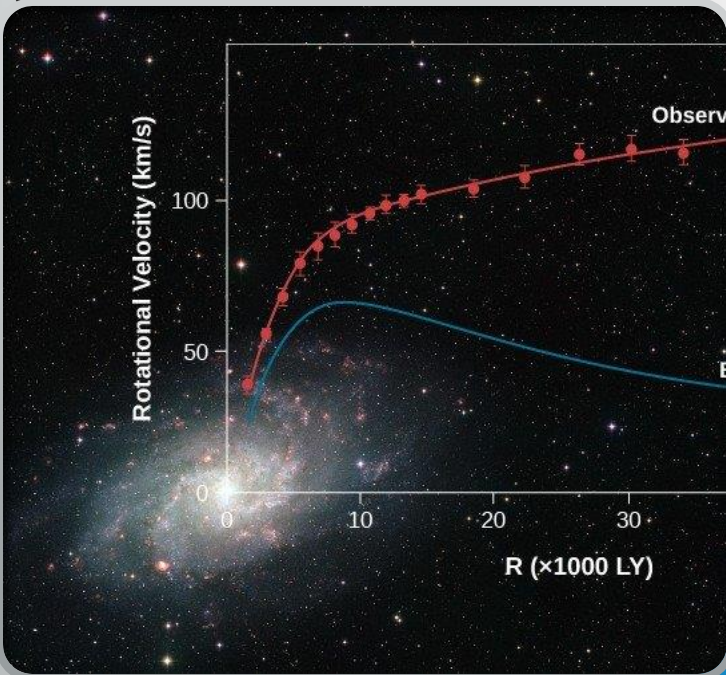




# КВАНТОВОЕ ОПИСАНИЕ ТЕМНЫХ АТОМОВ



НИРС Мвилама Джошуа Б22-102

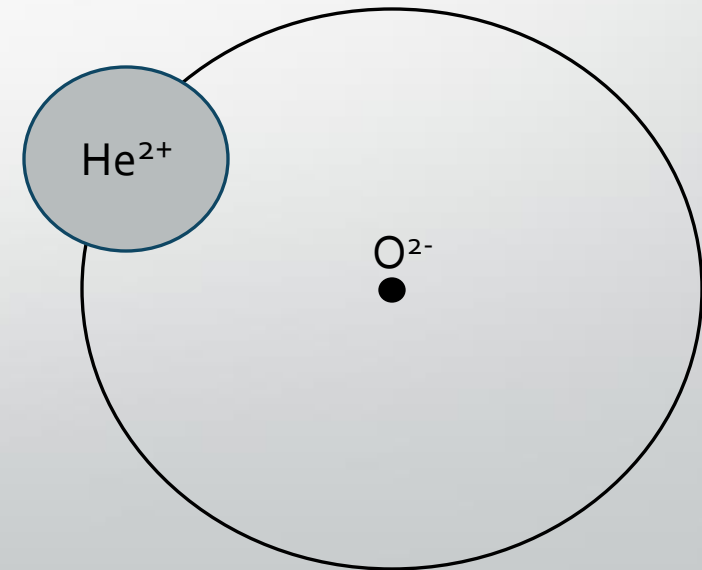
Научный руководитель д.ф.-м.н, проф.- Хлопов М. Ю.

Научный консультант: Сопин Д. О.

# Модель темного атома

- Темный атом представляет собой связанное состояние нового тяжелого лептона  $X^{-2n}$  и  $n$  ядрами  $\text{He}^{2+}$
- В этой работе я изучаю структуру этих темных атомов, точнее, я изучаю структуру  $\text{OHe}$  атома, поскольку это даст нам представление об их свойствах

Атом  $\text{OHe}$  имеет боровскую структуру



# Задача

- Решить стационарное уравнение Шредингера для изолированного атома  $\text{OHe}$  с учетом конечного размера ядра гелия
- Мы исследуем эту задачу, следуя подходу, предложенному профессором 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 нормализации в бесконечном диапазоне

# КОНЕЧНЫЙ РАЗМЕР НУКЛОНА

Учитывая конечный размер нуклона и сопоставляя внутреннее решение с внешним сингулярным решением на границе нуклона, можно избавиться от этой проблемы нормализации.

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

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

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ: ПУТЬ К РЕШЕНИЮ

- Нахождении внутреннего решения для  $r < R$
- Нахождении явной формы внешнего сингулярного решения.
- В процессе работы внешние и внутренние решения будут подвергнуты ограничениям на соответствие на границе  $r = R$

$$\begin{cases} \hat{H}_0 \Psi_{\text{I}}(r) = E_{0(\text{He})} \Psi_{\text{I}}, & r > R, \\ \hat{H} \Psi_{\text{II}} = E_{0(\text{He})} \Psi_{\text{II}}, & r < R \end{cases}$$

Здесь,  $R$  - радиус  
ядро гелия ( $\text{He}^{2+}$ )

Этот подход позволит нам получить единое описание как боровских структур темного атома, так и структур, подобных Томпсону, без необходимости проводить различия между ними.