

Astrofísica

Estudia las propiedades físicas y los fenómenos que ocurren en:

- estrellas
- grupos de estrellas (binarios → CG)
- galaxias y grupos
- MI

Estructura interna y atmósferas:

- estrellas
- planetas

Astrofísica

Estudia las propiedades físicas y los fenómenos que ocurren en:

- estrellas
- grupos de estrellas (binarios → CG)
- galaxias y grupos
- MI

Estructura interna y atmósferas:

- estrellas
- planetas

Información → radiación electromagnética (REM)

Estudio de la REM

- Fotometría:
determina la energía (luz) recibida → flujo (mag.)
- Espectroscopía:
descompone la radiación recibida → espectro

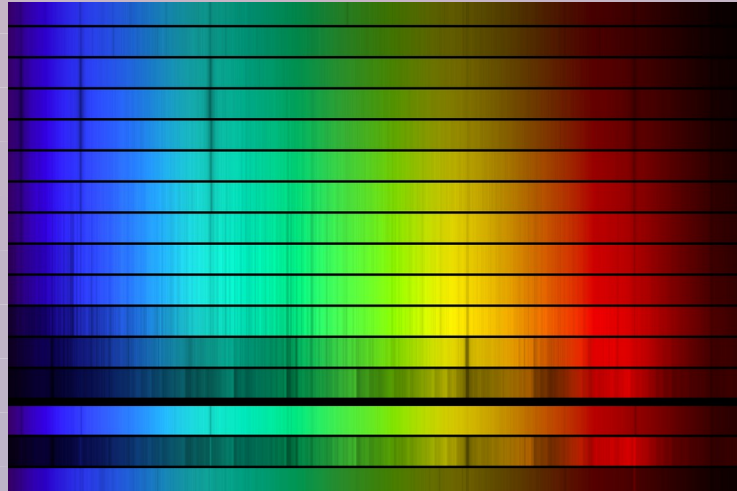
Estudio de la REM

- Fotometría:
determina la cantidad de energía (luz) recibida →
flujo (magnitud)



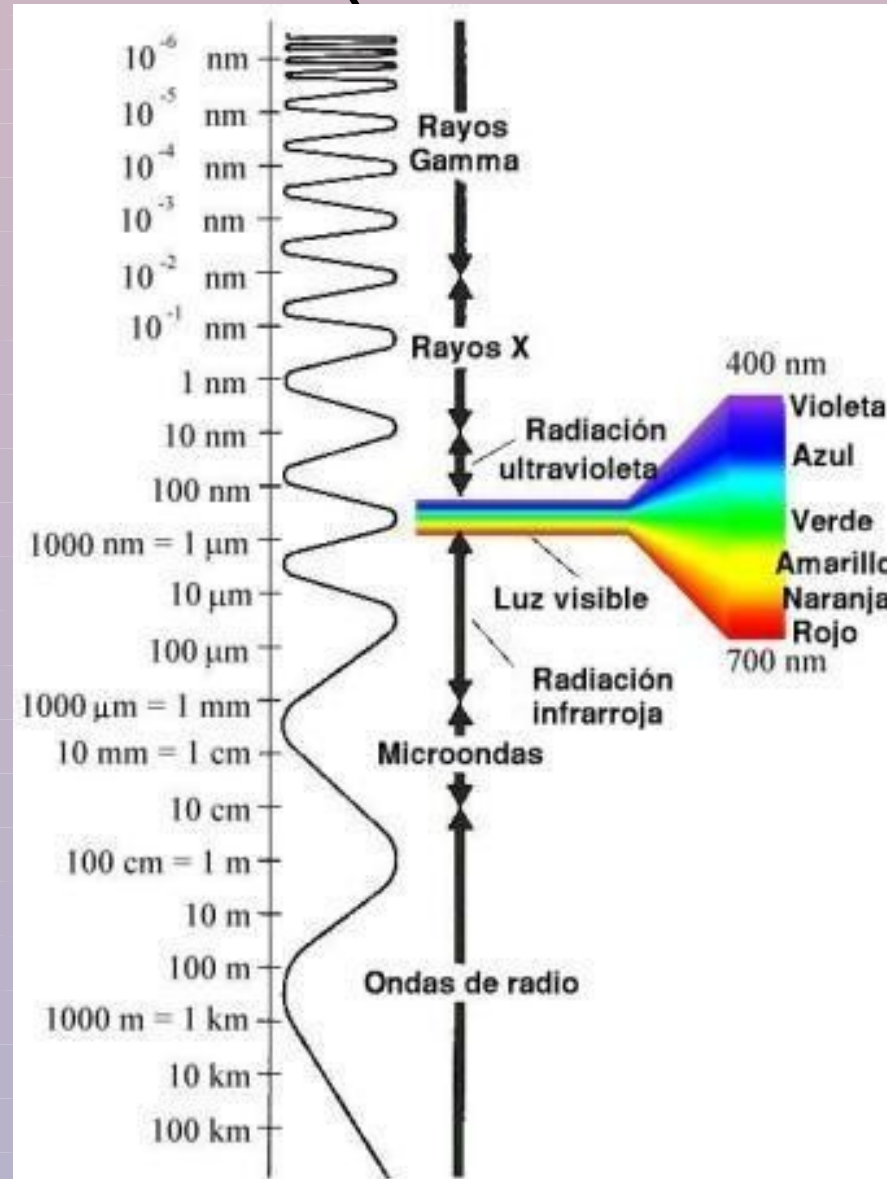
Estudio de la REM

- Espectroscopía:
descompone la radiación recibida → espectro



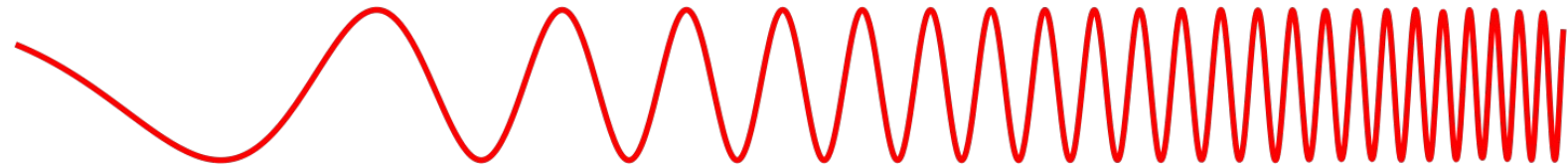
Espectro electromagnético

¿Qué es? Conjunto de la REM de todas las longitudes de onda (distribución energética)



Espectro electromagnético

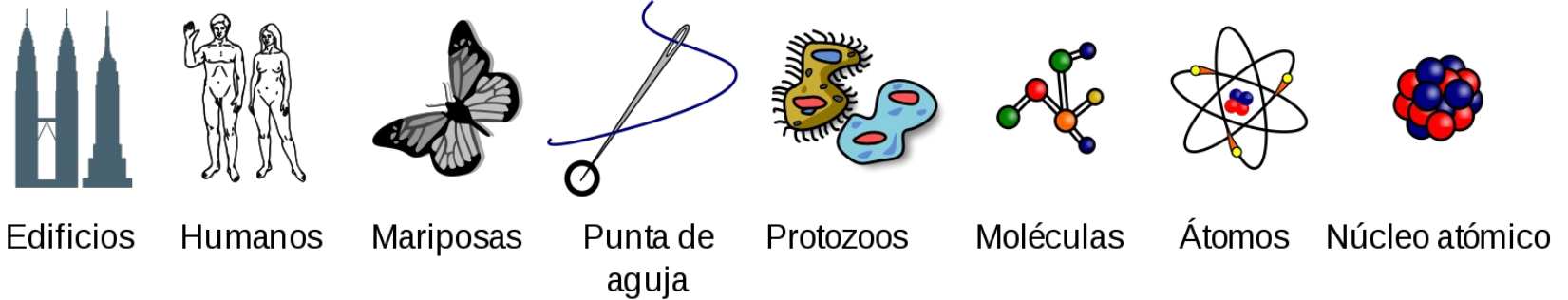
¿Penetra la atmósfera terrestre?



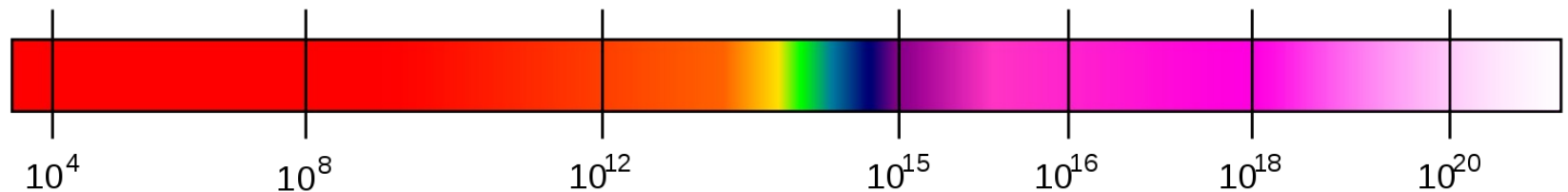
Tipo de radiación
Longitud de onda (m)

Radio	Microondas	Infrarrojo	Visible	Ultravioleta	Rayos X	Rayos gamma
10^3	10^{-2}	10^{-5}	$0,5 \times 10^{-6}$	10^{-8}	10^{-10}	10^{-12}

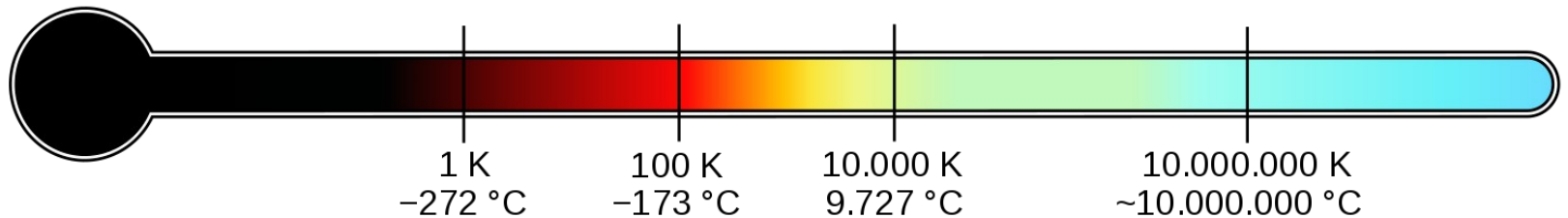
Escala aproximada de la longitud de onda



