

Radiazione e Materia

L. Martina

*Dipartimento di Fisica - Università del Salento
e Sezione INFN - Lecce*

Sorgenti di radiazione

Fiamma

Converte energia chimica (combustione)
in energia radiante.

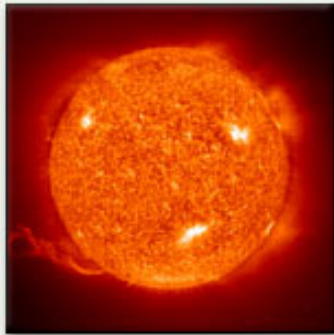


Lampadina ad incandescenza

Converte energia elettrica in
termica e quindi radiante.

Tubo al neon e fulmini

Convertono energia elettrica
in energia di ionizzazione e poi radiante.



Sole e stelle

Converte energia nucleare in radiante.

Aurore

Converte energia cinetica
in energia di eccitazione in energia radiante.



Maxwell e le Onde

1864-'65



$$\operatorname{div} \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\operatorname{rot} \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0$$

$$\operatorname{rot} \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$



$$\nabla^2 f - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 f}{\partial^2 t} = 0$$

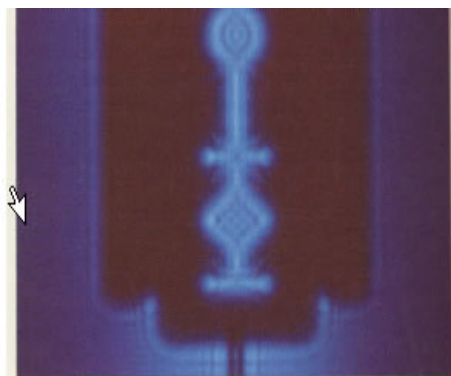
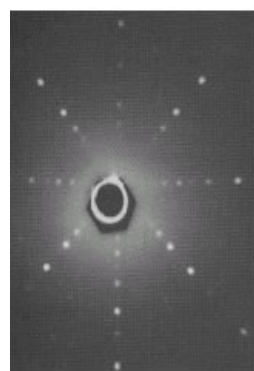
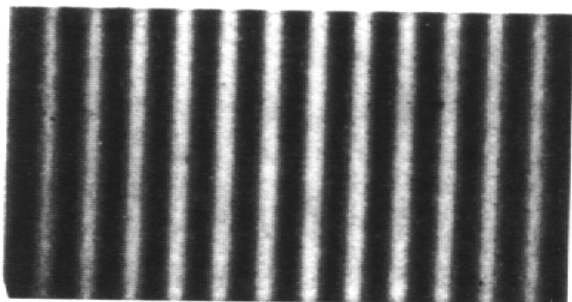
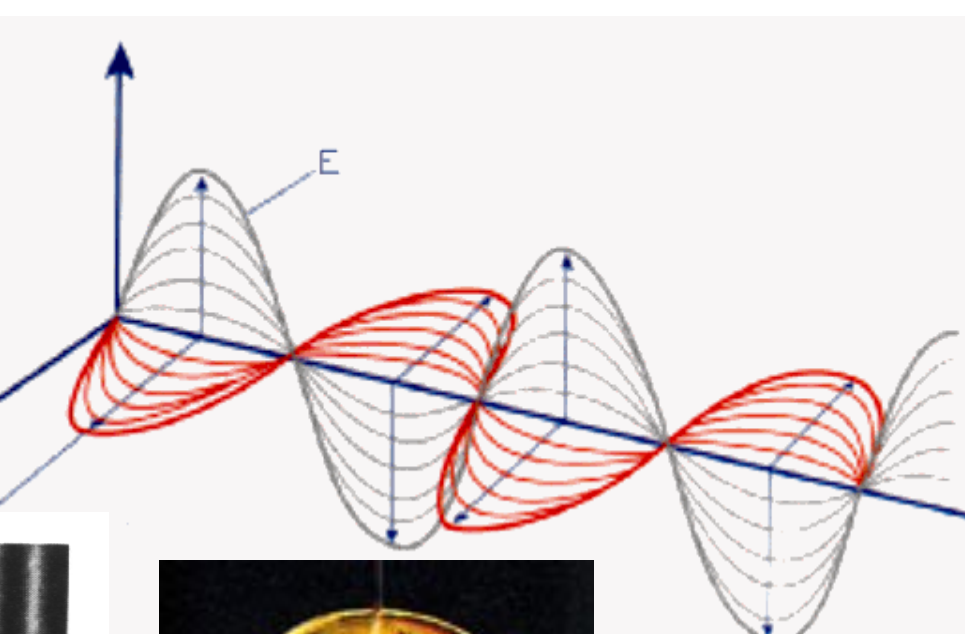
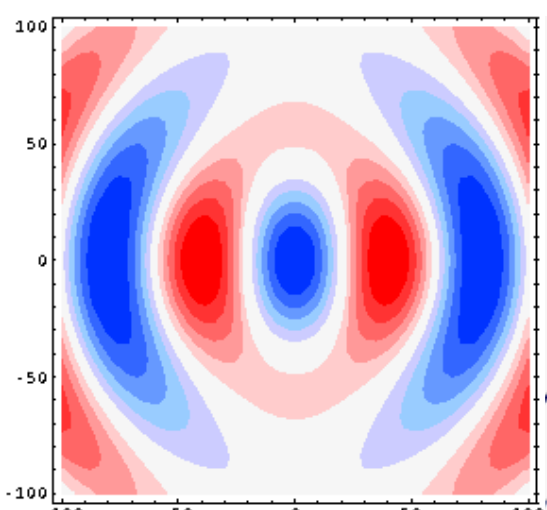
$\nwarrow$
Velocità della luce

Equazione delle onde

Legge di dispersione

$$f = A \sin(kx - \omega t) \quad \omega = ck$$

Onde Hertziane (1887)

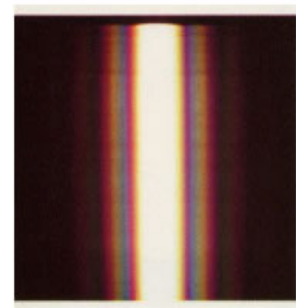


Onde Hertziane (1887)



$$\nabla^2 f - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 f}{\partial^2 t} = 0$$

