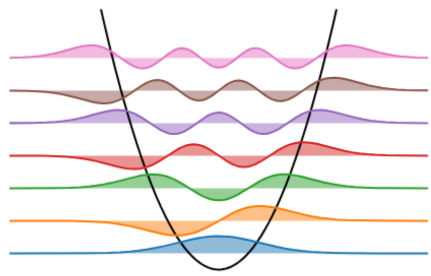
Mecánica Cuántica

Acerca de mí:



- Trabajo en Instituto de Física
- Áreas de investigación:
  - Óptica cuántica
    (fotones átomos y su interacción)
  - Física atómica
  - Producir y estudiar sistemas en los que los efectos cuánticos se manifiesten.

    ¿Cuándo ocurre eso?

    Longitudes pequeñas, bajas velocidades (bajas temperaturas),
    $p = h/\lambda$, v chico $\Rightarrow$ λ grande

    Para luz: bajas intensidades (unos cuantos fotones)
    Cuando hay orden en los fotones.

    La frontera no es clara y es tema activo de investigación.

- Experimentos pensados vs situación actual.

Reglas del curso

https://asaf.pm/docencia

* Los temas vistos en cada clase estarán listados en la bitácora del curso en esta página.
* Habrá entre 4 y 5 Exámenes Parciales que contarán el 100% de la calificación.
* Se darán guías de problemas para resolver y prepararse para los exámenes.
* Se podrán reponer dos exámenes parciales al final del curso o bien un examen final que cuente el 100% de la calificación.
* Para aprobar el curso es necesario sacar una calificación final ≥6.
* Se asentará NP para quien saque una calificación <6 o lo solicite explícitamente.
* En caso de que se detengan las clases en la facultad, decidiremos dentro del grupo cómo continuar el curso.

Filosofía del curso

Normalmente la ecuación de Schrödinger

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t}\Psi(\vec{r},t) = \left(-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2 + V(r)\right)\Psi(\vec{r},t)$$

(en la representación de posición)

En este curso la ec. de Schrödinger

$$i\hbar \frac{d}{dt}|\Psi(t)\rangle = \hat{H}|\Psi(t)\rangle$$

(en abstracto)

vector que representa al estado del sistema

operador lineal Hamiltoniano

Usando la ley de Gauss como ejemplo $\nabla \cdot E = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ vs

Cartesiano	$\partial_x E_x + \partial_y E_y + \partial_z E_z$
Cilíndrico	$\frac{1}{r}\partial_r(rE_r) + \frac{1}{r}\partial_\phi E_\phi + \partial_z E_z$
Esférico	$\frac{1}{r^2}\partial_r(r^2 E_r) + \frac{1}{r\sin\theta}\partial_\theta(\sin\theta E_\theta) + \frac{1}{r\sin\theta}\partial_\phi E_\phi$

Solución rápida y sucia

$$i\hbar \frac{d}{dt}|\Psi(t)\rangle = \hat{H}|\Psi(t)\rangle$$

Tiene cara de $\dot{\Psi}(t) = c\Psi(t) \Rightarrow \Psi(t) = \Psi_0 e^{ct}$

$$|\Psi(t)\rangle = e^{\frac{1}{i\hbar}\hat{H}t}|\Psi(0)\rangle$$

¿Cómo calcular la exponencial de un operador lineal?

De eso trata el curso...

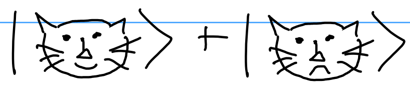
Esquema matemático y notación

Como $i\hbar\frac{d}{dt}|\Psi(t)\rangle = \hat{H}|\Psi(t)\rangle$ es ec. lineal usamos mucha álgebra lineal. Hasta tenemos una notación propia.

- El estado de un sistema

- Clásicamente, para N partículas representamos el estado por $\vec{r}_1, \dots, \vec{r}_N, \vec{v}_1, \dots, \vec{v}_N$ (N vectores de pos. y vel.).

- Cuánticamente hay grados de libertad más allá que la posición (como el espín) y además existen estados de superposición.



- El estado de un sistema cuántico debe ser representado por un vector.

Ya conocen cosas como esto como la polarización de la luz.

- La dimensión del vector depende del sistema en cuestión:
  - 1 qubit : 2 dimensiones
  - Partícula en movimiento: dim infinita!
    (numerable o no numerable)
    estados de E $|n\rangle$, $|\vec{x}\rangle$ $|\vec{p}\rangle$

Espacio de Hilbert

usamos $\mathbb{C}$

- Espacio vectorial (Conjunto de vectores,campo, suma de vectores, producto por escalar)
- Producto interior (punto) $(\square, \square) : \mathcal{H} \times \mathcal{H} \to \mathbb{C}$
  - $(y, x) = (x, y)^*$
  - $(x, x) > 0$, $(x, x) = 0 \Rightarrow x = 0$
  - Lineal respecto a la segunda entrada y anti-lineal respecto a la primera.
- Espacio métrico completo (respecto a la norma del producto punto) (i.e. toda sucesión de Cauchy converge)