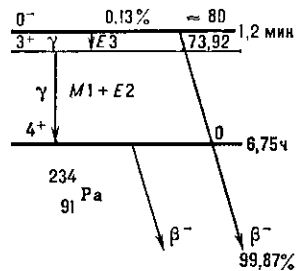


<sup>80m</sup><sub>35</sub> Вг И. я. обязана  $\gamma$ -переходу мультипольности МЗ. Ядро из изомерного состояния ( $I^\pi = 5^-$ ) переходит в более низкое по энергии состояние ( $2^-$ ), к-рое за небольшое время переходит в осн. состояние ядра <sup>80</sup><sub>35</sub>Вг. В случае ядра <sup>242m</sup>Am (рис. 3) И. я. связана с  $\gamma$ -переходом мультипольности Е4. Изомерное состояние в

Рис. 1. Схема распада изомера <sup>234m</sup><sub>81</sub>Ра. Основное (0) и изомерное состояния выделены жирными линиями; слева указаны значения спинов и чётностей ( $I^\pi$ ), правее — мультипольность, энергии уровней (в кэВ) и периоды полураспада; в % даны вероятности различных каналов распада ядра из изомерного состояния.



основном распадается через  $\gamma$ -переход, но в 5 из 1000 случаев наблюдается *альфа-распад*. В приведённых примерах изомерные переходы сопровождаются испусканием в большинстве случаев не  $\gamma$ -квантов, а конверсионных электронов (см. *Конверсия внутренняя*).

Большое число изомерных переходов мультипольности М4 наблюдается при «разрядке» возбуждён-

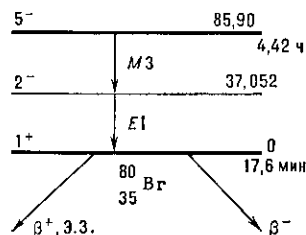


Рис. 2. Схема распада изомера <sup>80m</sup><sub>35</sub>Вг; Э.З.—электронный захват.

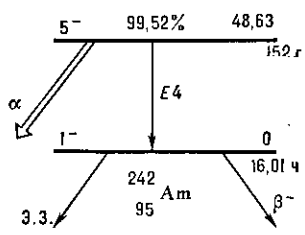


Рис. 3. Схема распада <sup>242m</sup><sub>95</sub>Am.

ных состояний нечётных ядер, когда число протонов или нейтронов приближается к магич. числам (о с т р о в а и з о м е р и и). Это объясняется *оболочечной моделью ядра*, как следствие заполнения нуклонами соседних, близких по энергии, но сильно отличающихся по спинам состояний  $g_{1/2}$  и  $p_{1/2}$ , а также  $h_{11/2}$  и  $d_{3/2}$  ( $g, p, h, d$  — обозначения орбитальных моментов нуклонов, индексы при них — значения спина).

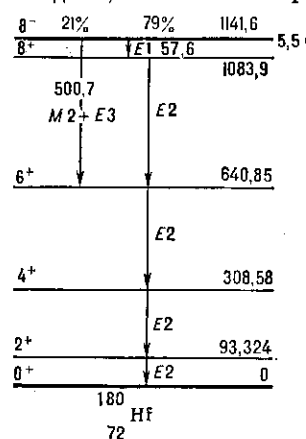


Рис. 4. Схема распада <sup>180m</sup><sub>72</sub>Hf.

Рыт новый вид И. я. — д е л и т е л ь н а я и з о м е р и я. Оказалось, что у нек-рых изотопов трансурановых элементов U, Pu, Am, Cm и Bk есть возбуждённые состояния с энергией ~2—3 МэВ, к-рые распадаются путём *спонтанного деления ядер*. Предполагается, что этот вид И. я. объясняется различием формы ядер в изомерном и основном состояниях (см. *Деление ядер*). Высоковозбуждённые изомерные состояния могут испытывать протонный распад (см. *Протонная радиоактивность*).

Лит.: Мухин К. Н., Экспериментальная ядерная физика, 4 изд., т. 1, М., 1983; Альфа-, бета- и гамма-спектроскопия, пер. с англ., в. 3, М., 1969; см. также лит. и табл. к ст. Нуклид. А. И. Феокистов.

