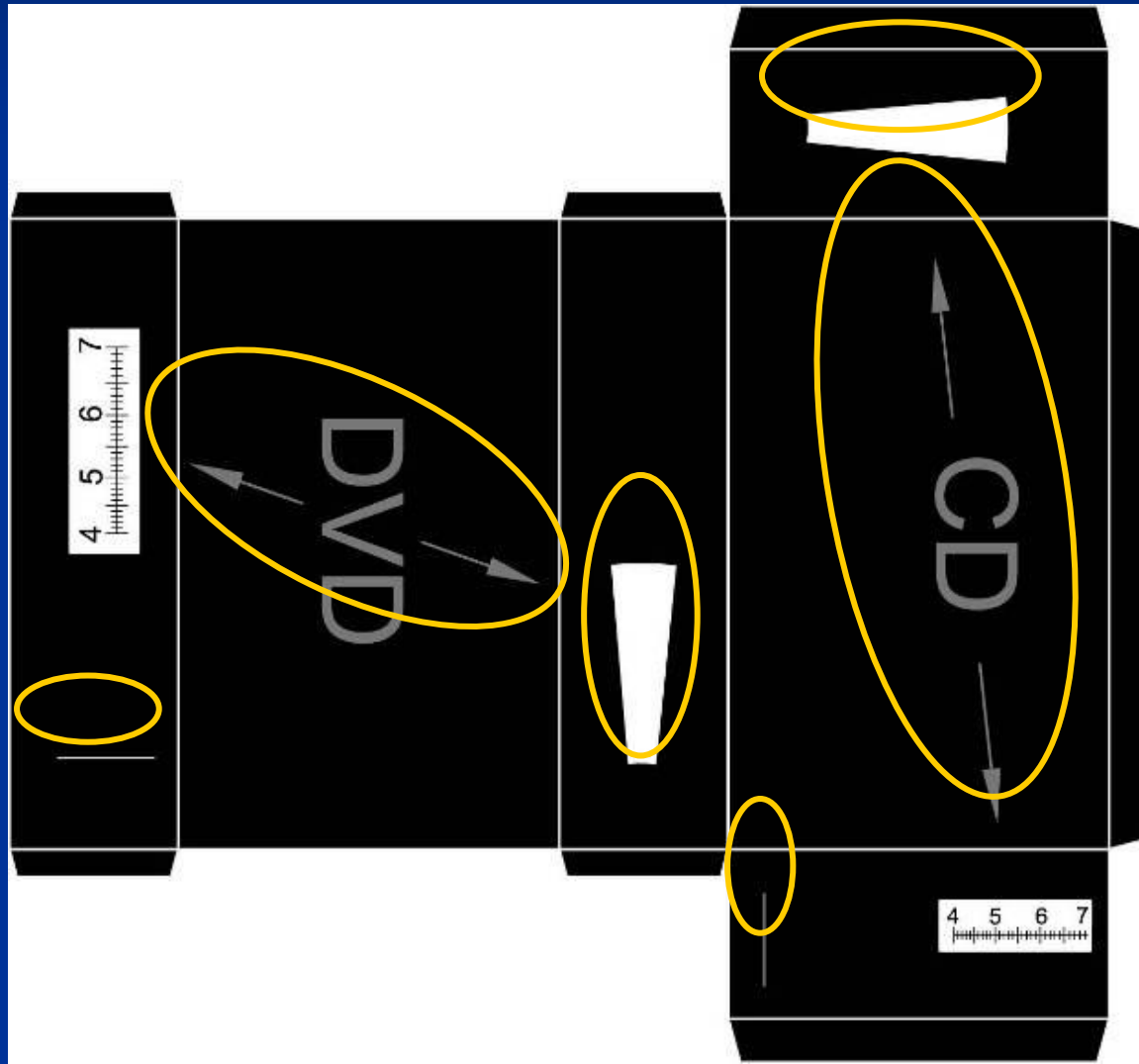
Els dispositius de visió nocturna usen aquesta $\lambda_{\max}$.



Activitat 1: Construcció d'un espectroscopi



Activitat 1: Construcció d'un espectroscopi



Segons facis servir DVD o CD has de retallar una part o una altra de la plantilla.

Activitat 1: Construcció d'un espectroscopi



En els CD es desenganxa la part platejada de el disc (no valen els blancs) ratllant i usant cinta adhesiva.

Activitat 1: Construcció d'un espectroscopi



La part negra
ha d'anar per
dins.

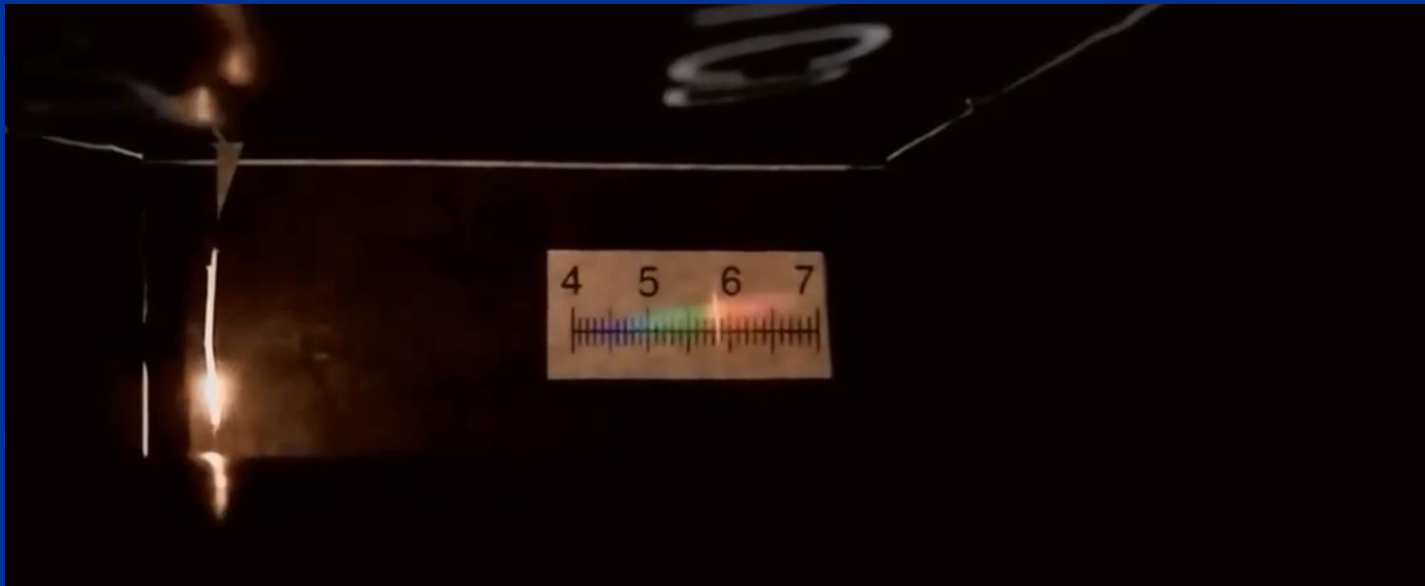


Pots mirar la llum
d'una bombeta
incandescent, un
fluorescent, una
bombeta de baix
consum, fanals
del carrer ...

