

3.5 На пути к нейтронной материи

При рассмотрении Периодической таблицы особо интересен вопрос, где будут располагаться элементы, не имеющие в своём составе протонов. Каковы вообще химические свойства нейтронной материи, т.е. элементам с $Z=0$, не имеющим на своих орбитах электронов. Поэтому химики с напряжённым вниманием следят за успехами физиков, приближающихся к синтезу в земных условиях нейтронной материи.

Исследование нейтроноизбыточных ядер позволяют продвигаться к островкам стабильности, которые предположительно существуют в «море» нестабильности. Первый такой островок может существовать для чисто нейтронных ядер с числом нейтронов около 20. Однако в настоящее время экспериментально синтезировать такие нейтронные ядра невозможно. Пока удалось синтезировать динейтрон ($2n$), тринейтрон ($3n$), тетранейтрон ($4n$). Они оказались нестабильными, однако динейтрон оказался «почти стабилен». Химия тетранейтрона пока не изучена, но это – дело времени (не ясно только, если у него эта химия вообще!).

*_*_*

Таким образом, развитие техники эксперимента, в частности использование пучков радиоактивных ионов, привело к неожиданным открытиям.

- Обнаружены гало-ядра - состояния ядерной материи с малой плотностью.
- Обнаружены ядерные состояния за границами нуклонной стабильности, проявляющиеся в виде резонансных состояний.
- Обнаружены новые типы радиоактивного распада - протонная и кластерная радиоактивность (см. следующую лекцию).
- Получили подтверждения магические числа долины стабильности, в то же время были обнаружены случаи, когда эти магические числа размываются.
- Обнаружены новые области деформированных ядер.
- Открытие новых сверхтяжелых ядер существенно расширило границы химических элементов, внесло некоторую ясность в вопрос о новых магических числах для протонов и нейтронов.
- Исследование свойств полностью ионизованных атомов поставило ряд новых проблем в астрофизических исследованиях.
- Новые экспериментальные результаты поставили перед теорией проблему - насколько надежно можно интерполировать параметры моделей, полученные для ядер долины стабильности, в область ядер, сильно перегруженных протонами или нейтронами. Известны случаи, когда такая интерполяция невозможна.
- Как меняется нуклон-нуклонное взаимодействие в ядерной среде.
- Расширение границы нейтроноизбыточных ядер по мере приближения к границе нейтронной стабильности может принести неожиданные результаты - в частности прояснить вопрос о том, насколько сильно связаны протонные и нейтронные степени свободы в ядрах, сильно перегруженных нейтронами.
- В настоящее время известные гало-ядра ограничиваются областью легчайших ядер. Совсем не исследован вопрос о возможности существования средних и тяжелых гало-ядер, сильно перегруженных нейтронами.