

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ТЕОРИЯ ПОЛЯ

УДК 539.12

DOI: 10.17223/00213411/63/3/22

В.В. СКОБЕЛЕВ, В.П. КРАСИН

ЭНЕРГИЯ И ПОСТОЯННЫЕ ЭКРАНИРОВАНИЯ ОДНОМЕРНОГО АТОМА ГЕЛИЯ В ВОЗБУЖДЕННЫХ СОСТОЯНИЯХ

По аналогии с ранее проделанными авторами вычислениями постоянных экранирования и энергии «обычного» трехмерного атома гелия эта же программа впервые реализована для одномерного атома. Для одного из электронов с «энергетическим» квантовым числом $n'=1$, находящемся в основном состоянии, и для второго с квантовым числом $n=2,3,\dots,9$ – в возбужденном состоянии, получено, что в этом диапазоне постоянная экранирования σ_n монотонно уменьшается с ростом n , стремясь к нулю в формальном пределе $n \rightarrow \infty$, а модуль энергии $|E_n|$ в этом же пределе стремится к постоянному значению в полной аналогии с трехмерным атомом. Результаты численных расчетов σ_n , $|E_n|$ в этом диапазоне представлены в форме таблиц и графически. Выводы работы в принципе могут быть проверены, поскольку, например, одномерные атомы Na в фазе бозе-конденсата ранее уже были получены экспериментально, и вполне возможно, по-видимому, получение и одномерных атомов He .

Ключевые слова: постоянные экранирования, энергия, одномерный атом, гелий.

Введение

В работах [1, 2] были вычислены энергия E_{at} и постоянные экранирования σ_{at} для основного E_{atb} , σ_{atb} и низшего возбужденного E_{atex} , σ_{atex} состояний одномерного атома гелия, когда один электрон находится в состоянии с «энергетическим» квантовым числом $n'=1$, а второй – с $n=1,2$ соответственно с выяснением характерных особенностей зависимости этих величин от данных значений квантового числа n . В частности, аналитически и численно было получено, что $\sigma_{atb} > \sigma_{atex}$.

Представляет интерес выполнение аналогичных расчетов для значений $n=3,4,\dots$ одномерного ($D=1$) атома гелия с выяснением зависимости этих величин от n . Тем более, что такие атомы могут быть получены экспериментально, как это было сделано, например, авторами [3, 4] для других атомов, и, следовательно, с принципиальной возможностью проверки результатов.

Эти значения $E_{at} \rightarrow E_{atn}$, $\sigma_{at} \rightarrow \sigma_{atn}$ при $n \geq 3$ можно найти с использованием вариационного метода Хиллерааса [5, 6], в котором единственным параметром варьирования является атомный номер Z , входящий в нормировочный фактор $1/\sqrt{z_0}$ используемой в расчетах этим методом и зависящей от единственной координаты z одномерной волновой функции водородоподобного атома [7, 8]):

$$\Psi(z) = \frac{1}{\sqrt{z_0}} \begin{cases} \chi_n, & z > 0, \\ P\chi_n, & z < 0, \end{cases} \quad (1)$$

$$\chi_n = C_n e^{-|\varsigma|/n} \left(\frac{2|\varsigma|}{n} \right) F\left(1-n, 2; \frac{2|\varsigma|}{n}\right), \quad C_n = \frac{1}{\sqrt{2n}}, \quad (1a)$$

$$\varsigma = \frac{z}{z_0}, \quad z_0 = \frac{\hbar^2}{m_e(Ze^2)}. \quad (16)$$

Помимо квантового числа n , через которое выражается энергия, равная, как и в «трехмерном атоме»,

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>