

Поиск вариации “постоянной” тонкой структуры: неэмпирический расчёт спектроскопических свойств HfF^+ Скрипников Л.В.*, Титов А.В., Мосягин Н.С., Петров А.Н.

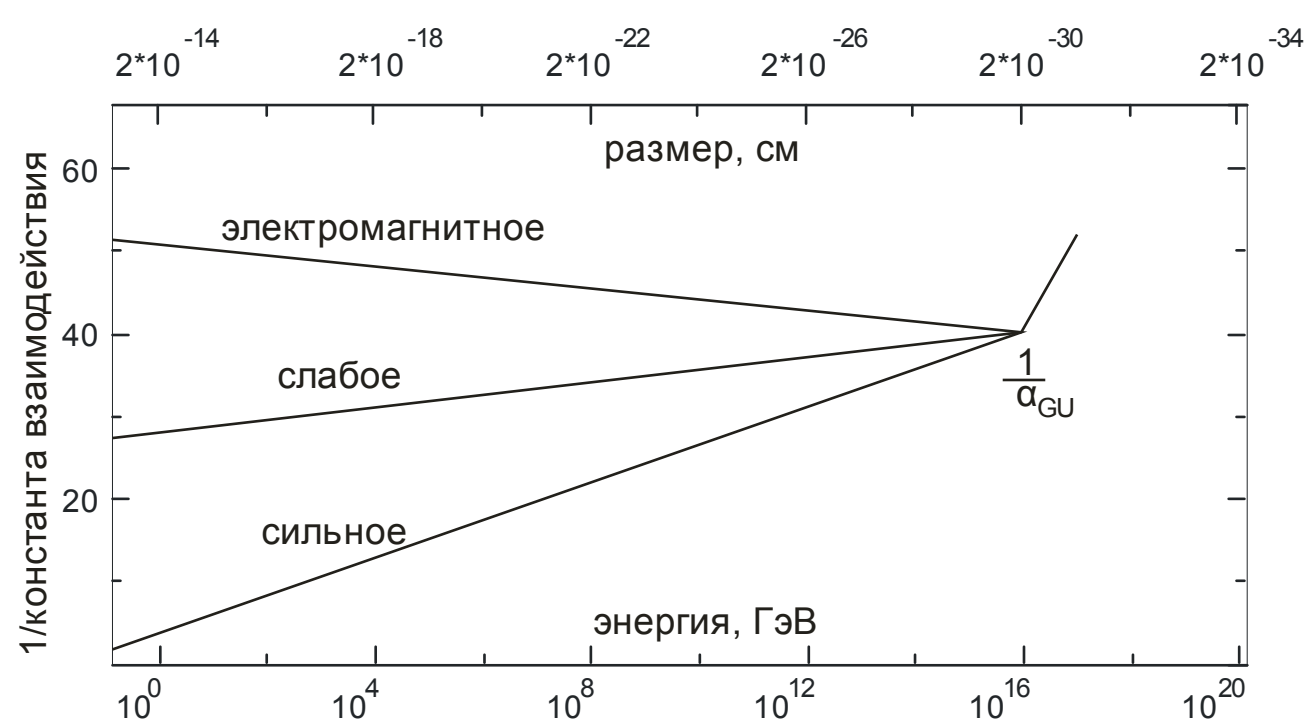
Постоянная тонкой структуры:

$$\alpha = \frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137.035999...};$$

- это фундаментальная, безразмерная постоянная, определяющая “шкалу” электромагнитного взаимодействия
- α характеризует тонкое расщепление электронных уровней атомов

Может ли α меняться со временем?

