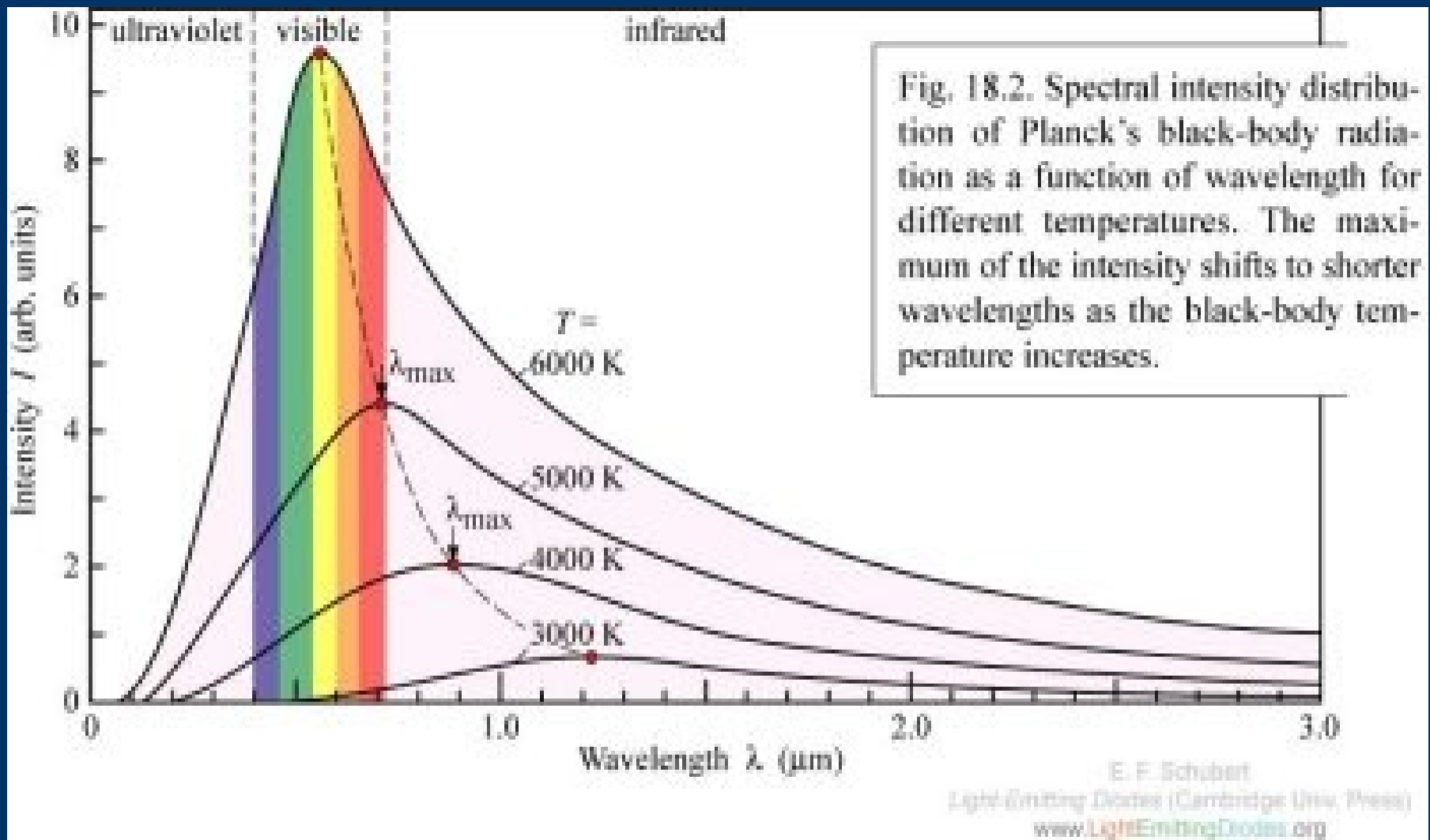


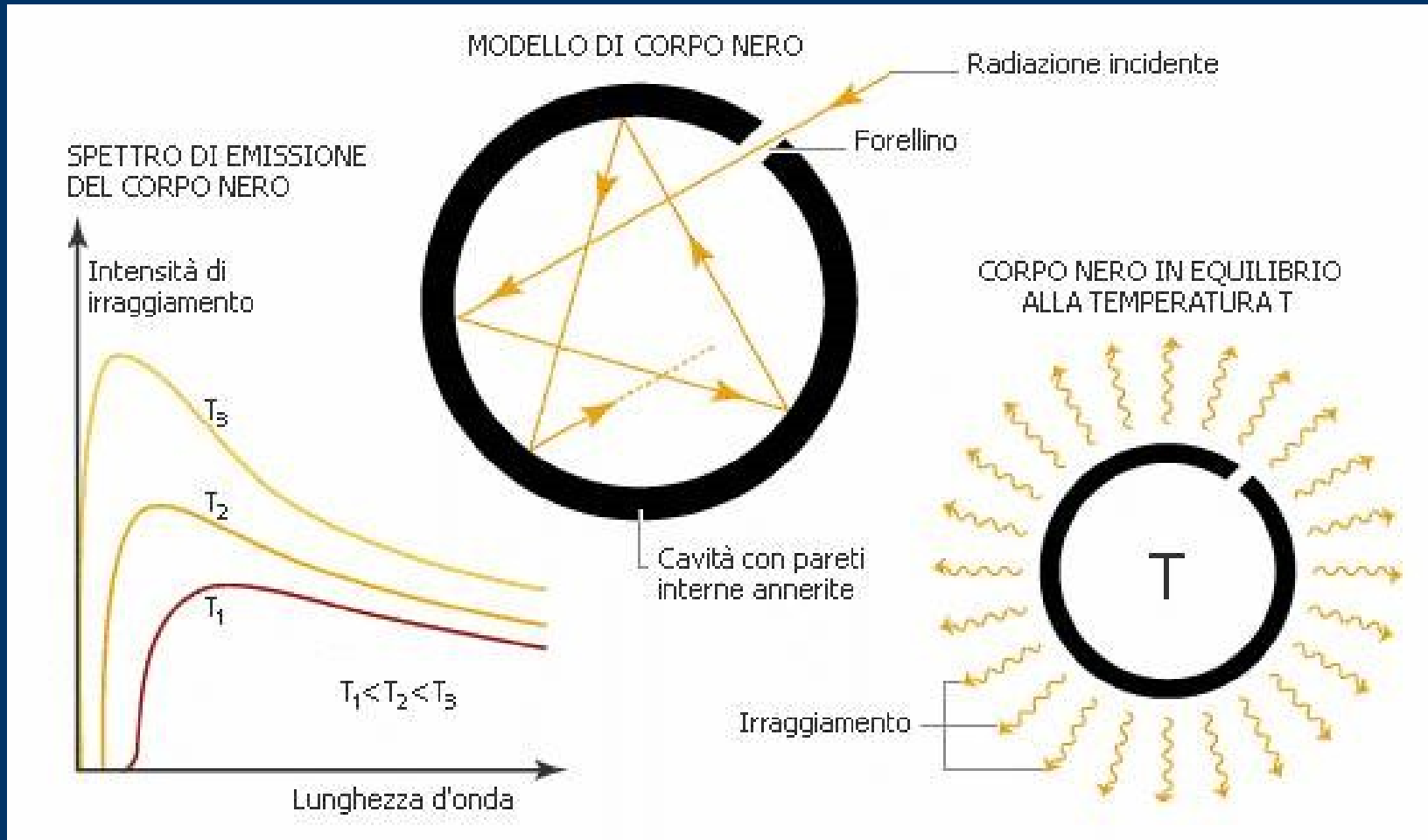
# Spettro di corpo nero - curva sperimentale



