

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

محاسبه جرم باریونهای سبک در مدل فوق کروی

توکلی نژاد، اسداله

دانشکده علوم پایه، دانشگاه کوثر، بجنورد

چکیده

در این مقاله جرم باریونهای سبک با بررسی سیستم سه کوارکی باریونی در فضای فوق کروی محاسبه شده است. پتانسیل بررسی شده برهمنشی از پتانسیل نوسانگر هماهنگ، محدود کننده خطی و پتانسیل کولنی رنگ می باشد. با حل معادله دیراک، تابع موج و ویژه مقادیر انرژی سیستم در حد نسبیتی بدست می آید. با محاسبه انرژی اختلالی وابسته به برهمکنشهای اسپین، ایزو اسپین و اسپین-ایزواسپین، جرم باریونها را در حالت پایه و همچنین حالت برانگیخته، محاسبه نموده ایم. نتایج بدست آمده برای باریونهای سبک به نتایج تجربی بسیار نزدیک می باشد.

Calculation of Baryon Spectrum in Hyper-central Model

Tavakolinezhad, Asadolah

Department of Basic Sciences, Kosar University of Bojnourd

Abstract

In this work by considering the baryonic systems containing three quarks in the hypercentral approach, the light baryon masses are calculated. The considered potential is a combination of Coulombic, linear confining and harmonic oscillator terms. By solving the Dirac equation for three particles system, we calculate the wave function and eigen-energies of the system. Introducing an improved form of the hyperfine interaction, we calculate the masses of the ground and excited states baryons. The obtained results for strange and non-strange baryons are very close to the experimental data.

PACS No. ۱۲.۳۹.Pn, ۱۱.۳۰.Hv

مقدمه

باریون را بدست می دهد. مقادیر جرمی بدست آمده برای باریونها به مقدار تجربی آنها بسیار نزدیک می باشد.

تابع موج سیستم باریونی در حد نسبیتی

سیستم سه کوارکی باریون را در نظر می گیریم. تابع موج یک سیستم کوانتومی شامل N ذره یکسان تحت پتانسیل خاص $ax^2 + bx - c/x$ ، در حد غیر نسبیتی در [۳,۹] و در حد نسبیتی در مرجع [۸] محاسبه شده است. معادله دیراک برای یک ذره به جرم m_1 و انرژی V_1 بصورت زیر تعریف می شود:

در این مدل باریون بصورت یک سیستم نسبیتی سه ذره ای در نظر گرفته می شود. در این روش که با هارمونیک های کروی سر و کار دارد، فرض شده است که پتانسیل فوق مرکزی فقط به شعاع فوق کره بستگی دارد. پتانسیل مورد بررسی برهمنشی از پتانسیل نوسانگر هماهنگ، محدود کننده خطی و کولنی رنگ می باشد. مدل غیرنسبیتی مشابه با این مدل در [۵-۱] و وابستگی طعمی جرم باریون در [۶,۷] بررسی شده است. با استفاده از تابع موج نسبیتی سیستم محاسبه شده، می توان سهم پتانسیل اختلالی مربوط به وابستگی اسپینی، ایزواسپین و اسپین-ایزواسپین را در طیف جرمی باریون محاسبه نمود. در پایان مجموع انرژیها، جرم

X عدد کوانتومی زاویه ای و ϵ تعداد گره های سیستم می باشد. توابع $f_\epsilon(x)$ و $g_x(x)$ بصورت زیر تعریف می شوند:

$$g(x) = -\frac{1}{2}\Gamma x^2 - Sx + u \ln x \quad (۶)$$

$$f_\epsilon(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } \epsilon = 0 \\ \prod_{i=1}^{\epsilon} (x - a_i^\epsilon), & \text{if } \epsilon > 0 \end{cases} \quad (۷)$$

