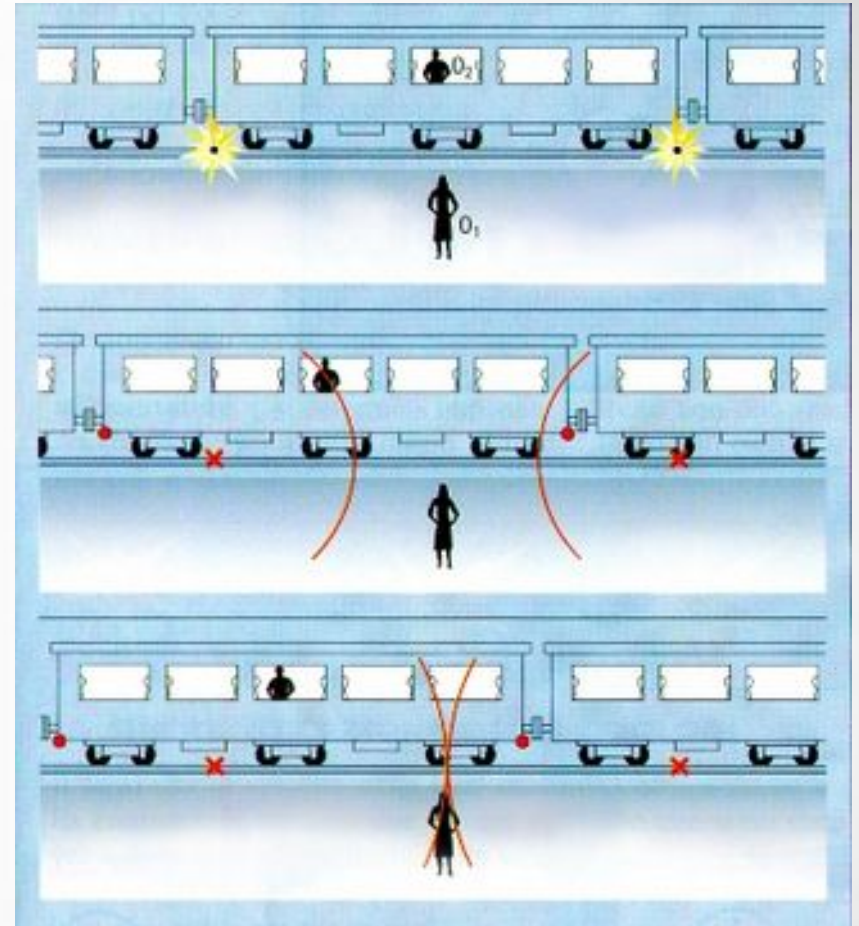


# Contributo della Relatività

- Concetti fondamentali:

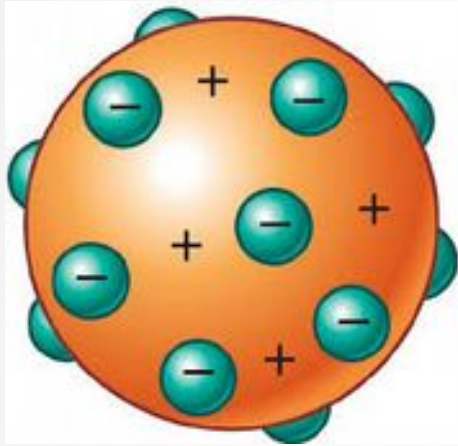
- ✓ **tempo e spazio non sono più grandezze assolute**