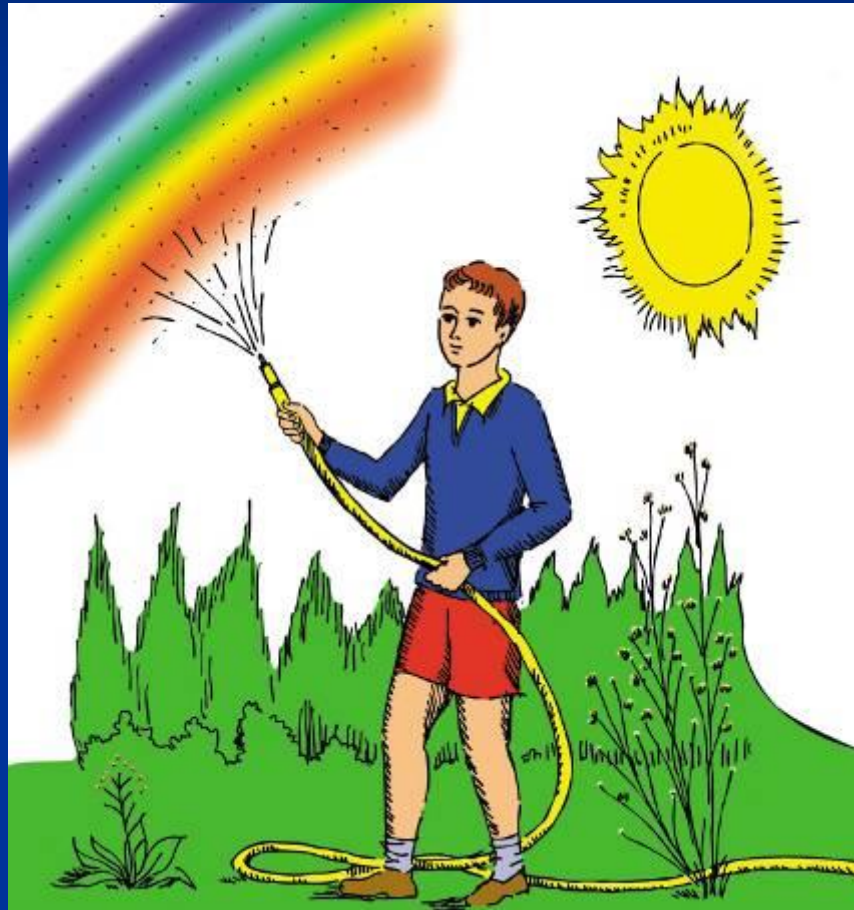


Activitat 2: Visualització de línies de sodi

L'espectroscòpia ens permet conèixer la composició química d'estrelles i exoplanetes estudiant els espectres que ens arriben. Vegem un exemple amb una espelma on impregnarem la metxa amb una mica de sal comuna (Na Cl) per veure la línia d'emissió de Sodi que correspon a una longitud d'ona de 589.



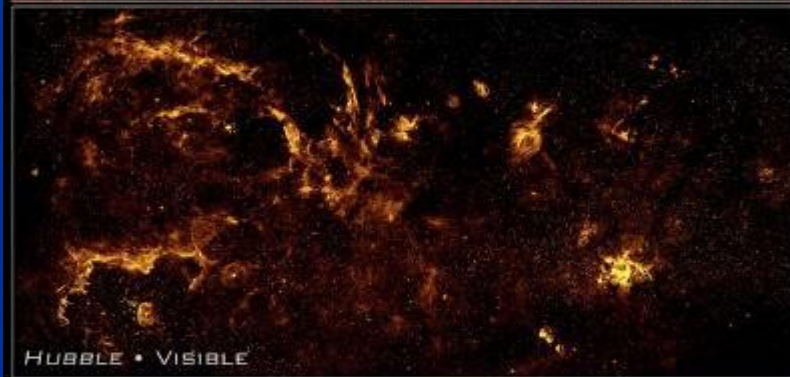
Activitat 3: Descomponent la llum solar amb gotes d'aigua



Els més petits poden descompondre la llum i fer un arc de Sant Martí.

Necessiten una mànega amb difusor, i posar-se amb el Sol darrere.

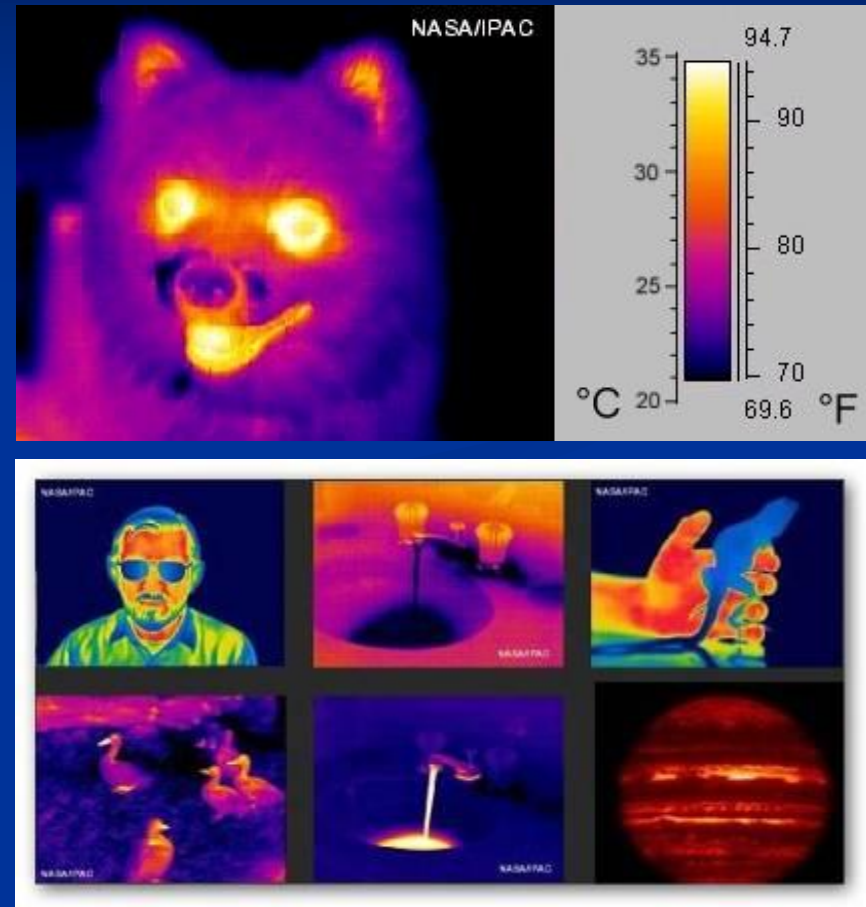
Altres regions de l'espectre



- Hi ha matèria a temperatures molt més baixes que la de les estrelles. Per exemple, núvols de material interestel·lar.
- No emeten radiació visible, però sí radiació infraroja, microones i ones de ràdio.
- El tipus de radiació està associada a l'energia del que allí passa. I apareixen detalls interessants, per exemple en el centre de la nostra galàxia...

