

RADIACIÓN TÉRMICA

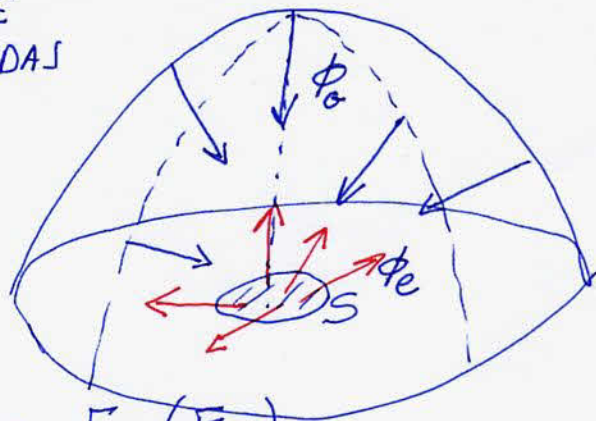
1. RADIOMETRIA : MAGNITUDES RADIOMETRICAS

a) MAGNITUDES GLOBALES (HEMISFERICAS)

MIDEN LA POTENCIA RADIANTE RECIBIDA O EMITIDA DESDE TODAS LAS DIRECCIONES

a-1) EMITANCIA E

$$E = \frac{d\phi_e}{ds} \quad (W/m^2)$$



* EMITANCIA MONOCROMATICA $E_\lambda (E_\nu)$

$$E_\lambda = \frac{d^2\phi_e}{ds d\lambda} \quad \begin{matrix} W/m^2\mu m & o' & W/m^3 & (o' & W/m^2Hz) \end{matrix}$$

$$E = \int_0^\infty E_\lambda d\lambda \quad y \quad \phi_e = \int_s E ds$$

a-2) IRRADIANCIA G

$$G = \frac{d\phi_g}{ds} \quad (W/m^2)$$

* IRRADIANCIA MONOCROMATICA $G_\lambda (G_\nu)$

$$G_\lambda = \frac{d^2\phi_g}{ds d\lambda} \quad \begin{matrix} W/m^2\mu m & o' & W/m^3 & (o' & W/m^2Hz) \end{matrix}$$

PROPIEDADES :

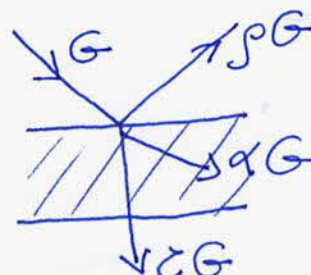
$$G = \alpha G + \rho G + \tau G$$

↳ REFLEJADA

↳ TRANSMITIDA

↳ ABSORBIDA (INCREMENTA LA T DEL CUERPO)

$$\alpha + \rho + \tau = 1 \quad \left\{ \begin{array}{l} \tau = 0, \rho + \alpha = 1 \rightarrow \text{CUERPO OPACO} \\ \tau = 0, \rho = 1, \alpha = 0 \rightarrow \text{CUERPO BLANCO} \\ \tau = 0, \rho = 0, \alpha = 1 \rightarrow \text{CUERPO NEGRO} \end{array} \right.$$



9-3) BRILLO (RADIOSIDAD) J

2

$$J = \frac{d\phi_a}{dS} \rightarrow \text{FLUJO QUE "ABANDONA" EL CUERPO DESDE SU SUPERFICIE HACIA TODAS DIRECCIONES (FLUJO SALIENTE HEMISFERICO)}$$

* BRILLO MONOCROMATICO J_λ (o J_ν)

