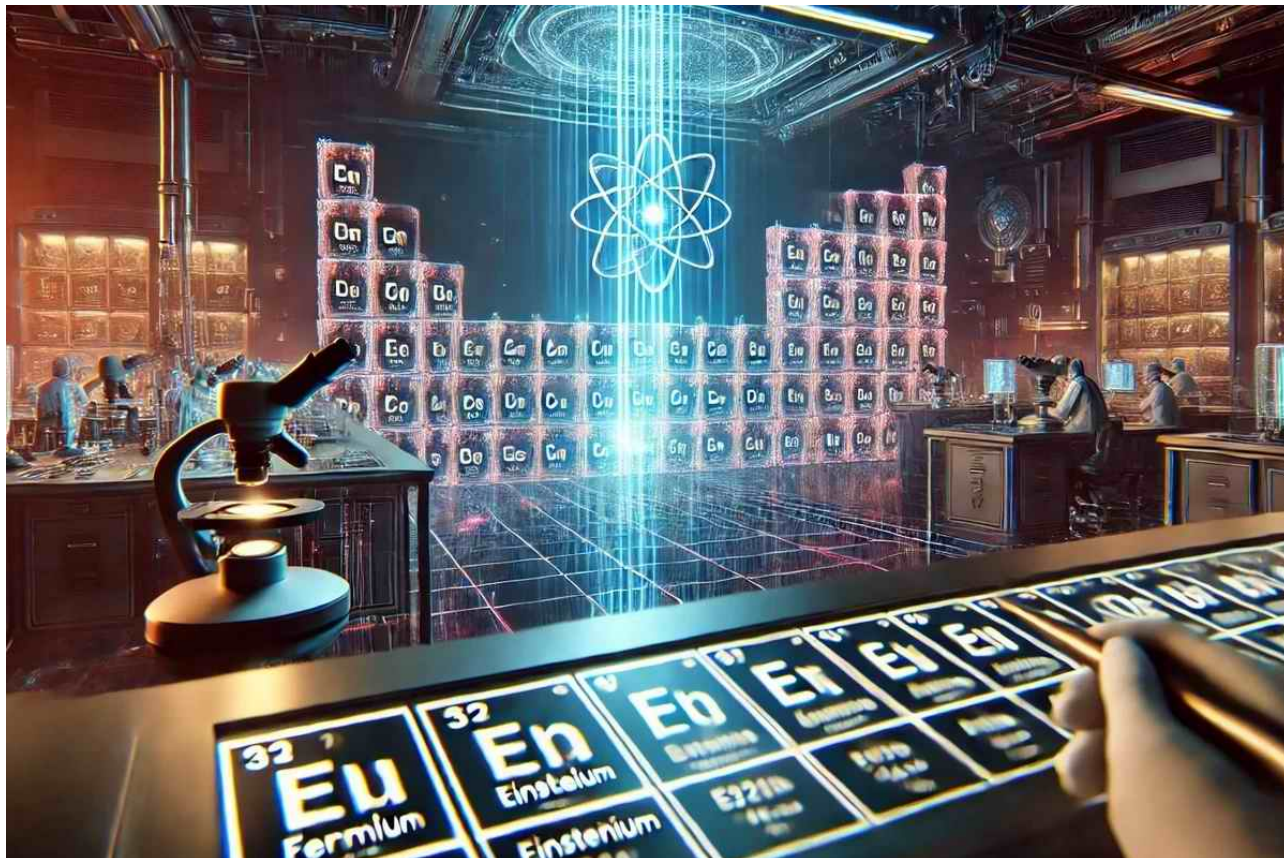


Где заканчивается периодическая таблица? Новые исследования тяжелых элементов открывают тайны ядерной стабильности



Дата публикации: 06.03.2025

На протяжении десятилетий ученые пытались разгадать тайну самых тяжелых элементов в периодической таблице. Где заканчивается этот химический каталог, и есть ли предел для существования новых элементов? Недавние исследования международной команды физиков проливают свет на структуру и поведение тяжелых элементов, таких как фермий (элемент 100), изучая их ядерную стабильность и влияние квантово-механических эффектов.

В ходе экспериментов, проведенных в ускорительном комплексе GSI/FAIR и Университете Иоганна Гутенберга (JGU) в Майнце, были исследованы изотопы фермия с разным числом нейтронов. Важно понять, как изменяется радиус заряда ядра в зависимости от количества нейтронов, поскольку это дает представление о механизмах стабильности тяжелых элементов и их потенциальной границе существования.

Производство этих редких элементов требует сложных технологий. Изотопы

фермия создаются двумя основными методами: реакции слияния на ускорителях позволяют синтезировать изотопы с меньшим числом нейтронов, а облучение в ядерных реакторах используется для получения изотопов с богатым нейтронным составом. В частности, изотоп ^{255}Fm , имеющий всего 20-часовой период полураспада, был получен благодаря уникальному процессу, названному «доеением фермиевой коровы». Этот метод включал облучение соседнего элемента эйнштейния (элемент 99), что позволяло постоянно производить новый ^{255}Fm для проведения лазерной спектроскопии.

Применяя высокоточные лазерные методы, ученые смогли измерить небольшие изменения в атомной структуре и радиусе заряда ядра фермия. Эти данные показали, что в области 152 нейтронов наблюдается равномерное увеличение радиуса, подтверждая теоретические модели, согласно которым влияние оболочечных эффектов в таких тяжелых ядрах уменьшается. Вместо этого главную роль начинают играть коллективные эффекты всех нуклонов, превращая ядро в нечто, напоминающее заряженную каплю жидкости.

Понимание стабильности тяжелых элементов имеет важное значение не только для [фундаментальной науки](#), но и для приложений, таких как разработка новых материалов, исследование ядерной энергетики и создание новых элементов за пределами известных границ. В частности, исследования показывают, что так называемые «магические числа» нейтронов и протонов, обеспечивающие стабильность более легких ядер, в области сверхтяжелых элементов теряют свое влияние. Вместо этого стабильность таких элементов обеспечивается особыми квантово-механическими эффектами, которые немного компенсируют электростатическое отталкивание между многочисленными протонами в ядре.

Открытие и изучение новых тяжелых элементов остается одной из важнейших задач современной ядерной физики. Периодическая таблица расширяется благодаря синтезу элементов с номерами выше 104, известных как сверхтяжелые. Их существование возможно благодаря стабилизации за счет ядерных оболочек, но предел их устойчивости пока не ясен. Исследователи продолжают изучать, возможно ли существование так называемого «острова стабильности» — гипотетической области периодической таблицы, где сверхтяжелые элементы могут быть значительно более устойчивыми, чем их соседи.

Будущие эксперименты на современных ускорителях и ядерных реакторах помогут определить, какие еще элементы могут быть созданы и насколько долго они могут существовать. Современные вычислительные модели предсказывают, что некоторые из них могут обладать неожиданными свойствами, такими как необычная форма ядра или необычные химические характеристики. Изучение

границ периодической таблицы остается одним из самых захватывающих направлений физики, открывающим новые горизонты в понимании структуры материи и законов природы.

Ссылка: «Плавные тенденции в радиусах заряда фермия и влияние эффектов оболочки» DOI: [10.1038/s41586-024-08062-z](https://doi.org/10.1038/s41586-024-08062-z).