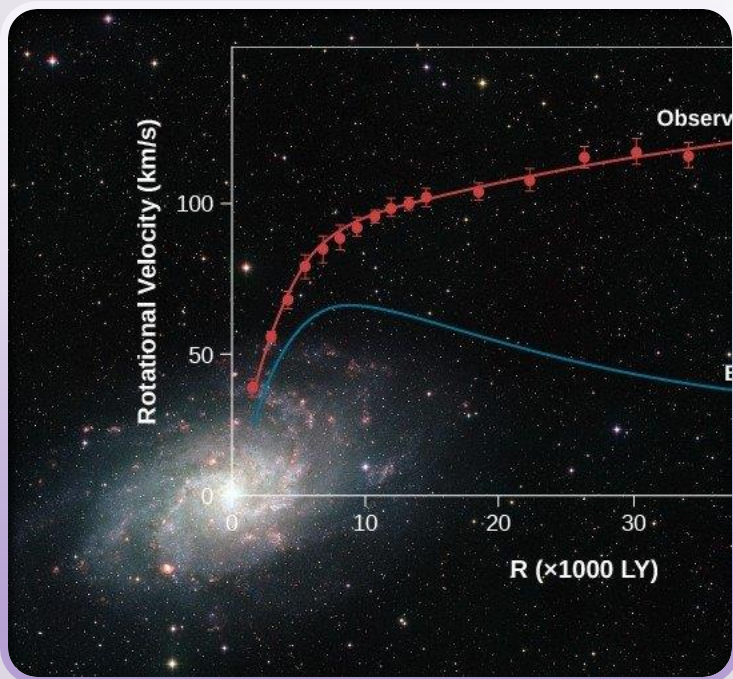




КВАНТОВОЕ ОПИСАНИЕ ТЕМНЫХ АТОМОВ



НИРС МВИЛИМА ДЖОШУА Б22-102

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ Д.Ф.-М.Н, ПРОФ.-
ХЛОПОВ М. Ю.

НАУЧНЫЙ КОНСУЛЬТАНТ: СОПИН Д. О.

Модель темного атома

- Темный атом представляет собой связанное состояние нового тяжелого лептона X^{-2n} и n ядрами He^{2+}

Задача

- Решить стационарное уравнение Шредингера для изолированного атома OHe с учетом конечного размера ядра гелия
- Мы исследовали эту задачу, следуя подходу, предложенному профессором Е. Окса в его работе с альтернативными типами атомов водорода

ПОДХОД ПРОФЕССОР ОКСА

Известны два класса решений уравнения Шредингера для движения частицы в центрально-симметричном поле.

Эти два решения характеризуются различным поведением при малых r :

$$-\frac{2m}{\hbar^2} \nabla^2 \psi(\mathbf{r}) + V(r) \psi(\mathbf{r}) = E \psi(\mathbf{r})$$

$$R(r) \approx r^l$$

обычное решение

$$R(r) \approx \frac{1}{r^{l+1}}$$

сингулярные решения
которые не рассматриваются

Нормализация по $[0, R]$ при $r = 0$ легко решается путем принятия $l = 1$, оставляя только проблему с сингулярностями в точке $r=0$ (по крайней мере, на данный момент)