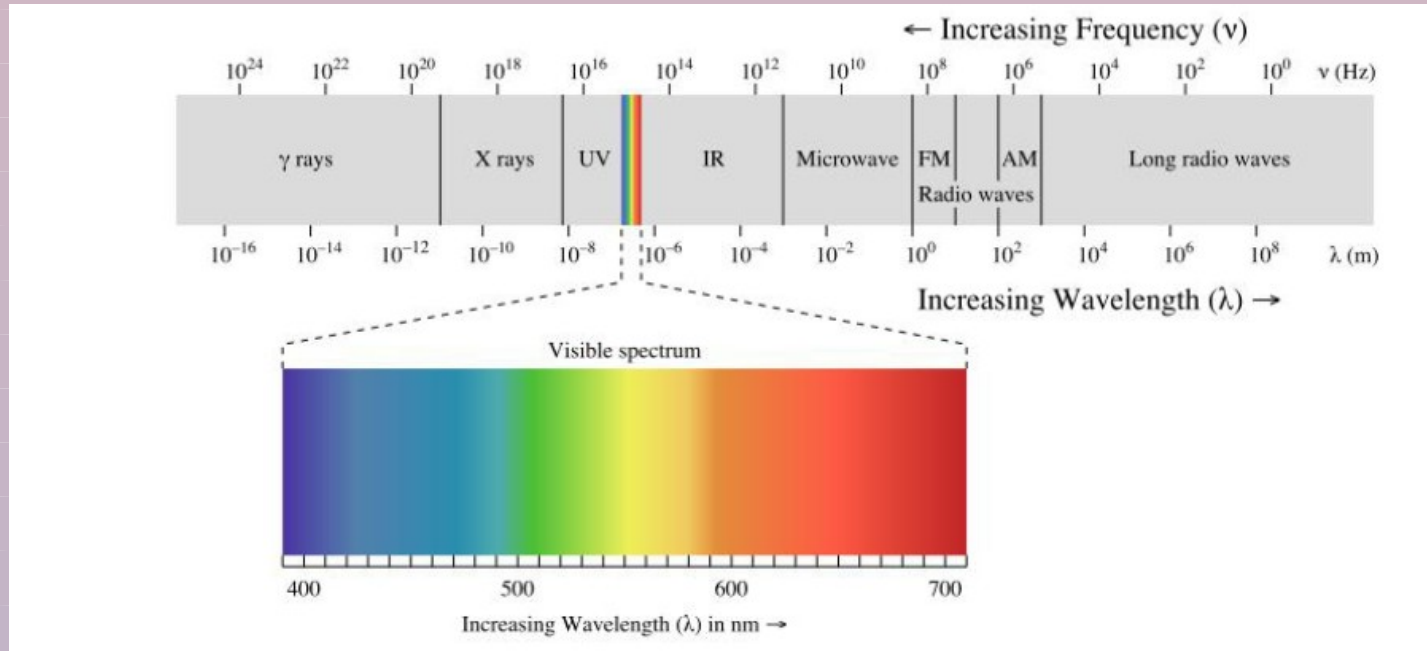
Frecuencia (Hz)



Temperatura de los objetos en los cuales la radiación con esta longitud de onda es la más intensa

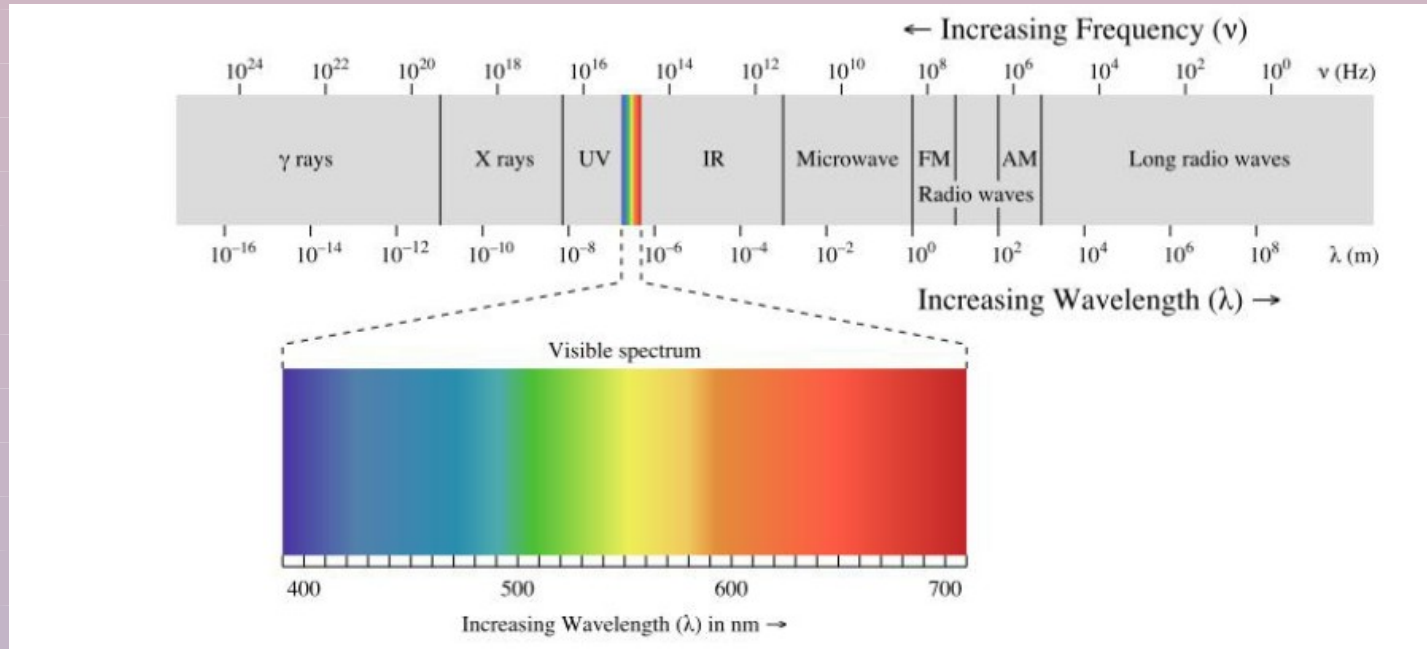


¿Energía (fotón)?



$$E = h \nu$$

Energía (fotón)



$$E = h \nu$$

$$\lambda = c/\nu$$

$$c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$$

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

Rango en longitud de onda





Vía Láctea • Rayos Gamma
Fermi/NASA

This panel shows the Milky Way in gamma-ray emission. The galaxy appears as a bright, horizontal band of light blue and white against a dark blue background, with several distinct, bright point sources visible along the band.



Vía Láctea • Rayos-X
ROSAT All Sky Survey

This panel shows the Milky Way in X-ray emission. The galaxy is depicted as a greenish-yellow band with numerous bright, point-like sources scattered throughout, set against a dark green background.



Vía Láctea • Luz Visible
DSS2/Wikisky

This panel shows the Milky Way in visible light. The galaxy is a dark, horizontal band of brown and black, with bright, point-like stars and some diffuse, glowing regions, set against a dark background.



Vía Láctea • Infrarrojo
IRAS/NASA

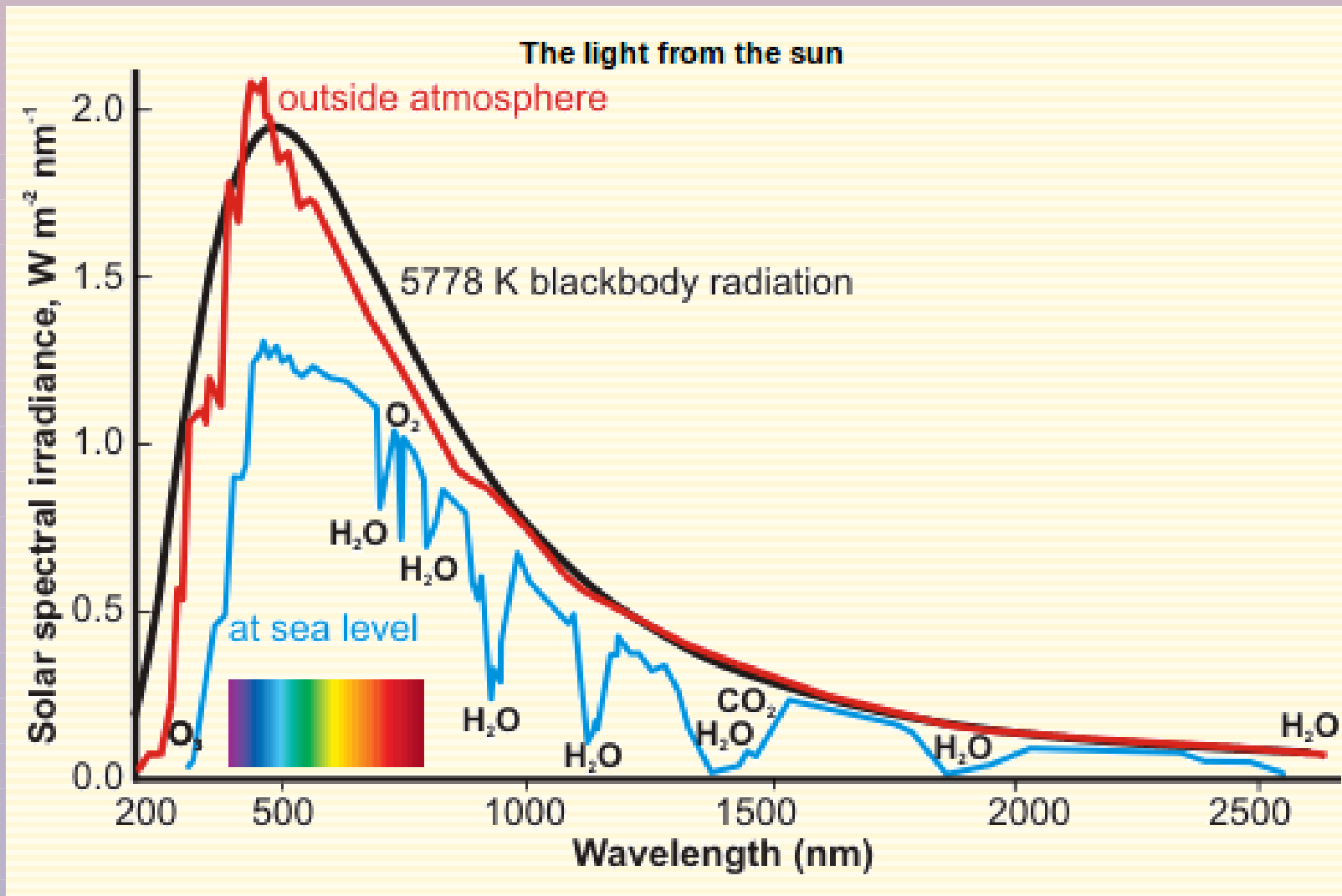
This panel shows the Milky Way in infrared emission. The galaxy is a bright, horizontal band of orange and red, with a very bright, central region, set against a dark orange background.

