

Contents

1	La rivoluzione della fisica moderna	2
1.1	Fisica classica	2
1.2	Fisica moderna	2
2	La radiazione di corpo nero e l'ipotesi di Planck	2
2.1	Radiazione di corpo nero	2
2.2	Esperimento sulla radiazione di corpo nero	3
2.2.1	Prime osservazioni:	3
2.3	La radiazione di un corpo nero secondo la fisica classica	4
2.3.1	Per la termodinamica:	4
2.4	Ricapitolando	5
2.4.1	Primo tentativo	5
2.4.2	Secondo tentativo	5

1 La rivoluzione della fisica moderna

Alla fine del XIX secolo iniziarono a emergere contraddizioni sperimentali con le teorie della fisica classica (meccanica, termodinamica, elettromagnetismo) che portarono alla **crisi della fisica classica**

1.1 Fisica classica

- Tutti gli eventi avvengono in uno spazio tridimensionale, descritto dalla geometria euclidea classica (spazio immobile e immutabile)
- Tutti i cambiamenti che si verificano nel mondo fisico sono descritti in funzione del tempo, dimensione separata e assoluta

1.2 Fisica moderna

- Teoria della relatività
- Meccanica quantistica

2 La radiazione di corpo nero e l'ipotesi di Planck

I primi esperimenti a mettere in crisi la fisica classica si devono a delle osservazioni di termodinamica, in particolare allo studio dello spettro di un *corpo nero ideale*

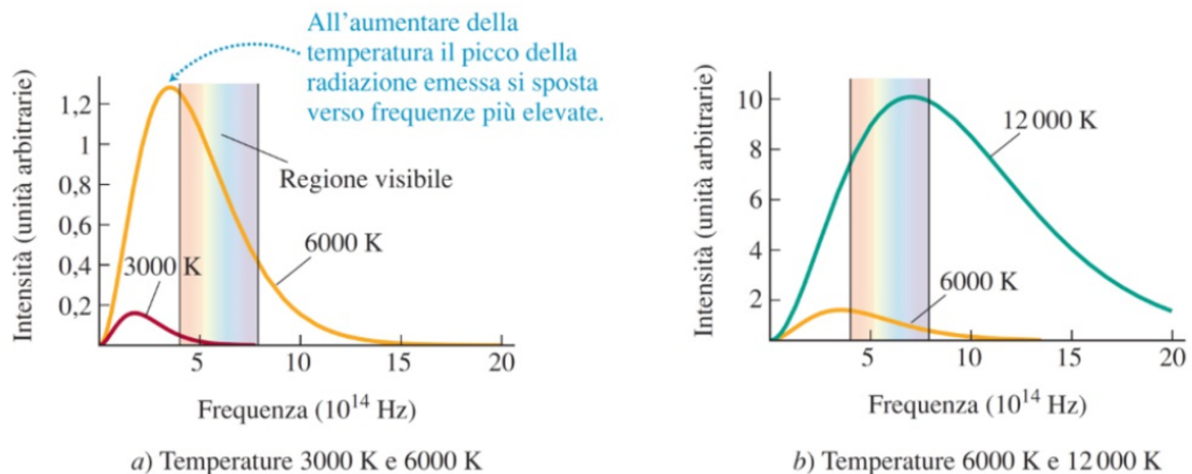
2.1 Radiazione di corpo nero

La luce è un'onda elettromagnetica che viene emessa da *corpi incandescenti*: Gli atomi di un corpo caldo si comportano come oscillatori elettromagnetici capaci di emettere e di assorbire frequenze (principalmente localizzate nelle fasce del visibile e dell'infrarosso). si può quindi definire questo fenomeno legato ai corpi caldi *irraggiamento*.

In particolare, un corpo attraversato da onde elettromagnetiche di frequenze varie assorbe una certa quantità di energia (in base alle sue caratteristiche) ed emette allo stesso tempo radiazioni con un'energia dipendente dalla sua temperatura.

Per corpo nero si intende un sistema fisico ideale in grado di assorbire tutta la radiazione elettromagnetica che incide su di esso: è anche un radiatore ideale ed emette in ogni parte dello spettro elettromagnetico.

2.2 Esperimento sulla radiazione di corpo nero



L'esperimento consiste nel scaldare il corpo nero fino a una data temperatura T e misurarne l'**irraggiamento** (radianza) ad una data frequenza **radianza** = potenza emessa per unità di superficie W/m^2

2.2.1 Prime osservazioni:

- Scarsa entità delle radiazioni a basse frequenze
- Picco nella regione delle frequenze intermedie
- All'aumentare della temperatura il picco si sposta verso frequenze più alte

