



Límites sobre los momentos dipolares del top y el bottom de los datos experimentales del neutrón

Javier M. Hernández
FCFM, BUAP

22 de Junio de 2007
Reunión Anual de DPyC-SMF

Reunión Anual de Partículas y Campos

- ❖ Adriana Cordero-Cid, FE-BUAP
- ❖ J. M. Hernández, FCFM-BUAP
- ❖ G. Tavares-Velasco, FCFM-BUAP
- ❖ J. J. Toscano, FCFM-BUAP



Introducción

- ❖ Uno de los retos para los teóricos en física de partículas es encontrar guías para descifrar la física de las siguientes escalas de energía.
- ❖ Los quarks de la tercera generación (t y b) son elementos sumamente importantes en el Modelo Estándar (ME) → es necesario estudiar de forma detallada sus propiedades.
- ❖ Con ello podríamos obtener indicios acerca de Nueva Física (NF)

Analizamos la posibilidad de poner límites a los valores de los momentos dipolares del t y b a partir de las restricciones experimentales del neutrón.



Consideraciones

EDM sería una señal de violación de CP

En el ME

- ❖ fuente de violación de CP proviene de la fase CKM

- ❖ generado a nivel de tres loops

- ❖ muy suprimido

- ❖ mientras efectos en fermiones ligeros han sido estudiados, no así con fermiones pesados

- Sitio natural para la búsqueda de efectos de NF



Consideraciones

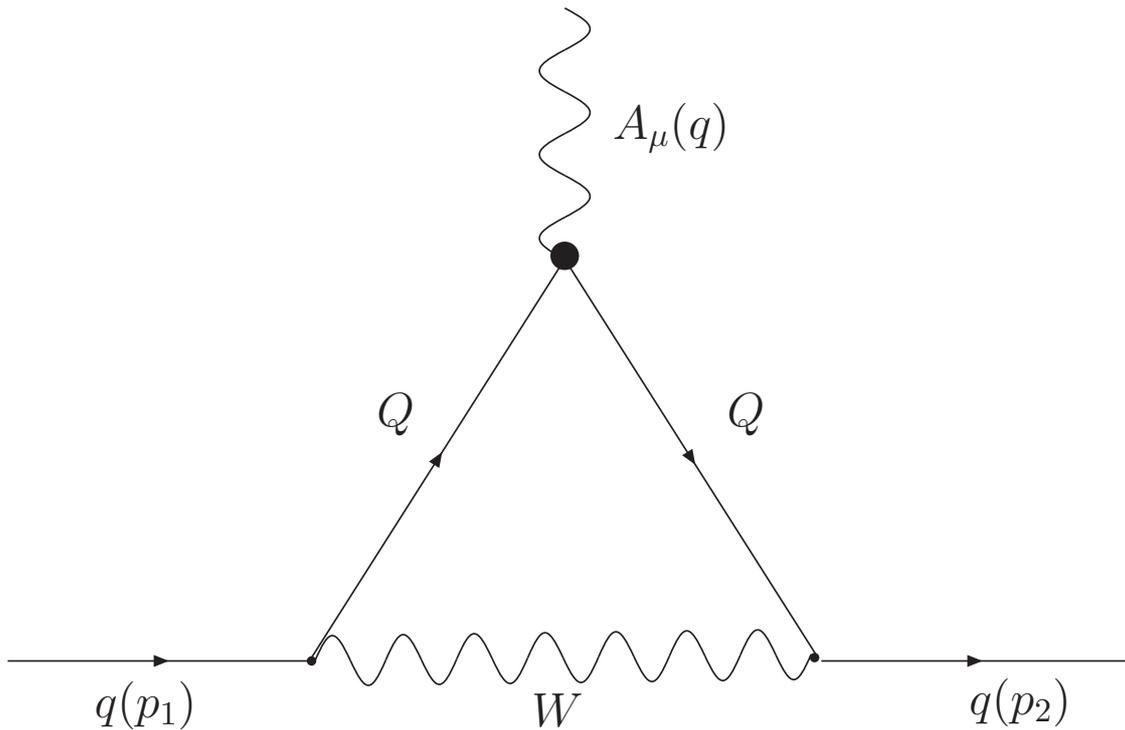


Fig. 1 Diagramas de Feynman para EDM de u y d con efectos de interacciones efectivas de t y b

$$\diamond \mathcal{L}_{QQ\gamma} = -\frac{i}{2} d_Q \bar{Q} \gamma_5 \sigma_{\mu\nu} Q F^{\mu\nu}$$