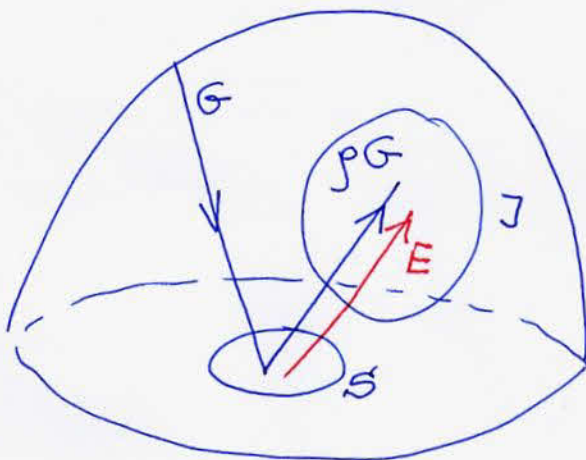
$$J_\lambda = \frac{d^2\phi_a}{dS d\lambda} \quad \frac{W}{m^2 \mu m} \text{ o } \frac{W}{m^3} \quad (\text{o } \frac{W}{m^2 Hz})$$

$$J = E + \rho G$$

C. OPACO $\rightarrow J = E + (1 - \alpha)G$

C. BLANCO $\rightarrow J = E + G$

C. NEGRO $\rightarrow J = E$



b) MAGNITUDES DIRECCIONALES

MIDEN LA POTENCIA RADIANTE EMITIDA O RECIBIDA DESDE UNA DIRECCION CONCRETA (θ, φ) DEL ESPACIO

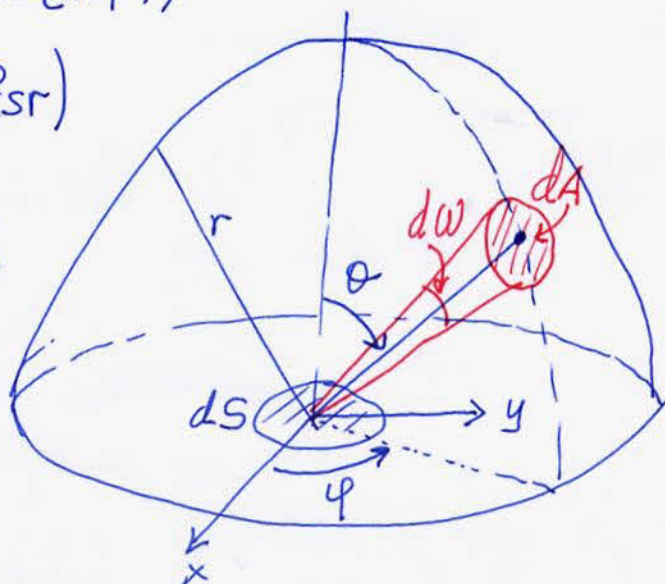
b-1) INTENSIDAD EMITIDA $I_e(\theta, \varphi)$

$$I_e(\theta, \varphi) = \frac{d^2\phi_e}{dS_N \cdot d\omega} \quad \left(\frac{W}{m^2 \cdot sr} \right)$$

$$dS_N = dS \cdot \cos\theta \quad \left[\begin{array}{l} \text{SUPERFICIE} \\ \text{NORMAL A LA} \\ \text{DIRECCION} \\ (\theta, \varphi) \end{array} \right]$$

$$d\omega \equiv \text{ANGULO SOLIDO}$$

$$(d\omega = \frac{dA}{r^2} = \sin\theta d\theta d\varphi)$$



* INTENSIDAD EMITIDA MONOCROMATICA. $I_e(\theta, \varphi, \lambda)$

$$I_e(\theta, \varphi, \lambda) = \frac{d^3 \Phi_e}{ds \cos \theta d\omega d\lambda} \quad \left(\frac{W}{m^2 \mu m sr} \right)$$

PROPIEDADES :

