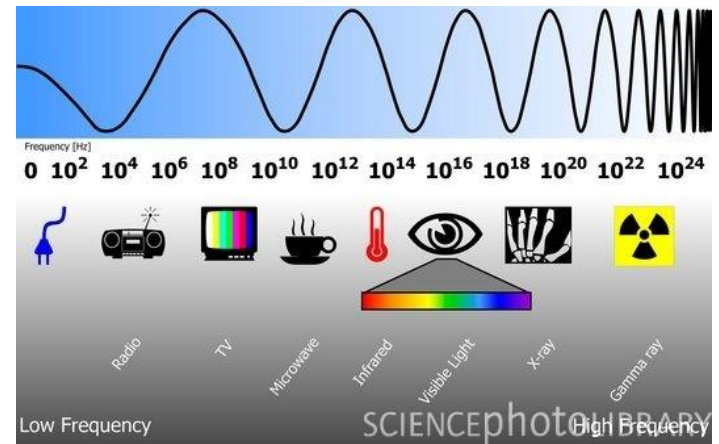


Interacció entre les radiacions electromagnètiques i la matèria



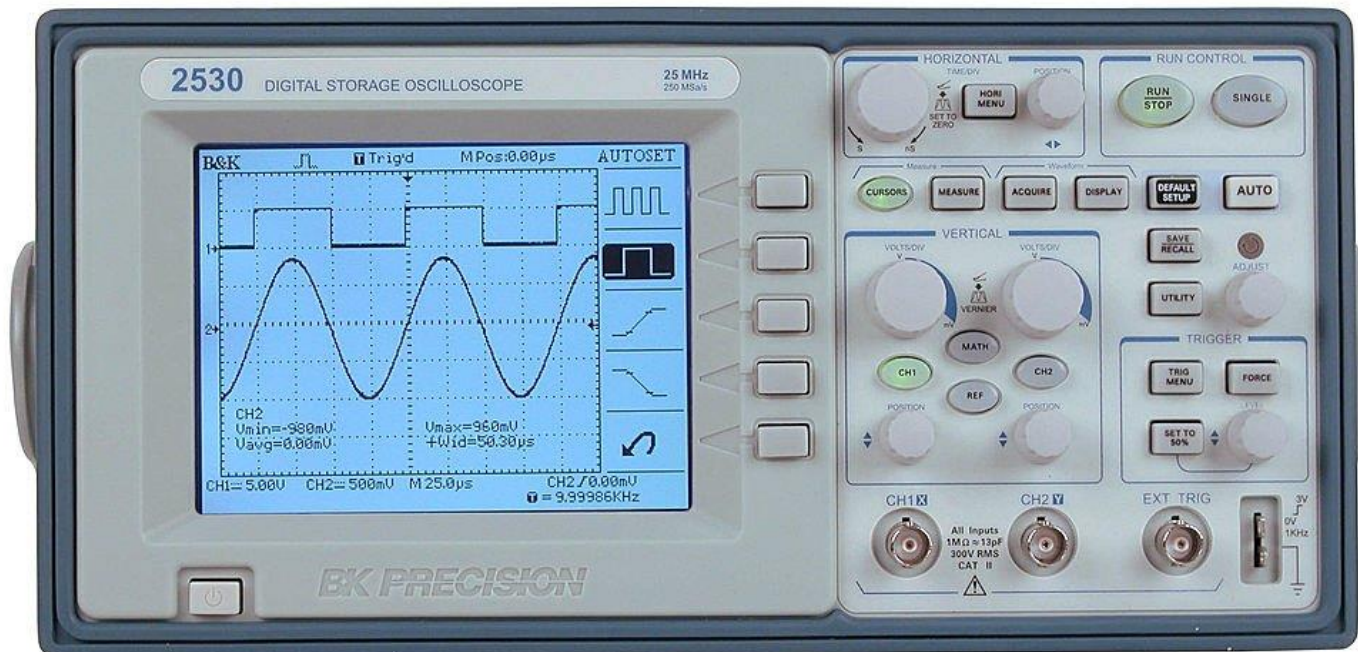


- **Ones i espectre electromagnètic**
- **Interacció entre les radiacions electromagnètiques i la matèria**
- **Mètodes espectroscòpics**
- **L'efecte hivernacle**
- **La capa d'ozó**

Definició d'ona

Una **ona** és una pertorbació que es propaga per l'espai o per un medi.

En una ona **l'energia es transporta** sense que hi hagi un transport de **massa**.



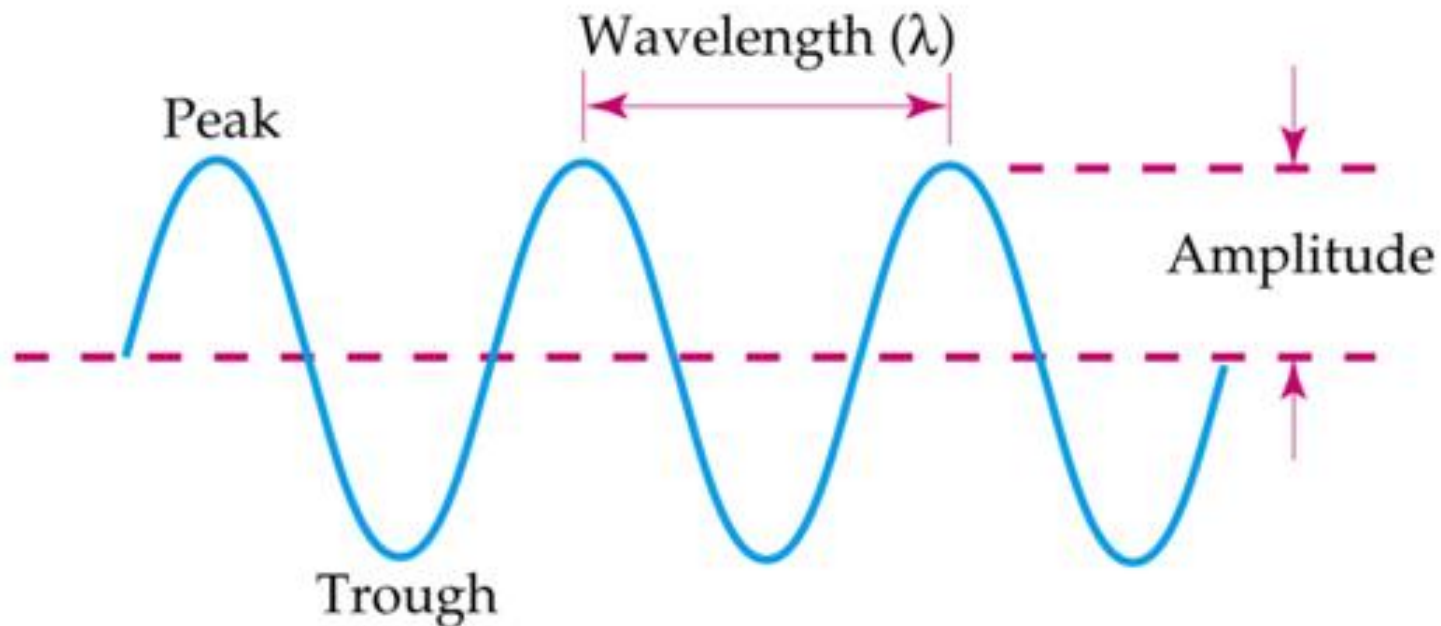
Oscil·loscopi digital

Descripció física d'una ona

Longitud d'ona (λ): distància entre dues crestes o dues valls consecutives.

Amplitud (A): variació màxima del desplaçament de l'ona respecte el seu eix de propagació.

Les dues magnituds es mesuren en metres (**m**).

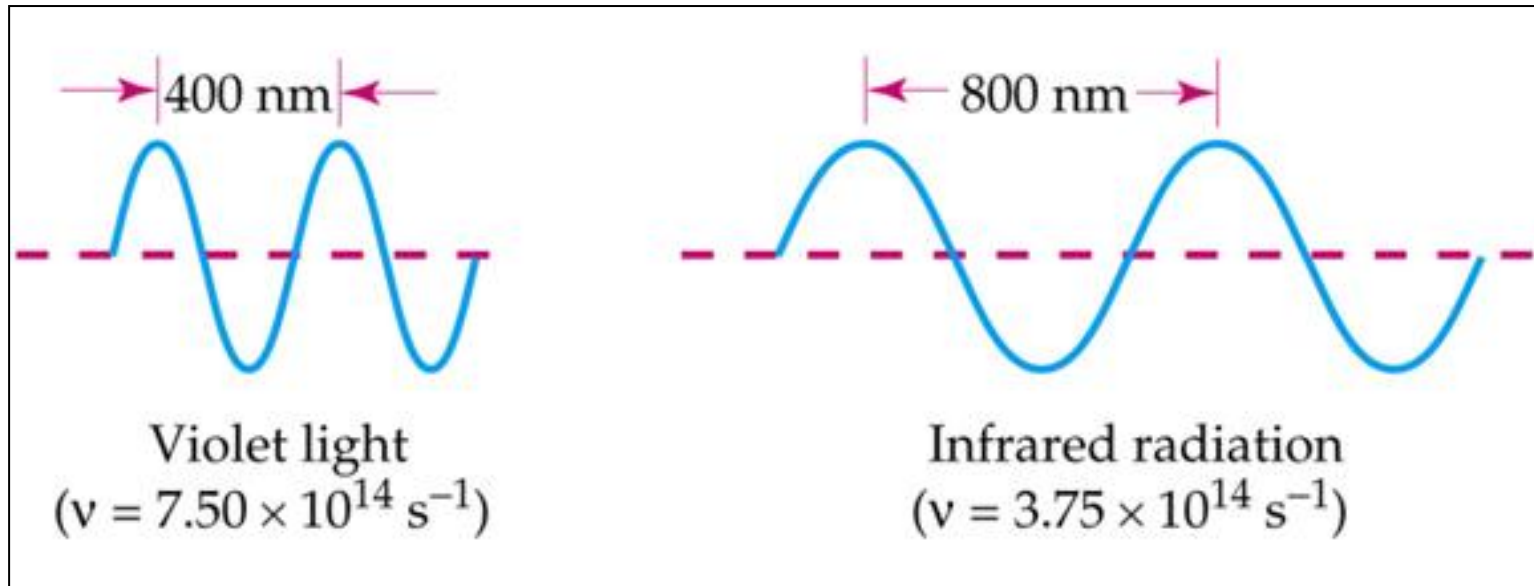


Descripció física d'una ona

Període (T): temps necessari per a completar una oscil·lació completa (s)

Freqüència (f o ν): nombre d'oscil·lacions que realitza l'ona per segon (Hz o s^{-1})

Nombre d'ona (n): $n = 1/\lambda$ Inversa de la longitud d'ona (m^{-1} o cm^{-1})



Classificació de les ones

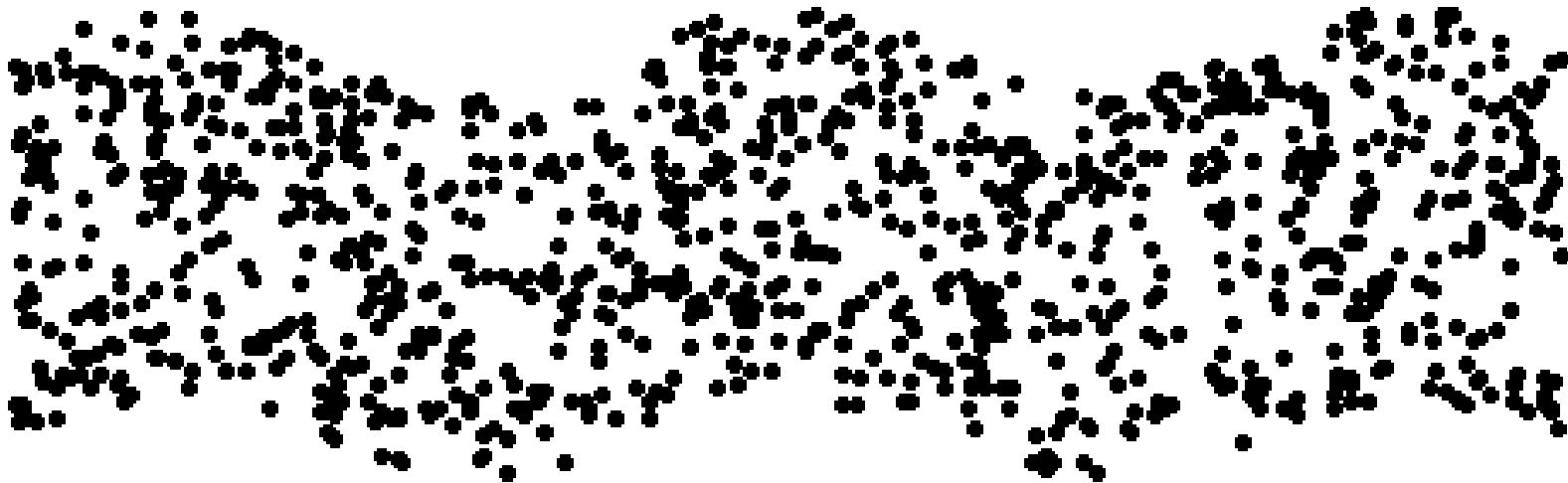
Les ones es poden classificar segons diferents **criteris**:

- Segons la relació entre la direcció de moviment de les partícules i la **direcció de propagació de l'ona (ones transversals i ones longitudinals)**
- Segons si necessiten un **medi material** per propagar-se o no (**ones mecàniques i ones electromagnètiques**)

Classificació de les ones

Ones transversals vs Ones longitudinals

Les **ones transversals** són aquelles en les partícules **vibren perpendicularment a la direcció de propagació**.

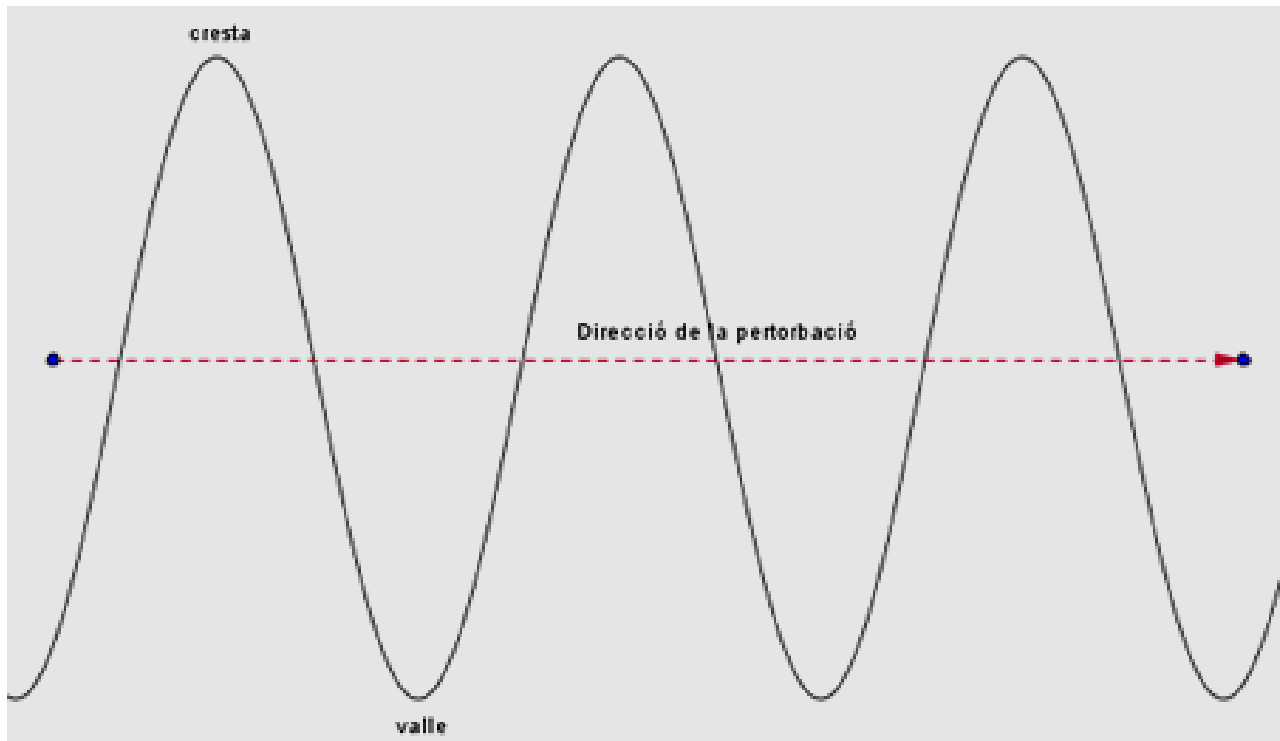


Direcció de propagació

Classificació de les ones

Ones transversals vs Ones longitudinals

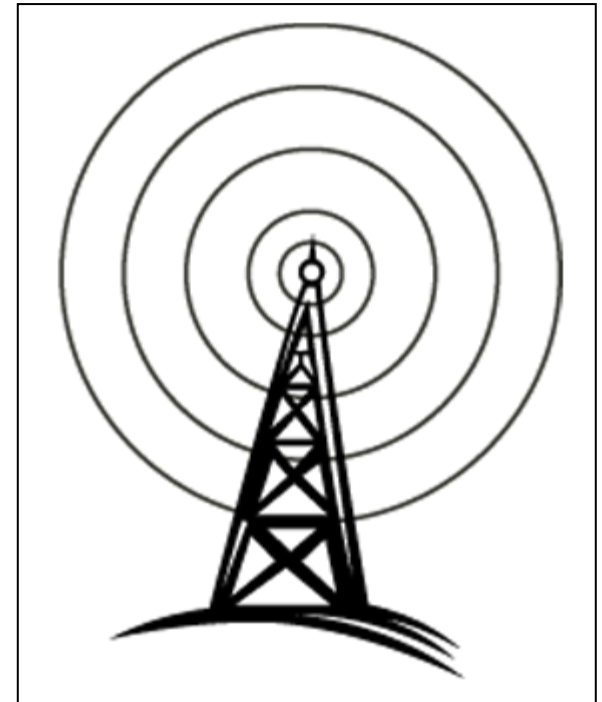
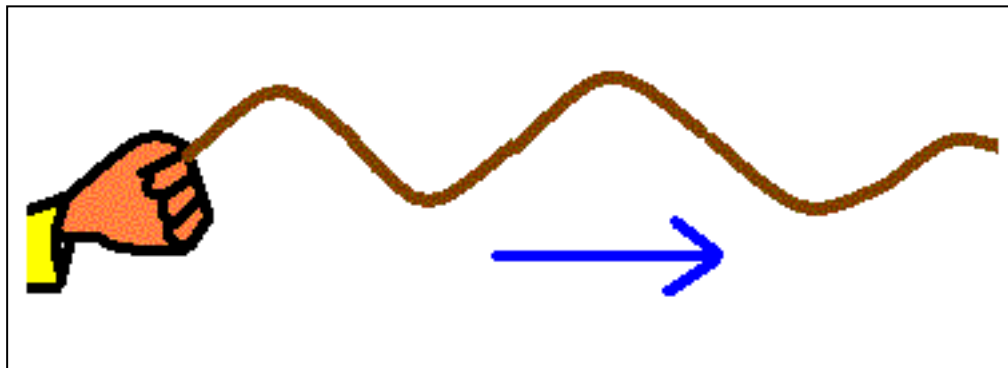
Les **ones transversals** es representen mitjançant una successió de **crestes i valls**.



Classificació de les ones

Ones transversals vs Ones longitudinals

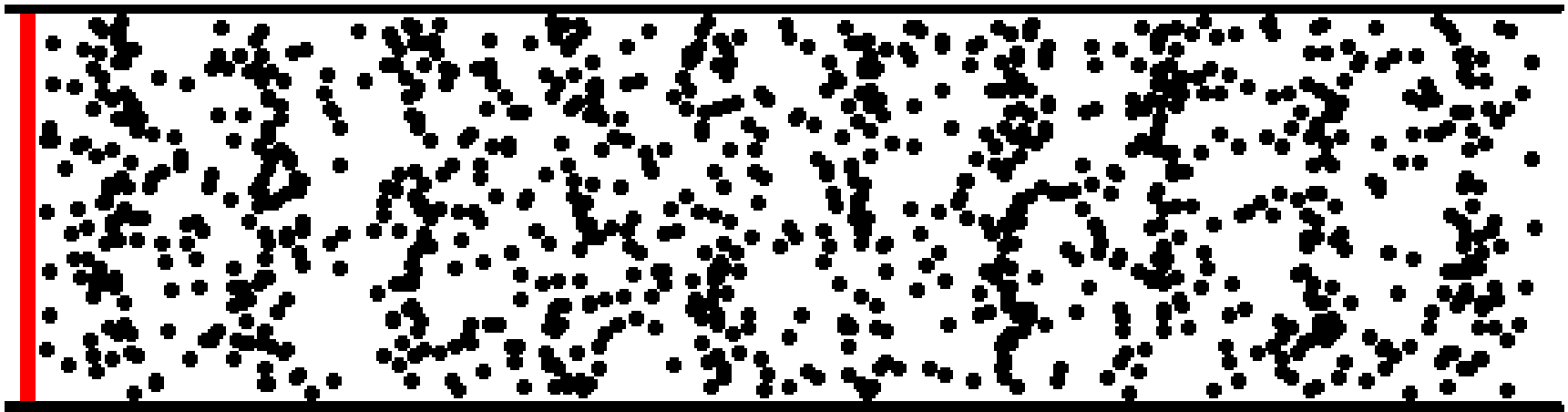
Exemples d'ones transversals: les ones que es propaguen en una corda o en la superfície de l'aigua, les ones de ràdio, les ones sísmiques secundàries.



Classificació de les ones

Ones transversals vs Ones longitudinals

Les **ones longitudinals** són aquelles en les quals les partícules vibren en la mateixa direcció que la de propagació.

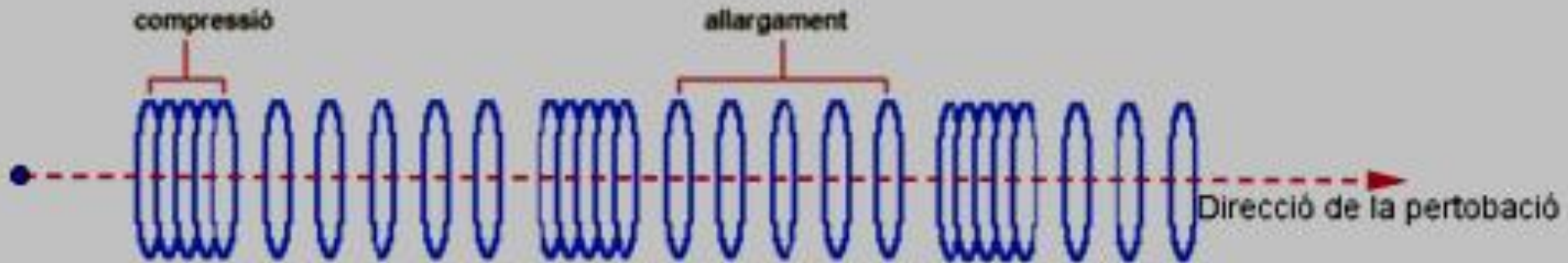


Direcció de propagació

Classificació de les ones

Ones transversals vs Ones longitudinals

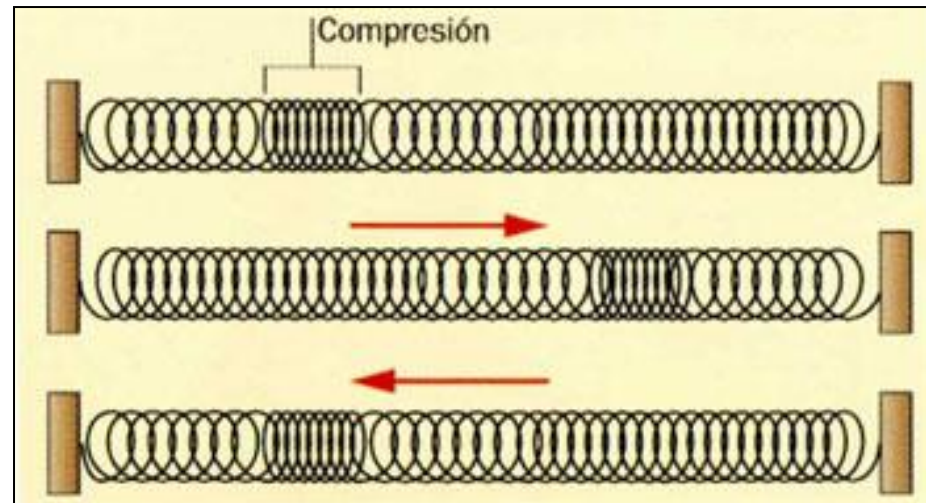
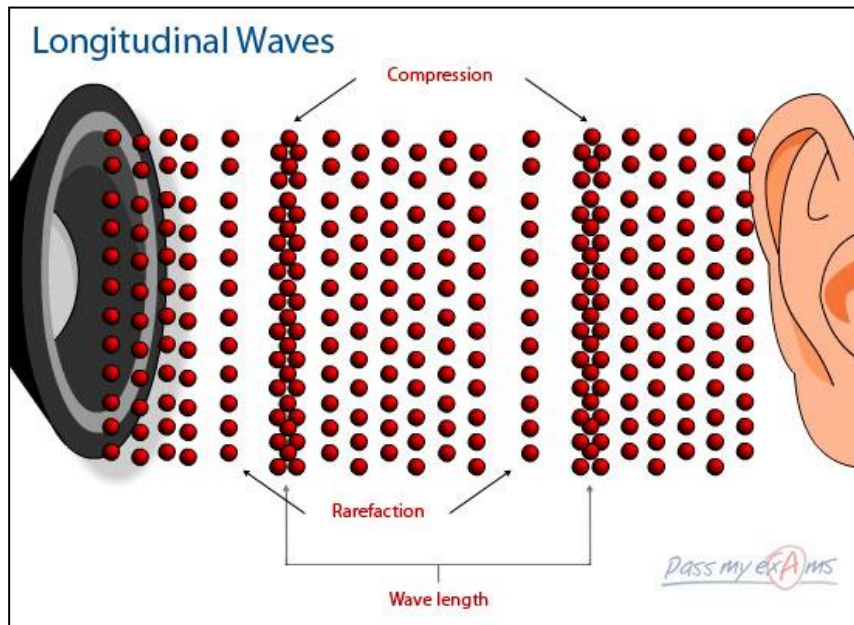
Les **ones longitudinals** s'originen per compressions i dilatacions en el medi on es transmeten.



Classificació de les ones

Ones transversals vs Ones longitudinals

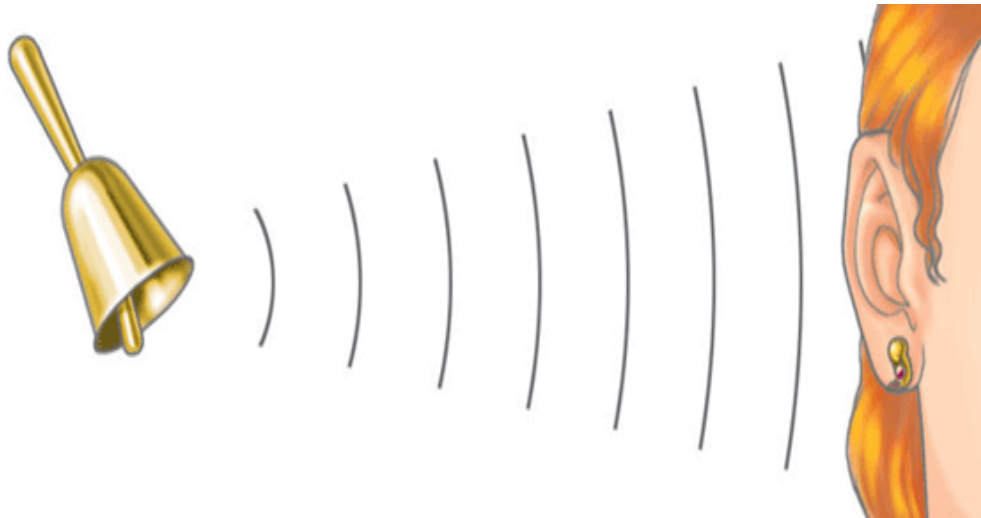
Exemples d'ones longitudinals: el so, les ones sísmiques primàries (les primeres que detecten els sismògrafs durant un terratrèmol), les ones produïdes al comprimir o estirar una molla.



Classificació de les ones

Ones mecàniques vs Ones electromagnètiques

Les **ones mecàniques** necessiten un **medi material** per propagar-se (la propagació la transmeten les partícules del medi , que vibren). Són **exemples d'ones mecàniques** les ones sonores i les generades en la superfície de l'aigua o en cordes i molles.



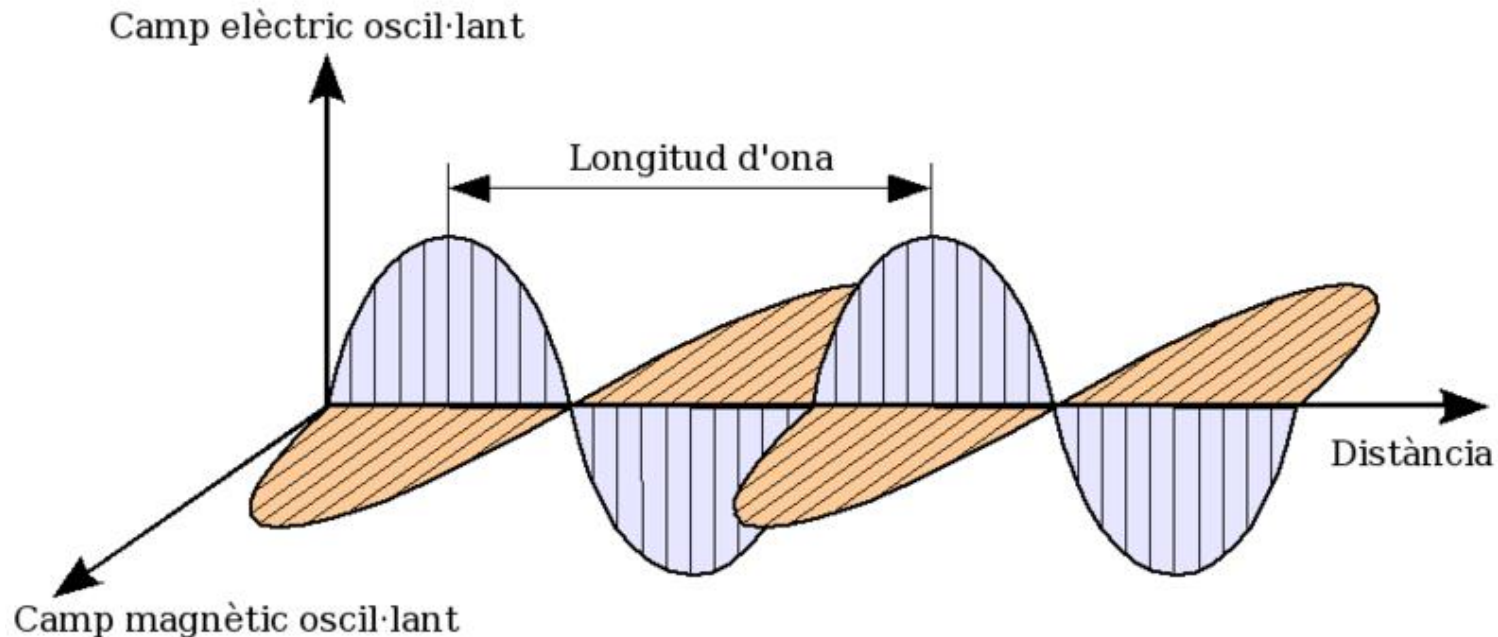
Classificació de les ones

Ones mecàniques vs Ones electromagnètiques

Les **ones electromagnètiques** es poden propagar en el buit, no necessiten un medi material per propagar-se. Exemples: els raigs X, la radiació ultraviolada, la llum visible, la radiació infraroja, les microones i les ones de ràdio i televisió



Les **ones o radiacions electromagnètiques** es propaguen a l'espai amb un **component elèctric i un component magnètic**. Aquests dos components oscil·len en angles rectes respecte ells i respecte a la direcció de propagació.



Velocitat de la llum: relació entre λ i f

Les **ones electromagnètiques** es desplacen a la **velocitat de la llum (c)**. Aquesta velocitat és diferent depenent de si la radiació es desplaça en el buit o en algun medi material (aire, aigua).

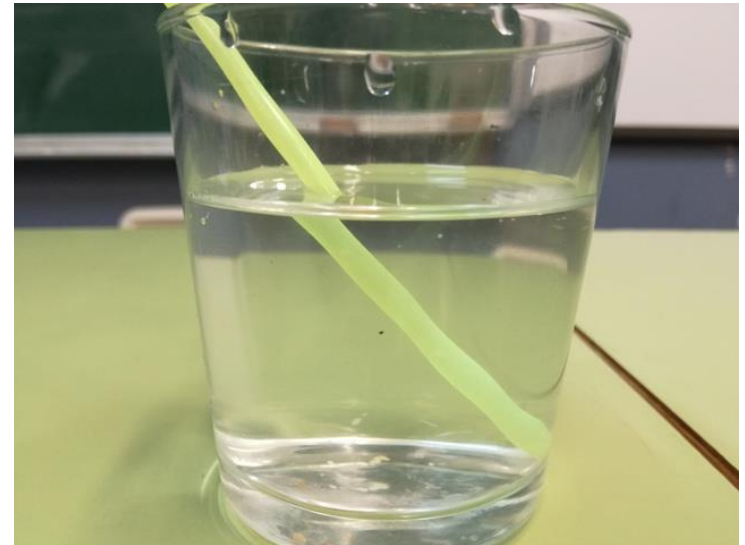
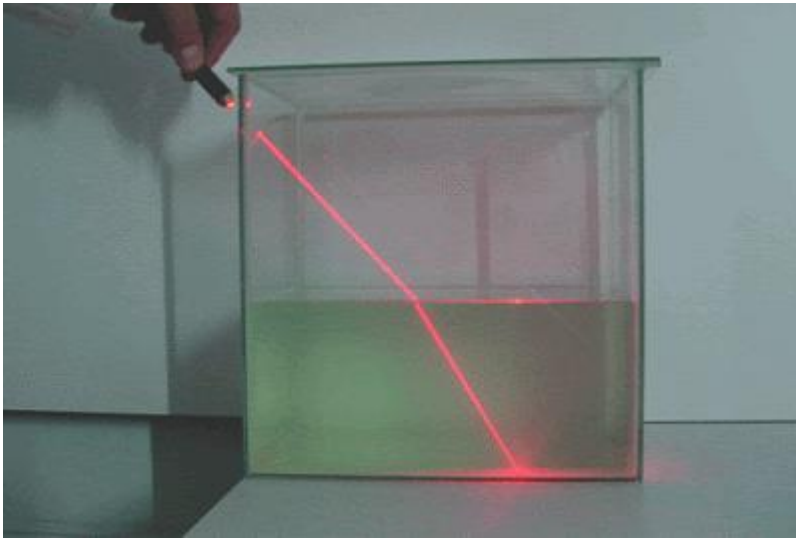
$$c = \lambda / T = \lambda \cdot f$$

$$(f = 1/T)$$

$$c = 299.792.458 \sim 3,0 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \text{ (en el buit)}$$

Velocitat de la llum: refracció

La velocitat de la llum en l'aire (300.000 km/s) es més gran que en l'aigua (225.000 km/s). Quan la llum passa de l'aire a l'aigua perd velocitat i, a causa d'aquest canvi, també modifica la direcció en què es propaga. Aquest fenomen és conegut com a **refracció**.

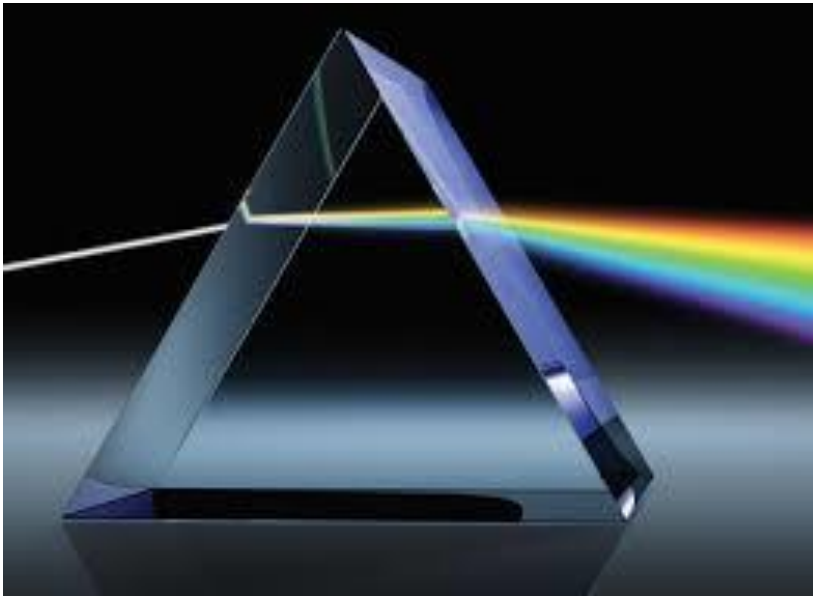


L'**índex de refracció (n)** d'un medi òptic es defineix com la relació de la velocitat de la llum en el buit (c) i la velocitat (v) de la llum en el medi:

$$n = c / v$$

Velocitat de la llum: refracció

L'**índex de refracció** dels materials varia amb la longitud d'ona (i freqüència) de la llum. Això es coneix com a **dispersió** i fa que els **prismes** divideixin la **llum blanca** en els seus colors espectrals constituents.

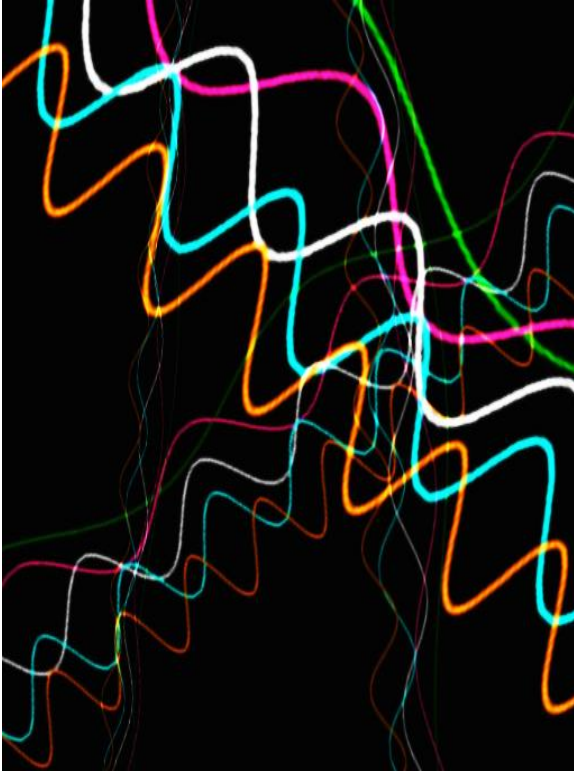


Dispersió de la llum blanca amb un prisma



Arc de Sant Martí

Energia de les radiacions electromagnètiques



Una ona electromagnètica consisteix en un conjunt de **paquets d'energia** (quants), anomenats **fotons**.

Atès que els fotons són emesos i absorbits pels àtoms, actuen com a transportadors d'energia

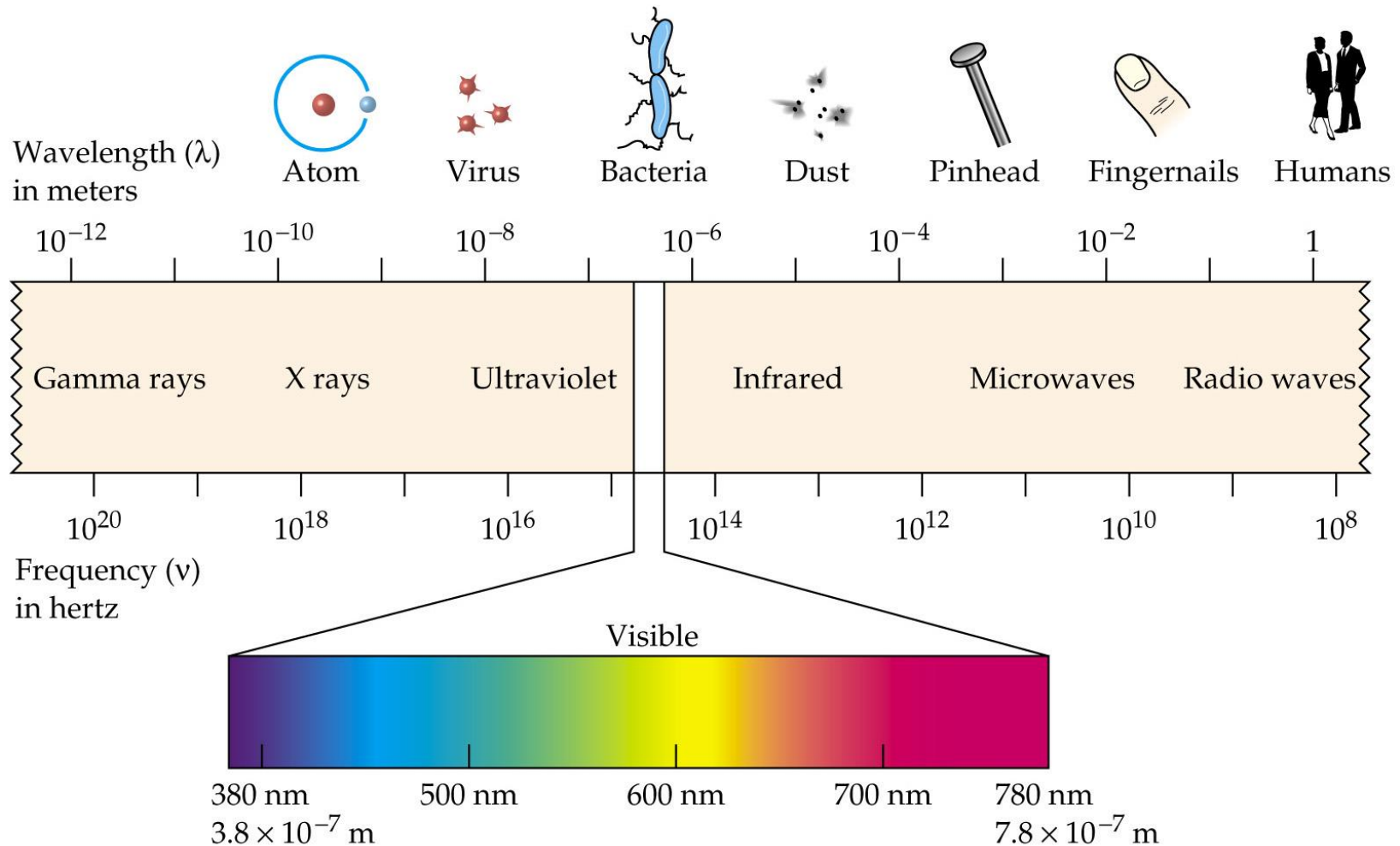
L'energia d'un fotó (E) és directament proporcional a la freqüència de l'ona (f)

Equació de Planck: $E = h \cdot f$

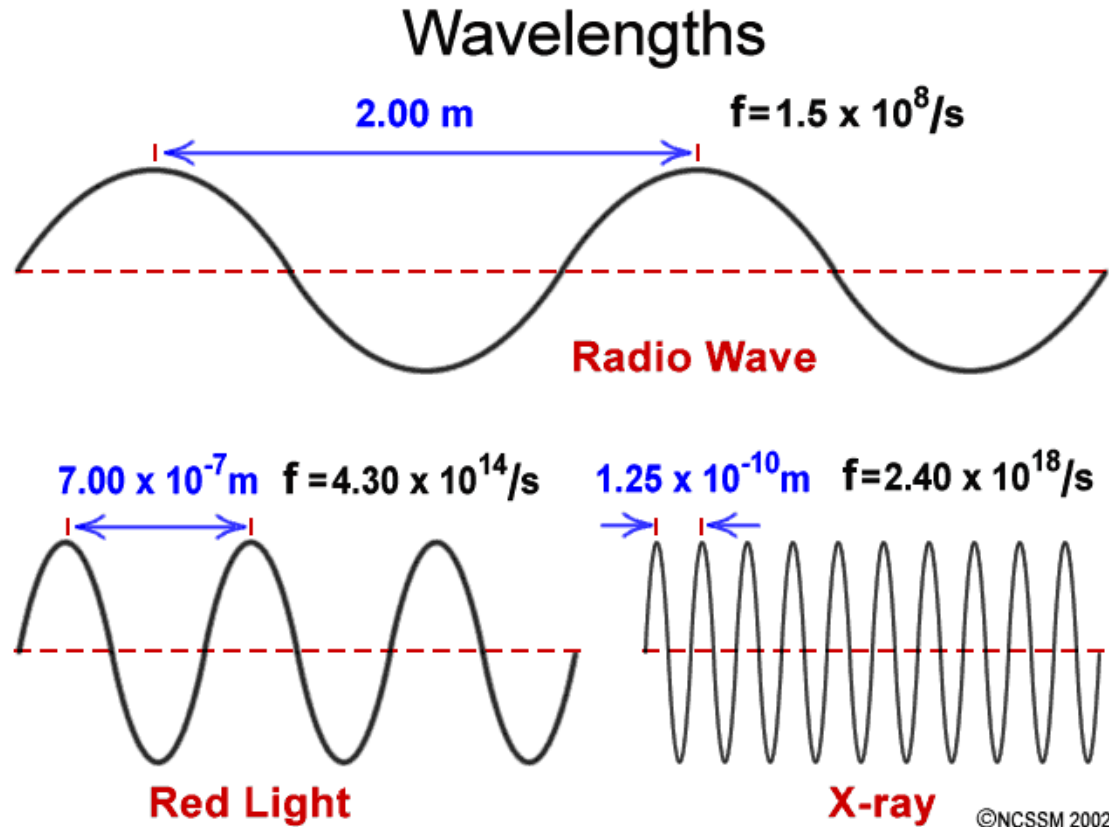
$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ (constant de Planck)

Espectre electromagnètic

Mostra el conjunt de radiacions electromagnètiques en funció de la seva longitud d'ona i freqüència.