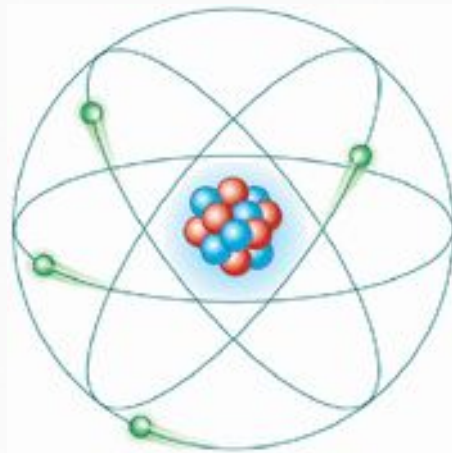
- ✓ **ruolo attivo dell'osservatore**

# Gli studi sull'atomo

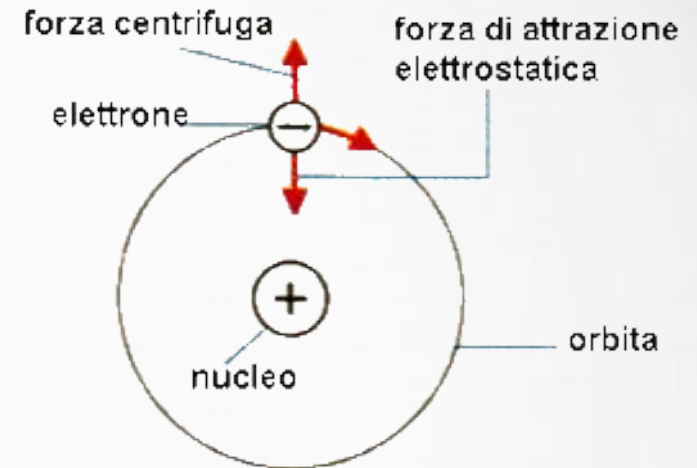
- Scoperte sull'atomo agli inizi del '900.



Thomson, 1904



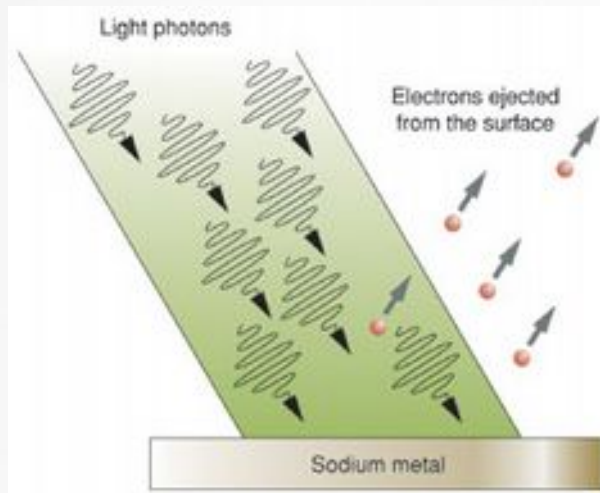
Rutherford, 1909



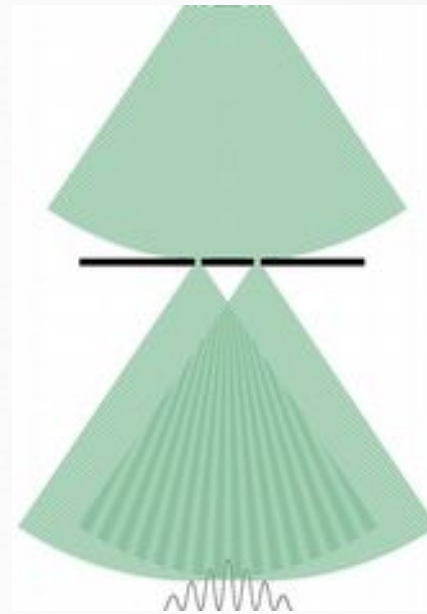
- Evidenziano i **limiti della fisica classica**.
- **Leggi della fisica classica valide solo per corpi di grande massa e a basse velocità.**

# Dualismo onda-particella

- Il paradosso della doppia natura della luce.