КОНЕЧНЫЙ РАЗМЕР НУКЛОНА

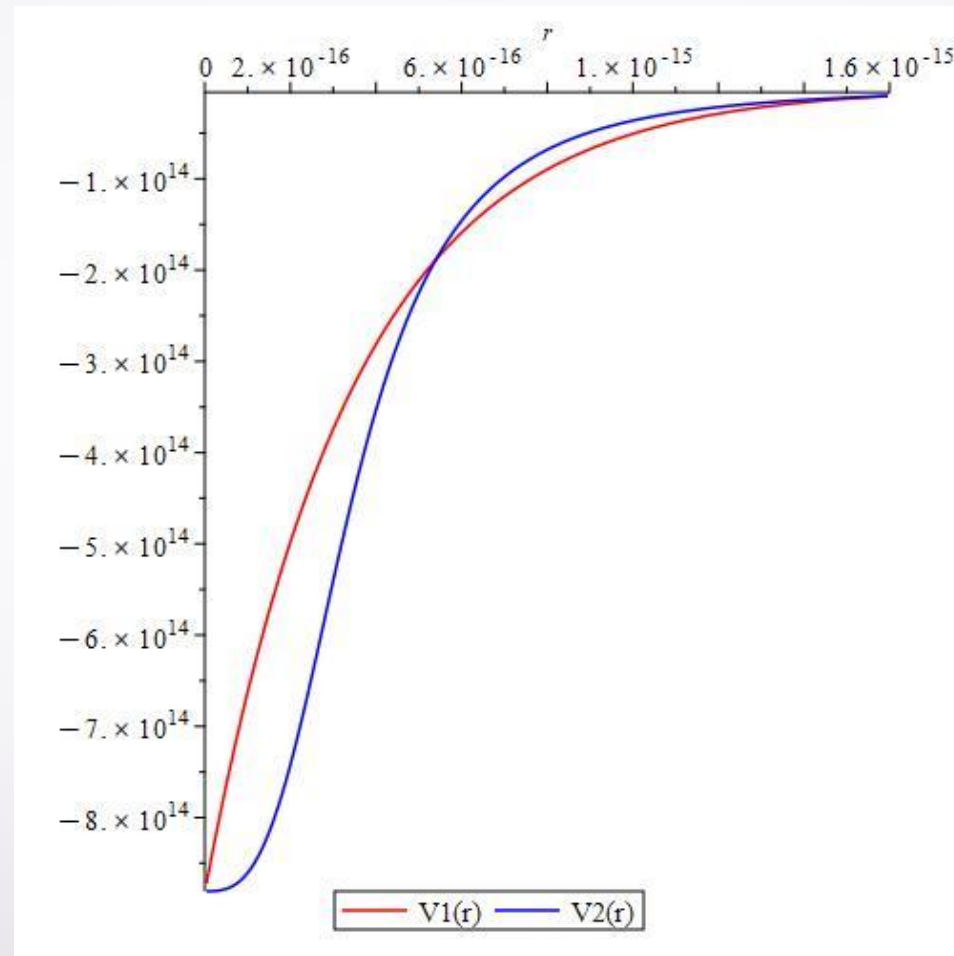
Учет конечного размера ядра He^{2+} и решение системы уравнений для внутренней и внешней областей позволяет нам избавиться от расхождения при $r=0$.

Он привел два класса моделей потенциала взаимодействия внутри нуклона, использование которых позволяет обеспечить возможное совпадение решений на границе нуклона.

$$\begin{cases} V(r) = - \left(\frac{Z\alpha}{R} \right) \exp \left[\frac{R-r}{b} \right], & 0 < b \ll R. \\ V(r) = - \left(\frac{Z\alpha}{R} \right) \frac{(R^m + b^m)}{(r^m + b^m)}, & m \geq 3, \quad 0 < b \ll R. \end{cases}$$

Потенциалы взаимодействия и параметры

- $R=1.6 \times 10^{-15}$
- $m=3$
- $Z=2$
- $b=0.35 \times 10^{-15}$



Решениеи анализ

После приведения уравнения для внешней волновой функции к одномерному радиальному уравнению с безразмерным параметром $\rho = r/a$ и функцией $V(\rho) = R(r)/r$ в соответствии со стандартной процедурой задача была решена таким же образом, как и решение обычного внешнего решения:

$$n_r \geq 0, n_r = n + l$$

$$n \geq -l \text{ for any } l$$

$$l \geq 0$$

$$\begin{cases} V(\rho) \xrightarrow{\rho \rightarrow 0} \sim c\rho^{-l} \\ V(\rho) \xrightarrow{\rho \rightarrow \infty} \sim \rho^n e^{-\alpha\rho} \end{cases}$$

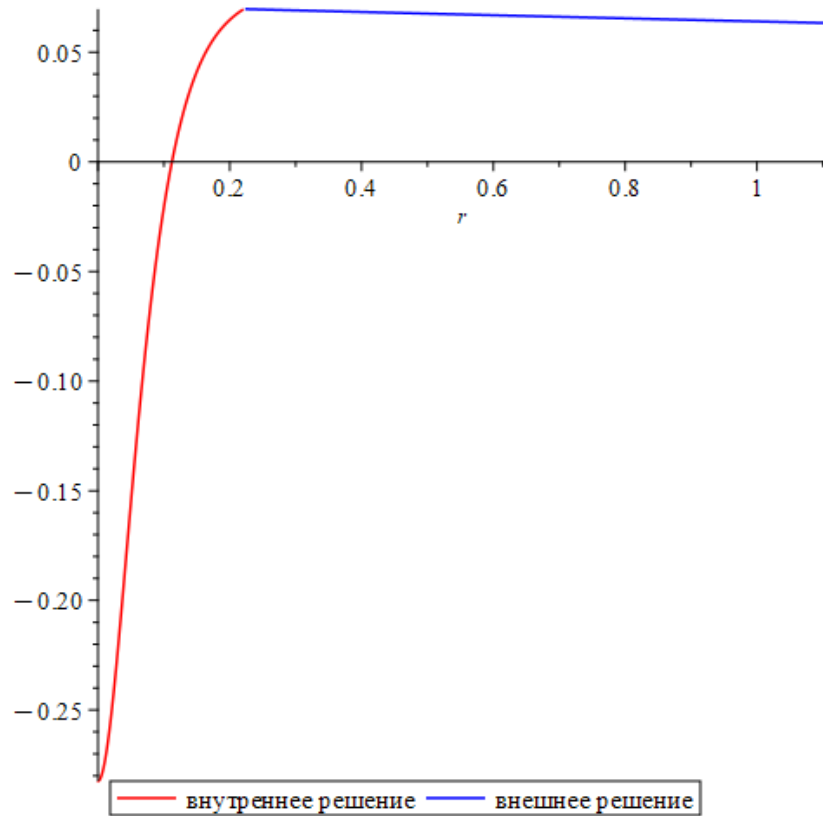
$$V(\rho) = \rho^{-l} \left(\sum_{k=0}^{n_r} b_k \rho^k \right) e^{-\alpha\rho}$$

