

DİRAK TƏNLIYININ ÜMUMİLƏŞMİŞ HİPERBOLİK TIP POTENSİAL - ÜSTƏGƏL KULON TENZOR POTENSİALI ÜÇÜN ANALİTİK HƏLLİ

Dadaşov E.Ə.

Lənkəran Dövlət Universiteti
elnurdadashov82@mail.ru

Spini $\frac{1}{2}$ olan zərrəcikləri relyativistik kvant mexanikasında təsvir edən və nisbilik nəzəriyyəsinin tələblərini ödəyən, yəni Lorens çevrilmələrinə görə invariant qalan tənlik Dirak tənliyi adlanır. Nəzəri fizikada kvant mexanikasının əsas məqsədlərindən biri bəzi xüsusi potensiallar üçün Dirak tənliyinin dəqiq həllərinin əldə edilməsidir. Çünki Dirak tənliyinin analitik həlləri olan dalğa funksiyası relyativistik kvant mexanikasında mühüm əhəmiyyətə malikdir və kvant sisteminin tam təsviri üçün zəruri məlumatları özündə əks etdirir.

Bu işdə əsas məqsəd Nikiforov-Uvarov (NU) metodunu və Pekeris yaxınlaşmasını tətbiq etməklə ümumiləşmiş hiperbolik tip potensiallı sahədə Kulon tipli tenzor potensialını əlavə etməklə orbital kvant ədədinin $l \neq 0$ qiymətində Dirak tənliyini analitik şəkildə həll edib enerji spektrini və dalğa funksiyasını tapmaqdır. Ümumiləşmiş hiperbolik tip potensial aşağıdakı şəkildə verilir:

$$V(r) = V_1 + V_2 \tanh(\alpha r) + V_3 \tanh^2(\alpha r)$$

Burada V_1 , V_2 və V_3 potensial çəpərin dərinliyidir. Ümumiləşmiş Dirak tənliyi aşağıdakı kimidir.

$$[\vec{\alpha} \cdot \vec{p} + \beta(M + S(r)) - i\beta\vec{\alpha} \cdot \hat{r}u(r)]\Psi(r, \theta, \phi) = [E - V(r)]\Psi(r, \theta, \phi) \quad (1)$$

Uyğun əvəzləmələrdən sonra (1) tənliyi aşağıdakı formada ümumiləşmiş hiperhəndəsi tip tənliyə çevrilə bilər.

$$\chi''(s) + \frac{\tilde{\tau}}{\sigma} \chi'(s) + \frac{\tilde{\sigma}}{\sigma^2} \chi(s) = 0 \quad (2)$$

(2) tənliyini həll etmək üçün $\pi(s)$ polinomu aşağıdakı kimi seçilir.

$$\pi(s) = \frac{\sigma' - \tilde{\tau}}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\sigma' - \tilde{\tau}}{2}\right)^2 - \tilde{\sigma} + k\sigma} \quad (3)$$

NU metoduna əsasən $\pi(s)$ polinomunun dörd mümkün formasından birini seçirik ki, bu polinom üçün $\tau(s)$ funksiyasının törəməsi mənfidir və onun kökü $(0, 1)$ intervalında yerləşir. (1) tənliyini orbital kvant ədədinin $l \neq 0$ halında həll etdikdən sonra enerji spektri üçün aşağıdakı analitik ifadəni tapmış oluruq. Spin simmetriyası halında enerji spektri belə təyin olunur:

$$M^2 - E_{nk}^2 - C_{ES}(M - E_{nk}) = \alpha^2 \left(\sqrt{\gamma + \frac{1}{4}} - n - \frac{1}{2} + \frac{\beta}{2\left(\sqrt{\gamma + \frac{1}{4}} - n - \frac{1}{2}\right)} \right)^2 -$$

$$\frac{1}{r_k^2} \eta_k(\eta_k + 1)(-A_0 + A_1 + A_2) + (M + E_{nk} - C_{ES})(-V_1 + V_2 + V_3)$$

Pseudospin simmetriyası halında isə

$$E_{nk}^2 + M^2 + C_{PS}(M + E_{nk}) = \alpha^2 \left(\sqrt{\gamma + \frac{1}{4}} - n - \frac{1}{2} + \frac{\beta}{2 \left(\sqrt{\gamma + \frac{1}{4}} - n - \frac{1}{2} \right)} \right)^2 -$$

$$- \frac{1}{r_e^2} \eta_k (\eta_k - 1) (A_0 + A_1 + A_2) + (M - E_{nk} + C_{PS})(V_1 + V_2 + V_3)$$

Ümumiləşmiş hiperbolik tip potensiallı sahədə hərəkət edən zərrəcik üçün Şredinger tənliyini adi kvant mexanikasında orbital kvant ədədinin ixtiyari qiymətlərində mərkəzəqaçma potensialına yeni yaxınlaşma tətbiq edərək analitik formada həll edərək enerjinin məxsusi qiymətinin və məxsusi funksiyasının analitik və kvantlanan ifadələri alınmışdır.

Ədəbiyyat:

1. W. Greiner, *Relativistic Quantum Mechanics. Wave Equations* (Springer, Berlin, 2001), <https://doi.org/10.1007/978-3-662-04275-5>
2. A.F. Nikiforov, V.B. Uvarov, *Special Functions of Mathematical Physics* (Birkhäuser Basel, 1988),
3. C. A. Onate, Akpan N. Ikot, Michael Onyeaju, Osarodion Ebomwonyi .[Sri Lankan Journal of Physics](#) 19(1):17 DOI:[10.4038/slj.v19i1.8043](#)
4. S. Bakkeshizadeh, V. Vahidi Adv. Studies Theor. Phys., Vol. 6, 2012, no. 15, 733 – 742