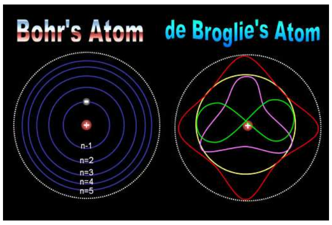
De Broglie “originales”



Algunos Aspectos de los trabajos de De Broglie

1924 Philosophical Magazine

Usa las siguientes formulas de la teoria de relatividad especial de Einstein

Para Newton

$$\boxed{F = \frac{d(mw)}{dt}}$$

Donde w es la velocidad para que no se confunda con v que sera la frecuencia.

$$\boxed{m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - w^2/c^2}}}$$

Donde m_0 es la masa en reposo.

Respecto del movimiento de las ondas recuerda que

$$\boxed{w = \lambda v = \frac{\lambda}{T}}$$

Con T el periodo

De broglie propone la "muy natural suposicion" que "un cuanto de luz" tiene velocidad w y frecuencia v de modo que su energia W es

$$\boxed{W = hv = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - w^2/c^2}} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}}}$$

Entonces escribe

$$\sqrt{1 - \beta^2} = \frac{m_0 c^2}{W} \Rightarrow$$

$$\beta = \sqrt{1 - \frac{m_0^2 c^4}{h^2 v^2}}$$

de donde desrrollando en serie

$$\boxed{\beta = \frac{w}{c} = \sqrt{1 - \frac{m_0^2 c^4}{h^2 v^2}} \simeq 1 - \frac{1}{2}\frac{m_0^2 c^4}{h^2 v^2} \sim 1}$$

que para que valga se necesita que

$$\boxed{m_0 < 10^{-50} gr}$$

Esta es una especulacion que hoy consideramos loca, pero no lo era en 1924

Que sabemos ahora?

$$eV \cong 1.6 \times 10^{-19} Joule\ [kg\ m^2/s^2]$$

$$c = 3 \times 10^9 m/s$$

$$eV/c^2 = \frac{1.6 \times 10^{-19}}{9 \times 10^{18}} \frac{1}{100} gr \approx 1.8 \times 10^{-40} gr$$

Segun estimaciones recientes m_0 (la mas conservativa)

$$\boxed{m_0 \leq 10^{-14} eV/c^2 \approx 10^{-54} gr}$$

Hay otras estimaciones, pero en todos los casos los calculos son "model dependent"

Observacion

En este punto vemos que al tener el "quanto de luz" masa en reposo, pasa a ser una particula y queda abierta la equivalencia con lo que se llamaba "particula" entonces hace lo siguiente

Escribe

$$v = \frac{W}{h} = \frac{1}{h} \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

$$\beta^2 v = \frac{w^2}{c^2} v = \frac{1}{h} \beta^2 \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}}$$

Utilizando argumentos complicados que lo llevan a asumir que β del lado izquierdo es del orden de 1, escribe

$$\boxed{\frac{w^2}{c^2} \frac{w}{\lambda} \sim \frac{w}{\lambda} = \frac{1}{h} \beta^2 \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \beta^2}}}$$

Como

$$v = \frac{1}{T} = \frac{w}{\lambda}$$

Sea ds sobre el camino que sigue la onda y es la distancia entre dos crestas

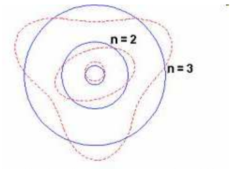
$$\int \frac{ds}{\lambda} = n$$

Con n el numero de períodos.

Pero esto debe ser igual a la integral sobre el **tiempo** T

$$\boxed{\int \frac{ds}{\lambda} = \int_0^T \frac{1}{h}\beta^2 \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1-\beta^2}}\,dt = n}$$

y dice " **El movimiento de un electron solo puede ser estable si la phase de la onda es sintonizado con la longitud del camino**"



The standing de Broglie waves set up in the first three Bohr orbits

Es interesante que en sus trabajos (al menos de 1923 y 1924 usa un lenguaje tal que intercambia "atom of light" con electron

En particular en el de 1923

Let us consider a material moving object of rest mass m_0 moving with respect to a fixed observer with a speed $\upsilon = \beta c \quad (\beta < 1)$. According to the principle of the inertia of energy, it should possess an internal energy equal to $m_0 c^2$. On the other hand, the quantum principle suggests associating this internal energy with a simple periodic phenomenon of frequency ν_0 such that

$$h\nu_0 = m_0 c^2,$$

c being, as usual, the limiting velocity of the theory of relativity and h Planck's constant.

For the fixed observer, the frequency $\nu = \dfrac{m_0 c^2}{h\sqrt{1-\beta^2}}$ corresponds to the total energy of the moving object. But, if this fixed observer observes the internal periodic phenomenon of the moving object, he will see it slowed down and will attribute to it a frequency $\nu_1 = \nu_0\sqrt{1-\beta^2}$; for him this phenomenon varies therefore like

$$\sin 2\pi\nu_1 t\ .$$