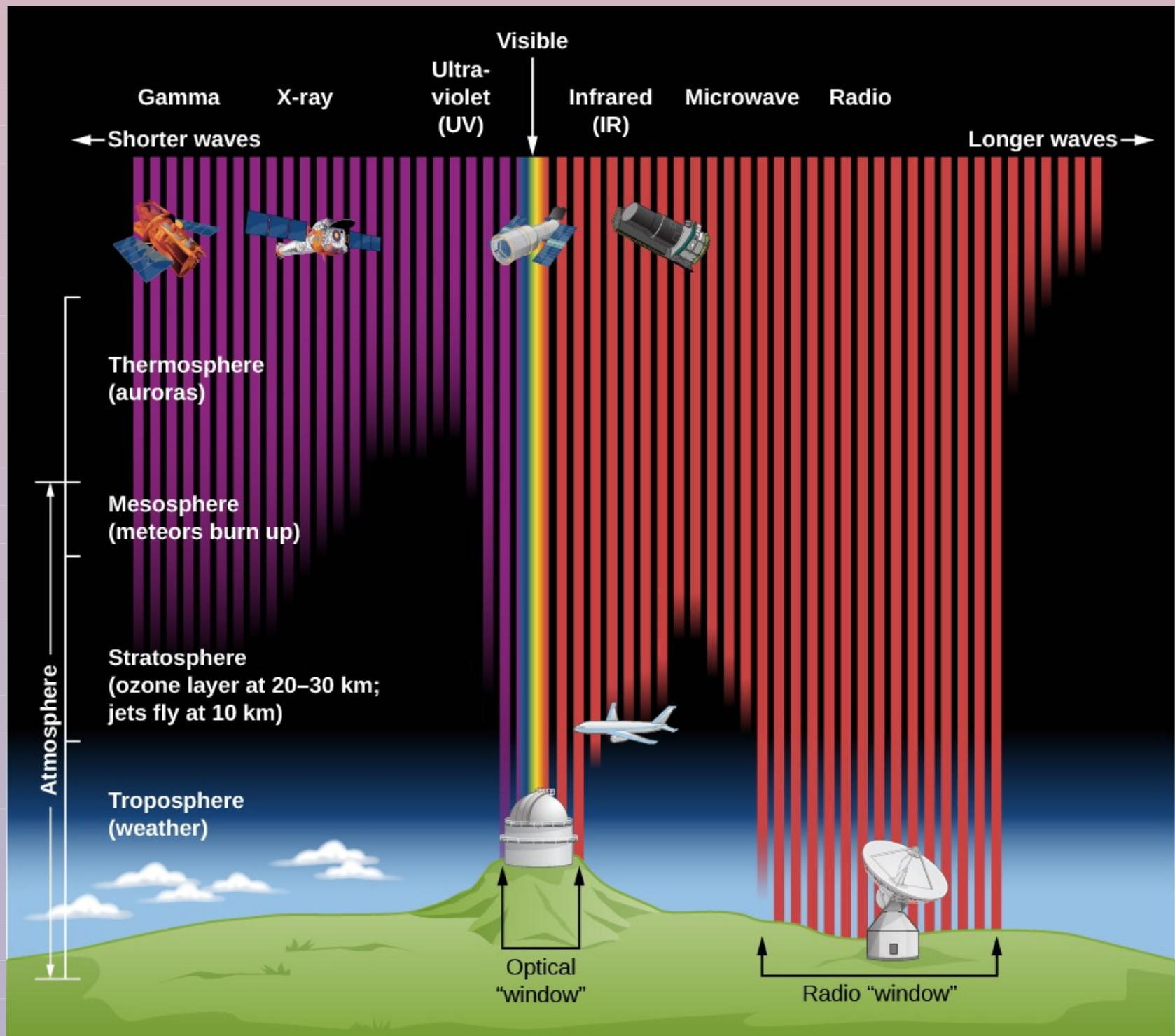


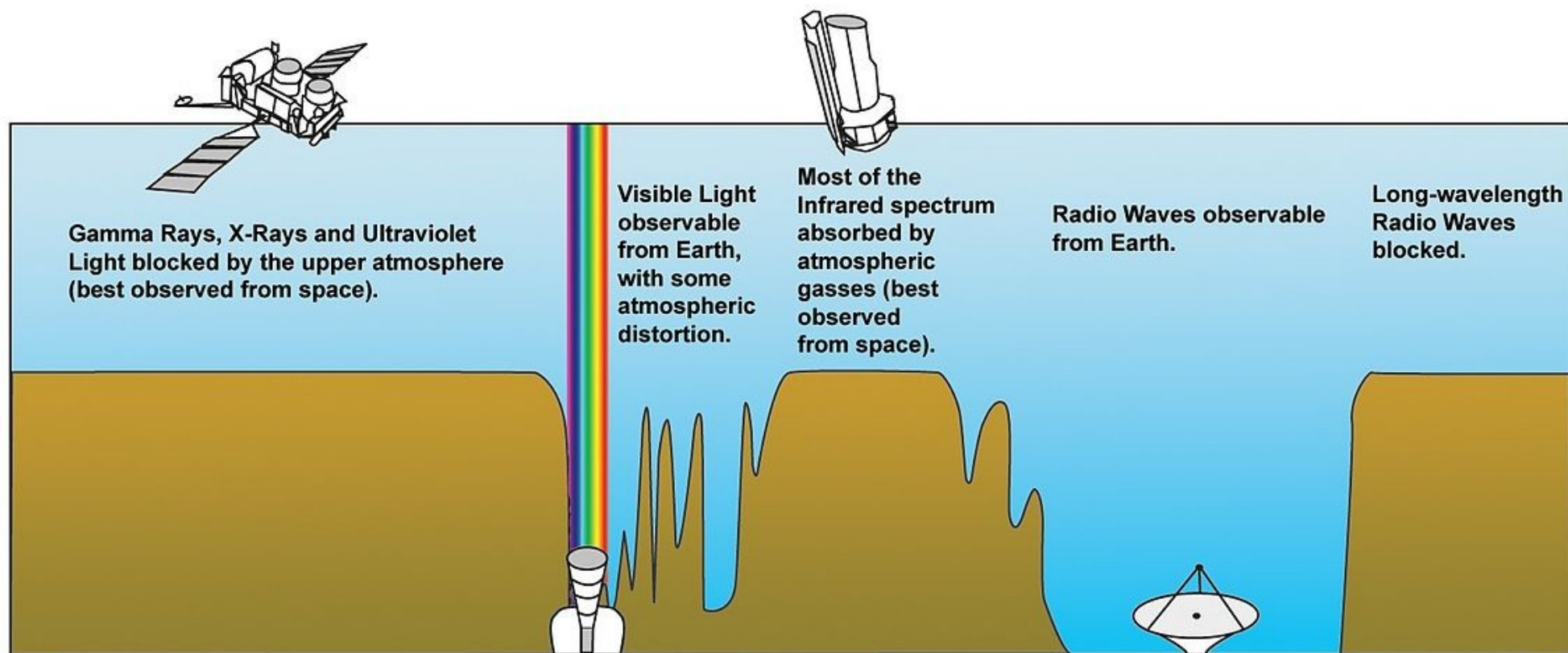
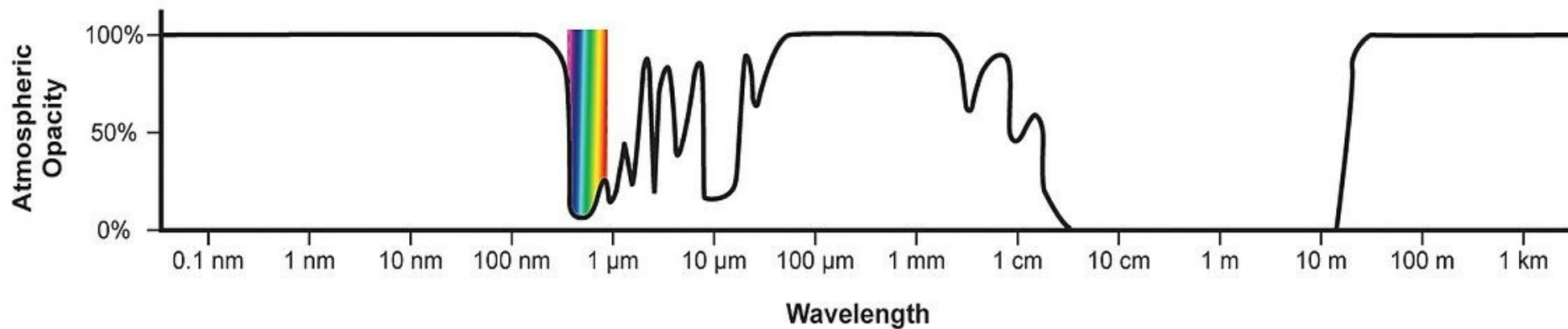
Vía Láctea • Radio
Haslam et al

This panel shows the Milky Way in radio emission. The galaxy is a bright, horizontal band of magenta and purple, with a very bright, central region, set against a dark purple background.

