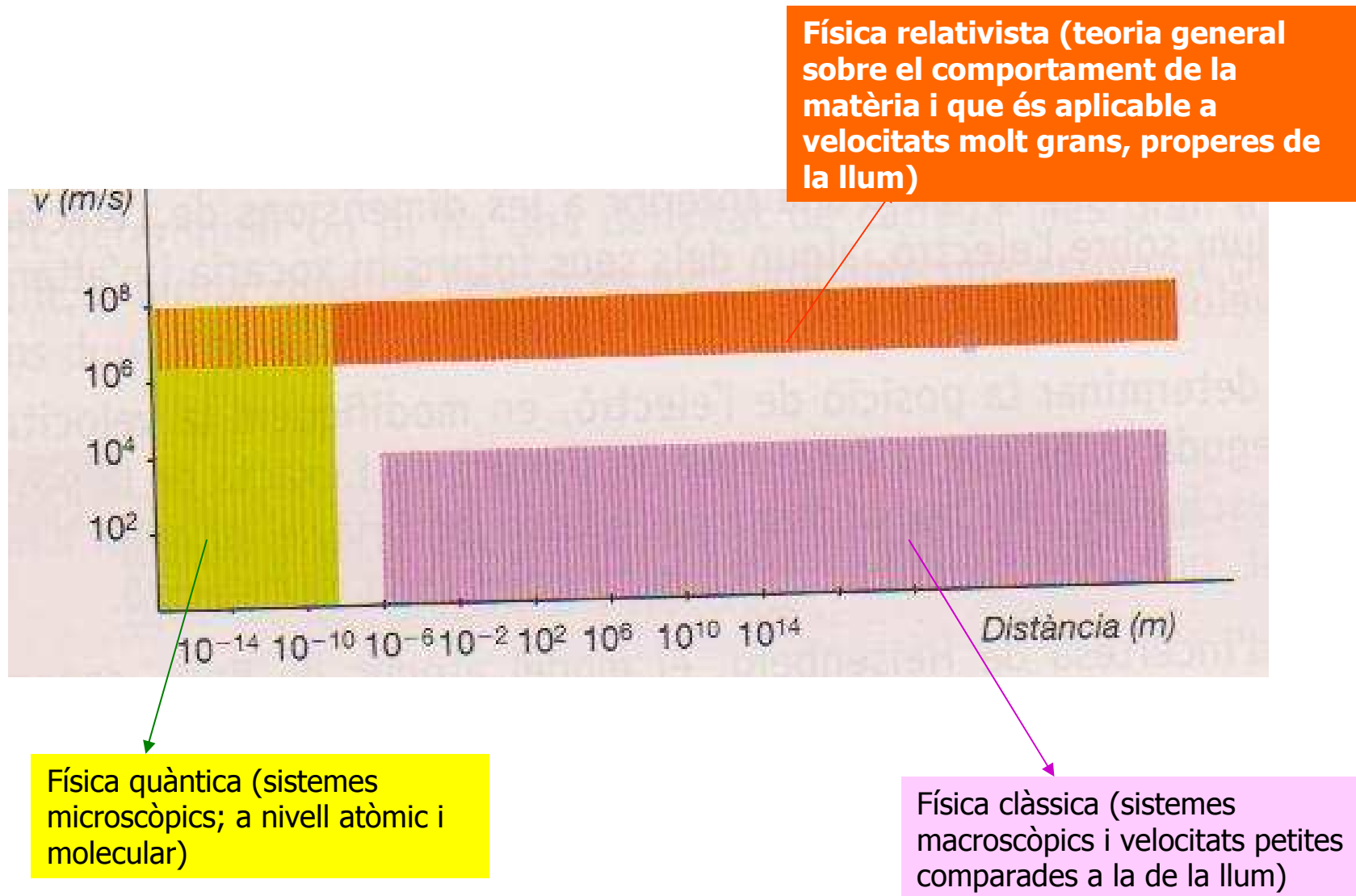


## ÀMBIT D'APLICACIÓ DE LES DIVERSES BRANQUES DE LA FÍSICA:



Àtoms indivisibles

Model de Thomson

Model de Rutherford

Model de Bohr (1913)

· Hipòtesi De Broglie (1923)

· Principi d'indeterminació de Heisenberg (1927)



**MODEL ACTUAL O  
MODEL QUÀNTIC DE L'ÀTOM**

Orbitals atòmics (1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 3d, 3f, 4s, 4p, 4d, 4f .....

## 9.7. Hipòtesi De Broglie

**LLUM**

Es pot comportar com una ona i com una partícula (fotó).

DE BROGLIE a 1923 es pregunta:



Per què no pot passar el mateix (aquest doble comportament) amb altres partícules?

De Broglie va formular la hipòtesi següent:

“ Qualsevol partícula en moviment té una ona associada, la longituda d’ona de la qual està relacionada amb la massa de la velocitat i la partícula ”

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

constant de Planck

massa      velocitat

quantitat de moviment

Lògicament això només té sentit per a masses molt petites, és a dir, en el món microscòpic.

Posteriorment, la hipòtesi de Broglie va ser comprovada experimentalment al veure que els electrons, al fer-los passar per una obertura o escletxa molt petita difractaven (fenomen purament ondulatori). Més tard, també es va aconseguir la difracció de neutrons com també d'ions hidrogen i d'heli.

**Exercici 1.** Determina la longitud d'ona corresponent a:

a) un electró ( $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg) que es mou a una velocitat de  $10^6$  m/s

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

$$\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 10^6 \text{ m/s}} = 7,3 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

b) Una pilota de beisbol de massa 0,17 kg que es mou a 28 m/s.

$$\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{0,17 \text{ kg} \cdot 28 \text{ m/s}} = 1,4 \cdot 10^{-34} \text{ m}$$

Lògicament per objectes macroscòpics, no té sentit parlar del seu comportament ondulatori, ja que la longitud d'ona és molt molt molt petita.

**RECORDEU LA MECÀNICA QUÀNTICA  
NOMÉS ÉS APLICABLE EN EL MÓN  
MICROSCÒPIC (ÀTOMS I MOLÈCULES)**

**Exercici 2.** Calculeu la longitud d'ona associada a un electró ( $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg) que s'ha accelerat des del repòs a través d'una diferència de potencial de 1000 V.

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

No tenim la velocitat, com la busquem?

**RECORDEU:**  $E_{\text{potencial elèctrica}} = q \cdot V$  (potencial)

$$E_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1000 \text{ V} = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

Tota l'energia potencial proporcionada a l'electró a l'aplicar la diferència de potencial, es transforma en energia cinètica.

$$E_p = E_c = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ J} \quad E_{\text{cinètica}} = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2 E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ J}}{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 1,87 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$\lambda = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 1,87 \cdot 10^7 \text{ m/s}} = 3,88 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

## 9.8. Principi d'incertesa de Heisenberg

Heisenberg va establir que en el MÓN MICROSCÒPIC és IMPOSSIBLE conèixer amb exactitud la posició i la velocitat d'una partícula simultàniament, de manera que la incertesa en la posició  $\Delta x$  i la incertesa en la quantitat de moviment  $\Delta p$  verifiquen que:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$$

constant de Planck

$$\Delta x \cdot m \Delta v \geq \frac{h}{4\pi}$$

Aquest principi ens indica que si intentem mesurar la posició de l'electró dins de l'àtom amb una exactitud molt gran, de manera que la seva incertesa  $\Delta x$  sigui nul·la, aleshores la incertesa en la quantitat de moviment (o en la velocitat) serà molt gran, per tal que satisfaci l'expressió anterior, i per tant, no podem saber-ne el valor de la quantitat de moviment (o de la velocitat).

Per això en el MODEL QUÀNTIC DE L'ÀTOM, no podem parlar de nivells o d'òrbites ben definides, sinó de regions al voltant del nucli on és probable trobar els electrons (aquestes regions són els ORBITALS ATÒMICS, els orbitals són funcions matemàtiques, que representen regions de l'àtom on hi ha una gran probabilitat de trobar l'electró).

Lògicament NOMÉS TÉ SENTIT DE PARLAR DEL PRINCIPI D'INCERTESA EN EL MÓN MICROSCÒPIC

**Exercici 1.** Imagineu que hem mesurat la posició d'una partícula, de manera que la incertesa en la posició és molt petita i és igual a  $10^{-15}$  m. Calculeu la mínima incertesa en la velocitat en els casos següents:

a) La partícula és una bola de billar de massa 0,2 kg.

$$\Delta x \cdot m \cdot \Delta v \geq \frac{h}{4\pi} \quad 10^{-15} \cdot 0,2 \cdot \Delta v \geq \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{4\pi}$$

$$\Delta v = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{4\pi \cdot 10^{-15} \cdot 0,2} = 2,63 \cdot 10^{-19} \text{ m/s}$$

En aquest cas, podem considerar que la velocitat es pot conèixer amb una exactitud prou gran, ja que el valor de la incertesa és molt molt petit.

b) La partícula és un electró de massa de  $9,11 \cdot 10^{-31}$  kg

$$\Delta v = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{4\pi \cdot 10^{-15} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 5,78 \cdot 10^{10} \text{ m/s}$$

En aquest cas, podem considerar que el valor de la velocitat no es pot conèixer de cap manera, ja que el valor de seva la incertesa és molt gran.

**RECORDEU LA MECÀNICA QUÀNTICA  
NOMÉS ÉS APLICABLE EN EL MÓN  
MICROSCÒPIC (ÀTOMS I MOLÈCULES)**