

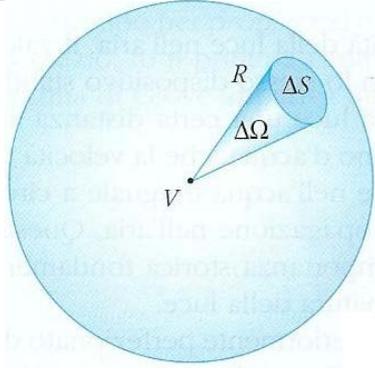
# FOTOMETRIA

Luce monocromatica di frequenza  $f$  e lunghezza d'onda  $\lambda$

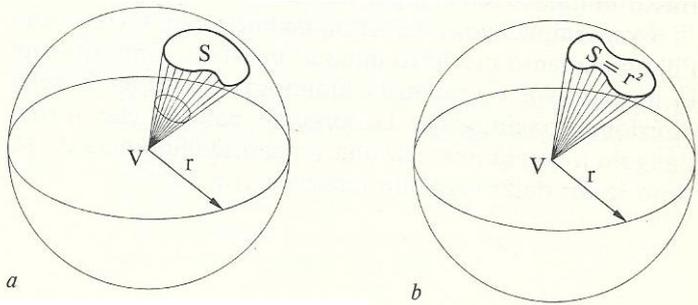
$\lambda f = c$   $c$  = velocità della luce nel vuoto

Il colore di un raggio di luce monocromatica dipende esclusivamente dalla sua frequenza.

## Angolo solido $\Omega$

<p>L'angolo solido è la porzione di spazio delimitato da una superficie conica. Per definire l'ampiezza <math>\Omega</math> di un angolo solido con vertice nel punto <math>V</math>, si considera l'area <math>S</math> da esso intercettata su una superficie sferica di centro <math>V</math> e raggio <math>R</math>.</p>	
---	---

10.6 Angolo solido: a) per un cono di vertice  $V$  l'angolo solido  $\Omega$  è il rapporto tra la superficie  $S$  intercettata dal cono su una sfera qualsiasi di centro  $V$  e il quadrato del raggio della sfera, ovvero  $\Omega = S/r^2$ ; b) nel SI l'unità di misura dell'angolo solido è lo steradiano (sr), ovvero quell'angolo solido di un cono che intercetta sulla sfera una superficie di area uguale al quadrato del raggio.



Se intersechiamo un cono con una superficie sferica di raggio  $r$  con il centro nel vertice del cono, otteniamo una superficie solida  $S$  tale che il rapporto  $\Omega = \frac{S}{R^2}$  rimane costante al variare di  $R$ .

Tale rapporto  $\Omega$  esprime la misura dell'angolo solido in **steradiano**, se la misura di  $S$  e quella di  $R^2$  sono espresse nella stessa unità. L'angolo solido, essendo il rapporto tra due superfici, è un **numero puro**. La sua unità di misura è lo steradiano (simbolo **sr**). L'angolo solido unitario (cioè uguale a **1sr**) di vertice  $V$  è quello che delimita, sulla superficie di una sfera con centro nel punto  $V$  e raggio  $R$ , una superficie uguale a  $R^2$ . Essendo la superficie di una sfera uguale a

$4\pi R^2$ , l'angolo solido  $\Omega$  che sottende l'intera circonferenza è uguale a  $\Omega = \frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi \text{sr}$ .

## FOTOMETRIA

L'energia raggiante o energia luminosa  $E$  rappresenta l'energia totale emessa dalla sorgente e si misura in joule.

Sia  $L$  una sorgente luminosa puntiforme, immersa in un mezzo non assorbente, che emetta radiazioni luminose in tutte le direzioni dello spazio. Il flusso luminoso emesso da una sorgente luminosa puntiforme è il rapporto tra la quantità di energia luminosa  $Q$  irradiata dalla sorgente puntiforme e la sua durata  $t$ . In simboli abbiamo:  $\Phi_L = \frac{Q}{t} = P_L$

$Q$  è l'energia luminosa irradiata in un dato angolo solido o su una determinata superficie  $S$ .

Se nel tempo  $t$  attraverso l'angolo solido  $\Omega$  passa l'energia raggiante  $Q$  allora il rapporto tra l'energia raggiante ed il tempo  $t$  prende il nome di flusso luminoso della sorgente puntiforme. Il flusso luminoso essendo il rapporto tra una energia ed un tempo ha le stesse dimensioni di una potenza e, quindi, nel S.I. si misura in watt. Tuttavia nel sistema S.I. l'unità di misura del flusso luminoso è il lumen ( $lm$ ).

Si chiama intensità luminosa o intensità di radiazione  $\mathcal{J}_R$  di una sorgente luminosa, relativamente ad un determinato angolo solido  $\Omega$  con il vertice nella sorgente, il rapporto tra il flusso luminoso  $\Phi$  emesso dalla sorgente entro l'angolo solido  $\Omega$  e l'angolo solido  $\Omega$ . In

formule abbiamo:  $\mathcal{J}_R = \frac{\Phi}{\Omega} = \frac{Q}{\Omega t} = \frac{P_L}{\Omega}$

Nel S.I. l'unità di misura dell'intensità luminosa è la candela ( $cd$ ). Si tratta di una unità di misura fondamentale, quindi nel S.I. l'intensità luminosa è una grandezza fondamentale.