# *Modello di corpo nero*

- Assorbe completamente la radiazione e.m. senza rifletterla (quindi è NERO)
  - Riemette TUTTA l'energia assorbita solo in funzione della  $T$  e non della forma o del materiale che lo costituisce (quindi è perfettamente LUMINOSO).
  - Esempio di corpo nero = CAVITA' RADIANTE (piccolo foro in un oggetto cavo)
- 
-

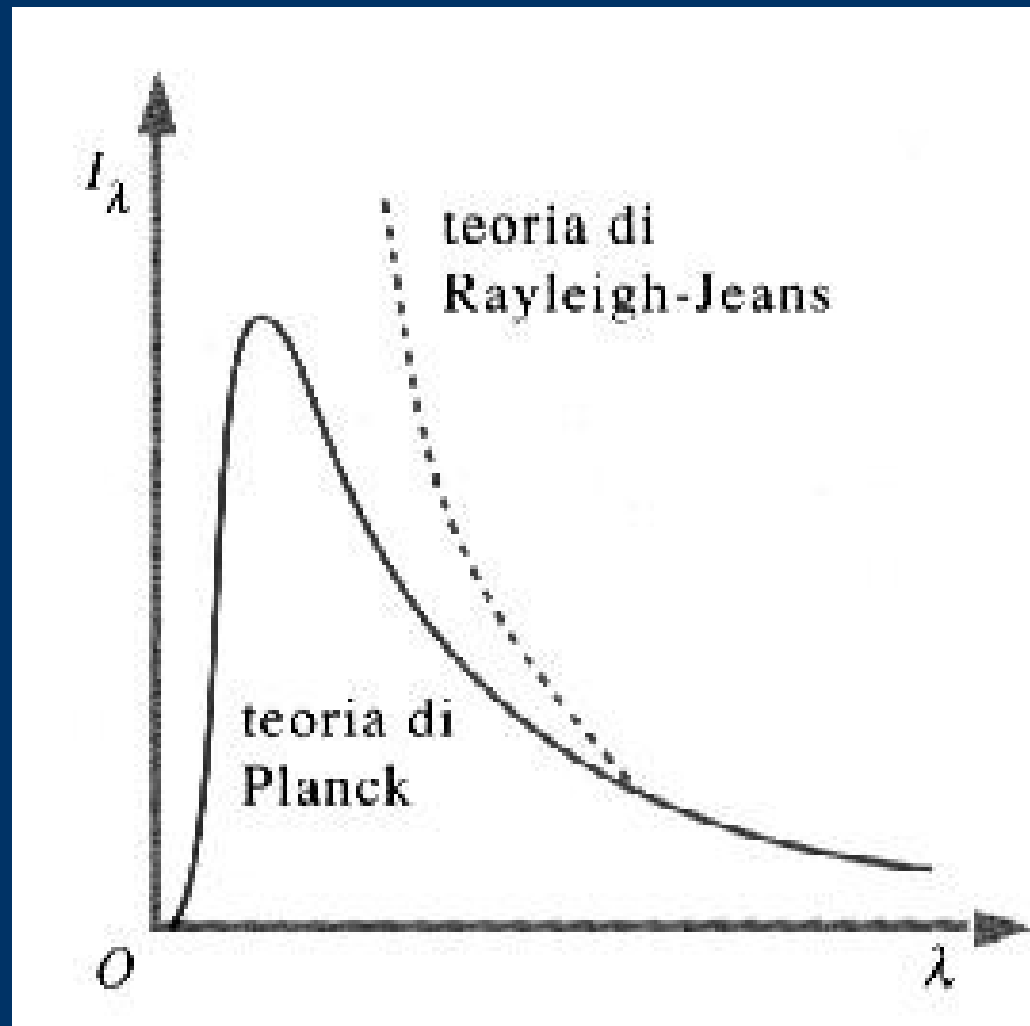
# Cavità radiante



## *Spiegazione con le equazioni di Maxwell*

- La materia è composta da atomi che assorbono l'onda e.m. comportandosi come “oscillatori armonici” (molle oscillanti)
  - Tali oscillatori, messi in vibrazione, emettono onde e.m. (cariche in moto accelerato producono un campo e.m.)
  - L'energia assorbita si distribuisce su TUTTE le frequenze possibili (Teorema di Equipartizione)
  - OGNI frequenza può essere quindi emessa dagli oscillatori, compresi i raggi X e gamma.
- 
-

