

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

TEMA 4

Unidades básicas en Física

Unidades básicas en el Sistema Internacional

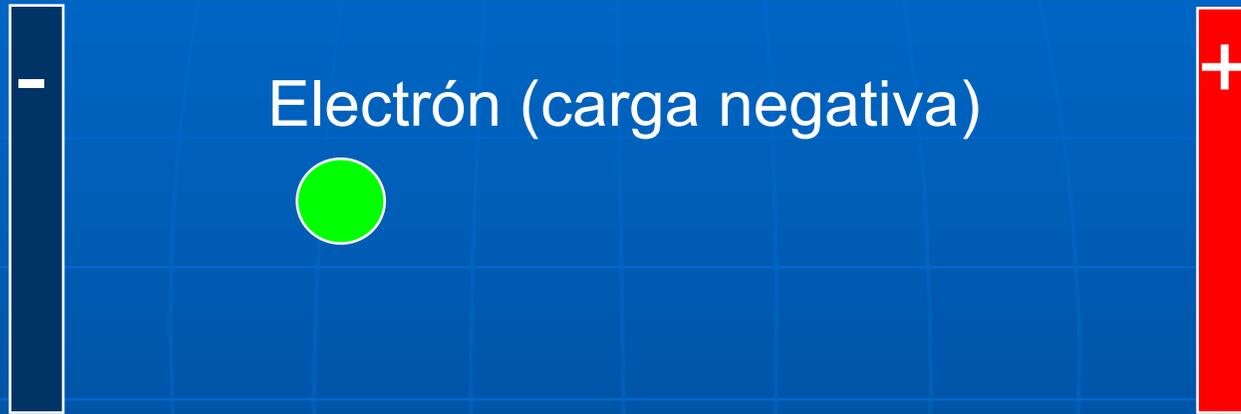
- Tiempo : 1 segundo [s]
- Longitud : 1 metro [m]
- Masa : 1 kilogramo [kg]
- Energía : 1 julio [J]
- Carga eléctrica : 1 culombio [C] ($1 \text{ A} \times 1 \text{ s}$)

Otras magnitudes y unidades

- Potencia : 1 vatio [W] (1 J/s)
- $1 \text{ mAs} = 0.001 \text{ C}$

Unidad de energía: Electrón-voltio

Diferencia de potencial – 1 Voltio



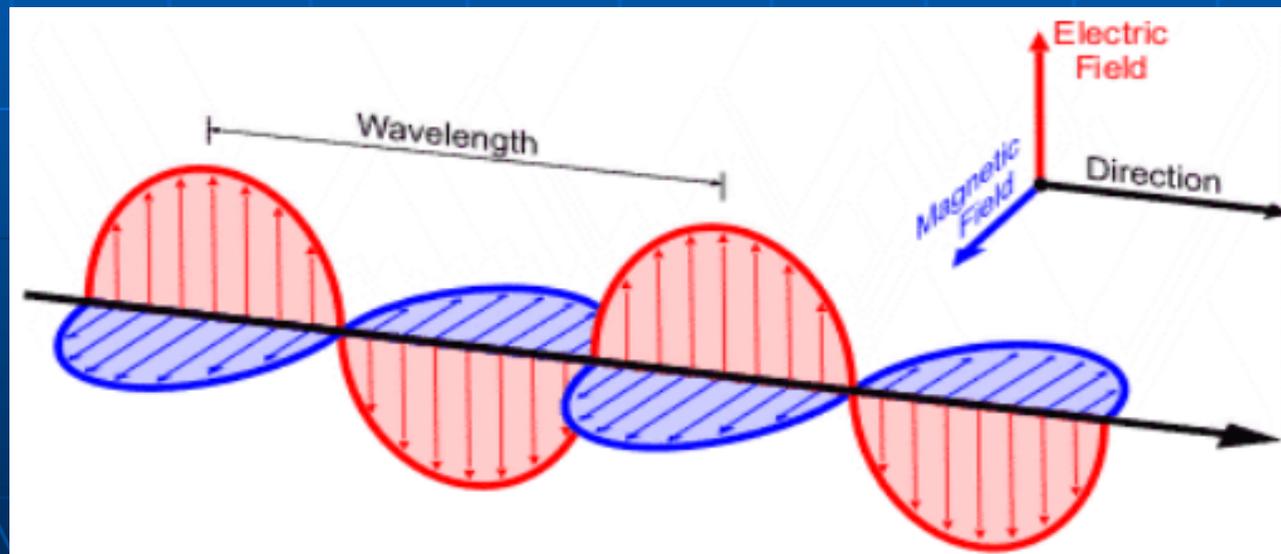
- Electron-voltio [eV] : $1.603 \cdot 10^{-19}$ J
- 1 keV = 10^3 eV
- 1 MeV = 10^6 eV

Magnitudes y unidades

- Carga eléctrica del electrón : $1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Masa del protón : $1.672 \cdot 10^{-24} \text{ g}$
- Unidad de masa atómica = $u = 1/12$
masa átomo carbono-12
- La energía ($E = mc^2$) de una u es 931 MeV

ONDAS ELECTROMAGNETICAS

- Una partícula con carga eléctrica que tenga aceleración, emite energía en forma DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS (oem).
- La energía emitida se propaga en forma de una onda transversal, en la que la perturbación consiste en una vibración del vector campo eléctrico (E) y del vector campo magnético (B) en direcciones perpendiculares entre sí, en el plano perpendicular a la dirección de propagación de la onda.
- Una oem se propaga siempre en la dirección del producto vectorial de E sobre B (sentido de avance de un sacacorchos, llevando E sobre B)



Características de la propagación

□ La velocidad de propagación de la radiación electromagnética en el vacío es $c = 300.000 \text{ km/s}$. La teoría electromagnética establece que:

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

siendo ϵ_0 la permitividad eléctrica y μ_0 la permeabilidad magnética del vacío respectivamente.

