

# Modello dell'atomo: Thomson e di Rutherford

Il modello dell'atomo deve soddisfare le 4 caratteristiche principali osservate sperimentalmente negli atomi:

1. Gli atomi sono molto piccoli (raggio dell'ordine di  $10^{-10}$  m) determinato utilizzando la densità del materiale ed il numero di Avogadro
2. Gli atomi sono stabili nel tempo, cioè non si "dividono" in parti più piccole
3. Gli atomi sono elettricamente neutri, ovvero contengono sia cariche negative (elettroni) che cariche positive
4. Gli atomi possono emettere o assorbire onde elettromagnetiche

Il modello di Thomson: l'atomo è composto da una sfera positiva all'interno della quale sono contenuti gli elettroni (molto più leggeri).

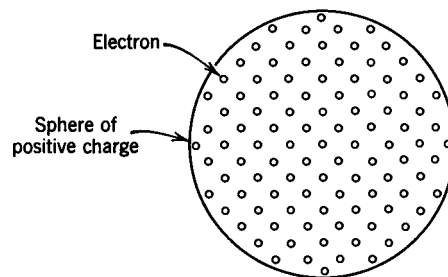


Figure 4-1. Thomson's model of the atom.

Problemi con del modello di Thomson:

- Non è possibile calcolare correttamente le emissioni di onde elettromagnetiche
- Non spiega gli esperimenti di urto (scattering) di particelle  $\alpha$  (atomi di elio doppiamente ionizzati,  $\text{He}^{++}$ )

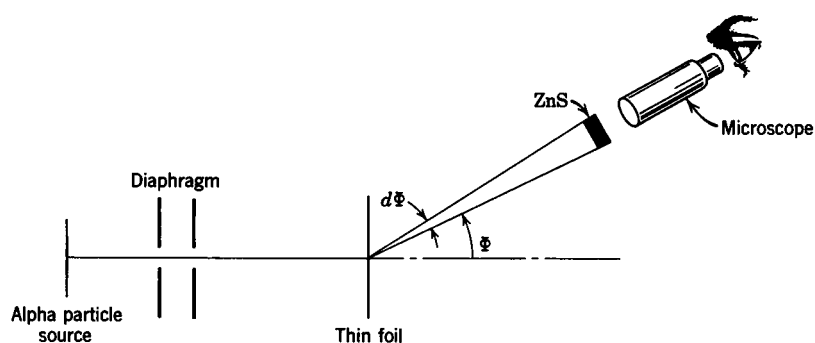


Figure 4-4. An alpha particle scattering experiment. The region traversed by the alpha particles is evacuated.

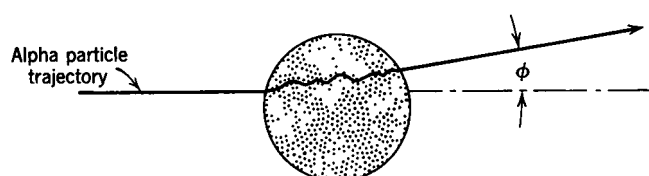


Figure 4-5. An alpha particle passing through a Thomson's model atom.

Modello di Rutherford (1911): nell'atomo la carica positiva (e quindi la massa) è concentrata al centro dell'atomo in un volume molto più piccolo delle dimensioni dell'atomo stesso. Il modello di Rutherford spiega correttamente gli esperimenti di scattering delle particelle  $\alpha$ .

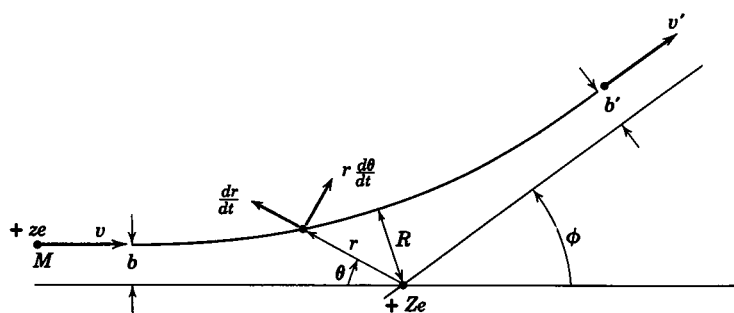


Figure 4-10. The scattering of a positively charged particle in passing near a nucleus.

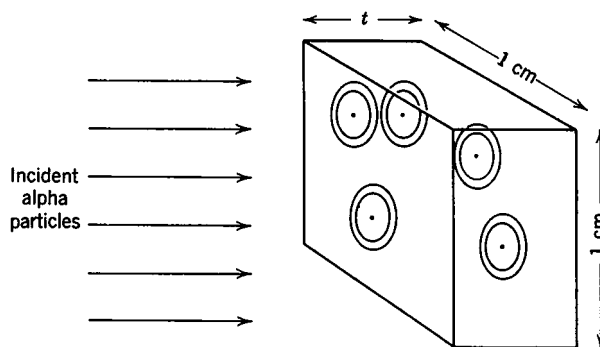
$$\frac{1}{r} = \frac{1}{b} \sin\phi + \frac{D}{2b^2} (\cos\phi - 1) \quad \text{equazione della traiettoria, } b=\text{parametro d'impatto}$$

$$D = \frac{zZe^2}{\frac{1}{2} M v^2}$$

$M$  e  $v$  = massa e velocità (incidente) particelle  $\alpha$

$D$  = minima distanza di avvicinamento particelle  $\alpha$  al nucleo in caso di urto frontale ( $b=0$ )

