

Диссертация допущена к защите  
зав. кафедрой

---

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

## **Моделирование нуклеосинтеза в звездах**

Тема:

Направление: —

Магистерская программа: —

Выполнил студент гр. \_\_\_\_\_

# Введение

Вопрос о том, из чего состоит материальный мир стоит перед учеными с самого зарождения науки. Левкипп (около 430 г. до н.э.) и Демокрит (около 420 г. до н.э.) первыми предложили атомную теорию, в которой вся материя состоит из неделимых частиц. Позже ученые добились успехов в экспериментах с процессами возникновения различных веществ. Алхимики, например, задавались вопросами преобразования обычных металлов (свинца, например) в благородные (такие как золото). Попытки их были тщетны, и теоретическая основа этих преобразований не получила никакого развития. И только в конце XX века ядерные физики добились успеха превращения висмута в золото (лишь в небольших количествах и с коммерческими расходами). В связи с развитием ядерной физики были также построено огромное количество различных математических моделей, объясняющих возникновение тяжелых элементов, а именно тяжелее железа, из более легких.

В данной работе, будут моделироваться такие реакции с использование открытой библиотеки реакций ReacLib, в основе которой лежит построение сечения зависимостью от температуры по 7 параметрам. Данная библиотека уже включает в себя некоторый набор реакций, приводящий к появлению обойденных ядер, но нас интересуют только реакции, в которых участвует столкновительный  $\beta$ -распад

Основной целью работы является построение сечений для столкновительного  $\beta$ -распада для столкновении элементов с протоном, а также оценка влияния этих реакций на полученную распространенность элементов в результате всех процессов за промежуток времени.

Сам процесс моделирования будет выполняться с помощью открытой библиотеки SkyNet, написанную Jonas Lippuner с дополнением ее своим набором реакций.

## 1. Столкновительный $\beta$ -распад

Данный процесс является одним из процессов, приводящих к появлению обойденных ядер.

Обойдённые ядра - устойчивые атомные ядра, лежащие в стороне от всех возможных путей образования тяжёлых ядер из более лёгких в процессе последовательного захвата последними нейтронов [1]. Распространённость обойденных ядер, как правило, примерно на два порядка величины ниже, чем у близких к ним ядер, лежащих на пути нейтронного захвата. К таковым относятся:  $^{74}\text{Se}$ ,  $^{78}\text{Kr}$ ,  $^{80}\text{Kr}$ ,  $^{84}\text{Sr}$ ,  $^{92}\text{Mo}$ ,  $^{94}$ ,  $^{96}\text{Ru}$ ,  $^{98}\text{Ru}$ ,  $^{102}\text{Pd}$ ,  $^{106}\text{Cd}$ ,  $^{108}\text{Cd}$ ,  $^{113}\text{In}$ ,  $^{112}\text{Sn}$ ,  $^{114}\text{Sn}$ ,  $^{115}\text{Sn}$ ,  $^{120}\text{Te}$ ,  $^{124}\text{Xe}$ ,  $^{126}\text{Xe}$ ,  $^{130}\text{Ba}$ ,  $^{132}\text{Ba}$ ,  $^{136}\text{Ce}$ ,  $^{138}\text{Ce}$ ,  $^{144}\text{Sm}$ ,  $^{152}\text{Gd}$ ,  $^{152}\text{Dy}$ ,  $^{158}\text{Dy}$ ,  $^{162}\text{Er}$ ,  $^{164}\text{Er}$ ,  $^{168}\text{Yb}$ ,  $^{174}\text{Hf}$ ,  $^{180}\text{W}$ ,  $^{184}\text{Os}$ ,  $^{190}\text{Pt}$ ,  $^{196}\text{Hg}$ .

## Список литературы

1. Франк-Каменецкий Д. А. Реакции  $(p, n)$  и  $(p, 2n)$  и происхождение обойдённых ядер // Астрономический журнал. 1961. Т. 38, № 1. с. 91.