Absorción atmosférica

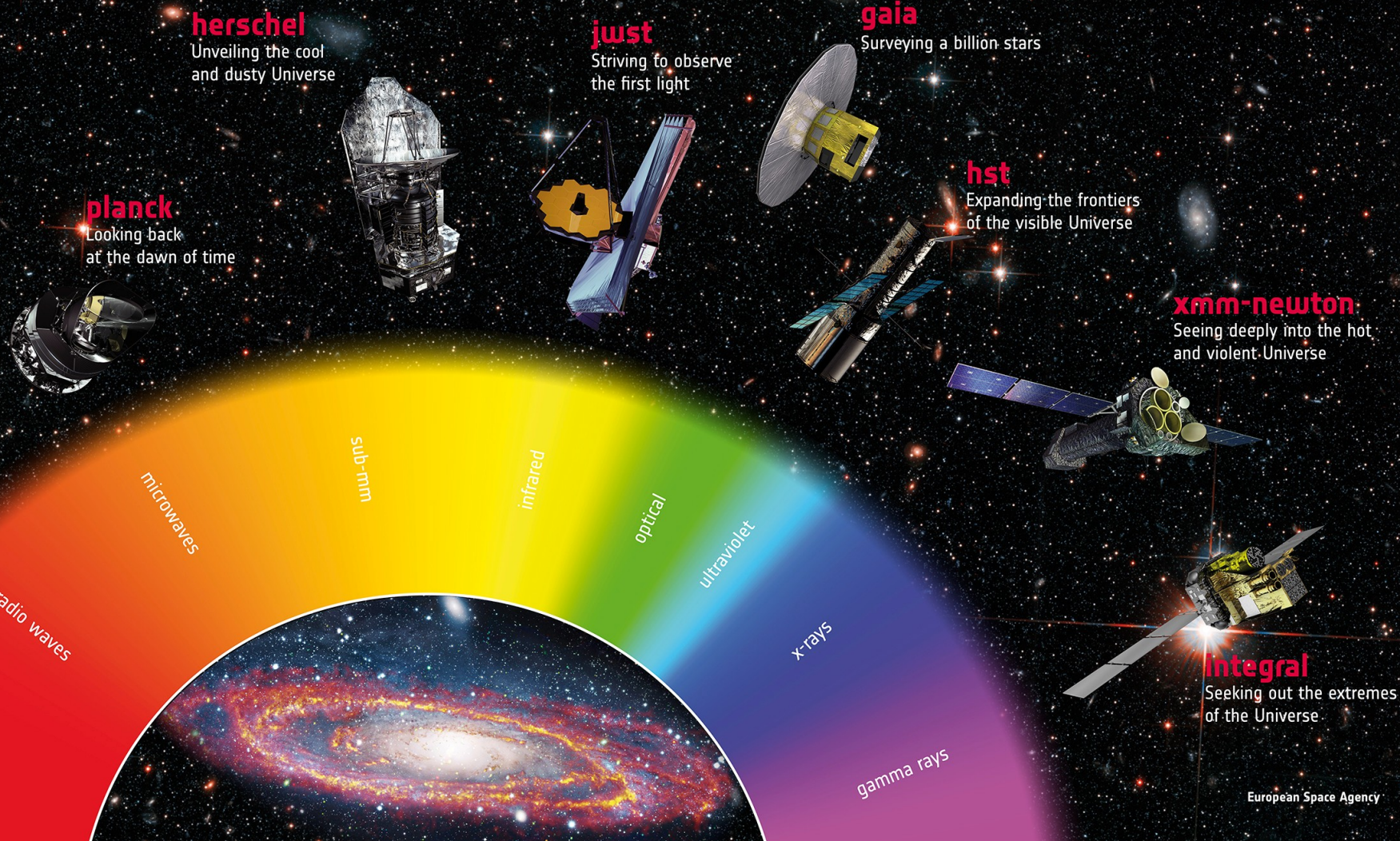






→ ESA'S FLEET ACROSS THE SPECTRUM

Thanks to cutting edge technology, astronomy is today unveiling a new universe around us. With ESA's fleet of spacecraft, science can explore the full spectrum of light, see into the hidden infrared universe, visit the untamed and violent universe, chart our galaxy and even look back at the dawn of time.



→ ESA'S FLEET ACROSS THE SPECTRUM

Thanks to cutting edge technology, astronomy is today unveiling a new universe around us. With ESA's fleet of spacecraft, science can explore the full spectrum of light, see into the hidden infrared universe, visit the untamed and violent universe, chart our galaxy and even look back at the dawn of time.

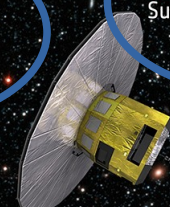
herschel
Unveiling the cool
and dusty Universe



jwst
Striving to observe
the first light



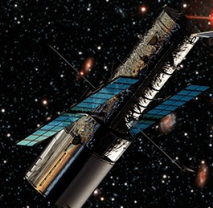
gaia
Surveying a billion stars



planck
Looking back
at the dawn of time



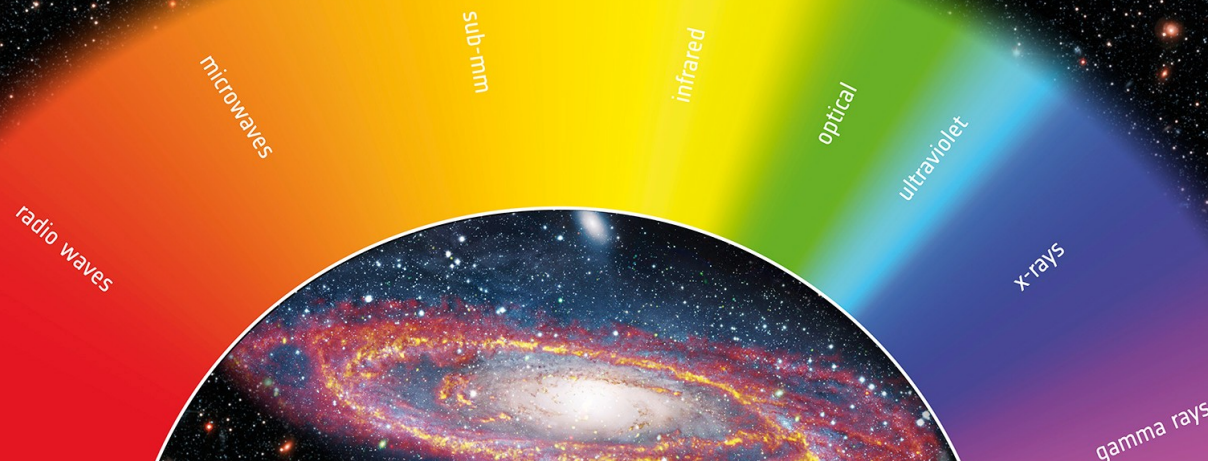
hst
Expanding the frontiers
of the visible Universe



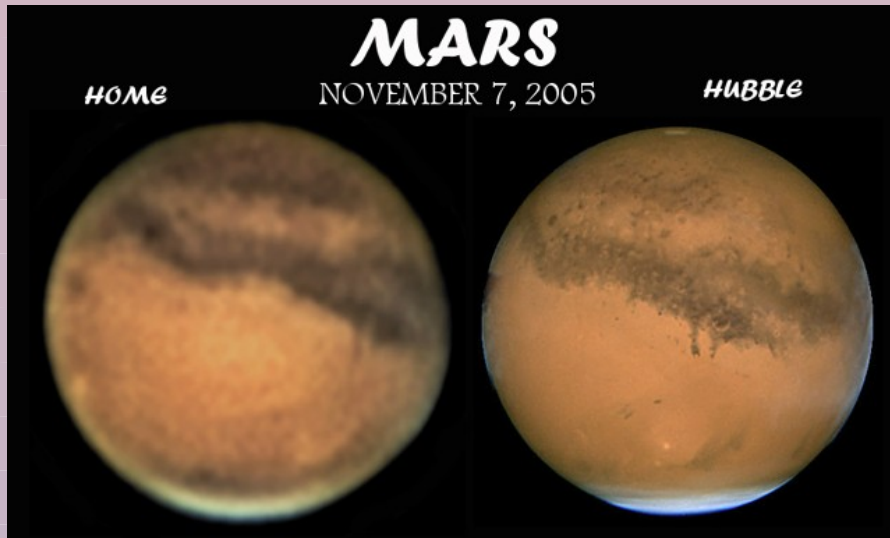
xmm-newton
Seeing deeply into the hot
and violent Universe



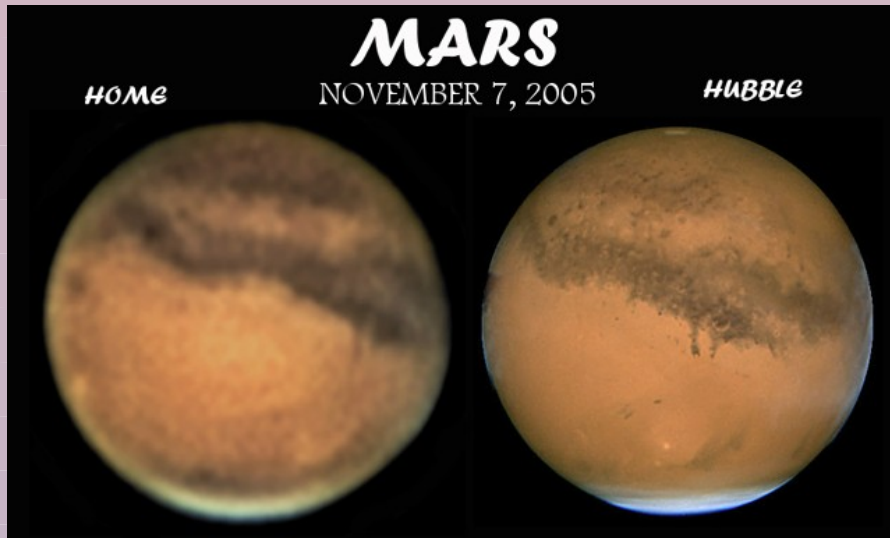
integral
Seeking out the extremes
of the Universe



