



VII Міжнародна молодіжна
науково-практична конференція
«ЛЮДИНА І КОСМОС»

Присвячується першопрохідникам
ракетно-космічної техніки.

«Покликані часом»

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

КВАЗІКЛАСИЧНИЙ ОПИС РЕЛЯТИВІСТСЬКИХ ВАЖКО-ЛЕГКИХ КВАРКОВИХ СИСТЕМ В РАМКАХ РІВНЯННЯ ДІРАКА

Досліджуються властивості важко-легких мезонів у рамках релятивістської потенціальної моделі, що базується на використанні рівняння Дірака [1]. Розглядаючи в границі нескінченно важкого антикварка (кварка) \bar{q} рівняння Дірака як рівняння для одного легкого кварка (антикварка) q , можна дослідити (подібно до водневоподібних (ВП) атомів) ряд важливих аспектів теорії важко-легких $Q\bar{q}$ - систем таких, як релятивістську динаміку легкого кварка в зовнішньому полі важкого, лоренцову структуру далекодіючої (утримуючої) частини потенціалу, тонку структуру спектра, вплив на спектр порушення кіральної симетрії і т.д.

У праці [2] було розроблено релятивістську версію методу ВКБ для рівняння Дірака зі скалярним S та векторним V потенціалами взаємодії. Застосування отриманого в [2] правила квантування до задачі про рух безмасового ферміона у зовнішньому скалярному полі з комбінованим потенціалом типу "лійки" ($V=0$, $S=-\xi/r+\sigma r$) приводить до трансцендентного рівняння відносно енергії E . Розв'язавши його методом послідовних ітерацій (у наближенні $2\sigma/E^2 \ll 1$) отримуємо наступний аналітичний вираз для енергії:

$$E = \pm \sqrt{\sigma} \sqrt{N - \xi + [(N - \xi)^2 + 2k(\pi^{-1}(\ln[8(N - \xi)/\gamma] - 1) - B)]^{1/2}}, \quad (1)$$

де $N = 2n_r + 1 + \gamma + A \operatorname{sgn} k$, $n_r = 0, 1, 2, \dots$ – радіальне квантове число, $\gamma = \sqrt{k^2 + \xi^2}$, $A = 2\pi^{-1} \operatorname{arctg} \sqrt{(\gamma + \xi)/(\gamma - \xi)}$, $B = 2\xi k^{-2} (\xi/\pi + A\gamma^2/k)$. При $\xi = 0$ рівність (1) співпадає з формулою, отриманою в [3]. Додатній знак кореня відповідає енергії частинки, а від'ємний – енергії античастинки, взятої із знаком мінус.

Порівняння (1) з результатами числового розв'язання рівняння Дірака показує, що квазікласична асимптотика (1), формально справедлива лише для збуджених станів з $n_r \gg 1$, забезпечує прийнятну точність обчислень навіть для станів з $n_r \sim 1$.

1. V.D. Mur, V.S. Popov, Yu.A. Simonov and V.P. Yurov. Журн. Эксп. Теор. Физ. 1994. Т. 105. С. 3.

2. V.V. Rubish, V. Yu. Lazur, O.K. Reity, S. Chalupka, M. Salak. Czech. J. Phys. 2004. V. 54. № 9. P. 897.

3. Yu.A. Simonov. ЯФ. 2000. Т. 63. № 1. С. 104.