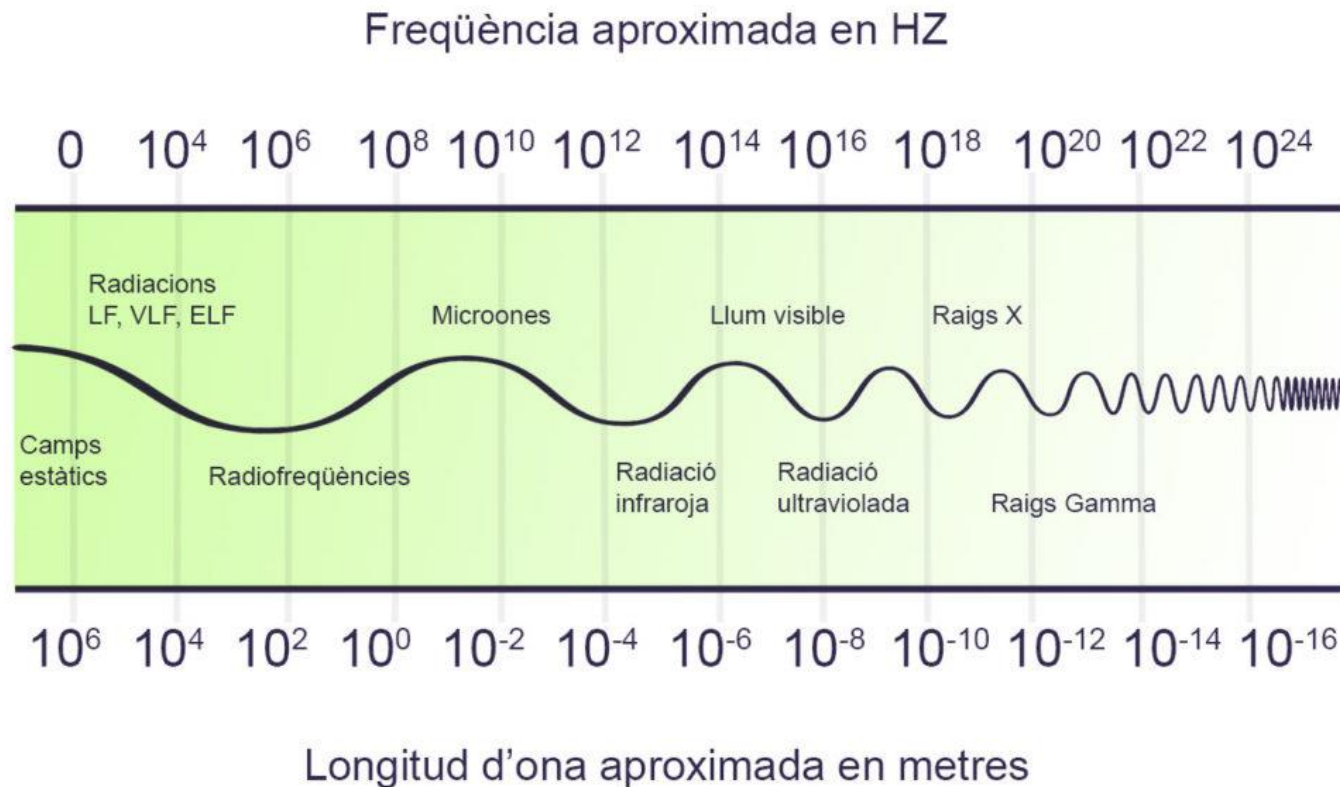


Espectre electromagnètic



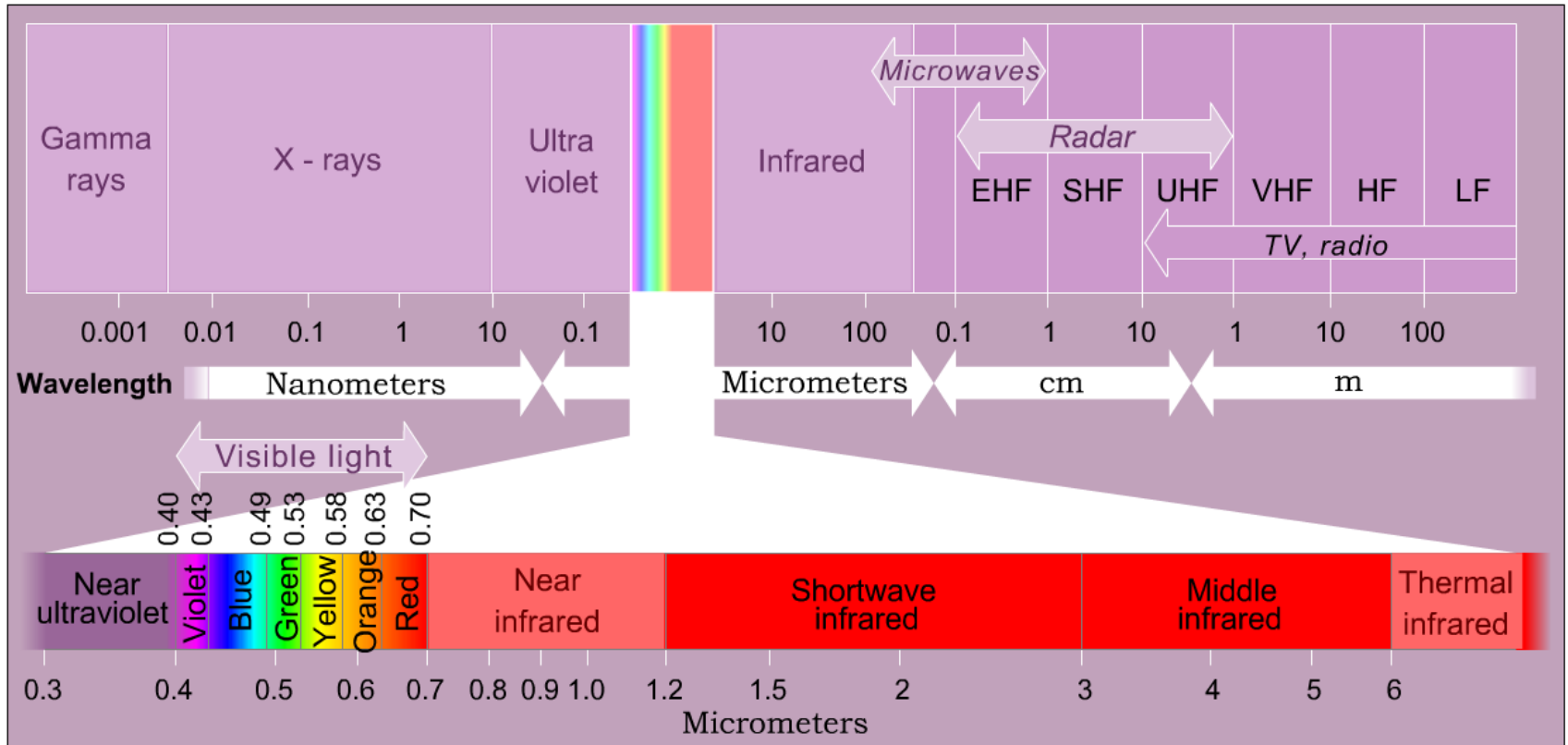
Com la **c** és constant (la llum es propaga a velocitat constant), **quan més gran és la freqüència (f) més petita és la longitud d'ona (λ)**.

Espectre electromagnètic

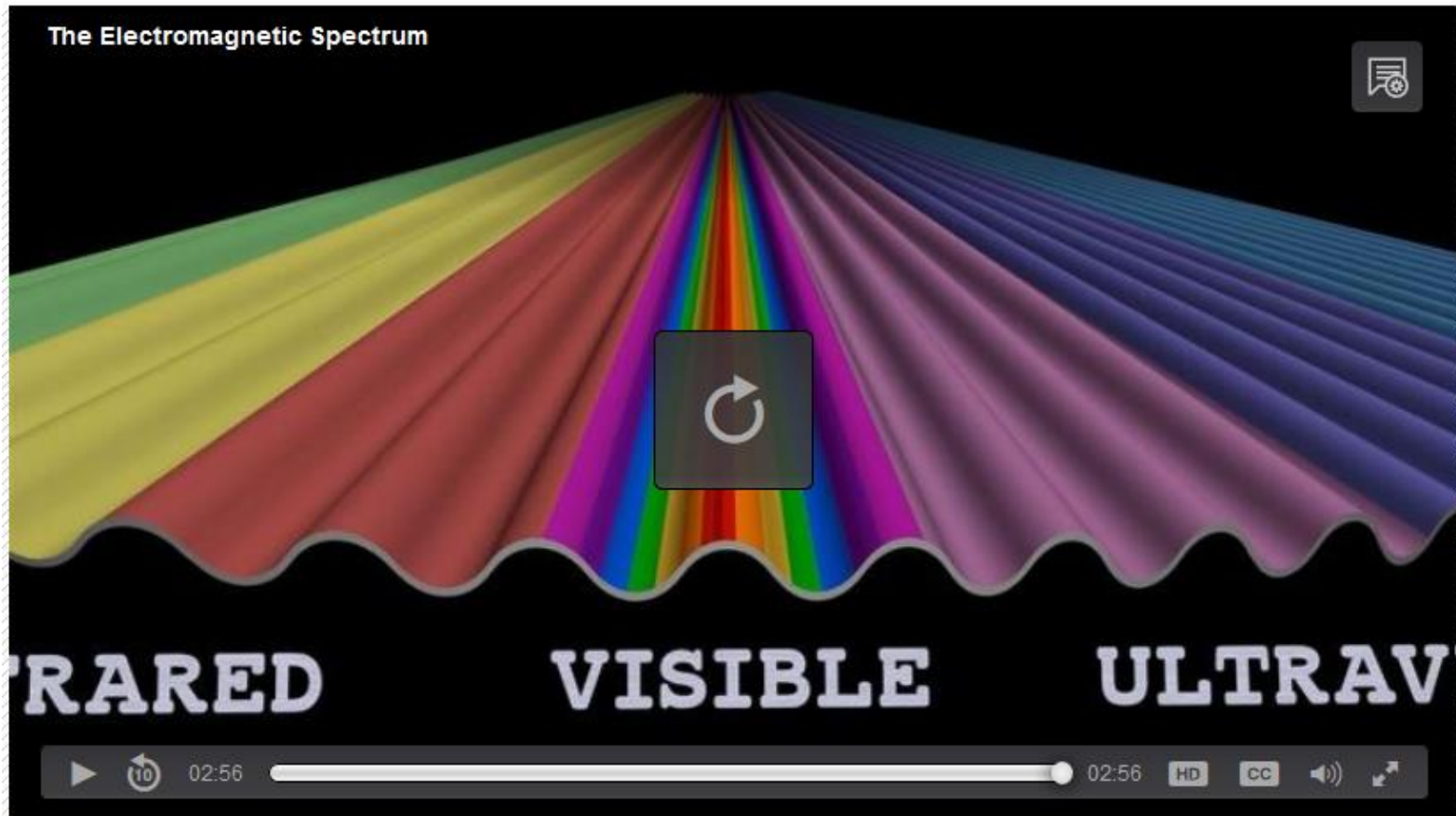


Com la **c** és constant (la llum es propaga a velocitat constant), **quan més gran és la freqüència (f) més petita és la longitud d'ona (λ)**.

Espectre electromagnètic

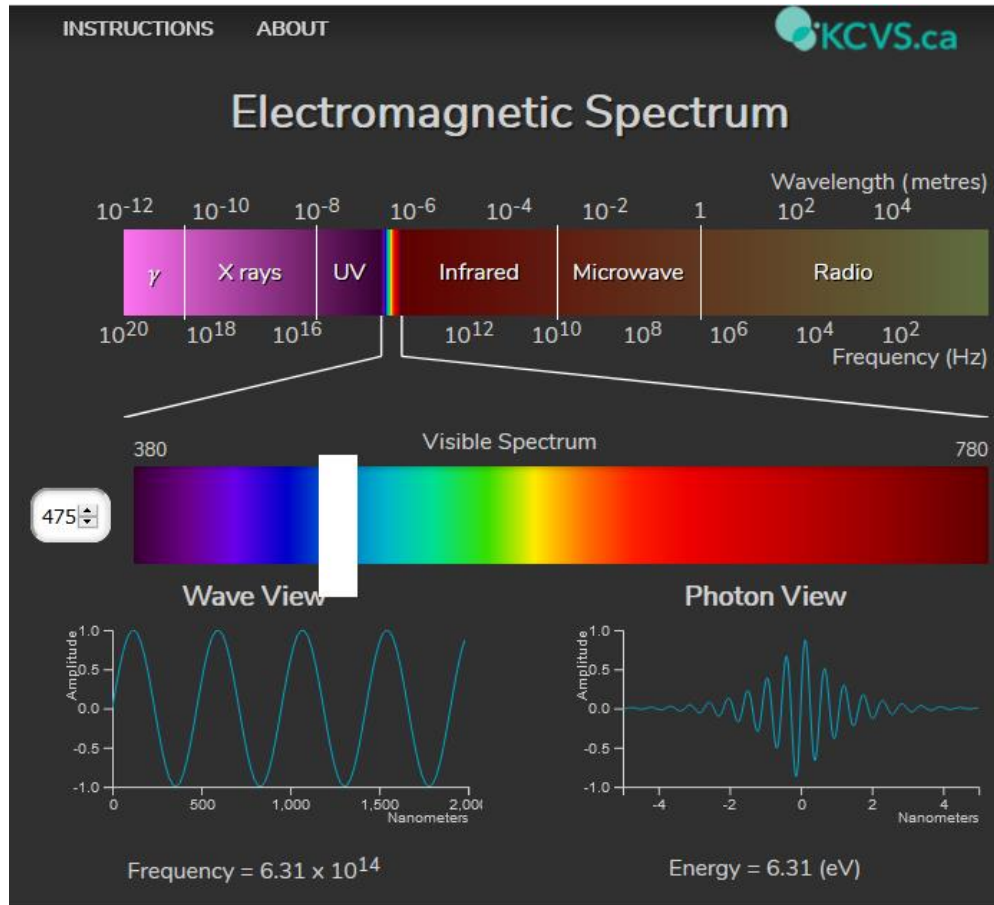


Espectre electromagnètic



<https://mass.pbslearningmedia.org/resource/nvsl.sci.space.spectrum/the-electromagnetic-spectrum/es/#.W3PqPrgyXcc>

Espectre electromagnètic

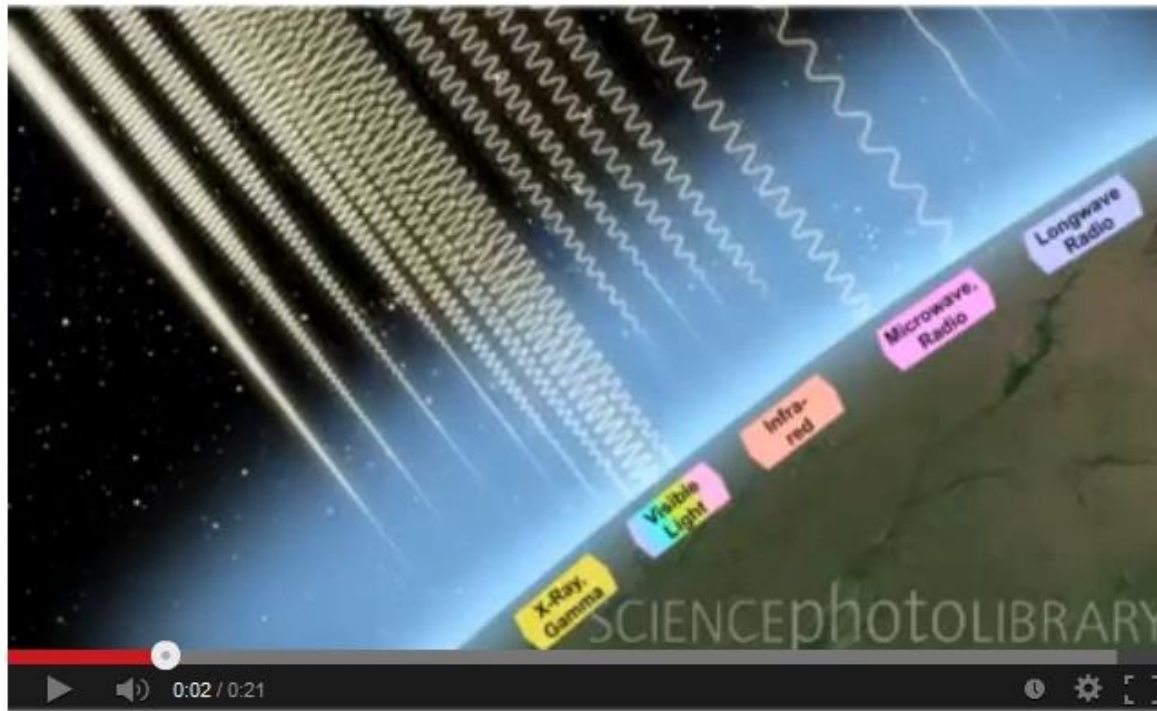


<https://applets.kcvs.ca/ElectromagneticSpectrum/electromagneticSpectrum.html>



Absorció de les radiacions e.m. a l'atmosfera

Quines radiacions electromagnètiques provinents de l'espai arriben a la superfície de la Terra?



<http://youtu.be/0aTFRmwO7Wc>

Interacció entre les radiacions electromagnètiques i la matèria

Efectes de les radiacions em sobre àtoms i molècules

Molecules and Light (1.00)

File Options Help

PHET

Molecule

- Carbon Monoxide
CO
- Nitrogen
N₂
- Oxygen
O₂
- Carbon Dioxide
CO₂
- Water
H₂O
- Nitrogen Dioxide
NO₂
- Ozone
O₃

Microwave Infrared Visible Ultraviolet

Higher Energy →

Show Light Spectrum

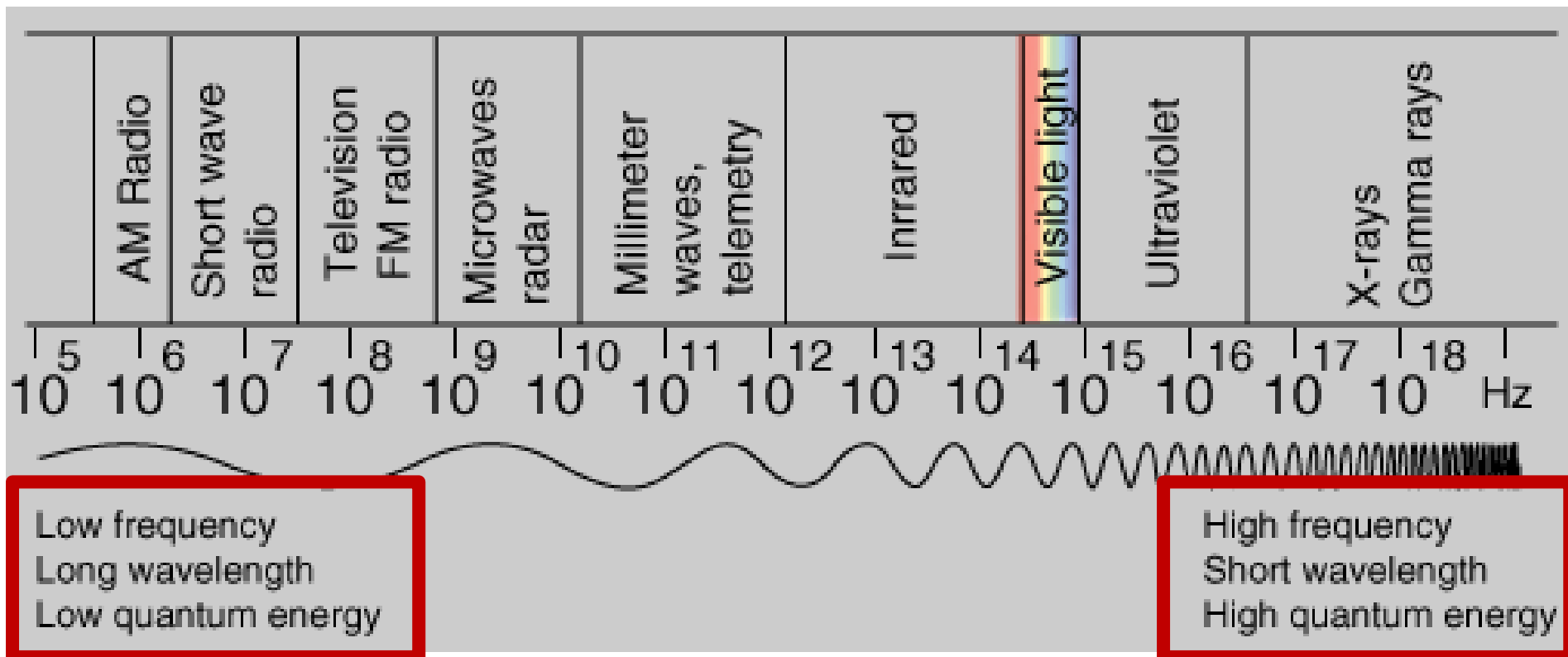
Reset All

Play

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/molecules-and-light>

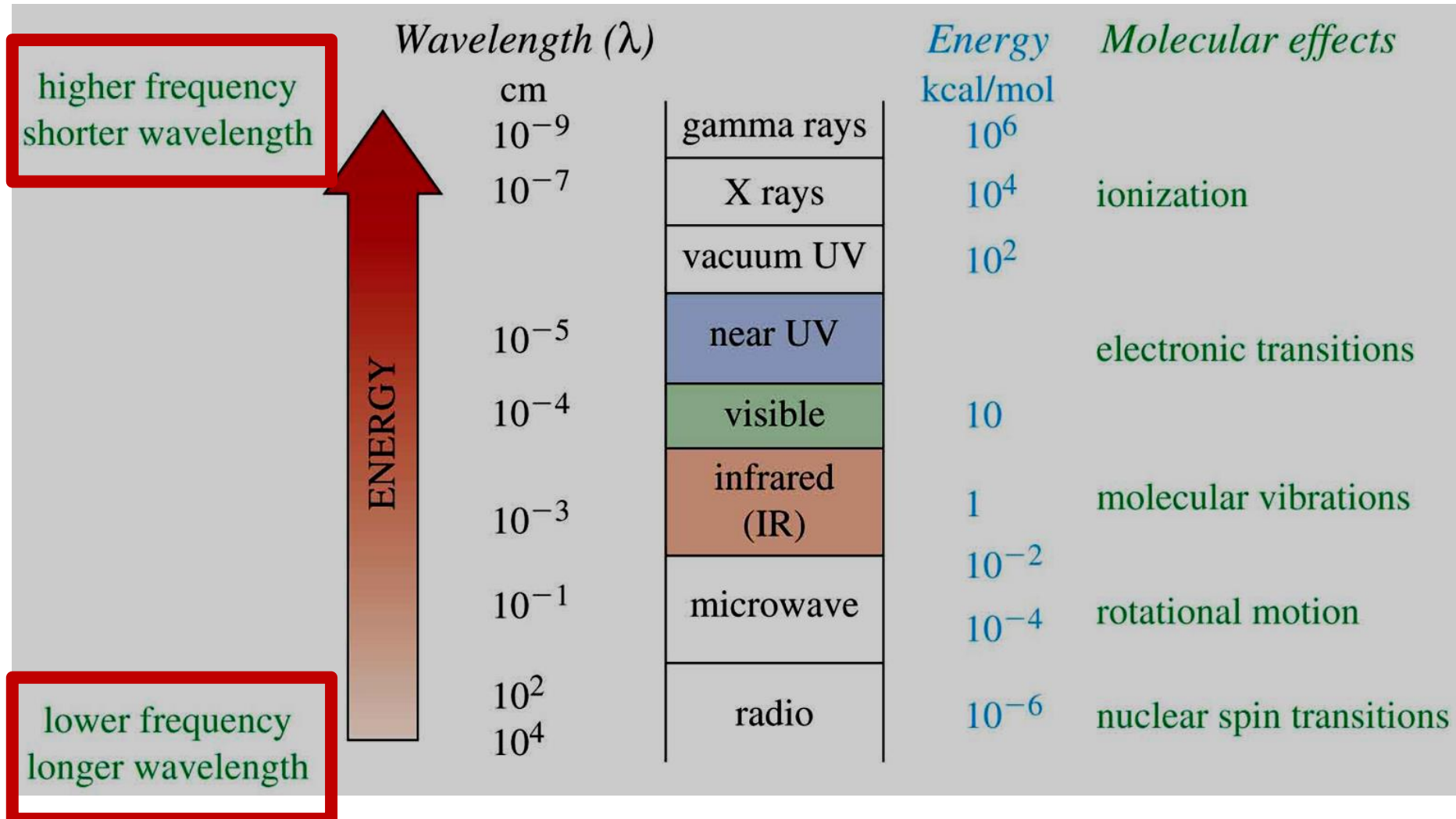
Efectes de les radiacions e.m. sobre àtoms i molècules

Els **efectes** de cada tipus de radiació electromagnètica **sobre els àtoms i molècules** depenen de l'**energia de la radiació** (de la seva λ i ν).

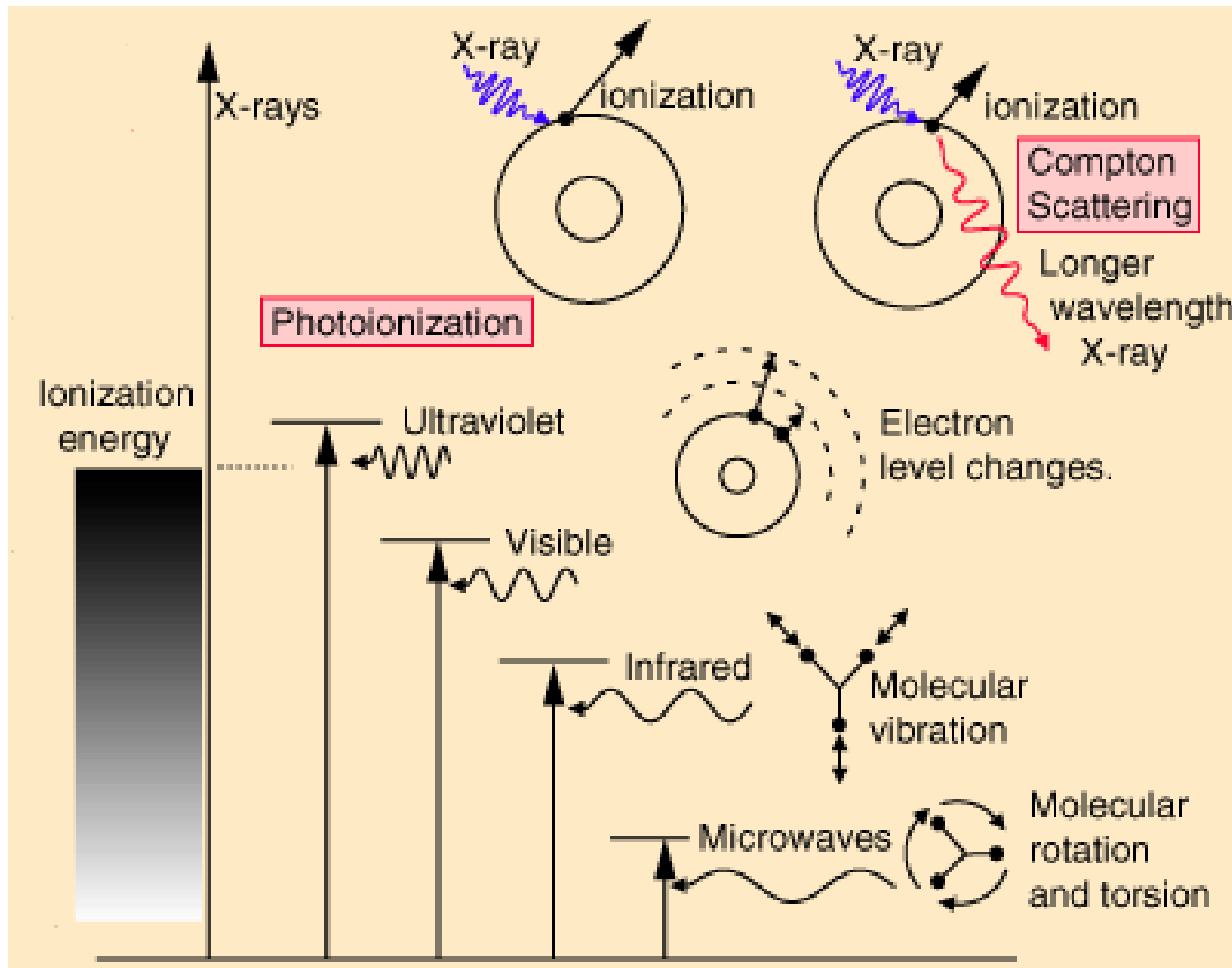


Interacció entre les radiacions electromagnètiques i la matèria

Efectes de les radiacions e.m. sobre àtoms i molècules



Efectes de les radiacions em sobre àtoms i molècules



Efectes de les radiacions em sobre àtoms i molècules

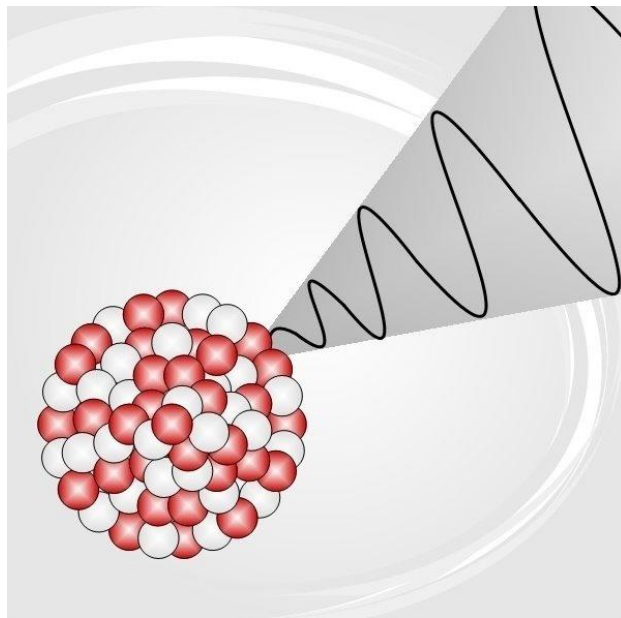
Els **àtoms i molècules** tenen els seus **nivells d'energia quantitzats**. Cada regió de l'espectre electromagnètic té fotons amb l'energia requerida per provocar determinats tipus de processos:

- **Radiació γ** : *radiacions ionitzants* produïdes en processos radioactius
- **Raigs X**: *fotoionització* (arrenquen electrons d'àtoms i molècules)
- **Ultraviolat (UV)**: *fotoionització* (UV llunyà) i *canvis de nivell energètic dels electrons* (UV proper)
- **Visible**: *canvis de nivell energètic dels electrons*
- **IR**: moviments de *vibració molecular*
- **Microones**: moviments de *rotació i torsió de les molècules*
- **Ones de ràdio**: *transicions d'espín nuclear* en els àtoms (ressonància magnètica nuclear si s'aplica **simultàniament** un **camp magnètic**)



Radiació gamma (γ)

Són radiacions electromagnètiques de **molt alta energia** ($\nu > 10^{19}$ Hz) produïdes per **elements radioactius**.



Són **ionitzants** i poden penetrar en l'organisme provocant danys en el nucli de les cèl·lules (efectes cancerígens).

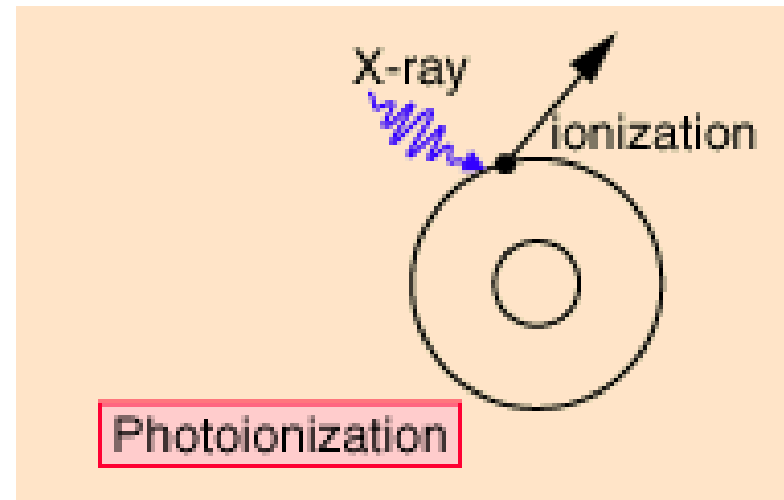
Els raigs gamma produïts a l'espai no arriben a la superfície de la Terra ja que són absorbits en les capes altes de l'atmosfera.



Raigs X

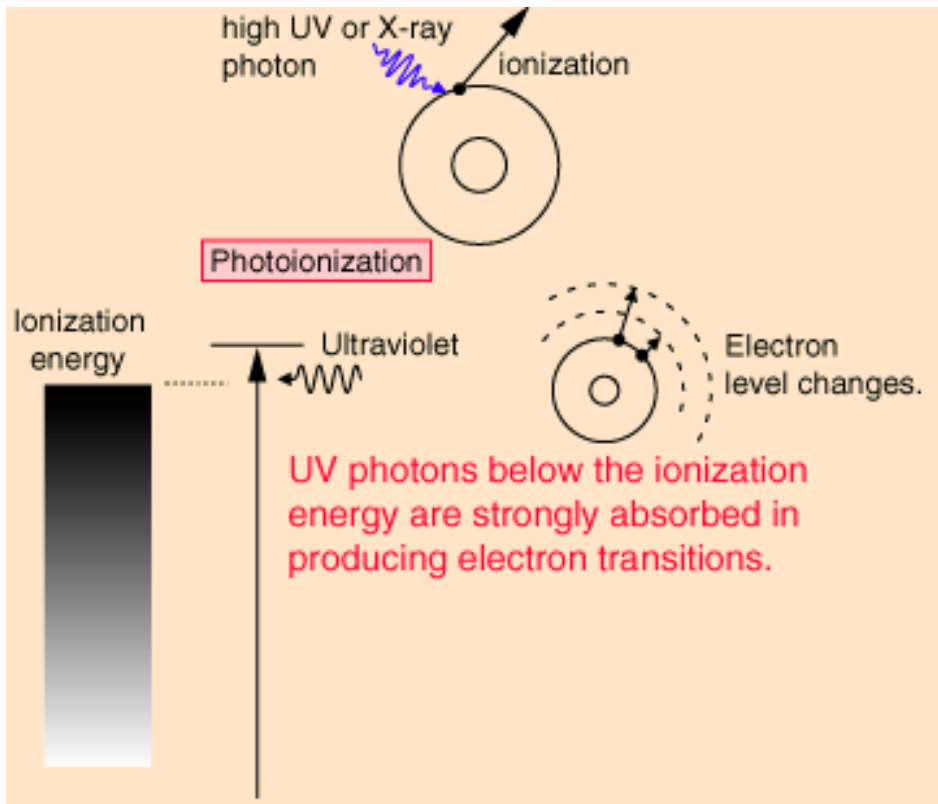
Són **radiacions ionitzants**: aquests fotons tenen molta energia i són capaços d'arrencar els electrons dels àtoms i les molècules (**fotoionització**)

Una exposició perllongada pot provocar **efectes fisiològics** (mutacions, càncer)



Ultraviolat (UV)

Els fotons UV d'energia més alta (**UV llunyà**) poden provocar la **fotoionització** d'electrons. Els fotons d'energia més baixa (**UV proper**), quan són absorbits, provoquen **salts electrònics** en àtoms i molècules.

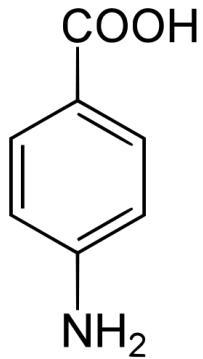


Les radiacions UV són les responsables de les **cremades provocades pel Sol**. L'exposició continuada a radiacions UV d'alta energia (UVB) pot provocar **càncer de pell**.

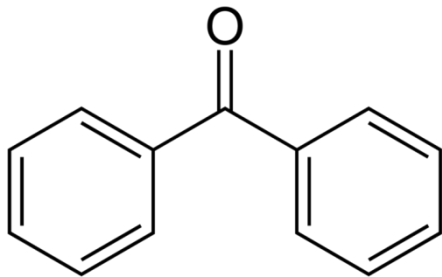
Ultraviolat (UV)

El Sol emet radiació UV en les formes **UVA, UVB i UVC** però a causa de l'absorció per part de l'atmosfera terrestre, el 99% dels raigs ultraviolats que arriben a la superfície de la Terra són del tipus UVA. La radiació UVC no arriba a la Terra perquè és absorbida per l'oxigen i l'**ozó** de l'atmosfera. La radiació UVB és parcialment absorbida per l'ozó i només una part arriba a la superfície terrestre.

Nom	Abreviació	Longitud d'ona en nanòmetres	Energia per fotó
Ultraviolat A, ones llargues, o llum negra	UVA	400 nm – 315 nm	3,10 – 3,94 eV
Ultraviolat proper	NUV	400 nm – 300 nm	3,10 – 4,13 eV
Ultraviolat B u ones mitjanes	UVB	315 nm – 280 nm	3,94 – 4,43 eV
Ultraviolat mitjà	MUV	300 nm – 200 nm	4,13 – 6,20 eV
Ultraviolat C, ones curtes, o Radiació ultraviolada germicida	UVC	280 nm – 100 nm	4,43 – 12,4 eV
Ultraviolat llunyà	FUV	200 nm – 122 nm	6,20 – 10,2 eV
Ultraviolat de buit	VUV	200 nm – 10 nm	6,20 – 124 eV
Ultraviolat extrem	EUV	121 nm – 10 nm	10,2 – 124 eV



Àcid p-aminobenzoic (PAB)



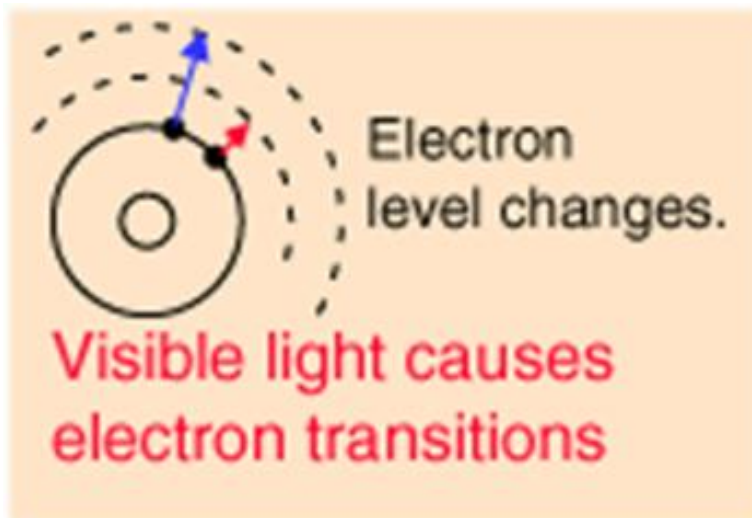
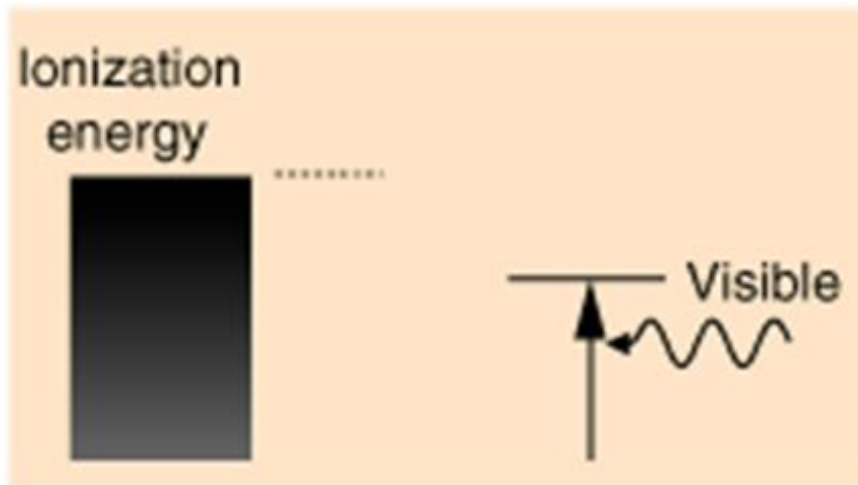
benzofenona



Ultraviolat (UV)

Les **cremes protectores solars** contenen substàncies orgàniques amb **grups aromàtics** que absorbeixen intensament la radiació ultraviolada de més energia.