NON INVARIANTE SOTTO
TRASFORMAZIONI DI GALILEI

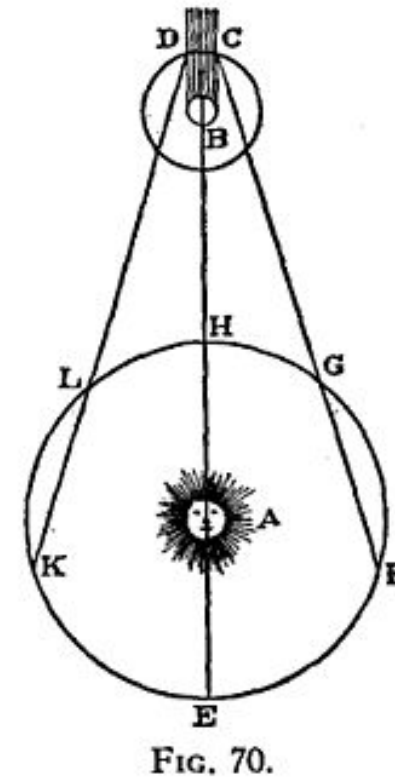


Misura della velocità della luce



1670, Ole Roemer

300000 km/sec



Misura della velocità della luce

Metodo di Foucault - Michelson

relazione dei punti coniugati

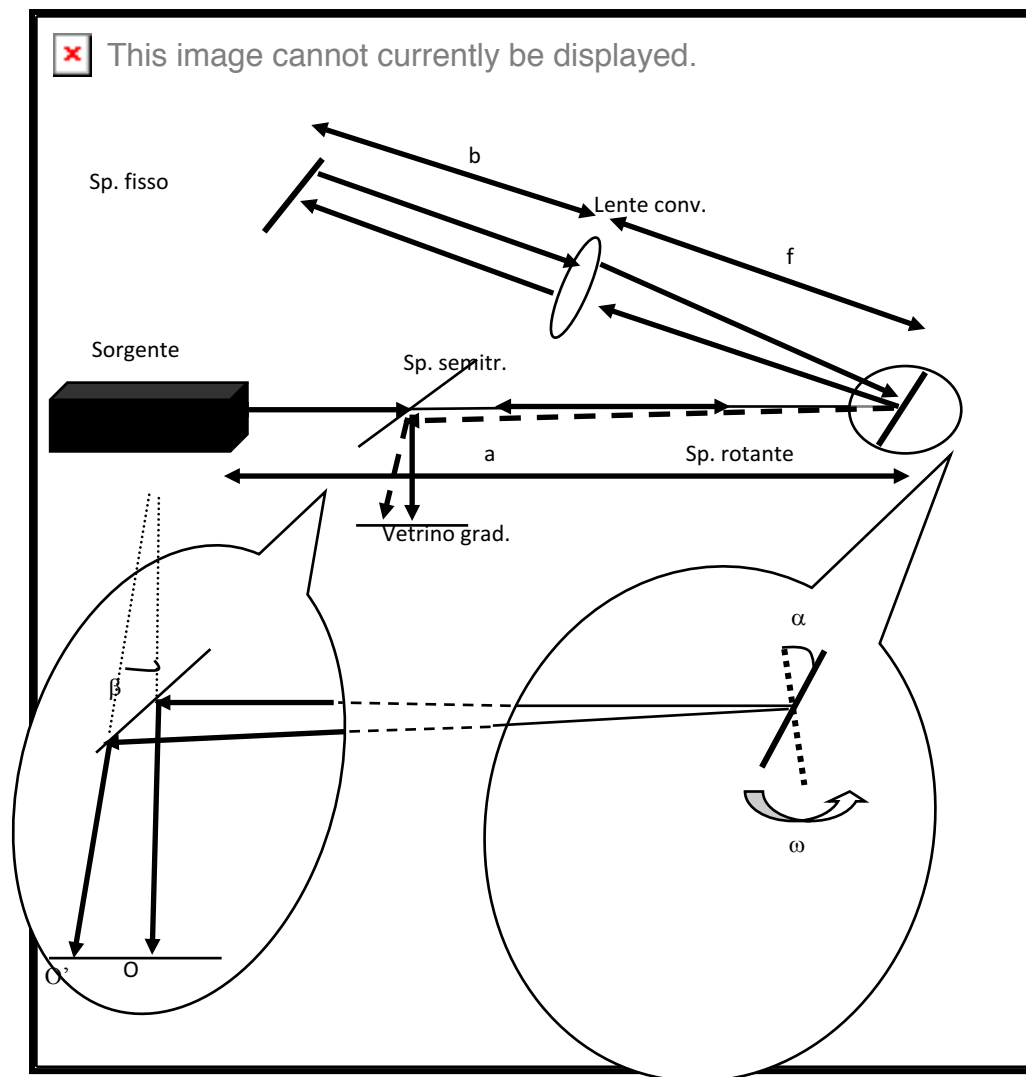
$$\frac{1}{a+f} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

