

ESKART VƏ KULON POTENSİALLARININ XƏTTİ CƏMİ ÜÇÜN ŞREDİNGER TƏNLİYİNİN ƏLAQƏLİ HALLARI

Bədəlov V.H., Hüseynova S.N.

Bakı Dövlət Universiteti, Fizika Problemləri İnstitutu

Bakı Dövlət Universiteti, Nəzəri fizika kafedrası

badalovvatan@yahoo.com, sonahsynva23@gmail.com

Eskart potensialı 1930-cu ildə C. Eckart tərəfindən iki atomlu molekulun enerji səviyyələrini və qarşılıqlı təsirini müəyyən etmək üçün təklif edilmiş ən mühüm molekulyar potensial modellərdən biridir. Sferik simmetrik Eskart potensialı [1]

$$V(r) = -\alpha \frac{e^{-r/a}}{1 - e^{-r/a}} + \beta \frac{e^{-r/a}}{(1 - e^{-r/a})^2}; \alpha, \beta > 0 \quad (1)$$

şəklindədir, burada α, β – potensial çuxurun dərinliyini, a – potensialın dəyişmə diapazonunu ifadə edir.

Protonun nüvə ilə Kulon qarşılıqlı təsir potensialı

$$V(r) = \frac{V_C}{r} \quad (2)$$

şəklindədir, burada $V_C = kZe^2 = Ze^2/4\pi\epsilon_0$ - dir.

Eskart və Kulon potensiallarının xətti cəmi üçün radial Şredinger tənliyinin

$$\frac{d^2 u_{nl}(r)}{dr^2} + \frac{2\mu}{\hbar^2} \left[E_{nl} + \alpha \frac{e^{-r/a}}{1 - e^{-r/a}} - \beta \frac{e^{-r/a}}{(1 - e^{-r/a})^2} - \frac{V_C}{r} - \frac{\hbar^2 l(l+1)}{2\mu r^2} \right] u_{nl}(r) = 0 \quad (3)$$

analitik həlli nüvənin nuklonlarla qarşılıqlı təsirinin əlaqəli və səpilmə halları üçün çox əhəmiyyətlidir. (3) radial Şredinger tənliyini orbital kvant ədədinin ixtiyari qiymətində analitik həll etmək mümkün deyildir və buna səbəb V_C/r və $\hbar^2 l(l+1)/2\mu r^2$ hədləridir. $l \neq 0$ halında dalğa tənliklərinin təqribi analitik həllini tapmaq üçün təkmilləşmiş Greene-Aldrich [2] yaxınlaşmasından istifadə edərək Nikiforov-Uvarov [3] metodunun köməyiylə enerji spektri

$$E_{nl} = \frac{V_C}{2a} + \frac{\hbar^2 l(l+1)}{24\mu a^2} -$$

$$- \frac{\hbar^2}{8\mu a^2} \left[\frac{\frac{2\mu a^2}{\hbar^2} \left(\alpha - \frac{V_C}{a} \right)}{\sqrt{\frac{2\mu a^2}{\hbar^2} \beta + \left(l + \frac{1}{2} \right)^2} + n + \frac{1}{2}} \left(\sqrt{\frac{2\mu a^2}{\hbar^2} \beta + \left(l + \frac{1}{2} \right)^2} + n + \frac{1}{2} \right) \right]^2 \quad (4)$$

və radial dalğa funksiyası tapılmışdır, burada n radial kvant ədədidir:

$$n = 0, 1, 2, \dots, \left\lfloor \sqrt{\frac{2\mu\alpha^2}{\hbar^2} \left(\alpha - \frac{V_C}{a}\right)} - \sqrt{\frac{2\mu\alpha^2}{\hbar^2} \beta + \left(l + \frac{1}{2}\right)^2} - \frac{1}{2} \right\rfloor.$$

(4) ifadəsindən görünür ki, baxılan sistem α, β, V_C və a potensial parametrlərindən, radial n və orbital l kvant ədədlərindən asılı məhdud sayda E_{nl} enerji spektrinə malikdir.

Ədəbiyyat:

1. Eckart C., The Penetration of a Potential Barrier by Electrons, Physical Review, Vol. 35, № 11, 1930, pp. 1303-1309.
2. Greene R.L. and Aldrich C., Variational wave functions for a screened Coulomb potential, Physical Review A, Vol. 14, № 6, 1976, pp. 2363-2366.
3. Nikiforov A.F., Uvarov V.B., Special Functions of Mathematical Physics, Birkhäuser, Basel, 1988, 443 p.