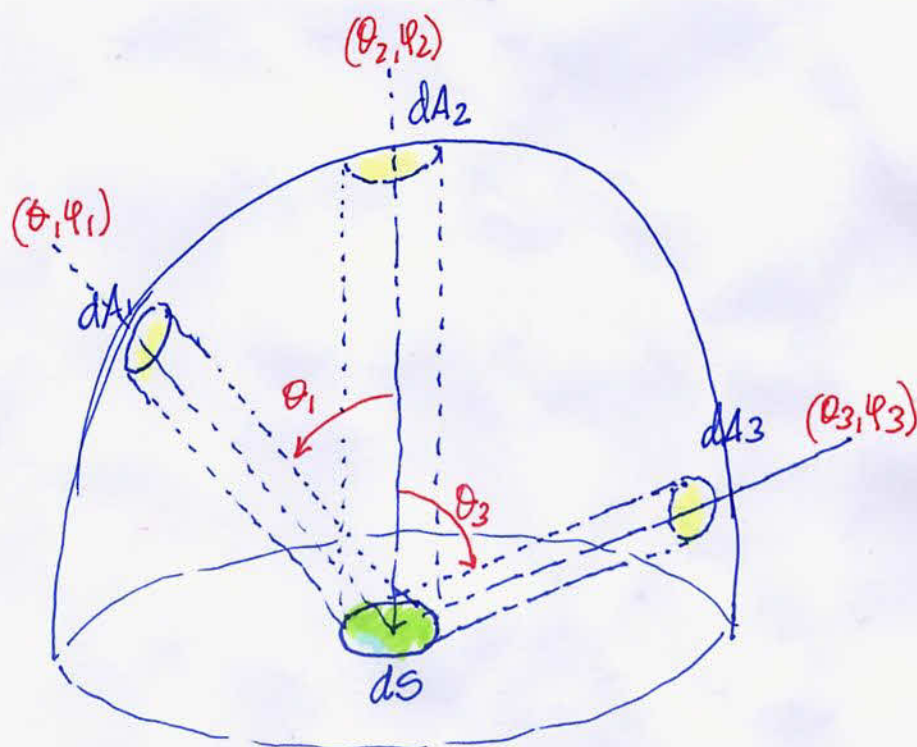
1) POTENCIA RADIANTE A TODAS LAS DIRECCIONES Y TODAS λ .

$$\Phi_e = \int_{\lambda=0}^{\infty} d\lambda \int_S ds \int_{\Omega} d\omega I_e(\theta, \varphi, \lambda) \cos \theta$$

2) EMITANCIA A PARTIR DE LA INTENSIDAD EMITIDA

$$E = \int_{\lambda=0}^{\infty} \int_{\theta=0}^{\pi/2} \int_{\varphi=0}^{2\pi} I_e(\theta, \varphi, \lambda) \cos \theta \underbrace{\sin \theta d\theta d\varphi d\lambda}_{d\omega}$$

$\begin{matrix} \circ & \circ & \circ \\ \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \lambda & \theta & \varphi \end{matrix}$



DEPENDENCIA DE LA ORIENTACION DE LA SUPERFICIE RADIANTE CON LA DIRECCION DE EMISION $dS_N = dS \cdot \cos \theta$

b-2) INTENSIDAD DE IRRADIACION $I_G(\theta, \varphi)$

$$I_G(\theta, \varphi) = \frac{d^2 \Phi_G}{dS_n d\omega} \quad \left(\frac{W}{m^2 \cdot sr} \right)$$