# *La “catastrofe ultravioletta”: la curva teorica diverge a piccole lunghezze d'onda*



# 1901 – Ipotesi di Planck

- Gli scambi di energia tra atomi di materia e radiazione e.m. possono avvenire solo per quantità discrete, dette QUANTI (dal latino “quantum”) di valore “ hf ” o per multipli interi:

$$\Delta E = n hf \quad n=1,2,3,4 \dots$$

- I quanti infrarossi sono meno energetici di quelli UV o X
  - Se la quantità di energia a disposizione non è elevatissima (T basse), lo scambio di “quanti” UV o X è poco probabile e ciò risolve la “catastrofe ultravioletta”. Nella fisica classica, tutte le frequenze erano invece “equiprobabili”...
- 
-

$$E(\nu) = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

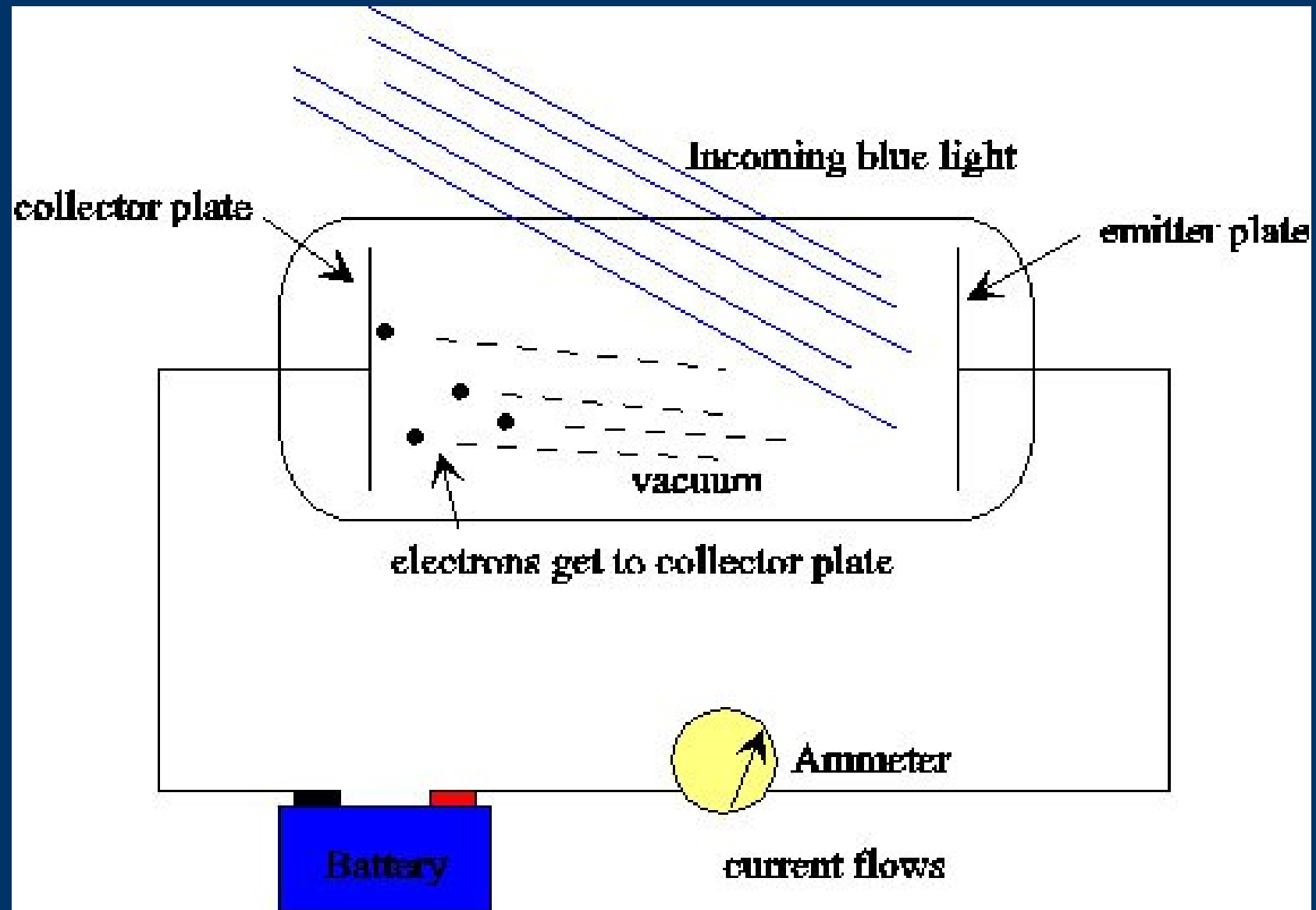
- Planck NON crede alla realtà fisica dei “quanti”
- Pensa sia solo un trucco per far venire i conti
- La dimostrazione della reale esistenza dei quanti sarà prodotta da Einstein nel 1905.
- Il piccolo valore della costante di Planck impedisce la visibilità dei fenomeni quantistici nel mondo macroscopico:

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

---

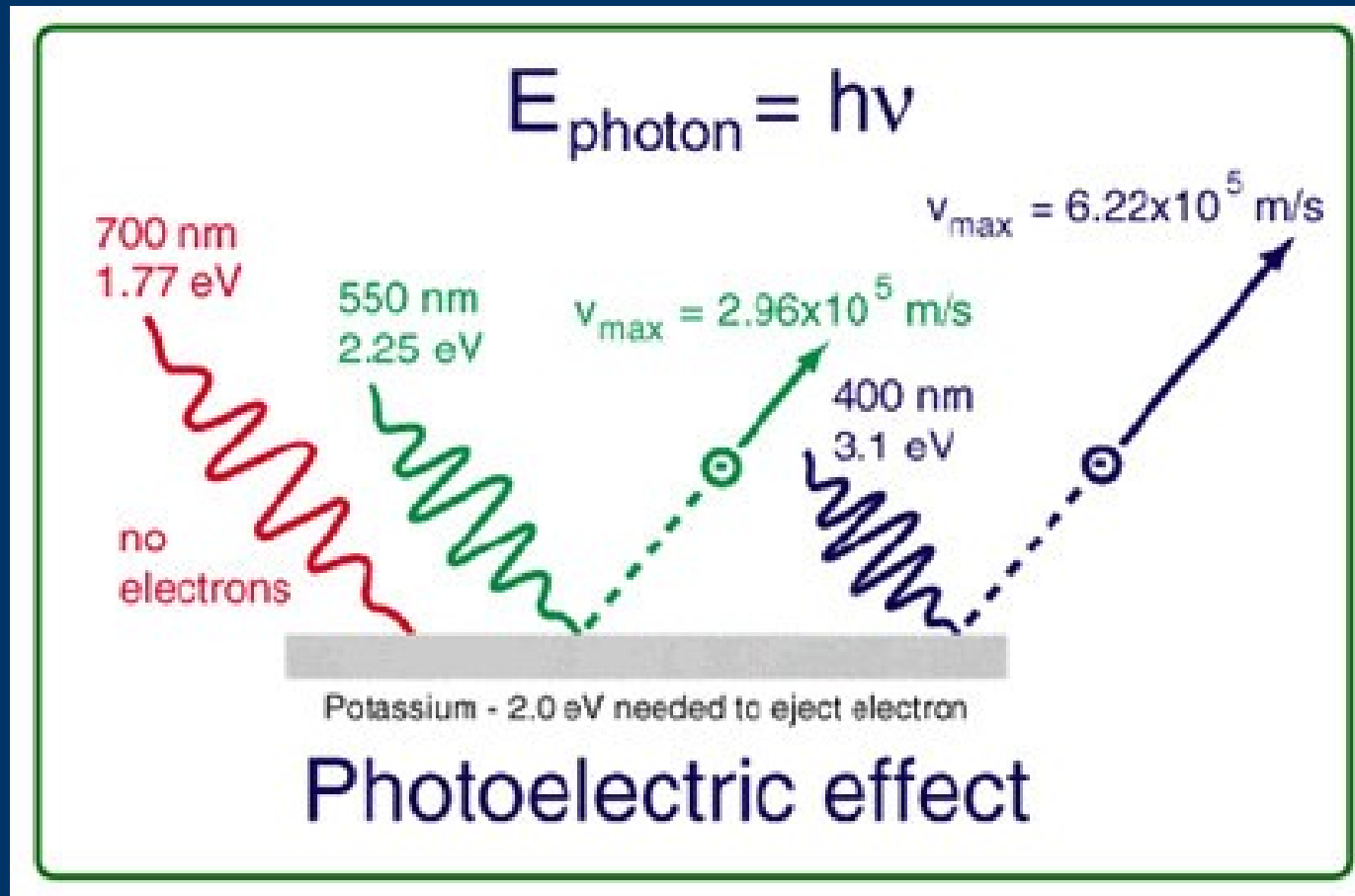
---

# Effetto fotoelettrico - 1905

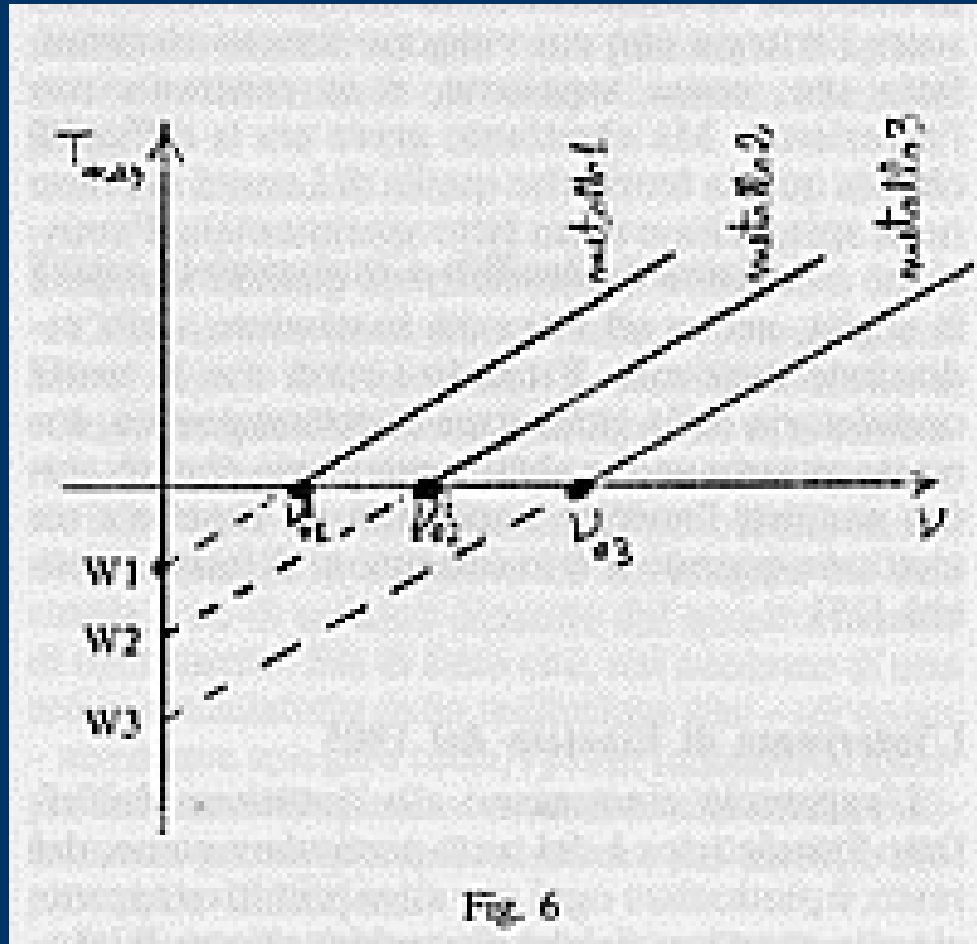




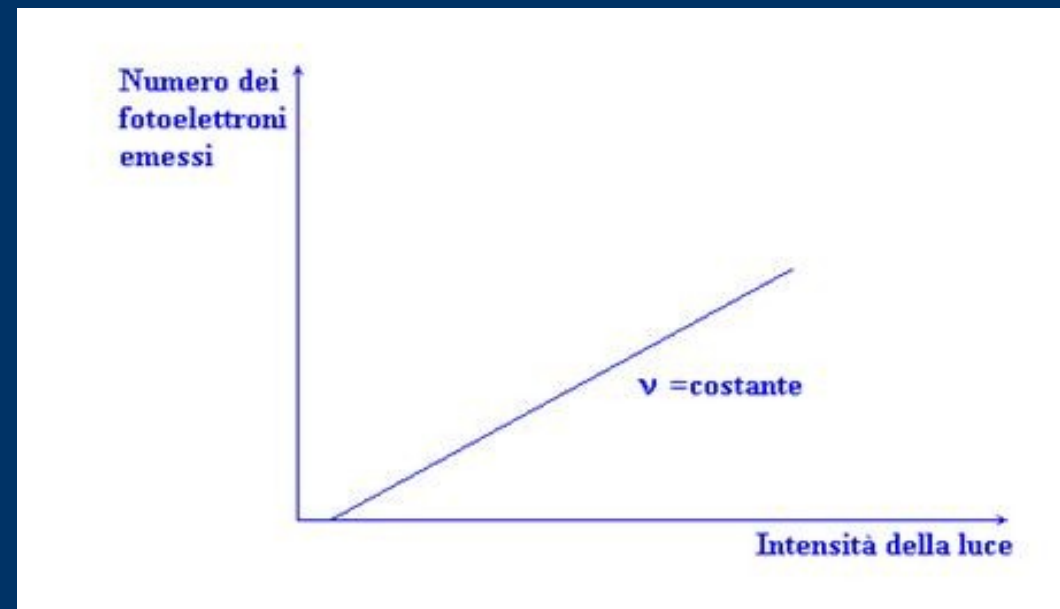