Els raigs UV no absorbits, de menys energia, arriben a la pell i l'organisme respon amb la producció d'un pigment fosc anomenat **melanina**, associat al bronzejat.

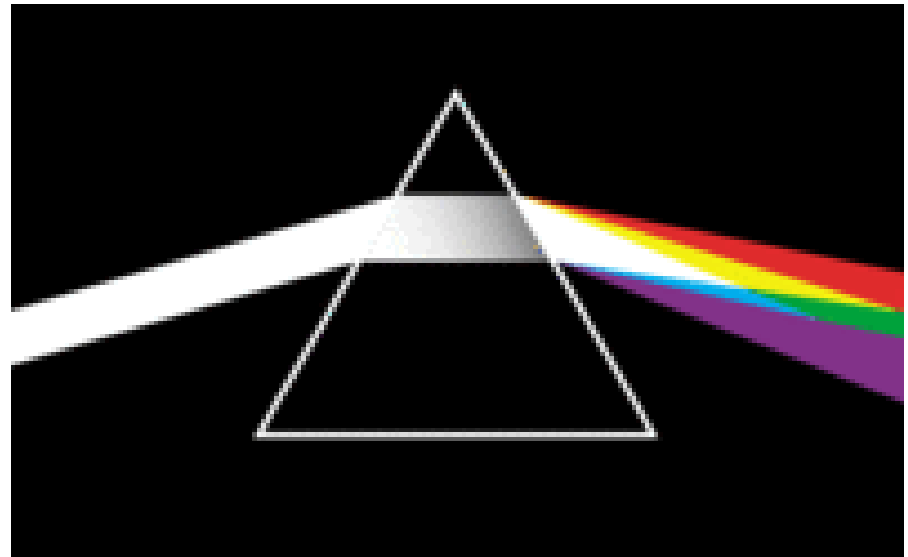


Llum visible

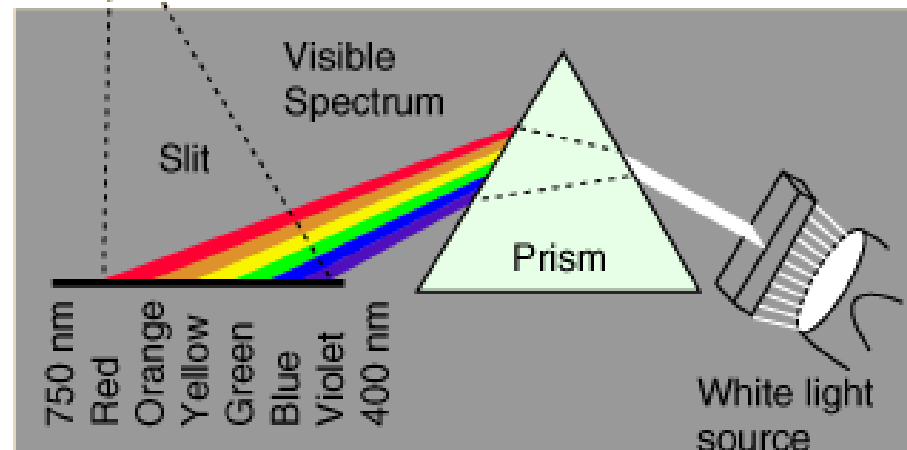
El principal mecanisme per a l'absorció dels fotons de llum visible és la **transició dels electrons a nivells superiors d'energia.**

Llum visible

La **llum blanca** pot separar-se en els seus **colors espectrals** mitjançant la **dispersió** en un **prisma**.



Radio	Far IR, Micro-wave	IR	UV	x-ray γ -ray
-------	-----------------------	----	----	------------------------





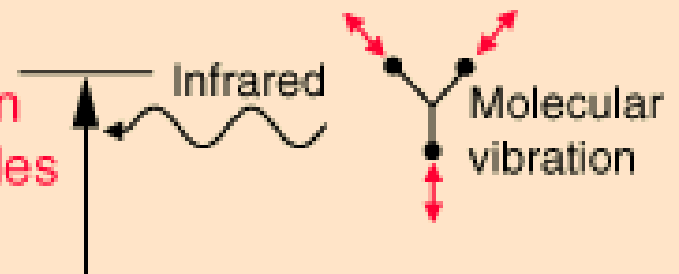
Radiació IR

L'absorció de fotons de radiació infraroja provoca **transicions entre nivells d'energia vibracional dels enllaços de les molècules**.

Aquest augment del **moviment de vibració molecular** es tradueix en un **escalfament** del material.

Higher density of energy levels than in the microwave range, more strongly absorbed.

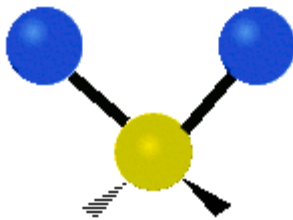
Infrared radiation vibrates molecules



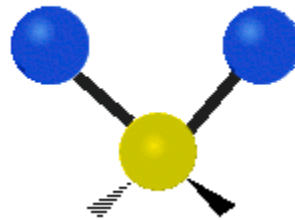
Radiació IR

Exemple: els àtoms del **grup CH₂**, que es troba sovint en compostos orgànics, poden vibrar de sis formes diferents:

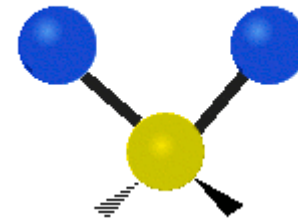
- **Estiraments** simètrics i asimètrics (**stretching**)
- **Flexions** simètriques i asimètriques **en el pla** (**scissoring** i **rocking**)
- **Flexions** simètriques i asimètriques **fora del pla** (**wagging** i **twisting**)



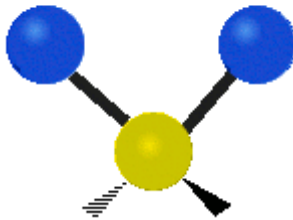
estirament
simètric



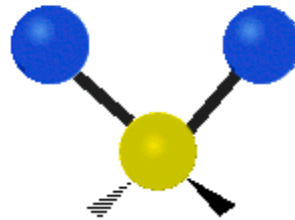
scissoring



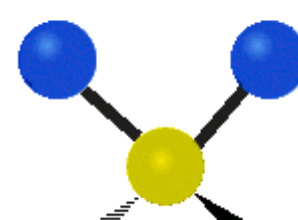
wagging



estirament
asimètric



rocking



twisting

Microones

L'absorció de radiacions de microones pot provocar **moviments de rotació i torsió** en les molècules.

Aquests moviments moleculars provoquen l'**escalfament** de la substància.

Small number of available states, almost transparent.



Microwaves rotate molecules



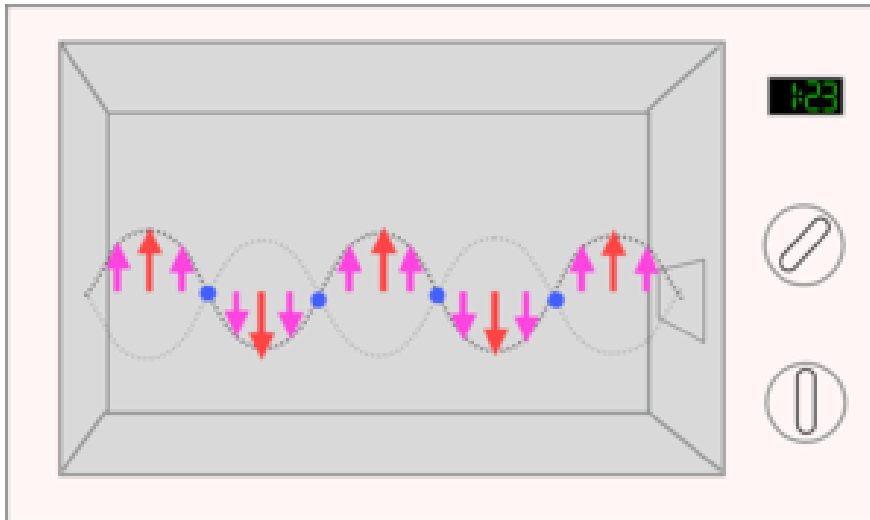
Molecular rotation and torsion

Interacció entre les radiacions electromagnètiques i la matèria



Microones

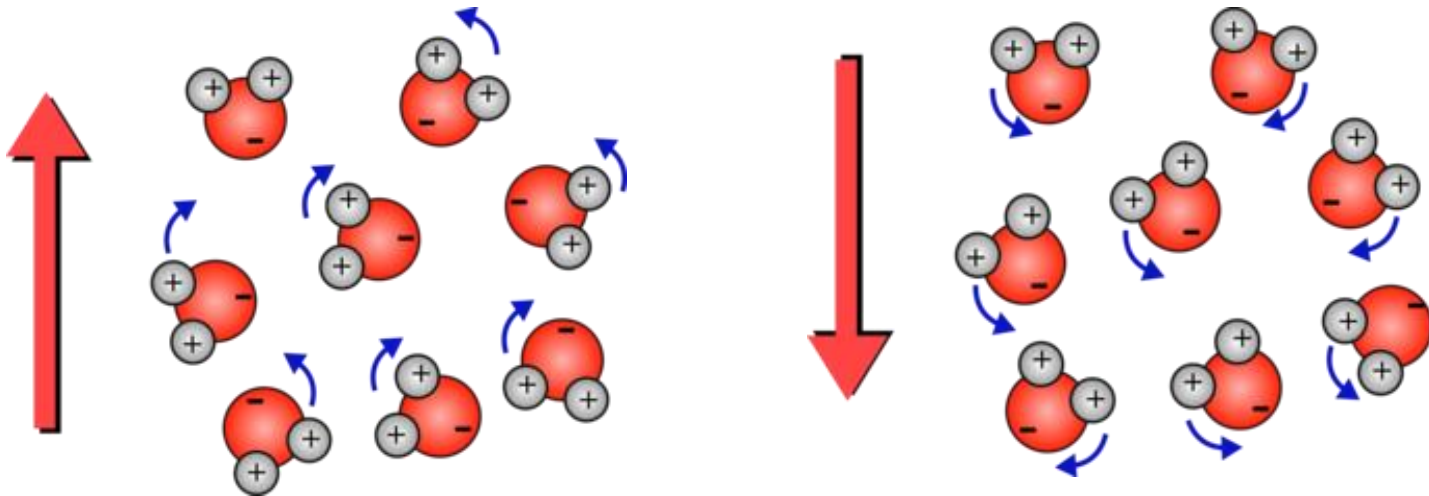
Un **forn microones** usa un **magnetró** per produir microones a una freqüència d' aproximadament 2450 MHz ($\lambda = 12$ cm).



Ones estacionàries formades en l'interior d'un forn de microones

Microones

Això significa que el camp elèctric canvia de sentit $2,45 \cdot 10^9$ vegades per segon, provocant ràpids **moviments de rotació de les molècules d'aigua**. Aquests moviments produeixen calor que escalfa els aliments.



Micrones

The image shows a screenshot of the PhET simulation 'Micrones'. The interface includes a top navigation bar with four tabs: 'Una molécula', 'Una línea de moléculas', 'Muchas moléculas', and 'Café'. The 'Muchas moléculas' tab is selected. The main simulation area displays a grey rectangular box containing several water molecules, each represented by a blue sphere (oxygen) and two red spheres (hydrogen). A green horizontal line passes through the center of the molecules. To the left of the box is a thermometer with a red liquid level. To the right is a control panel with the following elements:

- Leyenda:** A blue and red sphere icon labeled 'Molécula de agua'.
- Microondas encendido/apagado:** A button to toggle the microwave on or off.
- Frecuencia:** A slider set to 0,00150, with a range from 0,00000 to 0,00300.
- Amplitud:** A slider set to 0,25, with a range from 0,00 to 0,50.
- Vista del campo:** Three radio buttons: 'Curva' (selected), 'Una sola línea', and 'Campo Completo'.
- Ninguno:** A radio button.
- Reiniciar:** A button to reset the simulation.

At the bottom of the simulation area are two buttons: 'Pausa' (Pause) and 'Paso' (Step).

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/microwaves>

Interacció entre les radiacions electromagnètiques i la matèria



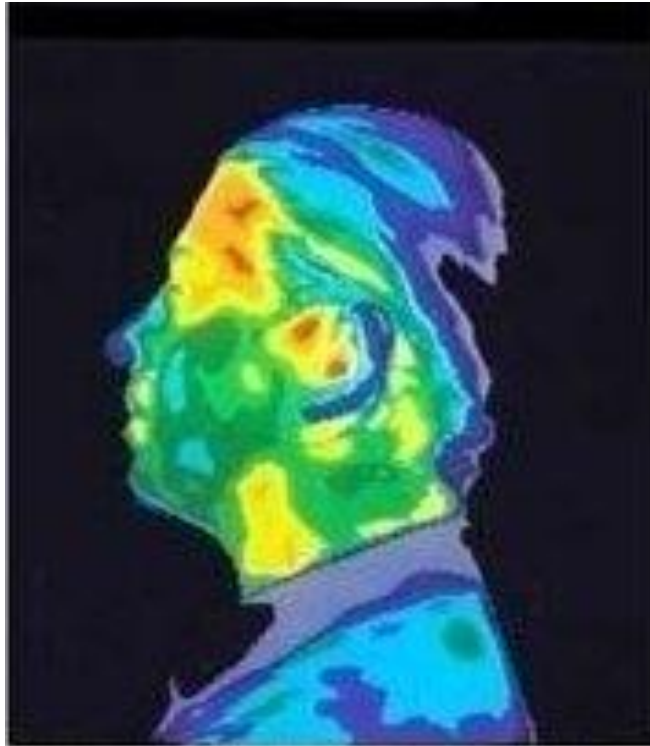
Microones

També s'utilitzen les radiacions de microones en el **radar**, la transmissió de dades sense fils (**WIFI, Bluetooth**) i els **telèfons mòbils**.

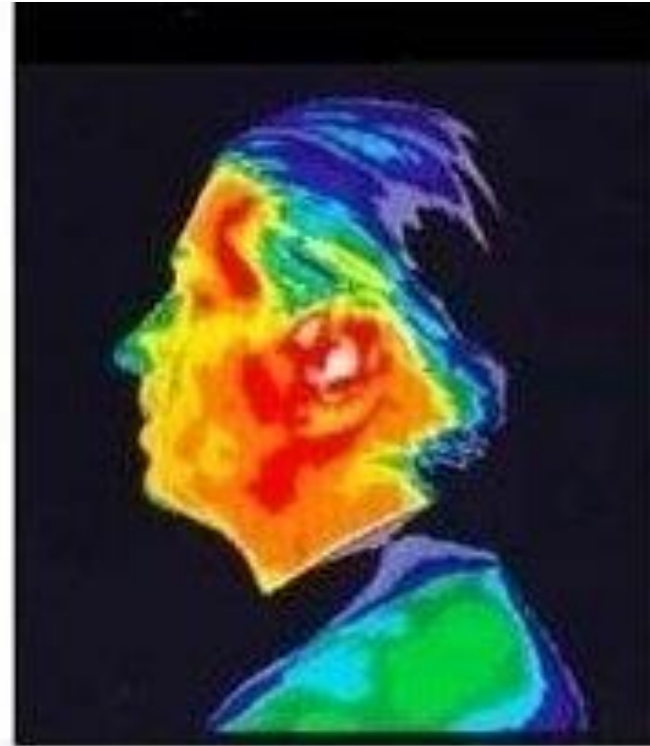
Banda	Nombre	Canales	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)
GSM 850	GSM 850	128 - 251	824,0 - 849,0	869,0 - 894,0
GSM 900	P-GSM 900	0-124	890,0 - 915,0	935,0 - 960,0
	E-GSM 900	974 - 1023	880,0 - 890,0	925,0 - 935,0
	R-GSM 900	n/a	876,0 - 880,0	921,0 - 925,0
GSM1800	GSM 1800	512 - 885	1710,0 - 1785,0	1805,0 - 1880,0
GSM1900	GSM 1900	512 - 810	1850,0 - 1910,0	1930,0 - 1990,0

Europa

Microones



Thermographic Image of the head with no exposure to harmful cell phone radiation.



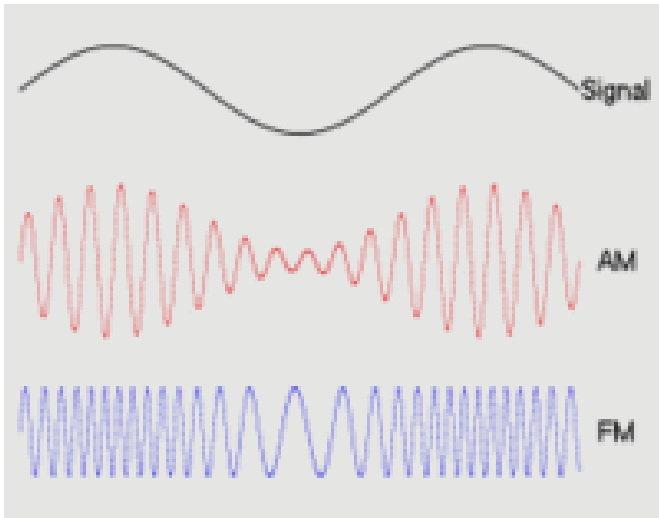
Thermographic Image of the head after a 15-minute phone call. Yellow and red areas indicate thermal (heating) effects that can cause negative health effects.

Microones



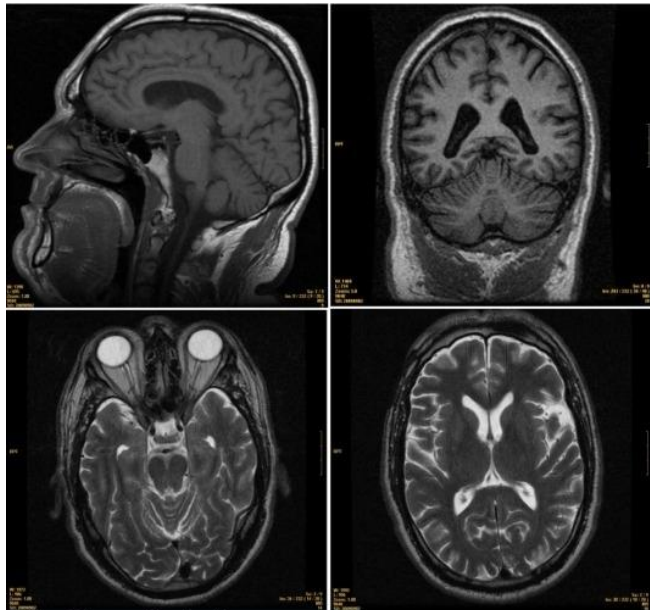
Índice SAR: nivells de radiació emesos per diferents models de telèfons mòbils (en **W/ kg massa corporal**):

<http://www.sarmoviles.com/>



Ones de ràdio

Les ones de ràdio i TV tenen una **longitud d'ona llarga** (baixa freqüència i energia).

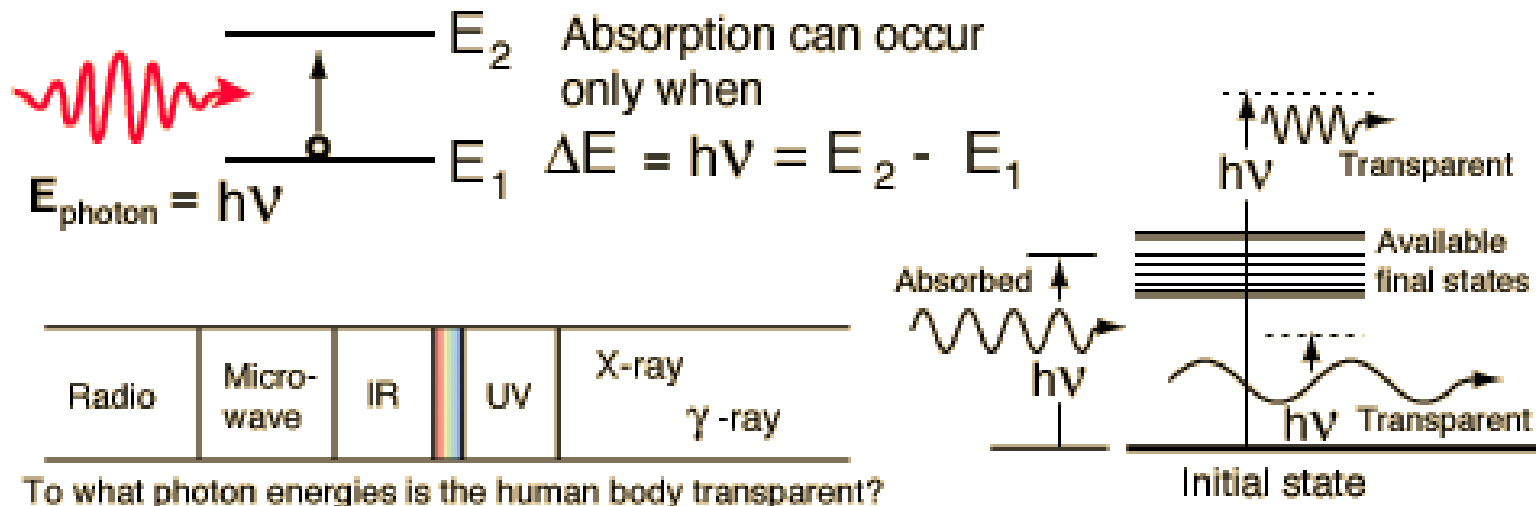


Les freqüències entre 40-50 MHz són emprades en l'espectroscòpia de **ressonància magnètica nuclear** (RMN) de protó i en l'obtenció d'imatges en medicina (IRM).

Transparència

Es produeix l'**absorció d'un fotó** si la seva energia ($E = h \nu$) coincideix amb els salts d'energia disponibles ($\Delta E = E_2 - E_1$) en els àtoms i molècules que constitueixen el material.

Un material és **transparent** a una radiació si no té nivells d'energia disponibles en el rang d'energies dels fotons d'aquesta radiació.



Transparència

L'**aire** és transparent als fotons de llum visible (no absorbeix aquestes longituds d'ona), però afortunadament no és transparent a les radiacions UV del Sol.



El **vidre** és transparent a la llum visible, però els àtoms que formen el material tenen nivells d'energia vibracionals que poden absorbir fotons de radiació IR (escalfament)



Els teixits del **cos humà** són transparents a les ones de ràdio i TV (no absorbeixen els fotons d'aquestes longituds d'ona)



Interacció entre les radiacions electromagnètiques i la matèria

Efectes sobre el cos humà

Low frequency
Long wavelength
Low quantum energy

High frequency
Short wavelength
High quantum energy



Body is transparent. You are commonly penetrated by radiation in this range from local radio and TV stations and other forms of communication.

Almost transparent. Tiny amount of absorption rotates molecules and contributes heating, but no effects distinguishable from heating.

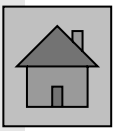
Strongly absorbed because it causes electron jumps to higher levels. Not enough energy to ionize.

Almost transparent since quantum energies so high that atoms can't absorb and remain intact. Ionizes.

Stronger absorption vibrates molecules. Physiological effect is heating since it is putting molecules into vibrational motion.

Very strongly absorbed by electron jumps. Doesn't penetrate skin. Upper end can ionize.

To have a physiological effect, the energy of the radiation must be absorbed. To be absorbed, there must be quantum energy level pairs which match the photon energy of the radiation. If these energy level pairs are not available in a given frequency range, then the material will be transparent to that radiation.



Per analitzar les substàncies actualment s'utilitzen diverses **tècniques instrumentals** basades en l'**espectroscòpia** :

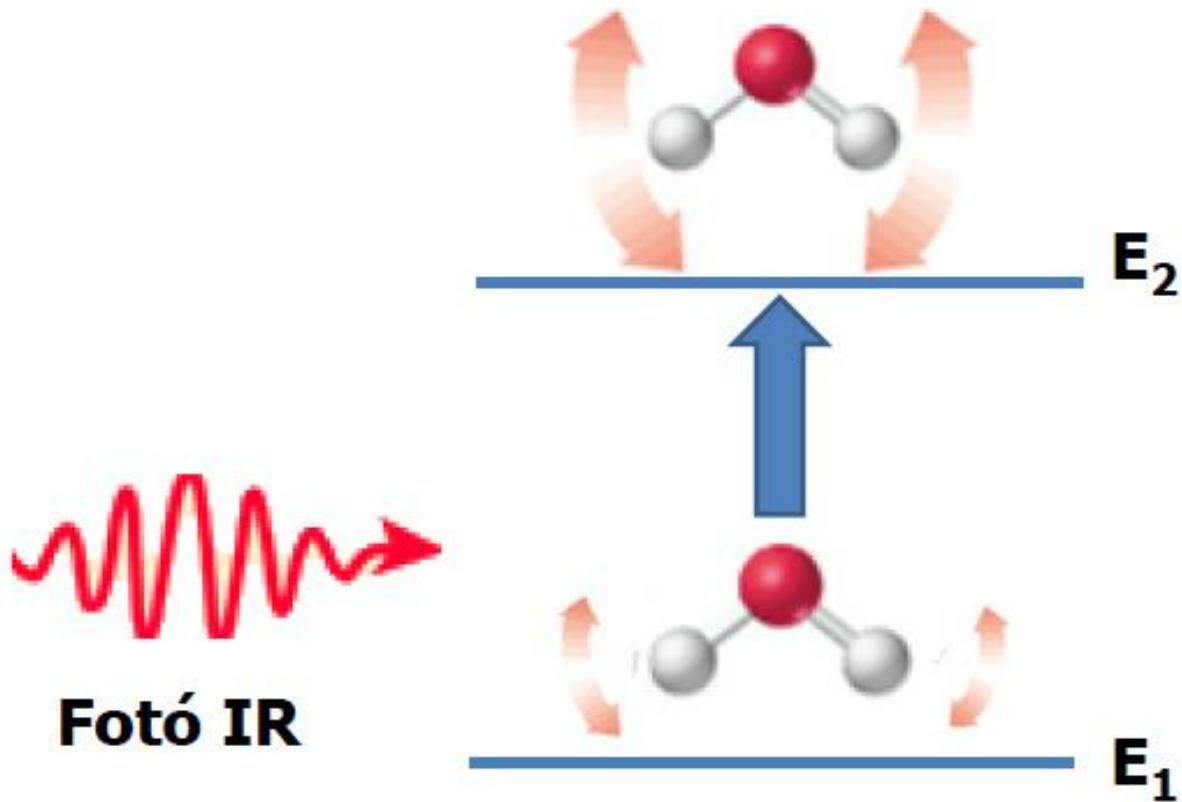
- **Espectroscòpia d'espectre infraroig (IR):**
detecció de **grups funcionals** orgànics.
- **Espectrometria UV-visible :**
detecció d'**enllaços múltiples**, **anàlisi quantitatiu i qualitatiu**.
- **Ressonància magnètica nuclear (RMN):**
determinació del tipus i posició dels **àtoms d'hidrogen en les molècules orgàniques**; obtenció d'**imatges pel diagnòstic** en medicina.
- **Espectrometria de masses (MS):** determinació de la **massa molecular** i de l'**estructura de les molècules**.

Per realitzar l'**elucidació estructural de molècules** normalment s'utilitzen les dades obtingudes a partir de diverses tècniques.

Espectroscòpia d'espectre infraroig (IR)

Fonament teòric

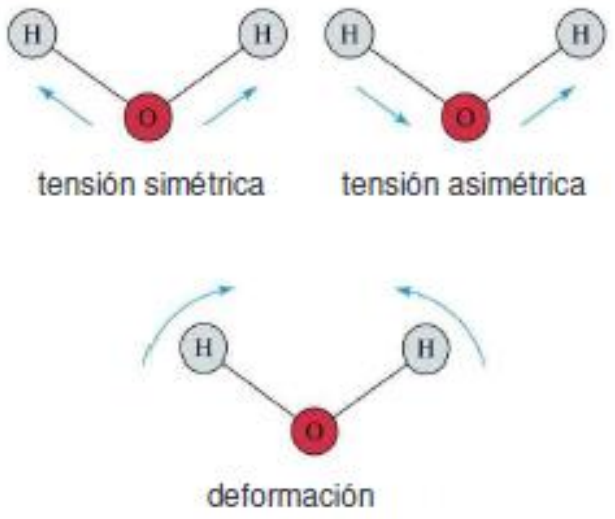
L'absorció de fotons IR provoca **transicions entre nivells d'energia vibracionals dels enllaços** de les molècules.



Espectroscòpia d'espectre infraroig (IR)

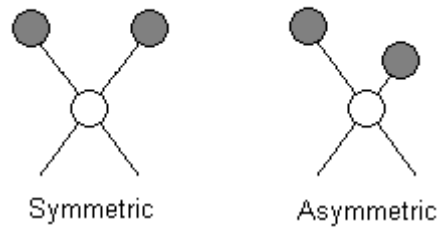
Fonament teòric

Modes vibracionals de la molècula d'H₂O

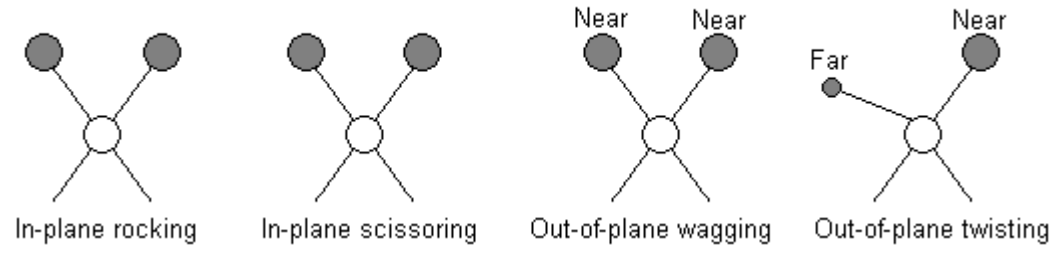


Pràcticament totes les **molècules** amb **enllaços polars** poden **absorbir fotons de radiació IR.**

Stretching vibrations



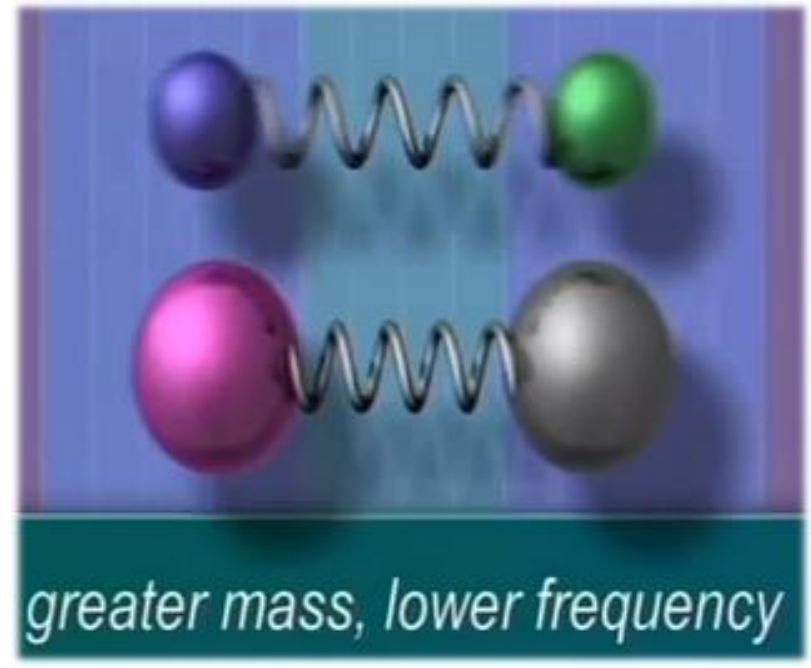
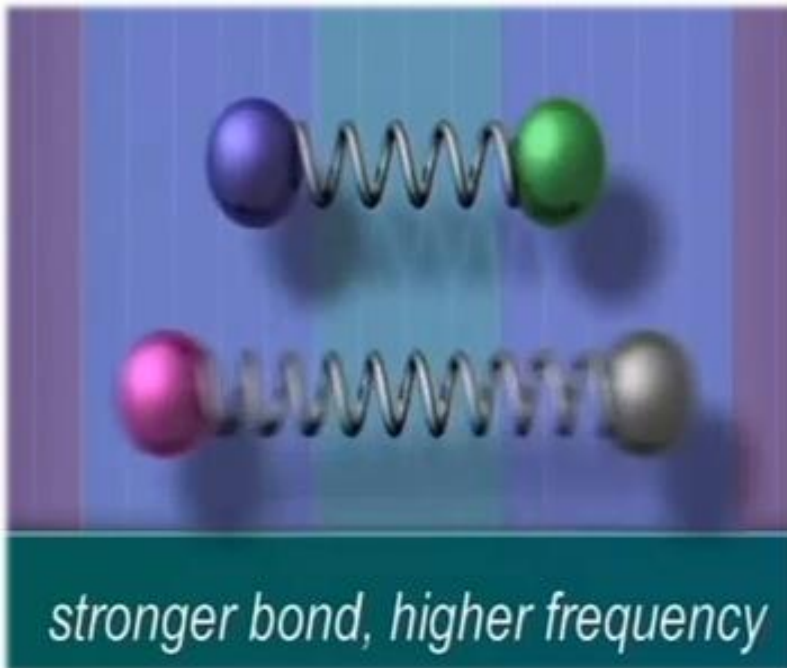
Bending vibrations



Espectroscòpia d'espectre infraroig (IR)

Fonament teòric

La **freqüència** (o longitud d'ona) a la que absorbeix cada enllaç depèn de l'**energia de l'enllaç** (força de l'enllaç) i de la **massa dels àtoms** enllaçats.

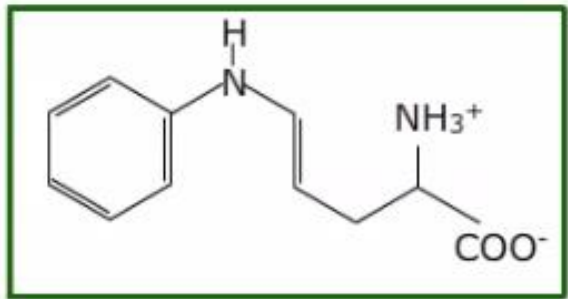
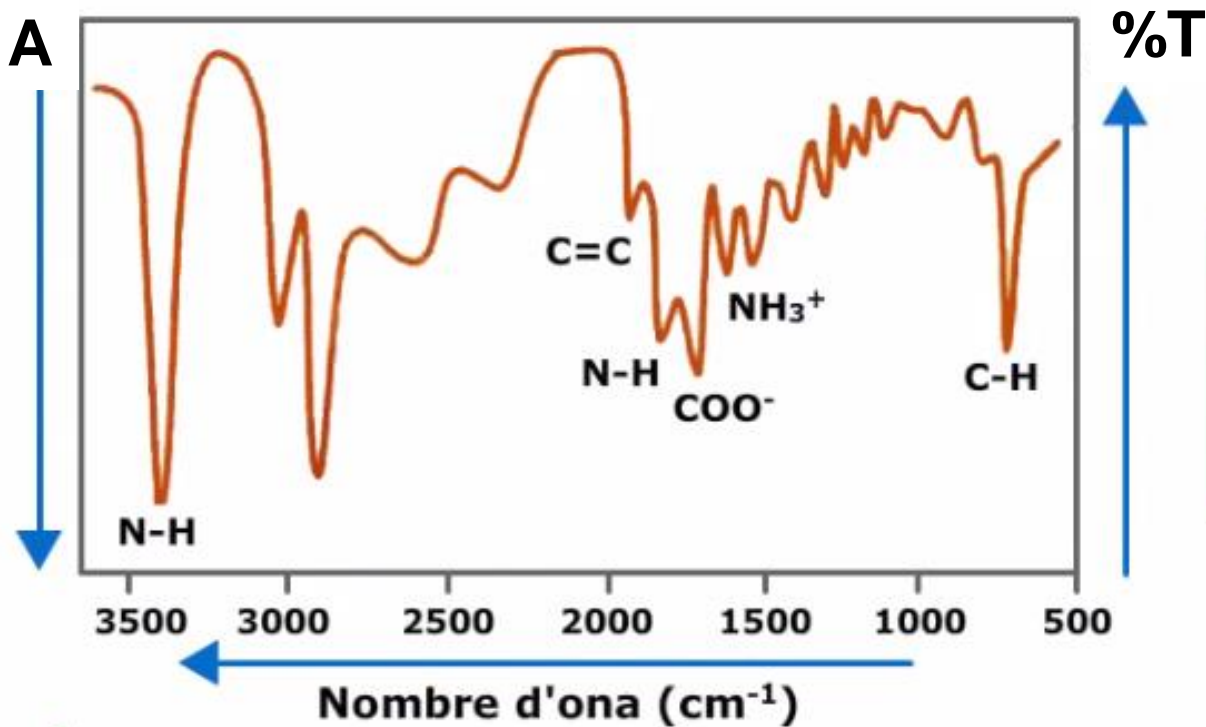


<https://www.youtube.com/watch?v=m2UruFlkSEQ>

Espectroscòpia d'espectre infraroig (IR)

Espectres IR

En els **espectres IR** es representa el percentatge de radiació IR que absorbeix la mostra analitzada (Absorbància o **%Transmitància**) a diferents **nombres d'ona** (de 200 a 4000 cm^{-1}).

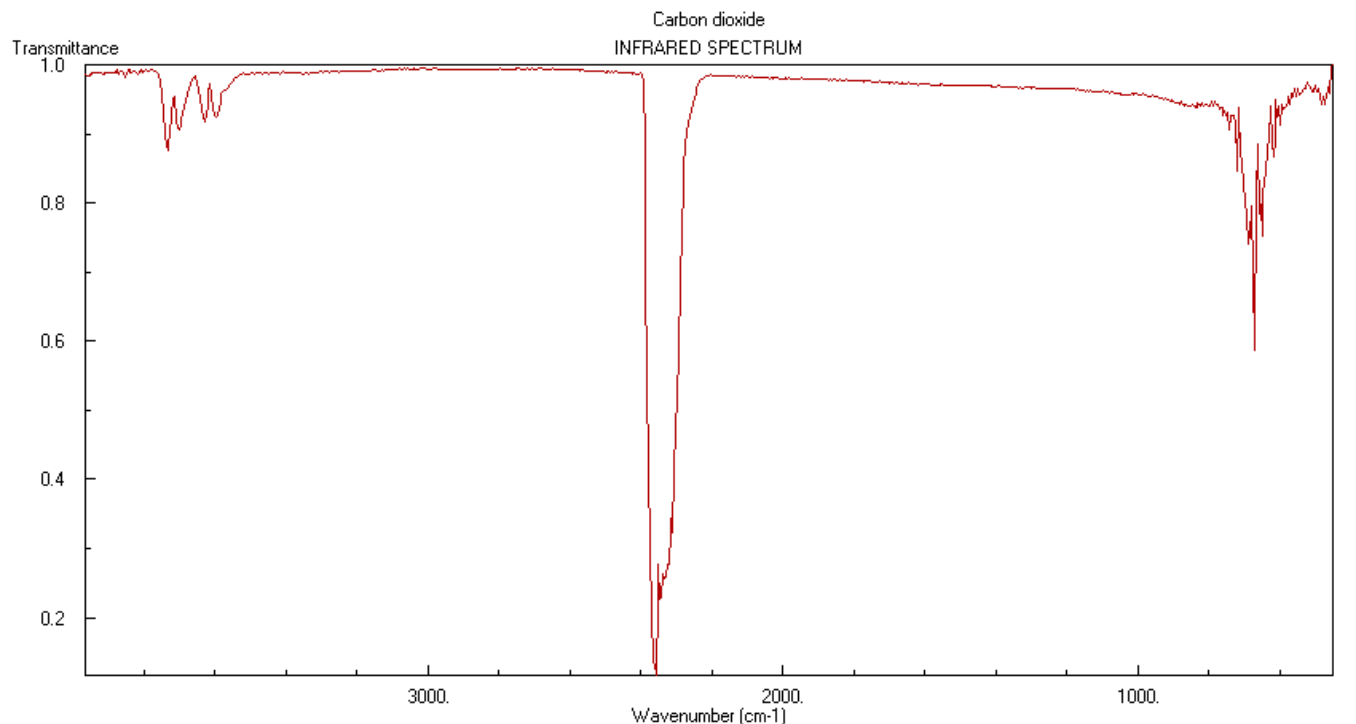


Espectre IR d'un aminoàcid sintètic

Espectroscòpia d'espectre infraroig (IR)

Espectres IR

Els **espectres IR** són **característics** de cada substància i permeten identificar-la.



NIST JCAMP-DX Viewer

cm-1 Transmittance Help...