El infraroig

- Ho va descobrir William Herschel amb un prisma i uns termòmetres.
- És propi de cossos que estan calents, però no tant com per emetre llum visible.
- Per a “veure-ho” se sol establir una equivalència entre la temperatura i els colors.

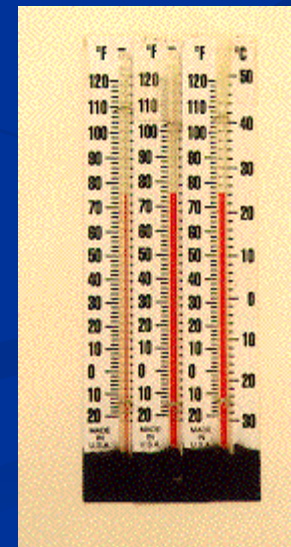
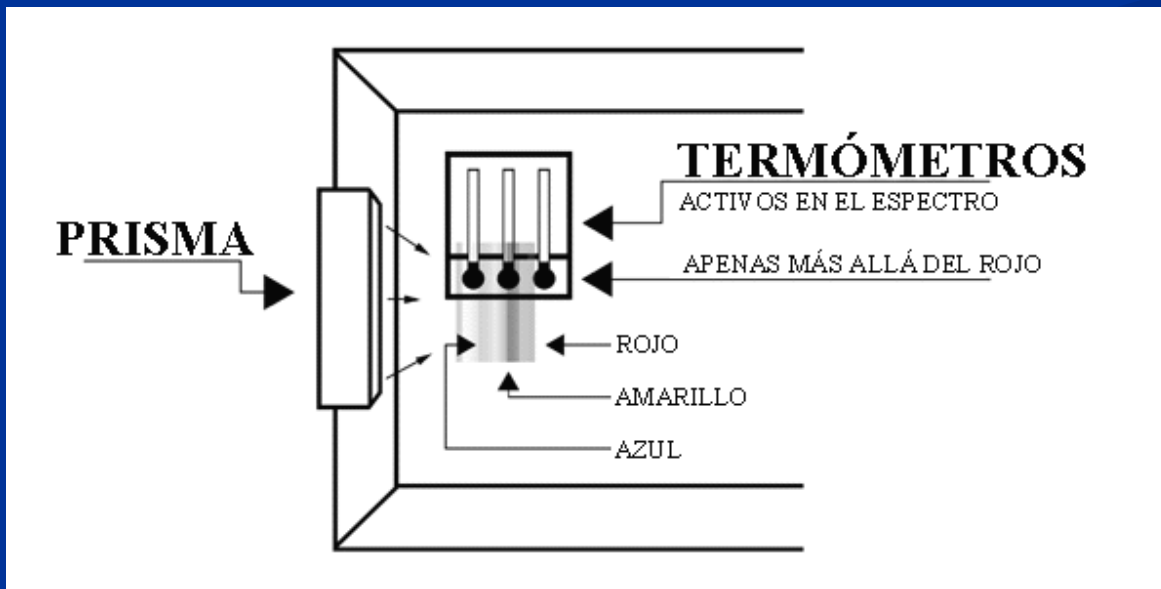
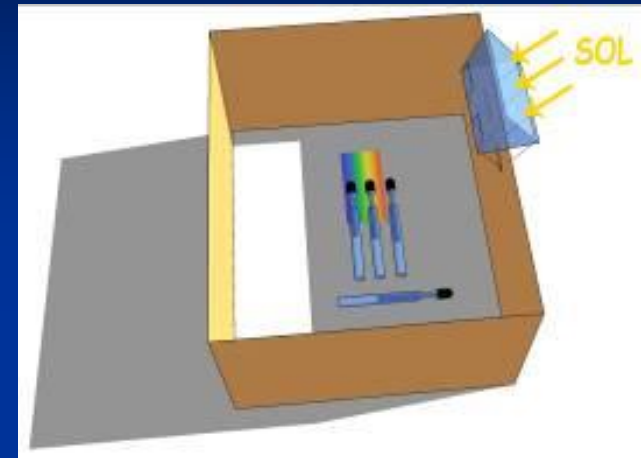
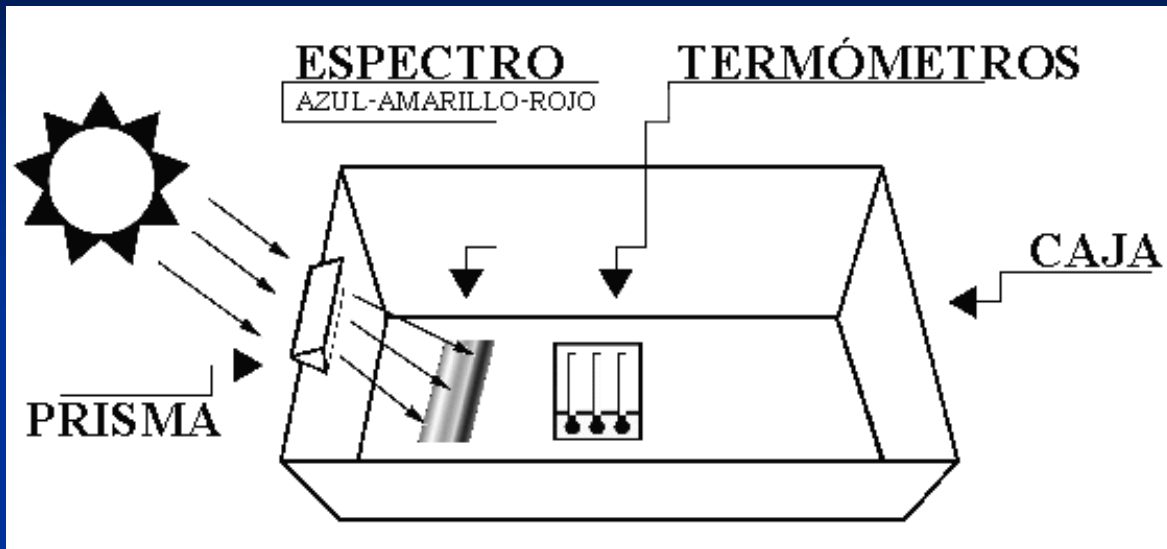


