НАЦІОНАЛЬНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР АЕРОКОСМІЧНОЇ ОСВІТИ МОЛОДІ УКРАЇНИ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ

Міжнародний форум "Освоєння космосу - найважливіший напрям розвитку цивілізації у XXI сторіччі"

VI Міжнародна молодіжна науково-практична конференція

«ЛЮДИНА І КОСМОС»

Присвячується першопрохідникам ракетно-космічної техніки
Володимир Федорович Уткін

Дніпропетровськ
НЦАОМУ
2004

УДК 539.12

В.В. Рубіш, м. н. с.; В.Ю. Лазур, д. ф.-м. н., професор;
О.К. Рейтій, к. ф.-м. н., с. н. с.; С.І. Мигалина, асистент
Ужгородський національний університет

СПЕКТР МАС ВАЖКО-ЛЕГКИХ КВАРКОВИХ СИСТЕМ В РАМКАХ РЕЛЯТИВІСТСЬКИХ ПОТЕНЦІАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ

Важливу роль у сучасному розвитку релятивістської теорії зв'язаних станів займає метод ефективного рівняння Дірака. У цьому методі можливий послідовний перехід від двочастинкової теорії до наближення зовнішнього поля. Така можливість реалізується і має практичні переваги у випадку водневоподібних атомів і важко-легких (Qq) кваркових систем. Однак у більшості задач, у яких фізично виправдана концепція зовнішнього поля, спроба знайти точні розв'язки рівняння Дірака з більш-менш реалістичним потенціалом взаємодії наштовхується на нездоланні труднощі. Для знаходження розв'язків найчастіше застосовують або числові, або асимптотичні методи. У багатьох теоретичних і прикладних питаннях саме можливість одержати асимптотичні розв'язки дозволяє провести найбільш повний аналіз задачі. Тому навряд чи є необхідність докладно пояснювати важливість створення і розвитку асимптотичних методів розв'язання рівняння Дірака

$$\left(\vec{\alpha}\vec{p} + \beta\left(m + S(r)\right) + V(r)\right)\Psi = E\Psi\,,\ (\hbar = c = 1) \qquad (1)$$

з векторним та скалярним потенціалами взаємодії.

Для рівняння (1) розроблено рекурентну схему отримання ВКБ-розкладів та знайдено релятивістський аналог правила квантування Бора-Зоммерфельда [1]. У випадку, коли $V = -\alpha/r$, $S = -\alpha'/r$, умова квантування дає наступний вираз для енергії діраківської частинки:

$$E = m\left[\frac{-\alpha\alpha'}{\alpha^2 + (n+\gamma)^2} \mp \left[\left(\frac{\alpha\alpha'}{\alpha^2 + (n+\gamma)^2}\right)^2 - \frac{\alpha'^2 - (n+\gamma)^2}{\alpha^2 + (n+\gamma)^2}\right]^{1/2}\right], \qquad (2)$$

де $\gamma = \pm\sqrt{k^2 - \alpha^2 + \alpha'^2}$, $k = \mp(j + 1/2)$ для $j = l \pm 1/2$, $n = n_r + (1 + \operatorname{sgn} k)/2$, n_r - радіальне квантове число.

У випадку потенціалів осциляторного типу, $V = S = ar^2/2$, з квазікласичної умови квантування отримуємо формулу

$$E = \left(2m + 8\cdot 2^{2/3} m^2 A^{-1/3} + 2^{1/3} A^{1/3}\right)/6\,, \qquad (3)$$

де $K = |k| + (1+\operatorname{sgn} k)/2$, $A = -B + \sqrt{B^2 - 1024m^6}$, $B = 32m^3 - 27a(1 + 2K + 4n_r)$.

1. Рубіш В., Лазур В., Меліка М. Вісник Львівського університету. Серія фізична. 2003. Вип. 36. С. 67-76.