En un medio material la permitividad eléctrica tiene un valor diferente a ϵ_0 . Lo mismo ocurre con la permeabilidad magnética μ_0 y, por tanto, la velocidad de la luz en ese medio será diferente a c . *La velocidad de propagación de la luz en medios diferentes al vacío es siempre inferior a c .*

□ La frecuencia es el número de veces por segundo que oscilan los vectores E y B

□ La amplitud es el máximo valor que alcanza E (o B)

□ Para valores instantáneos se cumple que el módulo de $E = c \cdot B$

ONDAS ELECTROMAGNETICAS

Magnitudes que se propagan y *cómo*

- Una oem propaga energía, momento lineal y momento angular.
- Las oem no necesitan ningún medio material para propagarse.
- Energía total por unidad de volumen (en el vacío) = $\epsilon_0 E^2/2 + (1/2\mu_0)B^2 = \epsilon_0 E^2$.
Intensidad = energía/(superficie . tiempo)
= $\epsilon_0 E^2 \cdot S \cdot dx / S \cdot dt = \epsilon_0 E^2 c$.

ONDAS ELECTROMAGNETICAS

Modos de producción de oem

- Cualquier carga eléctrica en movimiento no uniforme (con aceleración), emite ondas electromagnéticas.
- Como el Universo tiene carga neta nula, siempre que aparece carga libre la hay en la misma cuantía de ambos signos, lo que obliga a hablar de dipolos eléctricos.
- Los dipolos eléctricos oscilantes (una carga positiva y otra negativa del mismo valor, separadas una cierta distancia y oscilando) y los dipolos magnéticos oscilantes (una pequeña corriente eléctrica circular cuya intensidad varía como $I_0 \sin \omega t$) generan oem a la frecuencia de oscilación.

CONCEPTO DE FOTÓN Y ECUACIÓN DE PLANCK

$$E = h\nu = hc / \lambda$$

h : constante de Planck

ν : frecuencia,

λ : longitud de onda,

c : velocidad de la luz

Einstein demostró que la experiencia del efecto fotoeléctrico (electrones arrancados por efecto de la luz) podían entenderse suponiendo que la energía luminosa no se distribuye de manera continua, como dice el modelo clásico (y Maxwelliano) de la luz, sino cuantizada en paquetes pequeños llamados fotones. La energía de un fotón es $E = h\nu$, la relación que Planck usó para la explicación del cuerpo negro. Einstein supuso que un electrón emitido desde la superficie es de alguna forma "arrancado" por el impacto con el fotón, de forma que toda la energía del fotón pasa al electrón. Ahora bien, el electrón recibe su energía de un único fotón.

ONDAS ELECTROMAGNETICAS

Concepto de fotón

- Es el nombre que se da al "paquete" de energía que se propaga con una oem de una frecuencia determinada.
- $E = h \cdot f$, donde f es la frecuencia y h es la constante de Planck = $6,6 \cdot 10^{-34}$ J.s
- El efecto fotoeléctrico permite comprobar que los fotones se comportan como la oem más elemental o como el citado paquete.

ONDAS ELECTROMAGNETICAS

Concepto de fotón (2)

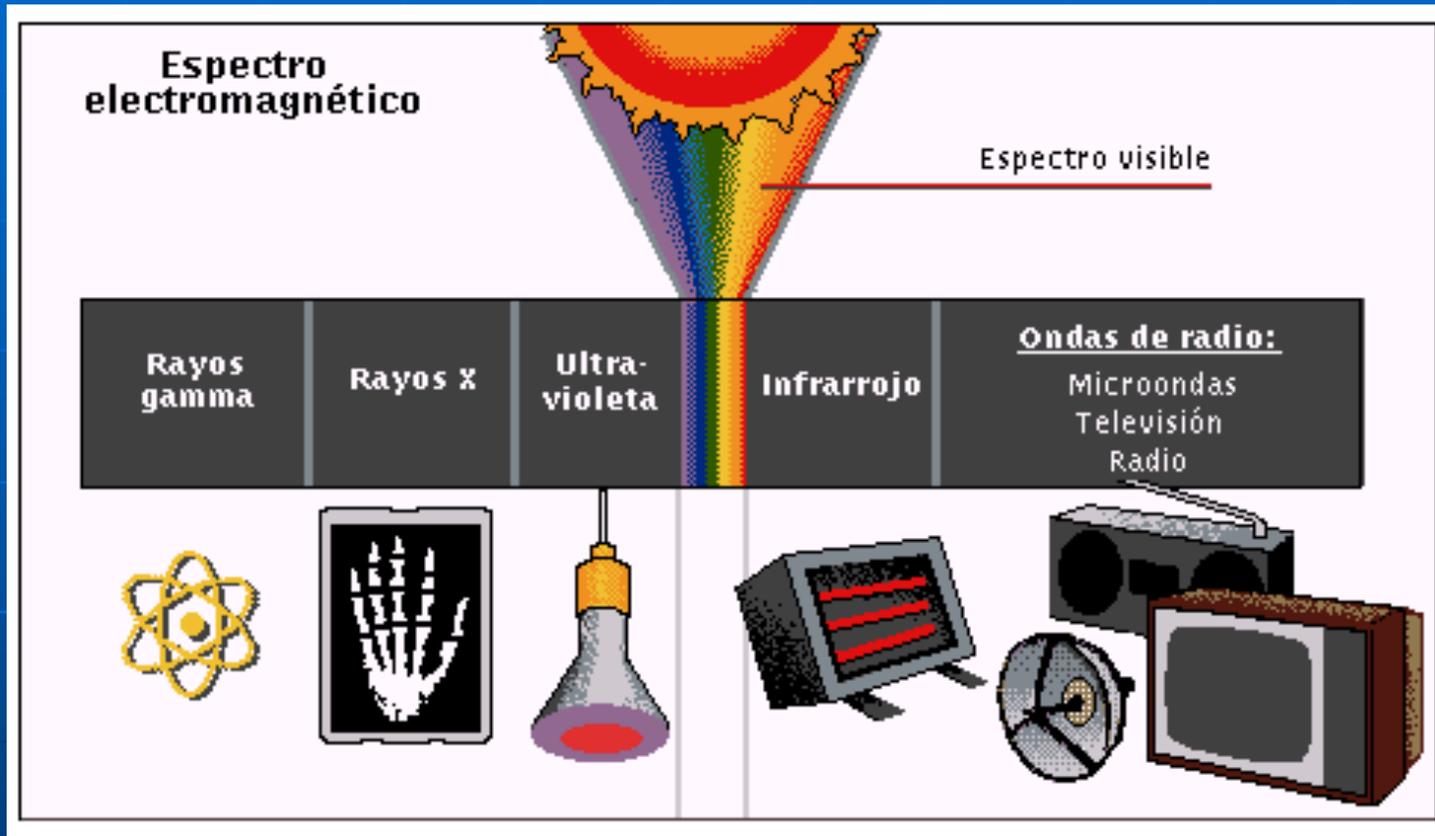
- Dado que la energía, en el caso de las oem, se propaga en forma de fotones, la mayor o menor intensidad se podrá referir al transporte de más o menos fotones o al transporte de fotones de mayor o de menor frecuencia.
- En un medio homogéneo, también para oem, se verifica la ley del inverso del cuadrado de la distancia: $I_1 / I_2 = r_2^2 / r_1^2$

ONDAS ELECTROMAGNETICAS

Clasificación de las oem

- De mayor a menor longitud de onda, λ (o de menor a mayor frecuencia, f): ondas de radiofrecuencia, microondas, infrarrojo, visible, ultravioleta, rayos X, radiación gamma.