Consideriamo una sorgente luminosa posta nel centro  $O$  di una superficie sferica di raggio  $R$ . Sotto questa ipotesi risulta  $\Omega = \frac{4\pi R^2}{R^2} = 4\pi sr$  e quindi:  $\mathcal{J}_R = \frac{\Phi}{\Omega} = \frac{\Phi}{4\pi sr}$

Si chiama illuminamento o intensità di illuminazione o irraggiamento di una superficie  $S$  il rapporto tra il flusso luminoso che giunge sulla superficie  $S$  e la superficie  $S$ .

In formule abbiamo:  $E = \frac{\Phi}{S} = \frac{Q}{S \cdot t} = \frac{W}{S}$      $\Phi = E \cdot S$      $W = E \cdot S$      $W = \frac{Q}{t}$

## FOTOMETRIA

La sua unità di misura è il **lux** ( $lx$ ), definito come l'illuminamento prodotto dal flusso di 1lm,

ripartito uniformemente lungo una superficie avente l'area di  $1m^2$  :  $1\text{lux} = \frac{1\text{lumen}}{1m^2}$

Consideriamo un fascio conico di raggi emergenti dalla sorgente luminosa posta in  $O$  ed una superficie sferica di raggio  $R$  con il centro in  $O$ . Ricordando che  $\mathcal{J}_R = \frac{\Phi}{\Omega}$  l'illuminamento sulla superficie  $S$  della calotta sferica intercettata dal cono sarà:

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{\Phi}{\Omega R^2} = \frac{\Phi}{\Omega} \cdot \frac{1}{R^2} = \frac{\mathcal{J}_R}{R^2} \quad \Rightarrow \quad \mathcal{J}_R = E \cdot R^2$$

che rappresenta la **legge di Lambert**, dopo avere ricordato che risulta:  $\Omega = \frac{S}{R^2}$   $\mathcal{J}_R = \frac{\Phi}{\Omega}$

La relazione trovata è valida se la superficie illuminata è perpendicolare ai raggi luminosi. Se la superficie  $S$  non è normale ai raggi luminosi convogliati nel cono di angolo solido  $\Omega$  l'illuminamento è espresso dalla relazione:  $\mathcal{J}_R \cdot \cos \alpha = E \cdot R^2$  dove  $\alpha$  è l'angolo formato fra la normale della superficie illuminata e l'asse del cono di vertice  $V$ .

L'irraggiamento (illuminamento) sopra una superficie sferica con centro  $O$  nella sorgente, raggio

$R$  e superficie  $S = 4\pi R^2$  è espresso dalla relazione:  $E = \frac{\Phi}{S} = \frac{\mathcal{J}_R \cdot \Omega}{4\pi R^2} = \frac{\mathcal{J}_R \cdot 4\pi}{4\pi R^2} = \frac{\mathcal{J}_R}{R^2} = \frac{\mathcal{J}_R}{R^2} \cdot 1sr$

Dove il fattore  $1sr$  è ininfluenza dal punto di vista numerico in quanto rappresenta la moltiplicazione per un fattore adimensionale uguale all'unità.

<i>Grandezza</i>	<i>Unità di misura e simbolo</i>	<i>Definizione</i>
intensità luminosa	candela (cd)	intensità luminosa, in una data direzione, di una sorgente monocromatica di frequenza $540 \cdot 10^{12}$ Hz e la cui intensità energetica in tale direzione è di $1/683$ W/sr
flusso luminoso	lumen (lm)	flusso luminoso emesso nell'angolo solido di 1 sr da una sorgente puntiforme isotropa di intensità 1 cd. $1\text{lm} = 1\text{cd sr}$
illuminamento	lux (lx)	illuminamento prodotto su una superficie di area $1\text{m}^2$ dal flusso luminoso di 1 lm incidente perpendicolarmente. $1\text{lux} = 1\text{lm}/\text{m}^2$

# FOTOMETRIA

## Sintesi finale

$$\lambda f = c \quad \Omega = \frac{S}{R^2} = \text{angolo solido} \quad \{\Omega\} = sr = \text{steradiane}$$

$$\Phi_L = \frac{Q}{t} = \text{flusso luminoso} = \text{ha le dimensioni di una potenza} \quad \{\Phi_L\} = lm = \text{lumen}$$

$$\mathcal{J}_R = \frac{\Phi}{\Omega} = \frac{Q}{\Omega t} = \frac{R^2}{S} \cdot \Phi = \text{intensità luminosa o intensità di radiazione}$$

$$\{\mathcal{J}_R\} = cd = \text{candela}$$

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{Q}{S \cdot t} = \frac{\mathcal{J}_R}{R^2} = \text{illuminamento o irraggiamento o irradiazione} \quad \Rightarrow \quad \mathcal{J}_R = E \cdot R^2$$

$$\mathcal{J}_R \cdot \cos \alpha = E \cdot R^2 \quad \text{quando i raggi luminosi non sono normali alla superficie } S$$

$$\{E\} = lx = \text{lux}$$

$$E = \frac{\Phi}{S} = \frac{Q}{S \cdot t} = \frac{W}{S} = \frac{W}{4\pi R^2} \quad \text{dove: } W \text{ è la potenza della sorgente } R \text{ è la distanza dalla sorgente}$$