

Entrelazamiento cuántico y el modelo estándar

Óliver Partida Gutiérrez

U.N.E.D

December 16, 2019

Esquema

- 1 Introducción
- 2 Metodología
- 3 Resultados

Objetivo

- Siguiendo la doctrina *“it from bit”*...
- ...analizar hasta que punto un principio de máxima entropía subyace a las interacciones entre partículas.

Principio de máxima entropía

- Propuesto por E.T. Jaynes en 1957.
- Dada información testeable sobre una función de probabilidad...
- ...seleccionar aquella con mayor incertidumbre consistente con las restricciones.
- De esta manera no introducimos supuestos adicionales.
- Maximizar $S = \sum_i p(A_i) \log_2 \left(\frac{1}{p(A_i)} \right)$ sujeto a restricciones.
- Problema de optimización restringida solucionado mediante multiplicadores de Lagrange.

Entrelazamiento cuántico. Máximo entrelazamiento.

- Fenómeno físico que ocurre cuando un par o grupo de partículas interactúan de tal manera que el estado de cada partícula del par o grupo no puede ser descrito independientemente del estado de las otras.
- Aun teniendo toda la información posible del sistema total existe incertidumbre sobre el estado de cada una de las partes que lo componen.
- Cada subsistema está en un estado mezcla descrito por una matriz densidad $\rho = \sum_j p_j |j\rangle \langle j|$.
- En sistemas bipartitos, máximo entrelazamiento se corresponde con máxima incertidumbre del estado de cada subsistema.
- Entropía de Von Neumann $S = -\text{Tr}(\rho_A \ln \rho_A)$,
- $\rho_A = \text{Tr}_B(\rho_{AB})$

Ángulo de Weinberg

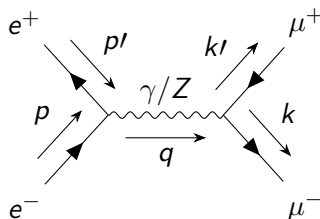
- Parámetro del modelo estándar θ_W .
- Relaciona las partículas mediadoras neutras de la fuerza electrodébil con las del electromagnetismo y la fuerza nuclear débil.

$$\begin{pmatrix} B^\mu \\ W_3^\mu \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta_W & -\sin \theta_W \\ \sin \theta_W & \cos \theta_W \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A^\mu \\ Z^\mu \end{pmatrix},$$

- Su valor se obtiene experimentalmente y varía dependiendo de la energía a la que se mida Q .
- Para $Q = 91.2 \text{ GeV}/c$, $\theta_W = 30^\circ$.

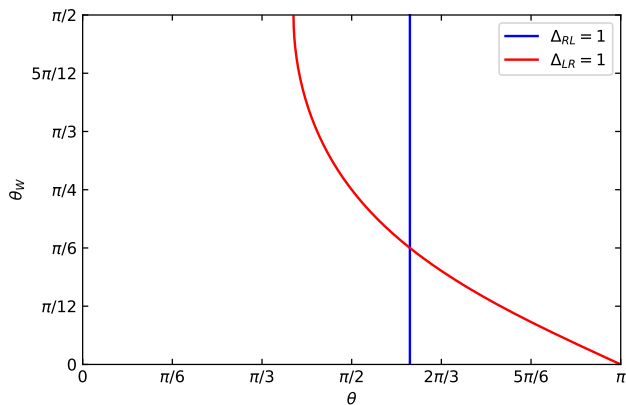
$$e^- e^+ \rightarrow \mu^+ \mu^-$$

- Desintegración electrón positrón para generar un muón y un antimuón.



- $\mathcal{M}_{RL} \sim \alpha_{RL} |RR\rangle + \beta_{RL} |RL\rangle + \gamma_{RL} |LR\rangle + \delta_{RL} |LL\rangle$.
- Concurrencia $2|\alpha\delta - \beta\gamma|$.

Líneas de máximo entrelazamiento



Conclusiones

- El principio de máxima entropía permite obtener un valor del ángulo de Weinberg, $\theta_W = \frac{\pi}{6}$, muy cercano al valor real.
- Se puede obtener un valor mas exacto teniendo en cuenta términos de mayor orden en la expansión perturbativa.

Muchas gracias por su atención