

# Meccanica Quantistica

Marco Militello

# Indice

<b>1</b>	<b>La crisi della fisica classica</b>	<b>2</b>
1.1	Corpo nero . . . . .	2
1.2	Effetto fotoelettrico . . . . .	2
1.3	Effetto Compton . . . . .	2
1.4	Spettri atomici . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Interferenza e diffrazione onde elettromagnetiche</b>	<b>4</b>

# Capitolo 1

## La crisi della fisica classica

Concetti incompatibili con la fisica classica, che non si riescono a spiegare. Per fisica classica si intende

1. meccanica newtoniana
2. termodinamica fisica statistica classica
3. elettromagnetismo e le leggi di Maxwell
4. relatività ristretta

### 1.1 Corpo nero

Universalità: stesso spettro di emissione. Basi termodinamiche  $\rightarrow$  Kirchoff.

1900 Planck: giunge a risultato giusto, ma partendo da principi sbagliati

$$g(\nu, T) = \frac{8\pi h}{c^3} \frac{\nu^3}{e^{\frac{h\nu}{k_B T}} - 1}$$

Ottiene questa relazione grazie a fit dei dati sperimentali; aggiusta i parametri: si ottiene per la prima volta  $h$ , la costante di Planck

$$h = 6.6 \times 10^{-34} J \cdot s \quad (1.1)$$

ha la stessa dimensione di un momento angolare

### 1.2 Effetto fotoelettrico

1905 Einstein

Proposta di Einstein che spiega l'effetto: scambio di energia come multiplo di  $h\nu \rightarrow$  QUANTI DI RADIAZIONE.

Nel grafico dell'energia massima in funzione della frequenza, Millikan misurò la pendenza della retta che risultò essere  $\frac{h}{e}$ . Si continuava però a pensare che l'energia si propagasse nel continuo, mentre durante le interazioni ci fossero scambi a pacchetti. Questa idea viene abbandonata con l'effetto Compton

### 1.3 Effetto Compton

Raggi-x su un metallo;  $E_m \gg E_{legame}$ : in questo modo gli elettroni sono visti come liberi.

$$E^2 - p^2 c^2 = m^2 c^4$$

se  $v=c$  allora  $m=0$ . Quindi

$$p^2 c^2 = E^2 = (h\nu)^2 \Rightarrow p = \frac{h\nu}{c}$$

## Esperimento

Tratto fotone come particella con  $\begin{cases} E = h\nu \\ p = \frac{h\nu}{c} \end{cases}$

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \sin(\theta))$$

onda elettromagnetica non completamente descritta dalle leggi di Maxwell

$\frac{h}{m_e c} \simeq 2.4 \times 10^{-12} m$ : lunghezza d'onda di Compton per l'elettrone  $\Rightarrow$  ha la dimensione di una lunghezza.  
1926 Lewis: assegna nome ai fotoni

## 1.4 Spettri atomici

Spettro solare ha delle righe nere: radiazione viene assorbita dallo strato esterno del sole e poi viene diffusa, quindi ci arriva meno intensa  $\Rightarrow$  righe nere. *He* scoperto grazie allo spettro solare.

1897: scoperta elettrone

Modelli atomici  $\rightarrow$  Rutherford: però non riesce a spiegare spettri atomici

Emissione e assorbimento non sono un continuo

Bohr: Energia quantizzata

$$\nu_{mn} = (E_m - E_n) \frac{1}{h}$$

ma non dà alcun tipo di spiegazione

$$m_e v r = n \hbar \quad \text{momento angolare è multiplo intero di } \hbar = \frac{h}{2\pi}$$

## Capitolo 2

# Interferenza e diffrazione onde elettromagnetiche

Luce descrivibile con fenomeni ondulatori.

Esperimento doppia fenditura: metto uno schermo a una distanza  $L \gg \lambda$  dalle fenditure. In ogni punto ho che  $I \neq I_1 + I_2$ , ma ho che

$$I = |\vec{E}_1 + \vec{E}_2|^2 \neq |\vec{E}_1|^2 + |\vec{E}_2|^2$$

La differenza di fase vale  $d \sin(\theta)$ ; se la differenza di fase vale  $n \frac{\lambda}{2}$  allora ho interferenza distruttiva. Il primo punto di buio si ha per

$$\theta = \frac{n \lambda}{2 d} \text{ con } n = 1$$

Se prendo una lampadina gialla (580 nm) da 100 W, allora vengono emessi  $\sim 10^{20}$  fotoni al secondo. Cosa succede se abbasso intensità fino ad avere emissione di un fotone al secondo? L'esperimento della doppia fenditura porta allo stesso risultato precedente; però se ripeto di nuovo l'esperimento la posizione di ogni singolo fotone è diverso, anche se la figura che si viene a creare porta allo stesso risultato. Allora devo introdurre una trattazione probabilistica: posso solo dare distribuzione probabilità

Se chiudo una delle due fenditure non osservo alcuna figura di interferenza: il fotone "sente" la presenza di entrambe le fenditure. Ma con chi interferisce il fotone? Da che fenditura passa?

Esperimenti per capire da che fenditura sia passato il fotone distruggono la figura di interferenza  $\Rightarrow$  misura microscopica disturba il fenomeno