$\epsilon = 0$ ؛ که حل صفرمین گره از تابع $\Phi_{zx}(x)$ می باشد را بررسی می کنیم. با قراردادن رابطه (۵) در رابطه (۴) و با استفاده از روابط (۶) و (۷) ضرایب Γ و S و در نتیجه $\Phi_{\epsilon x}$ بدست می آید:

$$\Phi_{0x} = N_{0x} x^x \exp\left(-\frac{1}{2}(E_{0x} + 3m_1)\check{S}x^2 - \frac{b}{2\check{S}}x\right) Y_{[X],L}(\Omega, t) \quad (۸)$$

با استفاده از رابطه (۲) و (۸) تابع موج سیستم نیز بدست می آید:

$$\Psi_{0x} = \begin{bmatrix} \Phi_{0x} \\ \frac{-i\vec{t} \cdot \vec{x}}{E_{0x} + 6m_1} \left[\frac{d\Phi_{0x}}{dx} - i\vec{t} \cdot \vec{L}\Phi_{0x} \right] \end{bmatrix} y_{x,t}(\Omega, t) \quad (۹)$$

ویژه مقدار انرژی سیستم ($E_{\epsilon x} = NE_1$) برابر است با [۸]:

$$E_{0x} = \frac{3(2X + 5)^2 [m_1 + (2X + 6)] - 9m_1 c^2}{(2X + 5)^2 + 3c^2} \quad (۱۰)$$

m_1 جرم نسبیتی کوارک درون باریون می باشد (به طور مثال

در مورد پروتون m_1 برابر ۵ MeV می باشد [۱۰]).

محاسبه جرم باریون در حد نسبیتی

جرم باریون از مجموع جرم سه کوارک، ویژه مقادیر انرژی $E_{\epsilon x}$ بعلاوه انرژی اختلالی سیستم بدست می آید. در این مقاله انرژی اختلالی توسط تابع گاوسی از فاصله نسبی دو کوارک داده شده است [۲،۳]:

$$H_S = A_S \left(\frac{1}{\sqrt{f} \dagger_s}\right)^3 \exp(-x^2 / \dagger_s^2) (s_1, s_2) \quad (۱۱)$$

$$[\vec{\Gamma} \cdot \vec{p} + S(m_1 + U_{01}(x))] \mathbb{E}_1(x) = (V_1 - V_{01}(x)) \mathbb{E}_1(x) \quad (۱)$$

$\mathbb{E}_1(x)$ تابع موج ذره می باشد که بصورت زیر تعریف می شود:

$$\mathbb{E}_1(x) = \begin{pmatrix} W_1 \\ t_1 \end{pmatrix}$$

حال اگر سیستمی متشکل از N ذره یکسان داشته باشیم تابع موج به صورت زیر تعریف می شود:

$$\mathbb{E}_{\epsilon x}(x) = \begin{pmatrix} W_{\epsilon x} \\ t_{\epsilon x} \end{pmatrix}$$

با فرض $U_{01}(x) = V_{01}(x)$ و با جایگذاری ماتریسهای S و Γ در رابطه (۱) داریم:

$$t_{\epsilon x} = \frac{(\vec{t} \cdot \vec{p}) \Phi_{\epsilon x}}{V_1 + m_1} \quad (۲)$$

با محاسبه $\Phi_{\epsilon x}$ ، تابع موج بدست می آید. با در نظر گرفتن رابطه

$$(\vec{t}_1 \cdot \vec{p}_1)(\vec{t}_1 \cdot \vec{p}_1) = p_1^2 \quad (۳)$$

و با استفاده از مختصات ژاکوبی داریم [۸]:

$$-\left[\frac{d^2}{dx^2} + \frac{D-1}{x} \frac{d}{dx} - \frac{x(x+D-2)}{x^2} \right] \Phi_{\epsilon x} = \frac{1}{N} [E_{\epsilon x}^2 - N^2 m_1^2] \Phi_{\epsilon x} - (ax^2 + bx - \frac{c}{x}) [E_{\epsilon x} + Nm_1] \Phi_{\epsilon x} \quad (۴)$$