$$c = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad \Delta s = 2(b+f)$$

$$\alpha = \omega \Delta t \quad \beta = 2\alpha$$

$$|oo'| = 2\alpha a$$

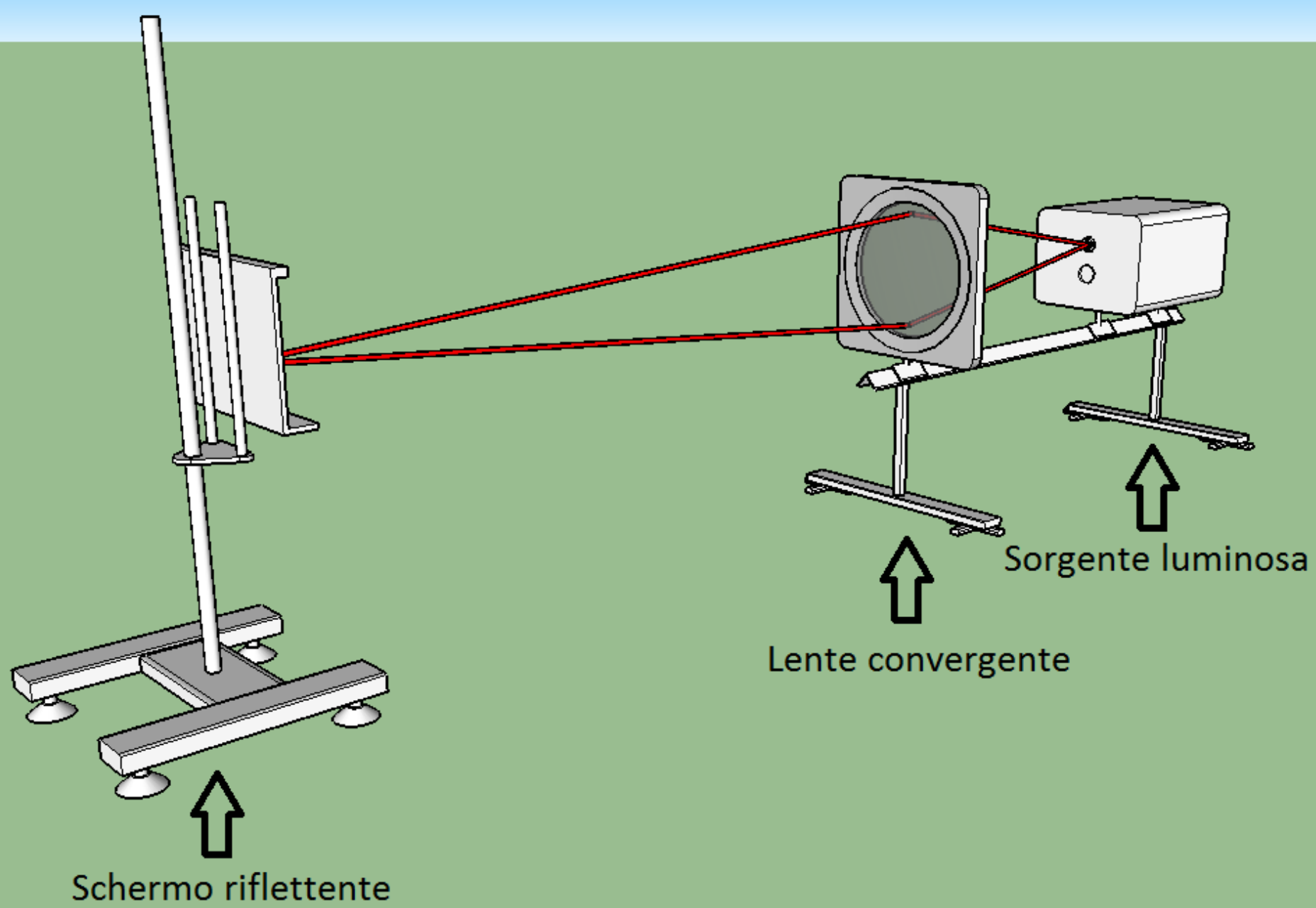
$$c = \frac{4\omega(b+f)a}{|OO'|}$$

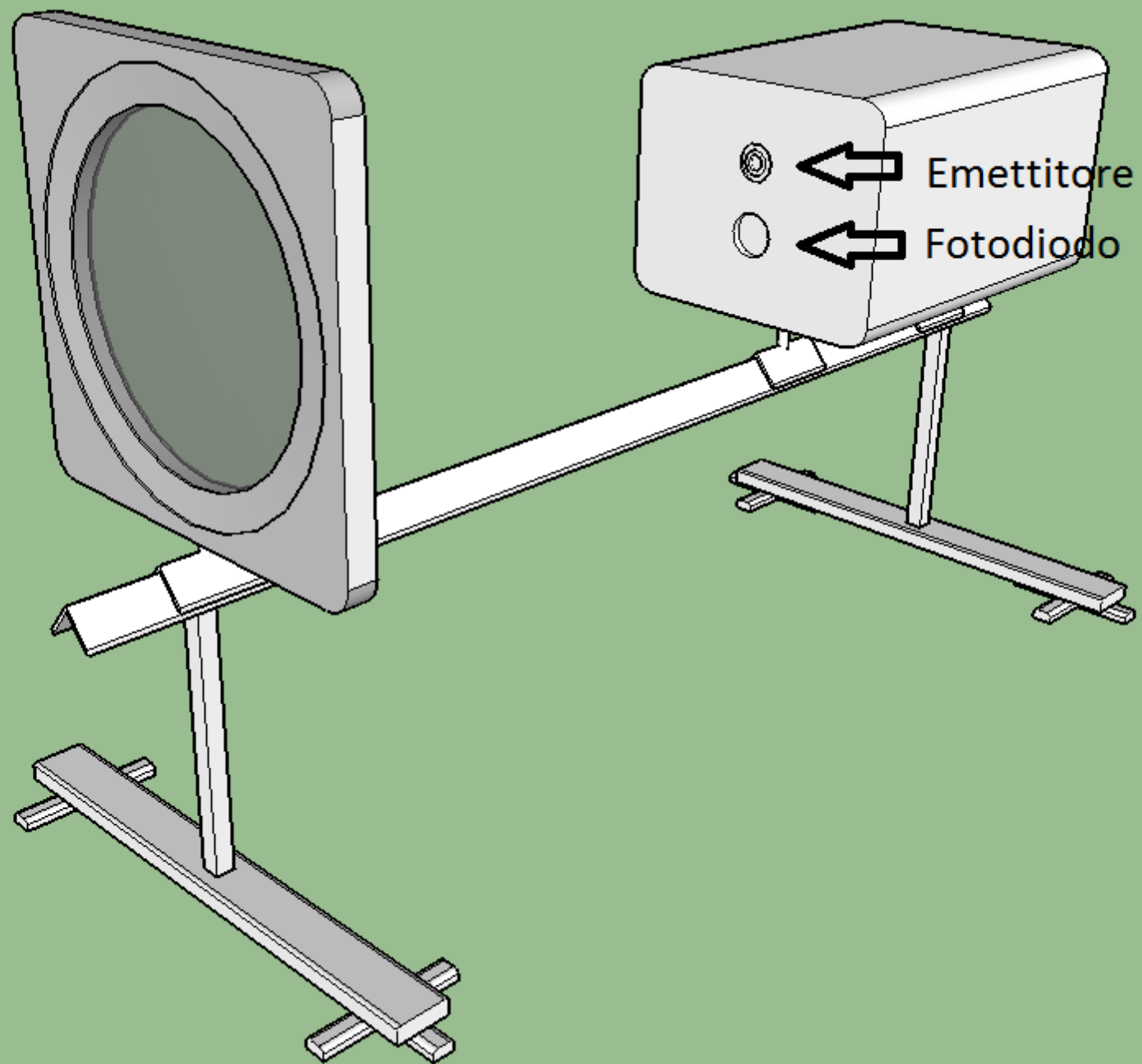


Date	Author	Method	Result (km/s)	Error
1676	Olaus Roemer	Jupiter's satellites	214,000	
1726	James Bradley	Stellar Aberration	301,000	
1849	Armand Fizeau	Toothed Wheel	315,000	
1862	Leon Foucault	Rotating Mirror	298,000	+/-500
1879	Albert Michelson	Rotating Mirror	299,910	+/-50
1907	Rosa, Dorsay	Electromagnetic constants	299,788	+/-30
1926	Albert Michelson	Rotating Mirror	299,796	+/-4
1947	Essen, Gorden-Smith	Cavity Resonator	299,792	+/-3
1958	K. D. Froome	Radio Interferometer	299,792.5	+/-0.1
1973	Evanson et al	Lasers	299,792.4574	+/-0.001

Valore adottato della velocità della luce 299 792 458 m s⁻¹ (exact) (1983)

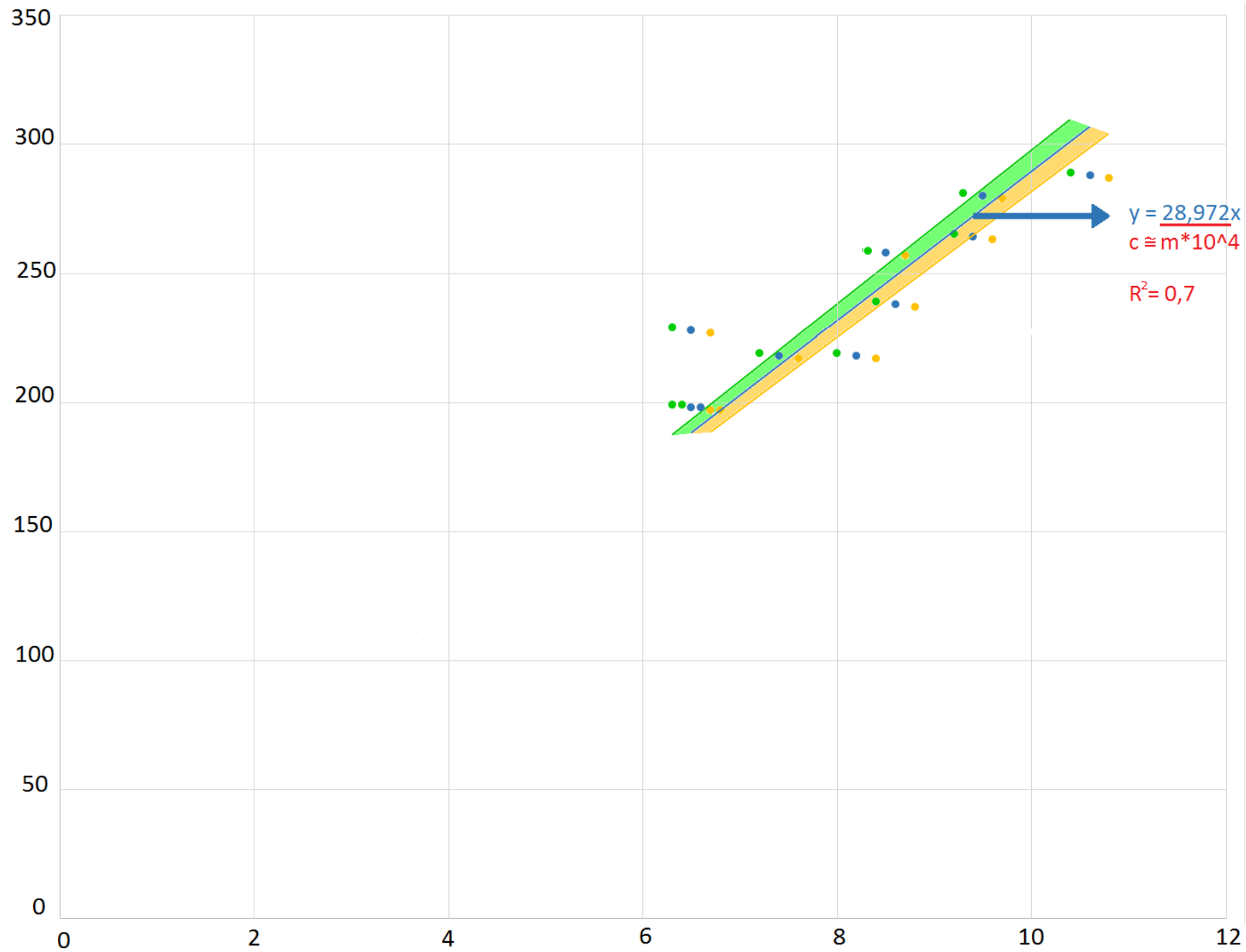
Il metro è la lunghezza percorsa dalla luce nel vuoto
in un intervallo di tempo di 1/299792458 di secondo.





