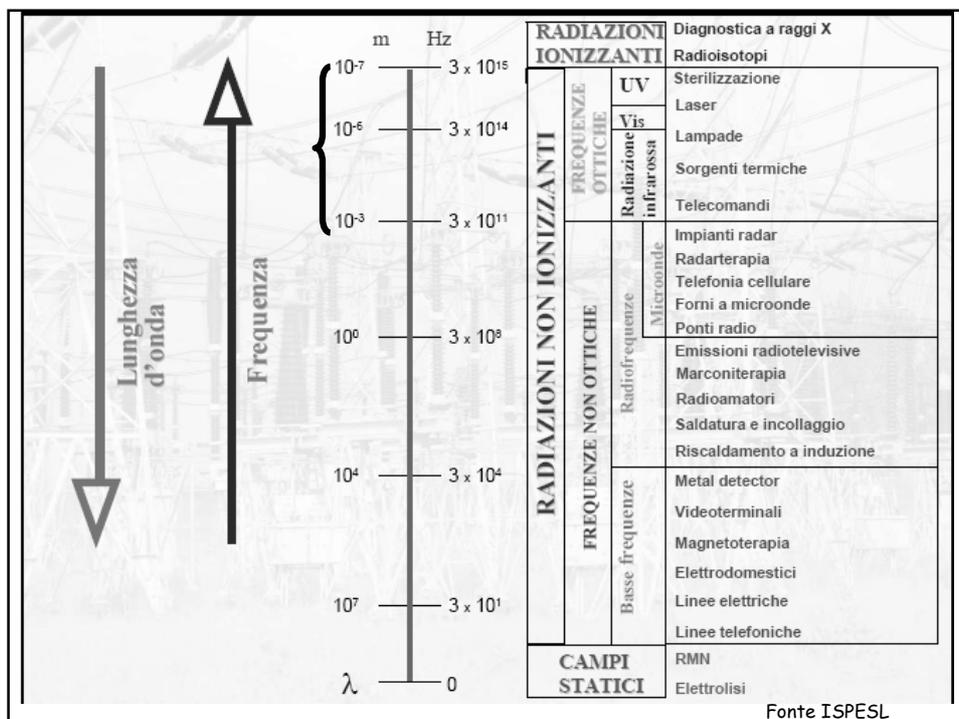


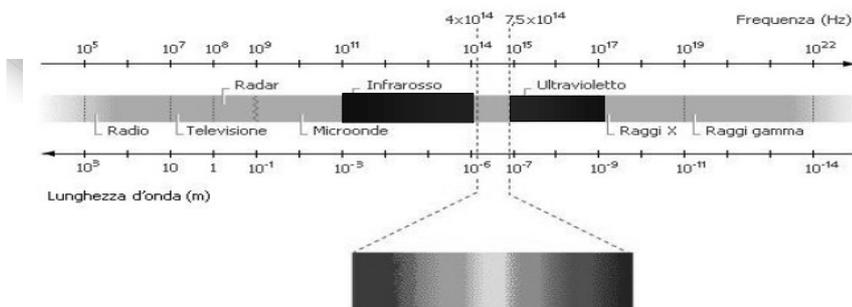


# Radiazioni Ottiche Artificiali -ROA- Cosa sono

Anna Maria Vandelli  
Dipartimento di Sanità Pubblica AUSL Modena  
SPSAL Sassuolo



## DEFINIZIONI (D.Lgs. 81/08)



si intendono per **radiazioni ottiche**:

tutte le radiazioni elettromagnetiche nella gamma di lunghezza d'onda compresa tra **1 mm e 100 nm**.