♦ Usamos gauge unitaria,

La burbuja representa la contribución efectiva



Consideraciones

$$\Gamma_{\mu} = -\frac{g^2 |V_{Qq}|^2 d_Q m_Q}{2} \int \frac{d^4 k}{(2\pi)^4} \frac{P_R \gamma_{\alpha} [(\not{k} - \not{p}_2) \sigma_{\mu\nu} q^{\nu} - \sigma_{\mu\nu} q^{\nu} (\not{k} - \not{p}_1)] \gamma_{\beta} P^{\alpha\beta}}{(k^2 - m_W^2) \left((k - p_1)^2 - m_Q^2 \right) \left((k - p_2)^2 - m_Q^2 \right)}$$

❖ $Q = t$ o b , $q = u$ o d y V_{Qq} es el elemento CKM

$$\text{❖ } P^{\alpha\beta} = g^{\alpha\beta} - \frac{k^{\alpha} k^{\beta}}{m_W^2}$$



Consideraciones

- ❖ Ignoramos términos longitudinales, proporcionales a potencias de $(m_q/m_W)^2$

$$\Gamma_\mu = -\frac{g^2|V_{Qq}|^2 d_Q m_Q}{2} \int \frac{d^4 k}{(2\pi)^4} \frac{P_R[\sigma_{\mu\nu} q^\nu - 2i(k-p_1)_\mu]}{(k^2 - m_W^2) \left((k-p_1)^2 - m_Q^2 \right) \left((k-p_2)^2 - m_Q^2 \right)}$$

- ❖ hay contribuciones a los momentos eléctrico y magnético, mantenemos sólo las primeras, usamos identidad de Gordon
- ❖ se mantiene invarianza de norma

$$d_q = \left(\frac{\alpha}{4\pi} \right) \left(\frac{|V_{Qq}|^2}{s_W^2} \right) d_Q \sqrt{x_q x_Q} f(x_q, x_Q),$$

- ❖ $x_a = m_a^2/m_W^2$,



Cálculos

$$f(x_q, x_Q) = \frac{\int_0^1 dx \int_0^{1-x} dy}{1 - (1 - x_Q)(x + y) - x_q(1 - x - y)(x + y)}$$

con solución, en el límite de $x_q = 0$

$$f(x_Q) = \frac{1 + 3x_Q(x_Q - 4/3) - 2(2x_Q - 1) \log(x_Q)}{2(x_Q - 1)^3}$$

para relacionar con las propiedades del neutrón, tomamos $m_u \approx m_d \approx m_n/3$, con m_n la masa del neutrón

$$d_n = \frac{4}{3}d_d - \frac{1}{3}d_u$$

$$|d_n| = \left| \left(\frac{\alpha}{4\pi} \right) \frac{\sqrt{x_n}}{3} \left[\frac{4}{3} \sqrt{x_t} |V_{td}|^2 f(x_t) d_t - \frac{1}{3} \sqrt{x_b} |V_{bu}|^2 f(x_b) d_b \right] \right|$$



Resultados

- ◆ Asumimos que sólo uno de d_t o d_b es distinto de cero, a la vez.

Por lo consiguiente obtenemos

$$|d_t| < 9 \left(\frac{\pi}{\alpha} \right) \left(\frac{m_W}{m_n} \right) \left(\frac{s_W^2}{|V_{td}|^2} \right) \left(\frac{d_n^{\text{exp}}}{f(x_t)} \right)$$

$$|d_b| < 36 \left(\frac{\pi}{\alpha} \right) \left(\frac{m_W}{m_n} \right) \left(\frac{s_W^2}{|V_{bu}|^2} \right) \left(\frac{d_n^{\text{exp}}}{f(x_b)} \right)$$



Discusión

Consideramos los valores de Baker (2006) para $d_n^{\text{exp}} < 2.9 \times 10^{-26}$ e · cm y los de PDG para los elementos CKM

$$|d_t| < 3.68 \times 10^{-17} \text{ e} \cdot \text{cm},$$

$$|d_b| < 6.90 \times 10^{-17} \text{ e} \cdot \text{cm}$$

Conclusión:

Resultados consistentes con los escenarios más optimistas provenientes del análisis de efectos de d_t en $b \rightarrow s\gamma$

Muchos modelos predicen valores del orden de 10^{-21}

Es factible considerar estos valores en futuros colisionadores.