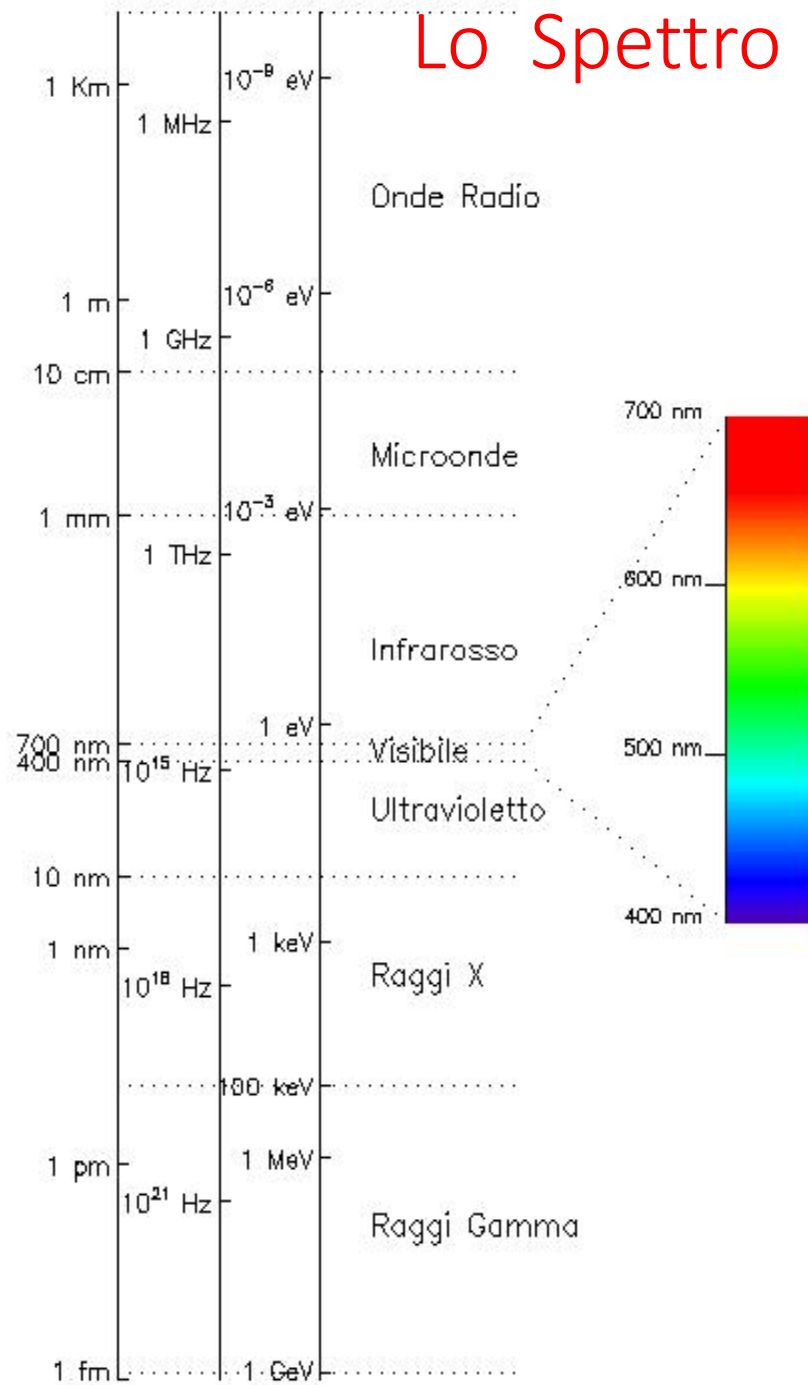
ΔS (Spazio totale: in cm)	$l[s]$ (Incertezza spazio: in cm)	$\Delta S-l[s]$ (Spazio totale minimo: in cm)	$\Delta S+l[s]$ (Spazio totale massimo: in cm)	Δt (Tempo impiegato: in ns)	$l[t]$ (Incertezza tempo: in ns)	$\Delta t-l[t]$ (Tempo impiegato minimo: in ns)	$\Delta t+l[t]$ (Tempo impiegato massimo: in ns)	$V=\Delta S \cdot 10^4 / \Delta t$ (Velocità: in km/s)
280	1	279	281	9,5	0,2	9,3	9,7	294736,8
258	1	257	259	8,5	0,2	8,3	8,7	303529,4
238	1	237	239	8,6	0,2	8,4	8,8	276744,2
218	1	217	219	7,4	0,2	7,2	7,6	294594,6
198	1	197	199	6,6	0,2	6,4	6,8	300000
264	1	263	265	9,4	0,2	9,2	9,6	280851,1
288	1	287	289	10,6	0,2	10,4	10,8	271698,1
218	1	217	219	8,2	0,2	8	8,4	265853,7
228	1	227	229	6,5	0,2	6,3	6,7	350769,2
198	1	197	199	6,5	0,2	6,3	6,7	304615,4

Spazio (cm)



Tempo (ns)

Lo Spettro E.M.



Visibile

1666 – Newton disperde la luce visibile con un prisma. Il visibile è prodotto da transizioni degli elettroni in atomi e molecole e da corpi molto caldi

Infrarosso

1800 – Herschel mostra che la radiazione solare si estende nell'infrarosso. L'infrarosso è prodotto da transizioni rotazionali e vibrazionali delle molecole e da corpi caldi.

Ultravioletto (UV)

1801 – Ritter in modo analogo all'IR scopre la luce ultravioletta. L'UV è prodotto da transizioni elettroniche di atomi ionizzati.

Onde radio e microonde

1885 – Hertz scopre le onde radio.

Le onde radio sono prodotte da dispositivi elettrici e elettronici, da radiazione di fondo cosmico e alla radiazione di frenamento.

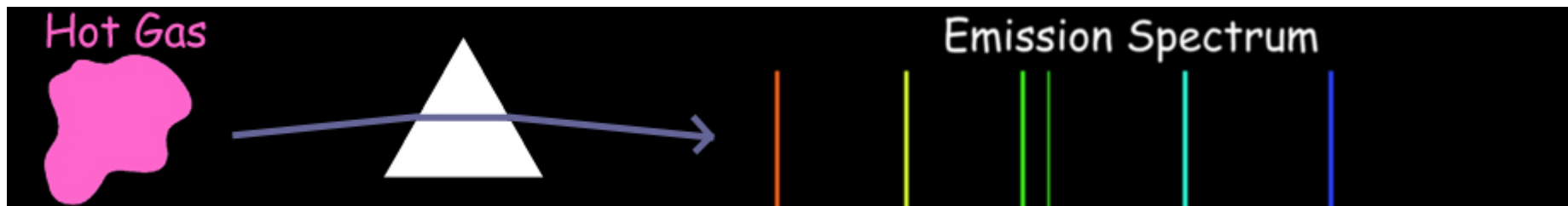
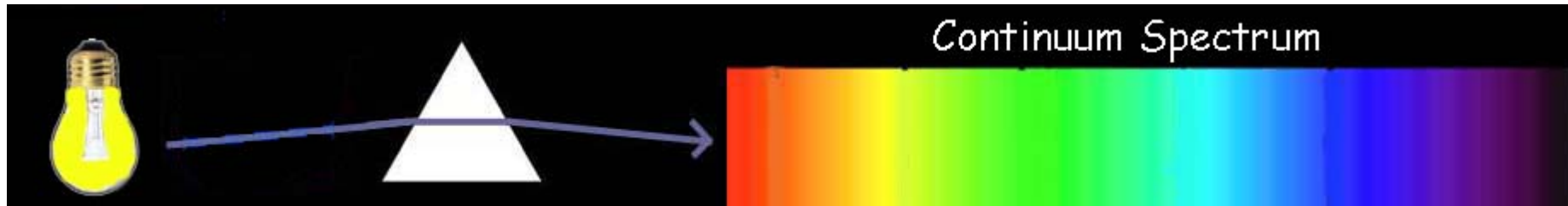
Raggi X e Raggi γ