Natura corpuscolare  
Newton, Einstein (1905)

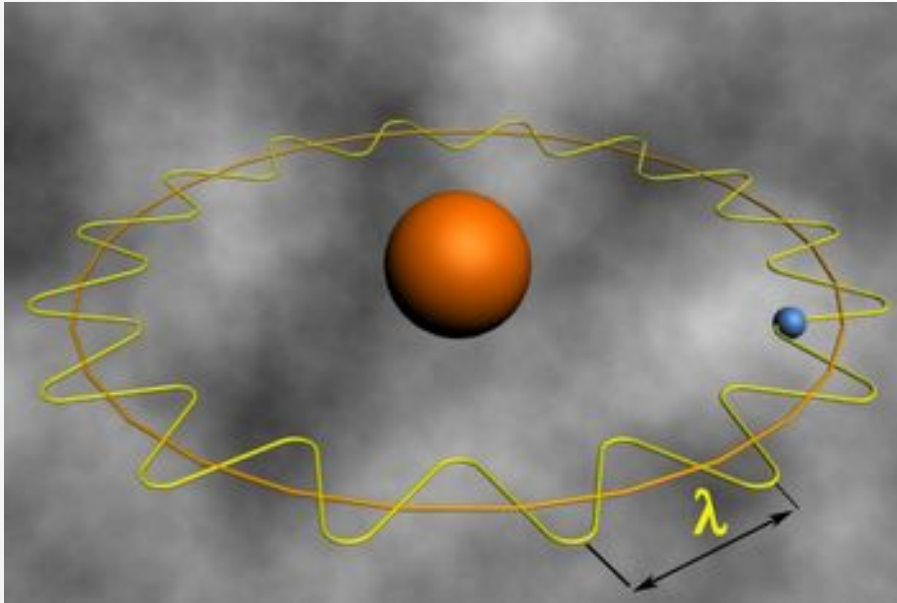


Natura ondulatoria  
Huygens, Young (1801)

- Per la **meccanica classica** la luce è descritta solo come un'**onda**.

# Dualismo onda-particella

- Doppia natura dell'elettrone.
- De Broglie e le onde di materia.

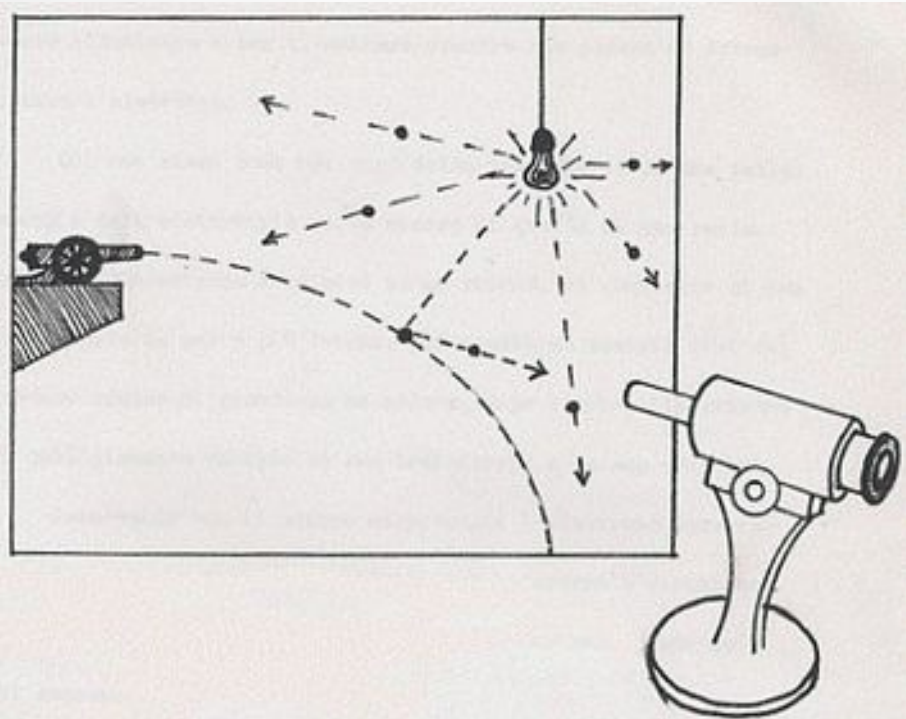


$$\lambda = \frac{h}{m v}$$

- Per la **meccanica classica** l'elettrone è descritto come una **particella**.

# Principio di indeterminazione

- Mette in relazione la natura ondulatoria e corpuscolare dell'elettrone
- Heisenberg (1927)



Impossibilità di determinare contemporaneamente **velocità** e **posizione** dell'elettrone in un dato istante mediante l'**osservazione**.

# Ruolo dell'osservatore

- L'**osservatore** deve scegliere quale misura privilegiare.



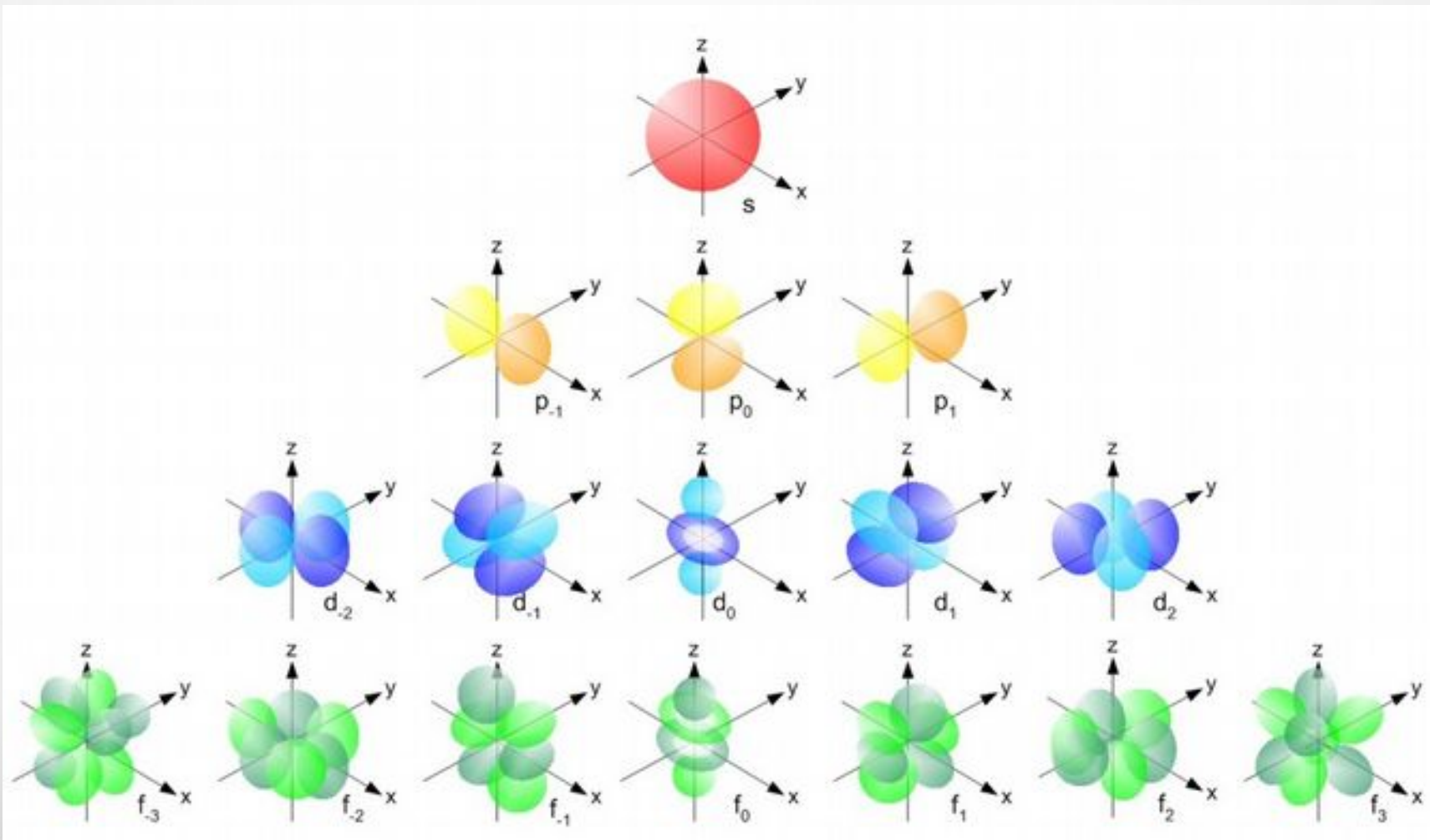
- L'osservatore individua i limiti del sistema.
- L'osservatore diventa parte del sistema...



... la sua presenza altera la realtà.

# Modello quantistico-ondulatorio

- Il concetto **deterministico** di orbita viene sostituito con il concetto **probabilistico** di **orbitale**.



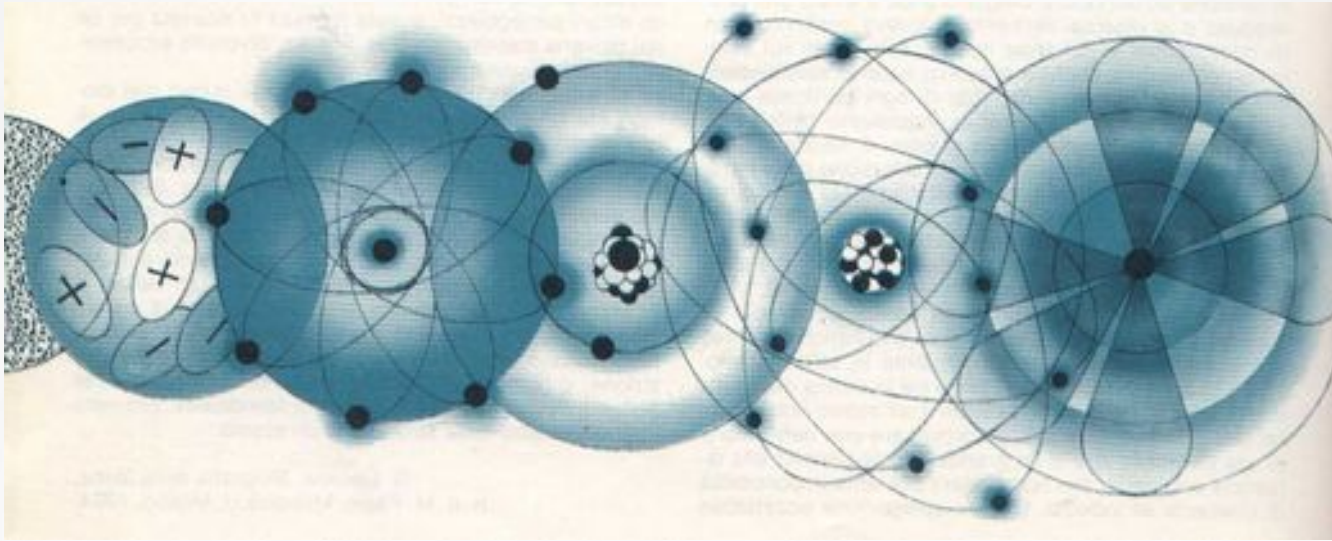
# Il paradosso del gatto di Schrödinger



- Finché la scatola rimane chiusa la sostanza radioattiva (e il gatto) si trova in uno **stato indeterminato**: decaduto e non decaduto (sia vivo sia morto).
- **L'osservatore determina lo stato dell'atomo e del gatto.**  
Il principio applicato al **mondo macroscopico** genera un paradosso.



# Contributo della meccanica quantistica



- La meccanica quantistica appporta nuovi concetti fondamentali:
  - ✓ **non universalità delle leggi**
  - ✓ **ruolo dell'osservatore**
  - ✓ **incertezza (probabilistica)**