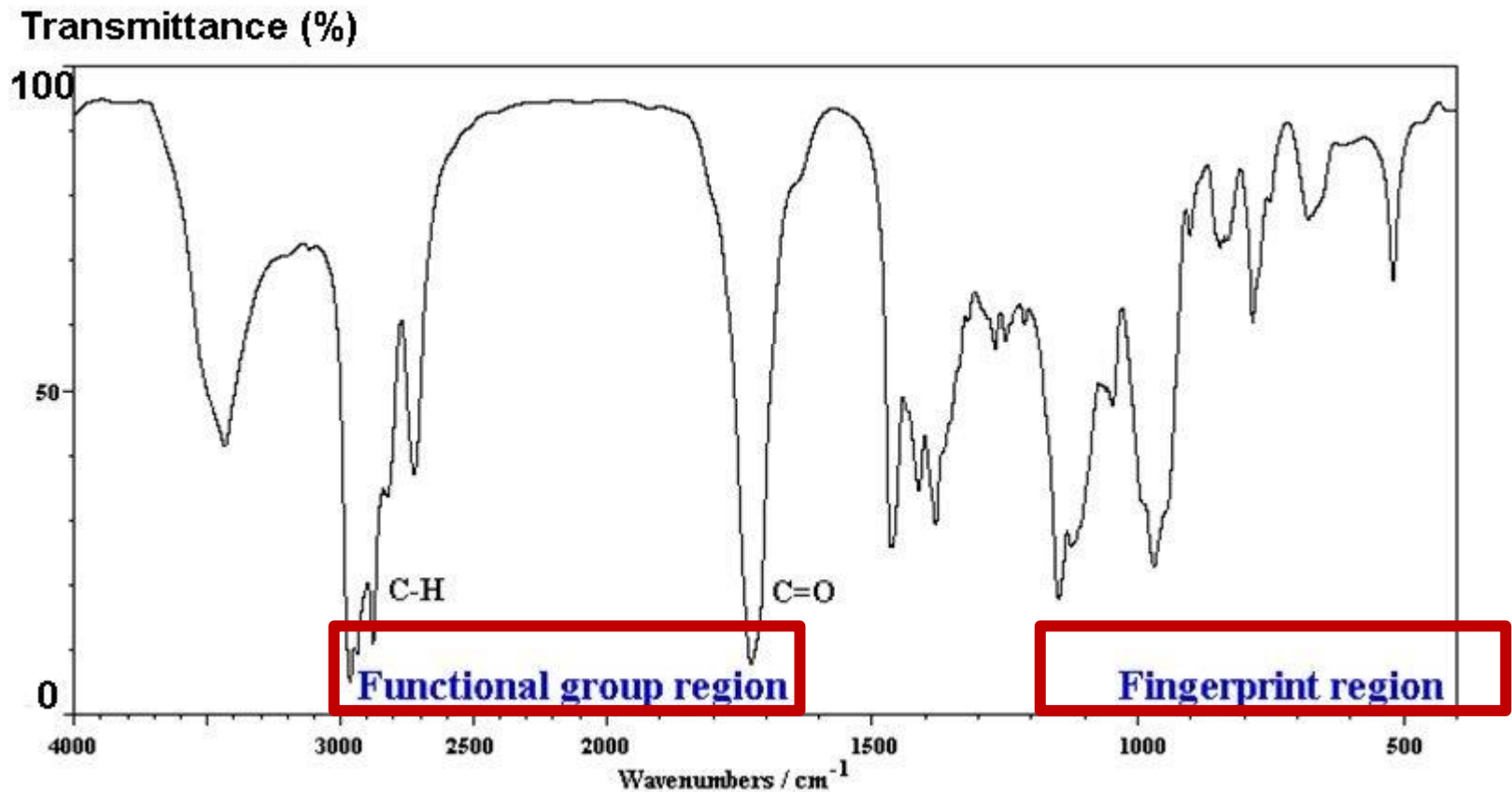
Espectre IR del CO₂

<https://youtu.be/W5gimZIFY6I>

Espectroscòpia d'espectre infraroig (IR)

Espectres IR

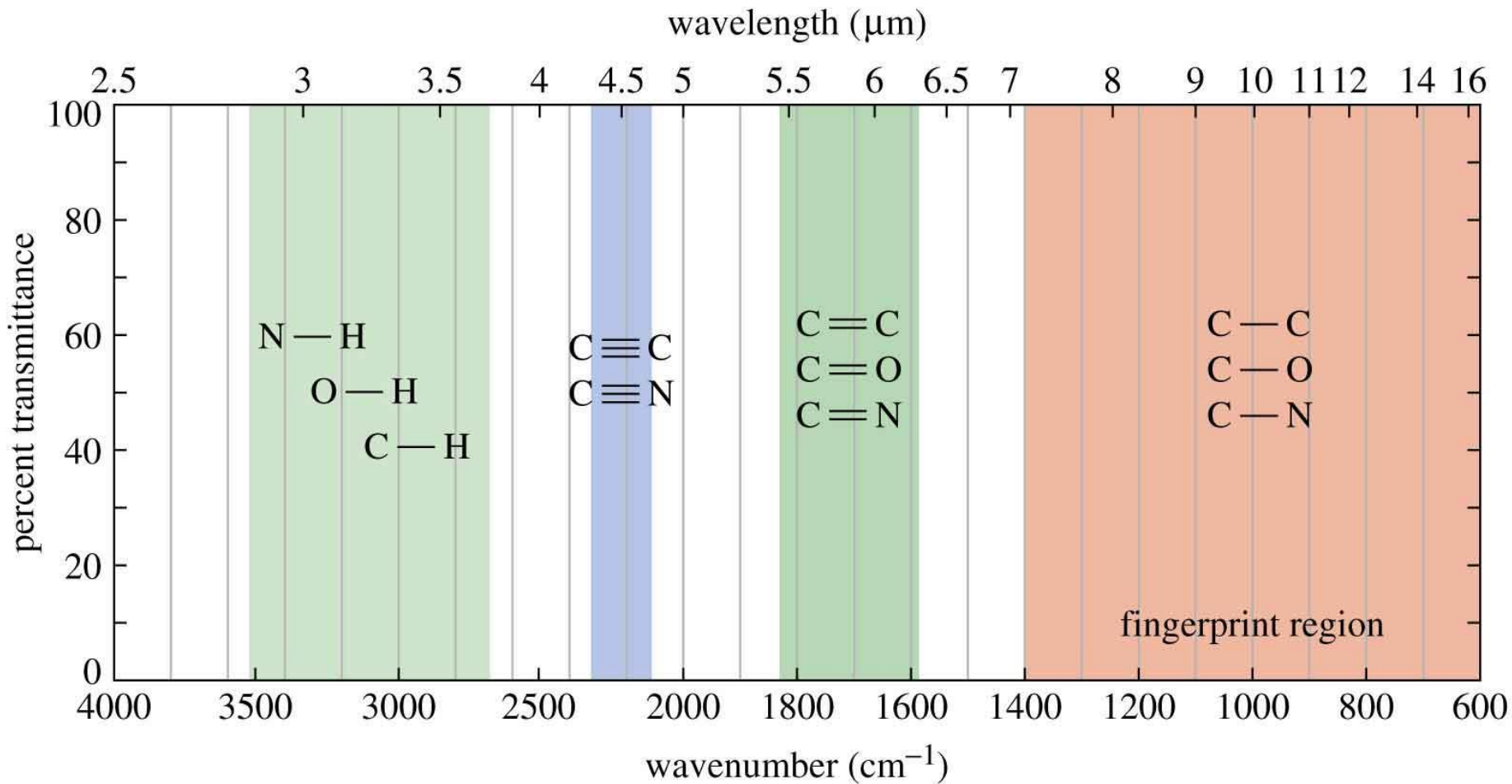
La zona de l'espectre IR que va dels **600 als 1400 cm^{-1}** s'anomena regió de l'**empremta dactilar**.



Espectroscòpia d'espectre infraroig (IR)

Espectres IR

Cada tipus d'enllaç absorbeix a unes longituds d'ona característiques i això permet **identificar** els **grups funcionals** que conté la molècula.

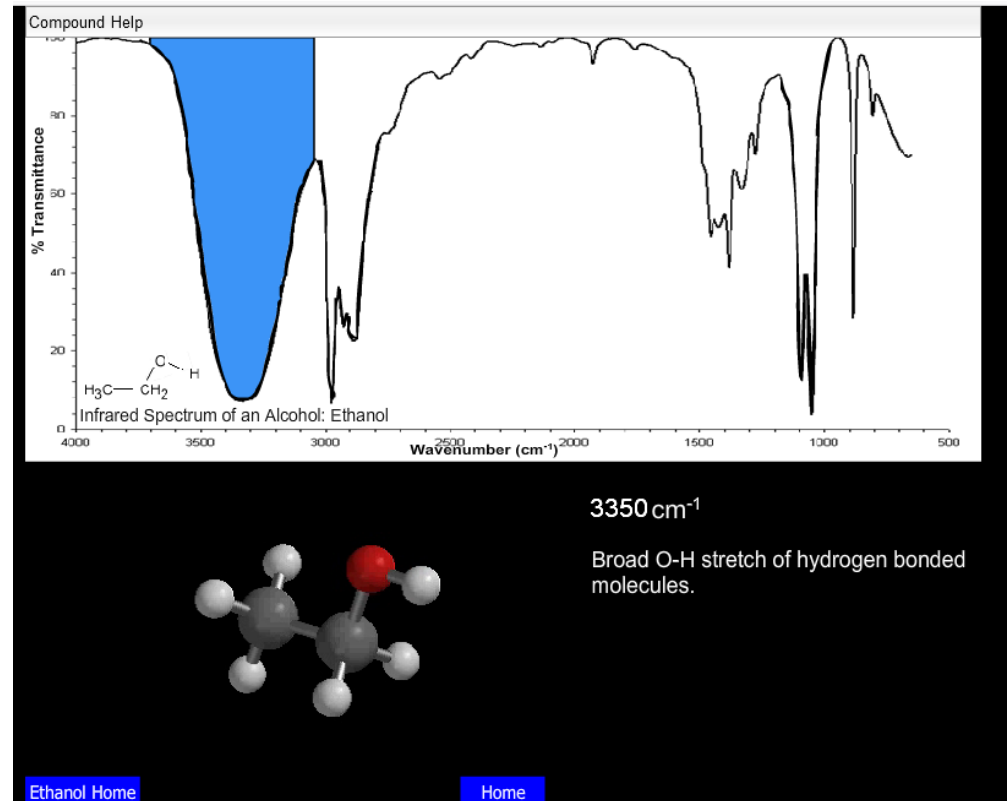


Espectroscòpia d'espectre infraroig (IR)

Espectres IR

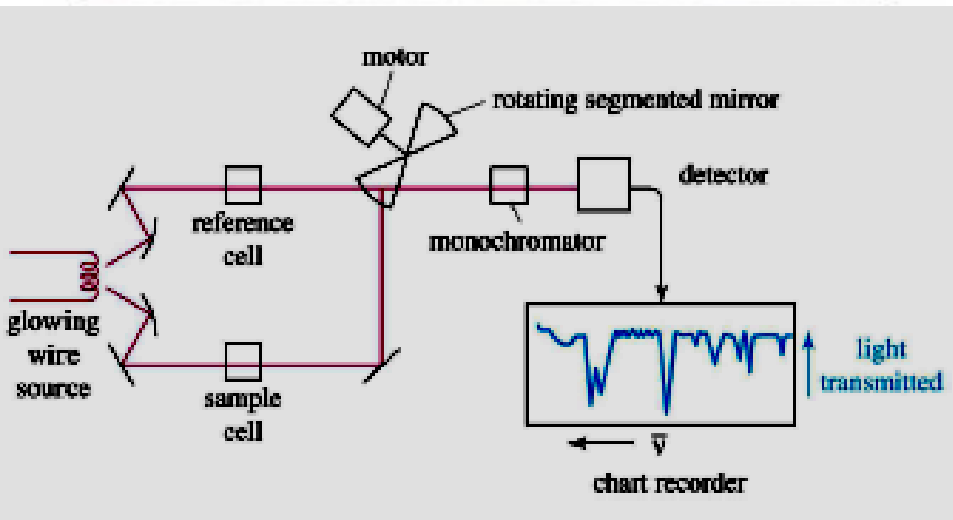
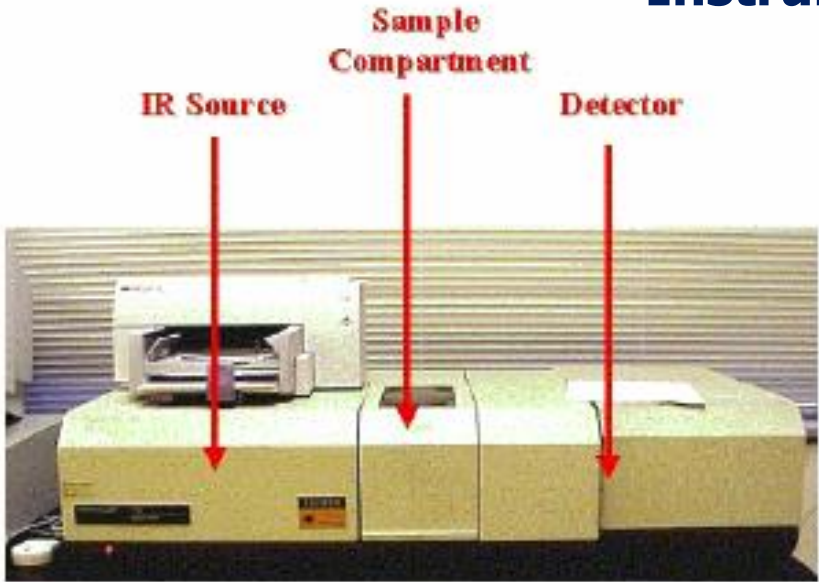
Simulador que mostra

- Els **espectres IR** de diferents molècules
- El **tipus de vibració molecular** associada amb cada nombre d'ona.



<https://applets.kcvs.ca/irSuite/IRSuite.html>

Espectroscòpia d'espectre infraroig (IR) Instrumentació



Espectroscòpia d'espectre infraroig (IR)



<http://www.youtube.com/watch?v=DDTIJgIh86E&feature=relmfu>

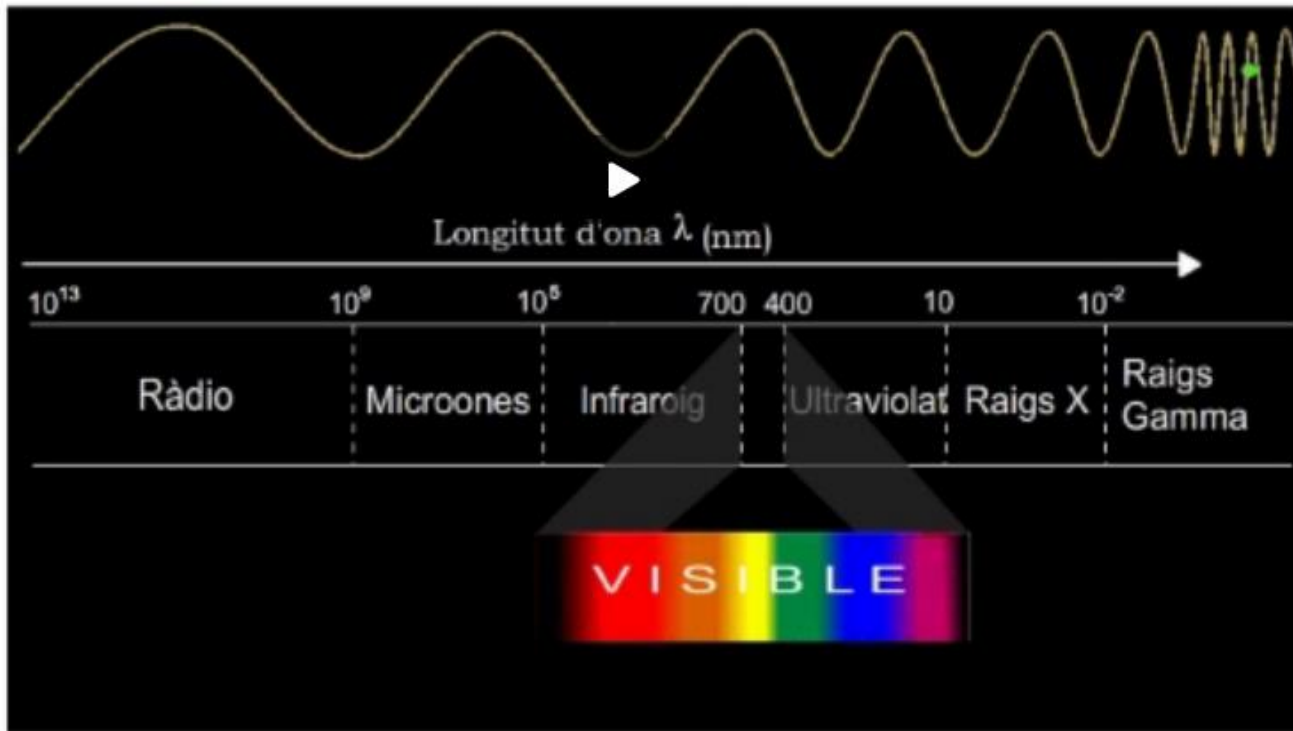
Espectrometria UV-visible

Fonament teòric

La zona de l'**espectre UV** correspon a longituds d'ona entre 10 i 400 nm.

La zona **visible** correspon a l'interval de longituds d'ona entre 400 i 800 nm.

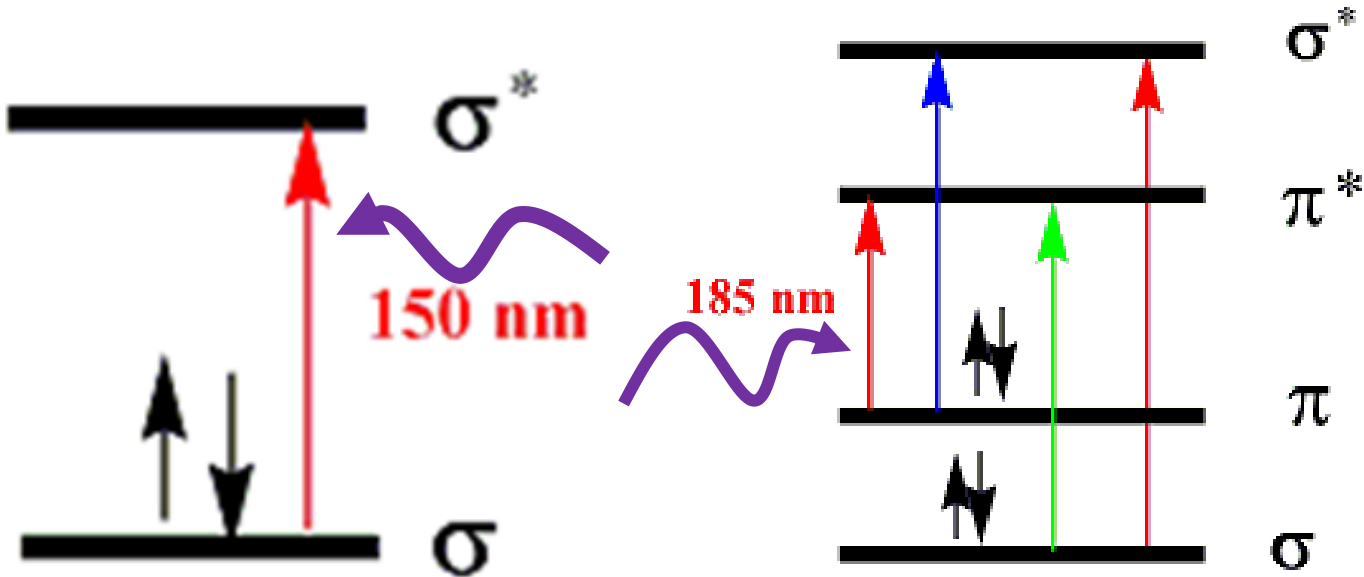
L'espectrometria UV-Vis utilitza radiacions de l'espectre electromagnètic de longitud d'ona compreses entre **100 i 700 nm**.



Espectrometria UV-visible

Fonament teòric

L'absorció d'aquests fotons provoca **transicions dels electrons** entre els nivells d'energia dels **orbitals atòmics i moleculars** de les substàncies.



Transicions electròniques entre orbitals moleculars (σ i π)

Espectrometria UV-visible

Fonament teòric

Quan la radiació UV-Vis travessa una dissolució de la mostra una part és absorbida i la resta és transmesa, reflectida o difractada.

Transmitància (T): està relacionada amb la quantitat de radiació que travessa la mostra

I_0 : intensitat inicial de la radiació

I : intensitat després de travessar la mostra

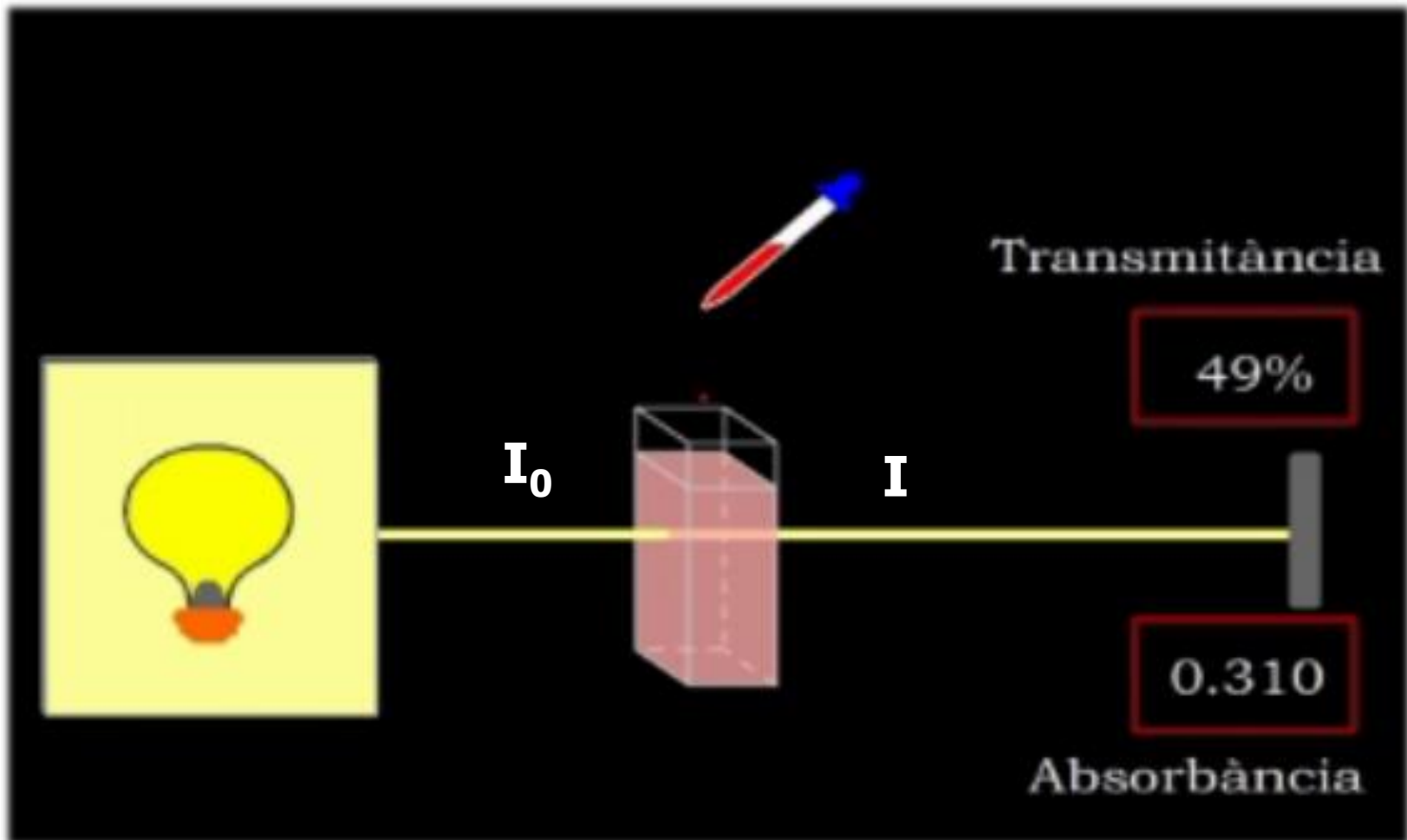
$$T = I / I_0$$

Absorbància (A): quantitat de radiació absorbida.

$$A = -\log (I / I_0) = -\log T$$

Espectrometria UV-visible

Fonament teòric



Espectrometria UV-visible

Fonament teòric

S'utilitza la llei de Beer-Lambert per determinar la **concentració d'una substància** a partir de la seva absorció UV-visible (si augmenta la concentració de la mostra, augmenta l'absorbància)

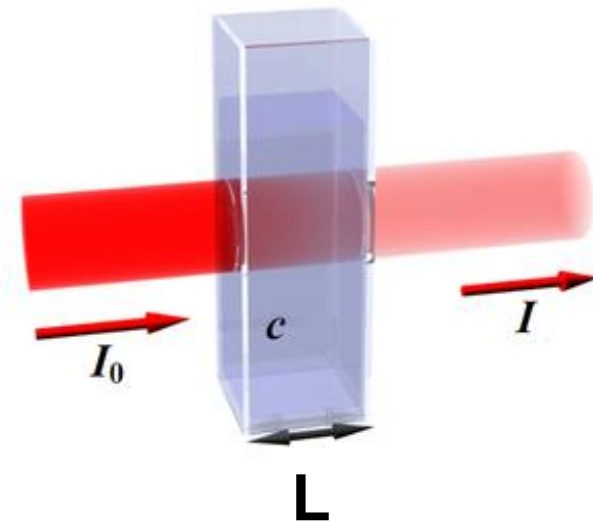
Llei de Beer-Lambert: $A = \epsilon \cdot L \cdot c$

A = Absorbància

ϵ = Coeficient d'extinció molar (depèn de la substància estudiada)


L = distància recorreguda per la radiació a través de la **cupeta** on està dissolta la mostra (cm)

c = concentració de la substància analitzada (mol/L)



Espectrometria UV-visible Color de les substàncies

Perquè una substància tingui color ha d'**absorbir llum visible** (radiació electromagnètica de longitud d'ona entre **350 - 800 nm**).

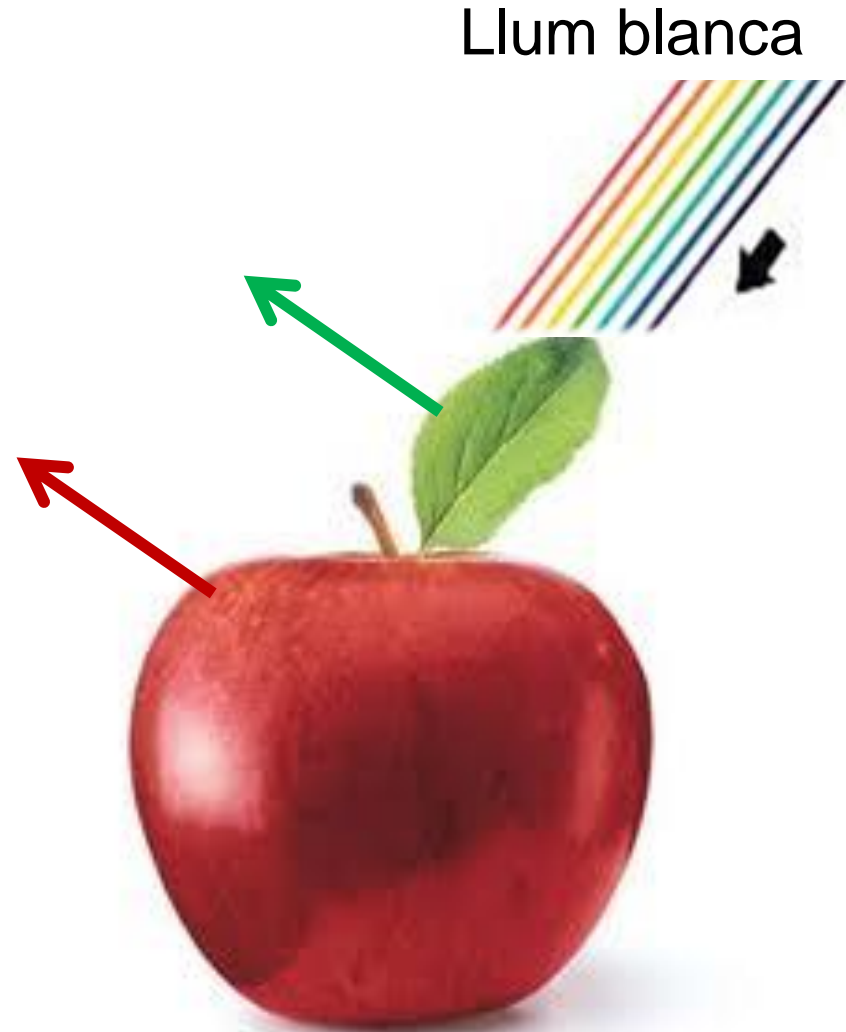


violeta	380–450 nm
blau	450–495 nm
verd	495–570 nm
groc	570–590 nm
taronja	590–620 nm
vermell	620–750 nm

Espectrometria UV-visible Color de les substàncies

Per què veiem una poma de color vermell?

Quan es veu sota una **llum blanca**, sembla vermella. Però això no significa que emeti llum vermella (si ho fes, seríem capaços de veure-la a les fosques). En lloc d'això, **absorbeix algunes de les longituds d'ona que componen la llum blanca, reflectint solament aquelles que l'humà veu com vermelles.**



Espectrometria UV-visible Color de les substàncies

El **color** que veiem és la **suma de les longituds d'ona que no han estat absorbides** per la substància, les reflectides i/o transmeses.

Si una substància absorbeix intensament en una zona de l'espectre visible, el color que veurem serà el **color complementari a l'absorbit**

- Absorció total: **color negre**
- Reflexió total: **color blanc**
- Transmissió total (no absorbeix de 380 a 750 nm): **incolor**

Espectrometria UV-visible
Color de les substàncies

Absorció total: **color negre**

Llum blanca



Espectrometria UV-visible
Color de les substàncies

Reflexió total: **color blanc**

Llum blanca



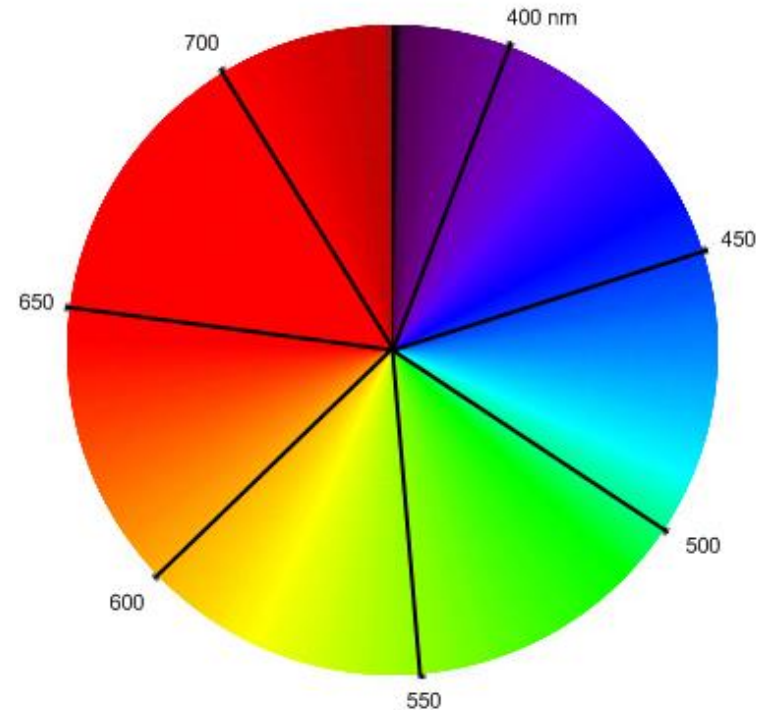
Llum blanca



Espectrometria UV-visible Color de les substàncies

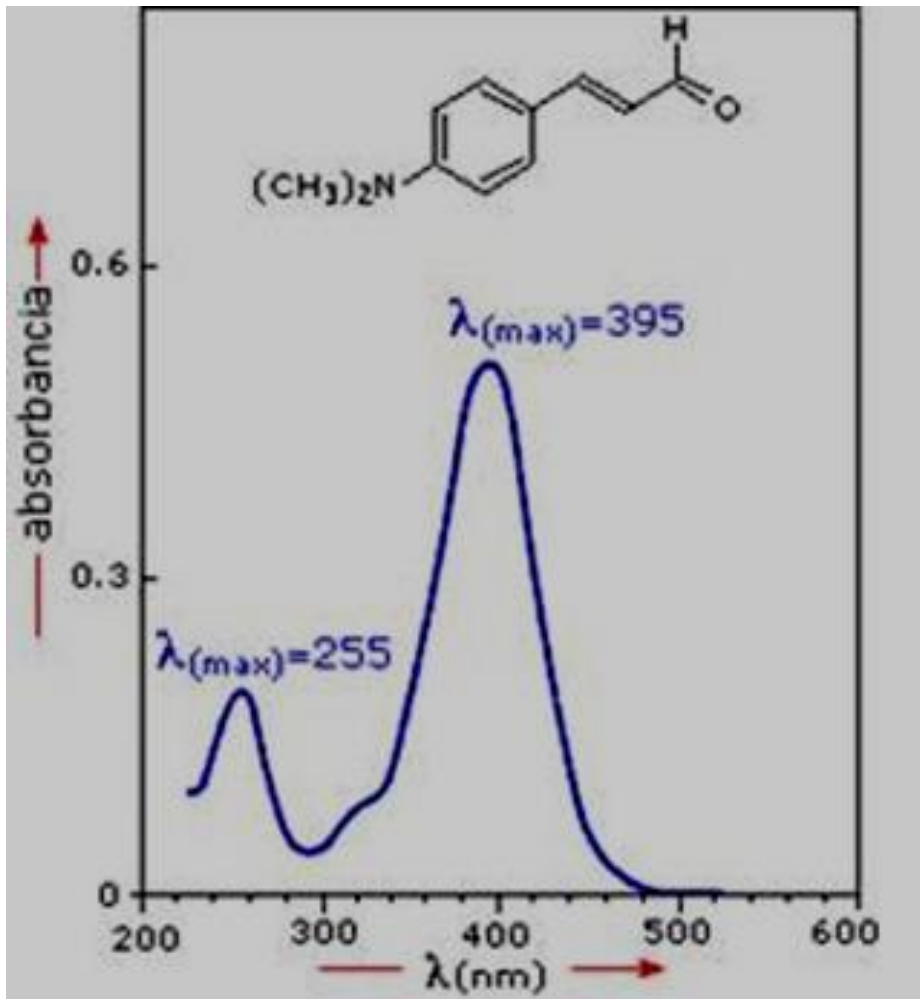
El **cercle cromàtic** s'obté situant els colors de l'espectre visible sobre un gràfic circular.

Colors complementaris són aquells que apareixen en zones oposades del cercle cromàtic (exemple: vermell i verd)



Espectrometria UV-visible

Espectres UV-visible



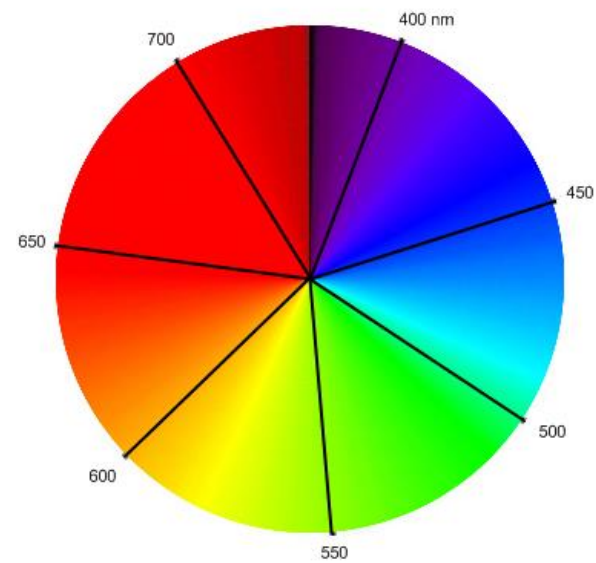
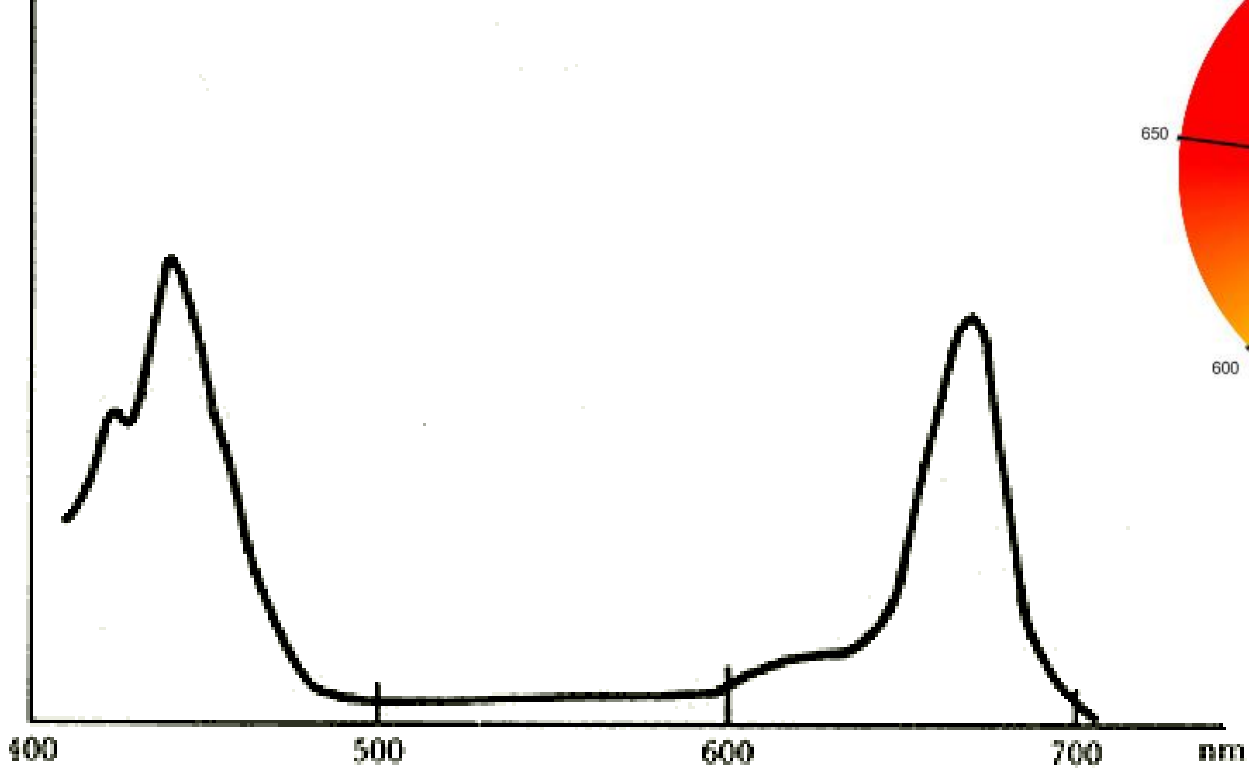
Els **espectres d'absorció UV-vis** representen la radiació absorbida (Absorbància) per la dissolució de la substància a diferents longituds d'ona (en nm).

λ_{max} és la longitud d'ona a la que es registra una absorbància màxima.

L'espectre UV-vis és **característic** de cada compost.

Espectrometria UV-visible
Espectres UV-visible

Absorbància (%)



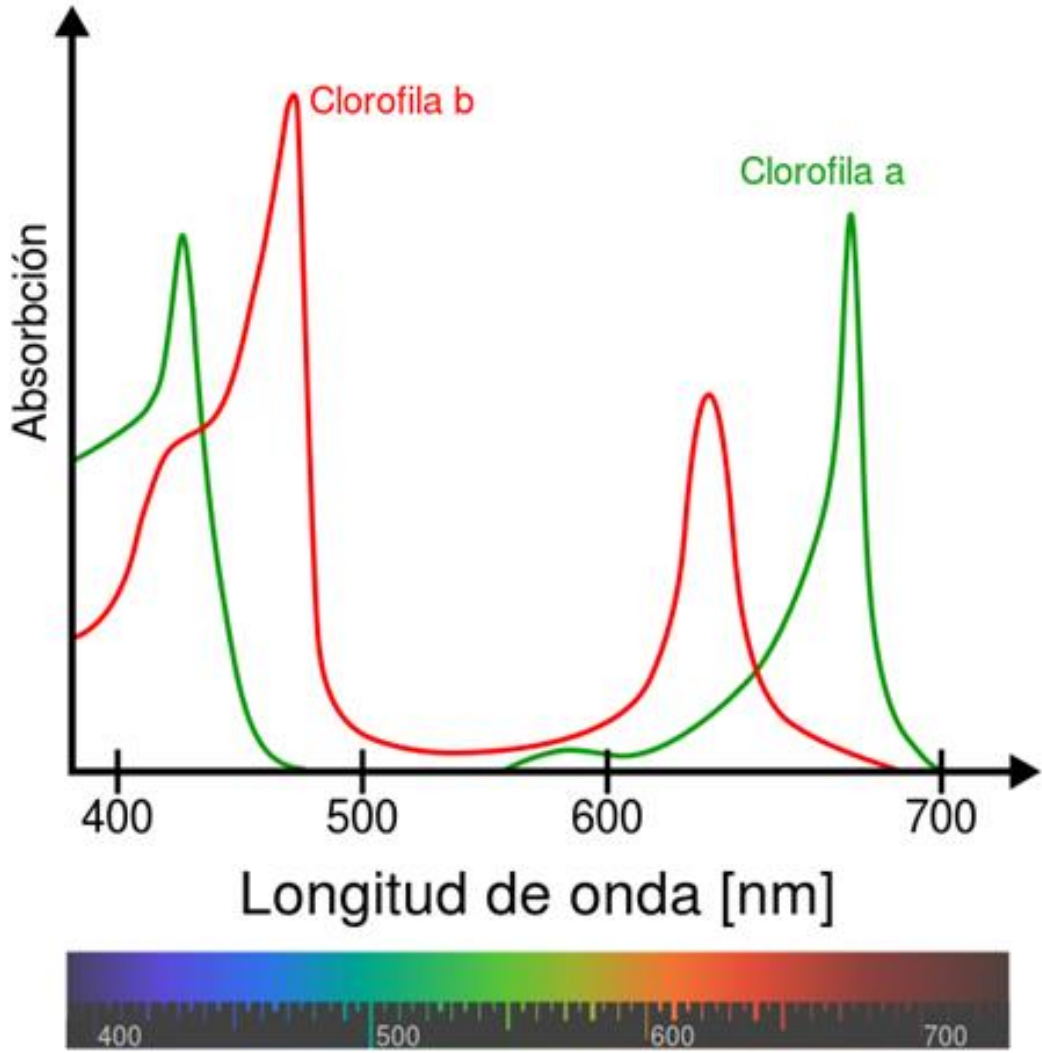
Longitud d'ona (nm)

Espectre UV-vis de la clorofil.a A

Pots justificar el color d'aquesta substància a partir del seu espectre? Quins colors absorbeix aquesta molècula?