$\Phi_{\epsilon x}$ را به شکل زیر در نظر می گیریم [۸]:

$$\Phi_{\epsilon x} = N_{\epsilon x} x^{\frac{-(D-1)}{2}} f_\epsilon(x) e^{g_\epsilon(x)} Y_{[X],L}(\Omega, t) \quad (۵)$$

Ω یکی از مقادیر $\Omega_1, \dots, \Omega_{N-1}$ می باشد، و Ω شامل $t_L = \text{Arctg}(t'_i / t_i)$ می باشد.

در این مقاله فقط حالت پایه ($X=0$) و اولین حالت برانگیخته ($X=1$) باریون بررسی شده است. فضای مورد بررسی فضای فوق کروی بوده و بنابراین x فوق شعاع می باشد.

حالت پایه و اولین حالت برانگیخته محاسبه و با مقادیر جرمی تجربی مقایسه شده است (جدول ۲ و ۳). فرض کرده ایم که جرم کوآرک u با جرم کوآرک d برابر است. برای بدست آوردن جرم کوآرک u و همچنین پارامترهای S و c از مقادیر تجربی گشتاور مغناطیسی و جرم پروتون و نیز جرم $\Xi(1321)$ استفاده شده است. در این صورت داریم:

$$c = 1.012$$

$$\tilde{S} = 0.204 (fm)^{-1}$$

$$m_u = m_d = 250 MeV$$

با مشخص شدن مقدار S و c ، مقدار b نیز بدست می آید [۸]:

$$b = \frac{2\tilde{S}(E_{0x} + 3m_1)c}{(2x + 5)}$$

جرم کوآرک s نیز با استفاده از جرم تجربی $\Xi(1321)$ بدست آمده است:

$$m_s = 380 MeV$$

با مشخص شدن مقدار پارامترهای b ، S و c تابع موج سیستم و نیز ویژه مقدار انرژی آن مشخص می شود.

$$H_I = A_I \left(\frac{1}{\sqrt{f} \dagger_I} \right)^3 \exp(-x^2 / \dagger_I^2) (t_1, t_2) \quad (12)$$

$$H_{SI} = A_{SI} \left(\frac{1}{\sqrt{f} \dagger_{SI}} \right)^3 \exp(-x^2 / \dagger_{SI}^2) (s_1, s_2) (t_1, t_2) \quad (13)$$

s_i ، اسپین و t_i ایزواسپین کوآرک Λ و x فاصله نسبی دو کوآرک می باشد. پتانسیلهای H_S ، H_I و H_{SI} به ترتیب مربوط به وابستگی اسپینی، ایزواسپینی و اسپین-ایزواسپین می باشد. با استفاده از تابع موج رابطه (۱) می توانیم مقدار انرژی اختلالی مربوط به روابط (۱۱-۱۳) را محاسبه کرد. مقدار پارامترهای مربوط به پتانسیل اختلالی از مراجع [۲،۴] گرفته شده است (جدول ۱). جرم باریون از روش زیر بدست می آید:

$$M_B = E_{0x} + m_{q1} + m_{q2} + m_{q3} + \langle H \rangle \quad (14)$$

که در آن

$$\langle H \rangle = \langle H_S \rangle + \langle H_I \rangle + \langle H_{SI} \rangle$$

m_{qi} جرم i امین کوآرک و $\langle H \rangle$ مجموع انرژیهای اختلالی مربوط به وابستگی اسپینی، ایزواسپینی و اسپین-ایزواسپین می باشد. با استفاده از داده های جدول (۱)، جرم باریونها را در

جدول پارامترهای مربوط به پتانسیل اختلالی [۲،۴]

| A_s | \dagger_s | A_I | \dagger_I | A_{SI} | \dagger_{SI} |
|--------------|-------------|--------------|-------------|----------------|----------------|
| $67.4(fm)^2$ | $2.87 fm$ | $51.7(fm)^2$ | $3.45 fm$ | $-106.2(fm)^2$ | $2.31 fm$ |