Lo spettro delle radiazioni ottiche si suddivide in:

radiazioni **infrarosse**, **visibili** e **ultraviolette**

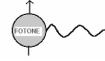
Radiazione ottica		Lunghezza d'onda $\lambda$	In metri	Energia = $h\nu$ In eV
	IRC	1 mm - 3000 nm	$10^{-3} - 3 \times 10^{-6}$	~ $10^{-3} - 1,6$
Infrarosso	IRB	3000 - 1400 nm	$3 - 1,4 \times 10^{-6}$	
	IRA	1400 - 780 nm	$1,4 - 0,78 \times 10^{-6}$	
Visibile		780 - 380 nm	$0,38 - 0,78 \times 10^{-6}$	1,6 - 3,3
	UVA	400 - 315 nm	$0,4 - 0,315 \times 10^{-6}$	3,3 - 12
Ultravioletto	UVB	315 - 280 nm	$0,315 - 0,28 \times 10^{-6}$	
	UVC	280 - 100 nm	$0,28 - 0,1 \times 10^{-6}$	

CEM

RI

FOTONE

## MEMO !



- Relazione tra lunghezza d'onda e frequenza:

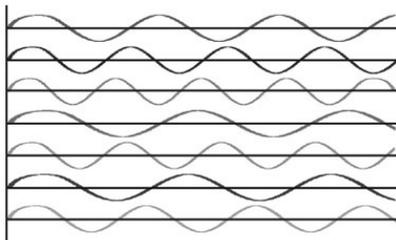
$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

- Relazione tra energia e frequenza:

$$E = h\nu$$

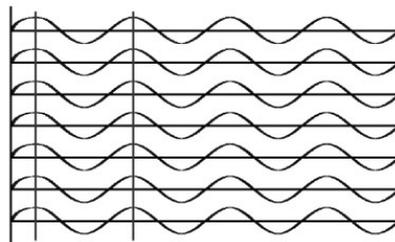
## SORGENTI

### NON COERENTI



**ORDINE INTERNO ASSENTE  
FREQUENZE E FASI DIVERSE**

### COERENTI



**ORDINE INTERNO  
ONDE CON FREQUENZE E  
FASI IDENTICHE**

- 
- Fasci di **radiazioni coerenti** possono essere ottenuti per emissione stimolata: **laser**
  - qualsiasi radiazione ottica diversa dalla radiazione laser è **non coerente**



## LASER

“Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation” ossia amplificazione di luce mediante emissione stimolata.

## CARATTERISTICHE LASER

---

E' un dispositivo che emette radiazione:

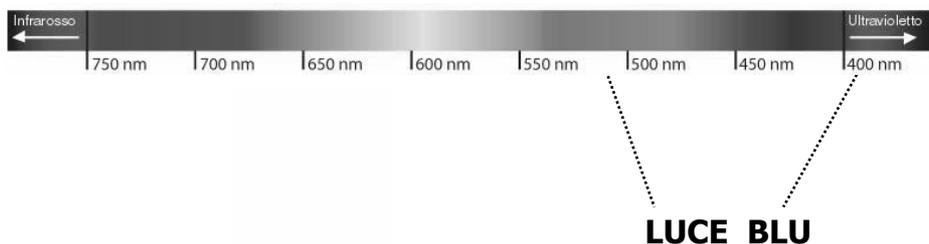
- Coerente
- Monocromatica (tutto lo spettro ottico)
- Con elevata direzionalità
- Con intensità molto elevata

- 
- Principi funzionamento laser

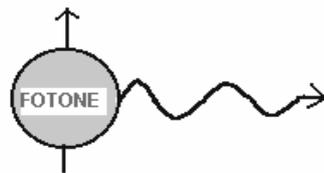
## LUCE BLU

- Si definisce "luce blu" la radiazione luminosa compresa tra i 380 ed i 520 nm, a queste lunghezze d'onda ed in determinate condizioni di esposizione, l'occhio può essere soggetto a danni retinici che possono essere di natura termica o fotochimica.

