







La **densidad de flujo** se define como la potencia emitida por unidad de área, en todas direcciones (recordar que la potencia es la energía por unidad de tiempo):

$$F_{\nu} = \frac{1}{dAd\,\nu dt} \int dE_{\nu} = \int I_{\nu} \cos\theta d\omega \qquad \qquad F = \int_{0}^{\infty} F_{\nu} d\nu$$

$$[Fv] = W Hz^{-1}m^{-2}, [F] = W m^{-2}$$

Cuando observamos una fuente de radiación estamos midiendo la energía colectada por el detector durante cierto intervalo de tiempo. Esto equivale a la densidad de flujo integrada sobre la superficie colectora y sobre el intervalo de tiempo.

Introducción a CTE II (2011), Depto. de

Astronomía, IFFC, UDELAR

El **flujo** o **luminosidad** se define como la densidad de flujo integrada sobre una superficie que encierra a la fuente:  $L = \int_{S} F ds$  $[L_{V}] = W Hz^{-1}, \quad [L] = W$ La luminosidad representa entonces la potencia de la radiación emitida por la fuente.

Si la fuente (p.ej. una estrella) radía isotrópicamente, su radiación se distribuirá isotrópicamente sobre una superficie esférica de área 4πr<sup>2</sup>. Luego se tendrá:

$$L = 4\pi r^2 F$$

Introducción a CTE II (2011), Depto. de Astronomía, IFFC, UDELAR

6





Introducción a CTE II (2011), Depto. de Astronomía, IFFC, UDELAR



| Ejemplo: cálculo del brillo superficial del Sol  |
|--|
| Supongamos que el Sol radía isotrópicamente. Sean R el radio solar, y F la densidad de<br>flujo a una distancia r.   |
| A una distancia r>>R, el Sol subtiende en el ojo del observador un ángulo sólido $\omega = A/r^2$ , donde A = $\pi R^2$ es la sección eficaz del Sol. Tendremos entonces: $\omega = \pi (R/r)^2$ . |
| Por otro lado, a partir del diámetro aparente del Sol ( $\alpha$ = 32') podemos estimar R/r = $\alpha/2$ = 0.00465 rad.  |
| Entonces: $\omega = \pi (R/r)^2 = 6.81 \times 10^{-5} \text{ sterad}^{-1}$ (NOTA: sterad <sup>-1</sup> = rad <sup>-2</sup> ).  |
| Finalmente, conociendo F = 1370 W m <sup>-2</sup> (para r = 1 UA), obtendremos el brillo superficial del Sol: $B = F/\omega = 2.01 \times 10^7$ w m <sup>-2</sup> sterad <sup>-1</sup> .           |
| NOTA: [B] = [I] $\rightarrow$ Podemos interpretar al brillo superficial como la intensidad de la radiación.  |
| Introducción a CTE II (2011), Depto. de 10<br>Astronomía, IFFC, UDELAR 10  |



Durante el día el ojo humano es más sensible a la radiación con  $\lambda \sim 550$  nm (amarillo). Las magnitudes medidas en este rango de longitudes de onda se denominan **magnitudes** visuales.

Las mediciones más precisas de magnitudes se hacen mediante **fotómetros fotoeléctricos**. Se utilizan **filtros** para que solamente la radiación de una cierta banda de longitudes de onda llegue al detector. Uno de los **sistemas de filtros de banda ancha** de uso más extendido es el sistema UBVRI desarrollado por Johnson y Morgan.

| Magnitude |             | Band width<br>[nm] | Effective<br>wavelength [nm] |
|-----------|-------------|--------------------|------------------------------|
| U         | ultraviolet | 66                 | 367                          |
| B         | blue        | 94                 | 436                          |
| V         | visual      | 88                 | 545                          |
| R         | red         | 138                | 638                          |
| I         | infrared    | 149                | 797                          |
| u         | ultraviolet | 30                 | 349                          |
| v         | violet      | 19                 | 411                          |
|           |             |                    |                              |

547

23

blue

yellov

Table 4.1. Wavelength bands of the UBVRI and uvby filters



Fig. 4.6. Relative transmission profiles of filters used in the UBVRI magnitude system. The maxima of the bands are normalized to unity. The R and I bands are based on the system of Johnson, Cousins and Glass, which includes also infrared bands J, H, K, L and M. Previously used R and I bands differ considerably from these

Introducción a CTE II (2011), Depto. de Astronomía, IFFC, UDELAR





## ¿Por qué el cielo es azul?



- S. XIX: Rayleigh explicó que la dispersión causada por las moléculas en la atmósfera es inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de onda.
- En consecuencia, la luz solar azul resulta más dispersada que la roja.
- El mismo fenómeno explica el enrojecimiento del Sol cuando se pone sobre el horizonte.

Introducción a CTE II (2011), Depto. de Astronomía, IFFC, UDELAR





## La distribución espectral de energía de un cuerpo negro

**Cuerpo Negro**: se define como aquel objeto que absorbe toda la radiación que incide sobre él. Para estar en **equilibrio termodinámico** debe re-emitir la misma cantidad de energía que absorbe. Por lo tanto, además de ser un **absorbente perfecto**, debe ser también un **emisor perfecto**.

Ningún objeto en la Naturaleza absorbe y emite como un cuerpo negro. No obstante, en muchos casos, los objetos (como las estrellas) se aproximan muy bien a un cuerpo negro.



Figure 3.12 The blackbody, or Planck, curve represents the distribution of the intensity of radiation emitted by any heated object.

Introducción a CTE II (2011), Depto. de Astronomía, IFFC, UDELAR

## La distribución espectral de energía de un cuerpo negro

- La radiación de cuerpo negro también se conoce como radiación térmica.
- La distribución espectral de la intensidad de radiación de un cuerpo negro depende de su temperatura (y no de otras propiedades físicas como tamaño, forma o composición), y se representa mediante la función o curva de Planck Bv(T) o Bλ(T):

$$B_{\nu}(T) = \frac{2h\nu^{3}}{c^{2}} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1} \qquad B_{\lambda}(T) = \frac{2hc^{2}}{\lambda^{5}} \frac{1}{e^{\frac{hc}{kT}} - 1}$$

Introducción a CTE II (2011), Depto. de

Astronomía, IFFC, UDELAR

donde:  $v = c/\lambda$ , *h* es la constante de Planck, *k* es la constante de Boltzmann y *c* es la velocidad de la luz.















## Espectros de emisión

A diferencia de los espectros continuos, los espectros de emisión no consisten de todos los colores posibles, sino que están formados por unas pocas líneas de emisión angostas, bien definidas. El fondo negro representa todas las longitudes de onda no emitidas



por el elemento *Figure 4.3* The emission spectra of some well-known elements. en cuestión.

Experimentando un poco veríamos que podemos alterar la intensidad de las líneas de emisión (por ej. variando la cantidad de H en el recipiente, o variando la intensidad de la descarga eléctrica), pero no así las longitudes de onda de las líneas espectrales: **cada elemento químico tiene sus líneas espectrales características.** 

Introducción a CTE II (2011), Depto. de Astronomía, IFFC, UDELAR

27



Introducción a CTE II (2011), Depto. de Astronomía, IFFC, UDELAR



















Astronomía, IFFC, UDELAR