جدول ۲: مقادیر جرمی بدست آمده برای باریونهای غیر شگفت و مقادیر تجربی آنها

| $H_{SI} (MeV)$ | $H_I (MeV)$ | $H_S (MeV)$ | $E_{0x} (MeV)$ | x | $I(J^P)$ | جرم محاسبه شده (MeV) | باریون |
|----------------|-------------|-------------|----------------|-----|------------------------------|----------------------|----------------|
| -۴۸.۳۳۰ | -۳۱.۰۳۴ | -۶۷.۹۰۶ | ۳۳۵.۲۸۴ | ۰ | $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}^+)$ | ۹۳۸ | $N(938)$ |
| -۱۵.۱۷۴ | -۳۰.۱۹۹ | -۲۱.۷۶۵۷ | ۷۵۱.۰۸۵ | ۱ | $\frac{1}{2}(\frac{1}{2}^+)$ | ۱۴۳۴.۰۰۶ | $N(1440)$ |
| ۱۲.۳۶۶ | -۳۰.۱۹۹ | ۲۶.۹۸۵ | ۷۵۵.۰۹۶ | ۱ | $\frac{1}{2}(\frac{3}{2}^-)$ | ۱۵۱۴.۲۴۸ | $N(1520)$ |
| ۴۸.۳۳۰ | ۳۱.۰۳۴ | ۶۲.۹۰۶ | ۳۴۲.۷۸۴ | ۰ | $\frac{3}{2}(\frac{3}{2}^+)$ | ۱۲۳۳.۰۵۵ | $\Delta(1232)$ |
| ۱۱.۱۷۴ | ۲۷.۱۹۹ | ۶۵.۲۹۷ | ۷۶۰.۲۷۵ | ۱ | $\frac{3}{2}(\frac{1}{2}^-)$ | ۱۶۱۳.۹۴۶ | $\Delta(1620)$ |

جدول ۳: مقادیر جرمی بدست آمده برای باریونهای شگفت و مقادیر تجربی آنها

| $H_{SI} (MeV)$ | $H_I (MeV)$ | $H_S (MeV)$ | $E_{Ox} (MeV)$ | X | $I(J^P)$ | جرم محاسبه شده (MeV) | باریون |
|----------------|-------------|-------------|----------------|-----|--|----------------------|-----------------|
| ۱۷.۱۱۰ | ۱۰.۳۴۴ | -۷۵.۹۰۶ | ۳۴۴.۷۸۴ | ۰ | $1 \left(\frac{1}{2}^+\right)$ | ۱۱۷۱.۳۳۲ | $\Sigma(1189)$ |
| ۶۴.۴۴۰ | ۲۰.۳۴۴ | ۵۵.۹۰۶ | ۳۴۵.۷۱۴ | ۰ | $1 \left(\frac{3}{2}^+\right)$ | ۱۳۶۱.۴۰۶ | $\Sigma(1385)$ |
| ۳۲.۴۰۰ | ۱۸.۳۳۴ | ۲۵.۹۰۶ | ۷۶۶.۲۷۵ | ۱ | $1 \left(\frac{3}{2}^-\right)$ | ۱۶۸۰.۲۴۲ | $\Sigma(1660)$ |
| -۱۷.۱۱۰ | -۳۱.۳۴۴ | -۶۷.۹۳۶ | ۳۴۶.۷۵۴ | ۰ | $0 \left(\frac{1}{2}^+\right)$ | ۱۱۰۵.۴۲۲ | $\Lambda(1115)$ |
| -۱۴.۱۷۰ | -۱۸.۰۶۶ | -۶۵.۲۹۷ | ۷۶۳.۰۸۵ | ۱ | $0 \left(\frac{1}{2}^-\right)$ | ۱۴۱۵.۵۴۴ | $\Lambda(1405)$ |
| -۱۹.۱۸۶ | -۱۷.۲۳۳ | -۷۰.۵۴۳ | ۷۶۴.۱۵۶ | ۱ | $0 \left(\frac{3}{2}^-\right)$ | ۱۵۳۵.۹۸۹ | $\Lambda(1520)$ |
| ۰ | ۰ | -۶۷.۹۰۶ | ۳۷۶.۱۴۳ | ۰ | $\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2}^+\right)$ | ۱۳۰۸.۲۳۷ | $\Xi(1314)$ |
| ۰ | ۰ | -۶۶.۸۷۸ | ۳۷۸.۰۴۵ | ۰ | $\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2}^+\right)$ | ۱۳۲۱ | $\Xi(1321)$ |
| ۰ | ۰ | ۶۷.۹۰۶ | ۴۶۸.۸۵۵ | ۰ | $0 \left(\frac{3}{2}^+\right)$ | ۱۶۷۶.۷۵۵ | $\Omega(1672)$ |