Absorción (extinción) atmosférica



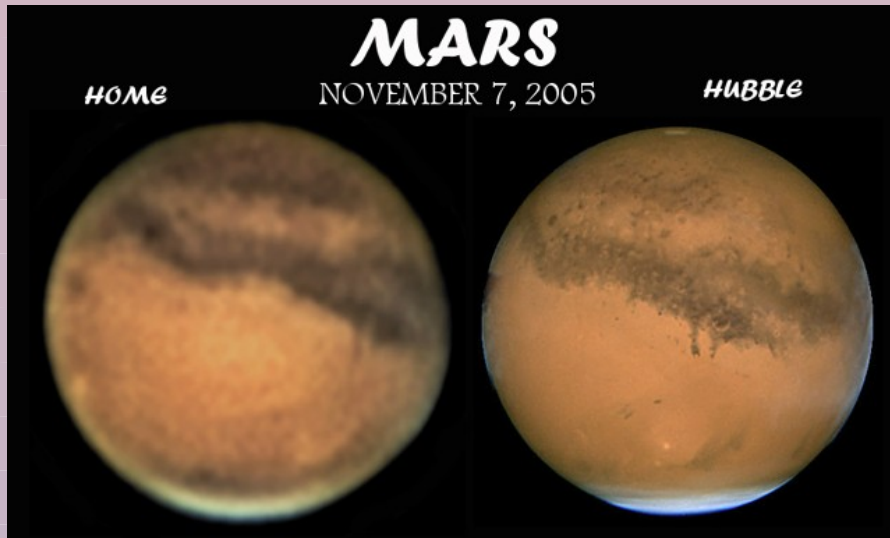
Absorción (extinción) atmosférica



Sitios privilegiados en la Tierra



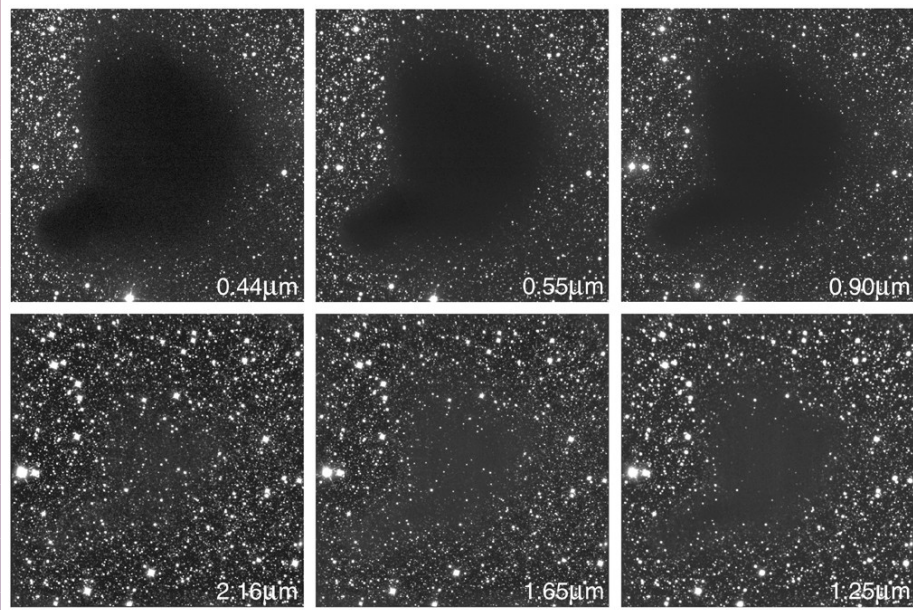
Absorción (extinción) atmosférica



Sitios privilegiados en la Tierra



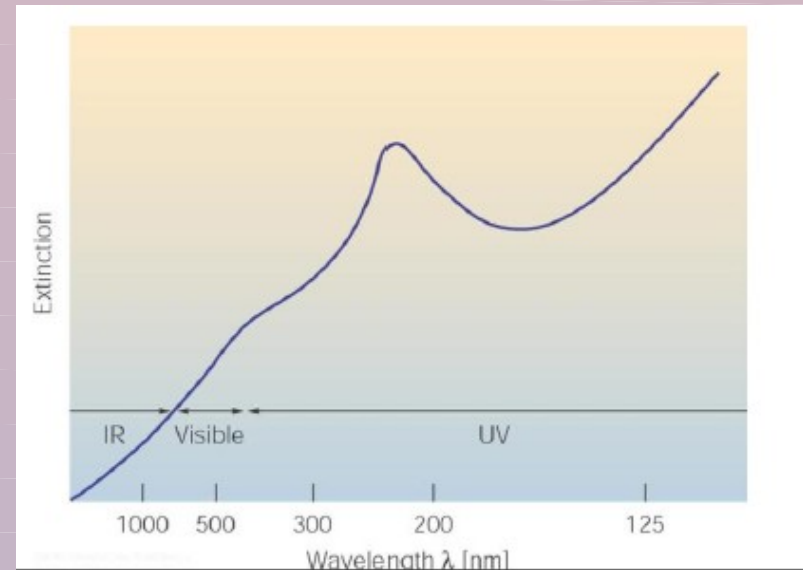
¡OJO! Absorción (extinción) interestelar



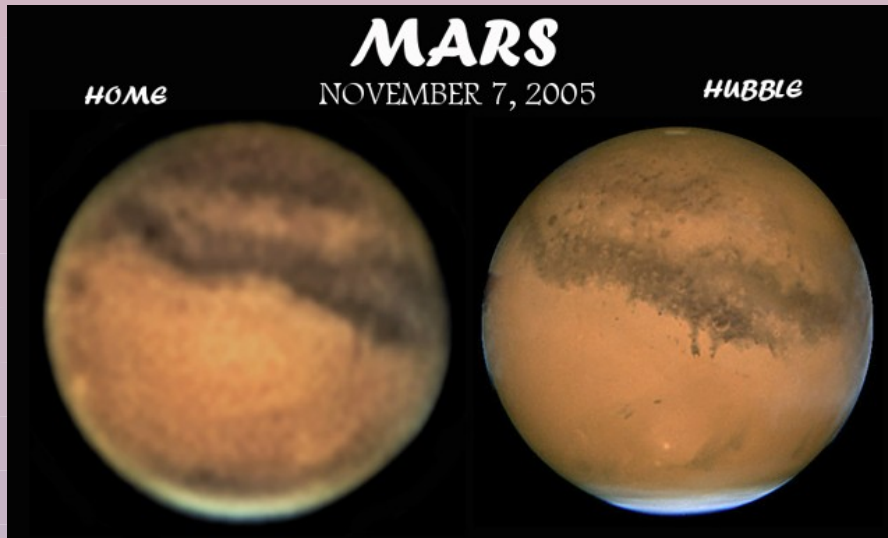
The Dark Cloud B68 at Different Wavelengths (NTT + SOFI)

ESO PR Photo 29b/99 (2 July 1999)

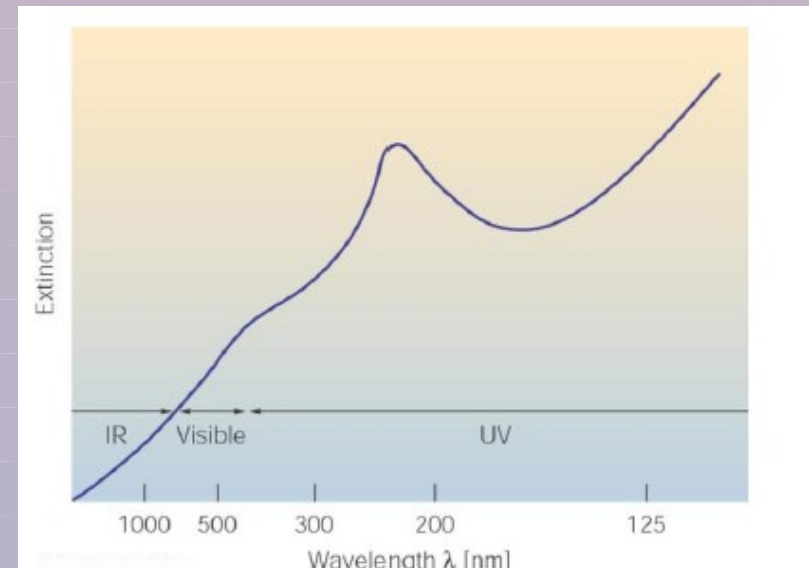
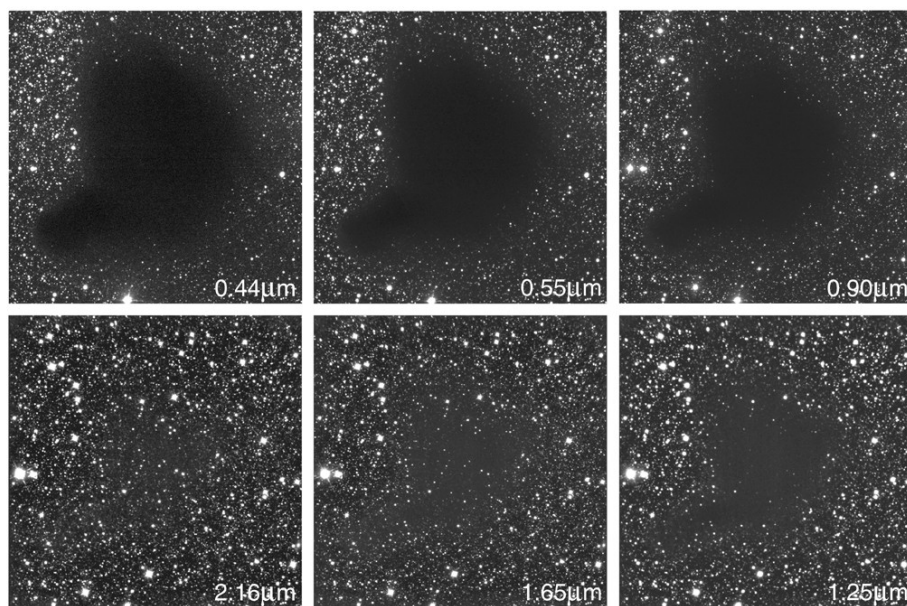
© European Southern Observatory



Absorción/extinción atmosférica



Absorción/extinción¹ interestelar



Repaso ...

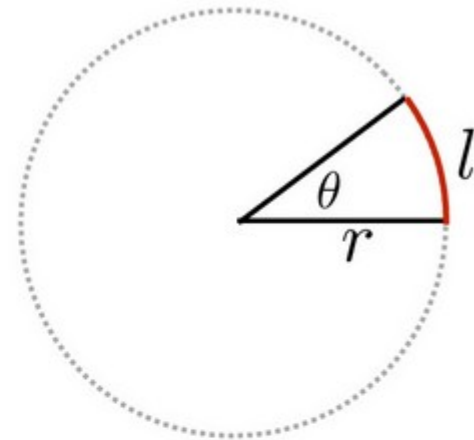
Angles and Solid Angles

Repaso ...

Angles and Solid Angles

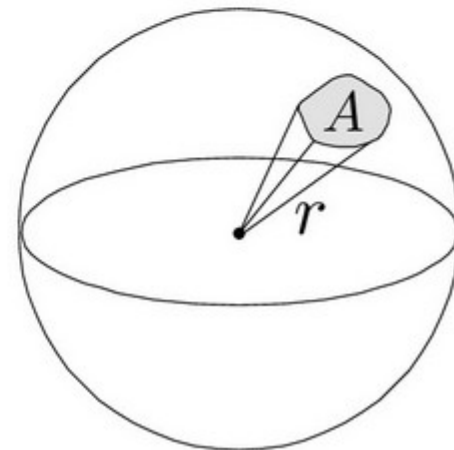
Angle: ratio of subtended arc length on circle to radius