Activitat 4: Experiment d'Herschel

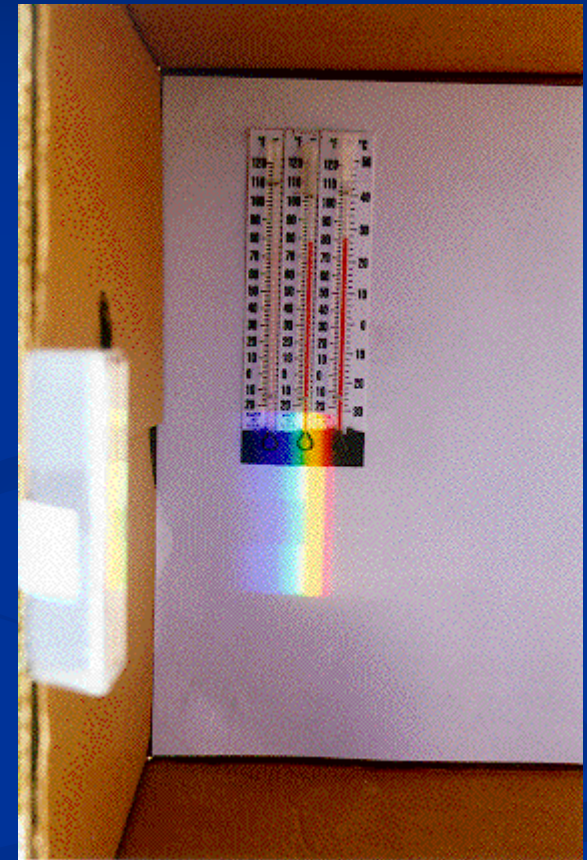
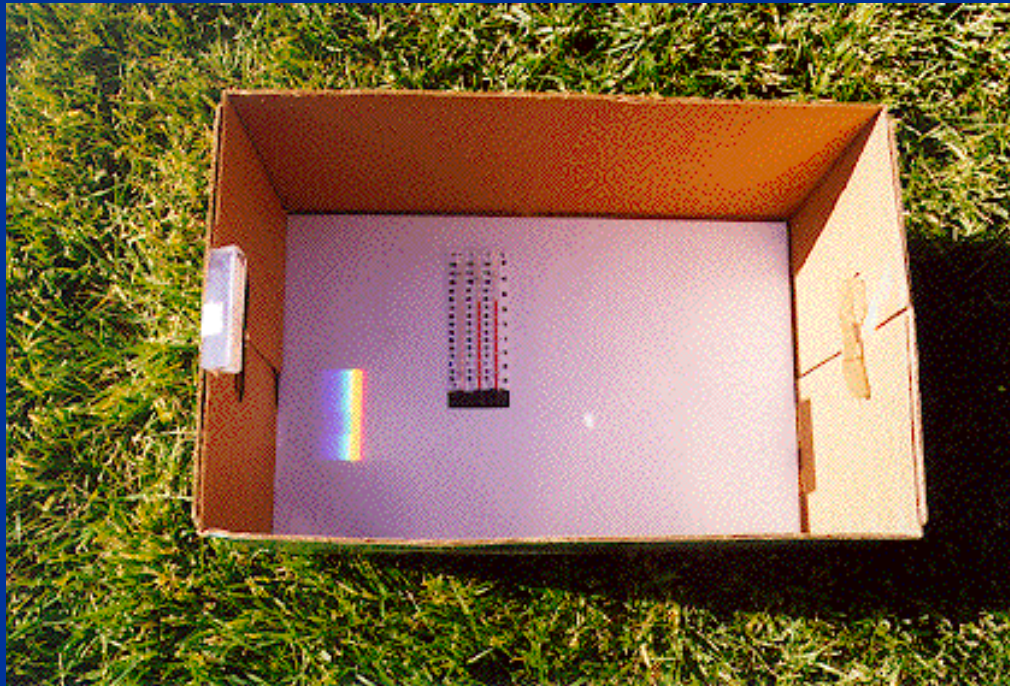


- L'any 1800, Herschel va fer un descobriment molt important: els raigs IR.

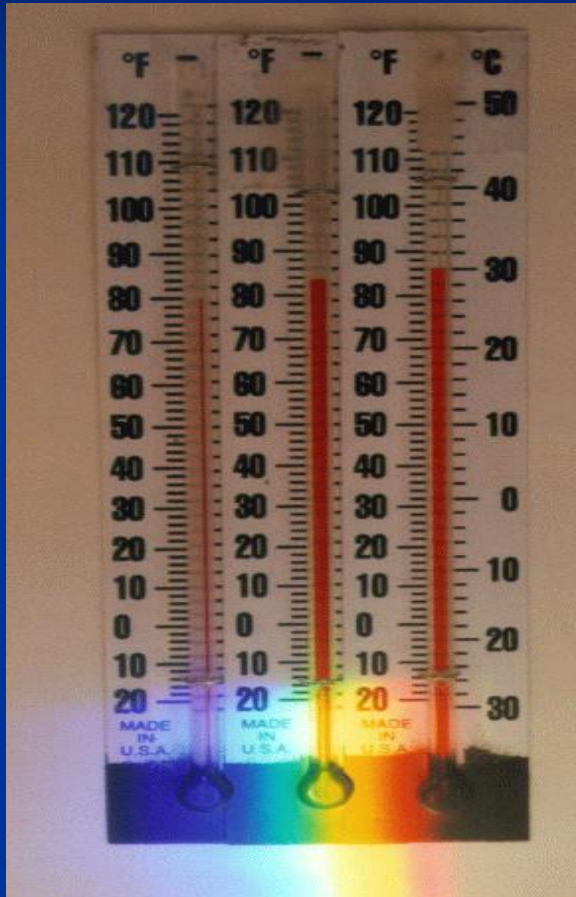
Activitat 4: Experiment d'Herschel



Activitat 4: Experiment d'Herschel



Activitat 4: Experiment d'Herschel



TAULA DE PRESA DE DADES				
	Termòmetre nº 1 en el blau	Termòmetre nº 2 en el groc	Termòmetre nº 3 més enllà del vermell	Termòmetre nº 4 a l'ombra
Després de 1 minut				
Després de 2 minuts				
Després de 3 minuts				
Després de 4 minuts				
Després de 5 minuts				

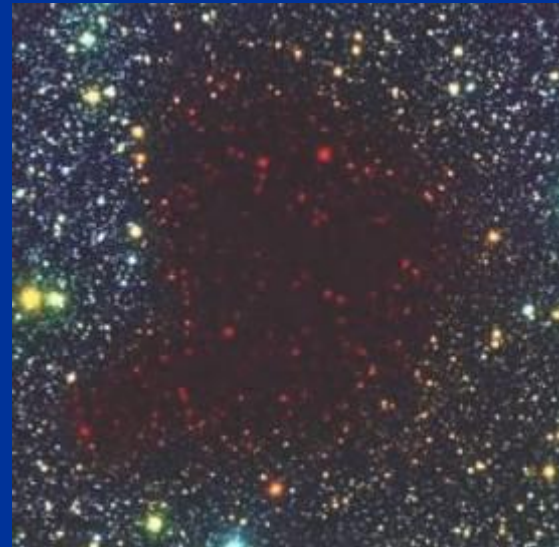
Activitat 5: Detecció de IR amb un mòbil

- Els comandaments a distància emeten infrarojos, que els nostres ulls no veuen.
- La càmera d'un telèfon mòbil és sensible als IR.