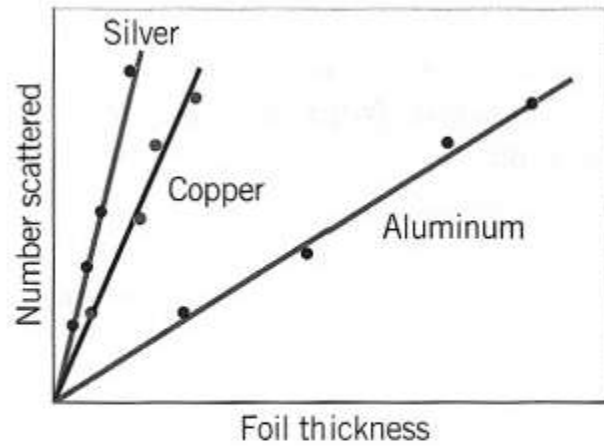
Considerando che le particelle incidenti hanno parametro d'impatto differente e che possono subire diversi urti:



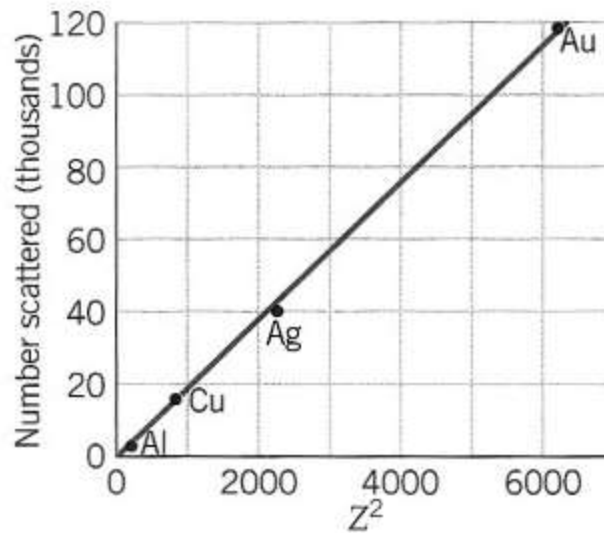
$$N(\phi)d\phi = N \frac{\pi}{8} \rho t D^2 \frac{\sin\phi d\phi}{\sin^4(\frac{\phi}{2})}$$

$N$  = numero di particelle  $\alpha$  incidenti per  $\text{cm}^2$ ,  $\rho$  = densità bersaglio (atomi/ $\text{cm}^3$ ),  $t$  = spessore bersaglio,  $N(\phi)d\phi$  è il numero di particelle  $\alpha$  diffuse entro l'angolo  $\phi$  e  $\phi+d\phi$  (essendo il detector di dimensioni finite!).

Evidenze sperimentali della formula di Rutherford:



**FIGURE 6.11** The dependence of scattering rate on foil thickness for three different scattering foils.



**FIGURE 6.12** The dependence of scattering rate on the nuclear charge  $Z$  for foils of different materials. The data are plotted against  $Z^2$ .

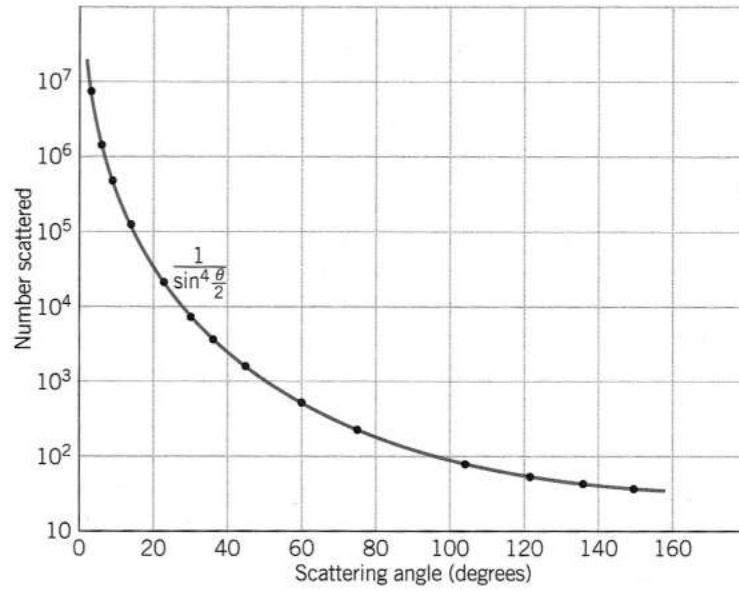


FIGURE 6.14 The dependence of scattering rate on the scattering angle  $\theta$ , using a gold foil. The  $\sin^{-4}(\theta/2)$  dependence is exactly as predicted by the Rutherford formula.

**Attenzione:** nella figura sopra l'angolo di scattering è indicato come  $\theta$ , mentre nelle formule sopra riportate è indicato come angolo  $\phi$ .