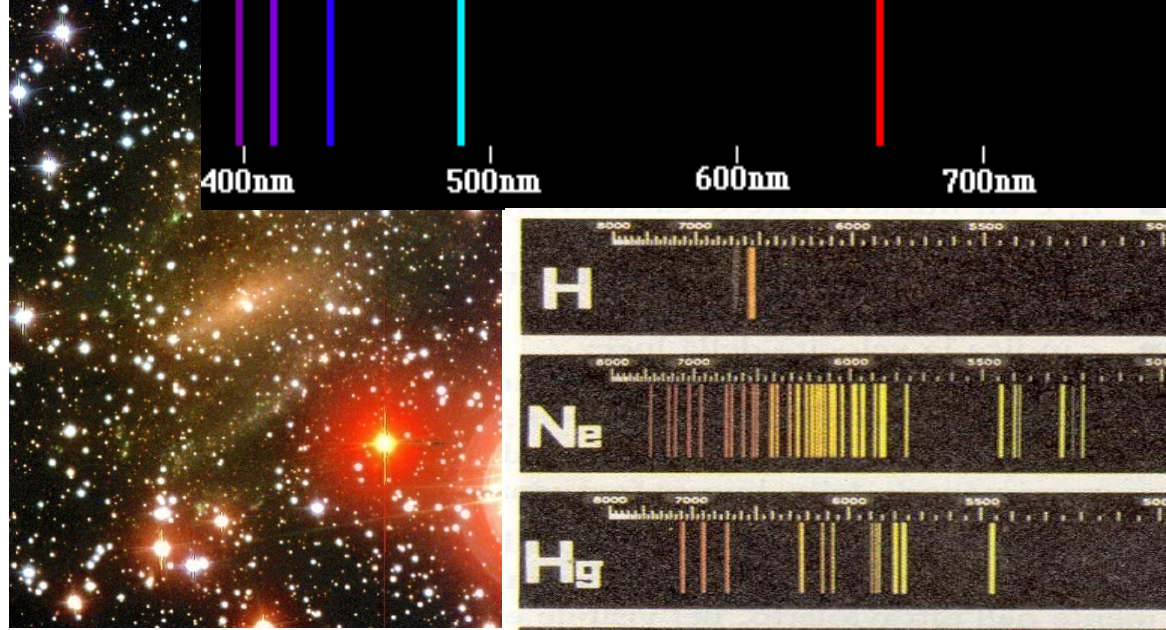
1896 - Roentgen scopre i raggi X.

1914 - Rutherford identifica i raggi γ

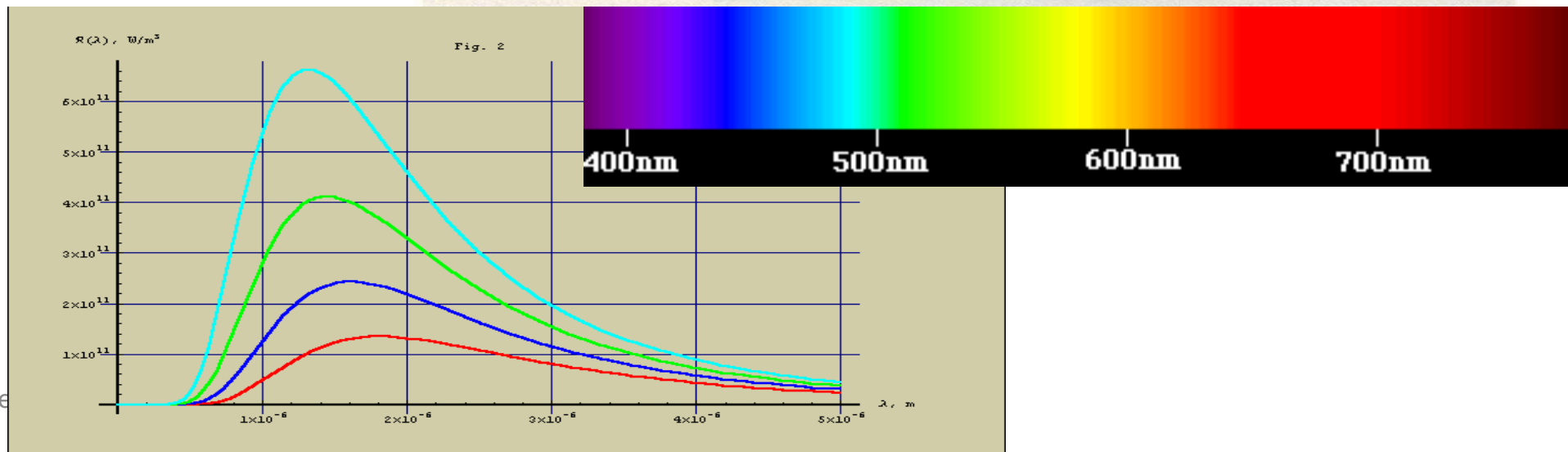
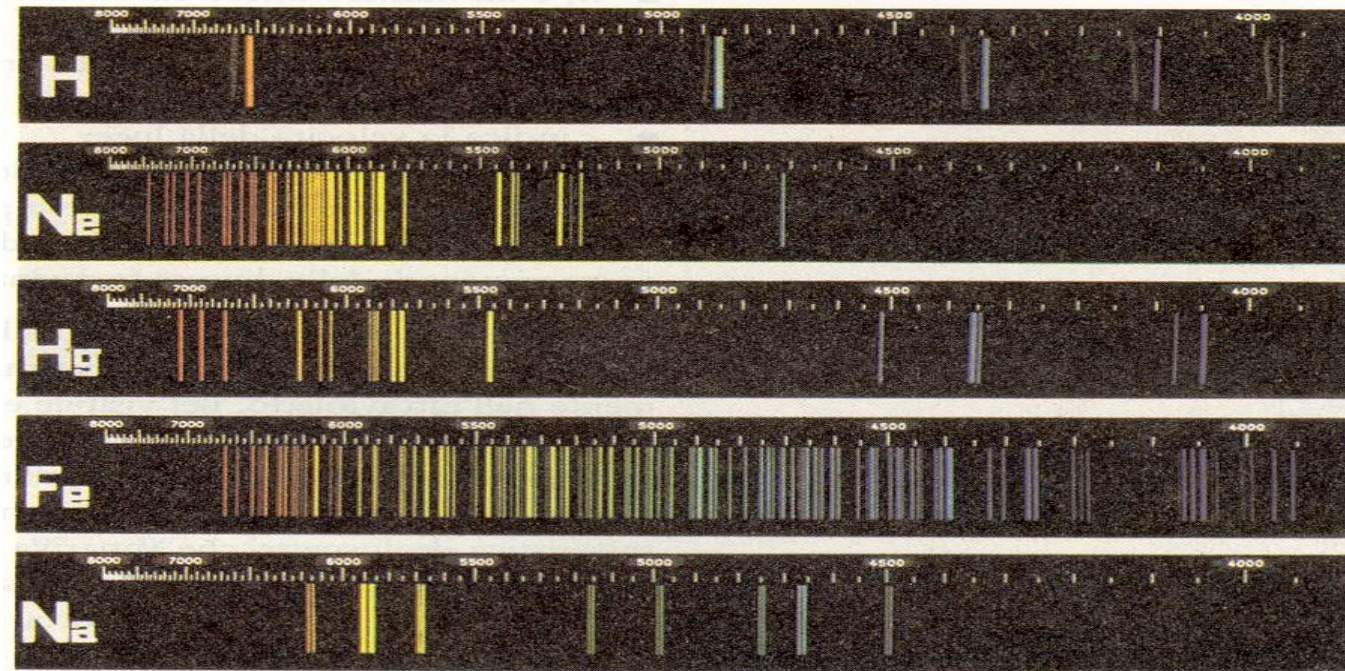
I raggi X sono prodotti nelle transizioni elettroniche negli atomi di elettroni di shell interne. I raggi γ sono prodotti nelle reazioni nucleari.