El poder del infraroig

- La pols intergalàctica absorbeix la llum visible, però no tant la infraroja.

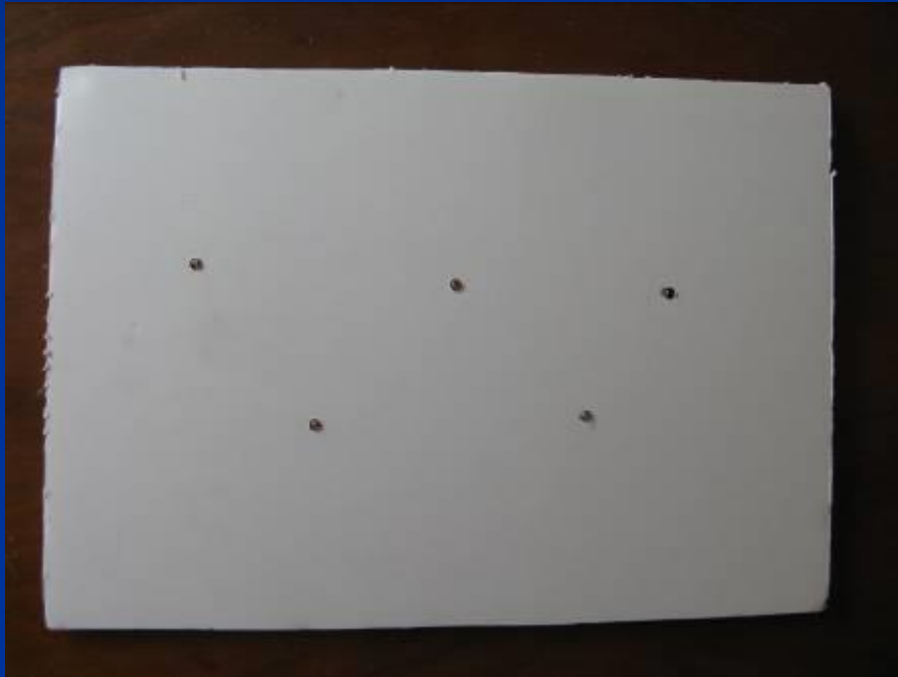


Activitat 6: Detecció del IR emés per una bombeta

- La major part de l'energia que emet una bombeta incandescent és visible, però també emet en infraroig, que pot travessar algunes teles que el visible no pot.
- El mateix passa amb la pols galàctica, que pot ser travessada per les emissions infraroges, però no per les visibles.



Activitat 7: Constel·lació amb LEDs IR



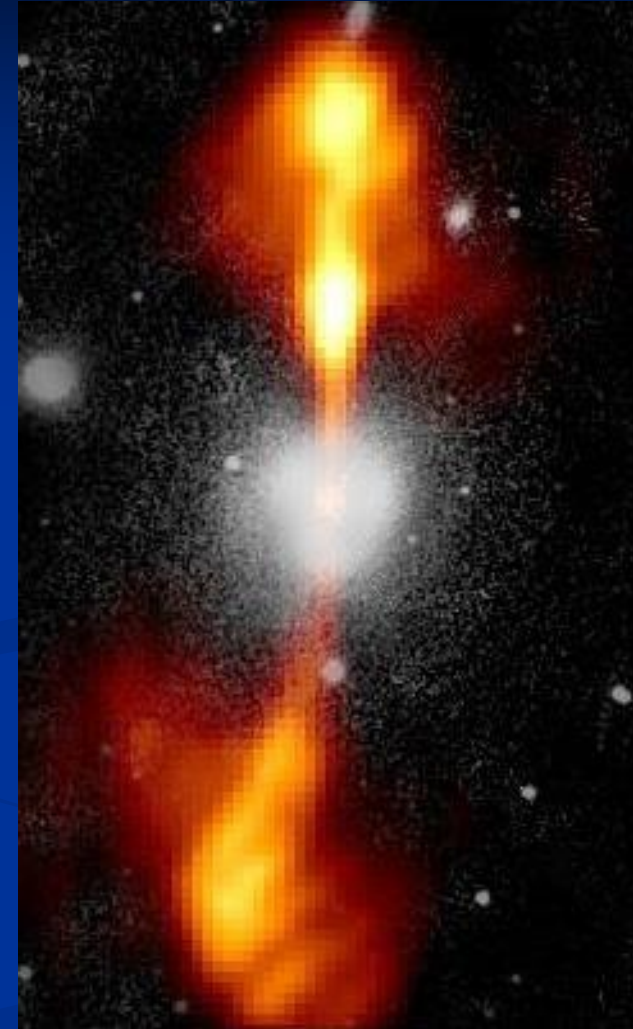
Cassiopeia amb LEDs IR.