Espectro de ondas electromagnéticas



RADIACIONES IONIZANTES

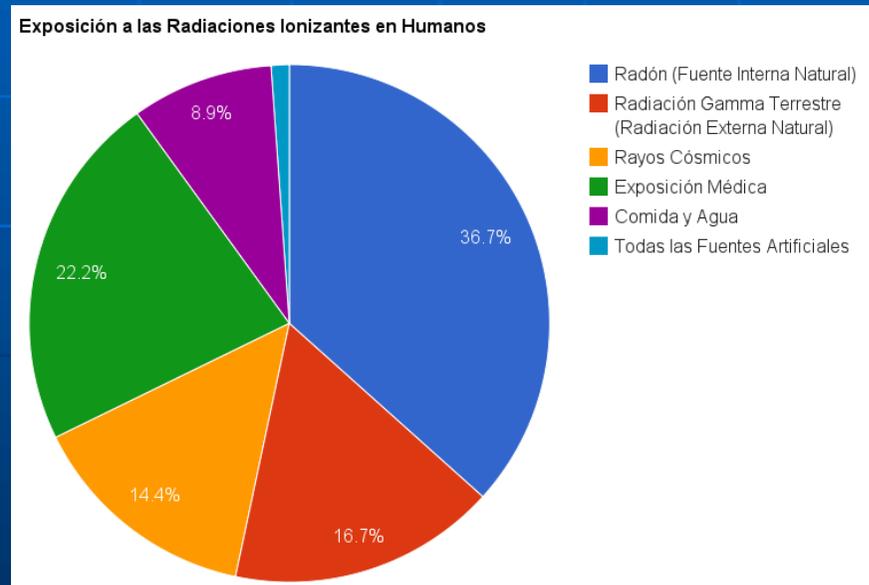
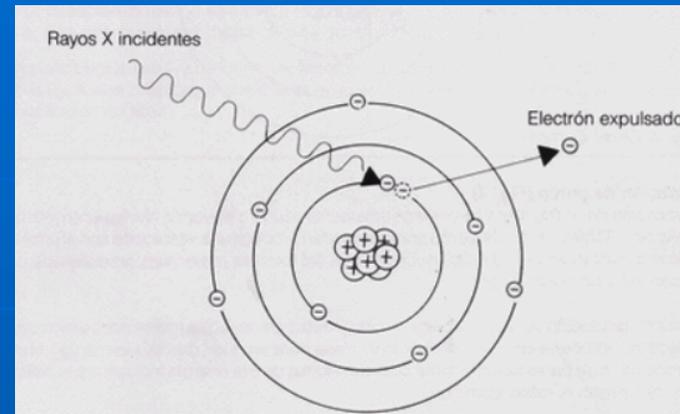
RADIACIONES NO IONIZANTES

Radiaciones ionizantes y no ionizantes

Se llaman radiaciones ionizantes (RI) aquellas que al interactuar con un blanco biológico pierden su energía produciendo ionizaciones en los átomos del material.

Son Radiaciones ionizantes los rayos X y la radiación gamma.

Las oem no ionizantes, al interactuar con la materia, pierden su energía haciendo vibrar las cargas eléctricas del material con el que interactúan. Pueden producir reacciones fotoquímicas y excitaciones moleculares



Radiaciones no ionizantes

Radiaciones ionizantes y no ionizantes

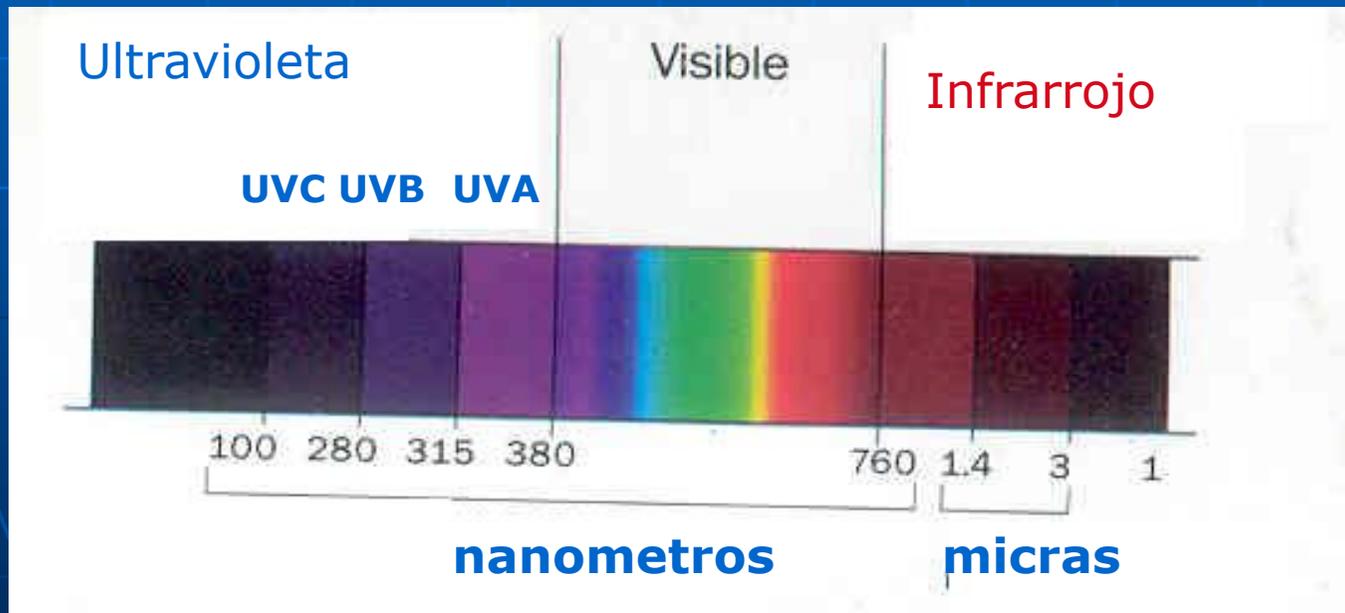
- Se llaman **radiaciones ionizantes (RI)** aquellas que al interactuar con los materiales biológicos pierden su energía produciendo ionizaciones en los átomos del material.
- Se clasifican como RI los rayos X y la radiación gamma.
- Las **oem no ionizantes**, al interactuar con la materia, pierden su energía haciendo vibrar las cargas eléctricas del material con el que interactúan. También a veces se producen reacciones fotoquímicas y excitaciones moleculares.
- En el caso de las RI la energía se pierde básicamente produciendo *ionizaciones y excitaciones* en los átomos del medio.