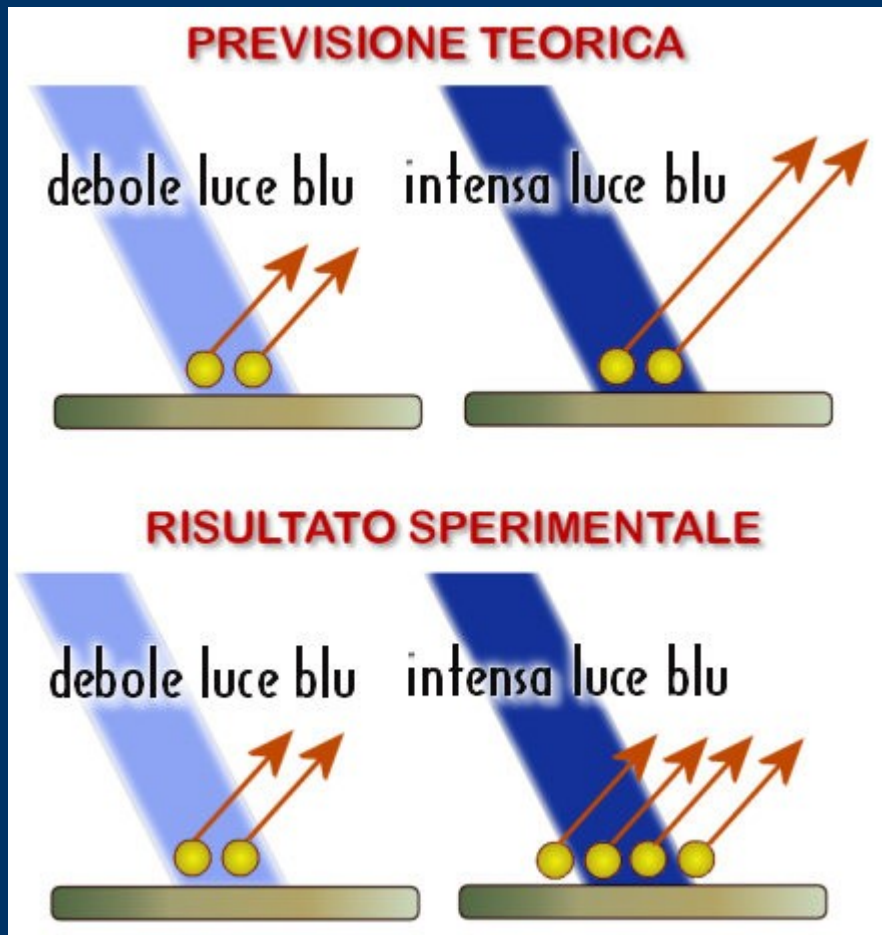
# 1) *Effetto soglia (sulla frequenza)* *classicamente l'emissione dovrebbe avvenire* *per ogni frequenza*



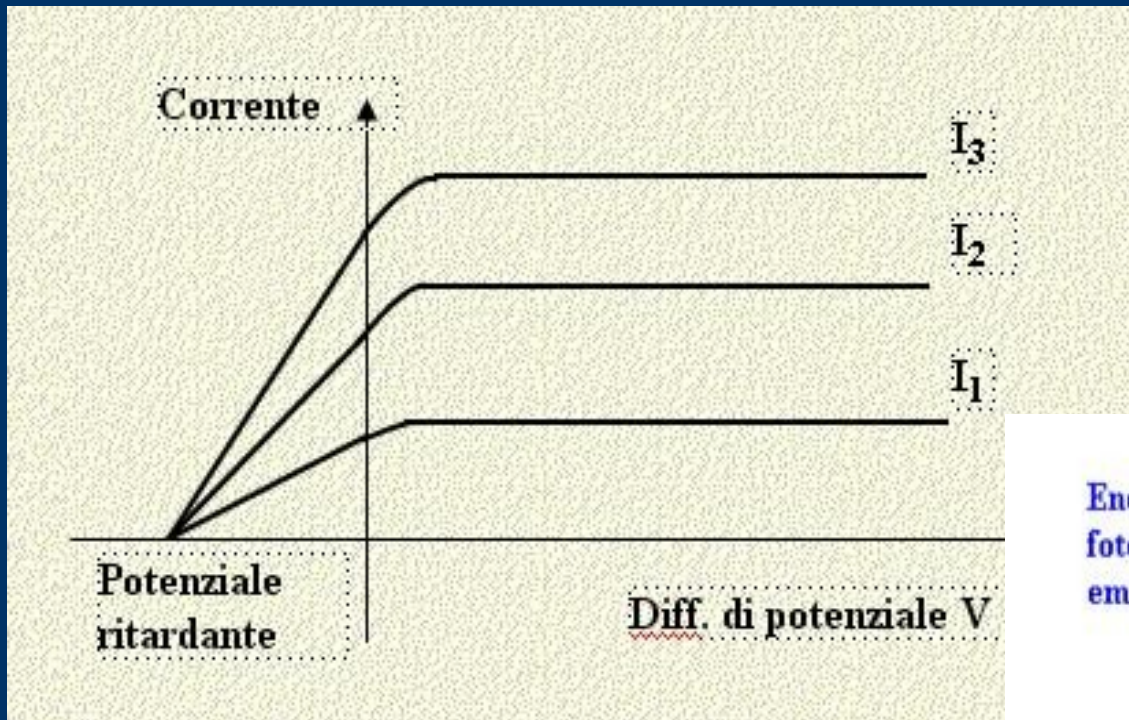
# L'effetto soglia dipende anche dal metallo