Activitat 8: Constel·lació amb comandaments a distància

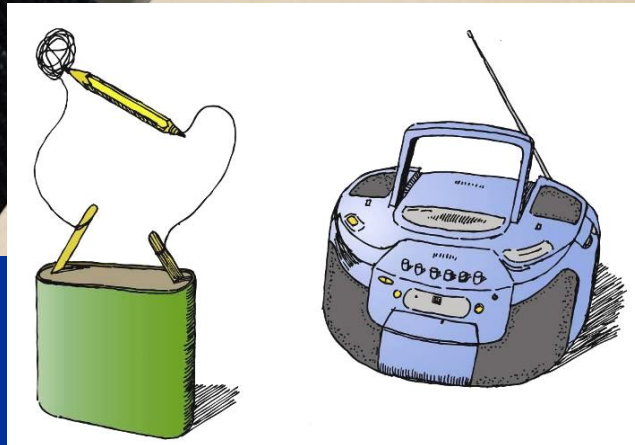
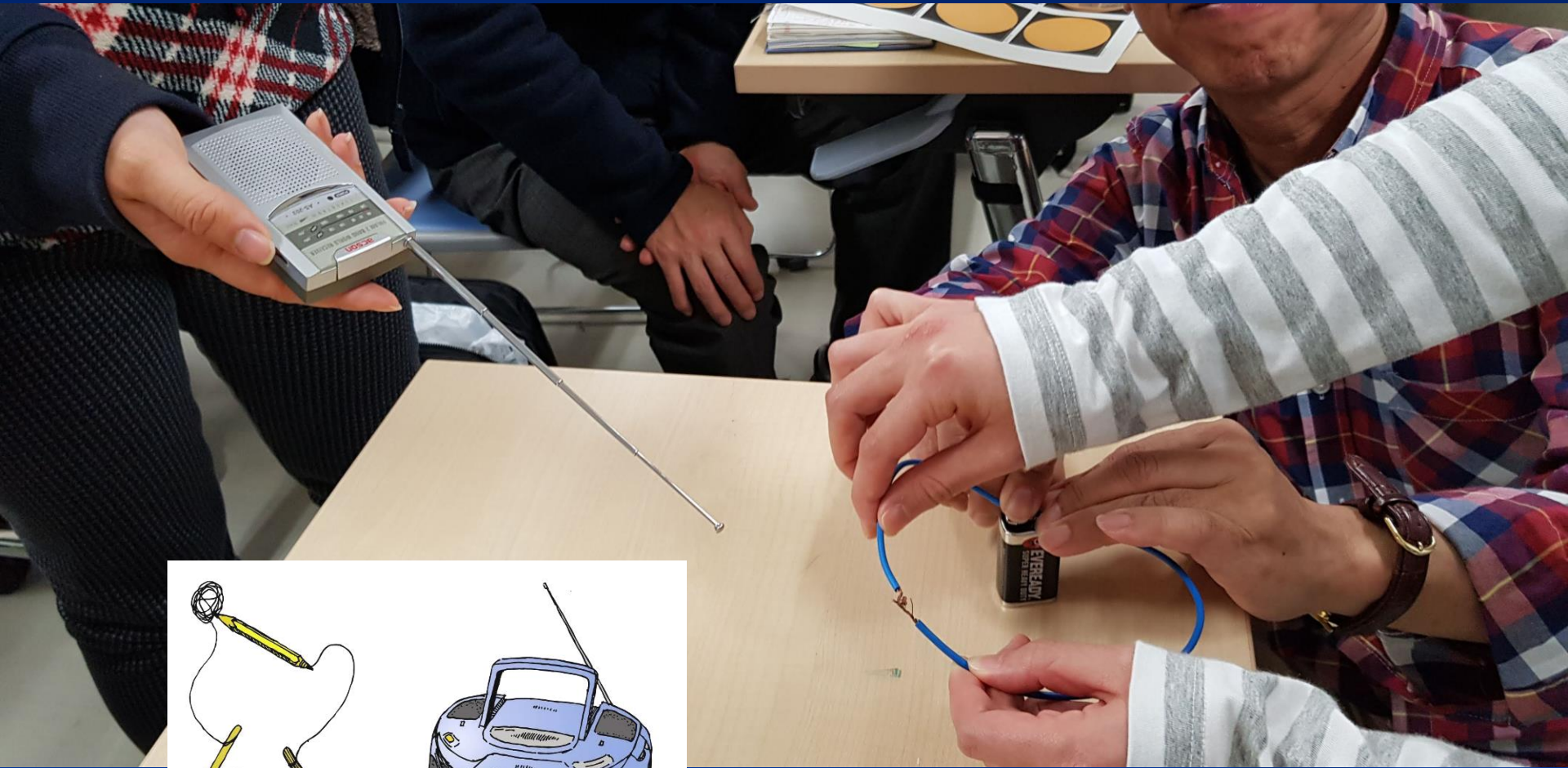


Emissió d'ones de ràdio

- Les ones de longitud d'ona des de uns metres a quilòmetres es diuen ones de ràdio.
- Són les que es fan servir en les emissores comercials.
- També ens arriben des de l'espai. I ens mostren morfologies que en altres longituds d'ona no es veuen.



Activitat 9: Produint ones de ràdio



Llum ultraviolada

- Els fotons UV tenen energies més altes que els de la llum visible. (La llum negra UV-A s'utilitza per al creixement de les plantes)
- UV-C destrueix els enllaços químics entre les molècules orgàniques. A dosis altes, els UV poden ser fatals per a la vida. (UV-C s'utilitza per a la desinfecció de material quirúrgic)
- La radiació UV-C es filtra per l'ozó atmosfèric. L'ozó de l'atmosfera es forma per la interacció entre la llum solar i l'O₂, i filtra gairebé tota la llum UV, deixant passar només la necessària per al desenvolupament de la vida.



Johann Ritter ,
descobridor de la llum
ultraviolada en 1801



Llum ultraviolada

- El Sol emet aquesta radiació, però la capa d'ozó filtra la major part, i només ens arriba la justa perquè sigui beneficiosa per a la vida.
- Aquesta llum és la que posa morena nostra pell, les plantes l'absorbeixen per a la fotosíntesi, etc.
- Si la capa d'ozó disminuís la seva espessor, ens arribaria massa dosi i augmentarien molt les malalties de tipus canceroses.



Llum ultraviolada



Galàxia
d'Andròmeda
en llum
visible
(Hubble)



Galàxia
d'Andròmeda
en UV
(Swift)



Activitat 10: Filtrar la radiació UV

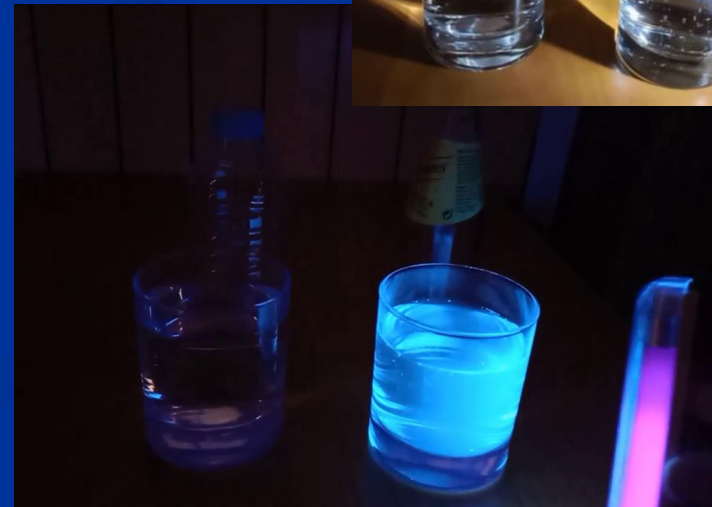
Activitat 10: Llum Negra (UV)

- Hi ha matèria que emet llum quan s'il·lumina amb UV. Si és FLUORESCENT, només emet llum mentre està il·luminat per llum UV.

Marques de
bitllets o
passaports



Aigua tònica,
que conté
quinina



Activitat 10: Filtrar la radiació UV

Activitat 11: Llum Negra (UV)

- Hi ha matèria que emet llum quan s'il·lumina amb UV. Si és FOSFORCENT, emet llum visible durant una estona.