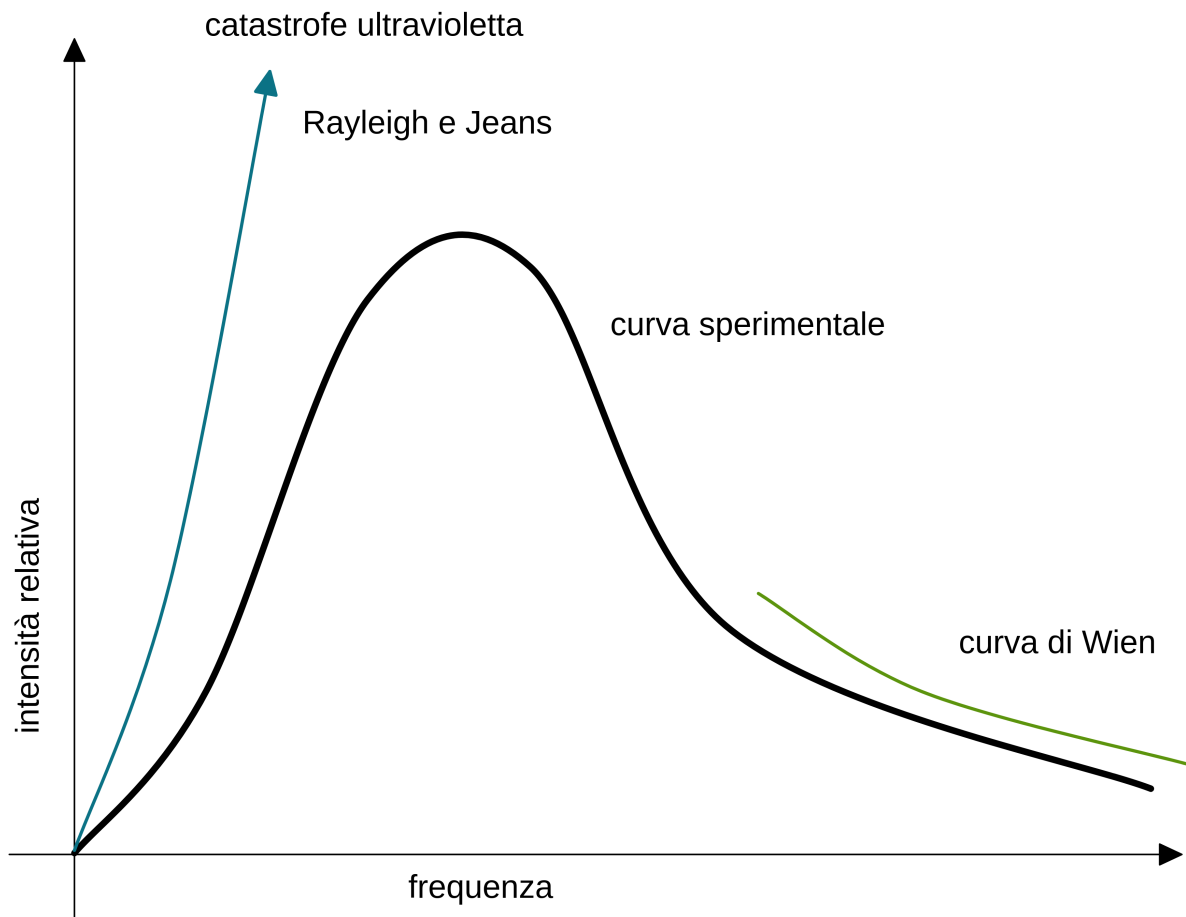
Da cui si deduce che la **distribuzione dell'energia** della radiazione emessa

- Non dipende dal materiale con cui è costruito il corpo
- Dipende solo dalla sua temperatura T
- All'aumentare della temperatura aumenta anche l'area sottesa alla curva

Tale area corrisponde all'energia totale emessa per unità di superficie e di tempo da un corpo nero a temperatura T :

$$I = \int_0^{+\infty} I(\lambda, T) d\lambda$$

2.3 La radiazione di un corpo nero secondo la fisica classica



2.3.1 Per la termodinamica:

L'energia irraggiata per unità di superficie è direttamente proporzionale alla quarta potenza della temperatura.

Legge di Stefan-Boltzmann:

$$I = \sigma \cdot T^4 \quad \text{con} \quad \sigma = 5,670 \times 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$$

Dall'osservazione degli spettri:

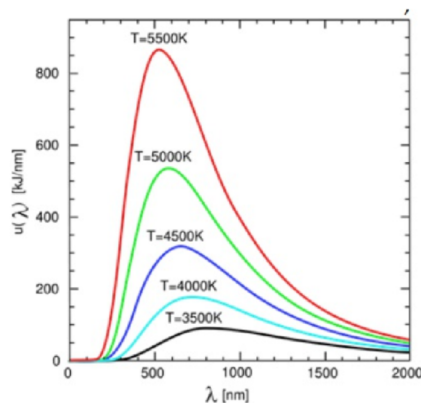
$$\lambda_{max} = \text{costante} \quad \text{legge di Wien}$$

La frequenza del picco è direttamente proporzionale alla temperatura:

$$f_{picco} = (5,88 \cdot 10^{10} s^{-1} K^{-1}) T$$

$$\lambda_{max} = \frac{2.90 \times 10^{10} m \cdot K}{T}$$

La legge di Wien è utilizzata anche per valutare la temperatura superficiale delle stelle (sulla base del colore)



rappresentazione grafica della legge di Wien (1983)

2.4 Ricapitolando

2.4.1 Primo tentativo

Wien: la teoria si accorda con la curva sperimentale ad **alte frequenze** ma non a **basse frequenze**

2.4.2 Secondo tentativo

Rayleigh e Jeans: la teoria si accorda con la curva sperimentale a **basse frequenze** ma non ad **alte frequenze**

$$I(\lambda, T) = 2\pi K_B \frac{T}{\lambda^4}$$

Inoltre:

$$I \propto \frac{T}{\lambda^4} \quad \text{per } \lambda \rightarrow 0 \text{ (ossia } f \rightarrow 0)$$

$$I \rightarrow \infty$$

La curva diverge a infinito per alte frequenze.
Il fenomeno è detto **catastrofe ultravioletta**