## 2) corrente emessa ~ intensità luce (inspiegabile nella fisica classica)

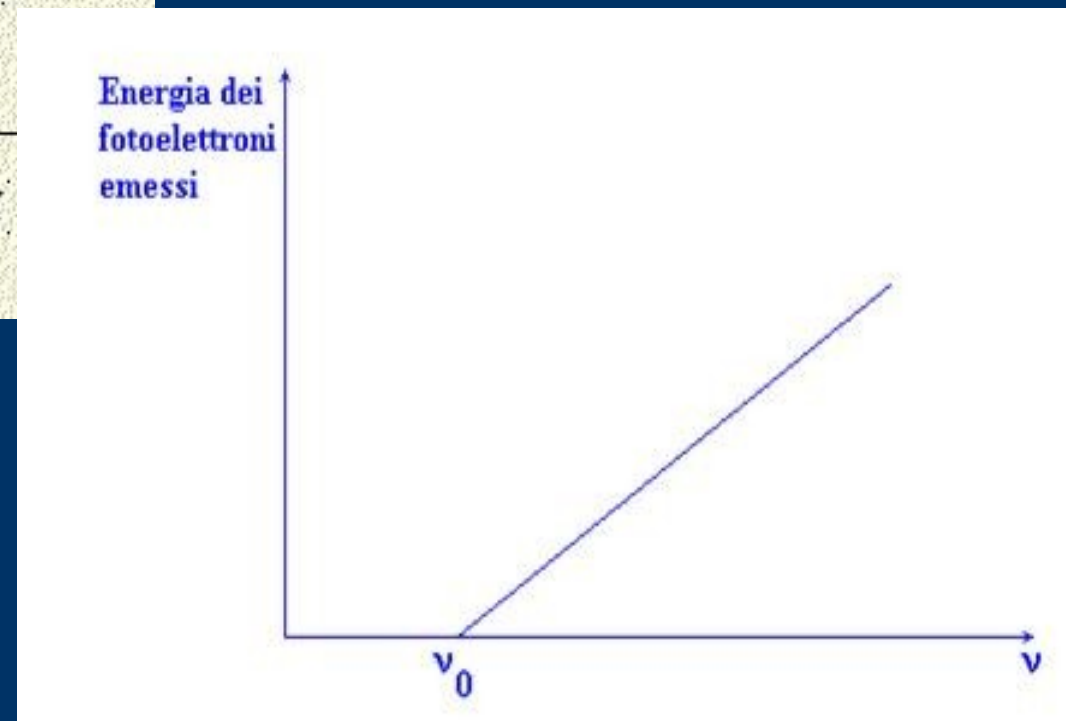


### 3) potenziale d'arresto $\Delta V$ e corrente di saturazione



- Stessa frequenza, intensità diversa

- Frequenza diversa



# *Interpretazione di Einstein - 1905*

- La luce è composta da “corpuscoli” quantizzati detti “fotoni”. Ad ognuno corrisponde un'energia

$$E = hf$$

- Per estrarre un elettrone dal metallo si deve compiere un lavoro di estrazione pari a

$$L \text{ (estr)}$$

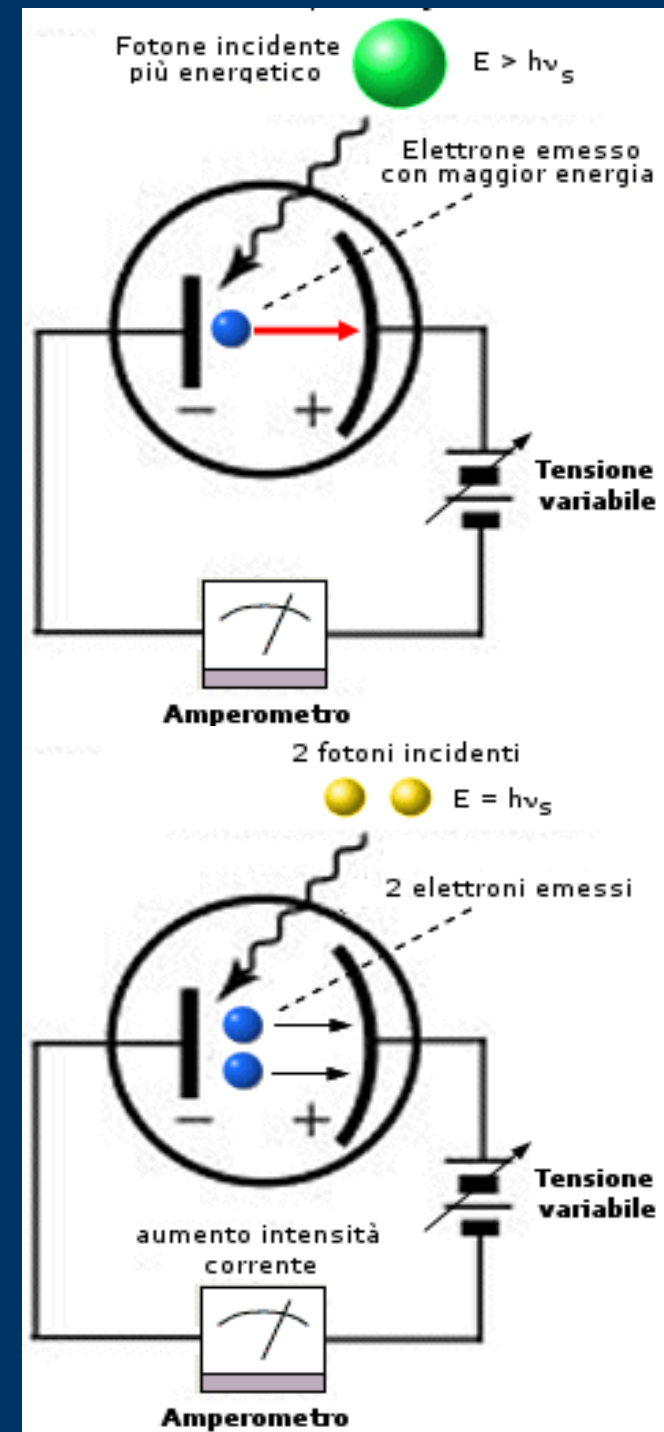
- Lo scambio di energia avviene tra 1 fotone e 1 elettrone alla volta ed è QUANTIZZATO (o tutto o niente, non ci può essere un fenomeno classico di “accumulo di energia...”) ed IMMEDIATO !!

- L'elettrone può essere emesso solo se:

$$hf > L \text{ (estr)} \quad (\text{Effetto soglia})$$

- L'energia in eccesso si trasforma in energia cinetica dell'elettrone e serve un potenziale d'arresto maggiore per azzerare la corrente emessa (cioè fermare tutti gli elettroni)

$$e\Delta V = E_{\text{cin}}$$



- Relazione finale:

$$hf = L (\text{estr}) + E \text{ cin}$$

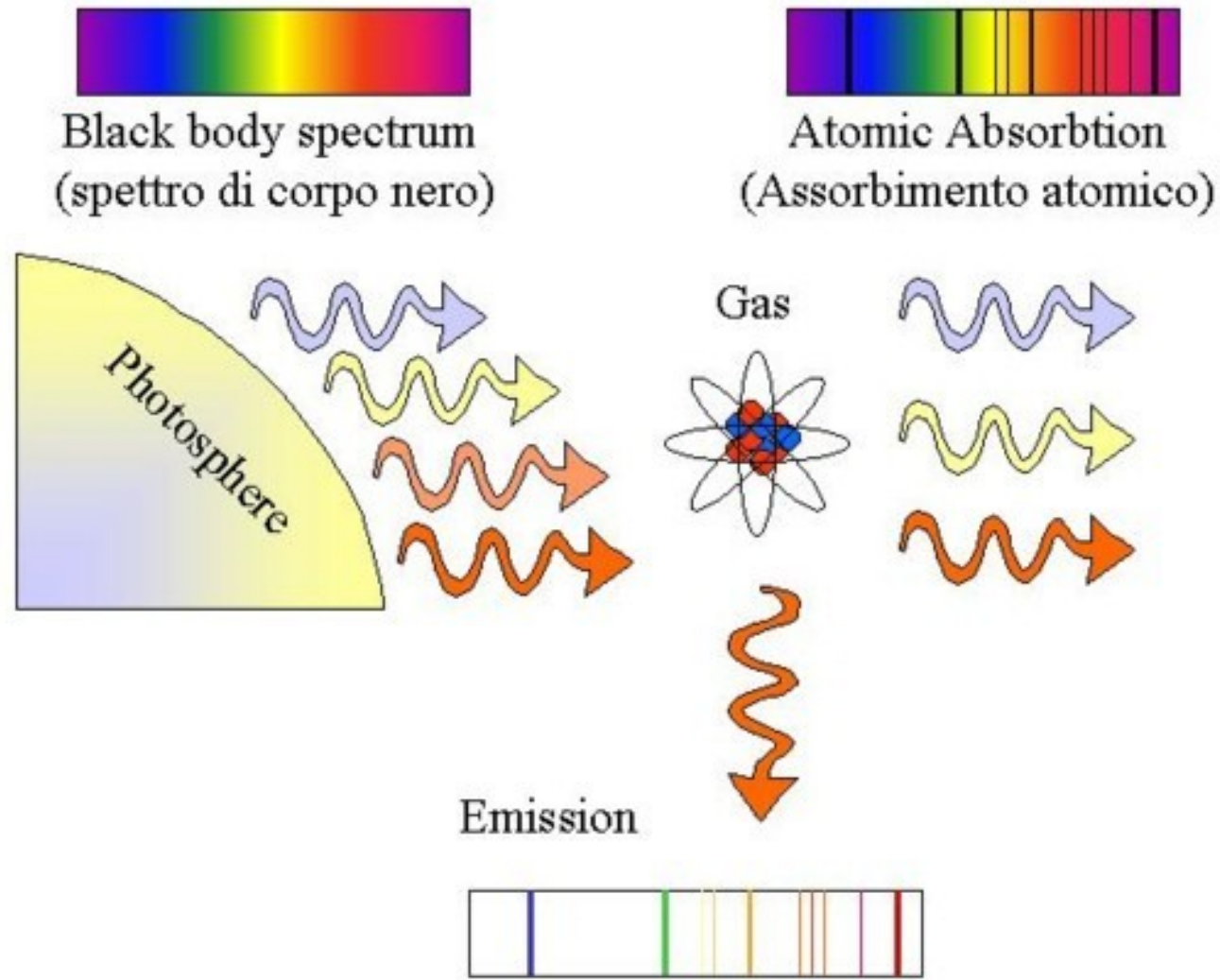
$$hf = hf_{\text{soglia}} + e\Delta V$$

- Einstein dimostra così che i “quanti” di luce sono REALI e hanno un vero e proprio significato fisico.