Petites estrelles de decoració



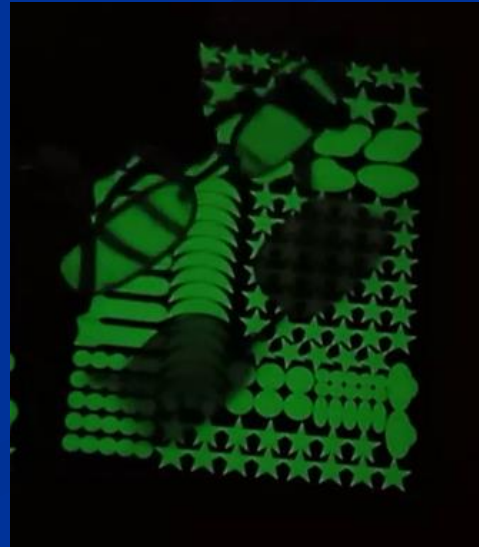
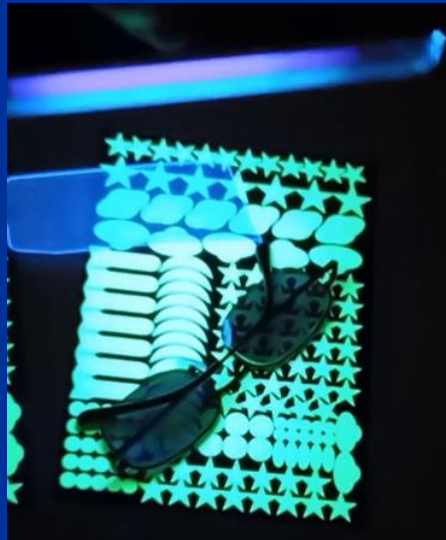
Cartells d'emergència



Activitat 12: Llum Negra (UV)

Hi ha materials que filtren molta llum UV, com el vidre. Les ulleres de sol han de ser de vidre, no de plàstic, per protegir la retina, que és el teixit epitelial. Si són de plàstic (orgànic), han de tenir un filtre UV

Ulleres de vidre sobre material fosforescent, il·luminades amb llum UV



Quan traieu les ulleres, podeu veure com han filtrat la llum UV



Raigs X

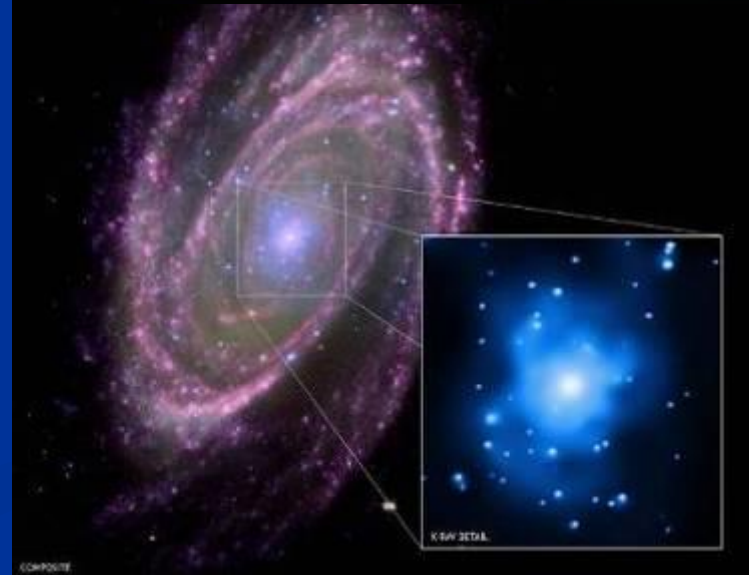
- Més energètica que la UV és la radiació X.
- S'usa en medicina a les radiografies i altres formes de radiodiagnòstic.



Raigs X

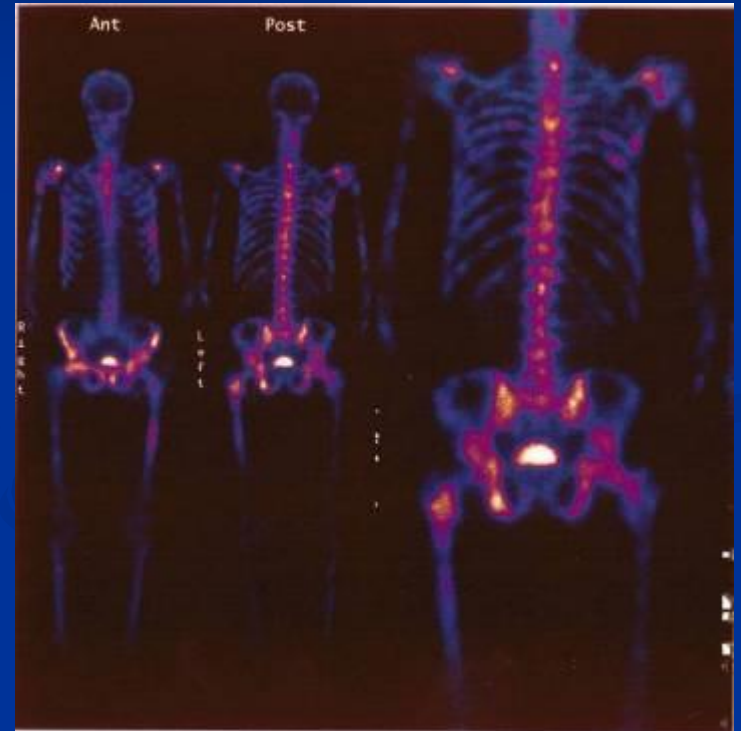
Més energètics que els UV.

- En el cosmos, els focus de raigs X són característics de successos i objectes molt energètics: forats negres, col·lisions, etc.
- El telescopi espacial *Chandra* té com a missió la detecció i seguiment d'aquests objectes.