- $\theta = \frac{l}{r}$
- Circle has 2π **radians**



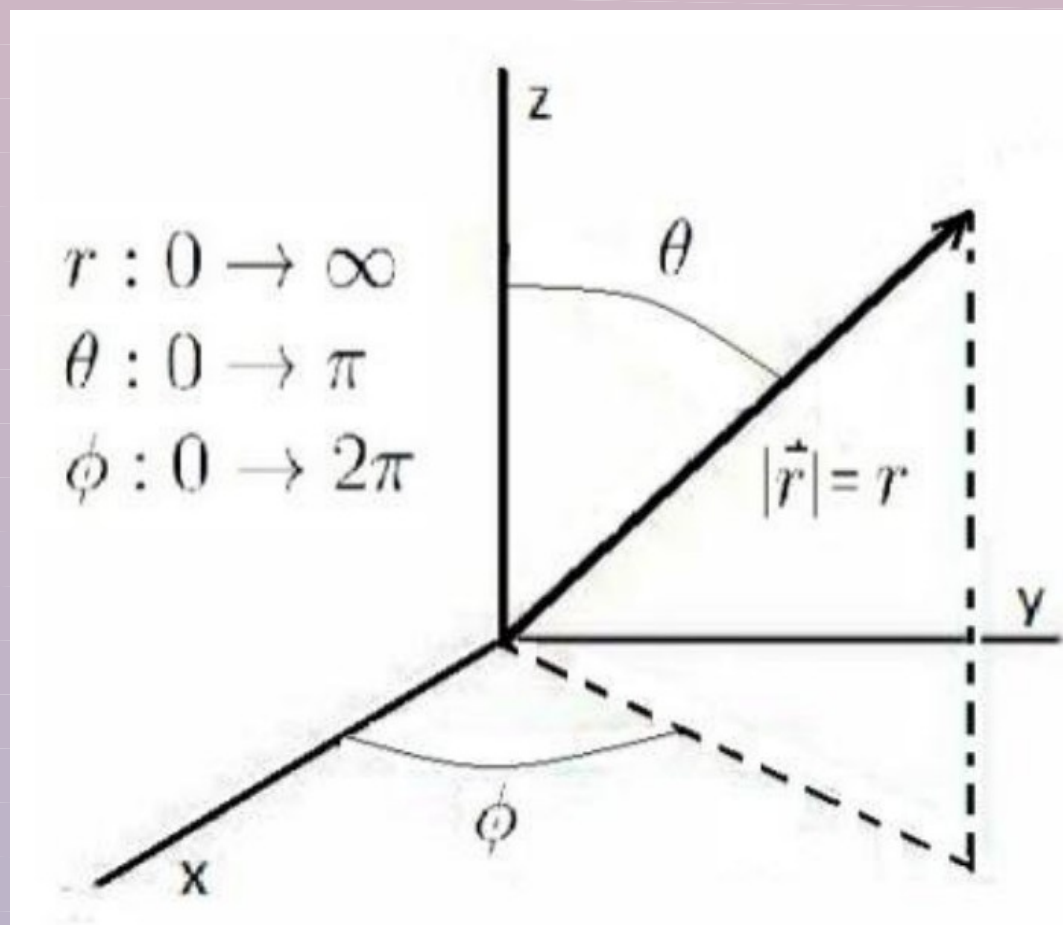
Solid angle: ratio of subtended area on sphere to radius squared

- $\Omega = \frac{A}{r^2}$
- Sphere has 4π **steradians**



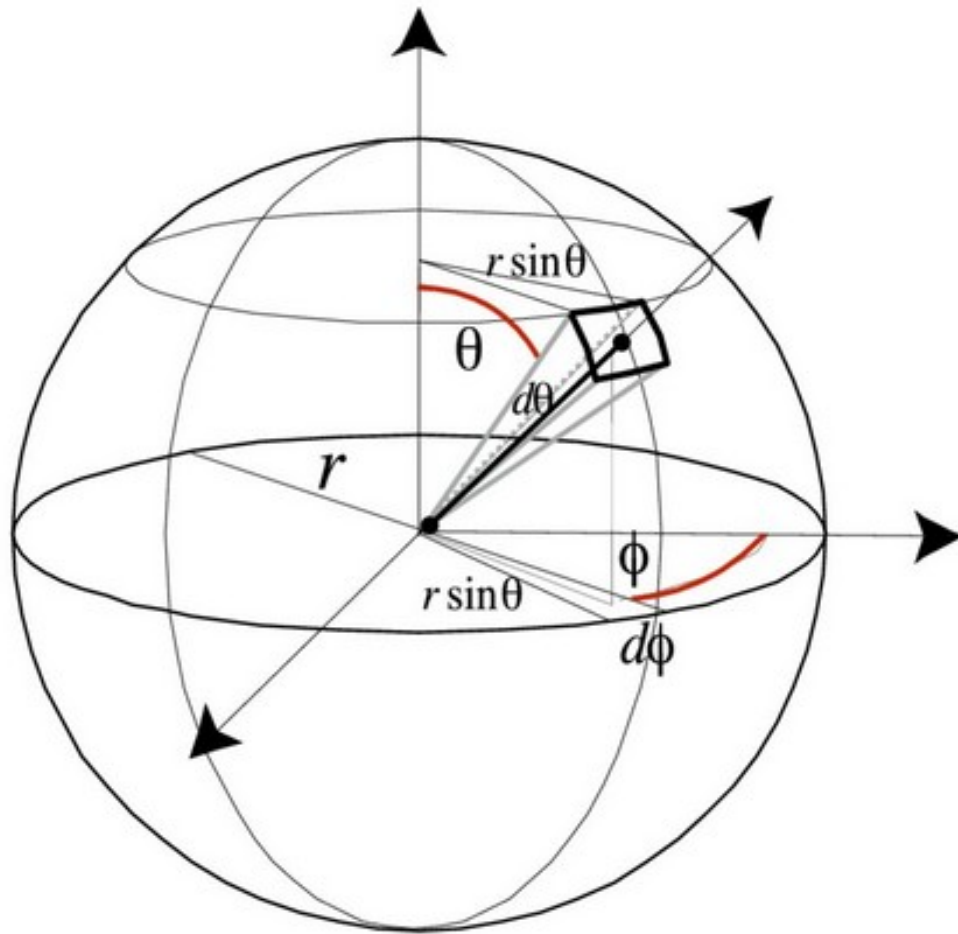
Coordenadas esféricas

Coordenadas esféricas



Ángulo sólido (diferencial)

Ángulo sólido (diferencial)



$$dA = (r d\theta)(r \sin \theta d\phi) \\ = r^2 \sin \theta d\theta d\phi$$

$$d\omega = \frac{dA}{r^2} = \sin \theta d\theta d\phi$$

Integrando $d\omega$ en **toda** la esfera: $\Omega = 4\pi$ **sr**

Parámetros Astrofísicos Fundamentales

Flujo luminoso total: Φ

Iluminación: e

Intensidad de emisión: Σ

Intensidad específica monocromática: I_{λ}

Intensidad media monocromática: J_{λ}

Densidad de flujo de radiación: F

Radiancia: R_{λ}

Parámetros Astrofísicos Fundamentales

Flujo luminoso total: Φ

Iluminación: e

Intensidad de emisión: Σ

Intensidad específica monocromática: I_{λ}

Intensidad media monocromática: J_{λ}

Densidad de flujo de radiación: F

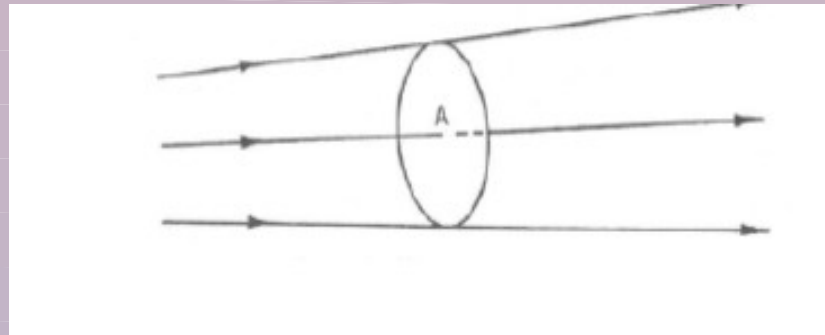
Radiancia: R_{λ}

Flujo luminoso total: Φ

Flujo luminoso total: Φ

$\Phi = E / t$ (E: energía radiante que atraviesa A)

Si $E = E(t) \rightarrow$



Flujo instantáneo total: $\Phi(t)$

$$\Phi(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{dE}{dt}$$

Flujo luminoso total: Φ

$$\Phi = E / t$$

Unidades: ¡potencia!

- $W = J / s$

$$J = N \, m$$

$$N = kg \, m / s^2$$

- $1 \, J = 10^7 \text{ ergios}$

Parámetros Astrofísicos Fundamentales

Flujo luminoso total: Φ

Iluminación: e

Intensidad de emisión: Σ

Intensidad específica monocromática: I_{λ}

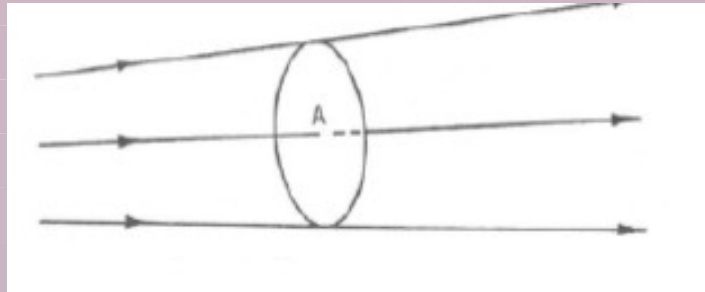
Intensidad media monocromática: J_{λ}

Densidad de flujo de radiación: F

Radiancia: R_{λ}

Iluminación: e

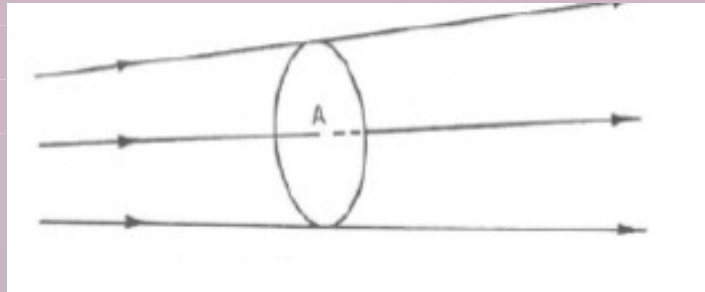
$$e = \Phi / A$$



Unidades e: potencia / A

Iluminación: e

$$e = \Phi / A$$



Si $\Phi = \Phi(A) \rightarrow$

$$e = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta \Phi}{\Delta A} = \frac{d\Phi}{dA}$$

Unidades e: potencia / A

Parámetros Astrofísicos Fundamentales

Flujo luminoso total: Φ

Iluminación: e

Intensidad de emisión: Σ

Intensidad específica monocromática: I_{λ}

Intensidad media monocromática: J_{λ}

Densidad de flujo de radiación: F

Radiancia: R_{λ}

Intensidad de emisión: Σ

$$\Sigma = \Phi / \omega$$

 Emerge de una fuente luminosa

$$\Phi = \Phi(\omega) \rightarrow$$

$$\Sigma = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

Unidades: potencia / sr

Intensidad de emisión (Σ)

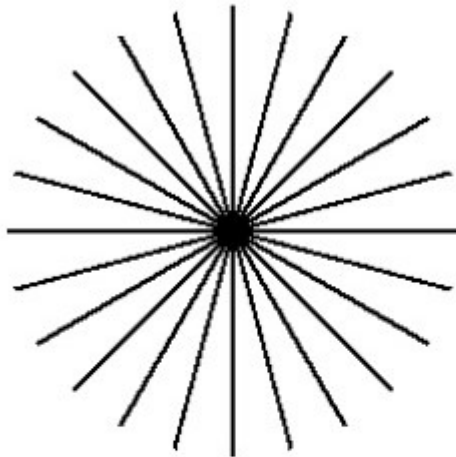
$$\Sigma = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

$$\Phi = \oint \Sigma d\omega$$

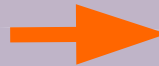
Intensidad de emisión (Σ)

$$\Sigma = \frac{d\Phi}{d\omega}$$

$$\Phi = \oint \Sigma d\omega$$



Isotropic means the same, on average, in any direction. This pattern is isotropic as viewed from the center but it's not homogeneous.