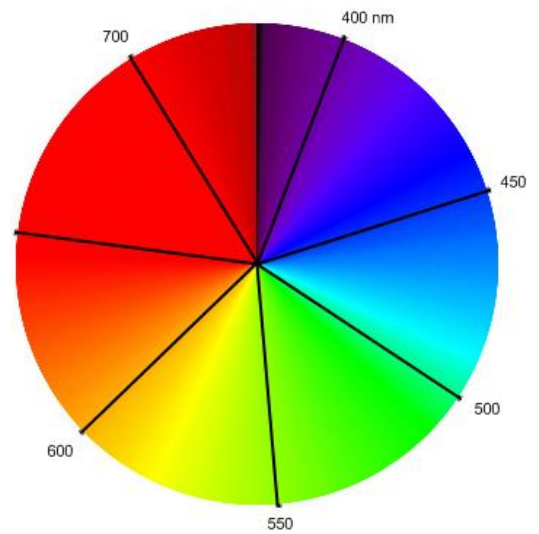
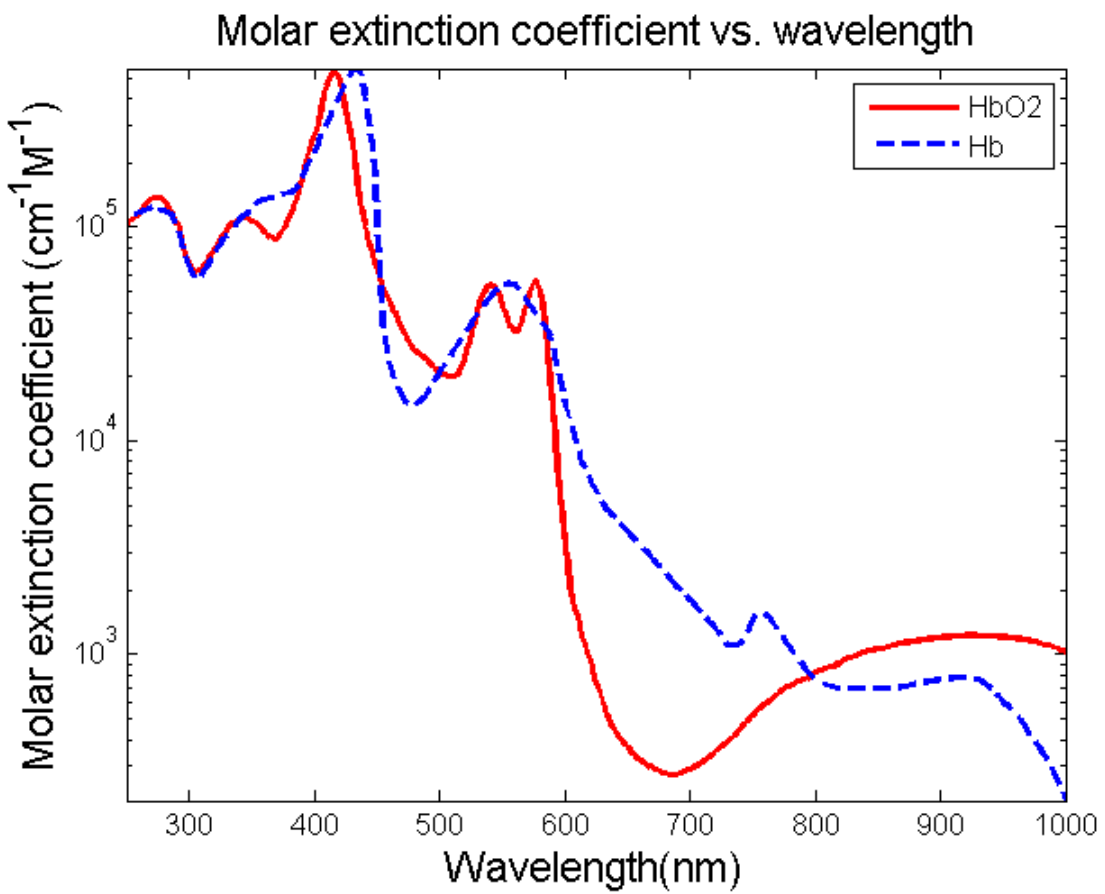
Espectrometria UV-visible

Espectres UV-visible



Espectrometria UV-visible

Espectres UV-visible



Espectre UV-vis de l'hemoglobina
De quin color és l'hemoglobina quan capta oxigen?

Espectrometria UV-visible

Instrumentació

Amb ajuda d'un **espectrofotòmetre UV-visible** es pot obtenir l'espectre UV-visible d'una substància i determinar la seva **concentració** en dissolució (**anàlisi quantitativa**).



Espectrometria UV-visible

YouTube

Buscar

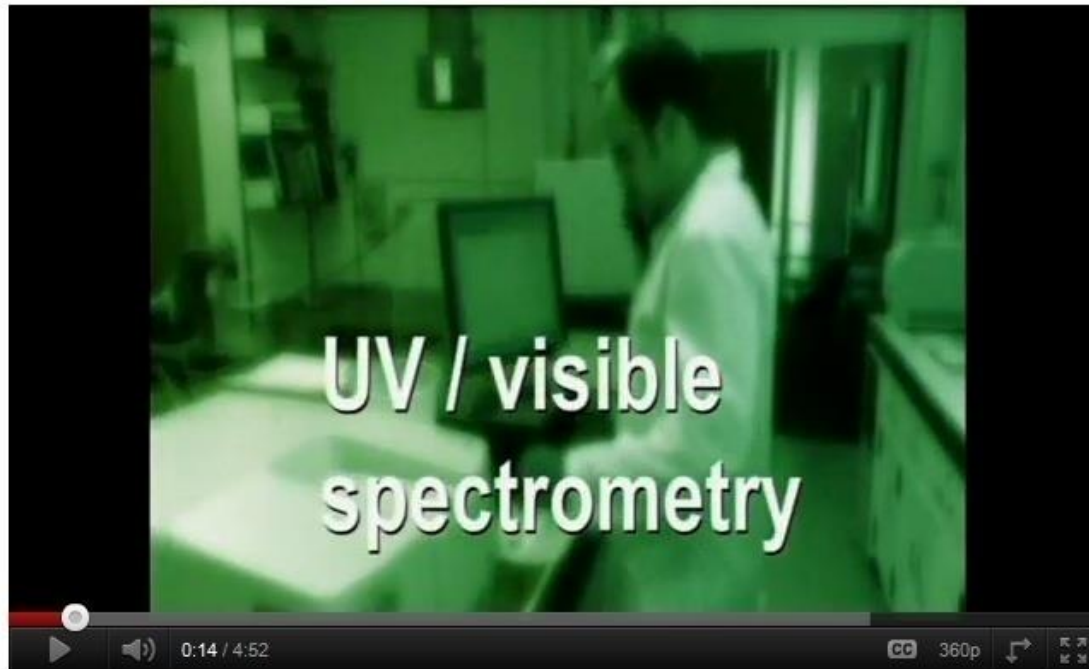
Explorar

Ultraviolet/Visible Spectroscopy (UV-Vis)

wwwRSCorg

114 vídeos

Suscribirse



<http://www.youtube.com/watch?v=O39avevqndU&feature=related>

Espectrometria UV-visible Instrumentació

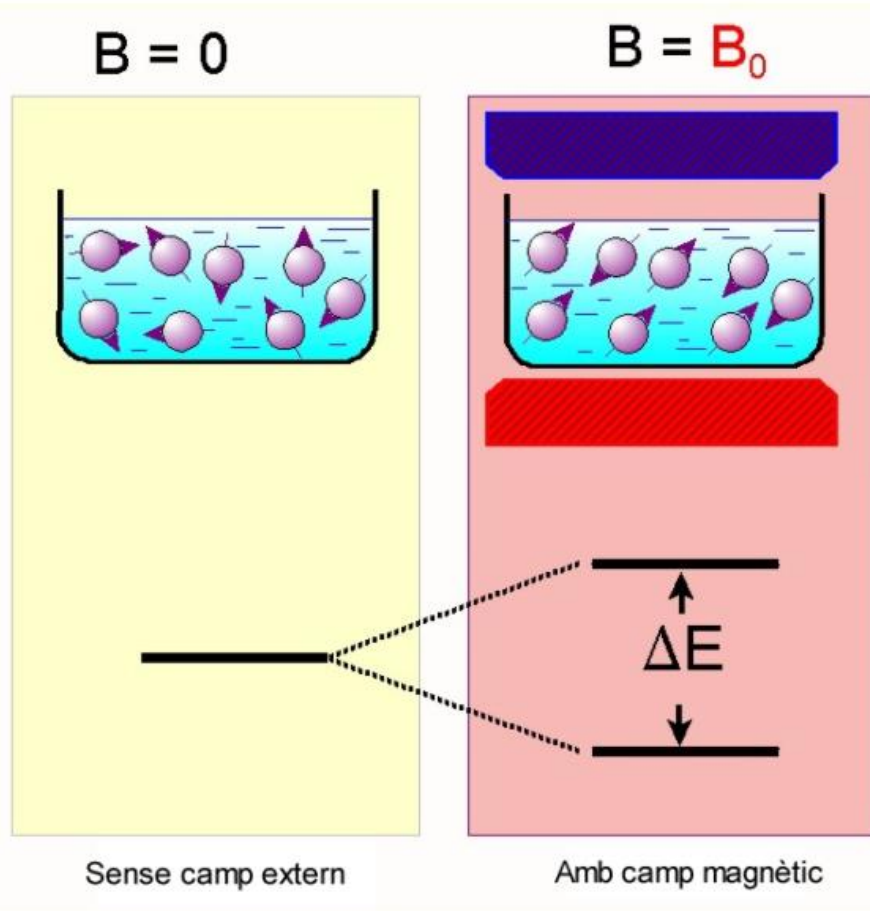
Beer's Law Lab

The screenshot shows a web-based simulation interface for Beer's Law. At the top, there are tabs for 'Concentration' and 'Beer's Law'. The 'Solution' dropdown is set to 'Drink mix'. The 'Concentration' slider is set to 200 mM. A central diagram shows a green light beam passing through a pink cuvette. A yellow double-headed arrow below the cuvette indicates its adjustable path length. To the left, a 'Wavelength' control is set to 'variable' with a color spectrum bar below it. To the right, a green detector is connected to a display showing 'Absorbance' with a value of 1.01. A 'Transmittance' option is also visible. A 'Test All' button is at the bottom right. Below the simulation, there are two buttons: 'Download 1,923 kB' and 'Run Now!'.

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/beers-law-lab>

Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Fonament teòric



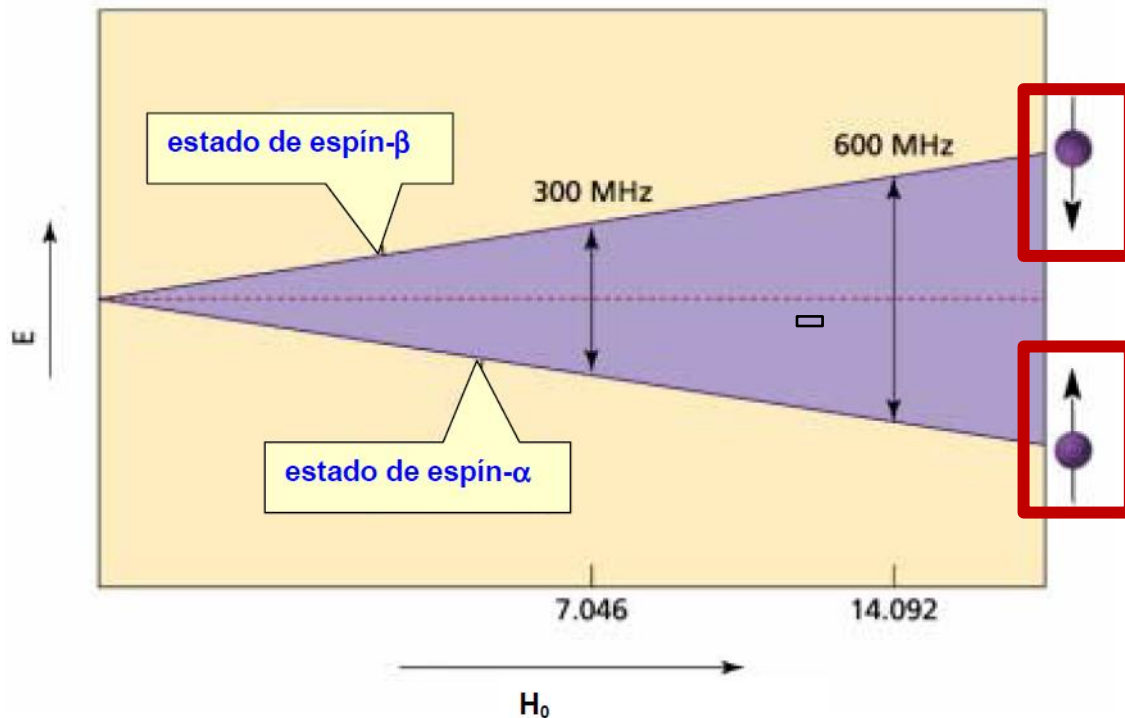
Orientació de l'espín dels protons en un camp magnètic

Els **nuclis dels àtoms** tenen una massa i una càrrega determinades. Degut al seu **moviment de rotació**, també presenten una propietat anomenada **espín**.

Si s'aplica un **camp magnètic extern** els espins dels nuclis tendeixen a orientar-se a favor o en contra del camp magnètic, en **dos possibles estats d'energies diferents**.

Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Fonament teòric



Una vegada exposats a un **camp magnètic**, els **nuclis atòmics** poden passar de l'estat d'espín de baixa energia a l'estat d'alta energia. En aquest procés **absorbeixen** unes freqüències característiques (**freqüències de ressonància**) corresponents a la regió de les **ones de ràdio**.

Quan més potent és el **camp magnètic aplicat**, més gran és la **separació** entre els **nivells d'energia dels espins** i més alta la **freqüència de les ones de ràdio** absorbides.

Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Fonament teòric

Simplified MRI (1.08)

File Help

Simplified NMR Simplified MRI

Legend

- NMR Nuclear magnetic resonance
- MRI Magnetic resonance imaging
- Atomic nucleus
- Magnetic Field
- Radio Wave

Main Magnet

Field: 3.00 Tesla

Sample Atom

hydrogen

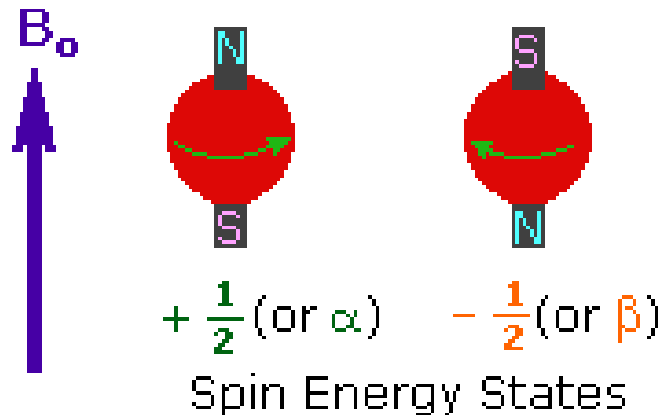
Adjust the power and frequency

Power Radiowave Source Frequency

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/mri>

Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Fonament teòric



Són susceptibles de ser estudiats mitjançant RMN els **nuclis** que presentin un **nombre senar de protons i/o de neutrons** (**espín > 0**).

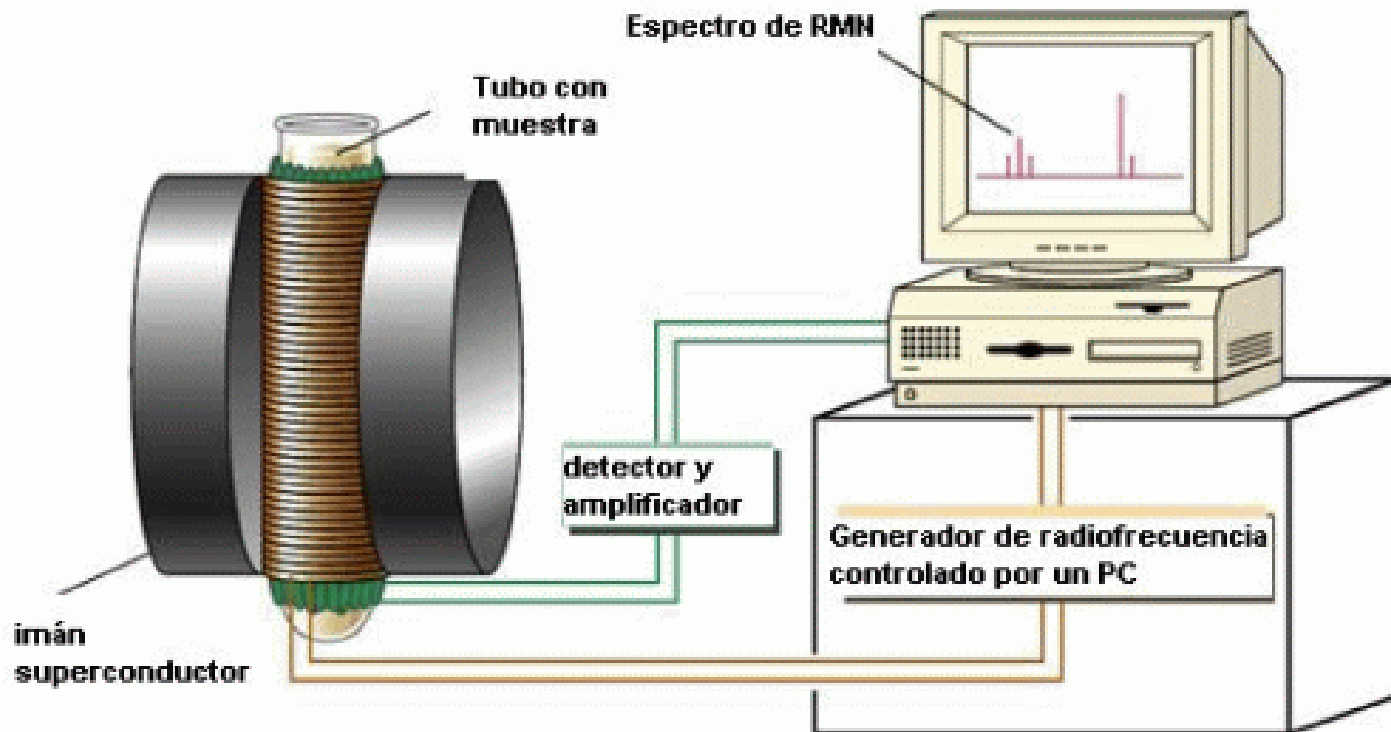
Els nuclis més importants en química orgànica són: ^1H , ^{13}C , ^{31}P , ^{19}F i ^{15}N , tots ells amb **espín $= 1/2$**

Dues de les tècniques més habituals són l'**espectroscòpia RMN de protó (^1H)** i l'**obtenció d'imatges per ressonància magnètica (IRM)**.

Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Instrumentació

La mostra es col·loca dintre d'un potent **imant** que genera el camp magnètic. També cal un **emissor de radiofreqüència**, un receptor i un detector per comprovar si s'ha produït absorció de radiacions. Per últim les dades són processades per un ordinador que genera l'**espectre RMN**.



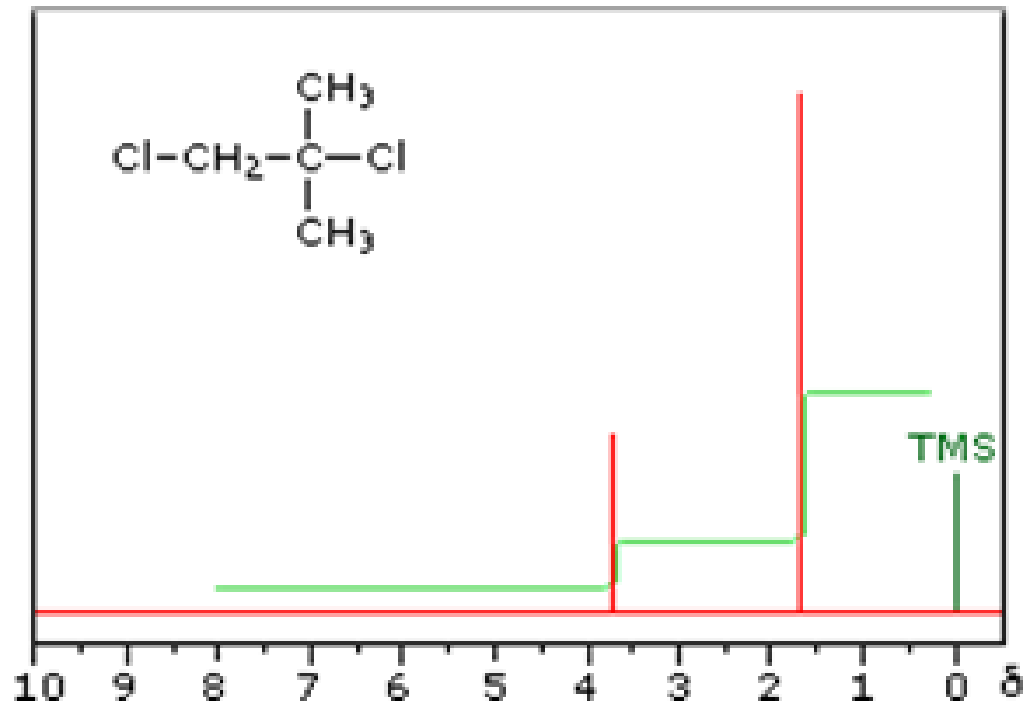
Ressonància magnètica nuclear (RMN)



<http://www.youtube.com/watch?v=uNM801B9Y84&feature=related>

Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Espectroscòpia RMN de protó (^1H)



La interpretació dels **pics** que apareixen als **espectres RMN de protó** permet conèixer el **nombre i tipus d'àtoms d'hidrogen** que conté la molècula, el seu "esquelet".

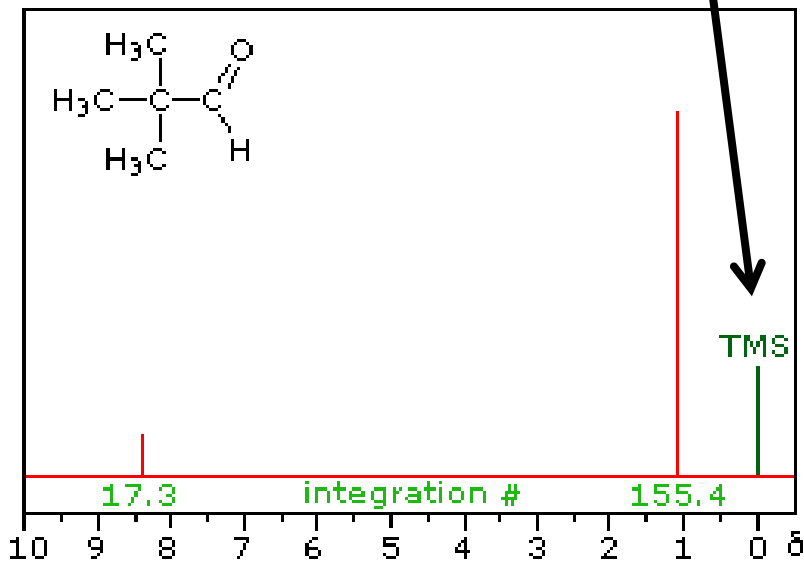
Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Espectroscòpia RMN de protó (^1H)

Desplaçament químic (δ) d'un nucli d'hidrogen

Pic de referència ($\delta = 0,0$)

TMS: tetrametilsilà, $(\text{CH}_3)_4\text{Si}$



El **desplaçament químic d'un nucli d'hidrogen** és la posició del seu pic en l'eix d'abcisses de l'espectre RMN. Aquesta posició s'obté prenent com a referència el pic d'una **substància patró (TMS, tetrametilsilà)**, a la que se li assigna **$\delta = 0,0$ ppm**.

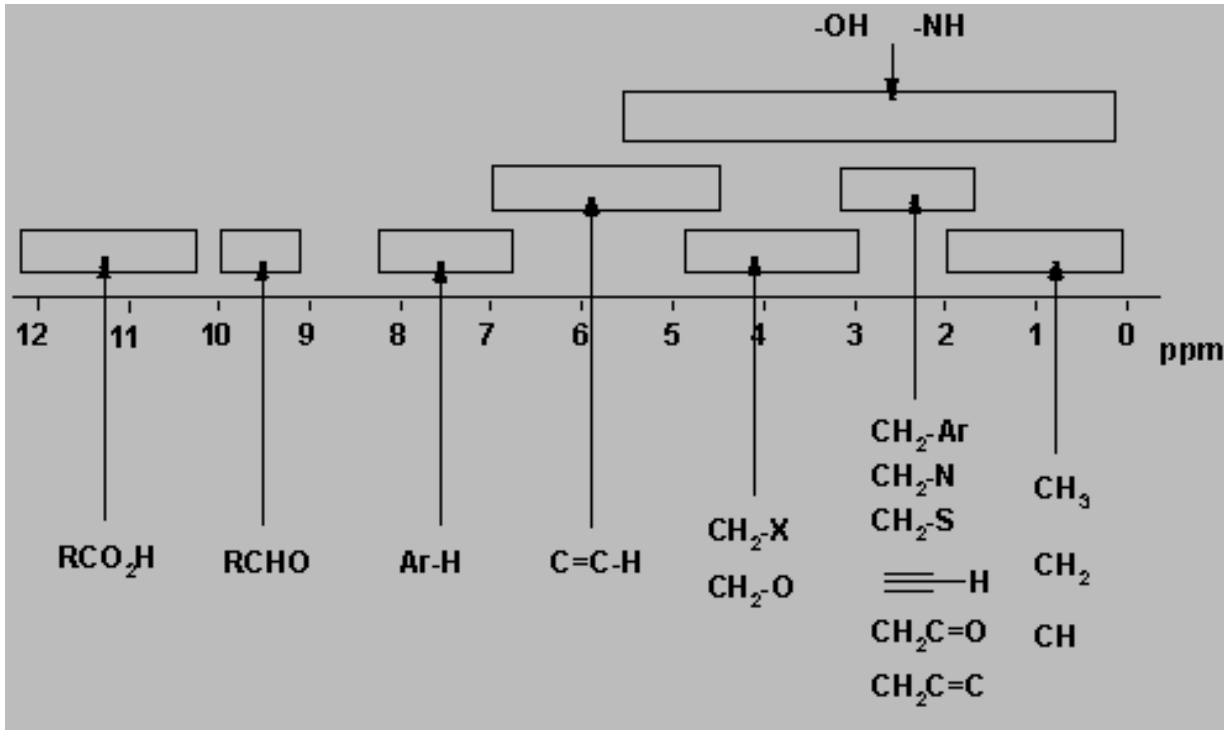
El resultat és adimensional i es dona en **parts per milió (ppm)**. Es defineix una escala des de 0 fins a $\delta = 12$ ppm.

Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Espectroscòpia RMN de protó (^1H)

Desplaçament químic (δ) d'un nucli d'hidrogen

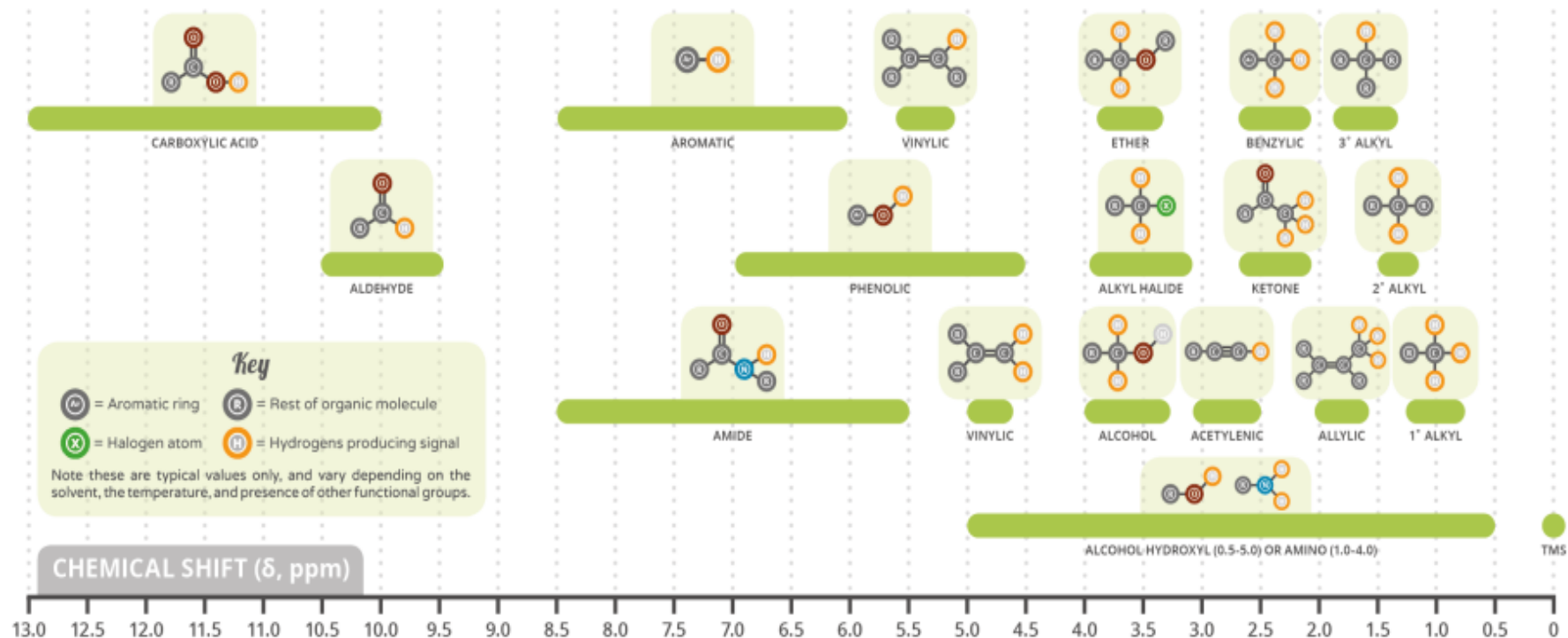
El desplaçament depèn de "l'entorn químic" que té cada nucli d'hidrogen, de l'efecte d'**apantallament** sobre el camp magnètic que exerceixen els electrons que envolten a cada nucli.



Marges aproximats de **desplaçaments químics de protons** situats en diferents ambients químics.

A GUIDE TO ¹H NMR CHEMICAL SHIFT VALUES

Nuclear Magnetic Resonance (NMR) is a commonly used technique for organic compound structure determination. In ¹H NMR, applying an external magnetic field causes the nuclei spin to flip. The environment of the proton in the molecule affects where the signal is seen on the resultant spectrum.



SPIN-SPIN COUPLING PATTERNS IN NMR SPECTRA

Hydrogen nuclei themselves possess a small magnetic field, and can influence the signal seen for hydrogens on neighbouring carbon atoms. This is known as spin-spin coupling. The number of signals the original signal is split into is equal to the number of hydrogens on neighbouring carbon atoms plus one, according to the patterns shown to the left. The area underneath the peaks indicates the number of hydrogen atoms responsible for each signal.

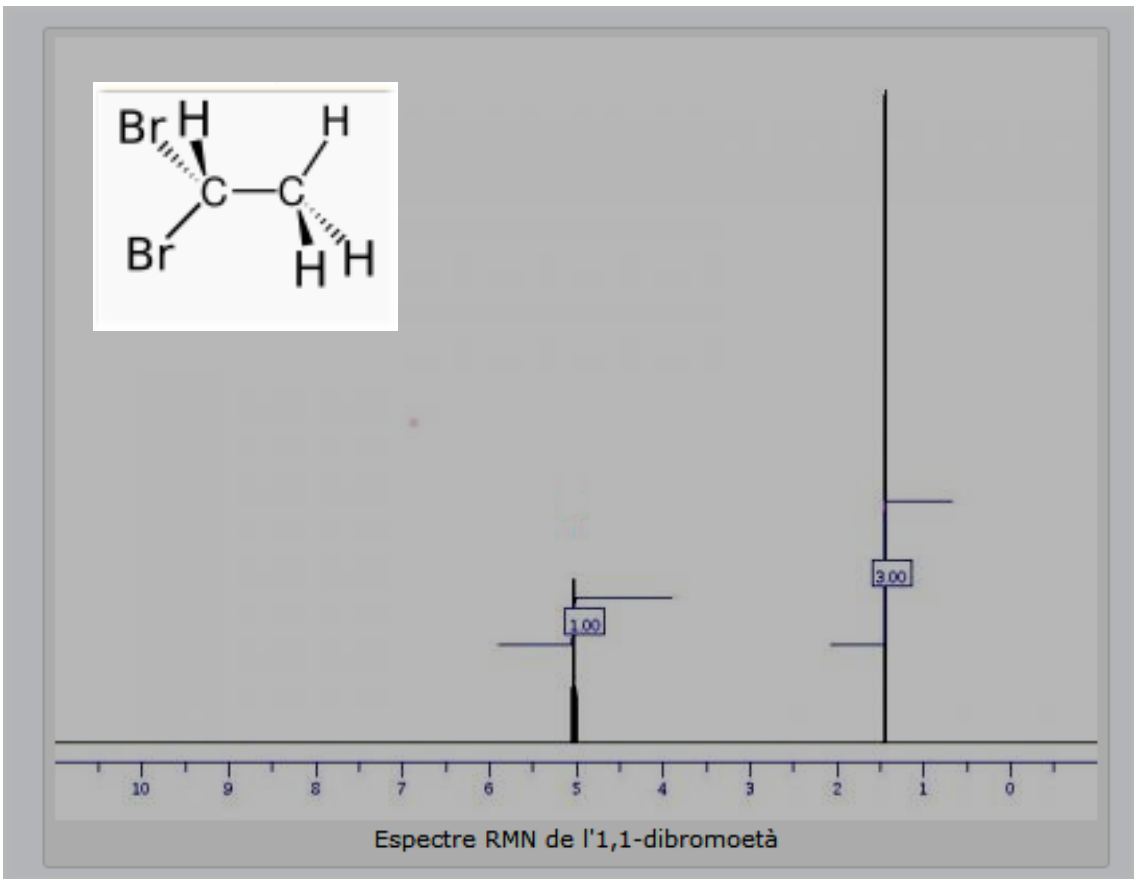


Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Espectroscòpia RMN de protó (¹H)

Intensitat dels senyals

Les àrees dels pics són proporcionals al **nombre de protons equivalents** responsables del senyal.

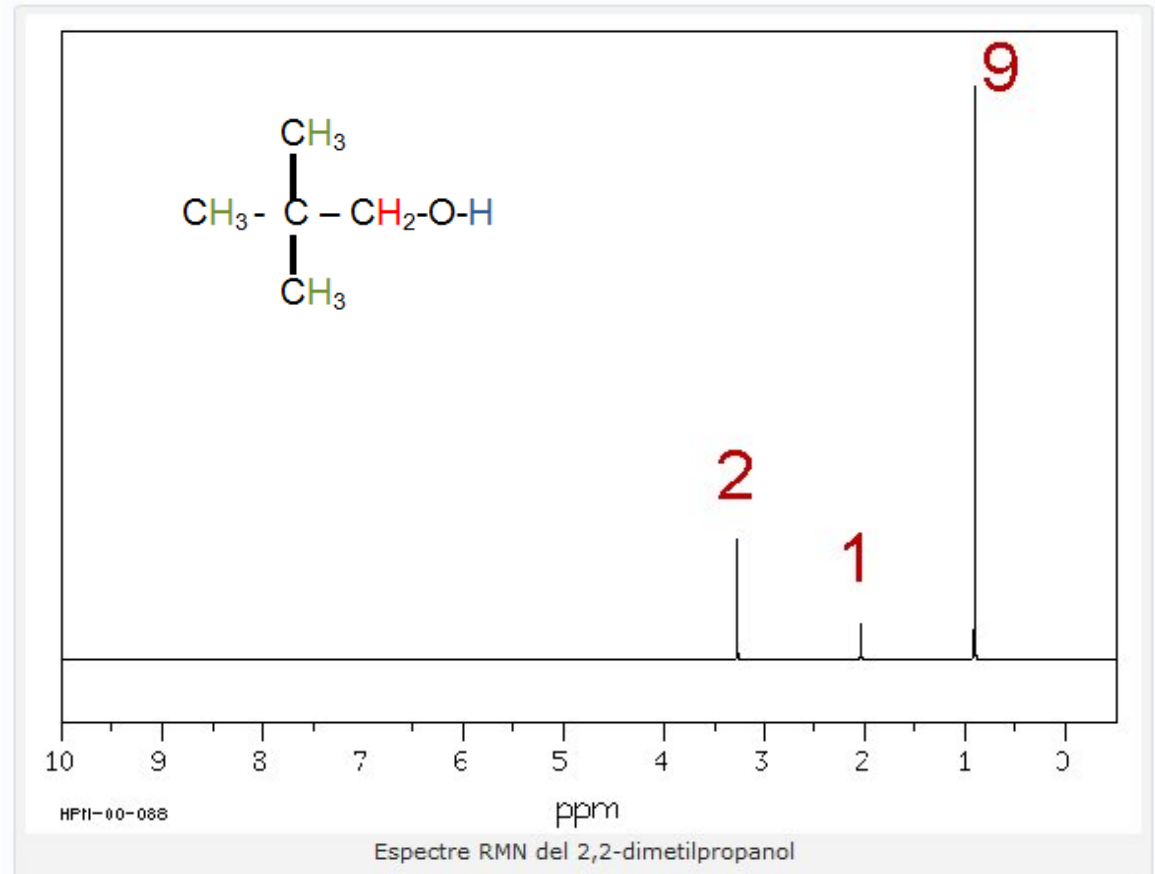


Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Espectroscòpia RMN de protó (^1H)

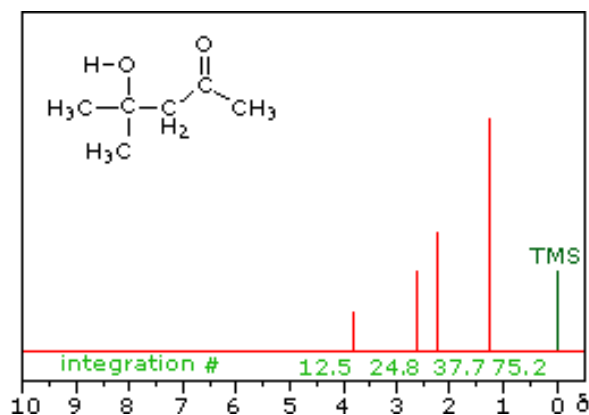
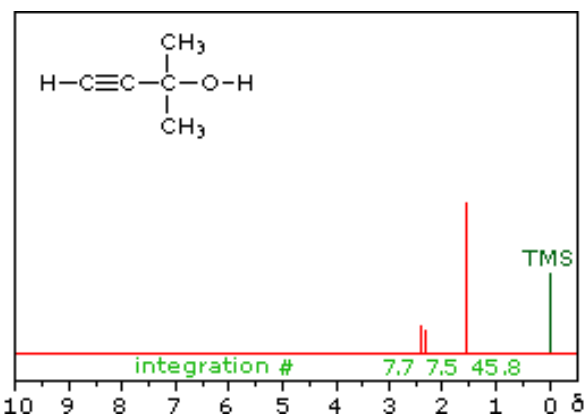
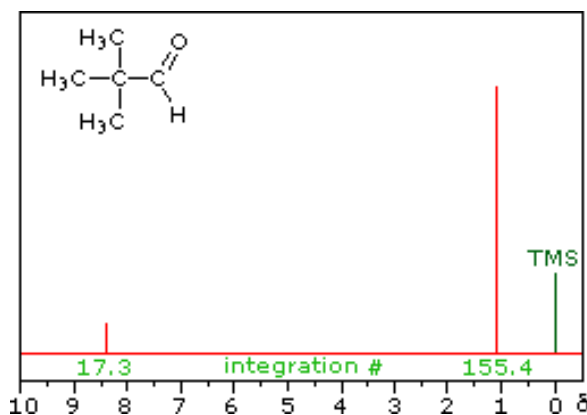
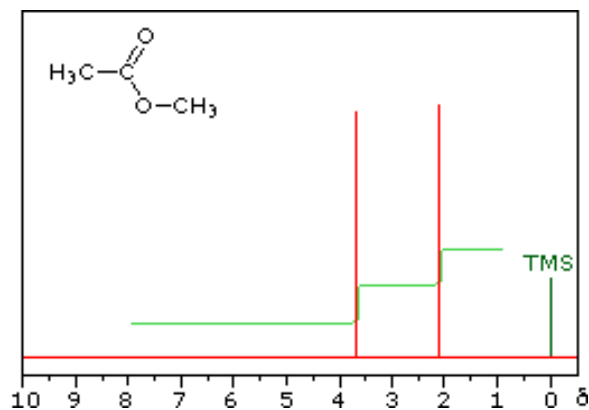
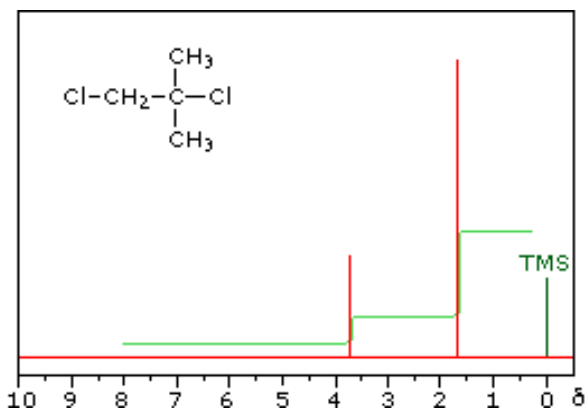
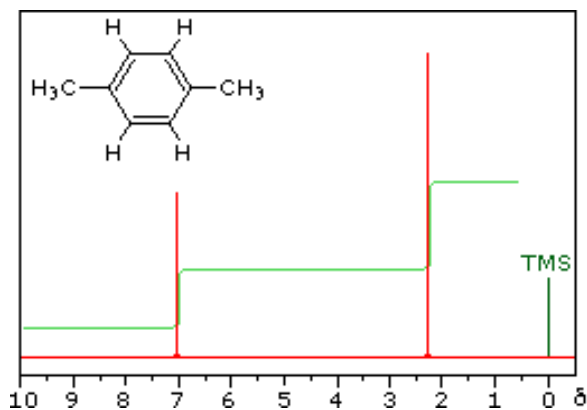
Intensitat dels senyals

Les àrees dels pics són proporcionals al **nombre de protons equivalents** responsables del senyal.



Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Espectroscòpia RMN de protó (^1H)



Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Espectroscòpia RMN de protó (^1H)

File Help

^1H Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (NMR)

WORKED EXAMPLES

- ethyl acetate

CHALLENGE PROBLEMS

- cyclohexene
- ethyl salicylate
- carvone

ADDITIONAL PROBLEMS

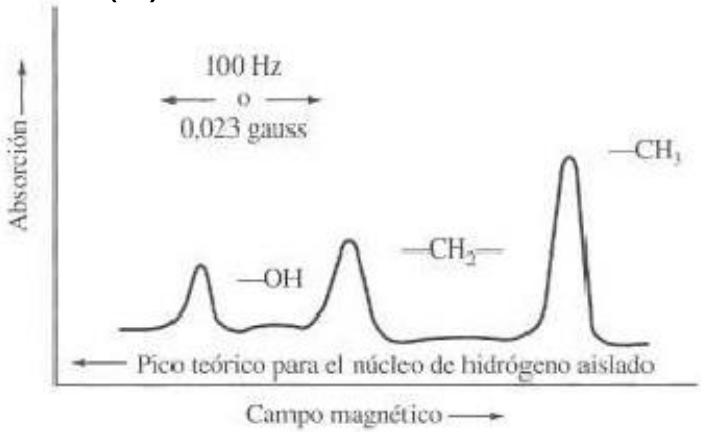
- p*-anisaldehyde
- benzaldehyde
- bromobenzene

<http://www.kcvs.ca/details.html?key=nmr1H>

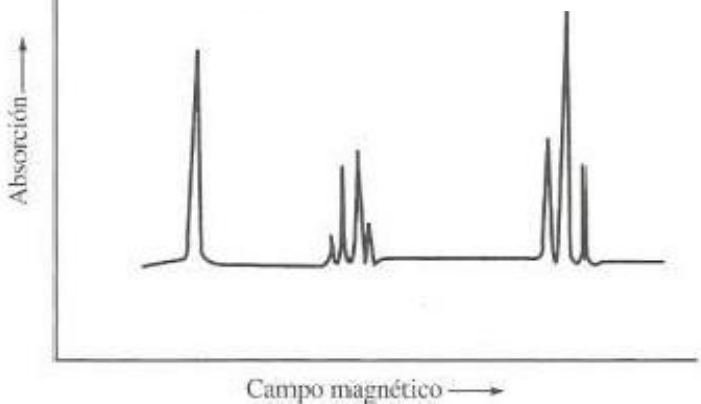
Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Espectroscòpia RMN de protó (^1H)

(a) Baixa resolució



(b) Alta resolució



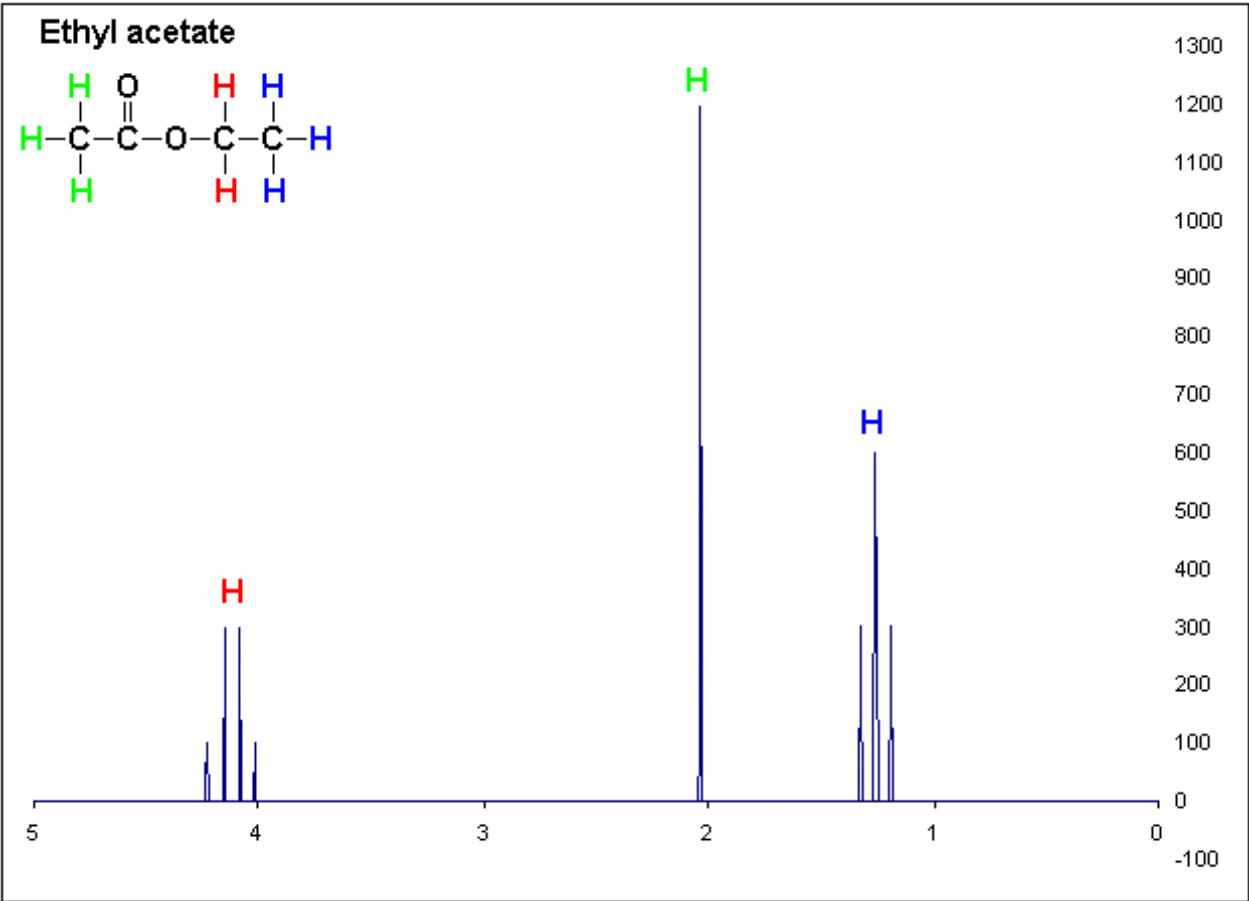
Espectres d'alta resolució (multiplicitat)

Si un protó (H) té "**n**" **protons veïns** sobre els **carbonis adjacents**, la seva absorció estarà desplegada en **(n+1) pics**. El valor de (n+1) rep el nom de **multiplicitat**.

Aquest desplegament dels pics només es veu en els **espectres d'alta resolució** realitzats amb instruments que poden detectar diferències de freqüència molt petites (inferiors a 0.01 ppm).

Espectres RMN de l'etanol

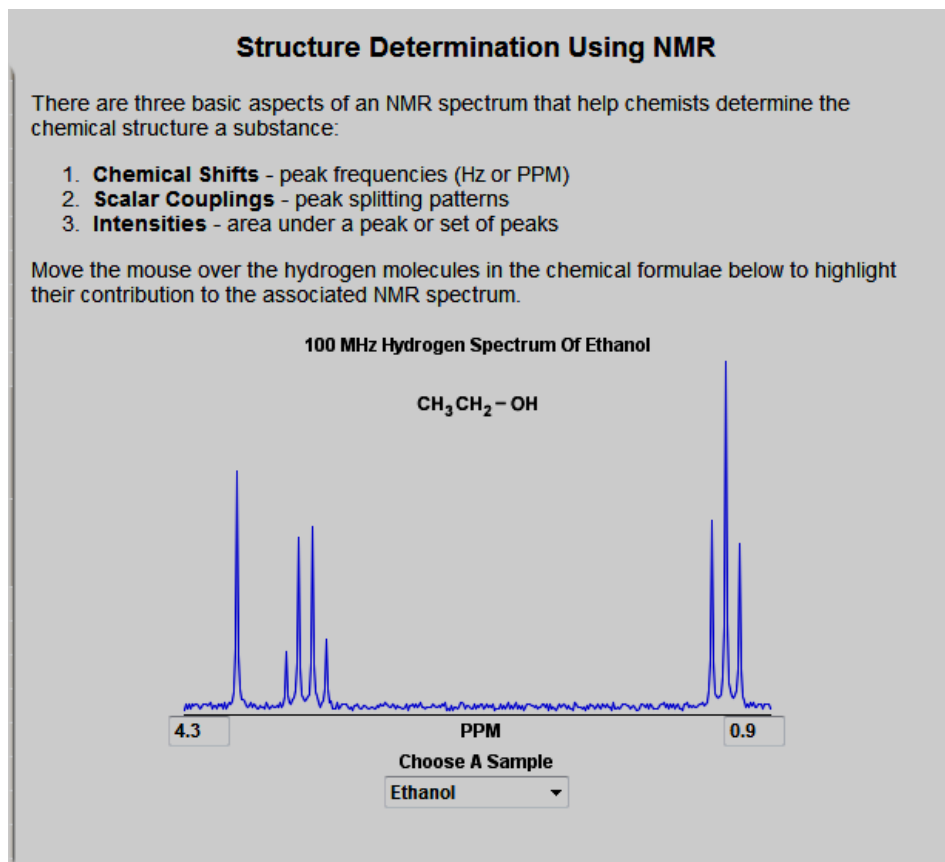
Ressonància magnètica nuclear (RMN)
Espectroscòpia RMN de protó (^1H)
Espectres d'alta resolució (multiplicitat)



Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Espectroscòpia RMN de protó (^1H)

Multiplicitat



<http://micro.magnet.fsu.edu/electromag/java/nmr/spectra/index.html>

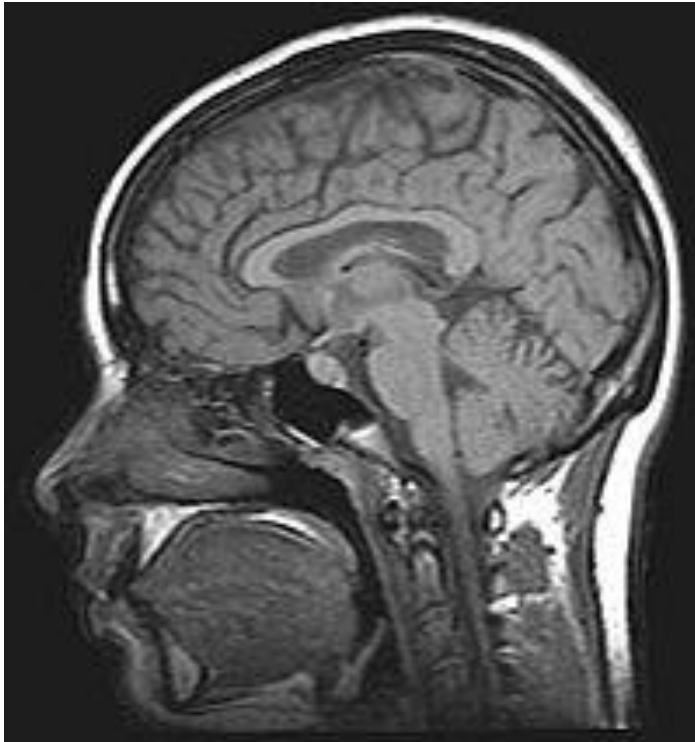
Ressonància magnètica nuclear (RMN) **Imatge per ressonància magnètica (IRM)**



La IRM o TRM (**Tomografia per ressonància magnètica**) és una tècnica no invasiva que utilitza camps magnètics i radiofreqüències per obtenir imatges de l'interior del cos.

Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Imatge per ressonància magnètica (IRM)



Les imatges són obtingudes a partir de l'**absorció de radiofreqüències** per part dels **nuclis d'hidrogen** de les **molècules d'aigua dels teixits**.

Ressonància magnètica nuclear (RMN)

Imatge per ressonància magnètica (IRM)

The screenshot shows the Edu3.cat website interface. At the top, there is a search bar with 'du3.cat' entered and a search icon. To the right of the search bar are logos for 'Generalitat de Catalunya Departament d'Ensenyament' and 'Generalitat de Catalunya Corporació Catalana de Mitjans Audiovisuals'. Below the search bar is a navigation menu with 'FITXA AUDIOVISUAL' and 'EXPERIÈNCIES' tabs. The main content area features a video player with a play button overlay. Below the video player is a description of the video: 'L'escàner i la ressonància magnètica'. To the right of the video player is a sidebar with 'Àrea professorat' and 'Audiovisuals del programa' sections. The 'Àrea professorat' section has a button for 'ACCÉS PROFESSORAT' and a link for 'Ajuda'. The 'Audiovisuals del programa' section lists several videos: 'El càncer', 'El microscopi electrònic', 'El paludisme', 'L'arteriosclerosi', and 'L'ecografia'. Below this is the 'Audiovisuals relacionats' section, which lists 'Nanotecnologia: el món més petit', 'La ciència del futbol', and 'Parlar sense fils'.

EDU 3 .CAT

du3.cat

Generalitat de Catalunya Departament d'Ensenyament

Generalitat de Catalunya Corporació Catalana de Mitjans Audiovisuals

Cerca

CERCA AVANÇADA

Inici - Enciclopèdia audiovisual de les Ciències i de les Tècniques (In situ), Malalties i exploració mèdica

L'escàner i la ressonància magnètica

FITXA AUDIOVISUAL EXPERIÈNCIES

Embedir Comparteix

L'escàner i la ressonància magnètica

En aquest programa coneixerem i explicarem el funcionament tècnic de l'escàner i de la ressonància magnètica (IRM). N'estudiarem les funcions i les aplicacions mèdiques (radiografia, tomografia, localització en 3D, etc.).

Àrea professorat

ACCÉS PROFESSORAT Ajuda

Audiovisuals del programa

El càncer
Ciències naturals | EP, ESO, BT

El microscopi electrònic
Tecnologia, Ciències naturals | ESO, BT

El paludisme
Ciències naturals | EP, ESO, BT

L'arteriosclerosi
Ciències naturals | ESO, BT

L'ecografia
Ciències naturals | ESO, BT

Audiovisuals relacionats

Nanotecnologia: el món més petit
Tecnologia, Ciències naturals, Educació artística | ESO, BT

La ciència del futbol
Educació física, Tecnologia, Ciències naturals | EP, ESO, BT

Parlar sense fils

http://www.edu3.cat/Edu3tv/Fitxa?p_id=16901

Espectrometria de masses (MS)

Fonament teòric

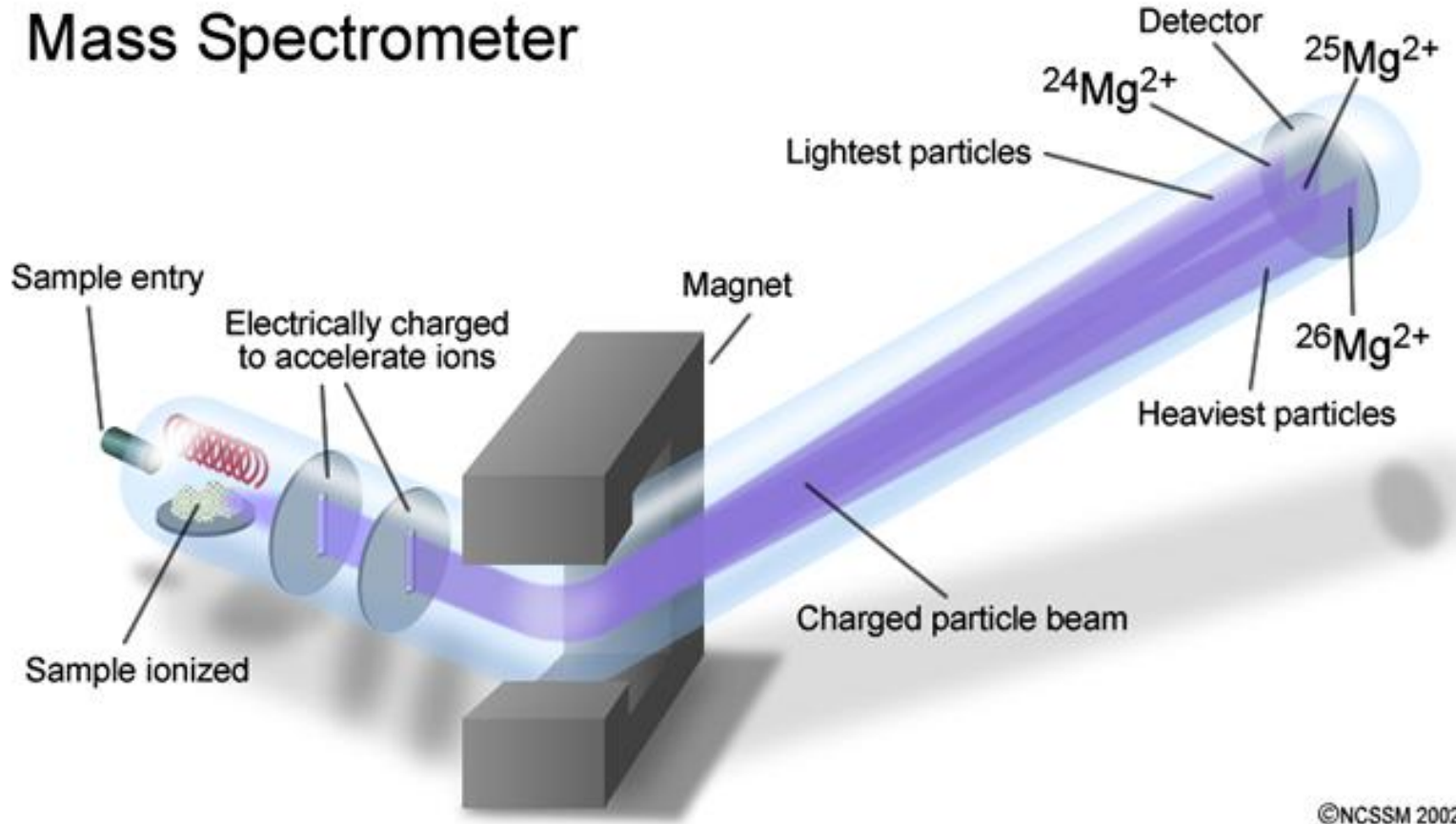


Aquesta tècnica instrumental d'anàlisi **no és un mètode espectroscòpic**, ja que no utilitza la interacció amb la matèria de cap tipus de radiació electromagnètica.

En la MS la molècula a estudiar és vaporitzada i bombardejada amb un feix d'electrons, la qual cosa provoca la seva **ionització i fragmentació**. Els fragments amb càrrega positiva són accelerats per un **camp elèctric** i desviats per un imant (**camp magnètic**). Aquests fragments ionitzats es desvien més o menys segons la seva **relació massa/càrrega (m/z)**, impacten en un detector i els senyals són transformats en un **espectre de masses**.

Espectrometria de masses (MS)
Instrumentació

Mass Spectrometer

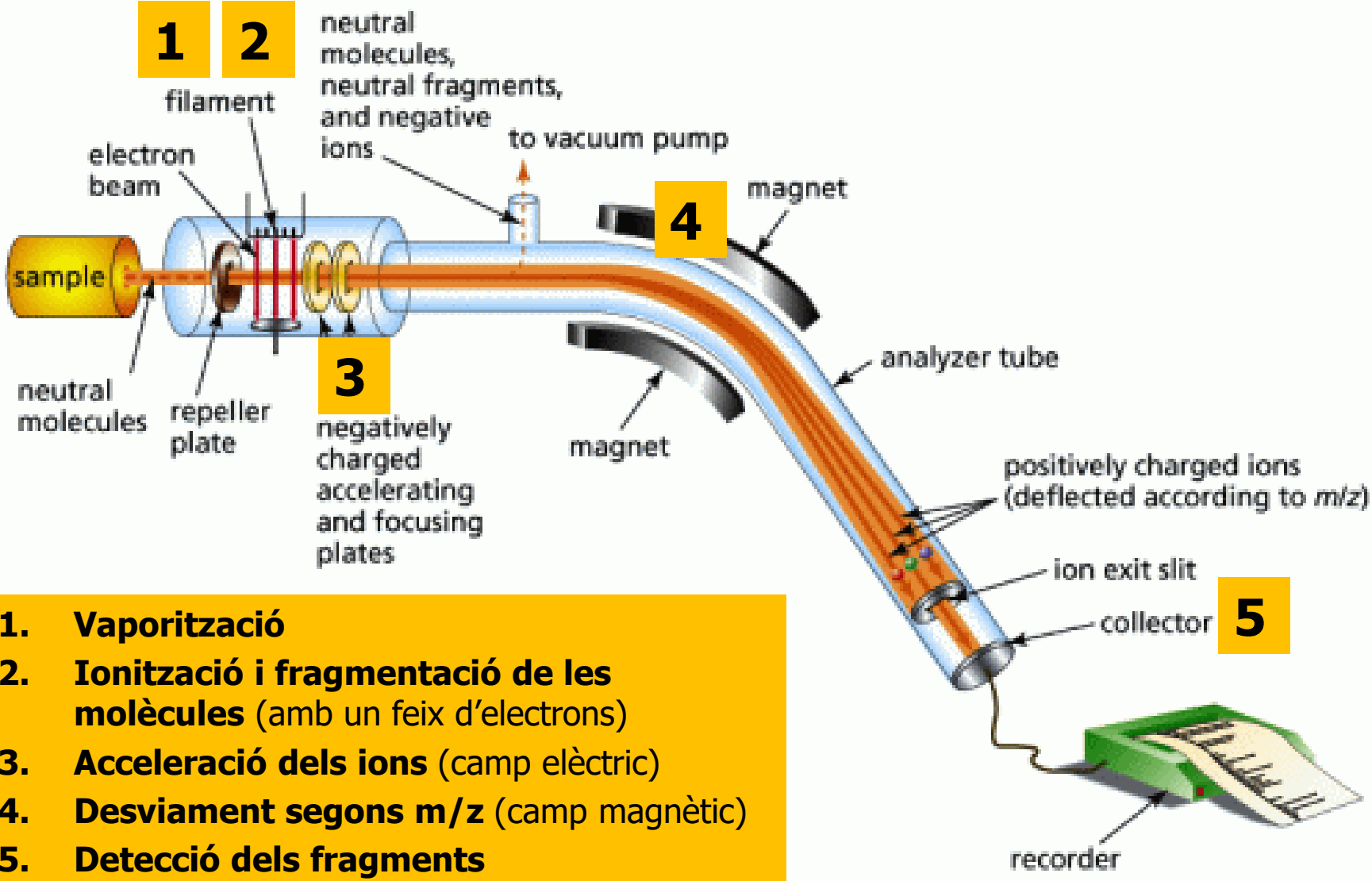


©NCSSM 2002

https://wikieducator.org/File:Mass_spectrum.swf

Espectrometria de masses (MS)

Instrumentació



- 1. Vaporització**
- 2. Ionització i fragmentació de les molècules (amb un feix d'electrons)**
- 3. Acceleració dels ions (camp elèctric)**
- 4. Desviament segons m/z (camp magnètic)**
- 5. Detecció dels fragments**

Espectrometria de masses (MS)

Simulador d'espectres de masses d'àtoms i molècules

www.kcvs.ca/site/projects/chemistry_files/massSpec/massSpec.swf

Options Help

Choose a sample or molecule from the Options menu to exit schematic

gaseous sample

ion accelerator

positive ion beam

magnet / magnetic field

detectors

Scan Stop Clear Spectrum Show Full Spectrum Magnifier Reset Zoom

<http://www.kcvs.ca/details.html?key=massSpectrometer>

Espectrometria de masses (MS)



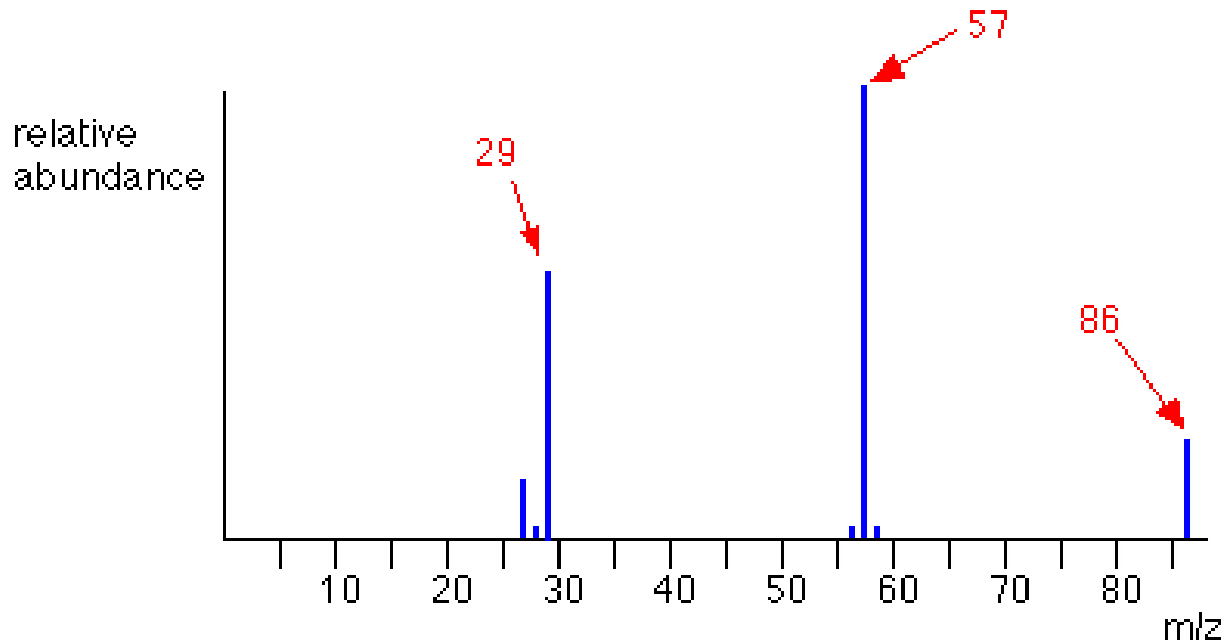
The image shows a screenshot of a YouTube video player. At the top left is the YouTube logo. To its right is a search bar with the text 'Buscar' and a button labeled 'Explorar'. Below the search bar, the video title 'Mass Spectrometry MS' is displayed. Underneath the title, the channel name 'wwwRSCorg' is shown, followed by '114 vídeos' and a dropdown arrow, and a 'Suscribirse' button. The video player itself shows a blue-tinted image of a mass spectrometer with the text 'Mass spectrometry' overlaid in white. At the bottom of the player, there is a progress bar, a play button, a volume icon, a timestamp '0:22 / 7:59', a Creative Commons license icon, '360p' resolution, and other standard video controls.

http://www.youtube.com/watch?v=J-wao0O0_qM&feature=related

Espectrometria de masses (MS)

Espectres de masses

simplified mass spectrum of pentan-3-one - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COCH}_2\text{CH}_3$



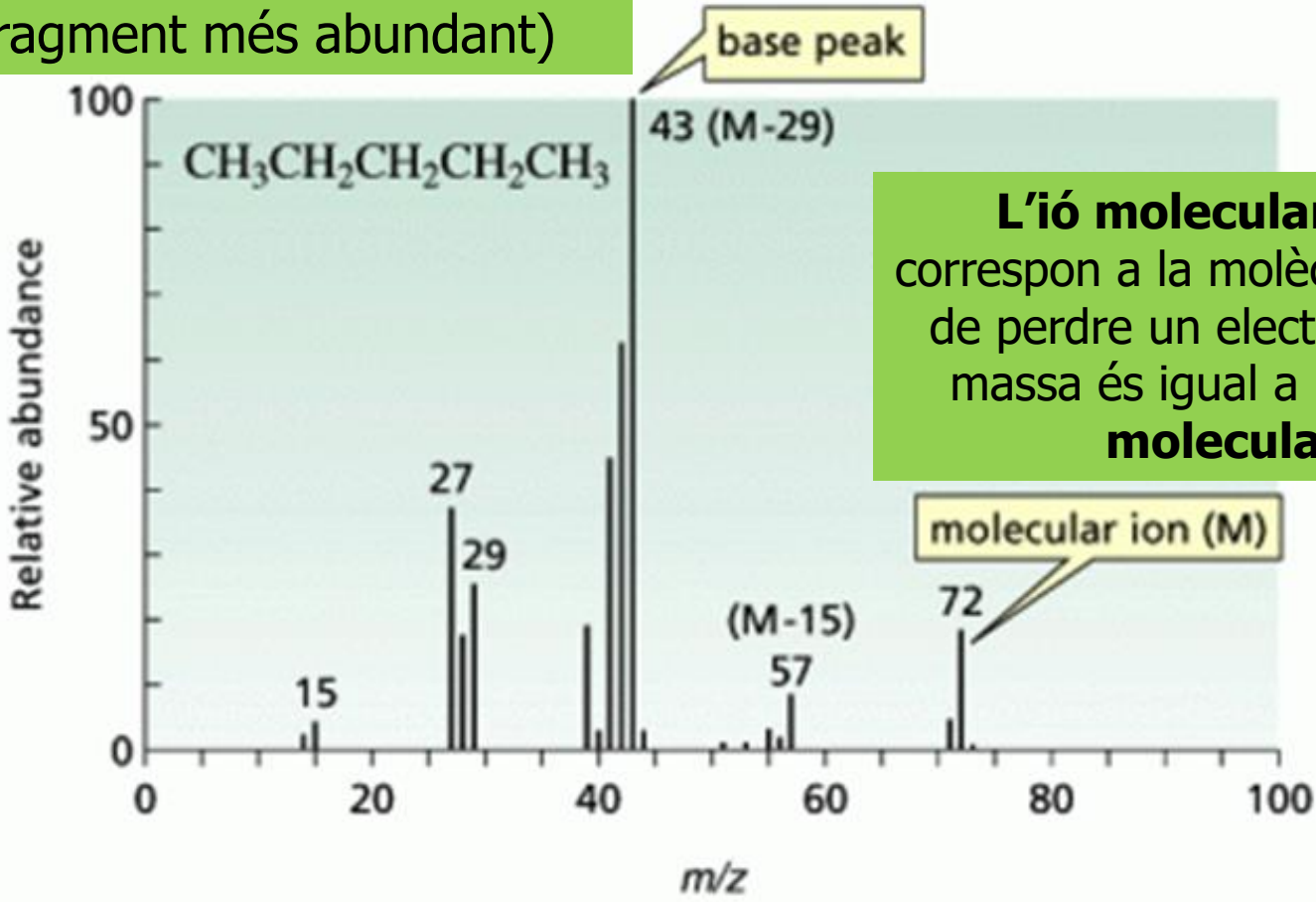
Cada **pic** de l'espectre de masses correspon a un **fragment ionitzat** de la molècula original.

En l'eix vertical de l'espectre de masses es representa l'**abundància relativa** de cada fragment. En l'eix horitzontal s'indica la **relació massa-càrrega (m/z)** dels fragments.

Espectrometria de masses (MS)

Espectres de masses

El **pic base** és el més intens (el fragment més abundant)



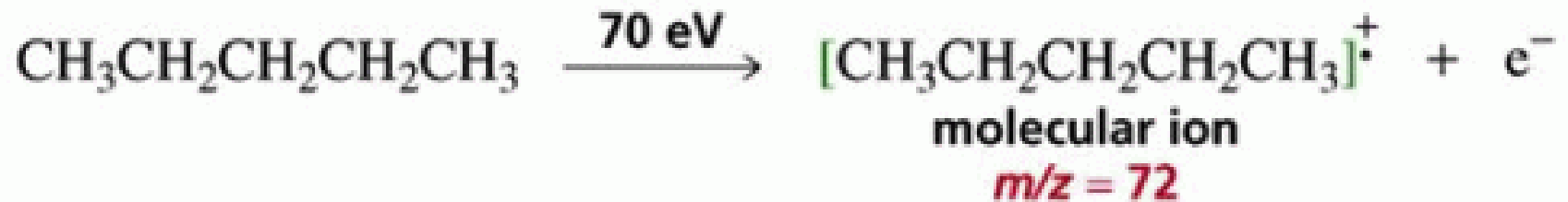
L'ió molecular (M⁺) correspon a la molècula després de perdre un electró (la seva massa és igual a la **massa molecular**)

Espectre de masses del pentà

Espectrometria de masses (MS)

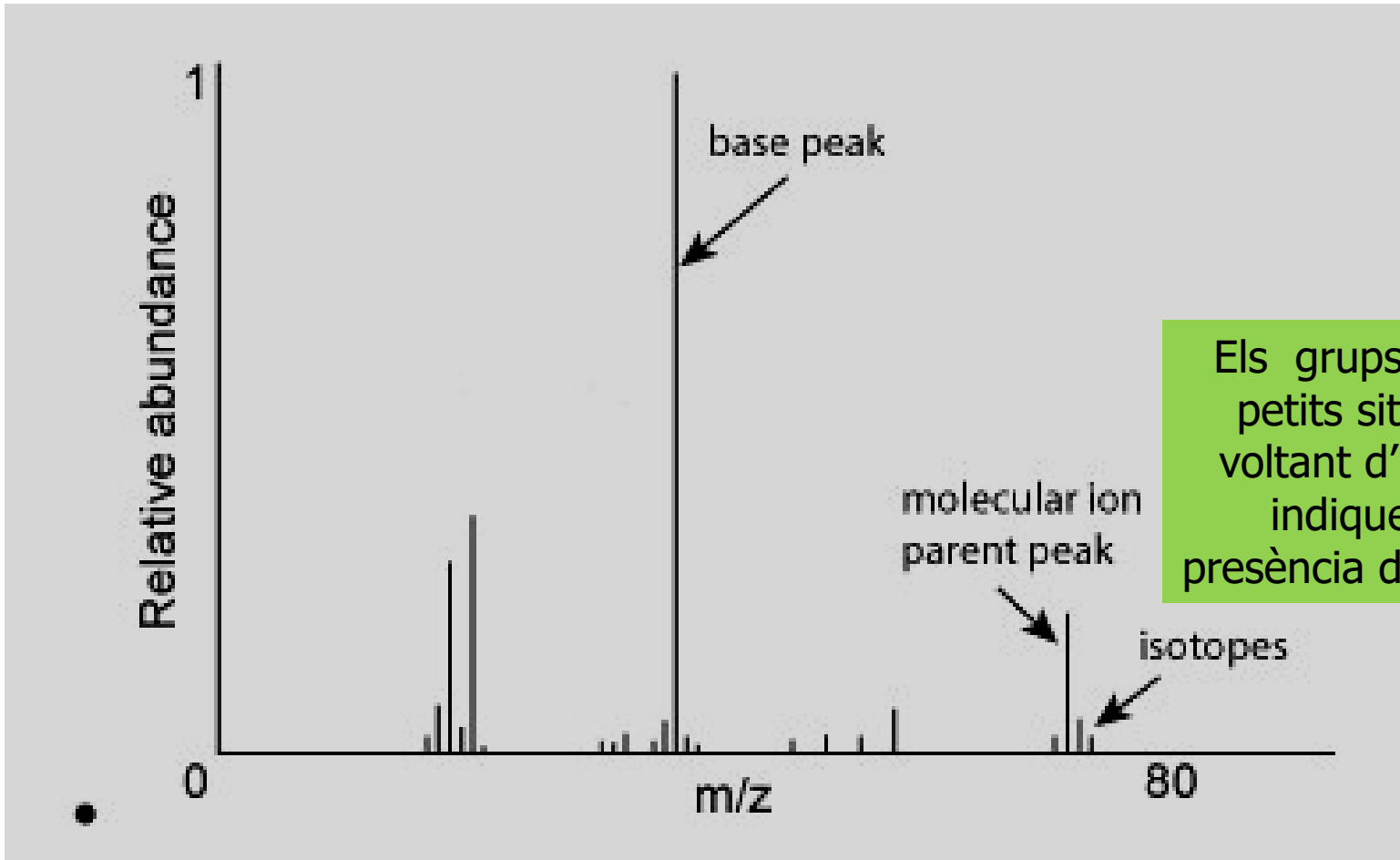
Espectres de masses

L'ió **molecular** ens permet conèixer la **massa molecular de la substància**.



Espectrometria de masses (MS)

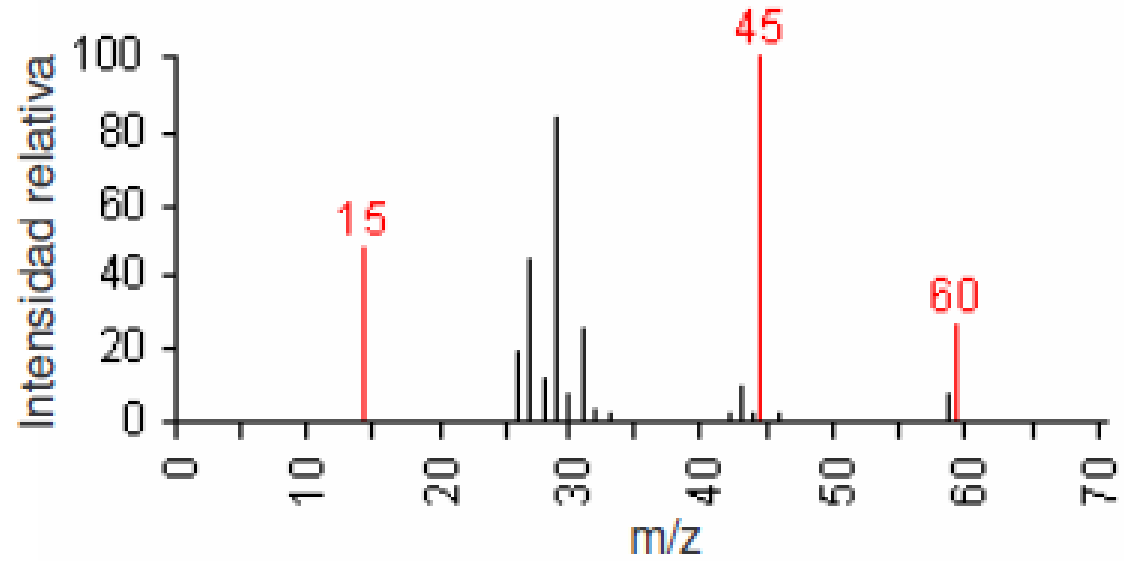
Espectres de masses



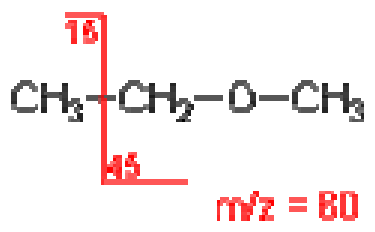
Els grups de pics petits situats al voltant d'un altre indiquen la presència d'**isòtops**.

Espectrometria de masses (MS)

Espectres de masses



etilmetilèter
 C_3H_8O

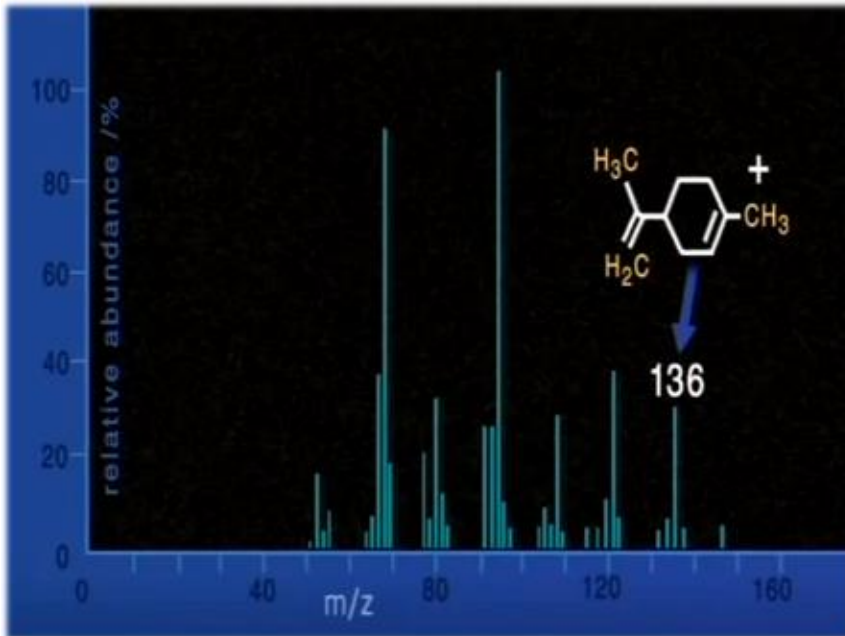


Espectrometria de masses (MS)

Aplicacions

L'anàlisi dels espectres de masses permet:

- Determinar la **massa molecular** d'una molècula.
- Determinar l'**estructura de la molècula** a partir de les masses dels fragments i la seva abundància relativa.
- Identificar **isòtops** d'àtoms.



Espectrometria de masses (MS)

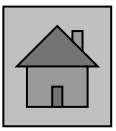
Aplicacions

The screenshot shows the IRMS website interface with a navigation bar at the top containing 'IRMS', 'ABOUT IRMS', 'SOURCES', and 'ABOUT'. The KCVS.ca logo is in the top right corner. The main content area is divided into four quadrants, each with a question and a corresponding image:

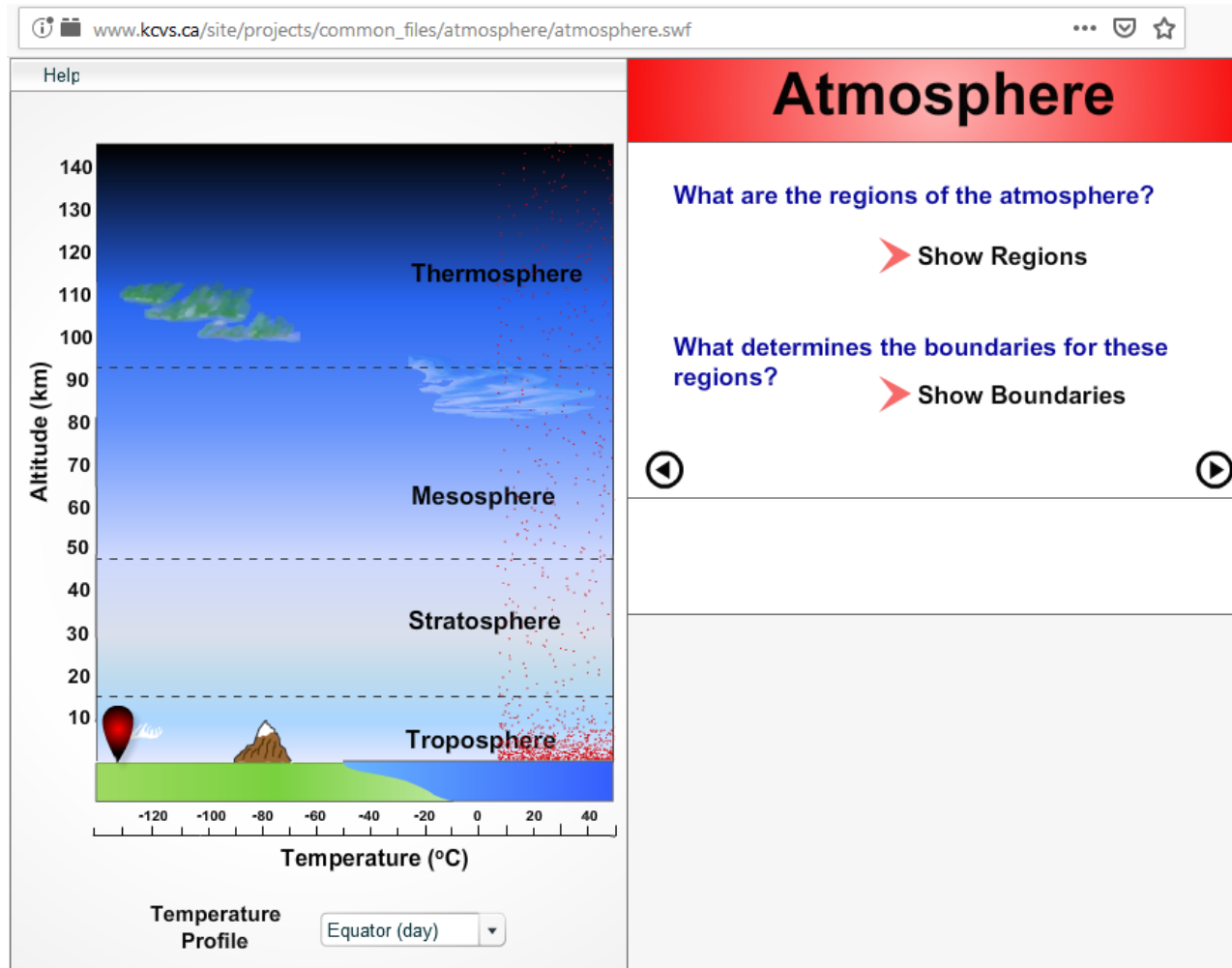
- Top Left:** Image of ice core samples. Text: "How can several hundred thousand years of temperature data be determined from ice core samples?"
- Top Right:** Image of professional athletes running. Text: "How is synthetic testosterone detected in professional athletes?"
- Bottom Left:** Image of honey being poured. Text: "How can you tell if your honey has been diluted with sugar syrup?"
- Bottom Right:** Image of Earth and Mars with a methane molecule model. Text: "How do scientists discover the sources of methane molecules on Earth and on Mars?"