Riesgos de la Radiación ULTRAVIOLETA

(fuera de temario)

¿Qué es el UV?

Ondas electromagnéticas no ionizantes en el rango de longitudes de onda entre 400 nm [3 eV] (luz visible) y 100 nm [12 eV] (rayos X).



Fuentes de Radiación Ultravioleta

- El sol es la fuente más importante
- La materia por encima de 2700 K emite UV de forma significativa
- Existen multitud de fuentes artificiales, en aplicaciones industriales, domésticas, médicas, etc. Emiten UV:



Tubos fluorescentes

Arcos de soldadura

Láseres de UV

Aparatos de bronceado



Necesidad de UV

- No es posible suprimir la radiación UV. Es preciso tener en cuenta que un mínimo de UV es esencial para asegurar que se produce suficiente vitamina D3 durante la infancia y juventud.



¿Qué es el UV?

El espectro UV se subdivide (de forma arbitraria y dependiendo de los autores) en:

UVA – 400-315 nm

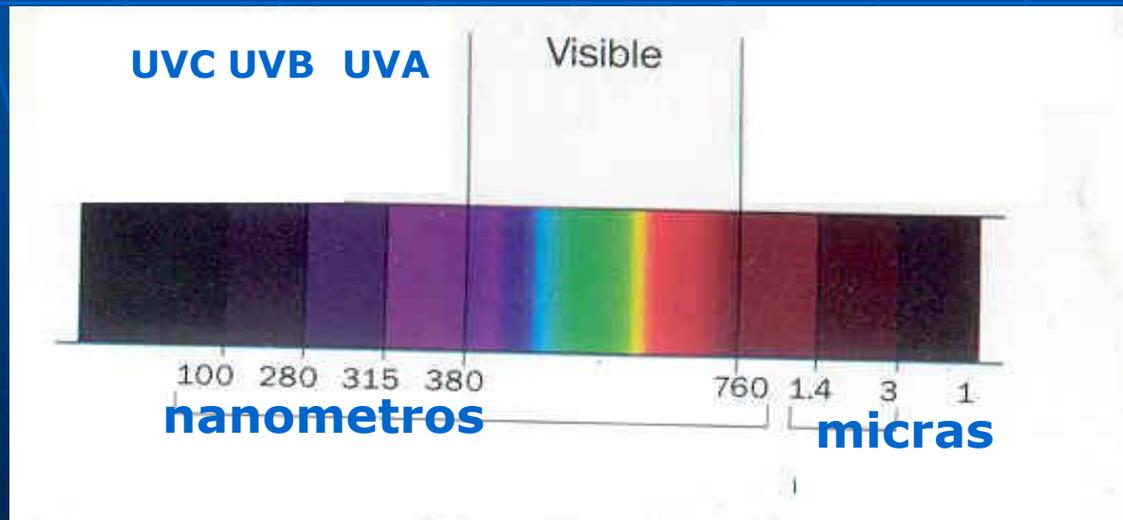
Se puede inducir fluorescencia de muchas sustancias

UVB – 315-280 nm

El rango más activo desde el punto de vista biológico. Absorción en ácidos nucleicos y en proteínas.

UVC – 280-100 nm

Por debajo de 180 nm la absorción en aire es muy importante por lo que excepto para fuentes muy intensas (láser) el efecto biológico es despreciable.