$$\Phi = 4\pi\Sigma$$

Parámetros Astrofísicos Fundamentales

Flujo luminoso total: Φ

Iluminación: e

Intensidad de emisión: Σ

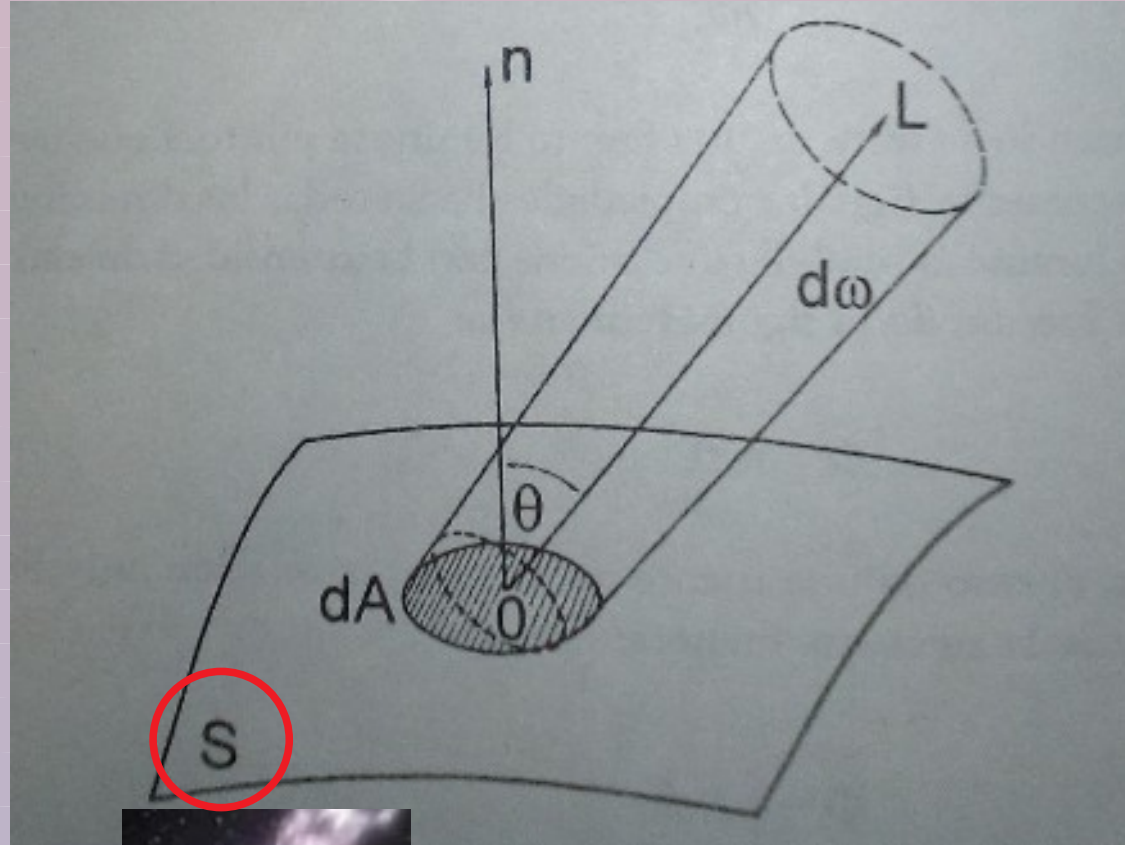
Intensidad específica monocromática: I_{λ}

Intensidad media monocromática: J_{λ}

Densidad de flujo de radiación: F

Radiancia: R_{λ}

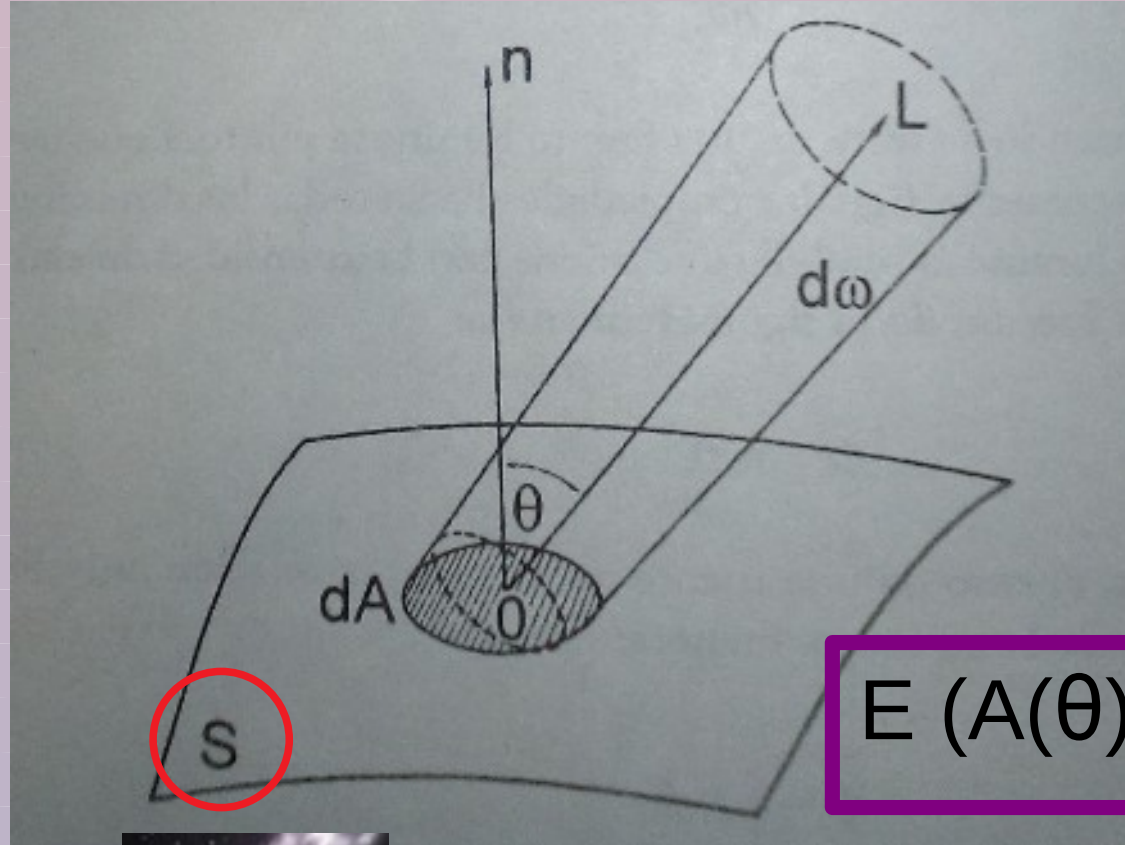
Intensidad específica monocromática: I_{λ}



Radiación



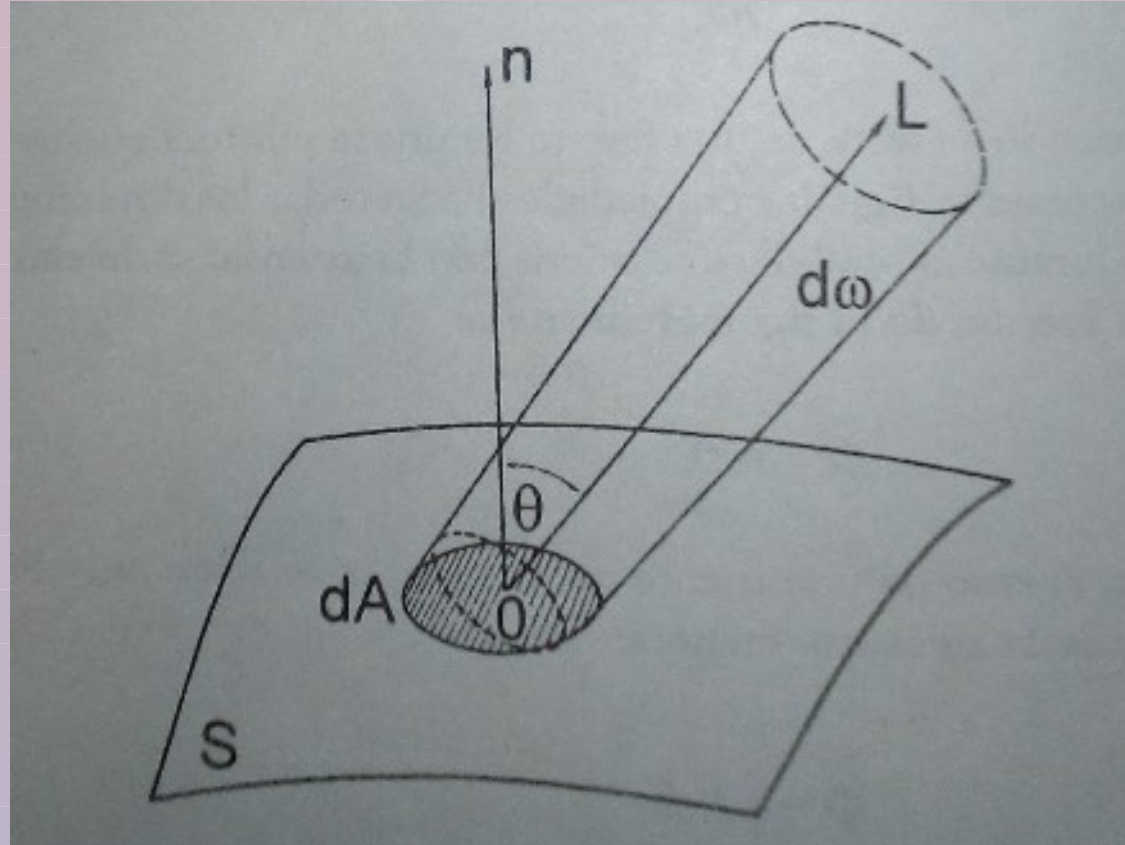
Intensidad específica monocromática: I_{λ}



Radiación



Intensidad específica monocromática: I_{λ}



$$dE_{\lambda} = I_{\lambda} dA \cos \theta d\omega dt d\lambda$$

Parámetros Astrofísicos Fundamentales

Flujo luminoso total: Φ

Iluminación: e

Intensidad de emisión: Σ

Intensidad específica monocromática: I_{λ}

Intensidad media monocromática: J_{λ}

Densidad de flujo de radiación: F

Radiancia: R_{λ}

Intensidad específica media: J_λ

$$J_\lambda = \frac{\oint I_\lambda(r, \theta) d\omega}{\oint d\omega} = \frac{1}{4\pi} \oint I_\lambda(r, \theta) d\omega$$