## Spettro del visibile

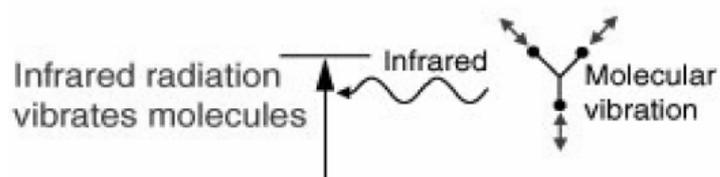


## Interazioni con la materia



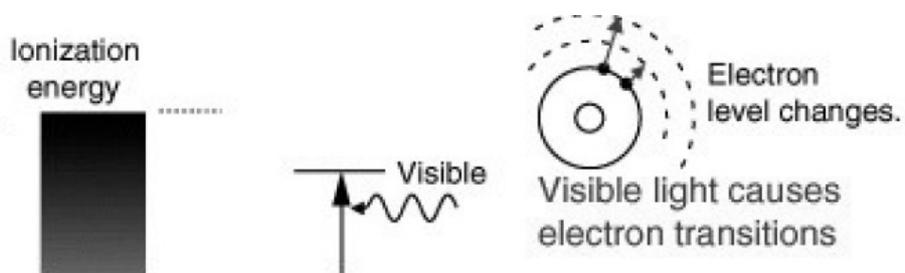
## Infrarossi

- L'interazione con la materia provoca l'aumento del moto vibrazionale molecolare quindi produce calore



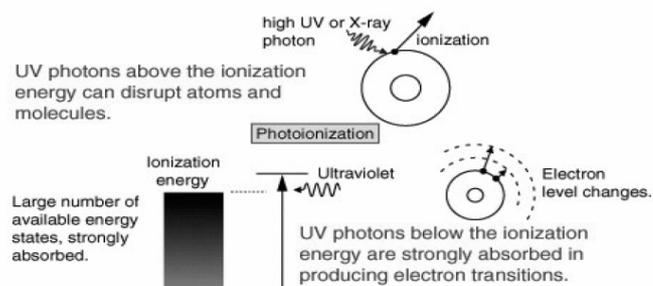
## Visibile

- Il meccanismo primario di interazione della luce con la materia è l'elevazione degli elettroni a livelli di energia più alti. Poiché diversi sono gli stati possibili di transizione, la componente visibile è fortemente assorbita.

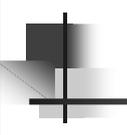


## Ultravioletti

- I fotoni ultravioletti di energia superiore all'energia di ionizzazione possono rompere atomi e molecole
- I fotoni ultravioletti di energie inferiori sono assorbiti producendo transizioni elettroniche.



# GRANDEZZE RADIOMETRICHE



---

Servono a descrivere la  
distribuzione spaziale e temporale  
della radiazione ottica

# GRANDEZZE RADIOMETRICHE



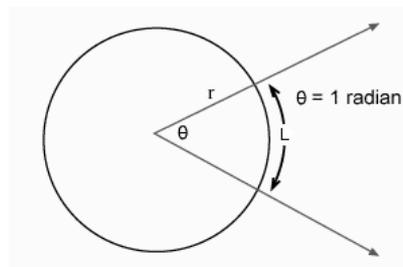
---

- Possono essere divise in due classi
  1. Descrivono la sorgente emettitrice
  2. Descrivono la superficie irradiata

## Angoli

- Angolo piano: è il rapporto tra la lunghezza dell'arco sotteso da due raggi ed il raggio della circonferenza
- Si misura in **radiani**

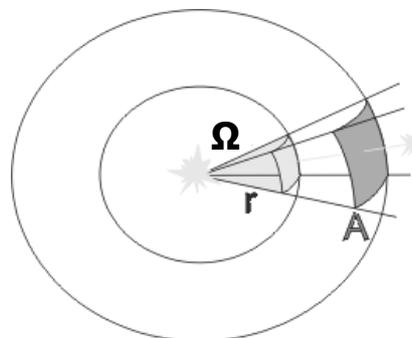
$$\theta = \frac{L}{r}$$



## Angoli

- Angolo solido: è una regione conica di spazio ed è definito dal rapporto tra l'area della superficie A racchiusa sulla sfera ed il quadrato del raggio  $r^2$  della stessa
- Si misura in **steradiani [sr]**

$$\Omega = \frac{A}{r^2}$$

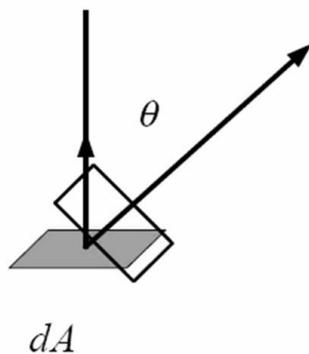


## Descrivono la sorgente emettitrice

- **ENERGIA RADIANTE  $Q$  (J)**  
energia trasportata da una onda em
- **Flusso (o potenza) radiante  $\Phi = dQ/dt$  (W)**  
variazione nel tempo dell'energia radiante
- **Intensità radiante  $I = d\Phi/d\Omega$  (W/sr)**  
flusso radiante emesso da una sorgente in una certa direzione per unità di angolo solido
- **RADIANZA  $L = d\Phi/d\Omega \cdot dA$  (W/m<sup>2</sup> · sr)**