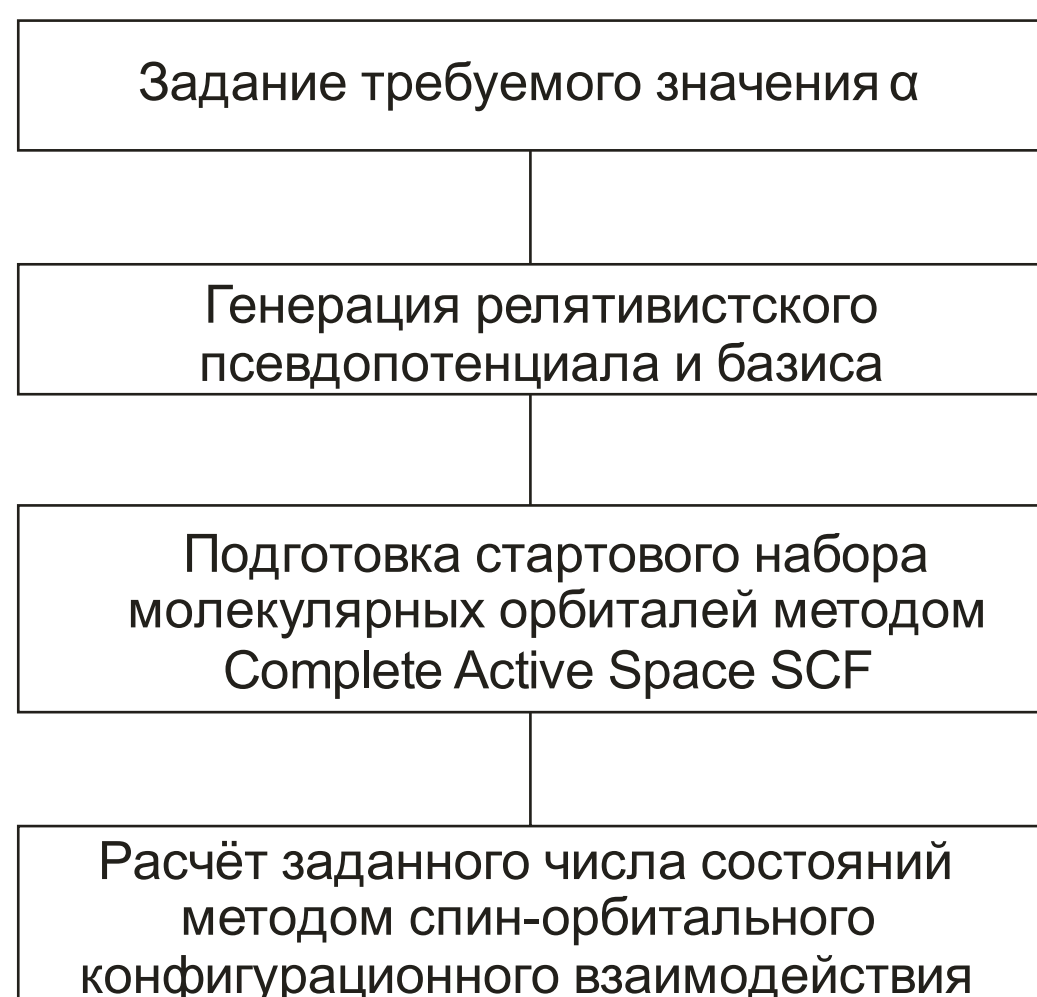
Предполагается, что во время Большого Взрыва постоянные, характеризующие фундаментальные взаимодействия, были равными друг другу в сам момент взрыва, а со временем начали расходиться между собой при расширении Вселенной, но эта гипотеза требует экспериментальной проверки...



Как мы можем экспериментально наблюдать вариацию α ? Перспективными кандидатами являются молекулы [Flambaum V.V., Kozlov M.G. Phys. Rev. Lett., **99**, 150801 (2007)]

Методика расчета

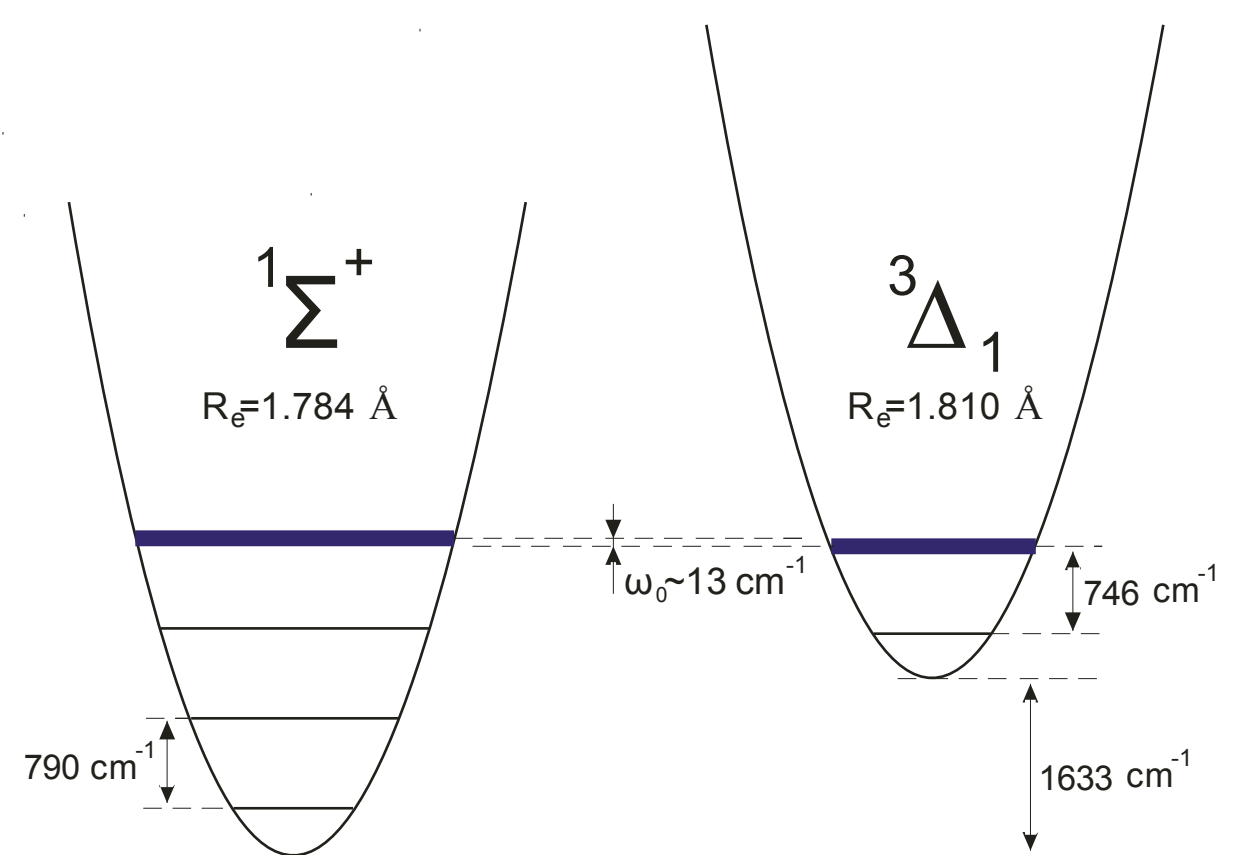
Выполняется расчёт потенциальных кривых электронных состояний для двух значений α :



