

чтобы пройти над барьером (*горячие электроны*). База структуры делается узкой ($W \lesssim 0,2$ мкм), так что горячие носители заряда пролетают её практически без столкновений с большой скоростью и, попадая в поле перехода коллектор—база, втягиваются коллектором. Предполагается, что такие транзисторы могут иметь граничную частоту, превышающую 300 ГГц.

Лит.: 1) Зи С. М., Физика полупроводниковых приборов, пер. с англ., кн. 1—2, М., 1984; 2) Степаненко И. П., Основы теории транзисторов и транзисторных схем, 4 изд., М., 1977; 3) Пожель Ю., Юценс В., Физика сверхбыстродействующих транзисторов, Вильнюс, 1985. М. Е. Левинштейн, Г. С. Симин.

ТРАНСЛЯЦИЯ (от лат. translatio—передача, перенесение)—перенос объекта в пространстве параллельно самому себе на нек-рое расстояние a вдоль прямой, наз. осью T ; характеризуется вектором a . Если в результате T объект совпадает сам с собой, то T является операцией симметрии (трансляционная симметрия). В этом случае T присуща объектам, периодическим в одном, двух или трёх измерениях, примерами к-рых могут служить цепные молекулы полимеров и кристаллы (см. *Симметрия кристаллов*).

ТРАНСУРАНОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ—хим. элементы с ат. номерами $Z > 92$, расположенные в периодич. системе элементов за ураном. Т. э. испытывают радиоакт. распад. Из-за относительно малого времени жизни они не сохранились в земной коре. Возраст Земли около $5 \cdot 10^9$ лет, а период полураспада $T_{1/2}$ наиб. долгоживущих Т. э. $\sim 10^8$ лет. За время существования Земли Т. э., возникшие в процессе *нуклеосинтеза*, практически полностью распались. В природных минералах найдены лишь микроколичества ^{244}Pu ($T_{1/2} = 8 \cdot 10^7$ лет).

Первые Т. э.—*неттуний* ($Z=93$) и *плутоний* ($Z=94$) синтезированы Э. Макмилланом (Е. М. McMillan) и Г. Сиборгом (G. Th. Seaborg) с сотрудниками в 1940 в Беркли (США) [1]. Они были получены в результате ядерной реакции при облучении мишени из U нейтронами или α -частицами. При облучении урана мощным потоком нейтронов возможна реакция последоват. захвата нейтронов. Захват нейтрона сопровождается последующим *бета-распадом* нового изотона, что увеличивает ат. номер на единицу. В совр. реакторах этот метод позволяет получать элементы вплоть до Fm ($Z=100$). Для элементов с $Z > 100$ он «не работает» вследствие очень малого времени жизни ^{258}Fm ($T_{1/2} = 0,3$ мс) [2], к-рый является звеном последоват. цепочки на пути к *менделевию* с $Z=101$. Впервые менделевий был синтезирован в 1955 облучением *эйнштейния* (^{95}Es) ускоренными ионами He . В дальнейшем в реакциях с более массивными ядрами трансурановая область была значительно расширена вплоть до элемента с $Z=112$.

Установлено, что Т. э. с Z от 93 до 103 относятся к группе *актиноидов*, к-рые по своим хим. свойствам близки к *лантаноидам* (редкоземельным элементам). Хим. свойства элемента с $Z=104$, первого элемента т. н. трансактинидной области, подобны Hf (элемент IV группы), а элемент с $Z=105$ является аналогом Ta (V группа) [3]. Это подтверждает фундамент. закон периодичности хим. свойств элементов, открытый Д. И. Менделеевым.

Типичными каналами (модами) распада, определяющими времена жизни ядер, являются бета-распад, электронный захват, *альфа-распад* и спонтанное деление ядер. Для тяжёлых ядер с $Z > 102$ наиб. вероятны α -распад и спонтанное деление (открыто Г. Н. Флёровым и К. А. Петржаком в 1940) [4]. Последнее играет определяющую роль, т. к. именно этот тип распада рассматривается как гл. фактор, лимитирующий возможное число элементов.