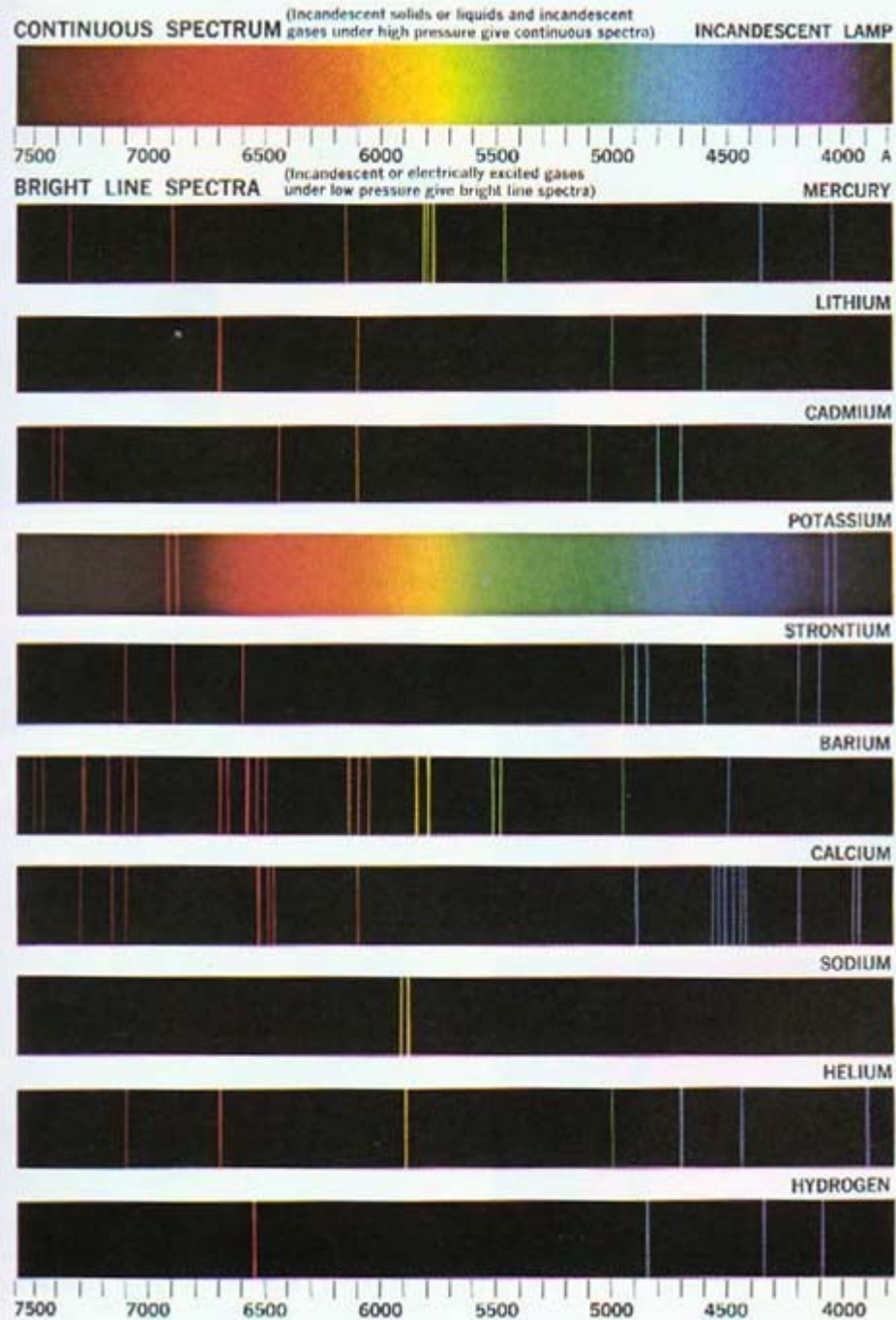


# Righe spettrali della luce emissione e assorbimento



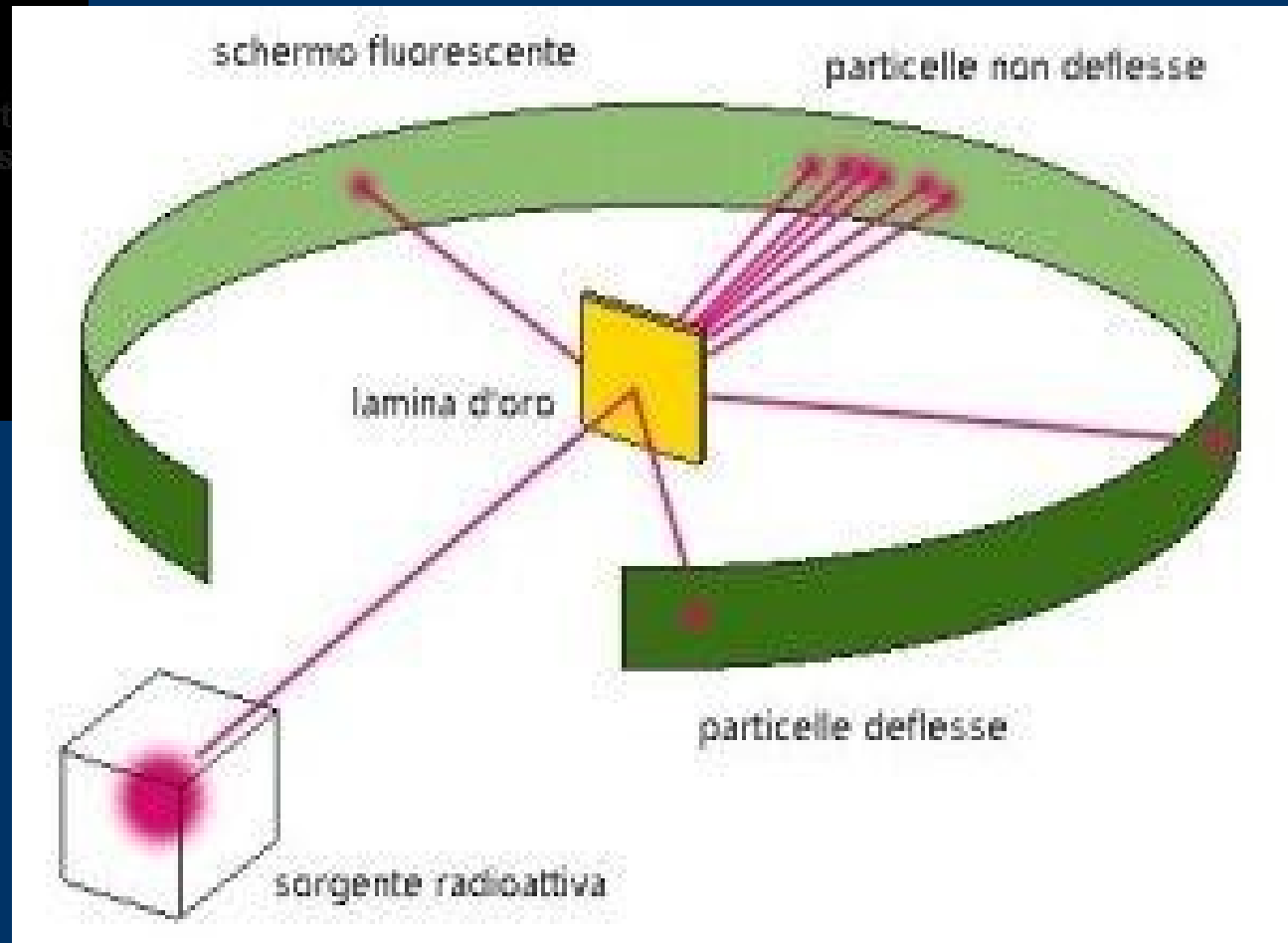
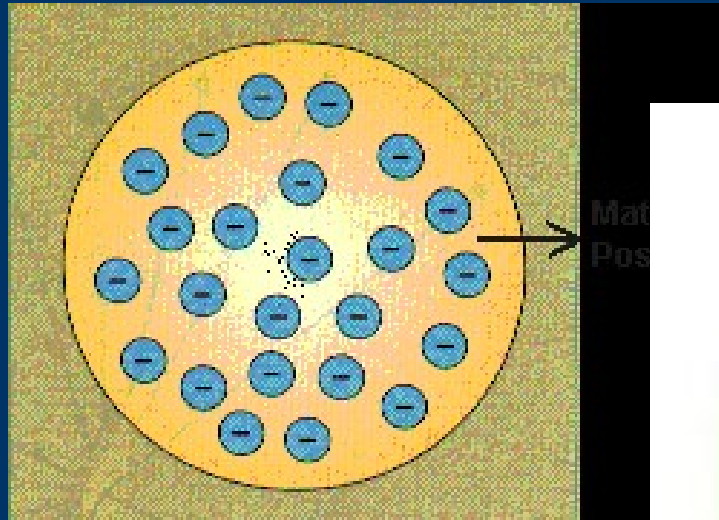


# EMISSION SPECTRA



Adapted from the SPECTRUM CHART, Welch Scientific Company

# Atomo di Thomson – Esperimento di Rutherford



# Atomo quantizzato di Bohr