Caratteristiche dello spettro

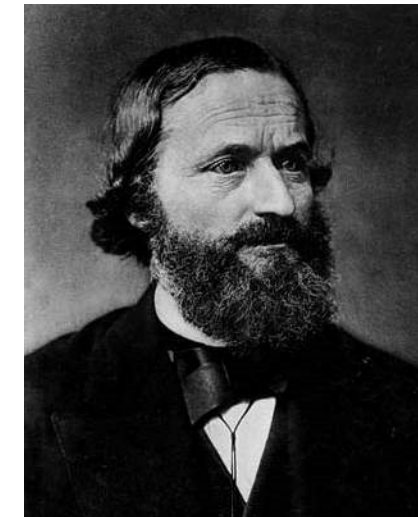




Spettri discreti e continui



Irraggiamento



G. R. G. Kirchhoff

«per ogni sostanza il comportamento rispetto all'emissione e all'assorbimento, a parità di temperature, è il medesimo»

emissione



$$\frac{P}{A} = \sigma T^4 \text{ j/m}^2\text{s} \quad \text{Stefan-Boltzmann Law}$$

$$\sigma_e = 5.6703 \times 10^{-8} \text{ watt / m}^2\text{K}^4$$

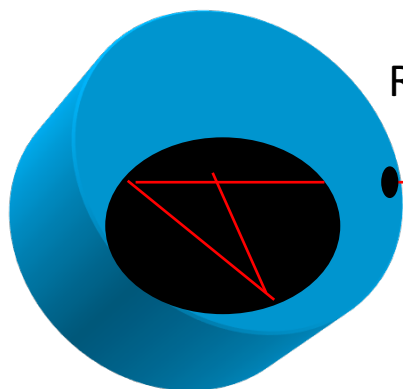
assorbimento



$$\alpha + \rho + \tau = 1$$