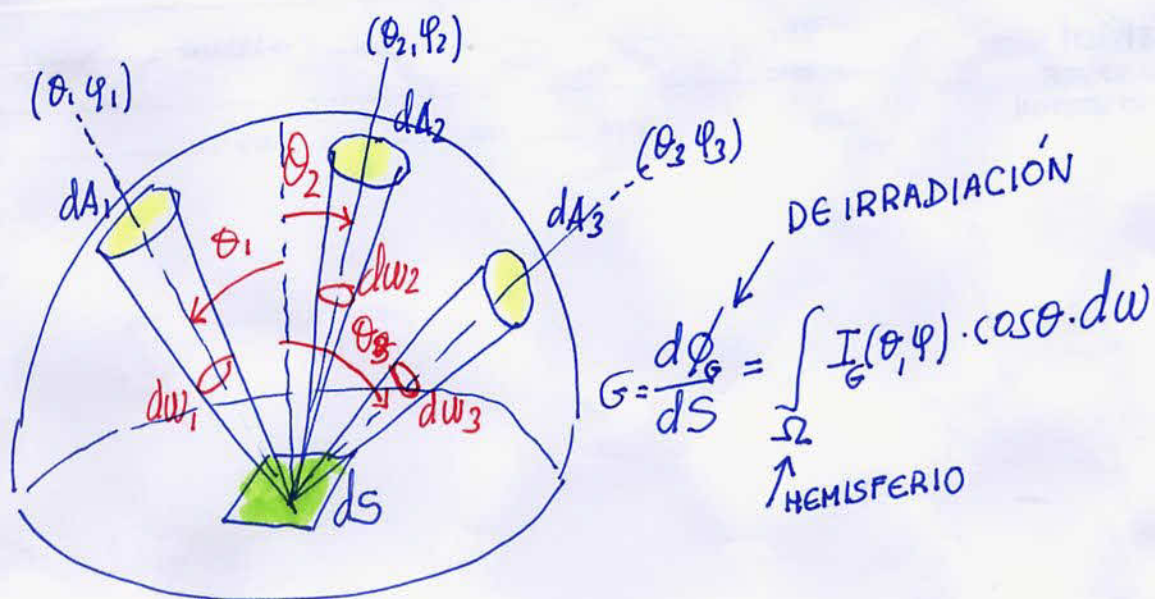
* INTENSIDAD DE IRRADIACION MONOCROMATICA $I_G(\theta, \varphi, \lambda)$

$$I_G(\theta, \varphi, \lambda) = \frac{d^3 \Phi_G}{dS \cos \theta d\omega d\lambda} \quad \left(\frac{W}{m^2 \mu m \cdot sr} \right)$$

PROPIEDADES

$$1) \quad I_G(\theta, \varphi) = \int_0^\infty d\lambda I_G(\theta, \varphi, \lambda)$$

2) IRRADIANCIA REMISFERICA A PARTIR DE LA INTENSIDAD DE IRRADIACION.



b-3) INTENSIDAD ASOCIADA AL BRILLO $I_j(\theta, \varphi)$ o $I_j(\theta, \varphi, \lambda)$

$$J = \int_0^\infty \int_0^{\pi/2} \int_0^{2\pi} I_j(\theta, \varphi, \lambda) d\lambda \cos \theta d\omega d\varphi$$

c) RADIACION DIFUSA : LEY DE LAMBERT

SE ADMITE QUE LA INTENSIDAD EMITIDA O RECIBIDA ES UNIFORME, ES DECIR, NO DEPENDE DE LA DIRECCION (θ, φ)

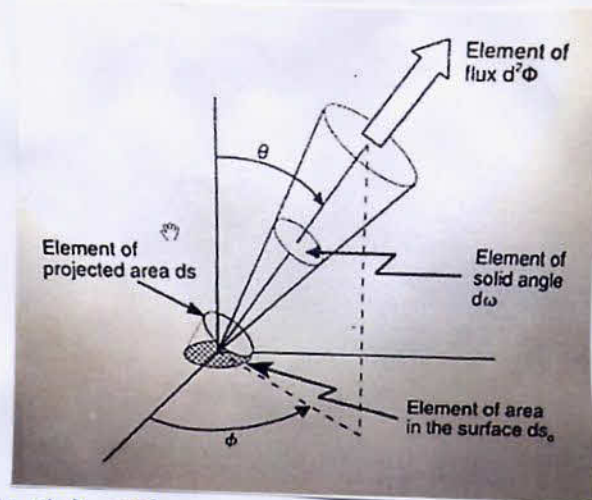
"EL FLUJO EMITIDO O RECIBIDO POR UNA SUPERFICIE EN UNA DIRECCION (θ, φ) ES PROPORCIONAL AL COSENO DEL ANGULO QUE FORMA ESA DIRECCION CON LA NORMAL A LA SUPERFICIE"

$$d^2\phi = I \cdot ds \cos\theta \cdot d\omega$$

→ ANGULO SOLIDO EN LA DIRECCION (θ, φ)

→ AREA NORMAL A LA DIRECCION (θ, φ)

→ INTENSIDAD CONSTANTE (LAMBERTIANA)



* CONSECUENCIAS DE LA LEY DE LAMBERT

I) EMITANCIA

$$E = \int_0^{\pi/2} \int_0^{2\pi} I_e \cos\theta \underbrace{d\omega}_{d\omega} d\varphi = I_e \cdot \underbrace{\int_0^{\pi/2} \int_0^{2\pi} \cos\theta \sin\theta d\theta d\varphi}_{\pi} = I_e \cdot \pi$$

$\frac{d\phi_e}{ds} \uparrow$

II) IRRADIANCIA

$$G = \int_0^{\pi/2} \int_0^{2\pi} I_G \cos\theta \underbrace{d\omega}_{d\omega} d\varphi = I_G \cdot \pi$$

$\frac{d\phi_g}{ds} \uparrow$

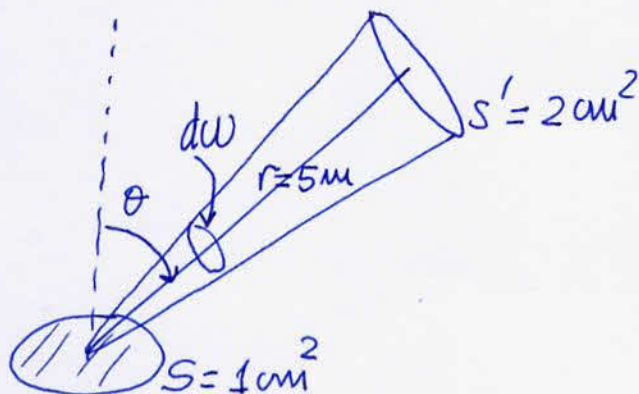
III) BRILLO

$$J = \int_0^{\pi/2} \int_0^{2\pi} I_J \cos\theta \underbrace{d\omega}_{d\omega} d\varphi = I_J \cdot \pi$$

$\frac{d\phi_j}{ds} \uparrow$

Ejemplos:

- 1) Una pequeña superficie de 1 m^2 emite de forma difusa una intensidad $I = 100\text{ W/m}^2\text{sr}$. ¿Cuál será el flujo emitido en una dirección que forma 60° con la normal y en un ángulo sólido subtendido por una superficie de 2 m^2 a una distancia de 5 m ?



Si tratamos las superficies como infinitesimales, podemos escribir

$$\begin{cases} d\phi = I \cdot \cos\theta \cdot dw \cdot S \\ dw = \frac{S'}{r^2} \end{cases}$$

$$d\phi = I \frac{\cos\theta \cdot S \cdot S'}{r^2} = \frac{100 \cdot \cos(60^\circ) \cdot 1 \cdot 2}{25} = 4 \cdot 10^{-8} \text{ W}$$

- 2) Una lámpara de 80 W emite luz en todas direcciones de forma isotrópica. Calcula la intensidad a 3 m de la lámpara.

Suponemos que la lámpara es una fuente puntual, por lo que

$$I_G = \frac{\phi}{S \cdot \Omega} = \frac{\phi}{4\pi r^2 \cdot 4\pi} = \frac{\phi}{16\pi^2} \cdot \frac{1}{r^2}$$

$\uparrow$ estera $\uparrow$ ángulo sólido completo ($4\pi\text{ sr.}$)

(Esta magnitud también se conoce como **luminancia** y toda la potencia disponible se convierte en luz)

$$I_G = \frac{80}{16\pi^2} \cdot \frac{1}{9} = 0,0563 \text{ W/m}^2\text{sr.}$$