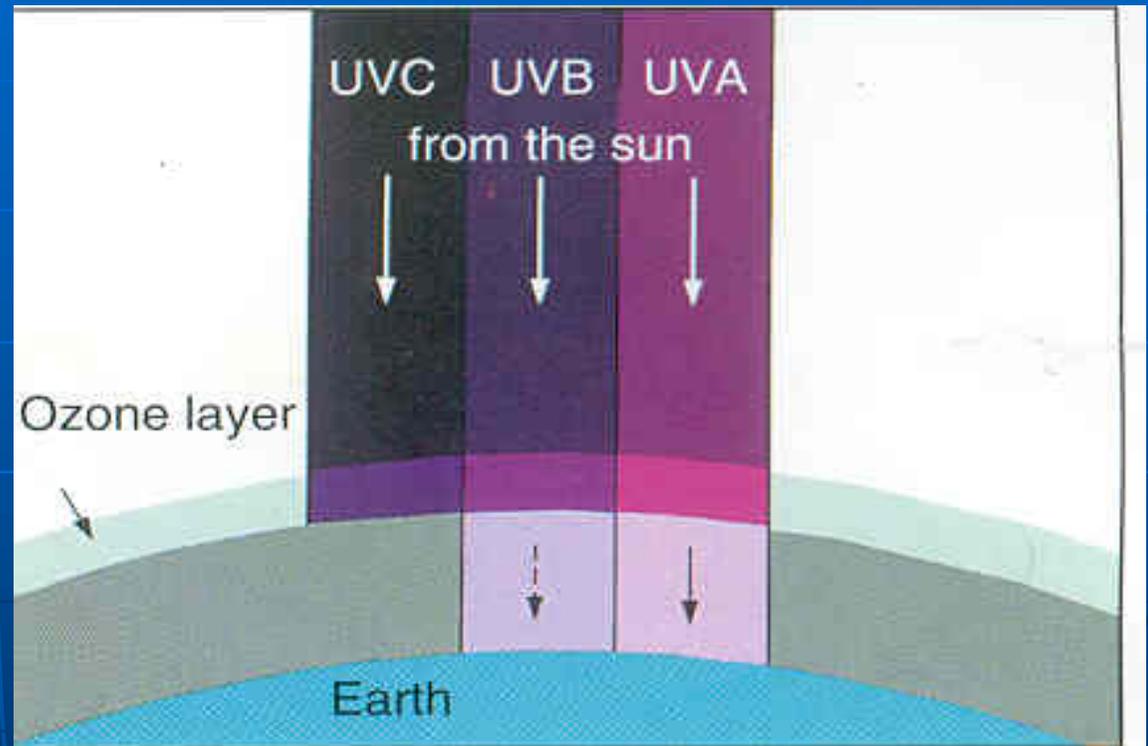


Efectos biológicos

Fotosensibilización química en el rango UVA

Cambios en la repuesta inmunológica en el rango UVB

Por debajo de 290 nm no llega radiación UV a la tierra

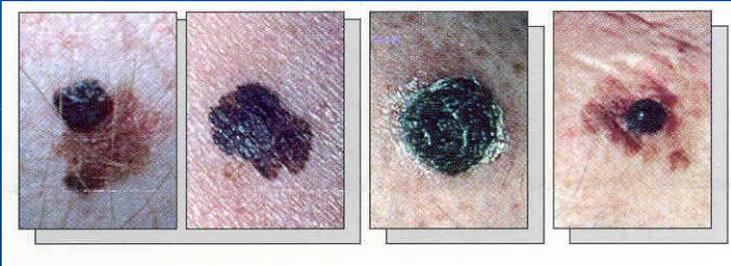


Efectos tardíos de la radiación UV

Estocásticos

(con probabilidad de aparición)

Piel: Melanoma maligno

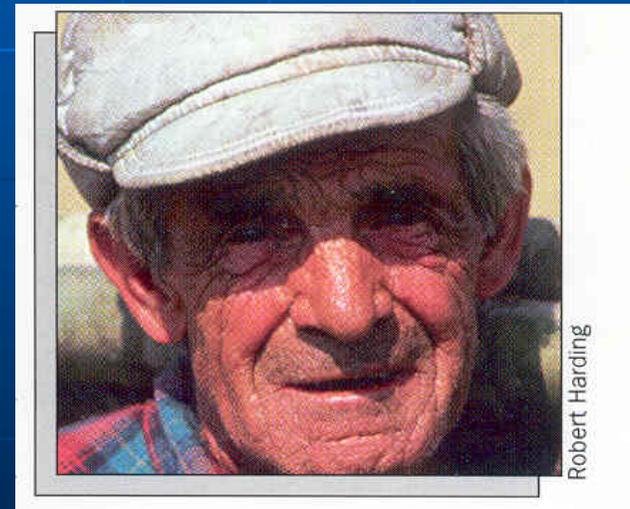


Deterministas

(con umbral)

Piel: Envejecimiento prematuro

Ojo: Cataratas



Efectos agudos de la radiación UV

Deterministas

(con umbral)

Piel:

Ennegrecimiento de la pigmentación por oxidación de la melanina preexistente (360 nm).

Eritema producido por vasodilatación. 200 J/m² en el rango de 250-300 nm

Aumento de la pigmentación (aspecto similar al eritema)

Cambios en el crecimiento celular (260-290 nm)

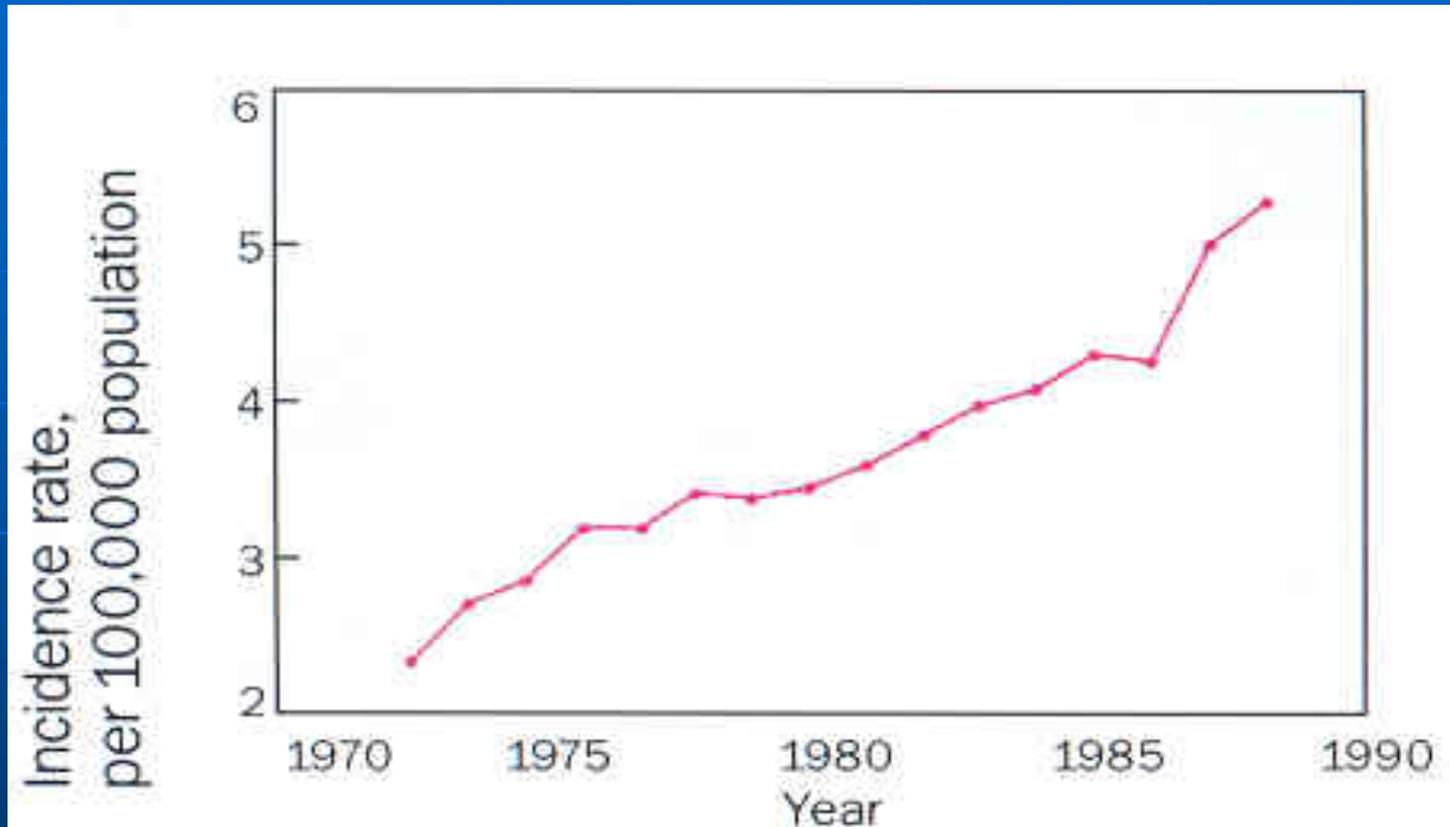
Ojo:

Fotoqueratitis/ Conjuntivitis. 50 J/m² a 270 nm

Opacidad en cristalino. 1500 J/m² a 300 nm

Ultravioleta

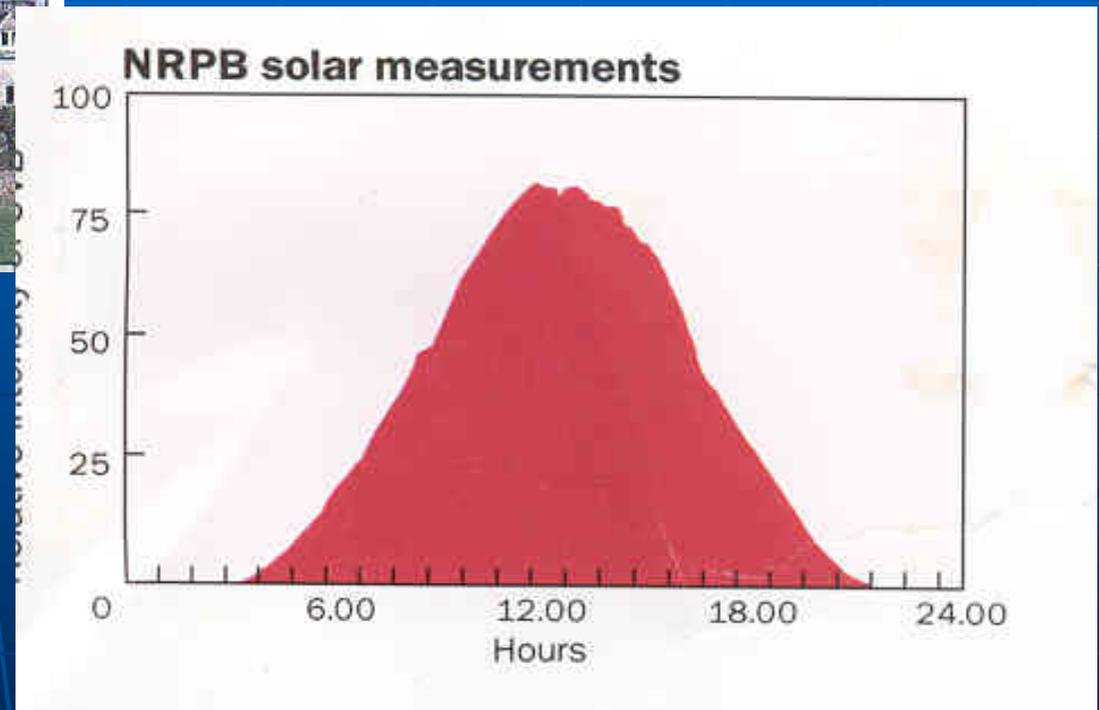
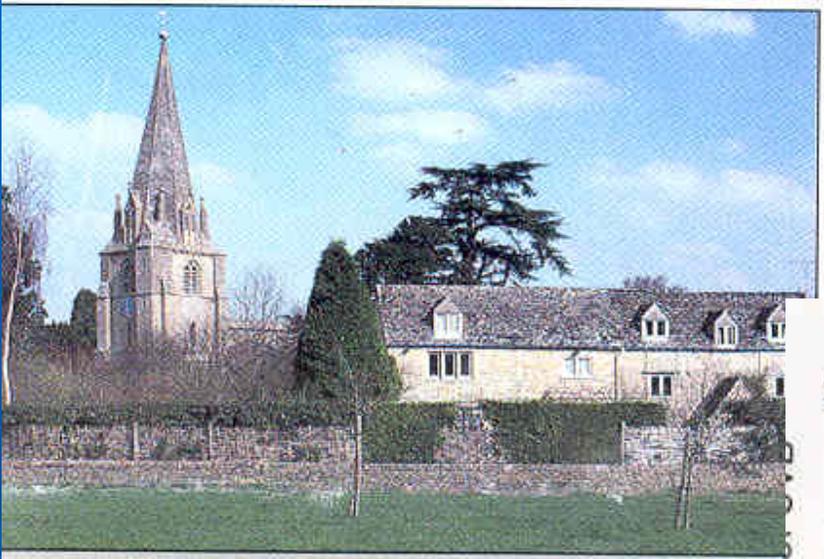
Incidencia de cáncer de piel en el Reino Unido