E' la quantità di energia emessa da una superficie nell'unità di tempo (= Flusso Radiante) per unità di angolo solido (= Intensità radiante) e per unità di area della sorgente, nel piano perpendicolare alla direzione determinata dal punto di osservazione.

## Radianza



$$L = \frac{d\Phi}{dA \cos\theta d\Omega}$$

## Descrivono la superficie irradiata

- **Irradianza**  $E = d\Phi/dA$  ( $W/m^2$ )

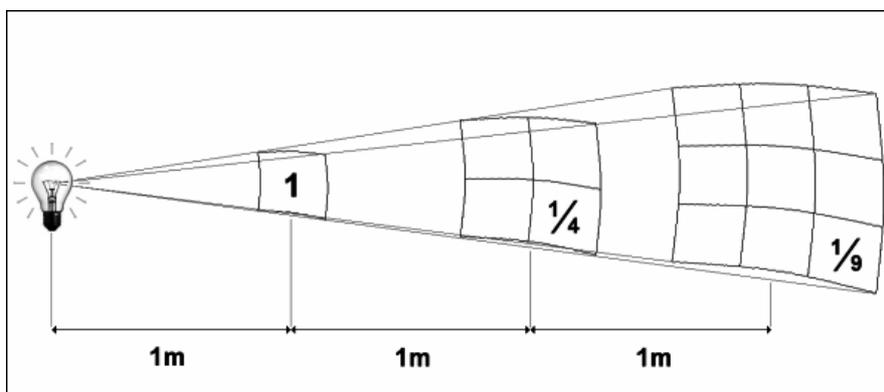
è il flusso radiante che incide su un'area unitaria

- **Esposizione radiante**  $H = dQ/dA$  ( $J/m^2$ )

si ottiene integrando nel tempo l'irradianza.

consente di quantificare l'effetto dell'esposizione integrata nel tempo ed il conseguente rischio potenziale

## Per l'irradianza vale la legge dell'inverso del quadrato



## Grandezze "spettrali"

Se si considerano fasci di radiazione NON monocromatici (sorgenti a larga banda – radiazione incoerente) tutte le grandezze radiometriche si possono definire in relazione ad una sola lunghezza d'onda tra quelle componenti il fascio

Al nome della grandezza viene aggiunto il termine SPETTRALE

Nelle loro definizioni al denominatore occorre considerare la lunghezza d'onda

es:  $E_\lambda = d\Phi/dA d\lambda$   
misurata in watt/m<sup>2</sup> nm

## Fattori adimensionali

**$S(\lambda)$  fattore di peso spettrale:** tiene conto della dipendenza dalla lunghezza d'onda degli effetti sulla salute delle radiazioni **UV** sull'occhio e sulla cute

**$R(\lambda)$  fattore di peso spettrale:** tiene conto della dipendenza dalla lunghezza d'onda delle lesioni termiche provocate sull'occhio dalle **radiazioni visibili e IRA**

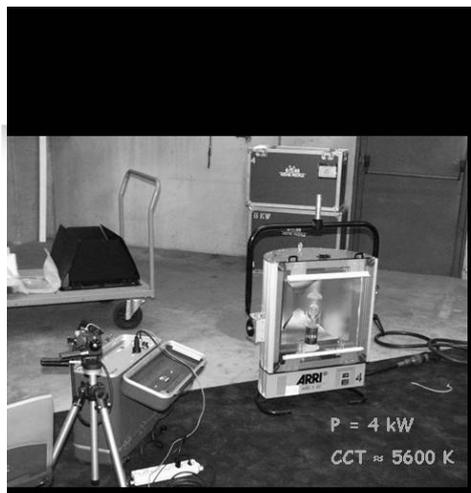
**$B(\lambda)$  ponderazione spettrale:** tiene conto della dipendenza dalla lunghezza d'onda della lesione fotochimica provocata all'occhio dalla **radiazione di luce blu**



# Esempi di sorgenti ROA non coerenti



Dr. R. Di Liberto - Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo - Pavia



P = 4 kW  
CCT ≈ 5600 K





 Esempi di sorgenti ROA non coerenti 



**Dr. R. Di Liberto –Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo - Pavia**



## Esempi di sorgenti ROA non coerenti



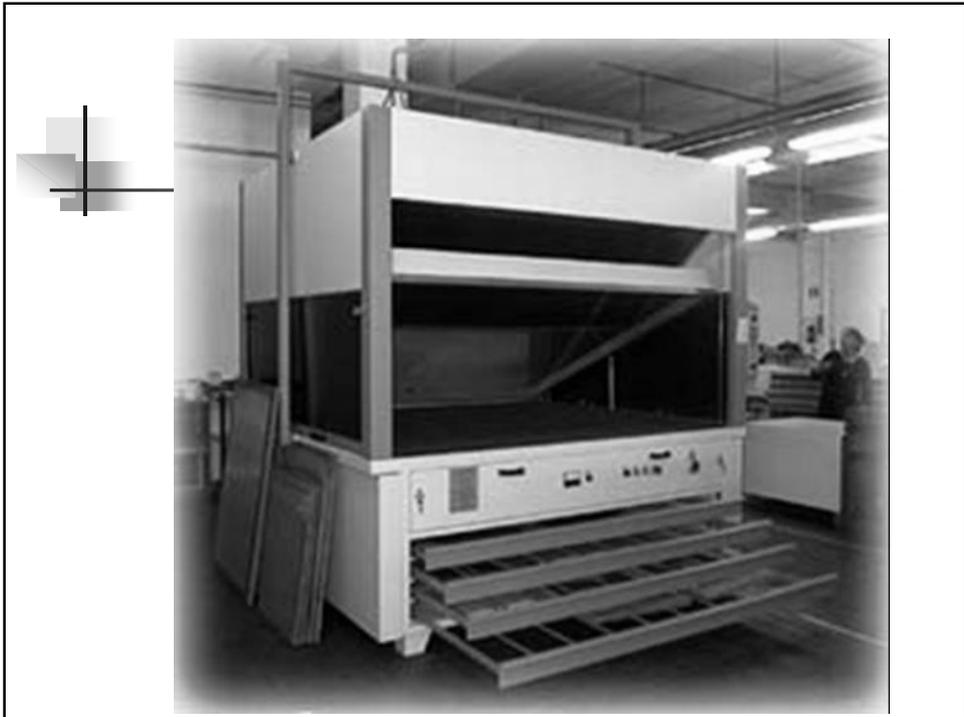
Dr. R. Di Liberto –Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo - Pavia



## Esempi di sorgenti ROA non coerenti



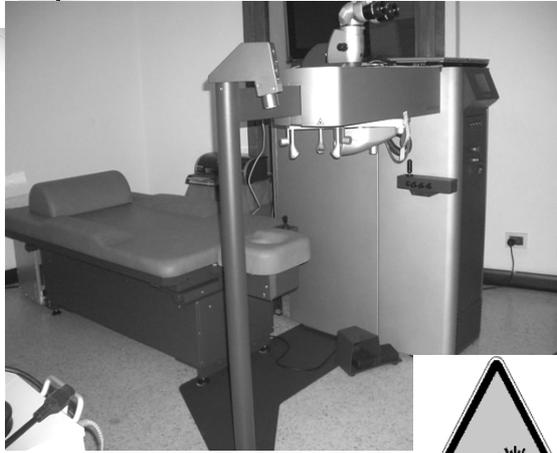
Dr. R. Di Liberto –Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo - Pavia







## Esempi di sorgenti ROA coerenti (LASER)



**Dr. R. Di Liberto –Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo - Pavia**