Intensidad específica media: J_{λ}

$$J_{\lambda} = \frac{\oint I_{\lambda}(r, \theta) d\omega}{\oint d\omega} = \frac{1}{4\pi} \oint I_{\lambda}(r, \theta) d\omega$$

Si el campo radiante es
isótropo: $J_{\lambda} = I_{\lambda}$

Intensidad específica media: J_{λ}

$$J_{\lambda} = \frac{\oint I_{\lambda}(r, \theta) d\omega}{\oint d\omega} = \frac{1}{4\pi} \oint I_{\lambda}(r, \theta) d\omega$$

Si el campo radiante es
isótropo: $J_{\lambda} = I_{\lambda}$

Tarea

Parámetros Astrofísicos Fundamentales

Flujo luminoso total: Φ

Iluminación: e

Intensidad de emisión: Σ

Intensidad específica monocromática: I_{λ}

Intensidad media monocromática: J_{λ}

Densidad de flujo de radiación: F

Radiancia: R_{λ}

Densidad de flujo de radiación: F

$$\Phi = E / t$$

$$dE_{\lambda} = I_{\lambda} dA \cos \theta d\omega dt d\lambda$$

Flujo integrado en λ
(por U. de A.)

$$F = \oint I \cos \theta d\omega$$

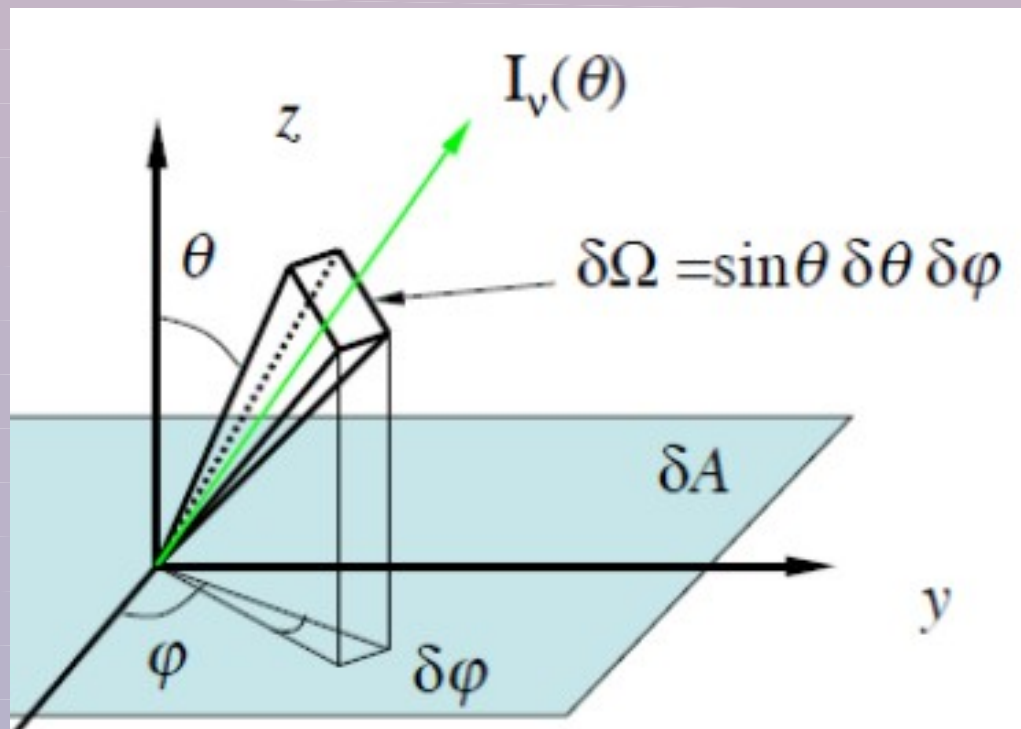
Densidad de flujo de radiación: F

$$\Phi = E / t$$

$$dE_{\lambda} = I_{\lambda} dA \cos \theta d\omega d\lambda$$

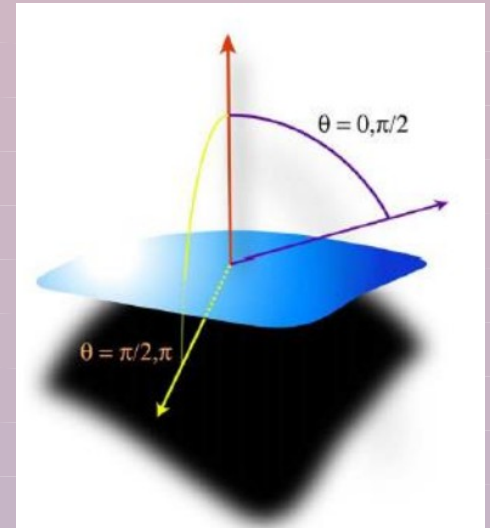
Flujo integrado en λ
(por U. de A.)

$$F = \oint I \cos \theta d\omega$$



Densidad de flujo de radiación: F

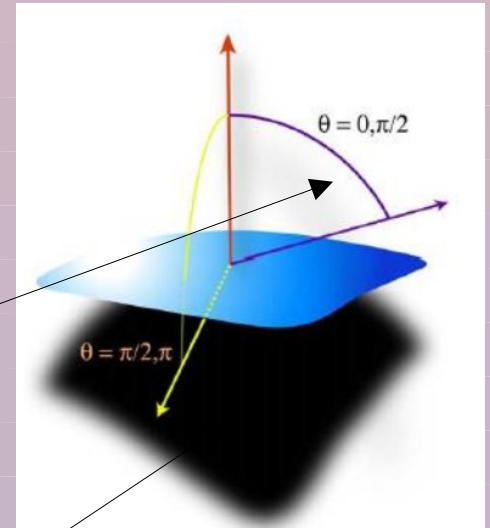
$$F = \oint I \cos \theta d\omega,$$



$$F = \int_0^{2\pi} d\phi \int_0^{\pi/2} I \cos \theta \sin \theta d\theta + \int_0^{2\pi} d\phi \int_{\pi/2}^{\pi} I \cos \theta \sin \theta d\theta$$

Densidad de flujo de radiación: F

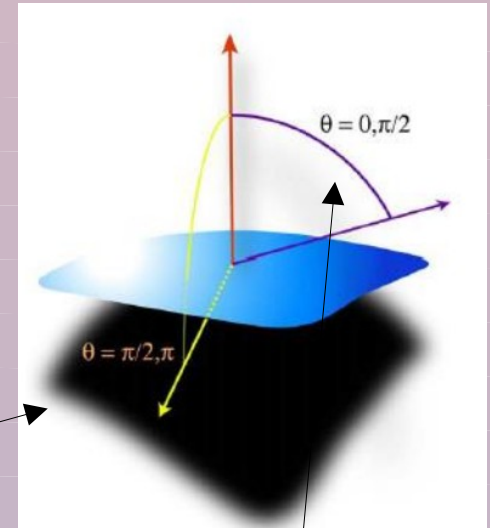
$$F = \oint I \cos \theta d\omega,$$



$$F = \int_0^{2\pi} d\phi \int_0^{\pi/2} I \cos \theta \sin \theta d\theta + \int_0^{2\pi} d\phi \int_{\pi/2}^{\pi} I \cos \theta \sin \theta d\theta$$

Densidad de flujo de radiación: F

$$F = \oint I \cos \theta d\omega,$$



$$F = \int_0^{2\pi} d\phi \int_0^{\pi/2} I \cos \theta \sin \theta d\theta + \int_0^{2\pi} d\phi \int_{\pi/2}^{\pi} I \cos \theta \sin \theta d\theta$$

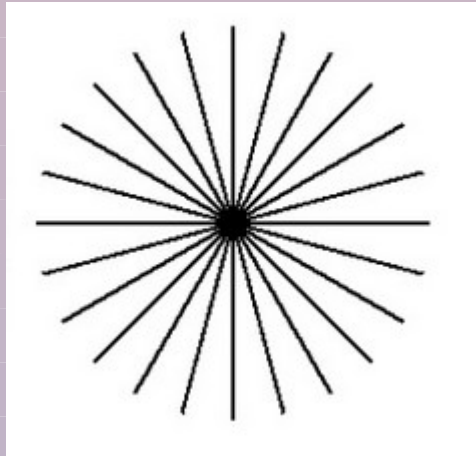
Para la superficie de la estrella: $F_{\text{in}} = 0$

$$F = 2\pi I \int_0^{\pi} \cos \theta \sin \theta d\theta$$

$$\cos \theta \sin \theta = \frac{\sin 2\theta}{2}$$

Densidad de flujo de radiación: F

Flujo entrante y saliente



$$F = 0$$

Parámetros Astrofísicos Fundamentales

Flujo luminoso total: Φ

Iluminación: e

Intensidad de emisión: Σ

Intensidad específica monocromática: I_{λ}

Intensidad media monocromática: J_{λ}

Densidad de flujo de radiación: F

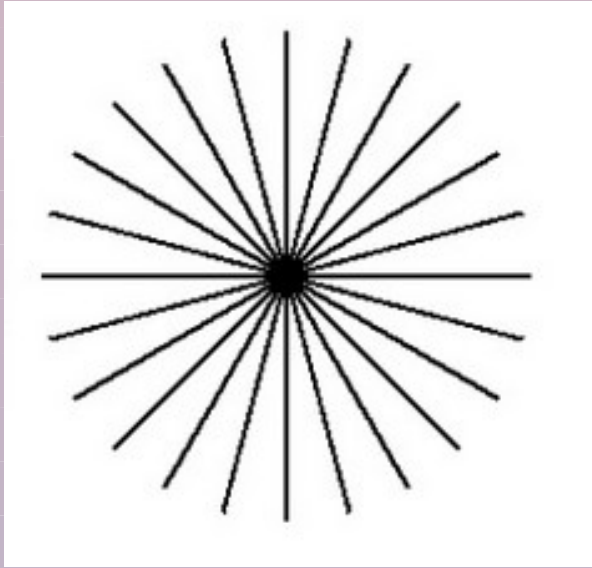
Radiancia: R_{λ}

Radiancia: R_λ

La radiancia monocromática R_λ es la cantidad de energía que atraviesa la unidad de área hacia todo un semi-espacio, por unidad de tiempo e intervalo de longitud de onda.

$$R_\lambda = \int_{2\pi} I_\lambda \cos \theta d\omega$$

Campo isótropo



$$J_{\lambda} = I_{\lambda}$$

$$F = 0$$

$$R = \pi I$$