

N- Δ^+ İzovektör Aksiyal Vektör Geçişi*

U. Özdem

Fizik Bölümü
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Aralık, 2011-Ankara YEF

*A. Özpineci ile ortak yürütülen çalışmadır.

Sunum Taslağı

- Giriş
- Işık Konisi QCD Toplam Kuralları
- Işık Konisi QCD Toplam Kurallarında N- Δ^+ Geçişi
- Sonuçlar (Kesinleşmemiş)
- Tartışma

Giriş

- QCD toplam kuralları hadronların dinamik (form faktör ve çiftlenim sabiti) ve statik (kütle, rezidü ve manyetik moment) özelliklerini çalışmak için oldukça güçlü bir yöntem.
- Form faktör* hadronların önemli özelliklerinden biridir.
- Form faktörler hadronların iç yapıları ile ilgili bilgileri sunar. Örneğin; elektromanyetik form faktörü hesaplırsak bize hadronun elektrik yükünün ve akımın dağılımını verir.
- Bunun yanısıra form faktörler hadronun şekli ve yapısı hakkında bilgi verir.

*Hofstadter, Rev.Mod.Phys., 1956

Işık Konisi QCD Toplam Kuralları

- Pertürbatif olmayan yöntemlere ihtiyacımız var.
- Işık konisi QCD toplam kuralları* bunlardan biridir.
- Işık konisi QCD toplam kurallarında hadronik parametreler vakum özellikleri ve dağılım genlikleri ile açıklanır.
- Işık konisi toplam kurallarında işlemci çarpım açılımı $x^2 \simeq 0$ bölgede yapılır.
- Bu yöntemde başlarken ilişkilendirme fonksiyonu (Correlation Function) yazılır.

$$\Pi_{\mu\nu}(p, q) = i \int d^4x e^{iqx} \langle 0 | T \{ J_\mu(x) \bar{J}_\nu(0) \} | N(p, s) \rangle$$

- İlişkilendirme fonksiyonu bize hem hadron parametreleri cinsinden hemde kuark özellikleri cinsinden hesap yapma olanağı sunar.
- Daha sonra bu iki durumda hesaplanan ilişkilendirme fonksiyonu sonuçları eşleştirilip istenilen hadron özelliği hesaplanmış olur.

*Braun et al. Z. Phys C 1989, Braun et al., Nucl.Phys. B 1989, Chernyak et al. Nucl.Phys. B 1990

Hadronik Kısım

Hadronik kısmı hesaplarken araya tam bir hadronik durum kümesi koyulur.

$$|h\rangle\langle h| = 1 + \sum_h |h\rangle\langle h| + \dots$$

$$\bullet \Pi_{\mu\nu}(p, q) = \sum_{s'} \frac{\langle 0 | J_\mu | \Delta^+(s', p') \rangle \langle \Delta^+(s', p') | J_\nu | N(p, s) \rangle}{m_\Delta^2 - p'^2} + \dots$$

$$\bullet \langle 0 | J_\mu(0) | \Delta^+ \rangle = \lambda_\Delta \Delta^\mu(s', p')$$

$$\bullet \langle \Delta(s', p') | J_\nu | N(s, p) \rangle =$$

$$i\bar{\Delta}^\lambda(s', p') \left[\left(\frac{C_3^A(q^2)}{m_N} \gamma_\mu + \frac{C_4^A(q^2)}{m_N^2} p'_\mu \right) (g_{\lambda\nu} g_{\rho\mu} - g_{\lambda\rho} g_{\mu\nu}) \right. \\ \left. + C_5^A(q^2) g_{\lambda\nu} + \frac{C_6^A(q^2)}{m_N^2} q_\lambda q_\nu \right] N(s, p)$$

Hadronik kısım için elde ettiğimiz sonuç;

$$\Pi_{\mu\nu}(p, q) =$$

$$\begin{aligned} & -i\lambda_{\Delta} e^{-\frac{M_{\Delta}^2}{M_B^2}} \left[C_3^A(q^2) \left\{ 1 - \frac{M_{\Delta}}{M_N} \right\} (q_{\mu} \gamma_{\nu} - g_{\mu\nu} \not{q}) + \left\{ C_5^A(q^2) + C_4^A(q^2) \frac{p' \cdot q}{M_N^2} \right\} g_{\mu\nu} \not{q} \right. \\ & + C_3^A(q^2) (q_{\mu} \gamma_{\nu} - g_{\mu\nu} \not{q}) \not{q} \\ & + \left. \left\{ -\frac{2C_3^A(q^2)}{M_N} - \frac{C_4^A(q^2)}{M_N} \left(1 + \frac{M_{\Delta}}{M_N} \right) \right\} (q_{\mu} p'_{\nu} - g_{\mu\nu} p' \cdot q) + \left\{ C_5^A(q^2) (M_{\Delta} + M_N) \right\} g_{\mu\nu} + \right. \\ & \left. \left\{ C_6^A(q^2) \left(\frac{M_{\Delta} + M_N}{M_N^2} \right) \right\} q_{\mu} q_{\nu} \right. \\ & \left. - \left\{ \frac{C_4^A(q^2)}{M_N^2} \right\} q_{\mu} p'_{\nu} \not{q} + \left\{ \frac{C_6^A(q^2)}{M_N^2} \right\} q_{\mu} q_{\nu} \not{q} \right] \end{aligned}$$