riflessione

trasmissione



Radiatore Perfetto
CORPO NERO

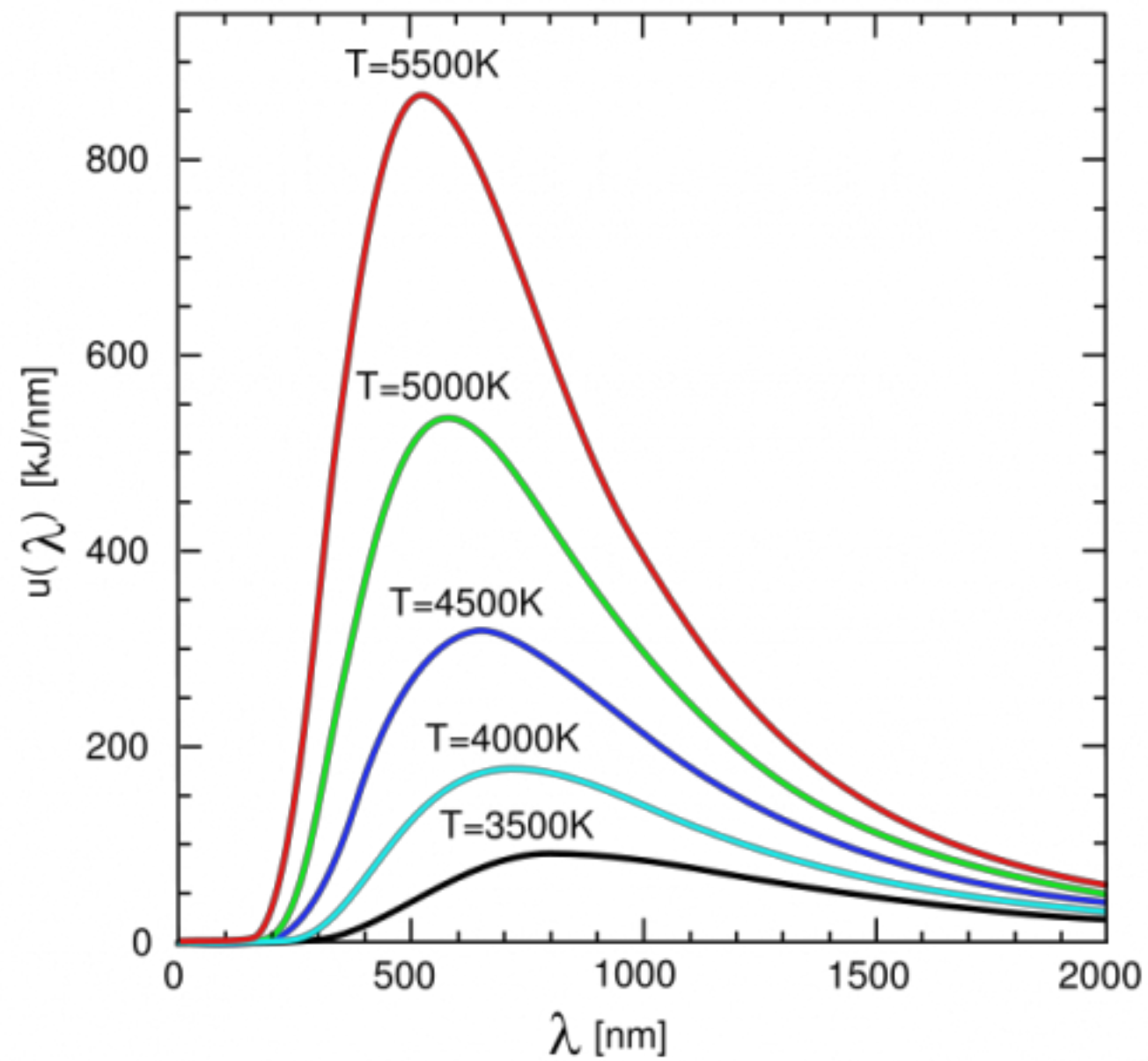
$$P_{emiss} = f(T)$$

$$e = \alpha$$

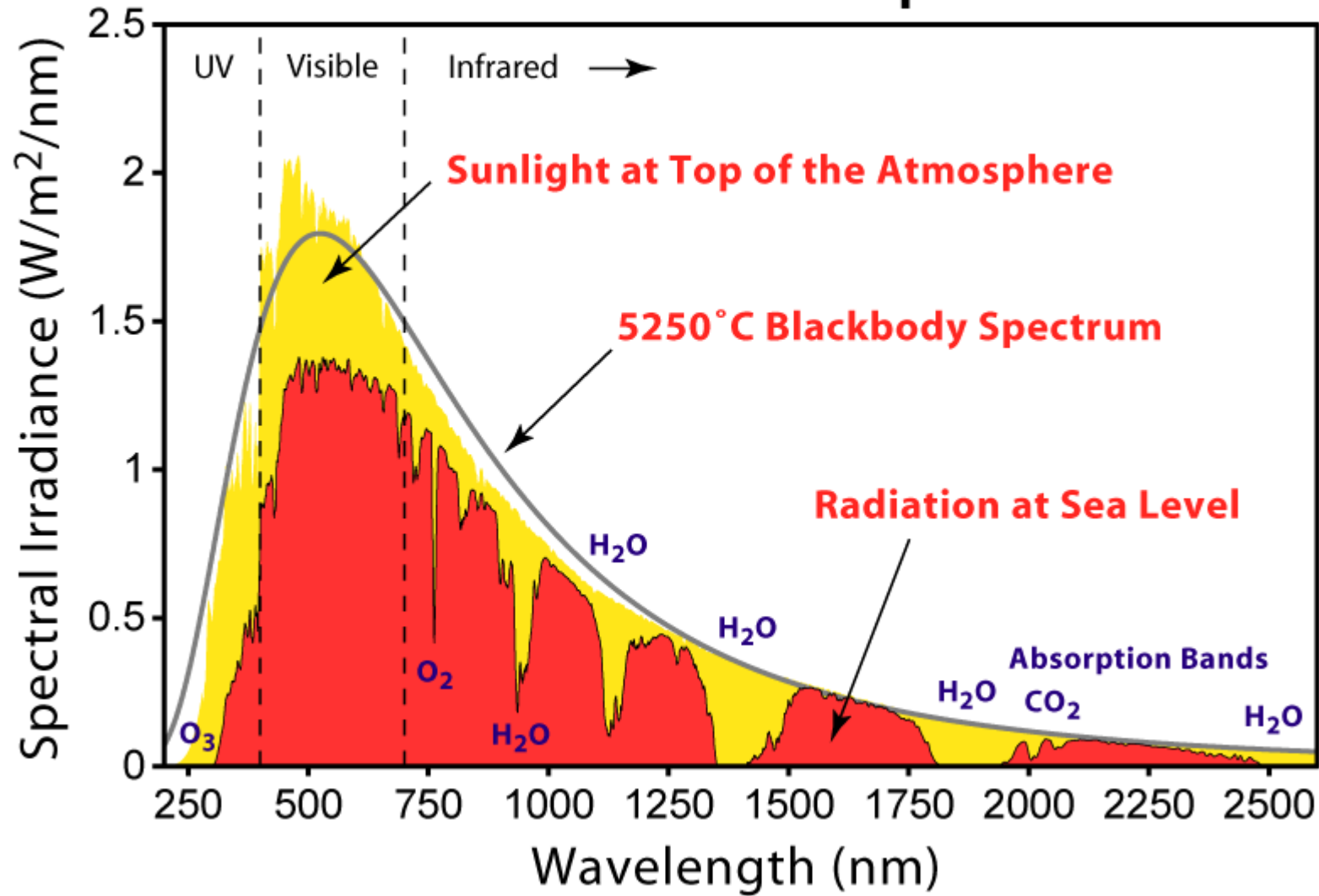


Il Principio della
Termodinamica

Assorbitore Perfetto
CORPO NERO



Solar Radiation Spectrum



Monocromatore a reticolo di Diffrazione

FIGURA A

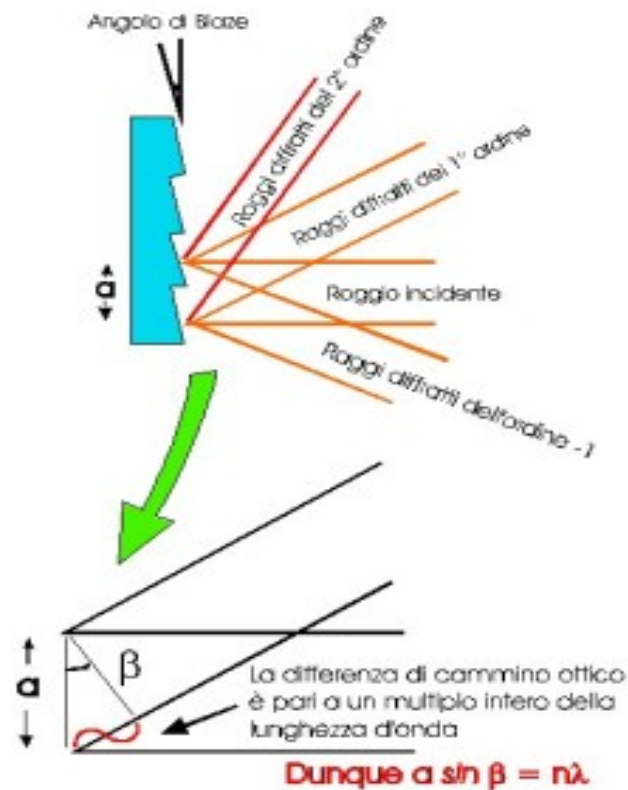
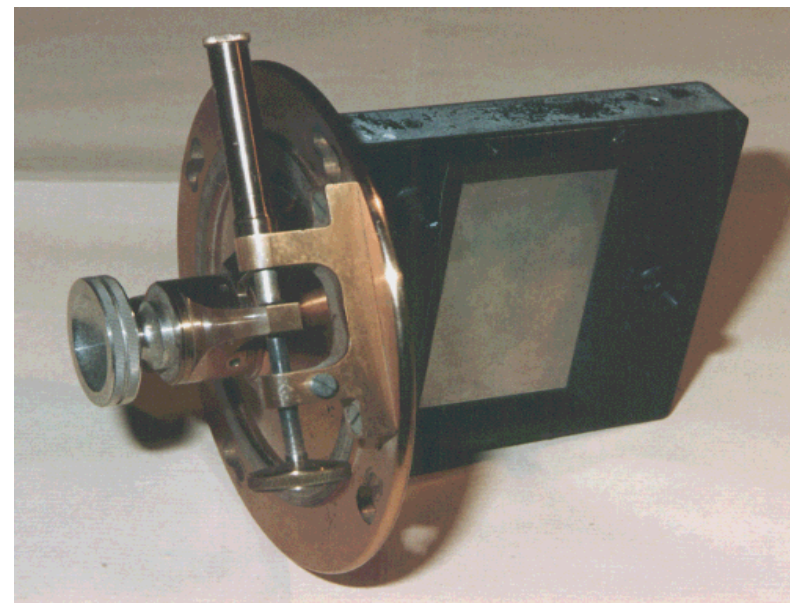
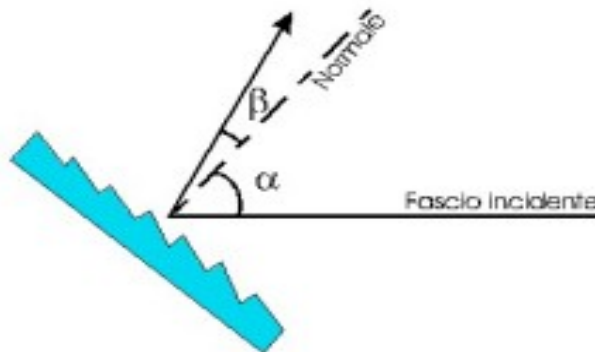
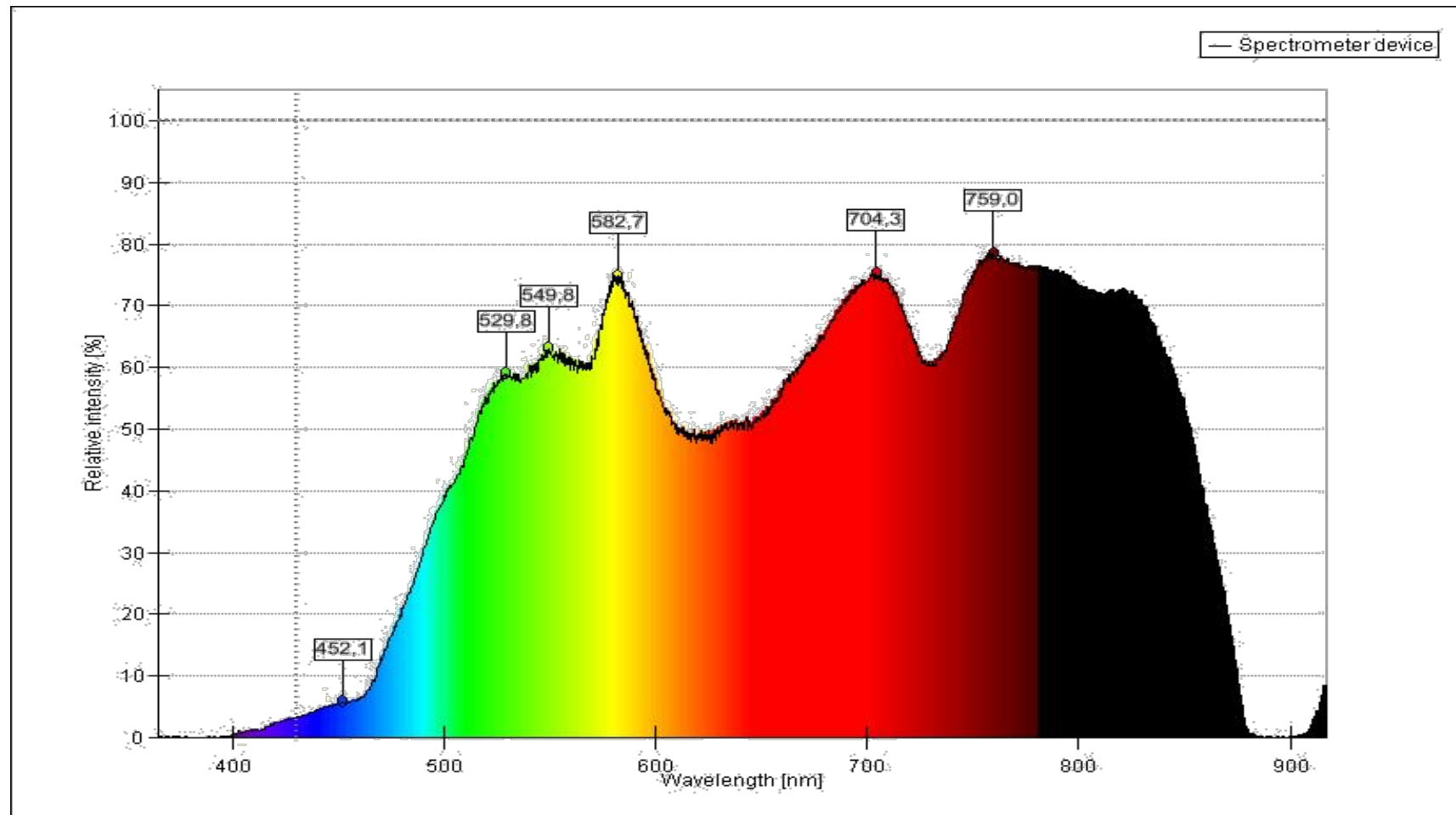