$$b_{k+1} = \frac{2\alpha(k-l) - 8}{(k-l+1)(k-l) - l(l+1)} b_k$$

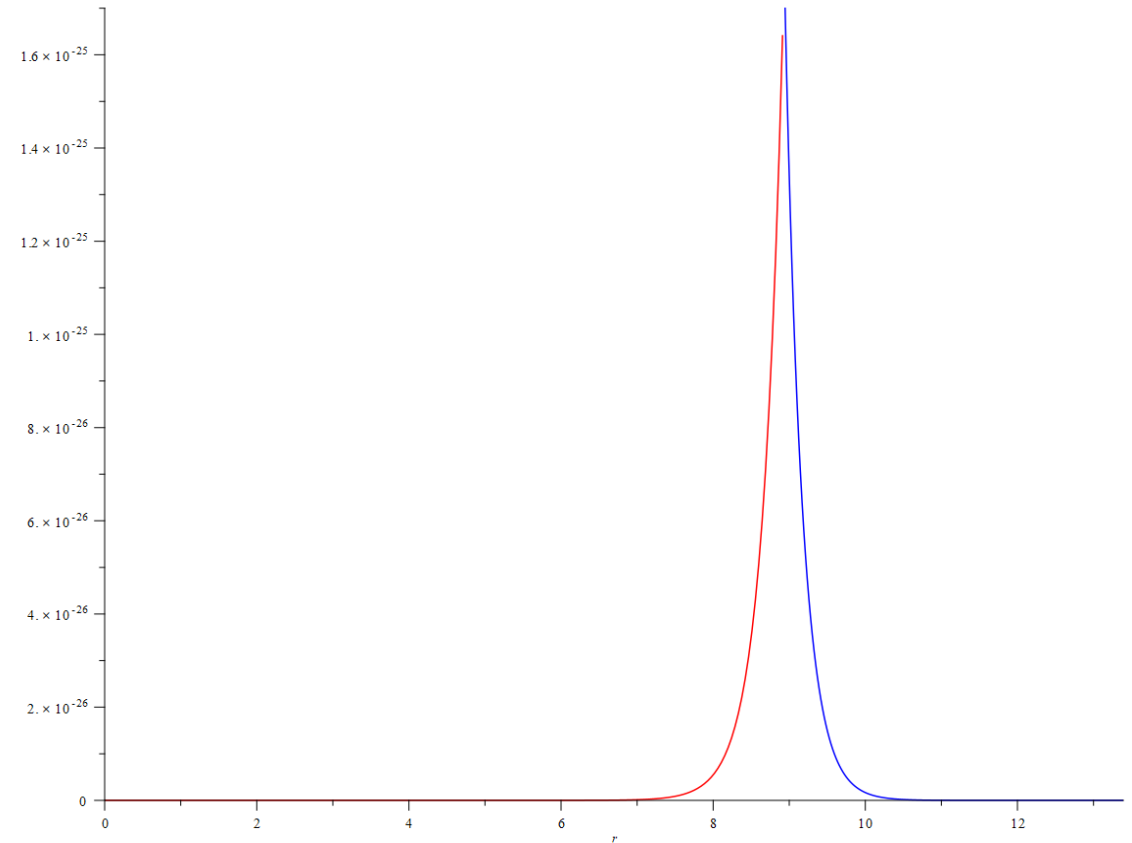
$$E = -\frac{Z^2 e^2}{2a_0(n_r - l)^2}$$

$$R(r) = C_n r^{-(l+1)} \left(\sum_{k=0}^{n_r} \left(\frac{b_k}{b_0} \right) \left(\frac{r}{a} \right)^k \right) e^{-\frac{Z}{n_r - l} \frac{r}{a}}$$

АНАЛИЗ РЕГУЛЯРНОГО РЕШЕНИЯ



волновая функция OHe система



волновая функция O^{2-} в поле He^{2+}



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Попытка получить физически обоснованное сингулярное решение, следуя аналогии профессора Окса, не увенчалась успехом. Будет продолжена работа по получению квантово-механического описания темных атомов, объединяющего описание как боровских структур темного атома, так и структур, подобных структурам Томпсона, без необходимости проводить различие между ними.