QCD Kısmı

- İlişkilendirme Fonksiyonu

$$\Pi_{\mu\nu}(p, q) = i \int d^4x e^{iqx} \langle 0 | T \{ J_\mu(0) J_\nu(x) \} | N(p) \rangle$$

burada;

$$J_\mu(0) =$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \epsilon^{abc} [2(u^{aT}(0) C \gamma_\mu d^b(0)) u^c(x) + (u^{aT}(0) C \gamma_\mu u^b(0)) d^c(0)]$$

$$J_\nu(x) = \frac{1}{2} (\bar{u}^d(x) \gamma_\nu \gamma_5 u^d(x) - \bar{d}^e(x) \gamma_\nu \gamma_5 d^e(x))$$

QCD kısmı

- Yukarıdaki ifadeler yerine yerleştirdikten sonra Wick teoremini uyguladığında elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekildedir:

$$\Pi_{\mu\nu}(p, q) = \int d^4x e^{iqx} \frac{i}{2\pi^2 x^4} \left[(\not{x})_{\gamma\omega} (C\gamma_\mu)_{\alpha\beta} (\gamma_\nu \gamma_5)_{\omega\rho} \langle 0 | \varepsilon^{abd} u_\alpha^{aT}(0) u_\rho^b(x) d_\beta^d(0) | N(p) \rangle^* + \dots \right]$$

bu ifadedeki matris elemanı dağılım genliği (Distribution Amplitude) olarak adlandırılır, ve hadronlar içindeki kuarkların dağılımını verir.

*Braun et al., PRD, 2006

Analistik Sonuçlar

İlişkilendirme fonksiyonun sağladığı avantaj kullanıldığında, her iki kısımdan gelen katkı birbirine eşitlendiğinde analitik olarak elde edilen sonuç;

$$\bullet C_6^A(q^2) = -\frac{M_N^2}{\lambda_\Delta} e^{\frac{M_\Delta^2}{M_B^2}} \left\{ \left[-\frac{M_\Delta^3}{\sqrt{3}} \int_0^\alpha d\beta \frac{(1-\beta)^2}{(q-p\beta)^6} e^{-\frac{S(\beta)}{M_B^2}} (4F_1(\beta) + 2F_3(\beta)) \right] \right. \\ \left. + \left[\frac{M_N}{\sqrt{3}} \int_0^1 d\alpha \frac{(1-\alpha)}{(q-p\alpha)^4} e^{-\frac{S(\alpha)}{M_B^2}} (F_2(\alpha) - F_4(\alpha)) \right] \right\}$$

$$\bullet C_4^A(q^2) = -\frac{M_N^2}{\lambda_\Delta} e^{\frac{M_\Delta^2}{M_B^2}} \left\{ \left[\frac{M_0^3}{\sqrt{3}} \int_0^\alpha d\beta \frac{(1-\beta)^2}{(q-p\beta)^6} e^{-\frac{S(\beta)}{M_B^2}} (4F_5(\beta) - 2F_7(\beta)) \right] \right. \\ \left. - \left[\frac{M_N}{\sqrt{3}} \int_0^1 d\alpha \frac{(1-\alpha)}{(q-p\alpha)^4} e^{-\frac{S(\alpha)}{M_B^2}} (2F_6(\alpha) + F_8(\alpha)) \right] \right\}$$

burada;

$$F_2 = \int_\alpha^1 dx_2 \int_0^{1-x_2} dx_1 4 [A_1 - A_2 + A_3 - T_1 + T_3 + T_7] (x_1, x_2, 1 - x_1 - x_2),$$

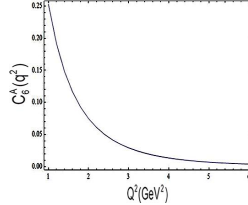
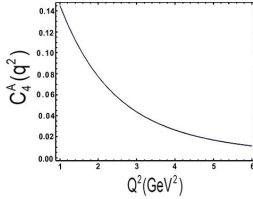
Nümerik Sonuçlar

- Bu hesaplama yapılırken kullanılan parametrelerin nümerik değerleri; $m_N = 0.94 \text{ GeV}$, $m_\Delta = 1.23 \text{ GeV}$, $\lambda_\Delta = 0.038 \text{ GeV}^3$, $1.5 \leq M_B^2 \leq 2 \text{ GeV}^2$ ve $s_0 = 3 \text{ GeV}^2$.

Form Factor	$Q^2 (\text{GeV}^2)$	Lattice QCD*	LCQCDSR**	Bu Çalışma
C_6^A	1	0.42	0.37	0.25
	2	0.19	0.1	0.07
	3	0.02	0.05	0.02
C_4^A	$Q^2 (\text{GeV}^2)$			
	1	-	0.09	0.14
	2	-	0.05	0.07
	3	-	0.02	0.02

* Alexandrou, et al. PRL, 2007 (Lattice QCD), **Aliev et al. PRD, 2008 (LCQCDSR)

Nümerik Sonuçlar



Grafiklerde form faktörlerin Q^2 (GeV 2) bağımlılıkları gösterilmiştir. Bu grafikler çizilirken $M^2 = 2$ GeV 2 ve $s_0 = 3$ GeV 2 değerleri alınmıştır.

Tartışma

- Bu çalışmada N- Δ^+ izovektör aksiyal vektör geçiş form faktörü hesaplanmıştır.
- Yapılan çalışmalarda bulunun sonuçlar birbiri ile uyuşmamaktadır. Bu yaptığımız hesap daha önce de Işık konisi toplam kuralları çerçevesinde incelenmiştir*. Fakat bizim sonuçlarımız önceki çalışma ile uyum içerisinde değildir. Bunun sebebi ise önceki çalışmadan farklı bir yapı(structure) seçmemizden kaynaklanmaktadır.
- Bu sonuçlarımız kesinleşmemiş sonuçlardır.
- Yapacağımız çalışmalar n- Δ^0 ve hiperonlara genişletilecek şekilde devam ettirilecektir.

*Aliev et al. PRD, 2008

TEŞEKKÜRLER....