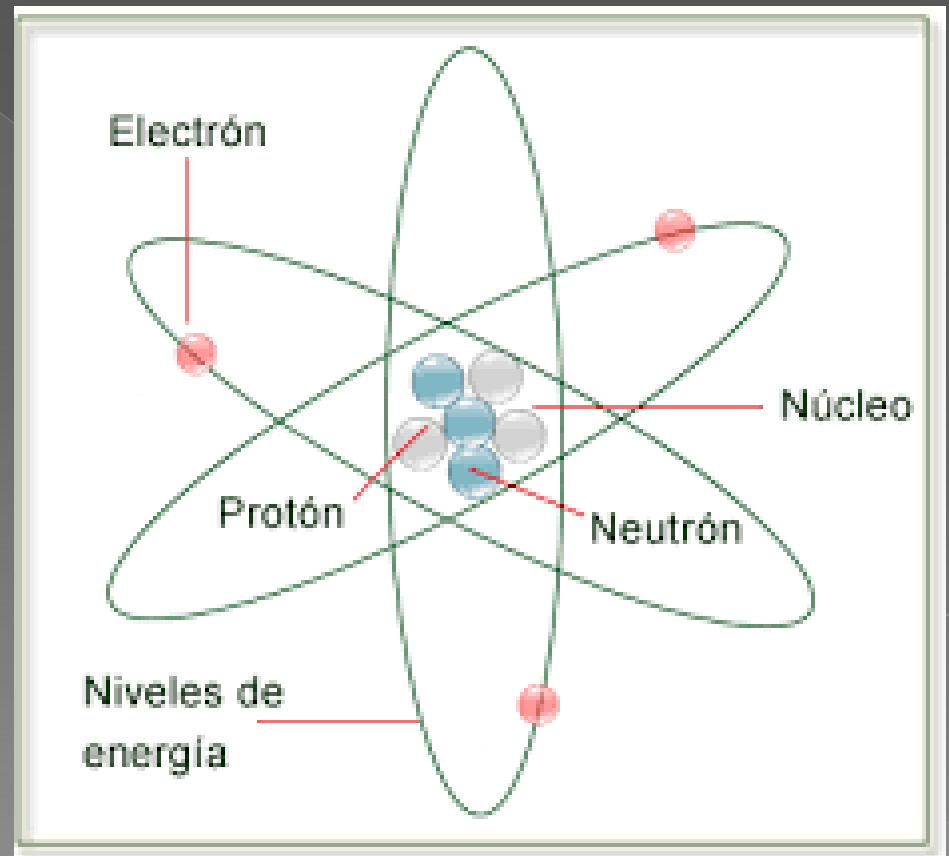
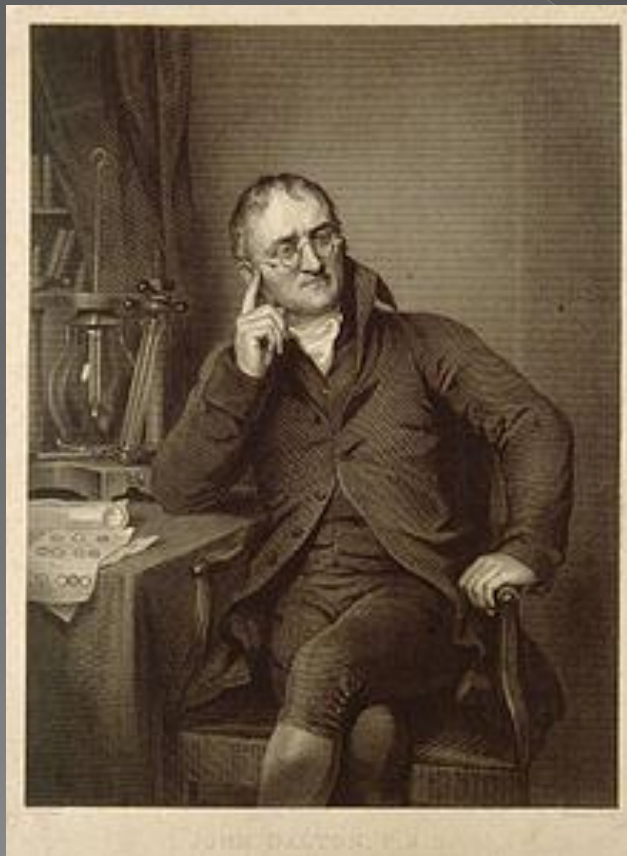
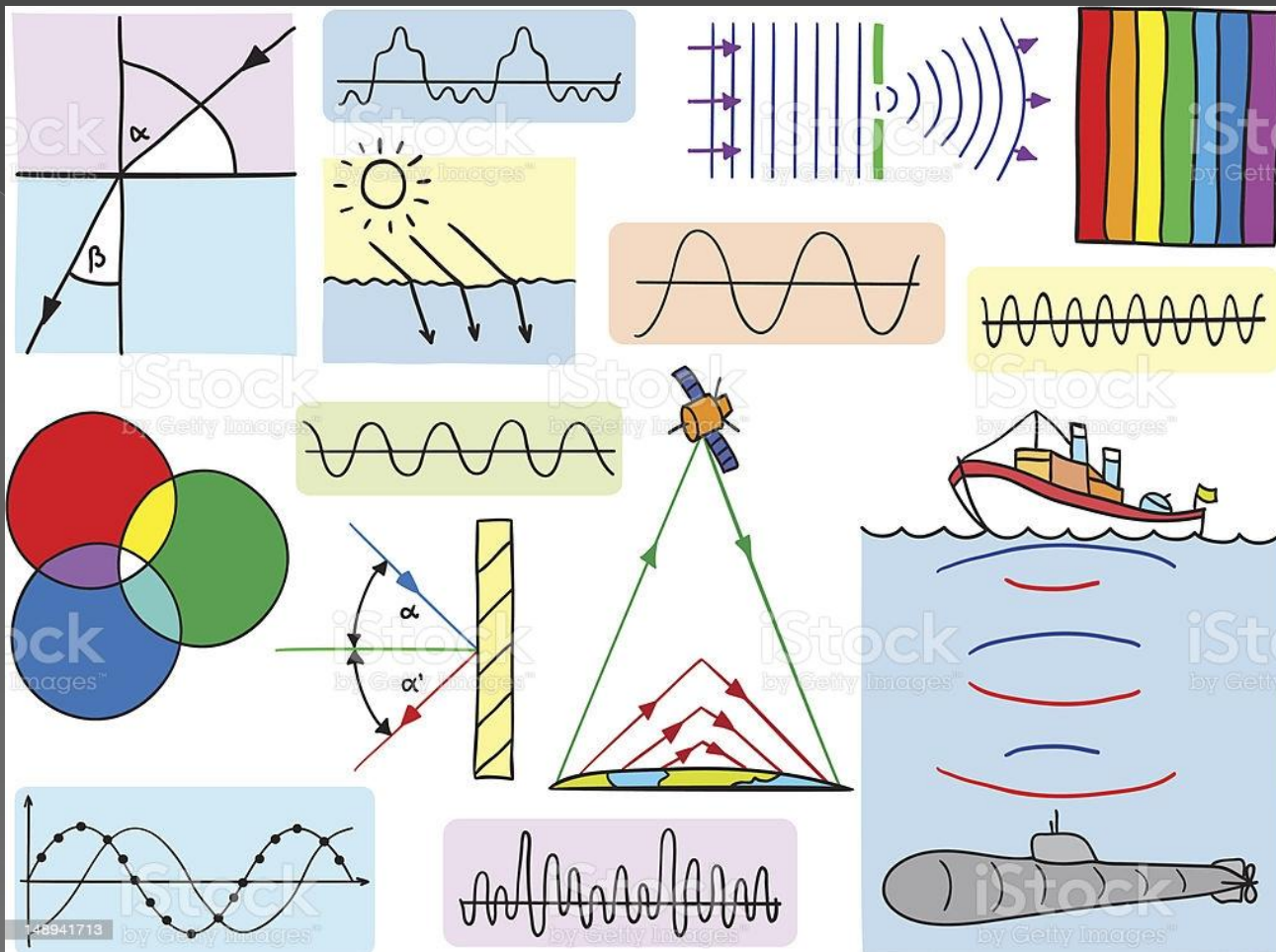


$$\begin{aligned}
\hat{X} &= \sqrt{\frac{\hbar m \omega}{2}} \hat{X} & \hat{P} &= \frac{1}{\sqrt{2\hbar m \omega}} \hat{P} \\
[\hat{X}, \hat{P}] &= i\hbar & H &= \hbar \omega \hat{H} \\
\hat{H} &= \frac{1}{2} (\hat{X}^2 + \hat{P}^2) & \sum_n |n\rangle \langle n| &= 1 \text{ (Hilbert)} \\
\hat{H}|\psi\rangle &= E_n|\psi\rangle & \langle n|\psi\rangle &= \frac{1}{\sqrt{n!}} \langle 0|\psi\rangle \frac{1}{2^n} (a^\dagger)^n \\
a &= \frac{1}{\sqrt{2}} (\hat{X} + i\hat{P}) & [a, a^\dagger] &= 1 \\
a^\dagger &= \frac{1}{\sqrt{2}} (\hat{X} - i\hat{P}) & [a, a] &= 0 \\
a^\dagger a &= \frac{1}{2} (\hat{X} + i\hat{P})(\hat{X} - i\hat{P}) & \hat{H} &= a^\dagger a + \frac{1}{2} \\
\hat{H} &= a^\dagger a + \frac{1}{2} & E &= \hbar \omega (n + \frac{1}{2}) \\
a^\dagger |\psi_n\rangle &= \sqrt{n+1} |\psi_{n+1}\rangle & a |\psi_n\rangle &= \sqrt{n} |\psi_{n-1}\rangle \\
a |\psi_n\rangle &= \sqrt{n} |\psi_{n-1}\rangle & a |\psi_n\rangle &= \frac{1}{\sqrt{n}} a^\dagger a |\psi_n\rangle = \frac{1}{\sqrt{n}} (a^\dagger a + 1) |\psi_{n-1}\rangle \\
&= \sqrt{n} |\psi_{n-1}\rangle & \lambda_1 |\psi_1\rangle + \lambda_2 |\psi_2\rangle &\Rightarrow \lambda_1 \langle \psi_1| + \lambda_2 \langle \psi_2| \\
\langle \psi_n | \psi_n \rangle &= 1 & E = \langle K \rangle = \langle U \rangle &= \frac{1}{2} \hbar \omega A^2 \\
\end{aligned}$$

E A NIVEL CUÁNTICO, QUE?

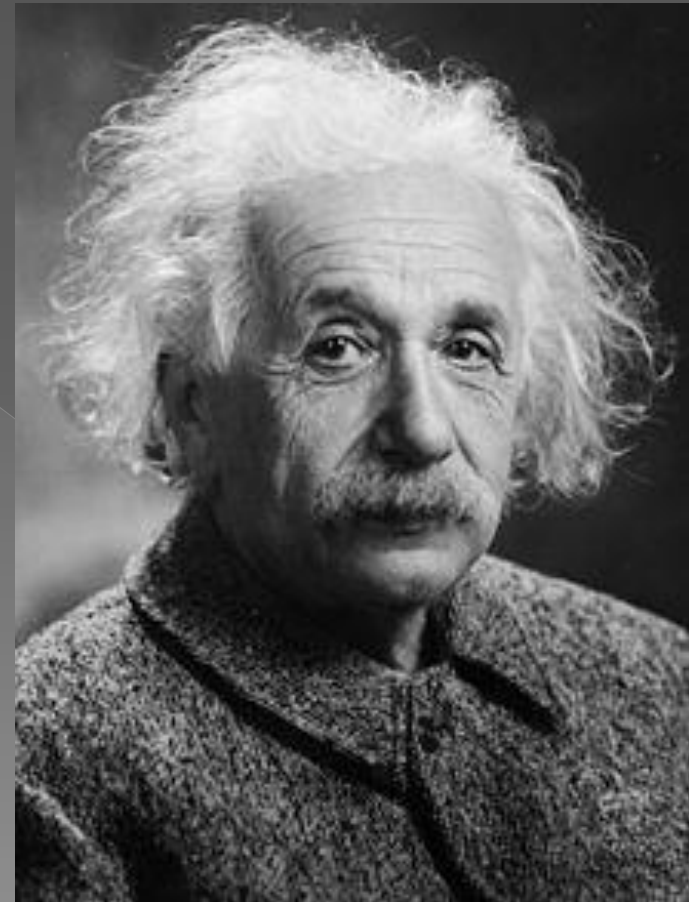
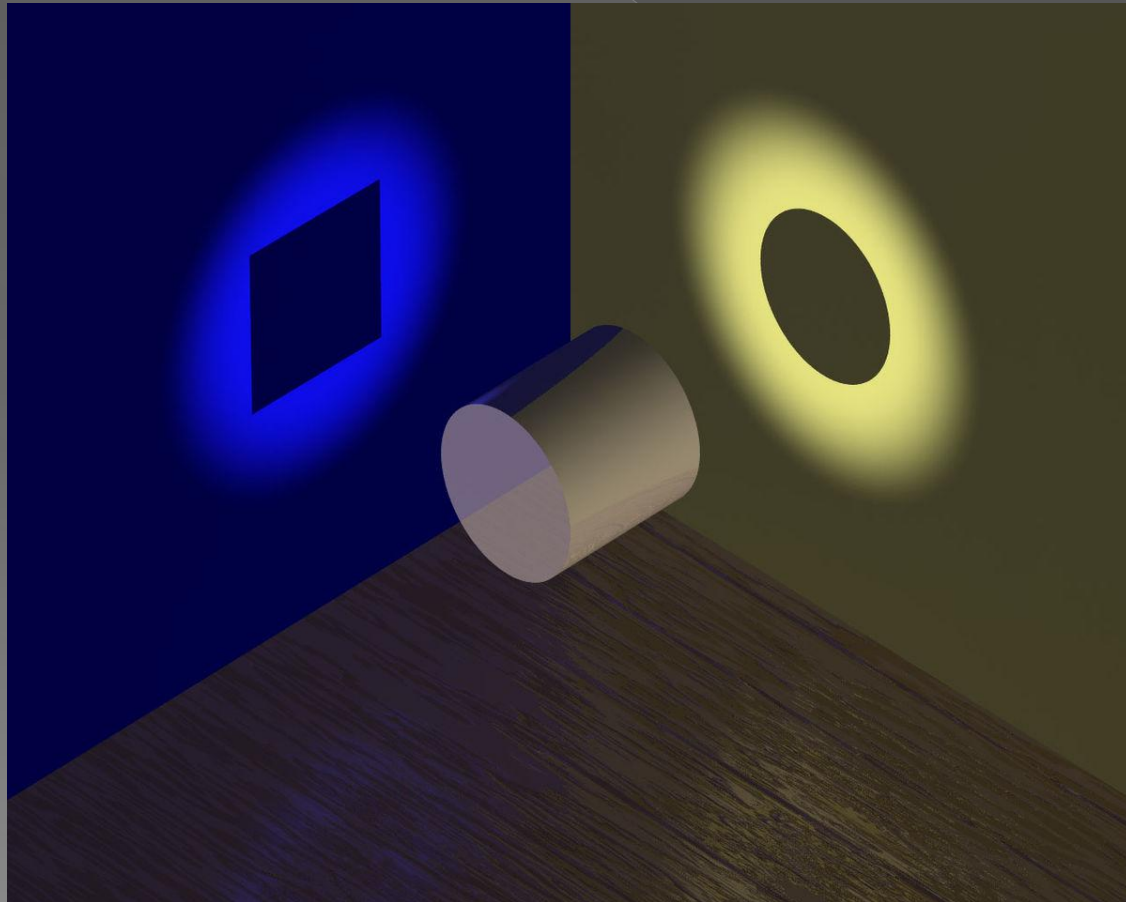
En 1803 o inglés John Dalton (1766-1844) demostrou experimentalmente a existencia do átomo, que xa fora intuída polos filósofos atomistas gregos máis de 2.000 anos antes. Tempo despois estableceuse que os átomos estaban compostos de partículas máis pequenas: o núcleo, integrado por protóns e neutróns, e os electróns, que xiran arredor do núcleo.

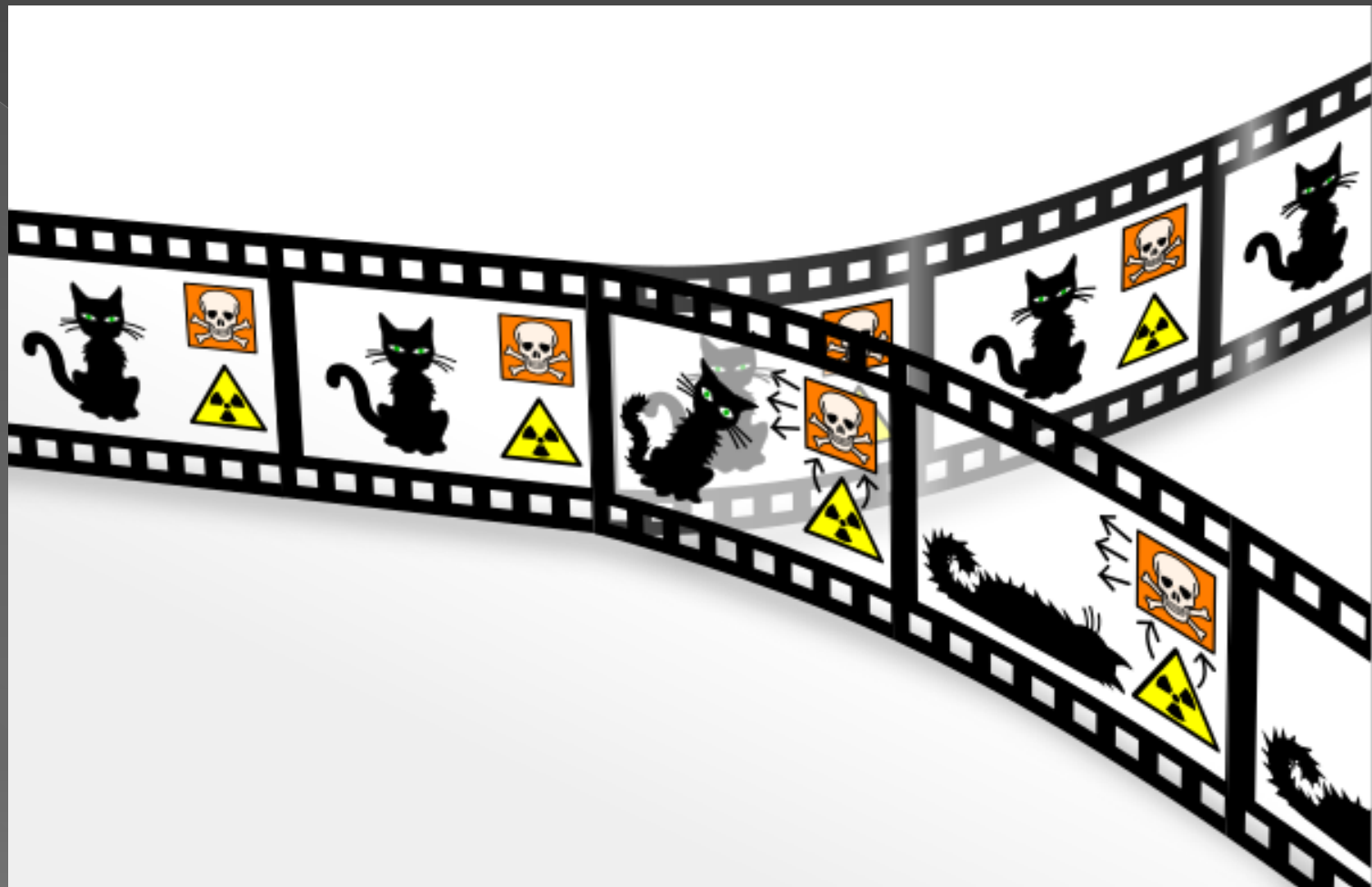




Por outra banda, a Física ten demostrado tamén a existencia das ondas: vibracións de diversa lonxitude que se transmiten polo espazo e que son capaces de transportar enerxía sen que vaia acompañada de materia. As ondas son as que posibilitan, por exemplo, as telecomunicacións ou a transmisión do son.

Grazas a experimentos realizados, entre outros, polo alemán Albert Einstein (1879-1955), hoxe sábese (aínda que non se comprende de todo por que) que os electróns do átomo e as partículas da luz (chamadas fotóns) poden comportarse indistintamente como onda e como partícula. É o que se chama a superposición cuántica (de “cuanto”, termo da Física que designa paquetes de enerxía).





Polo tanto, no nivel subatómico unha partícula pode ter varios estados á vez. E só adquire un único estado (en Física dise que “colapsa”) cando queremos medilo: a partícula interactúa co aparato de medida que usamos e toma un único estado. Con todo, hai quen interpreta que non se produce un colapso, senón que o universo se desdobra en tantas ramas como estados teña a superposición.

No mesmo nivel subatómico dáse, ademais, o chamado enlazamento cuántico. Existen conxuntos de partículas en superposición que non teñen identidade propia, senón que dependen unhas das outras. Cando as medimos, colapsan, e o conxunto de partículas está nun dos estados da superposición; e isto prodúcese aínda que estean a anos luz unhas doutras. Segundo algúns estudos, este fenómeno podería estar tras o proceso da fotosíntese das plantas ou da capacidade de orientación dalgunhas especies de aves migratorias; este concepto tamén preside os experimentos que se levan a cabo sobre o teletransporte.