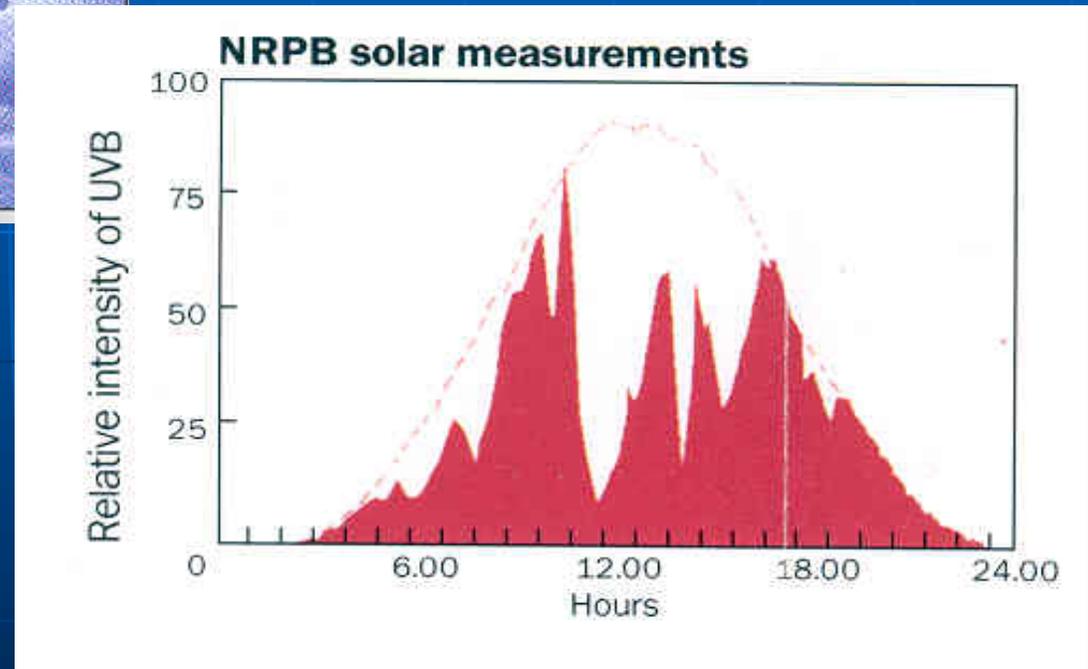
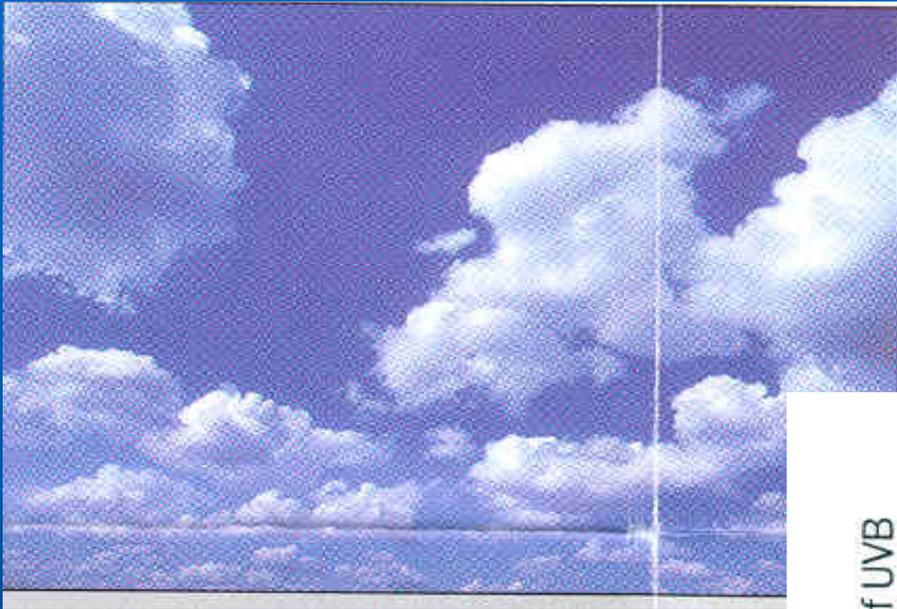
Los factores genéticos y personales influyen en el riesgo



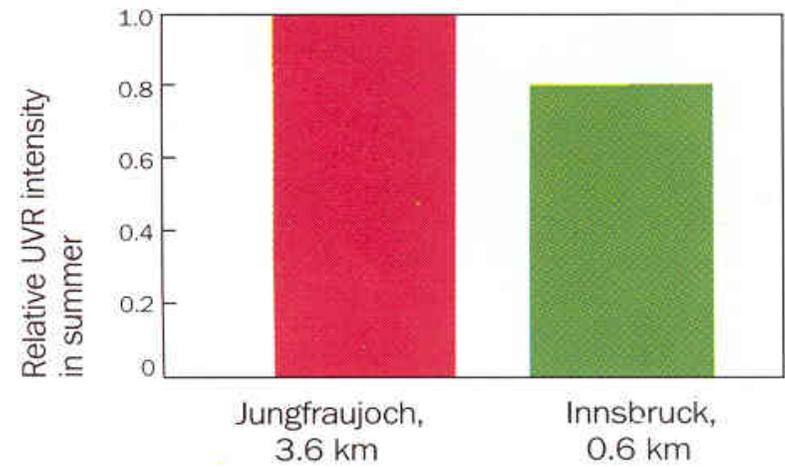
La intensidad de UV solar depende de la hora del día...



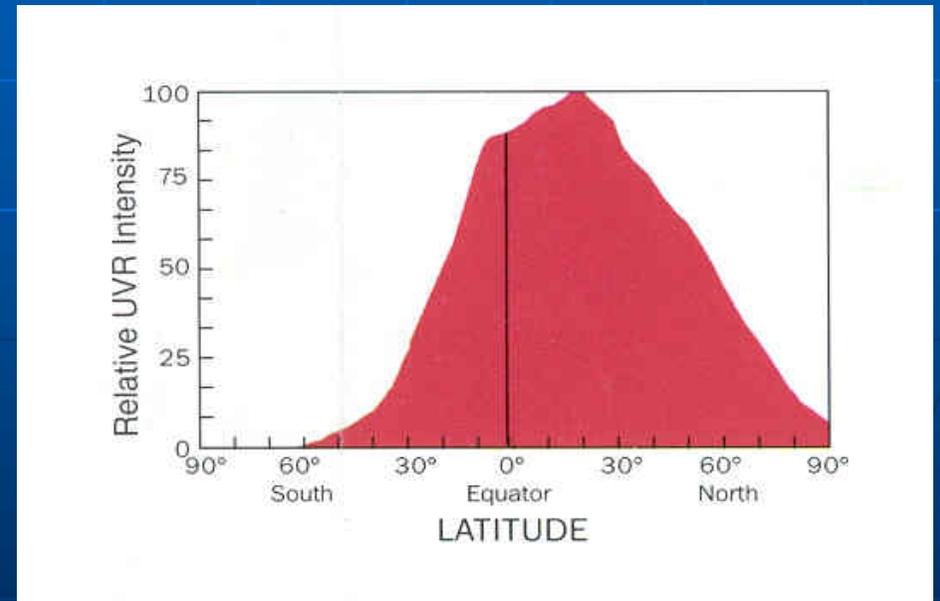
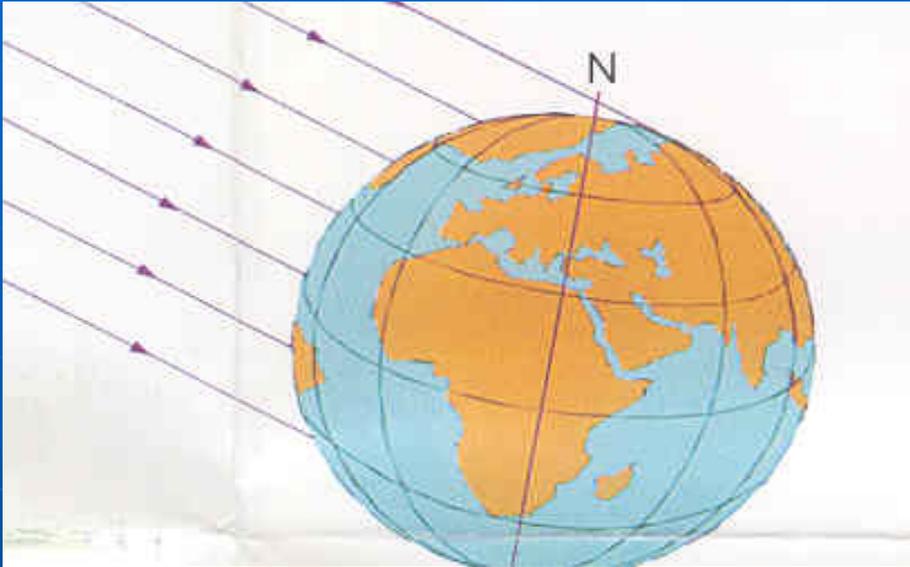
... y de las condiciones atmosféricas,