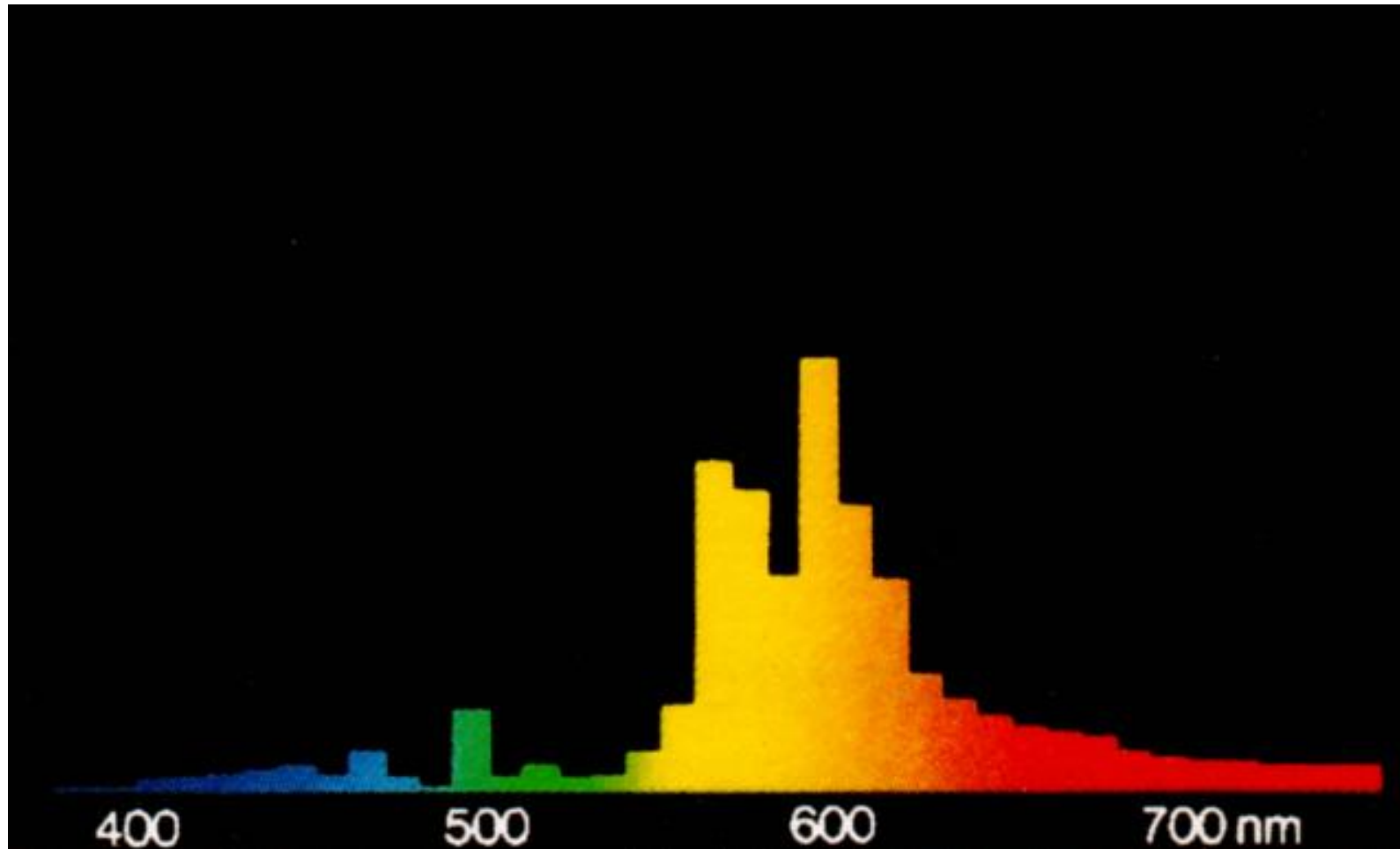
FIGURA B



Curva Spettrale di una Lampada Alogena



Curva Spettrale di una lampada al Sodio





Hydrogen



Sodium



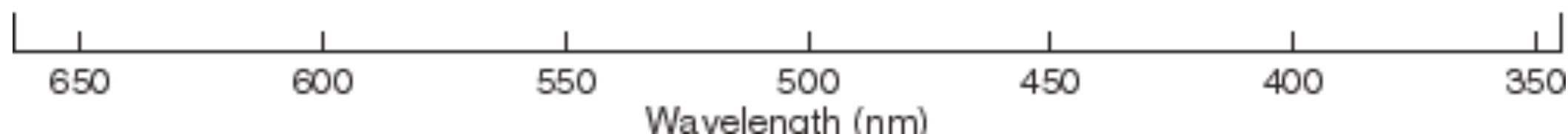
Helium



Neon



Mercury



Misure di emissione spettrale

Lunghezza d'onda (nm)	Intensità di corrente (nA)
300	0,024
320	0,025
340	0,025
360	0,027
380	0,094
400	0,026
420	0,026
440	0,025
460	0,028
480	0,029
500	0,043
520	0,135
540	0,452
560	0,711
580	42,6
584	116,3
586	113
588	119,83
600	0,65
620	0,33
640	0,238