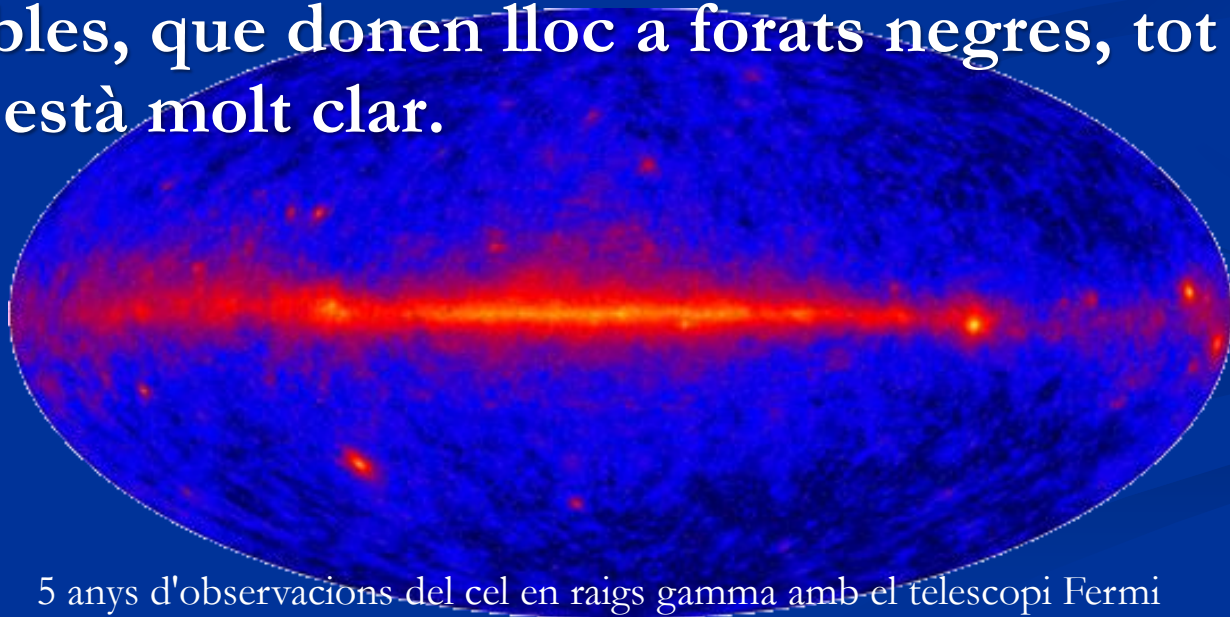
Raigs Gamma

- És la radiació més energètica.
- A la Terra l'emeten la majoria d'elements radioactius.
- Igual que els raigs X, s'usen en medicina tant en proves d'imatge com en teràpies per curar malalties com el càncer.



Raigs Gamma

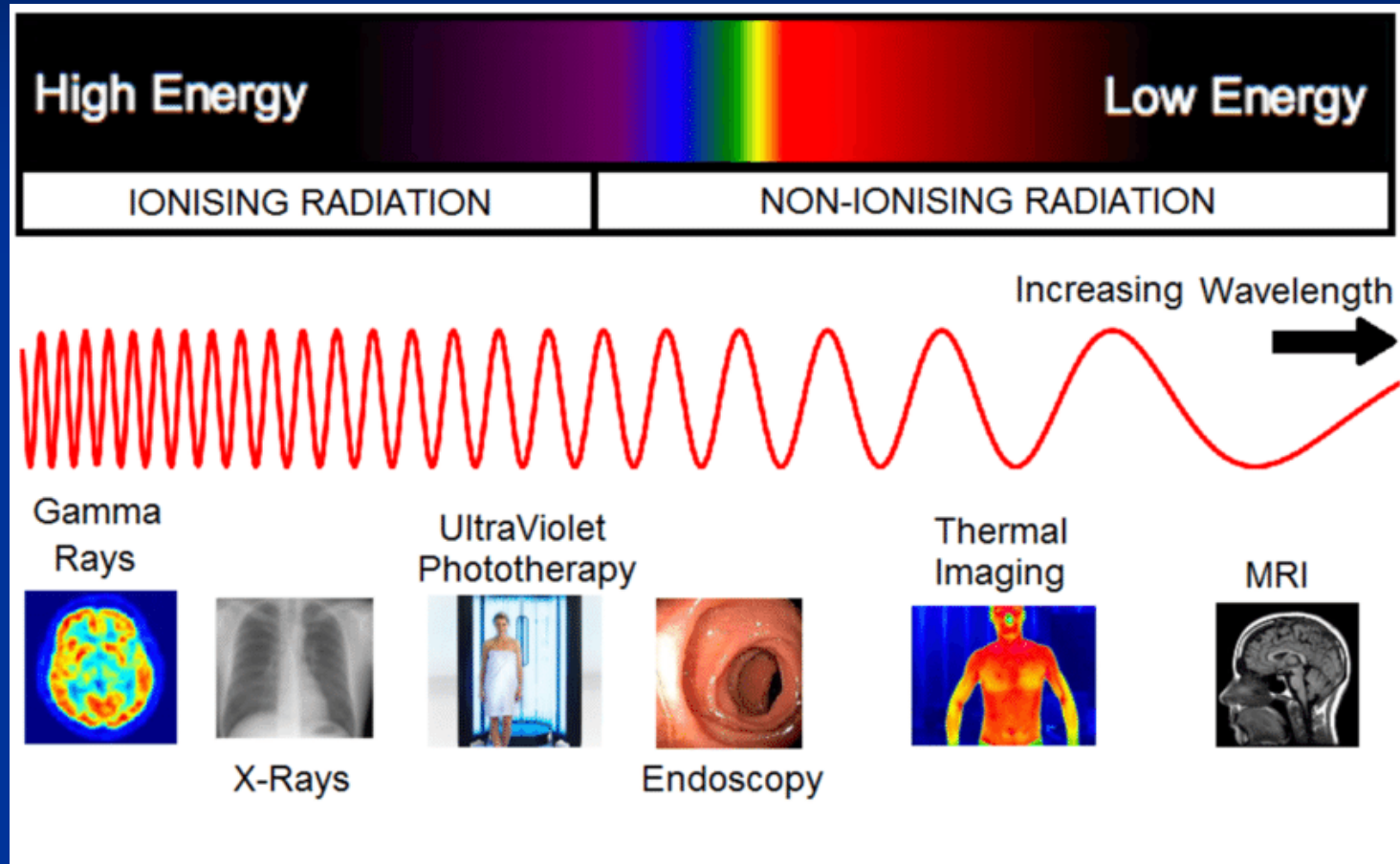
- No és estrany que en el cel hi hagi violentes erupcions puntuals de raigs gamma. Duren poques hores, i el problema és definir la seva situació exacta, per saber quin objecte hi havia en aquesta posició abans de l'esclat.
- Els astrònoms solen associar-los a fusions d'estrelles dobles, que donen lloc a forats negres, tot i que encara no està molt clar.



5 anys d'observacions del cel en raigs gamma amb el telescopi Fermi



Usos de la radiació EM en Medicina



Ús de les ones de ràdio

- Ressonància magnètica, diagnòstic de teixits tous.



MRI Human heart



MRI Normal knee

Ús de Raigs X

- Radiografies i Tomografia axial computeritzada (TAC).



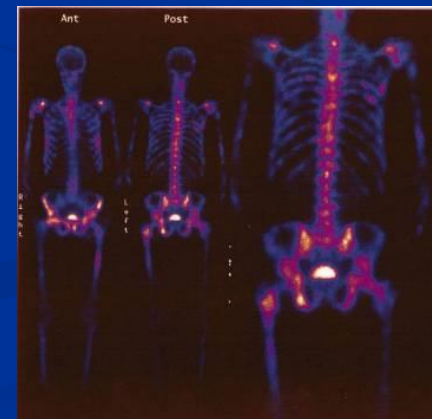
XRays



TAC Normal knee

Ús de Raigs Gamma

- Proves d'imatge i teràpies per curar malalties com el càncer. Utilitzat en Tomografia per emissió de positrons (TEP)



**Moltes gràcies per la seva
atenció!**