По мере продвижения ко всё более далёким элементам в реакции синтеза оказываются вовлечёнными всё более массивные бомбардирующие частицы. Их слияние с ядрами мишени не всегда осуществляется беспрепятственно. Т. о., процессы слияния и деления ядер определяют возможности продвижения к новым элементам конца периодич. системы элементов.

Структура и стабильность ядер Т. э. Поскольку для сферич. заряженной капли отношение кулоновских и поверхностных сил определяется выражением

$$\frac{\epsilon_k}{\epsilon_s} = \frac{Z^2/R}{R^2} \sim \frac{Z^2/A^{1/3}}{A^{2/3}} = \frac{Z^2}{A}$$

делимость ядер в *капельной модели ядра* зависит от отношения Z^2/A (A —массовое число). С ростом этой величины барьер деления быстро понижается и при $Z^2/A \approx 50$ становится равным 0. Это определяет теоретич. предел устойчивости ядер относительно деления на два осколка. Эксперименты по делению возбуждённых ядер показали, что этот предел наступает раньше $(Z^2/A)_{кр} = 46 \pm 1$. Делимость ядра характеризуют параметром $y = (Z^2/A)/(Z^2/A)_{кр}$.

В действительности наблюдаются значит. расхождения между предсказаниями капельной модели и экспериментом. Периоды спонтанного деления ядер испытывают сильные вариации в зависимости от числа протонов Z и нейтронов N (рис. 1), что не может быть объяснено в рамках макроскопич. расчётов капельной модели ядра. Подобные резкие изменения могут быть связаны со сложной микроскопич. структурой ядер, определяемой квантовыми характеристиками системы.

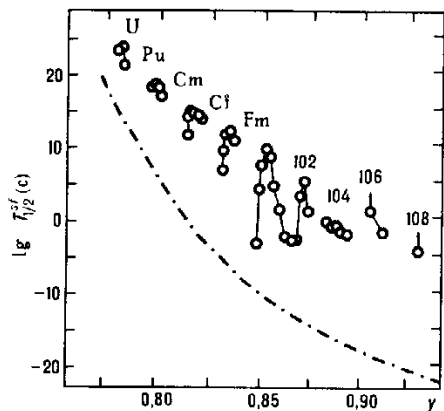


Рис. 1. Зависимость периода полураспада ядер относительно спонтанного деления $T_{1/2}^{sp}$ от параметра делимости y : штрих (пунктир)—теория (модель жидкой капли), кружки—эксперимент.

Полная энергия ядра может быть представлена в виде двух частей:

$$\epsilon_{полн} = \epsilon_k + \epsilon_{об},$$

где ϵ_k —осн. макроскопич. часть энергии ядра (для тяжёлых ядер $\epsilon_k \sim 2000$ МэВ), а $\epsilon_{об}$ определяет поправку (ок. неск. МэВ), обусловленную оболочечной структурой ядра. В процессе деформации ядра, предшествующей делению, изменяются и ϵ_k , и $\epsilon_{об}$. Характер изменения полной энергии $\epsilon_{полн}$ определяет конфигурацию и высоту барьера деления, а следовательно, и стабильность ядра относительно спонтанного деления. По мере увеличения Z капельная составляющая энергии деформации $\epsilon_k^{деф}$ плавно уменьшается, в то время как оболочечная поправка $\epsilon_{об}^{деф}$ меняется по др. закону (см. *Оболочечная модель ядра*). В ядрах Т. э. эти энергии сопоставимы по величине, вследствие чего барьер деления имеет сложную структуру, сильно отличающуюся от того, что предсказывается капельной моделью. При движении в сторону более тяжёлых элементов роль капельного члена уменьшается и стабильность ядра в значит. степени определяется его оболочечной структурой.

Действительно, капельная модель предсказывает исключительно малое время жизни для ядер $Z \geq 104$ ($\sim 10^{-19} - 10^{-17}$ с), в то время как известны уже 30 нуклидов с Z от 104 до 112. Их периоды спонтанного деления столь велики ($> 10^{-4}$ с), что они преим. испытывают