A central grey box contains the text: "All of these examples rely on a technique called Isotope Ratio Mass Spectrometry (IRMS) Click on one to learn more!"

<https://applets.kcvs.ca/IsotopeRatioMassSpectrometry/IRMS.html>



Què és l'efecte hivernacle?



http://www.kcvs.ca/site/projects/common_files/atmosphere/atmosphere.swf

Què és l'efecte hivernacle?

Vídeos  alacarta



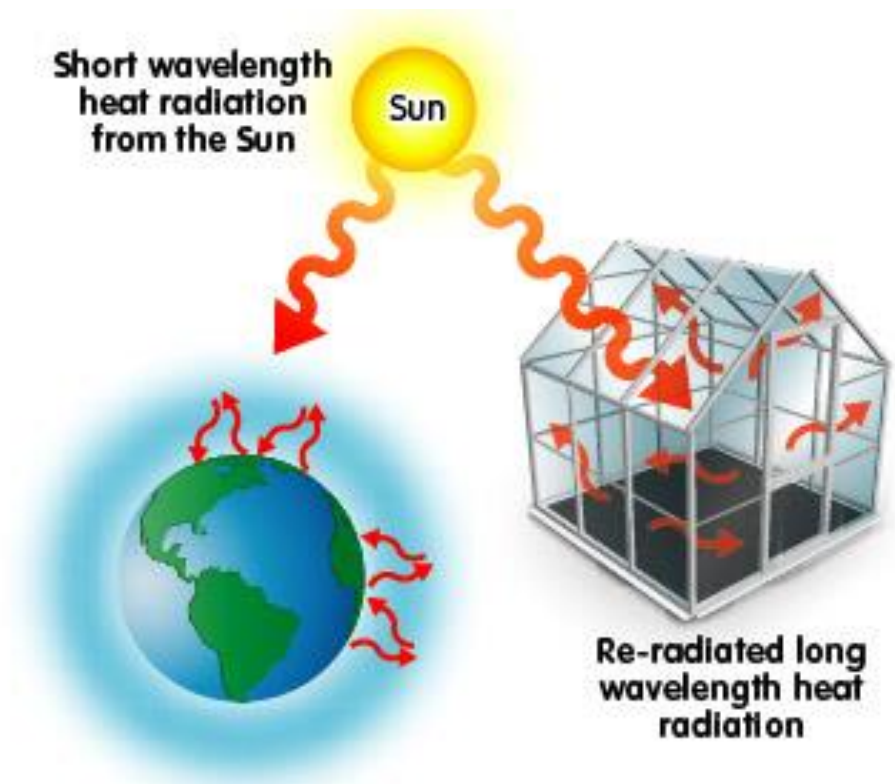
<http://www.ccma.cat/tv3/alacarta/programa/Lefecte-hivernacle-i-el-canvi-climatic/video/3113690/>

Durada: 27 minuts

Què és l'efecte hivernacle?

L'**efecte d'hivernacle** és el procés pel qual l'atmosfera d'un planeta fa que s'escalfi, permetent l'entrada de **radiació solar visible**, però impedit o dificultant l'emissió de **calor (radiacions IR)** des del planeta.

El nom d'*efecte d'hivernacle* s'utilitza perquè, d'acord amb una descripció simple, els hivernacles s'escalfen d'una manera aproximadament similar.



Què és l'efecte hivernacle?

Alrededor del 30 al 35 % de la radiación es reflejada por las nubes, los océanos, la superficie terrestre y las distintas capas de la atmósfera. Esta radiación sale hacia el exterior.

radiación de onda corta (visible e infrarroja)

rayos gamma y rayos x

radiación ultravioleta

El 25 % de la radiación es absorbida por la atmósfera y el 45 % por la superficie de la tierra.

CAPA DE OZONO

moléculas de metano

moléculas de dióxido de carbono

vapor de agua

La radiación infrarroja de onda larga emitida por la superficie terrestre hacia la atmósfera.

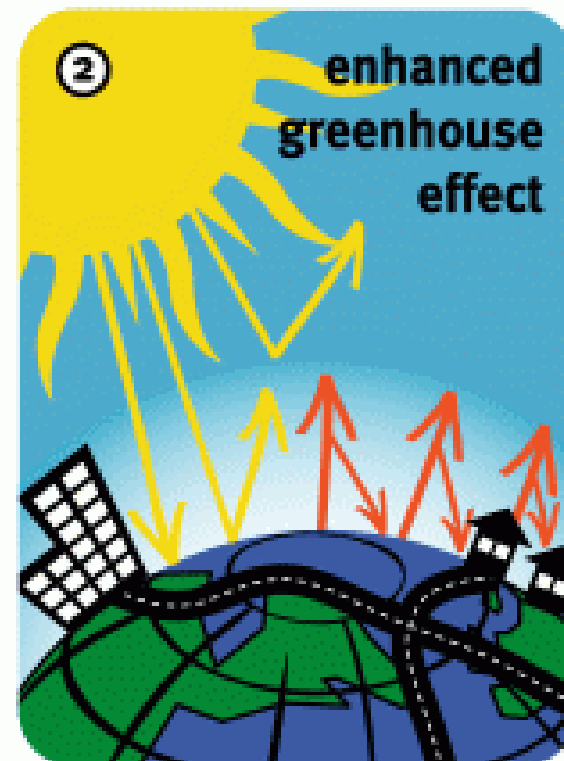
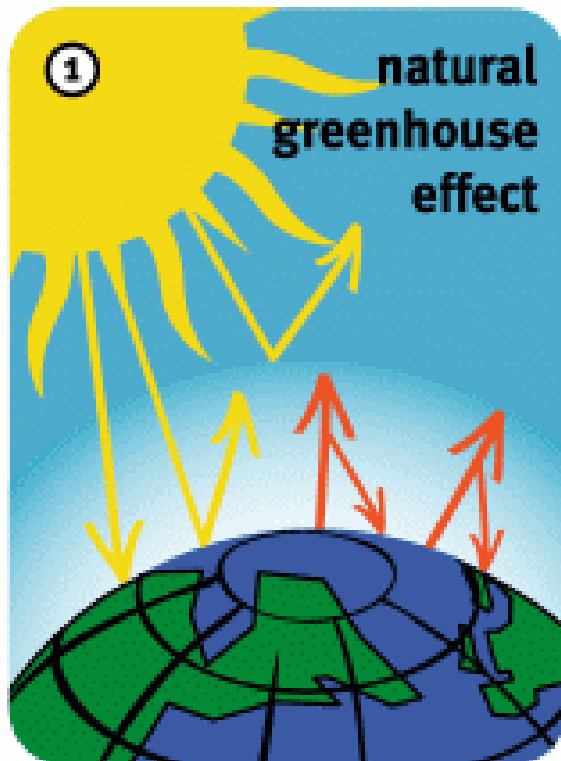
La radiación infrarroja de onda larga absorbida por el vapor de agua, el dióxido de carbono y el metano luego es emitida hacia la Tierra.

SUPERFICIE DE LA TIERRA

Fuente: www.oni.esuelas.edu.ar

Què és l'efecte hivernacle?

L'efecte hivernacle és perfectament natural i sense ell no hi hauria vida en el planeta tal com la coneixem. De fet, de no ser per aquest efecte, la **temperatura mitjana de la Terra** seria entre 30°C i 40 °C inferior a l'actual situant-se a quasi - 20 °C.

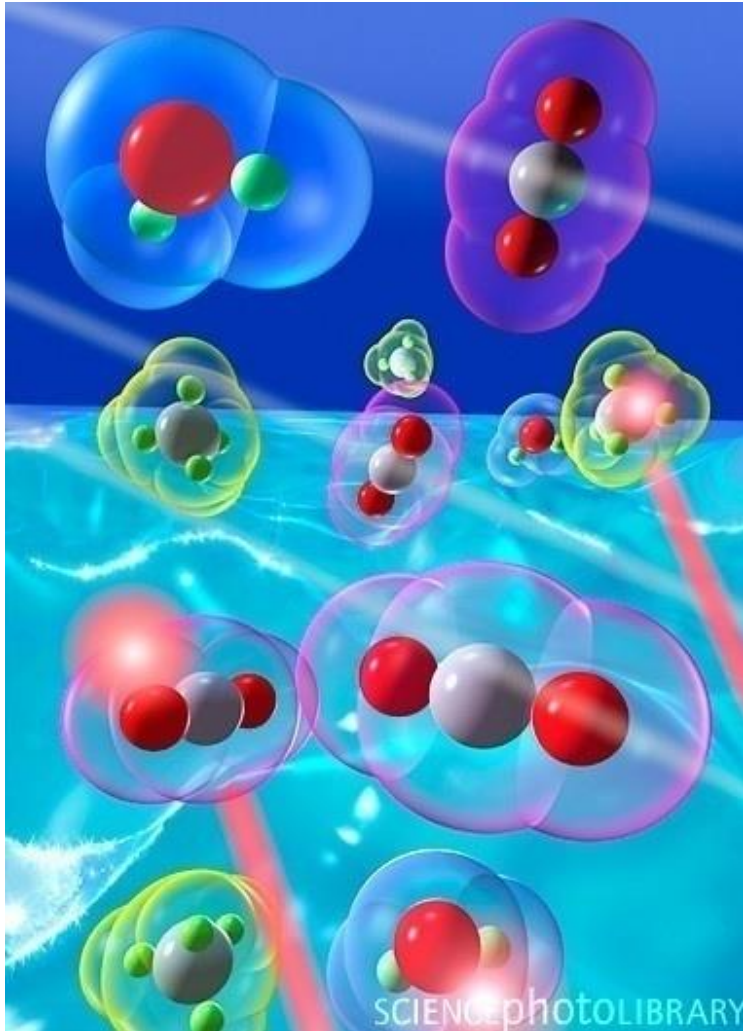


Què és l'efecte hivernacle?

The image shows the PhET Greenhouse Effect simulation interface. The main window displays a night scene with a satellite, clouds, and a landscape with houses and a building. A thermometer on the left shows a temperature of 283K (10°C). The interface includes a legend, a slider for Greenhouse Gas Concentration (set to a middle value between 'None' and 'Lots'), and radio buttons for 'Atmosphere during...' (set to 'Adjustable concentration'). The 'Options' panel includes a dropdown for 'Number of Clouds' (set to 3), a checked 'Thermometer' option, and radio buttons for 'Fahrenheit' and 'Celsius' (set to Celsius). A 'View all photons' checkbox is also present. The bottom of the interface features a speed slider (set to 'fast') and a 'Reset All' button.

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/greenhouse>

Quins gasos provoquen l'efecte hivernacle?



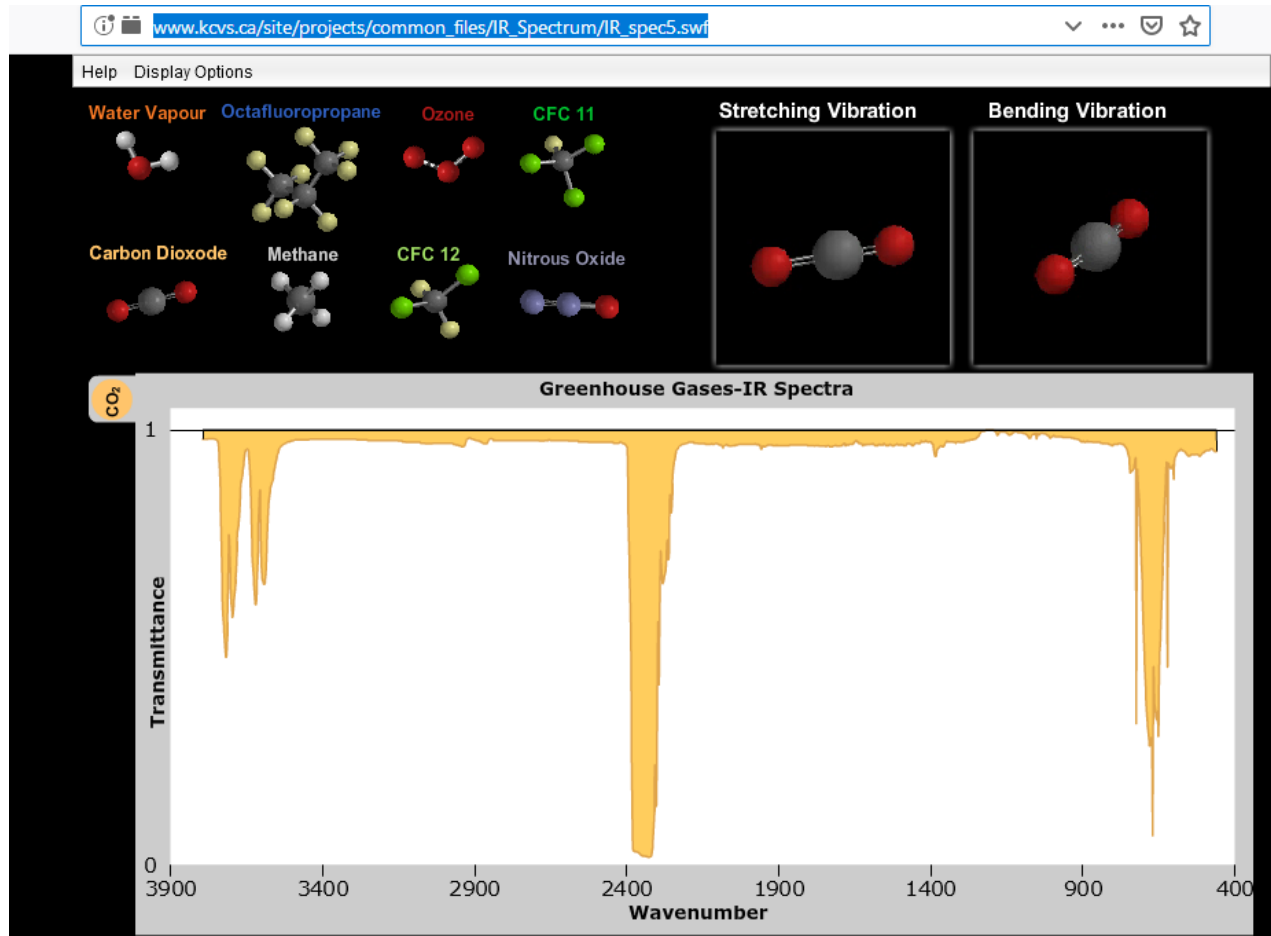
Els responsables d'aquest efecte en l'atmosfera són els **gasos hivernacle:**

- El vapor d'aigua (**H₂O**)
- El diòxid de carboni (**CO₂**)
- L'ozó (**O₃**)

I altres gasos en menor proporció.

- Metà (**CH₄**)
- Òxid nítrics (**N₂O**)
- Hexafluorur de sofre (**SF₆**)
- **CFCs**

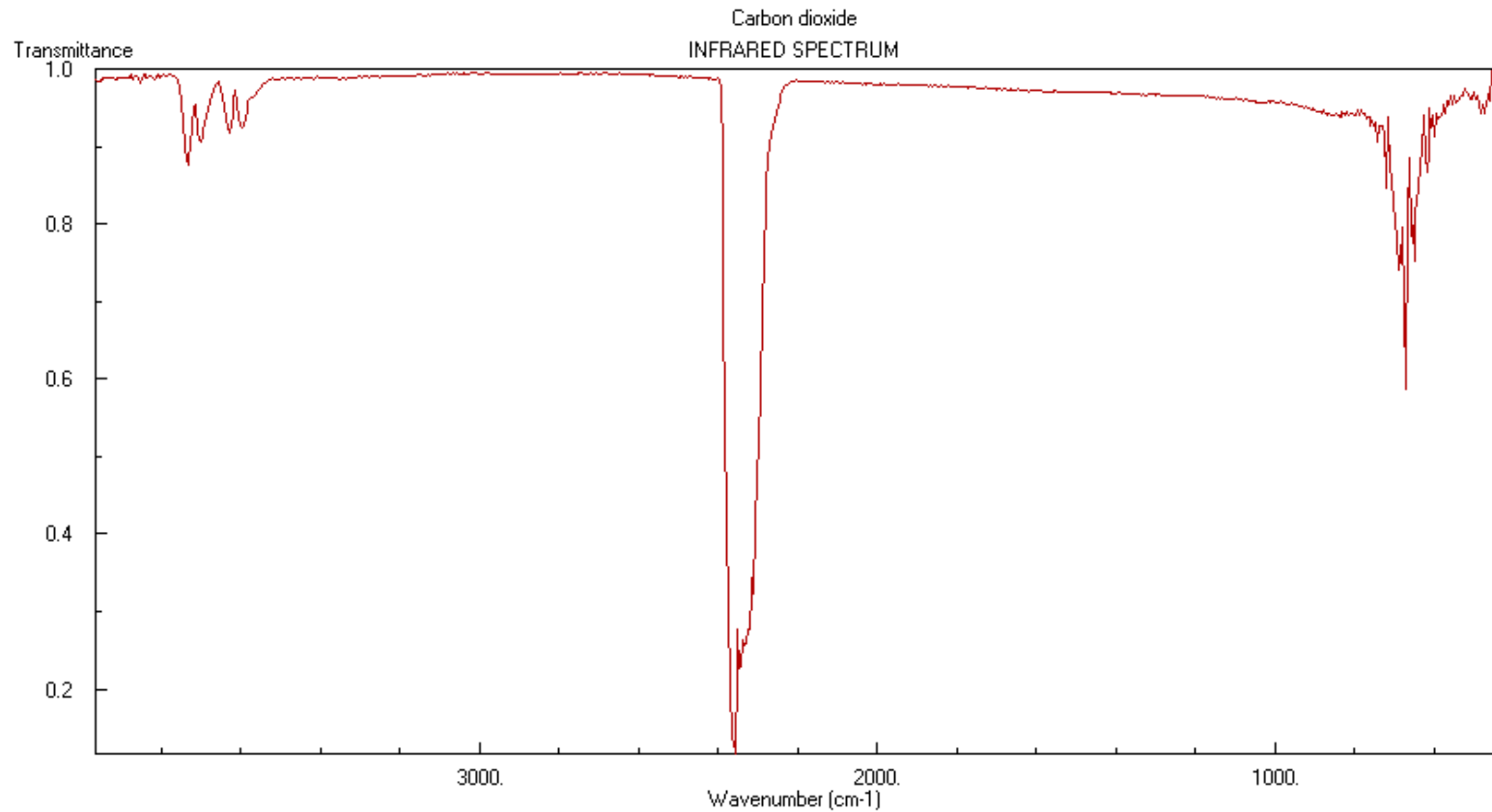
Quins gasos provoquen l'efecte hivernacle?



<https://applets.kcvs.ca/IRWindows/IRWindows.html>

Quins gasos provoquen l'efecte hivernacle?

Les molècules de **CO₂** absorbeixen les radiacions IR



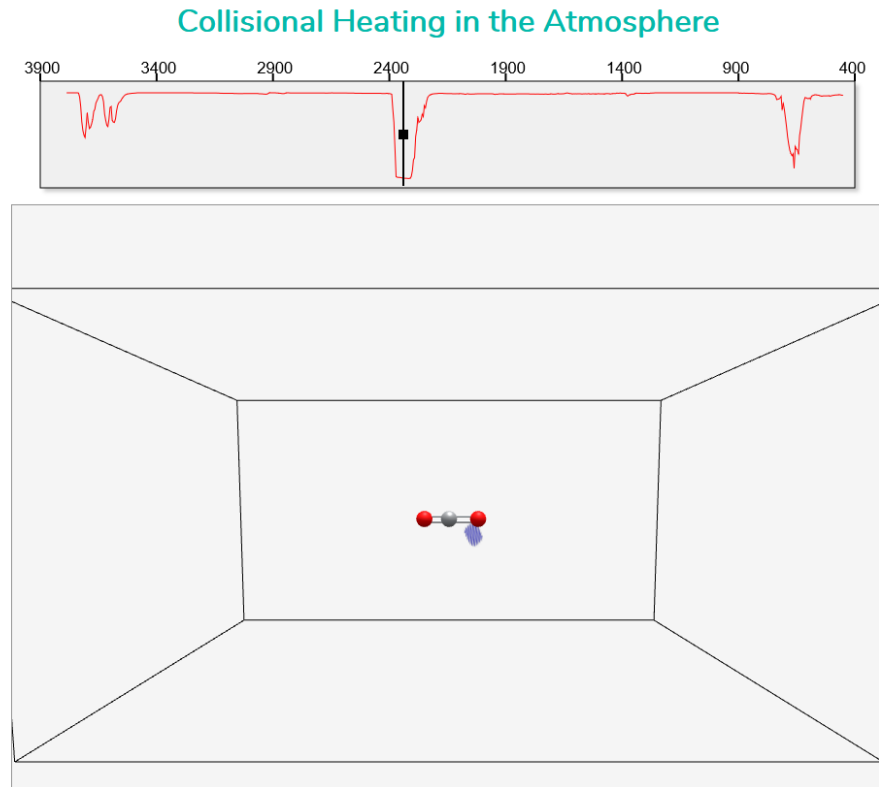
NIST JCAMP-DX Viewer

Reverse X cm-1 Transmittance Help...

Espectre IR del CO₂

Quins gasos provoquen l'efecte hivernacle?

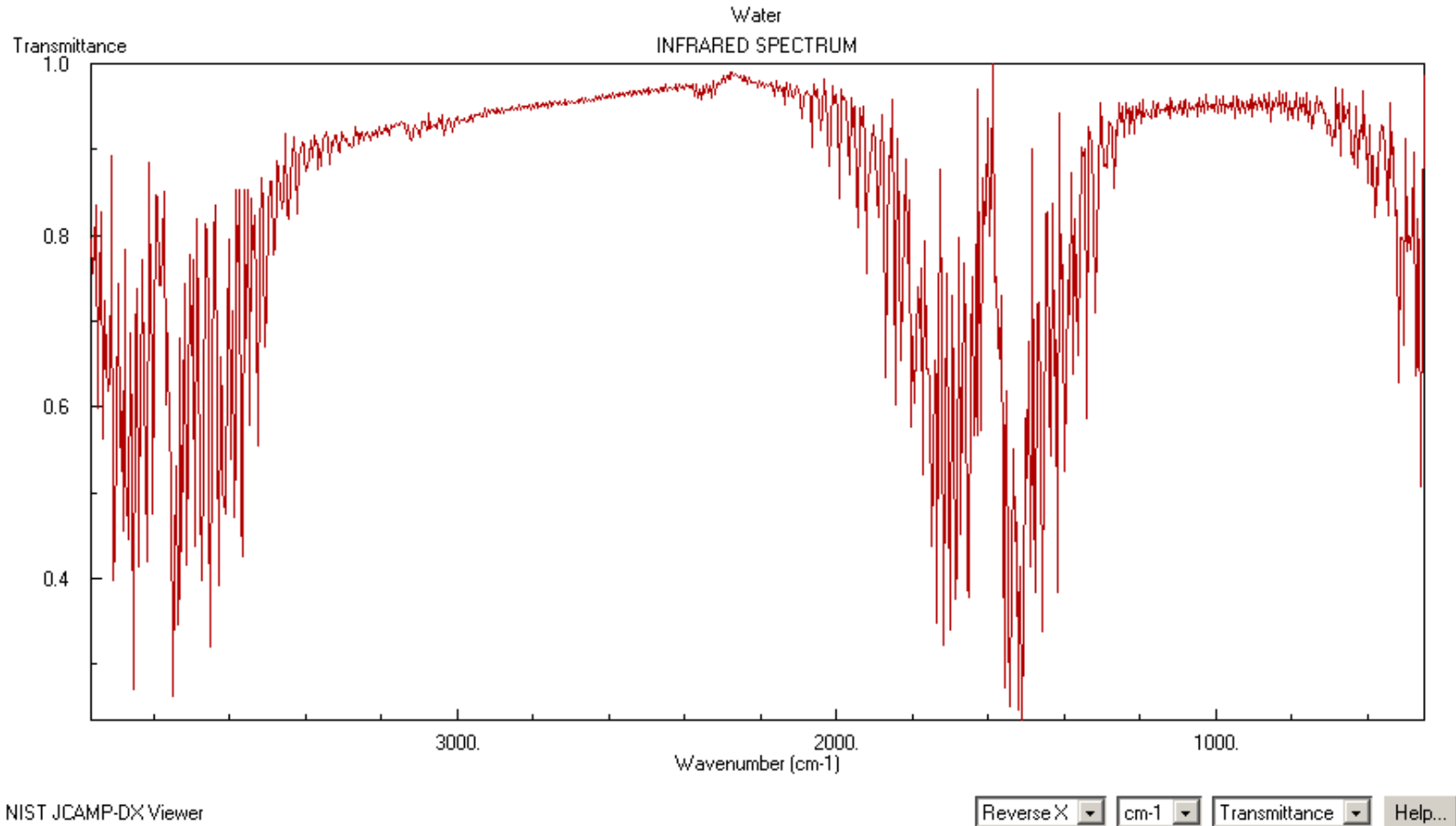
Les molècules de **CO₂** absorbeixen les radiacions IR (aquesta absorció provoca **transicions entre nivells d'energia vibracional** de les molècules)



<https://applets.kcvs.ca/CollisionalHeating/CollisionalHeating.html>

Quins gasos provoquen l'efecte hivernacle?

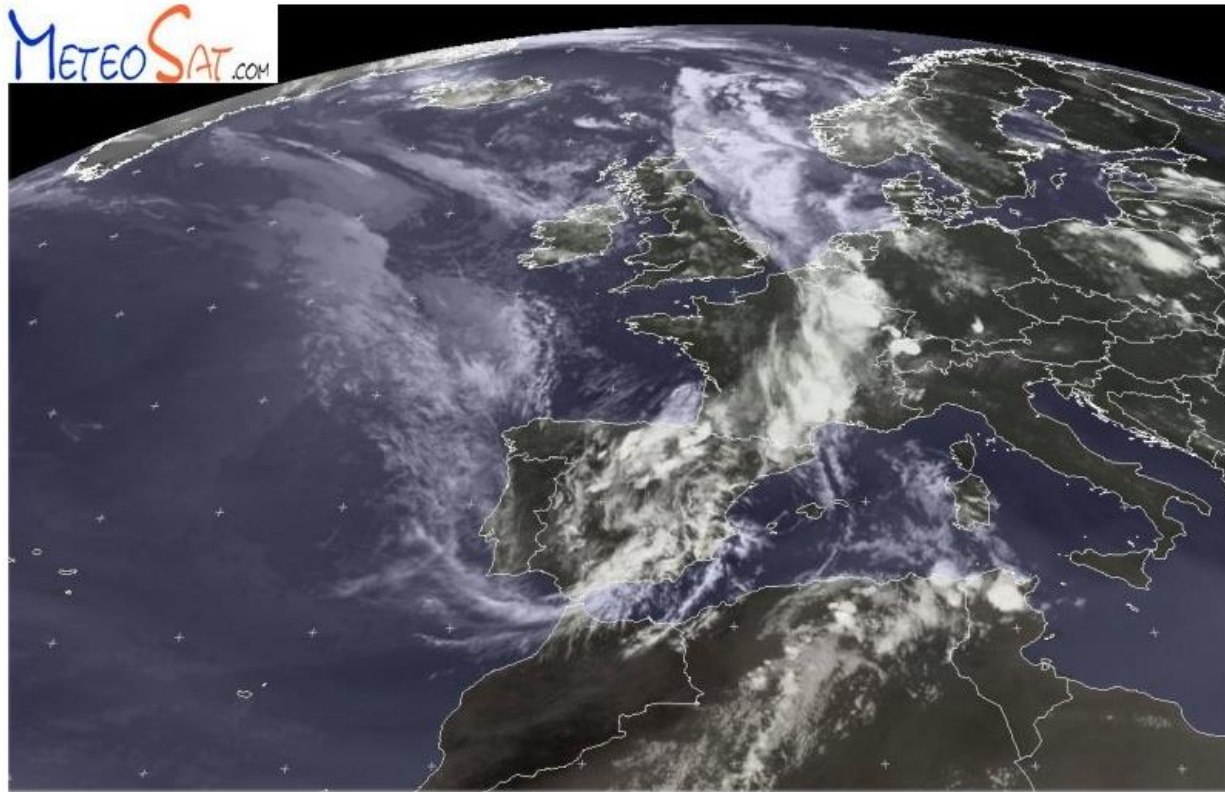
Les molècules d'**H₂O** absorbeixen radiacions IR



Espectre IR de l'H₂O

Quins gasos provoquen l'efecte hivernacle?

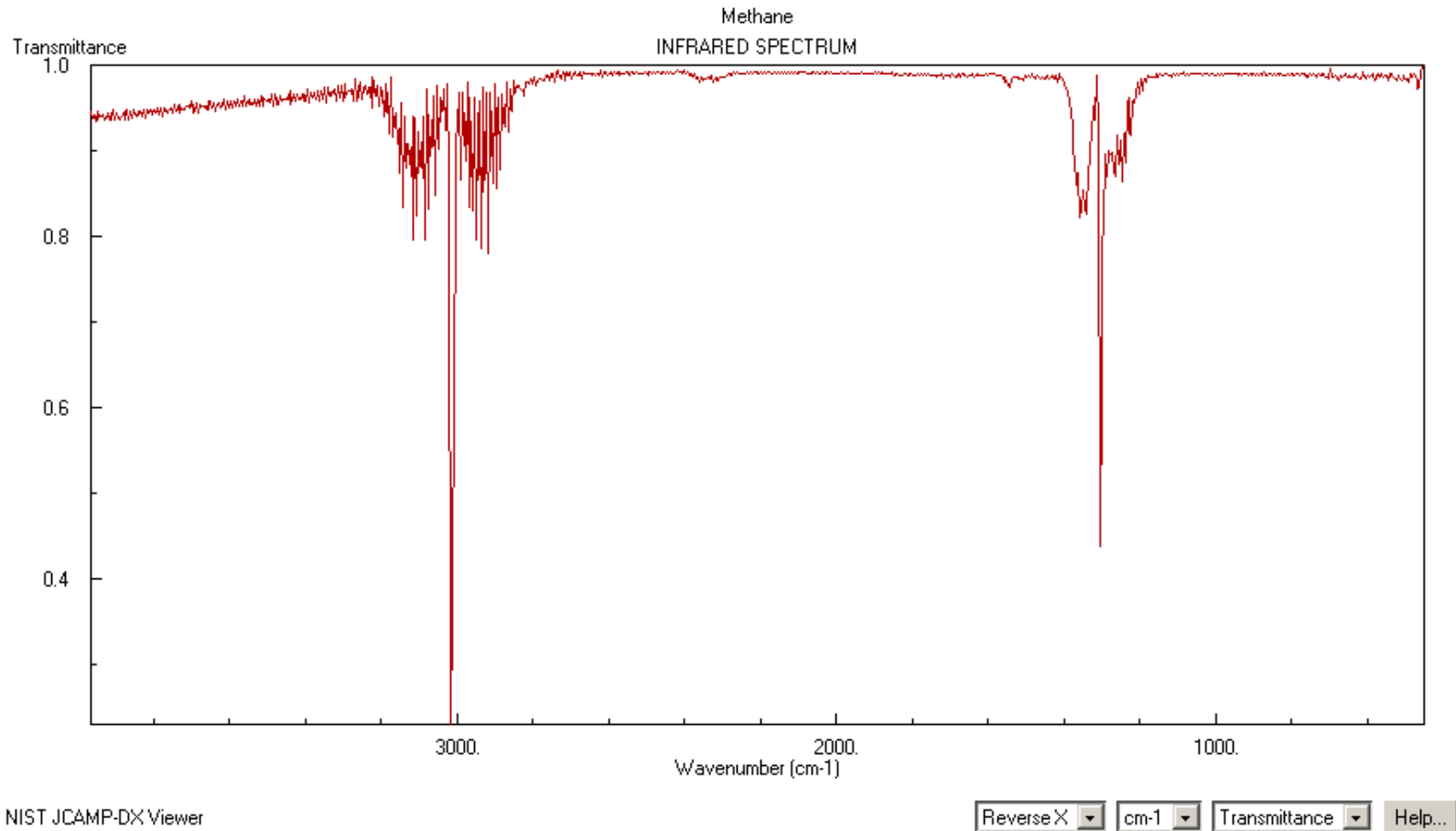
Les molècules d'**H₂O** absorbeixen les radiacions IR



<http://www.meteosat.com/meteosat/meteosat-infrarrojo.html>

Quins gasos provoquen l'efecte hivernacle?

Les molècules de **CH₄** absorbeixen les radiacions IR



Espectre IR del CH₄

Quins gasos provoquen l'efecte hivernacle?

Les molècules de **CH₄** absorbeixen les radiacions IR



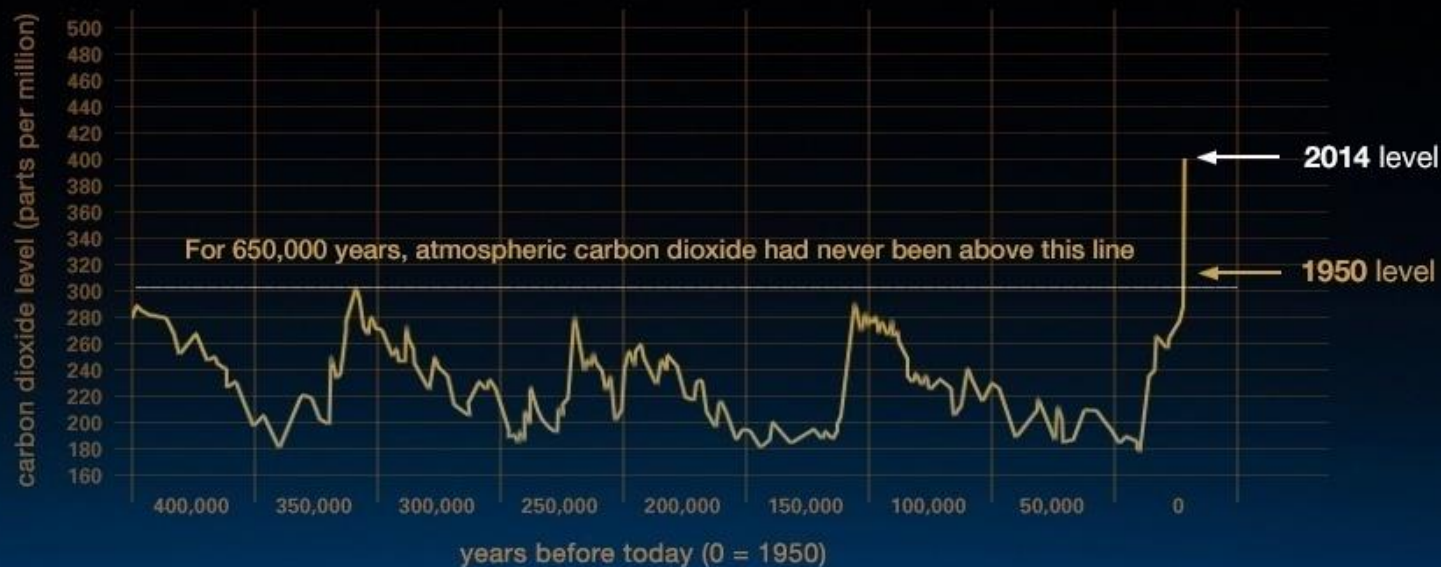


Evidències científiques

S'ha demostrat que l'**activitat humana** està augmentant l'efecte hivernacle. Això es deu a que en cremar **combustibles fòssils** (carbó, benzina, gas natural, etc.) es produeix **CO₂**, un dels gasos responsables de l'efecte hivernacle.

Evidències científiques

Atmospheric carbon dioxide is at its highest level in human history



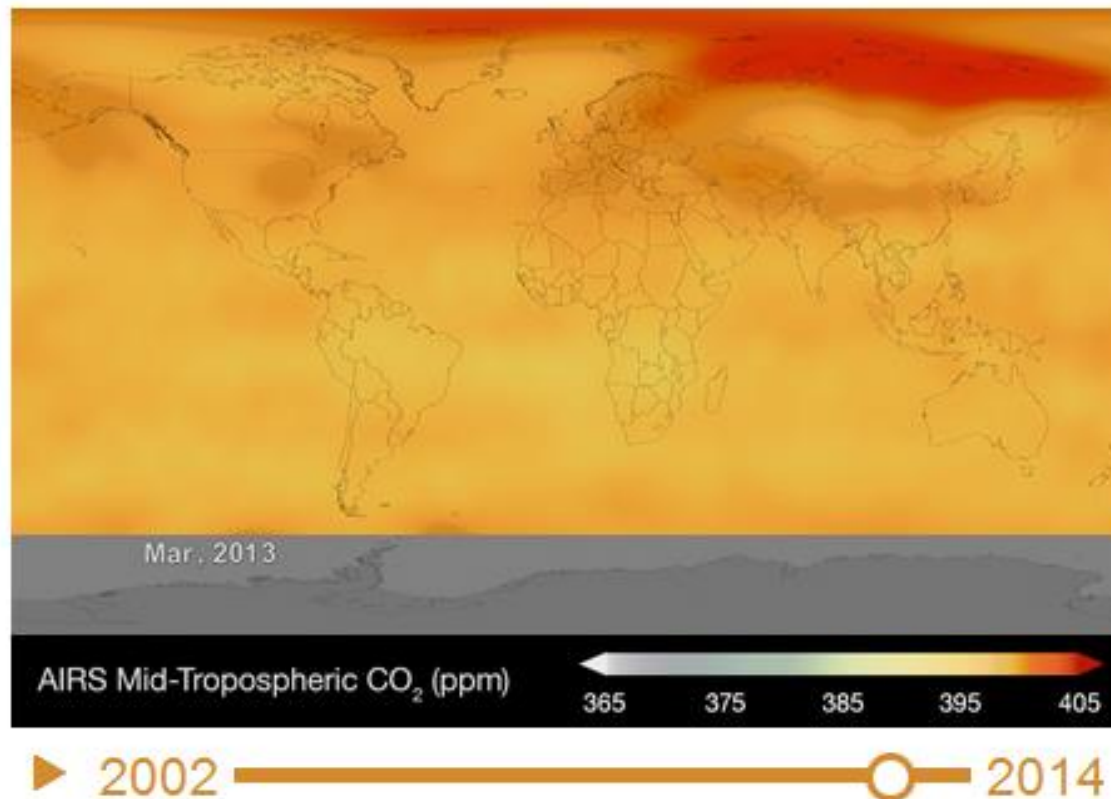
Evidències científiques

TIME SERIES: 2002-2014

Data source: Atmospheric Infrared Sounder (AIRS).
Credit: [NASA](#)

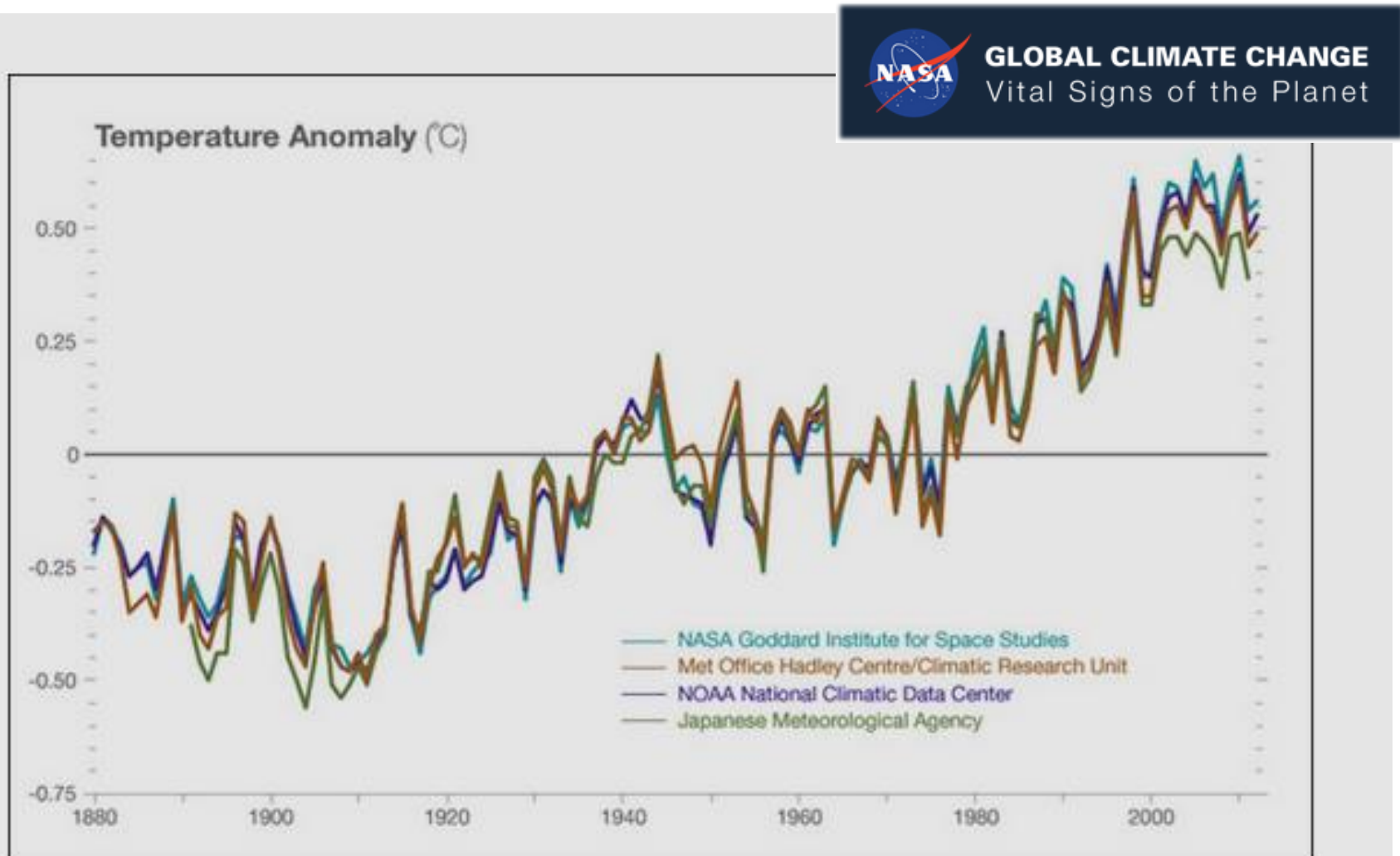


GLOBAL CLIMATE CHANGE
Vital Signs of the Planet



<http://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>

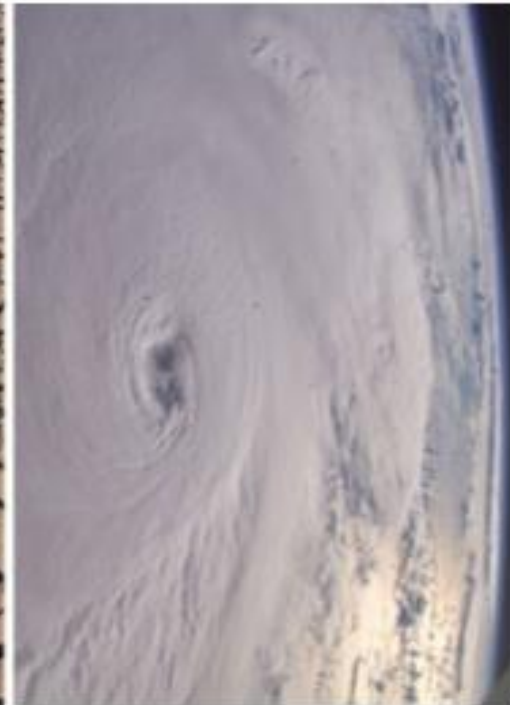
Evidències científiques



Temperature data from four international science institutions. All show rapid warming in the past few decades and that the last decade has been the warmest on record.

Evidències científiques

Existeix un ampli consens en la comunitat científica entorn a la hipòtesi que aquests canvis en el nivells de gasos hivernacle causen un gradual increment de la temperatura terrestre, l'anomenat **canvi climàtic** o **escalfament global**, que al seu torn pot originar altres **problemes mediambientals** (desertització, sequeres, fusió del gel antàrtic, inundacions, etc.)



TODAY IN CHEMISTRY HISTORY

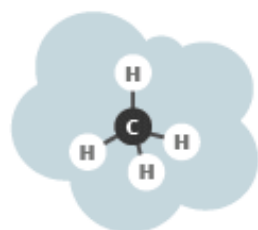
16TH FEBRUARY – THE KYOTO PROTOCOL (2005)



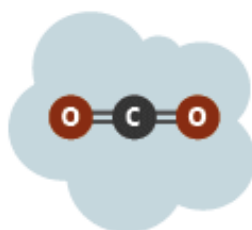
192
COUNTRIES

-  signed and ratified
-  ratified but withdrawn
-  signed but not ratified

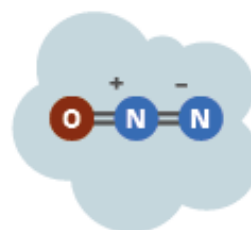
TARGET
↓ **5.2%**
by 2012 relative to
1990



METHANE



CARBON DIOXIDE



NITROUS OXIDE

GREENHOUSE GASES

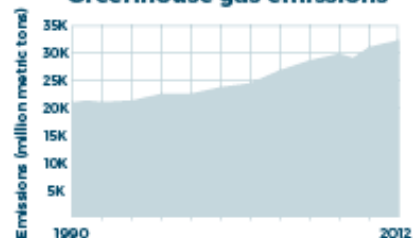
HYDROFLUOROCARBONS

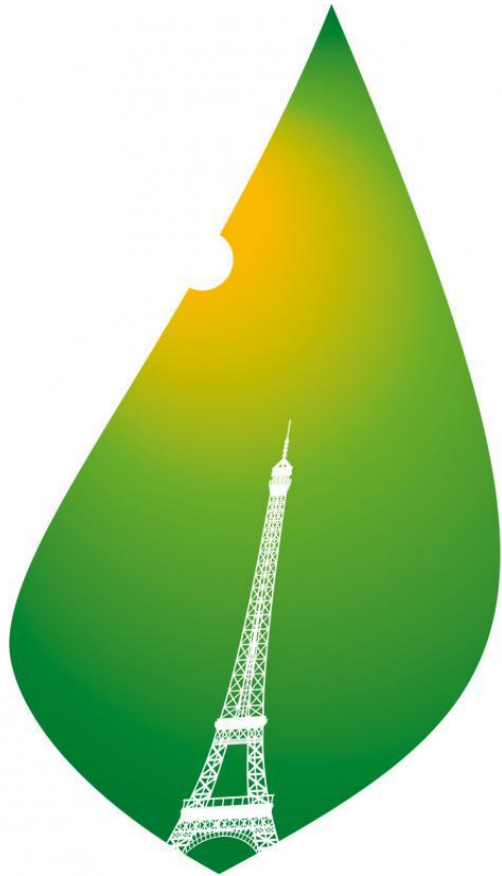
PERFLUOROCARBONS

SULFUR HEXAFLUORIDE

The Kyoto Protocol is an international treaty to reduce the emission of six greenhouse gases. 192 countries are party to the protocol, but only 38 had binding targets for the first period (2008–2012). These 38 countries met their target collectively – but an absence of binding targets for developing nations such as China and India meant that worldwide greenhouse gas emissions continued to rise.

Greenhouse gas emissions





COP21 • CMP11

PARIS 2015

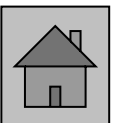
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE

Solucions

Amb el **Protocol de Kyoto** la majoria dels països industrialitzats es van comprometre a reduir les seves emissions de gasos d'efecte hivernacle.

A la **Cimera de París** de l'any 2015 sobre el canvi climàtic 195 països van signar un acord per limitar l'augment de la temperatura del planeta.

[Llegir notícia](#)



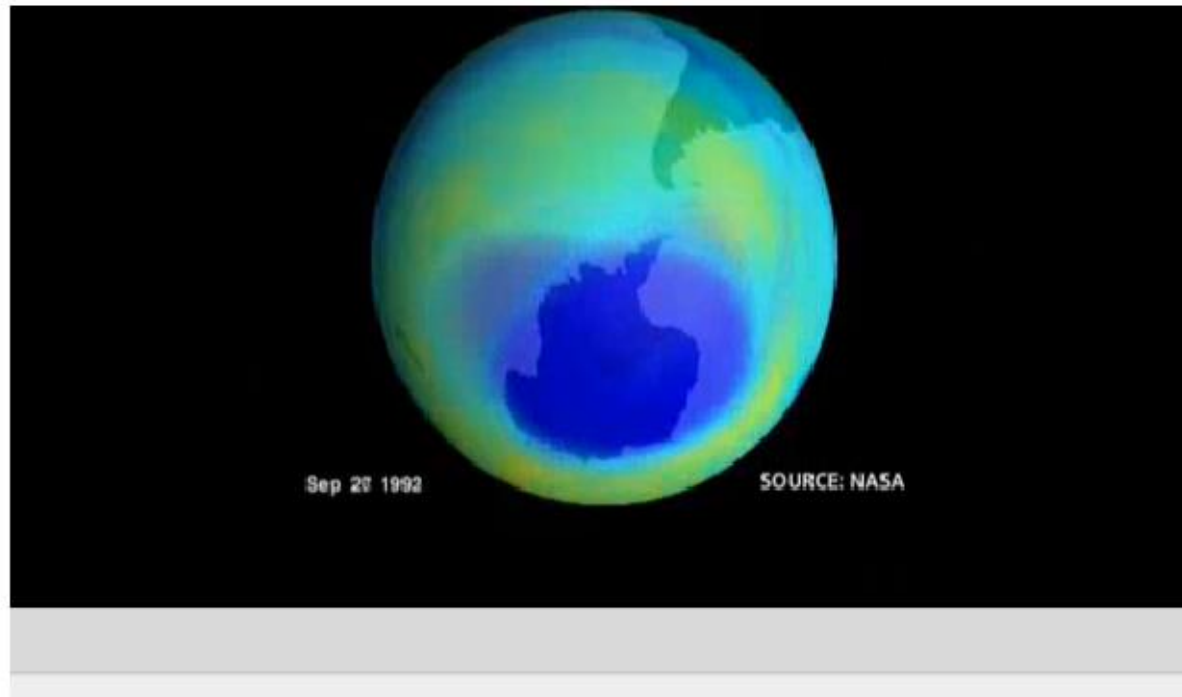
La capa d'ozó

FITXA AUDIOVISUAL

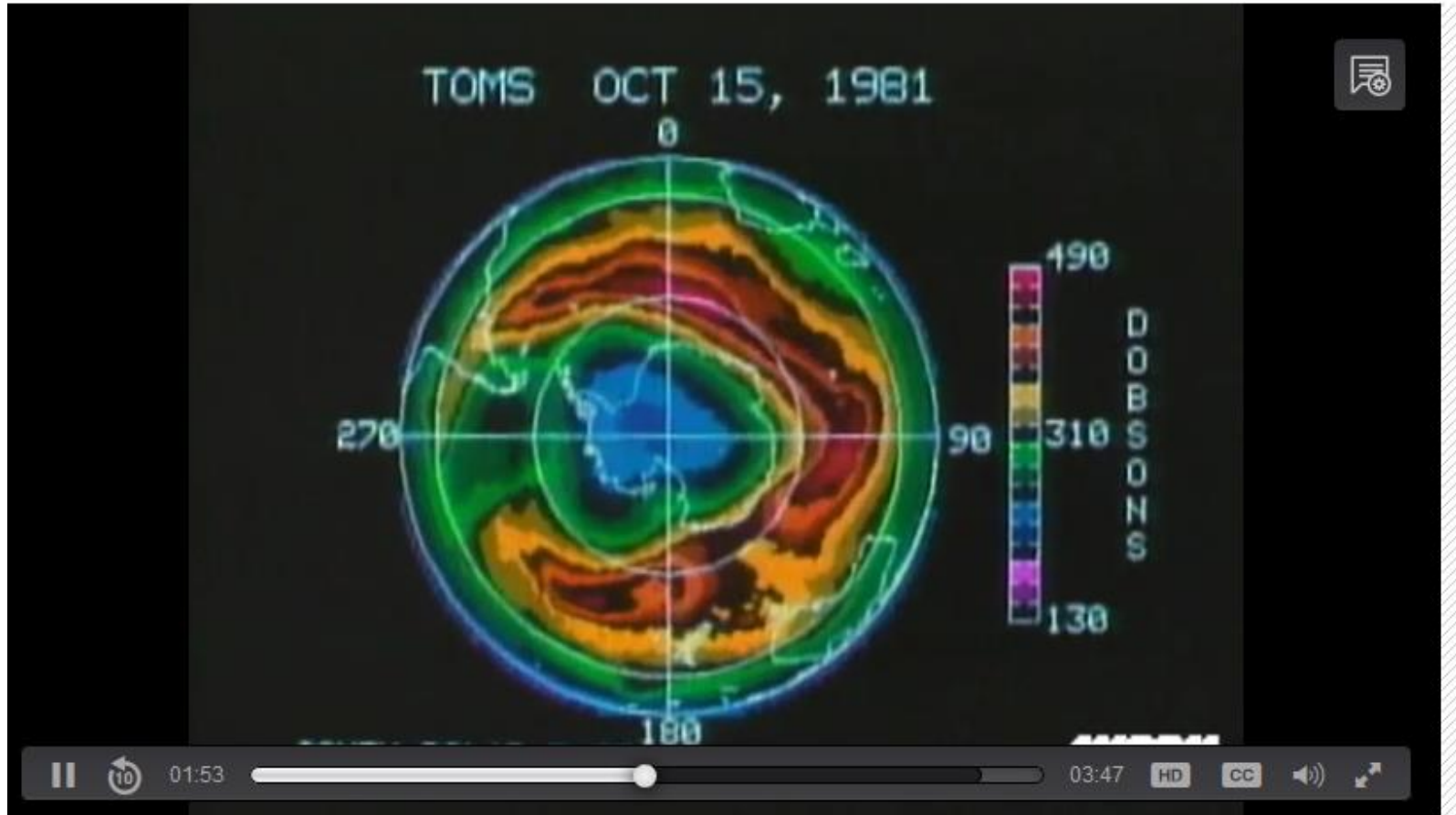
EXPERIÈNCIES



 Embedir  Comparteix



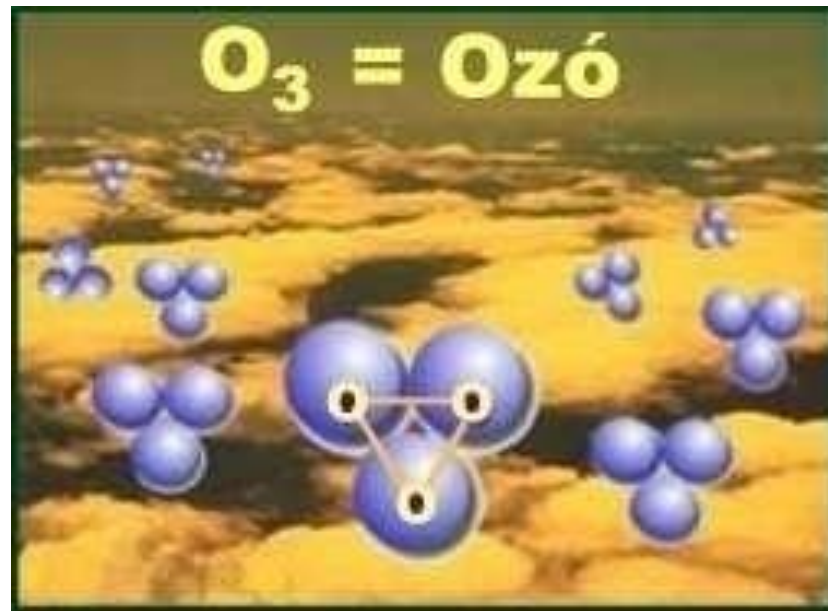
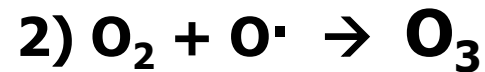
http://www.edu3.cat/Edu3tv/Fitxa?p_id=28586&p_niv=2234&p_are=6453



<https://mass.pbslearningmedia.org/resource/ess05.sci.ess.watcyc.antarctica/a-hole-in-the-sky/es/#.W3PzFLgyXcc>

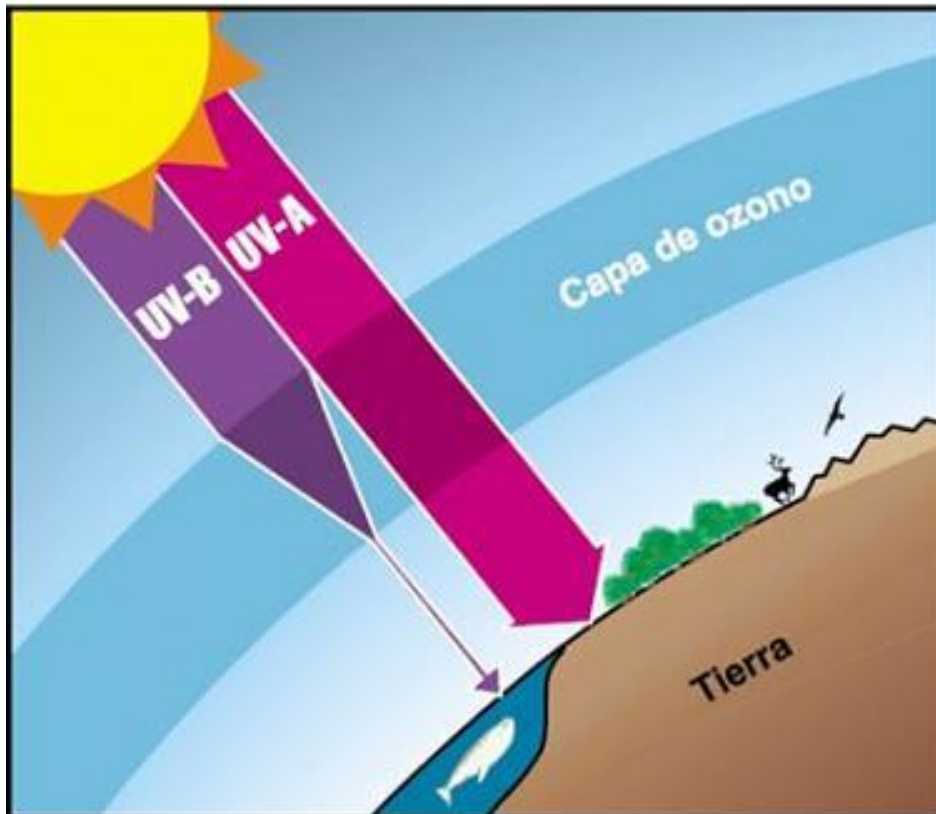
Què és l'ozó i on es troba?

L'ozó (O_3) es forma de manera natural a les **capes altes de l'atmosfera** a partir de l'oxigen (O_2) per acció de fotons de **radiació UV**:



Què és l'ozó i on es troba?

A l'**estratosfera** les **molècules d'ozó absorbeixen** les **radiacions ultraviolades** més nocives que no arriben a la superfície de la Terra.



En aquest procés les radiacions UV destrueixen molècules d'O₃ :

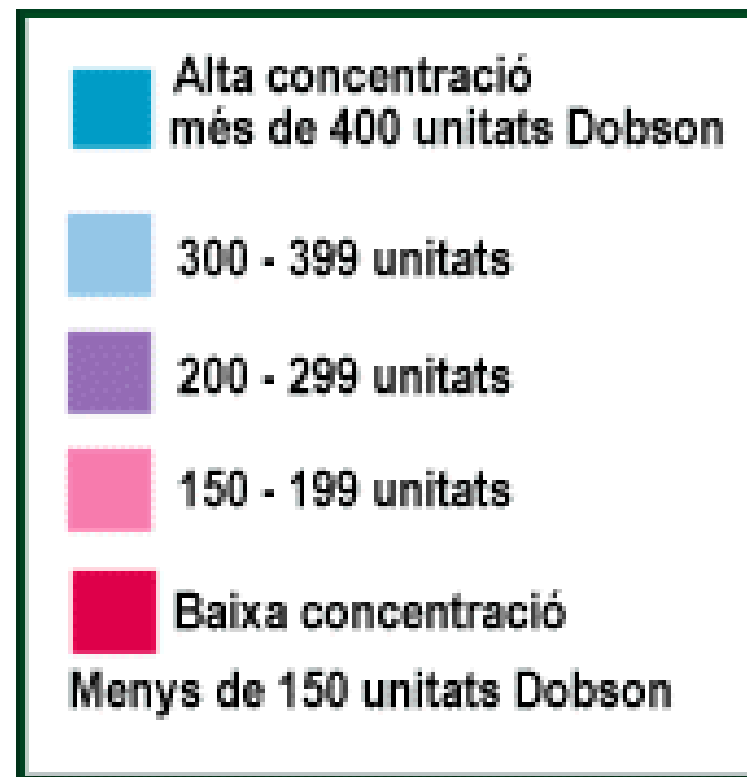
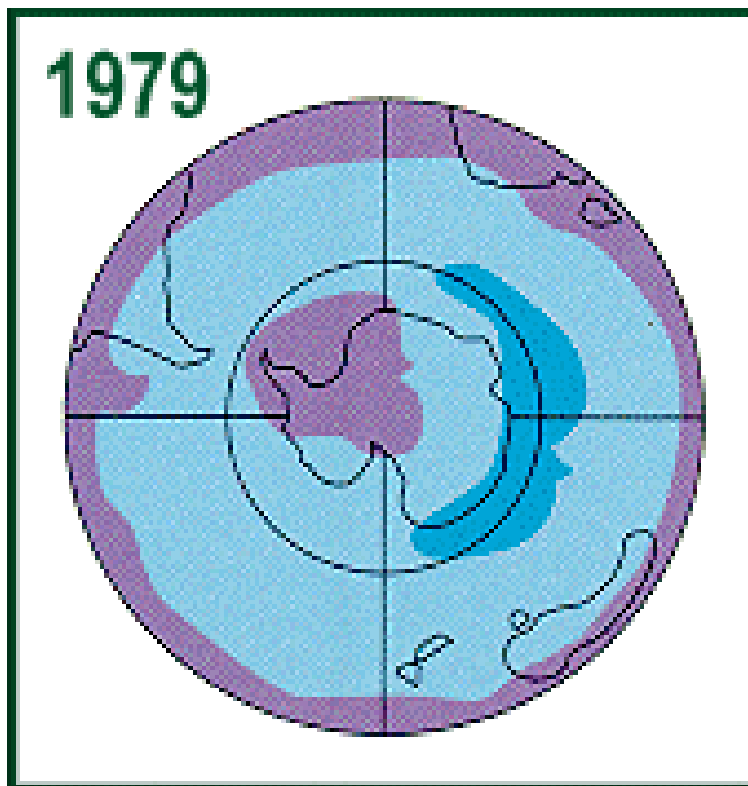


L'afebliment de la capa d'ozó: un greu problema

El 1985, els científics van descobrir que la quantitat d'ozó damunt de l'Antàrtida havia minvat de manera molt important.

El contingut d'ozó es mesura en **unitats Dobson**

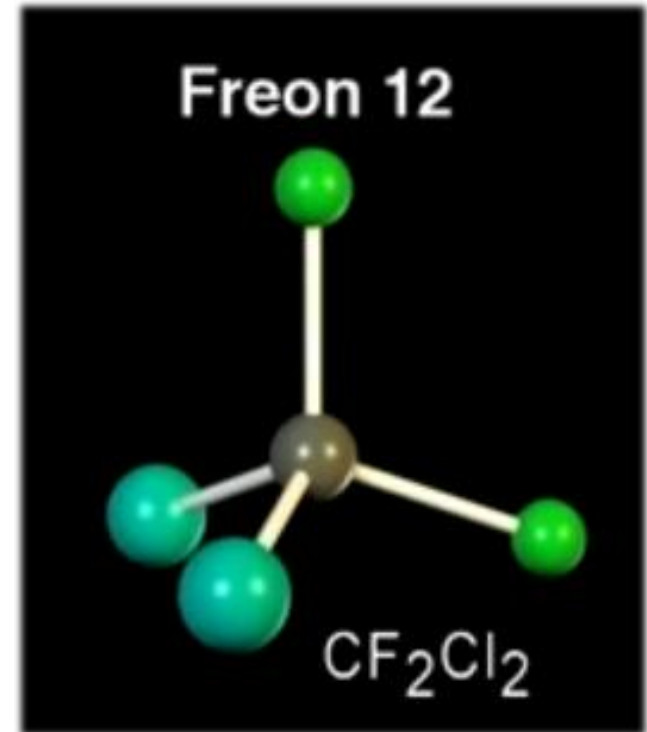
(1 **UD** = $2,69 \cdot 10^{20}$ **molècules/m²**)



L'afebliment de la capa d'ozó: un greu problema

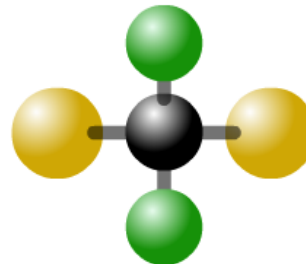
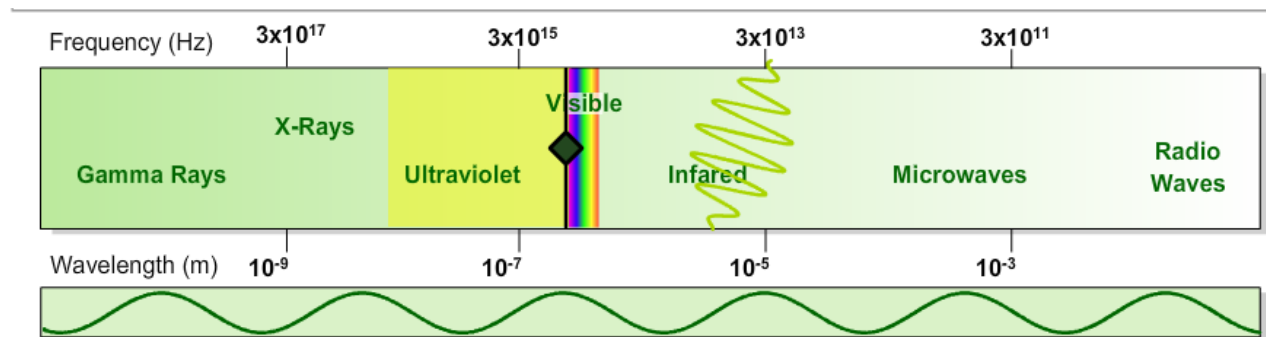
Es va descobrir que el "forat" a la capa d'ozó havia estat provocat per uns productes químics anomenats **CFC (clorofluorocarbonis)**.

Els CFC són gasos que es fan servir per produir temperatures baixes en frigorífics i aparells d'aire condicionat. També s'utilitzaven com a propel·lents en aerosols i en la fabricació d'envasos de plàstic.



L'afebliment de la capa d'ozó: un greu problema

Simulador de l'efecte de diferents tipus de radiacions sobre una molècula de CFC



http://www.kcvs.ca/site/projects/common_files/CFC/cfc.swf

Mecanisme de la destrucció de l'ozó

YouTube | [Explorar](#) | [Subir](#)

When CFCs meet Ozone

[HerrPinguí](#) 33 vídeos

CFC's & Stratospheric Ozone

0:01 / 1:52

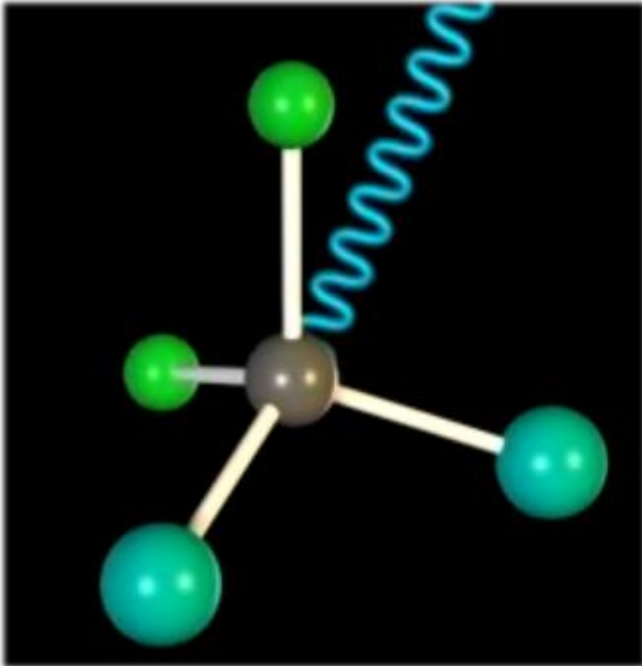
[HerrPinguí](#) | 25 de abril de 2008

You better get out of the neighborhood Video from: <http://www.chemtopics.com...>

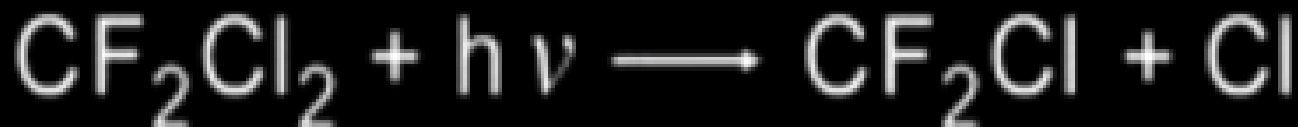
24168
reproducciones

<http://www.youtube.com/watch?v=l1wrEvc2URE>

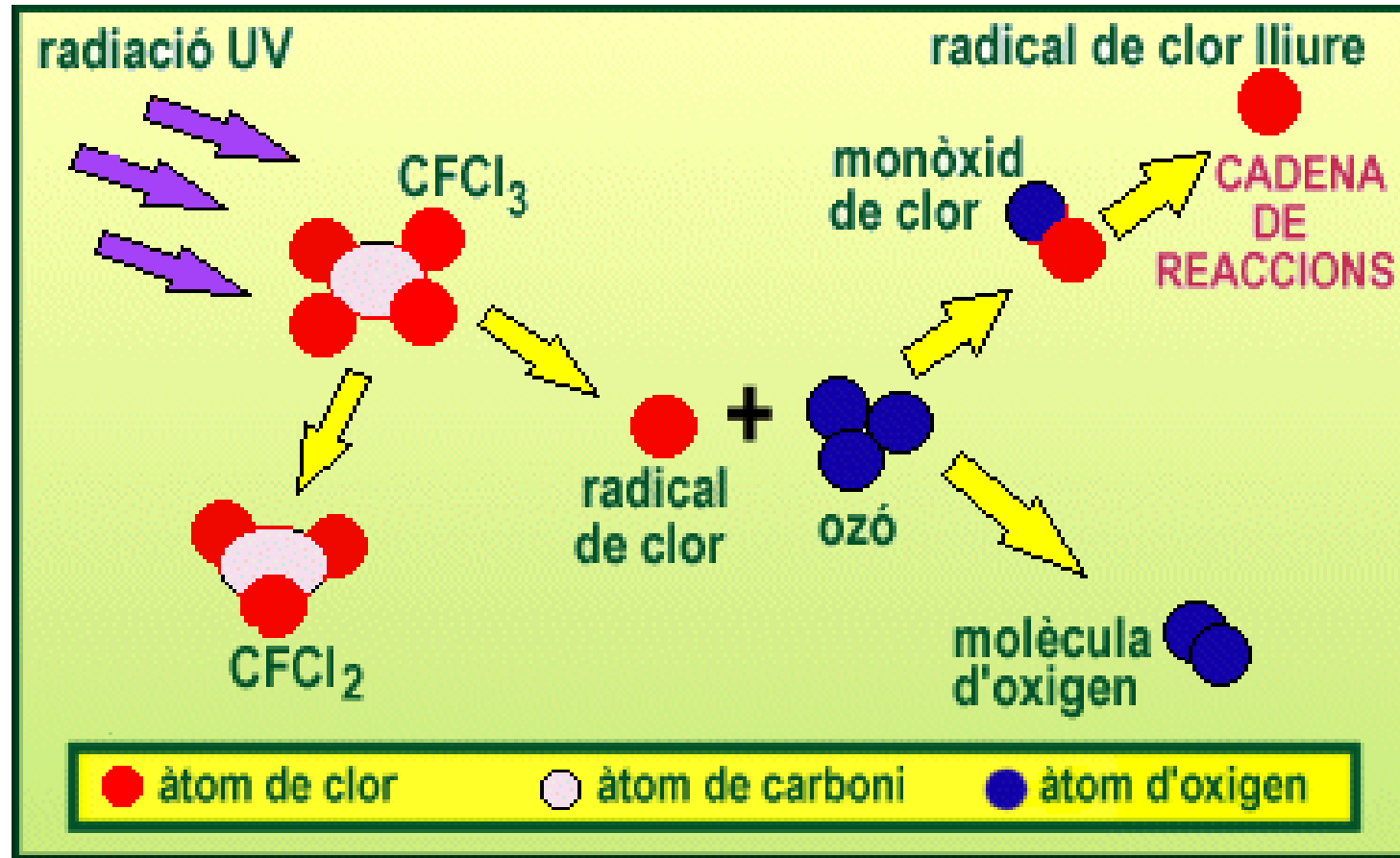
Mecanisme de la destrucció de l'ozó



Quan els gasos CFC arriben a l'atmosfera, les **radiacions UV** els fan alliberar **radicals de clor (Cl·)**, que catalitzen la **destrucció de l'ozó**.

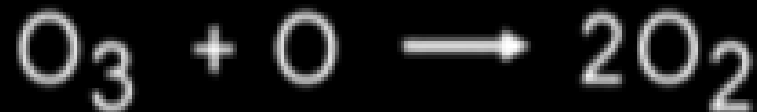
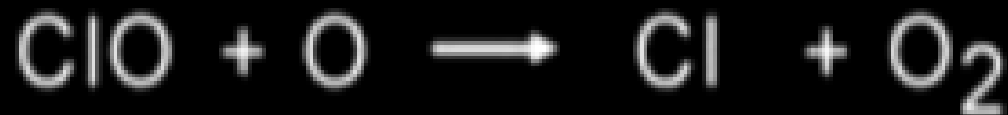
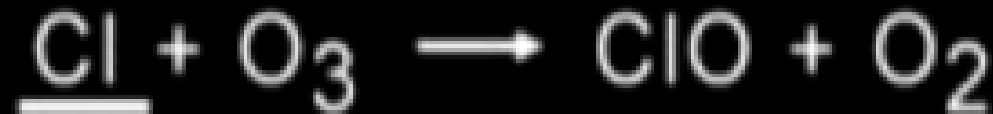


Mecanisme de la destrucció de l'ozó



Mecanisme de la destrucció de l'ozó

Catalyst





Mecanisme de la destrucció de l'ozó

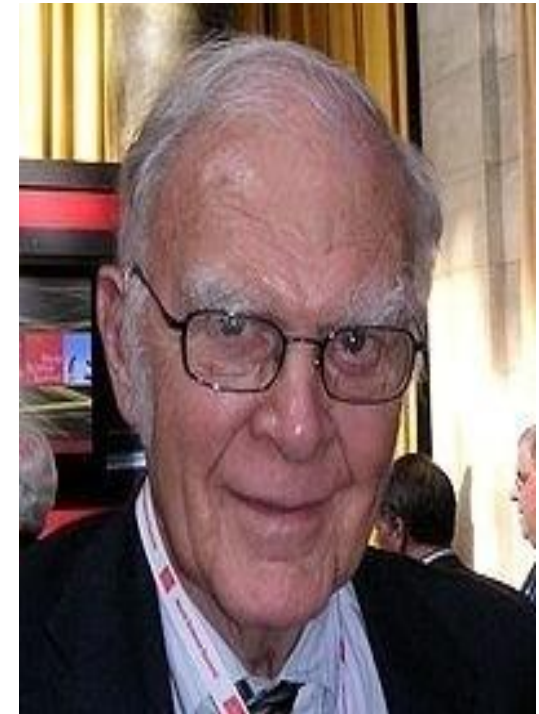
L'any 1995 es va atorgar el premi Nobel de química als tres investigadors que van descobrir el paper dels CFC en la destrucció de l'ozó estratosfèric.



Mario José Molina
(1943 -)  



Paul J. Crutzen
(1933 -)  



Frank Sherwood Rowland
(1927 -)  

Conseqüències d'un afebliment de la capa d'ozó

Si es produís un fort afebliment de la capa d'ozó, **s'incrementaria** molt la quantitat de **radiació ultraviolada** que arriba a la Terra i patiríem els **efectes** següents:

- Danys en els ulls de les persones i dels animals (cataractes , ceguesa).
- Alteracions en el sistema immunològic que ens farien més vulnerables als bacteris i virus.
- Augment dels càncers de pell i de les dermatosis al·lèrgiques.
- Augment del risc de cremades greus per exposició al Sol.
- Les plantes reduirien el seu creixement. Baixaria el rendiment dels conreus.
- La radiació ultraviolada afectaria la vida submarina i provocaria danys fins a 20 metres de profunditat.
- Es reduiria el rendiment de la indústria pesquera.
- El fitoplancton marí disminuiria dràsticament .

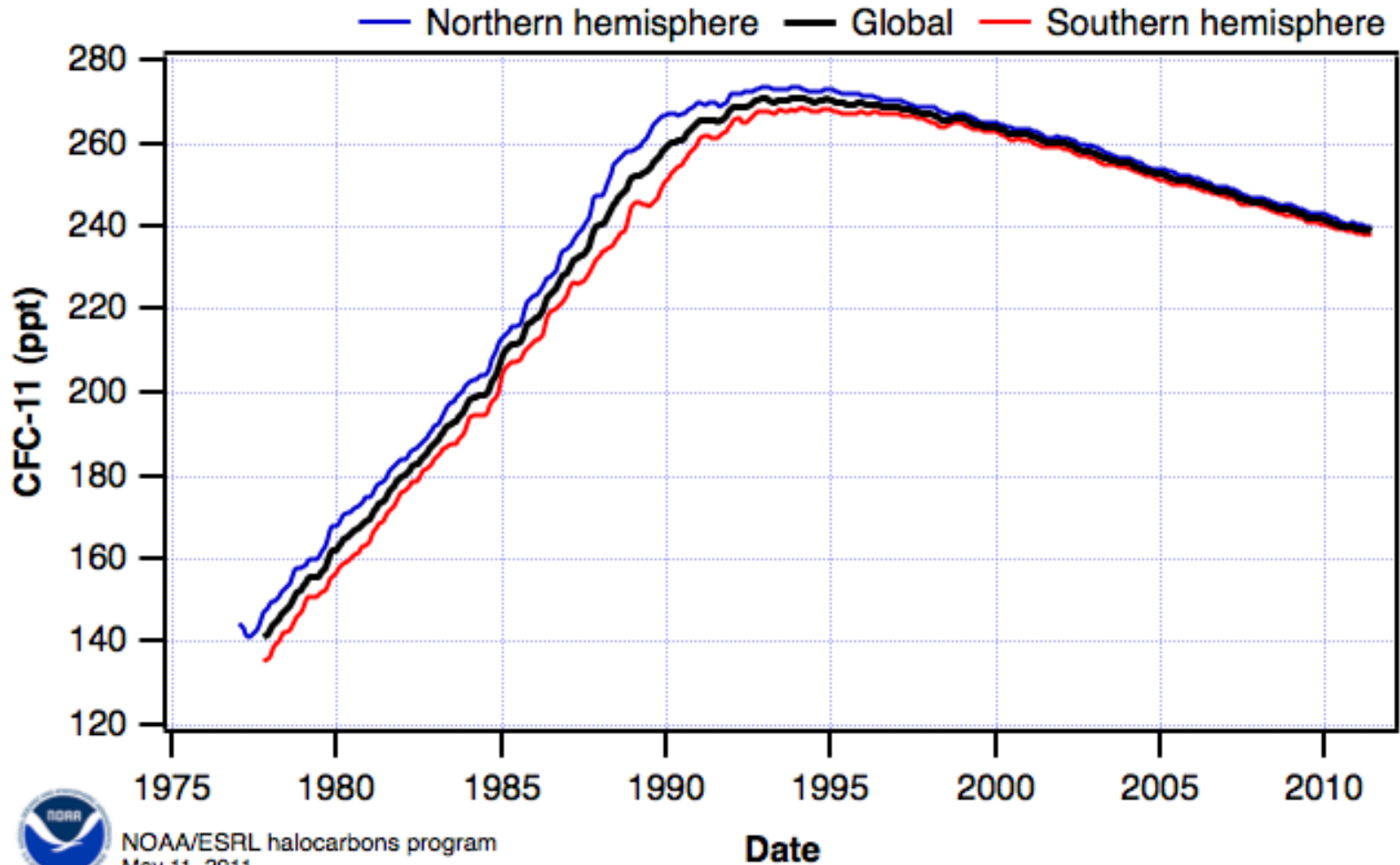


Solucions

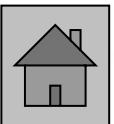
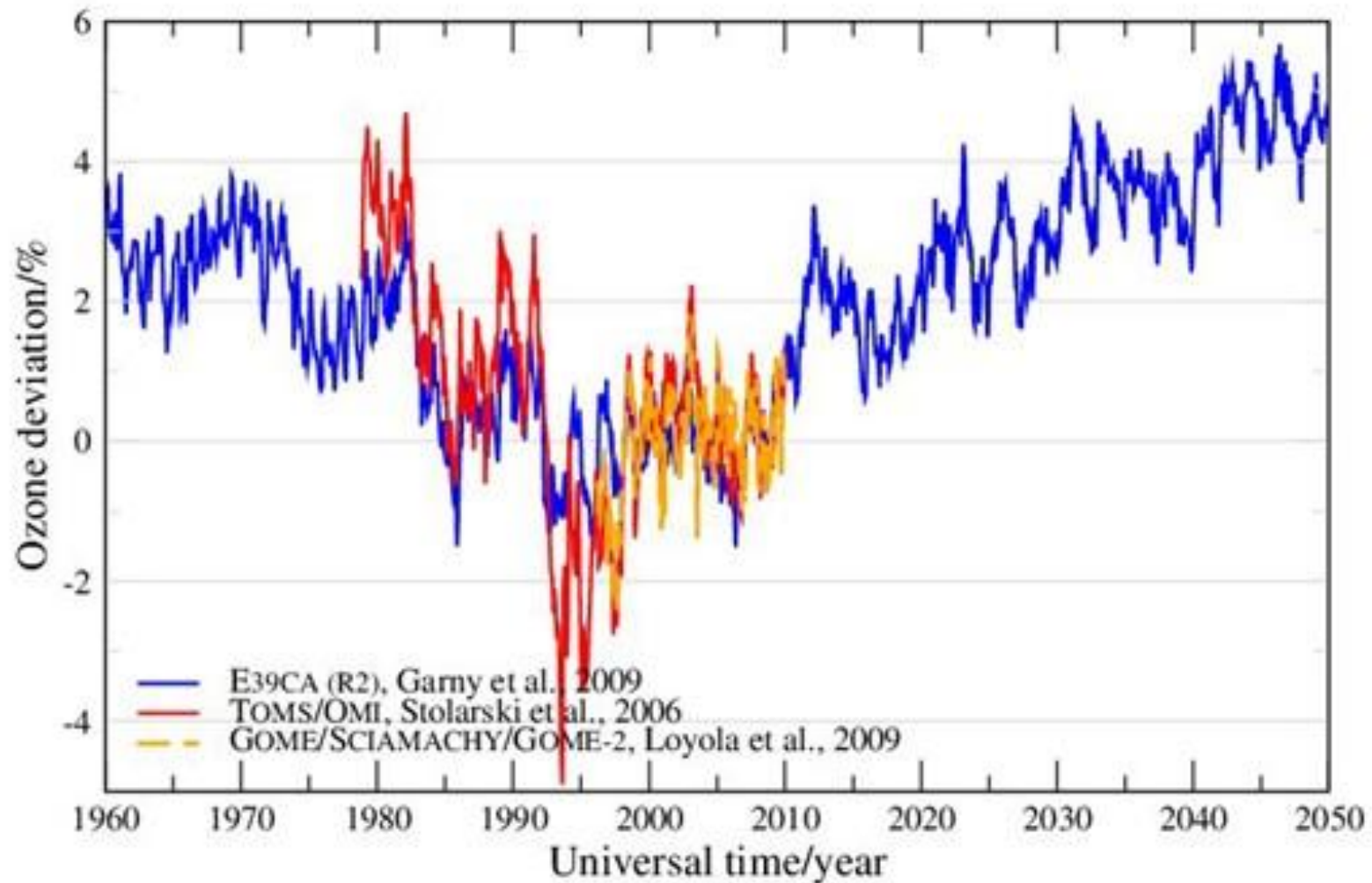
Per evitar que la capa d'ozó es continuï aprimant i aconseguir que es pugui recuperar totalment en un futur proper, caldria **evitar l'ús de CFC** i substituir-los per compostos no nocius en frigorífics, aparells d'aire condicionat, esprais, extintors, envasos de plàstic fabricats amb CFC (safates fetes amb escuma plàstica, gots i plats de plàstic), pesticides i plaguicides.

Actualment la major part dels països estan adoptant aquestes mesures (**Protocol de Montreal, 1989**)

Soluciones



Soluciones





José Ángel Hernández Santadaría
jherna24@xtec.cat



Interacció entre les radiacions electromagnètiques i la matèria
de [José Ángel Hernández Santadaría](#) està subjecta a una llicència de
[Reconeixement-NoComercial 3.0 No adaptada de Creative Commons](#)