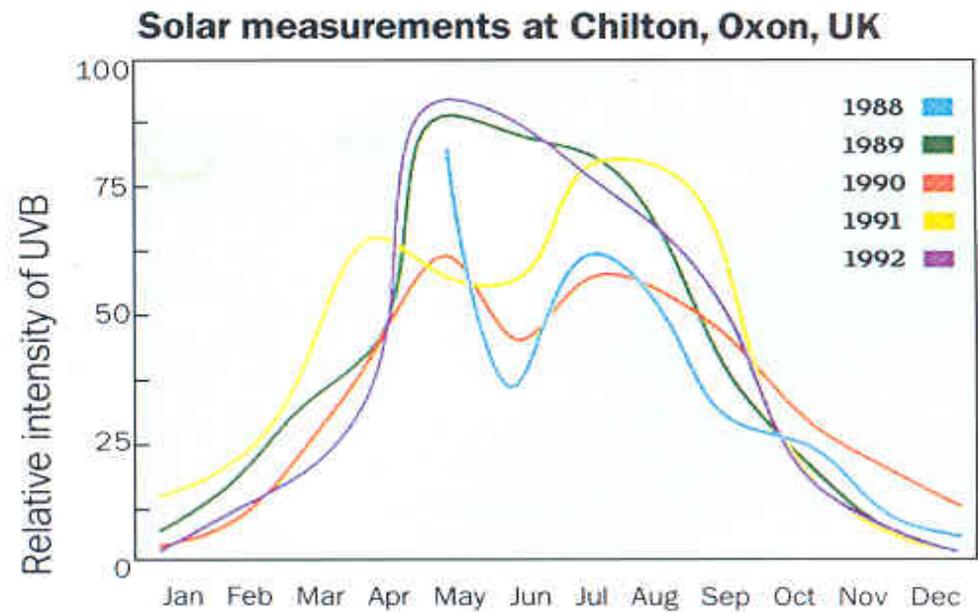
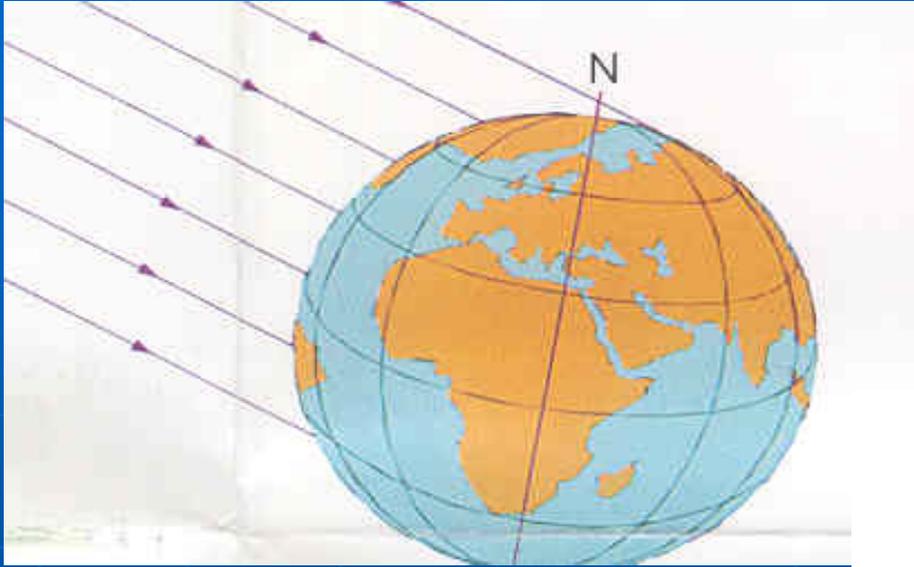
de la altitud,



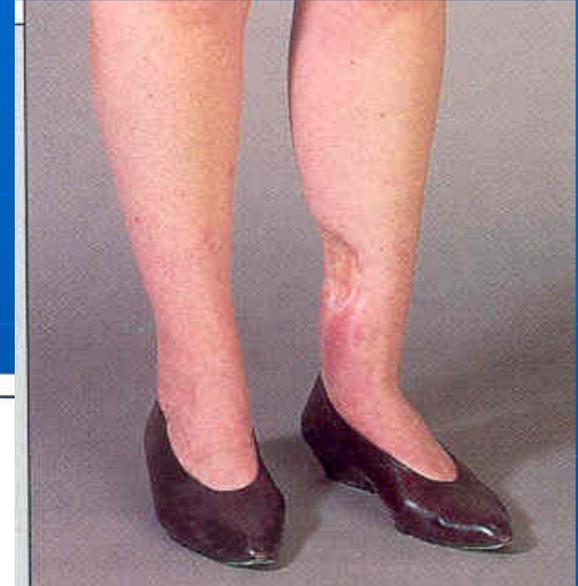
de la latitud,



de la estación del año,



y, por supuesto, de la prevención.



Exposure during
100 minutes sunbathing



An SPF of 15 reduces
this to 1/15th



SUN PROTECTION FACTOR, SPF

¿Qué pasa con los aparatos de bronceado por UVA?