**ИЗОМЕРЫ** — молекулы или ионы, имеющие одинаковые состав и молекулярную массу, но различающиеся строением или расположением атомов в пространстве. Подробнее см. *Изомерия молекул*. О ядерных И. см. *Изомерия ядерная*.

**ИЗОМЕРЫ ОПТИЧЕСКИЕ** — см. в ст. *Оптически активные вещества*.

**ИЗОМОРФИЗМ** (от греч. isos — равный и morphé — форма, вид) — полное подобие атомно-кристаллич. строения и внеш. гранки кристаллов у веществ с аналогичной хим. ф-лой и одинаковым типом хим. связи. Открыт (1819) Э. Мичерликом (E. Mitscherlich) на примере кристаллов KH2PO4, KH2AsO4 и NH4H2PO4. И. наз. также способность различных, но сходных по свойствам атомов, ионов и их сочетаний замещать друг друга в атомно-кристаллич. структуре с образованием кристаллов перем. состава (твёрдых растворов замещения). Пример совершенного (полного) И. с образованием твёрдых растворов при любых соотношениях компонент — кристаллы квасцов KAl(SO4)3 \times 12H2O, в к-рых ионы  $K^+$  могут в любом кол-ве замещаться ионами  $Rb^+$ ,  $(NH_4)^+$  и др., имеющими приблизительно одинаковый с ионами  $K^+$  кристаллохим. радиус, а ионы  $Al^{3+}$  — ионами  $Fe^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$  и др. с радиусами, близкими к радиусу Al. Различие в кристаллохим. радиусах атомов в изоморфных кристаллах не превышает 10—15%.

Кроме совершенного И., возможен ограниченный (по концентрациям) И. (напр., И. соединений BaSO4 и KMnO4). Различают извалентный И., когда замещающие друг друга атомы или группировки имеют одинаковую валентность, и гетеровалентный, когда валентность их различна (напр.,  $Ca^{2+}$  и  $Y^{3+}$ ); в последнем случае замещающие друг друга атомы или ионы имеют близкие размеры, а различие зарядов компенсируется вакансиями.

И. наблюдается у мн. минералов и кристаллов, когда введением малых добавок существенно меняют или создают новые свойства. Так, введение малых изоморфных добавок, напр.  $Cr^{3+}$  в корунд Al2O3,  $Nd^{3+}$  в гранат Y3Al5O12, превращает их в активную среду для квантовых генераторов; введение изоморфных примесей в ПП кристаллы изменяют тип проводимости. Изоморфные примеси используют, напр., для изменения окраски ювелирных кристаллов.

Лит. см. при ст. *Кристаллохимия*. Б. К. Вайнштейн.

**ИЗОСПИИ** — то же, что *изотопический спин*.

**ИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС** (от греч. isos — равный и thermé — теплота) — термодинамич. процесс, происходящий в системе при пост. темп-ре; на термодинамич. диаграмме изображается изотермой. И. п. является идеализацией процесса в системе, находящейся в тепловом контакте с термостатом. Для осуществления И. п. систему обычно помещают в термостат или используют контролируемые источники и стоки теплоты. Кипение жидкости и плавление твёрдого тела при пост. давлении являются примерами И. п. Если И. п. происходит настолько медленно, что не нарушается термодинамич. равновесие с термостатом, то И. п. обратим. И. п., протекающие с конечной скоростью, необратимы. Для реализации И. п. необходимо отводить или подводить к системе определ. кол-во теплоты  $\delta Q$ , к-рое затрачивается на работу  $PdV$  при изменении объёма  $dV$  ( $P$  — давление) и на изменение внутр. энергии  $U$  при пост. темп-ре  $T$ . Согласно *первому началу термодинамики*,  $\delta Q = PdV + (\partial U/\partial V)_T dV$ . В общем случае, когда система описывается внеш. параметрами  $a_j$ ,  $\delta Q = \sum_j [A_j + (\partial U/\partial a_j)_T] da_j$ ,  $A_j$  — обобщённые термодинамич. силы, сопряжённые параметрам  $a_j$ . Согласно *второму началу термодинамики*, изменение энтропии  $dS$  при