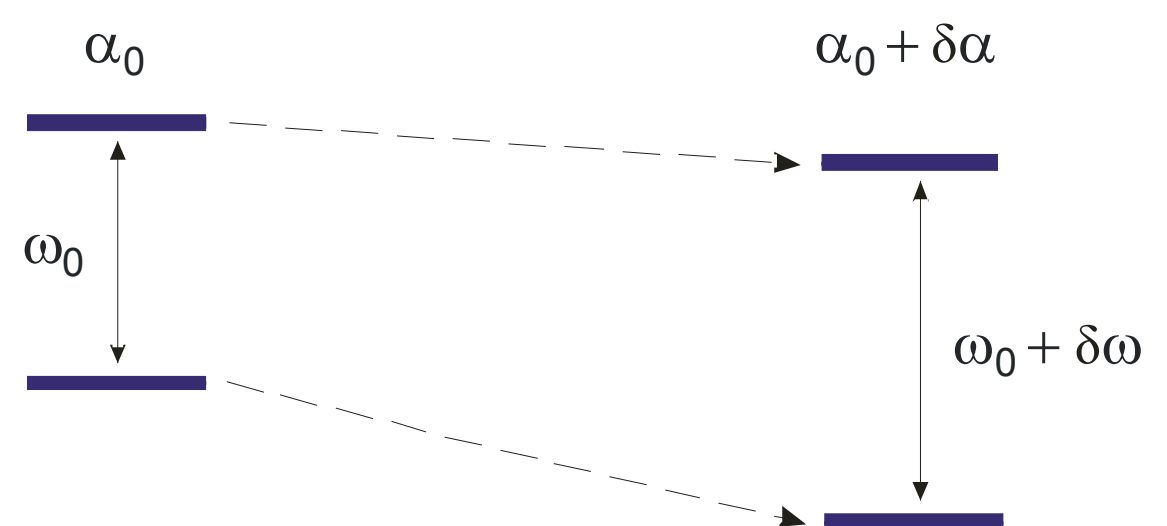
Затем выбирается электронно-колебательный переход, начальное и конечное состояния которого почти вырождены и имеют качественно различные зависимости от α ; рассчитывается его “отклик” на вариацию α

Результаты

Как и в [Petrov A.N., Mosyagin N.S., Isaev T.A., Titov A.V. Phys. Rev. A **76** 030501(R) (2007)] основное состояние - $^1\Sigma^+$, первое возбуждённое - $^3\Delta_1$



Рассматриваем электронно-колебательный переход ω_0 :



Уровни молекулы “сейчас”

Уровни молекулы “через год”

$$\frac{\delta\omega}{\omega} = K \frac{\delta\alpha}{\alpha} \quad K = \frac{2}{\omega_0} \left(\frac{\omega_{el,1} - \omega_{el,0}}{\frac{\alpha_1^2}{\alpha_0^2} - 1} \right)$$

Полученное в расчёте значение коэффициента усиления: $K \sim 2000$

Пусть за год $\delta\alpha/\alpha \sim 10^{-15}$

Тогда получаем: $\delta\omega \sim 0.8\text{Hz}$

В настоящей работе впервые отработана методика расчёта энергий электронно-колебательных уровней соединений тяжёлых элементов при вариации α

Благодарим М. Г. Козлова за многочисленные обсуждения по данной тематике