نتایج

در این مقاله باریون بصورت یک سیستم متشکل از سه ذره یکسان (سه کوارک) در نظر گرفته شده است. فرض شده است کوارکها تحت پتانسیل $ax^2 + bx - c/x$ برهمکنش می کنند. پتانسیل برهمکنشی اسپین، ایزو اسپین و اسپین-ایزواسپین بصورت انرژی اختلالی سیستم معرفی شده است. با حل معادله توصیف کننده سیستم، تابع موج سیستم بدست آمده است. با استفاده از تابع موج بدست آمده مقدار انرژی اختلالی و در نهایت جرم باریون را در حد نسبیته محاسبه کرده ایم. نتایج نشان می دهد که اثر برهمکنش اسپینی روی جرم باریون بیشتر از اثر برهمکنش ایزواسپینی است. از آنجا که کوارک S دارای ایزو اسپین صفر می باشد، در مورد باریونهای Ω و Ξ که به ترتیب شامل دو و سه کوارک S می باشند برهمکنش ایزواسپینی تأثیری بر جرم این دو باریون ندارد.

مرجع ها

- [۱]. N. Salehi et al., Acta. Phys. Polon. B ۴۲ ۶ (۲۰۱۱).
 [۲]. M.M Giannini, E.Santopinto A. Vassalo, Prog. Part. Nucl. Phys. ۵۰, ۲۶۳(۲۰۰۳).
 [۳]. H.Hassanabadi, A.A.Rajabi and S. Zarrinkamar, Modern Phys Lett A ۲۳ ۷ (۲۰۰۸).
 [۴]. M.M Giannini, E.Santopinto A. Vassalo, Prog. Part. Nucl. Phys. A ۶۹۹, ۳۰۸ (۲۰۰۲).
 [۵]. M.M Giannini, E.Santopinto A. Vassalo, Prog. Part. Eur. Phys. J. A ۱۱۲, ۴۴۷ (۲۰۰۱).
 [۶]. L. Ya Goltzman and D. O. Riska, Phys. Rep. c ۲۶۸, ۲۶۳(۱۹۹۶).
 [۷]. L. Ya Goltzman, Z. Papp, W. Plessaz, K. Varga and R. F. Wagenbrunn, Phys. Rev. C ۵۷, ۳۴۰۶(۱۹۹۸).
 [۸]. H.Hassanabadi, A.A.Rajabi, Few-Body Syst ۴۱(۲۰۰۷) ۲۰۱-۲۱۰.
 [۹]. A. A. Rajabi, Few-Body Syst ۳۷, ۱۹۷ (۲۰۰۵).
 [۱۰]. Chapuisat X, Phys Rev A ۴۵, ۴۲۷۷ (۱۹۹۲).

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



نوبت آموزشی
بررسی مقاله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)



PROPOSAL
پروپوزال

نوبت آموزشی
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



نوبت آموزشی
آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو