

3. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Для лучшего понимания излагаемого ниже материала, дадим определения некоторых наук и методов, связанных с химией, физикой и экологией радионуклидов. В тех случаях, когда возможно несколько определений, базовое толкование выделено жирным шрифтом.

Радиоактивность

Согласно принятому в настоящее время определению (ИЮПАК):

Радиоактивность – свойство некоторых нуклидов подвергаться радиоактивному распаду.

Существуют и другие варианты:

Радиоактивность – самопроизвольное превращение неустойчивых атомных ядер в ядра других элементов, сопровождающееся испусканием частиц или γ -квантов.

Радиоактивность – самопроизвольное превращение неустойчивого изотопа одного химического элемента из основного или метастабильного состояния в изотоп другого элемента, сопровождающееся испусканием элементарных частиц или ядер (например, α -частиц).

Радиоактивность – самопроизвольное изменение состава атомного ядра, происходящее путем испускания элементарных частиц или ядер из основного состояния за время, существенно превышающее время жизни возбужденного составного ядра в ядерных реакциях, или из метастабильного состояния.

Радиоактивность – неустойчивость ядер некоторых атомов, проявляющаяся в их способности к самопроизвольным превращениям (распаду), сопровождающимся испусканием ионизирующего излучения или радиацией.

Радиохимия

изучает химические свойства и физико-химические закономерности поведения радиоактивных элементов и отдельных радионуклидов, методы их выделения и концентрирования. Включает также промышленную отрасль, связанную с получением высокорadioактивных материалов и регенерацией ядерного горючего, разработку методов применения радионуклидов, а также специальной техники и оборудования для защиты от вредного воздействия радиоактивного излучения (Энцикл. словарь, 2000).

Радиохимия – область науки, изучающая химическую природу и свойства радиоэлементов, а также продуктов их распада (Первое определение, Камерон, 1910).

Радиохимия – область науки, занимающаяся преимущественно свойствами продуктов радиоактивных превращений, их разделением и идентификацией (Ф.Содди, «Химия радиоэлементов», 1911).

Радиохимия – химия веществ, которые исследуются по их ядерным излучениям (Ф. Панет).

Радиохимия – область химии, в которой изучаются химические и физико-химические свойства радиоактивных изотопов (И.Е.Старик, «Основы радиохимии», 1959).

Радиохимия – область химии, изучающая химию радиоактивных изотопов, элементов и веществ, законы их физико-химического поведения, химию ядерных превращений и сопутствующих им физико-химических процессов (А.Н.Несмеянов).

Радиохимия – область химии, занимающаяся изучением химических свойств радиоактивных веществ, разработкой способов их выделения, концентрирования и очистки и изучением их поведения при ядерных превращениях (А.Н. Мурин, Химич. энци.).

Радиохимия – область химии, объектами исследования которой являются радиоактивные элементы, а также продукты ядерных превращений на изотопном, элементном и молекулярных уровнях (В.А. Нефедов).

Радиохимия – химия радиоактивных веществ (radioактивных элементов, радиоактивных изотопов и их соединений) и химия процессов, индуцированных ядерными превращениями. Признаком, отличающим радиохимию от всех других химических дисциплин, является радиоактивность и связанные с ней специфические особенности как самих объектов исследования, так и применяемых методов.

Радиохимия – наука о качественных изменениях радиоактивных изотопов под влиянием изменения количественного состава ядра. В ее задачу входит химическое доказательство перехода одного элемента в другой в результате радиоактивного распада или ядерной реакции. Отличие химии от радиохимии состоит в том, что первая изучает свойства тел при изменении числа, содержания и соотношений элементов (атомов), а вторая, кроме того, и прежде всего под влиянием изменения состава ядра, когда возникают новые элементы (изотопы), новые переходы данного изотопа элемента в другой элемент и т.д.

Радиохимия – раздел химии, имеющий дело с радиоактивными веществами. Включает получение радионуклидов и их соединений путем обработки облученных материалов или природных радиоактивных веществ, применение химических методов к ядерным исследованиям и применение радиоактивности к исследованиям химических, биохимических или биомедицинских проблем. («Номенклатурные правила ИЮПАК по химии», М., 2001)

Основные разделы радиохимии: 1) общая радиохимия; 2) химия процессов, индуцированных ядерными превращениями; 3) химия радиоактивных элементов; 4) прикладная радиохимия (радиоактивность в химии, биологии, геологии, сельском хозяйстве, технике и т.п.); 5) *экологическая радиохимия*; 6) *медицинская радиохимия*; 7) *химическая технология ядерного горючего (радиохимия ядерных топливных циклов), технология ядерных зарядов, технология искусственных и естественных радиоактивных изотопов, синтез меченых соединений*.

Аналитическая радиохимия – та часть аналитической химии, в которой применение радиоактивности является существенным этапом аналитического подхода. Синоним радиоаналитической химии.

Ядерная химия

Изучает взаимосвязь между превращениями атомных ядер и строением электронных оболочек атомов и молекул. Часто термин ядерная химия применяют в том же смысле, что и радиохимия. Раздел науки, пограничной между ядерной физикой, радиохимией и химической физикой.

Ядерная химия – раздел химии, который изучает ядра и ядерные реакции, используя химические методы.

Радиационная химия

область химии, в которой изучаются химические процессы, возбуждаемые действием ионизирующих излучений. Основные задачи: исследование влияния ионизирующих излучений на состав и свойства различных материалов; разработка способов их защиты от разрушения; использование ионизирующих излучений в химической технологии для радиационно-химического синтеза органических, в том числе высокомолекулярных (радиационная полимеризация), низкотемпературного окисления углеводородов кислородом воздуха и др. (модификация поверхности, радиационная прививка, модификация полимерных материалов (например, кабельной изоляции) для придания им термостойкости).

Радиационная химия – раздел химии, имеющий дело с химическими эффектами ионизирующих излучений, в отличие от фотохимии, связанной с видимым и ультрафиолетовым электромагнитным излучением.

Радиометрия

Совокупность методов измерений активности (числа распадов в единицу времени) радионуклидов в радиоактивных источниках.

Радиогеохимия,

Раздел геохимии, изучающий закономерности распространения и миграции, а также изотопный состав радиоактивных элементов.

Ядерная физика.

Раздел физики, охватывающий изучение структуры и свойств атомных ядер и их превращений – процессов радиоактивного распада и ядерных реакций.

Ядерная индустрия

Отрасль промышленности, связанная с использованием ядерной энергии; совокупность технологий и технических средств, предназначенных для целесообразного использования внутренней энергии атомного ядра, выделяющейся при ядерных превращениях. Основные направления: реакторостроение, производство ядерного топлива и радиоактивных изотопов, источников излучения, а также ядерного оружия, разработка методов и средств защиты персонала от излучения.

Экология

наука о доме, наука об отношении организмов и образуемых ими сообществ между собой и окружающей средой. Объектами экологии могут быть популяции организмов, виды, сообщества, экосистемы и биосфера в целом. С середины 20 века в связи с усиливающимся воздействием человека на природу экология приобрела особое значение как научная основа рационального природопользования и охраны живых организмов. С 70-х годов 20 века складывается экология человека, или социальная экология, изучающая закономерности взаимодействия общества и окружающей среды, а также практические проблемы ее охраны, включая различные философские, социологические, экономические, географические и др. аспекты. В этом смысле говорят об «экологизации» современной науки.

Экотоксикология

наука, исследующая биологические последствия действия антропогенных веществ на живые организмы в природных условиях.

Химическая экология

занимается выявлением химических связей, организующих живые организмы в экосистемы. Объектами ее исследования (в отличие от экологической химии) являются природные (а не антропогенные) вещества, посредством которых осуществляется взаимодействие между организмами – экомоны и аллелохимикалии. К ним относятся сигнальные вещества (семиохимикалии), токсины и ингибиторы, дающие экологические преимущества как продуцирующим их организмам (аллеломоны), так и воспринимающим (кайромоны).

Экологическая химия

направление химии, всесторонне изучающее процессы превращения химикалиев в окружающей среде и долговременные последствия, связанные с антропогенными изменениями ее состава (Ф.Корте). Экохимия тесно связана с экотоксикологией. Включая необходимые элементы многих разделов химии, экологическая химия использует все многообразие применяемых методов исследования, но специфическими для нее можно считать «гибридные методы» и мониторинг – комплексные системы наблюдения, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды. Современная экологическая химия отличается от традиционной тем, что изучает химические и биотехнологические процессы, происходящие именно в природной среде. Такие реакции могут коренным образом отличаться от реакций в лабораторных пробирках и продукты этих реакций оказываются порой весьма экзотическими.

Химия окружающей среды

включает экологическую химию (изучение «антропогенно отягощенной» экосферы) и сведения о Земле как реакционном пространстве, ее энергетическом балансе и эволюции, о структуре, свойствах и составе атмосферы, гидросферы и литосферы. Термин окружающая среда понимается не просто как материальное окружение, а обозначает совокупность физических, химических, биологических и социальных факторов, способных оказывать воздействие на живые существа и деятельность человека.

Физическая химия окружающей среды

рассматривает кинетику и термодинамику химических реакций в природе, а также процессы реакционной диффузии в них.

Экологическая биохимия

исследует функциональные и причинные зависимости организмов и их окружения, биохимических механизмов адаптации к климатическим условиям и почве, механизмов детоксикации, опыления растений, гормональных взаимодействий между растениями и животными, между высшими растениями (аллелопатия), между высшими и низшими растениями. Объектами исследования экологической биохимии являются пищевые аттрактанты и дитерренты, феромоны и защитные вещества животных, фитоалексины и фитотоксины. При этом вещества-медиаторы изучаются как продукты внутриклеточного метаболизма.

Биохимическая экология

изучает взаимодействия организмов, опосредуемые химическими агентами, а также некоторые связанные с химическими загрязнениями аспекты воздействия человека на биосферу. Объекты биохимической экологии – химически взаимодействующие организмы и сообщества организмов, а вещества-медиаторы рассматриваются как составные компоненты экосистем.

Мониторинг

Комплексная система наблюдения за состоянием окружающей среды (атмосферы, гидросферы, почвенно-растительного покрова и др.) с целью ее контроля, прогноза и охраны. Различают глобальный, региональный и локальный уровни мониторинга. Наиболее важны в системе мониторинга контроль за химическим составом атмосферы, осадков, поверхностных и грунтовых вод, почвы, за концентрацией и основными путями распространения загрязнений. Проводится мониторинг сейсмических явлений, водных и минеральных ресурсов, численности и видового состава животных и растений и т.п. В службе мониторинга используют физические, химические и биологические методы исследования, авиационную и космическую технику и др. Сведения о состоянии различных природных объектов поступают от специализированных наземных и морских станций, из биосферных заповедников, с космических аппаратов. Космический мониторинг позволяет оперативно выявлять очаги и характер изменений окружающей среды, проследить интенсивность процессов и амплитуды экологических сдвигов, изучать взаимодействие техногенных систем.

Радиоэкология

раздел экологии, изучающий накопление радиоактивных веществ организмами и их миграцию в биосфере.

Экологическая радиохимия

изучает роль радионуклидов (и связанных с ними ионизирующих излучений) в эволюции среды обитания. В задачи экологической радиохимии входит исследование состояния и миграции радионуклидов в различных типах природных сред (гидросфера, почва, атмосфера), анализ экологических последствий, процессов радиоактивного распада и накопления, ионизирующего излучения и атомов отдачи радионуклидов, находящихся в компонентах экосистемы, снижение радиационно-экологического риска населения, связанного с радионуклидами (как природными, так и техногенными). Экологическая радиохимия использует традиционные радиохимические методы и представления для создания экологически благоприятных производств, эффективных систем предотвращения выброса радионуклидов в экосистему, методов управления процессами трансграничного переноса радионуклидов и методов защиты биологических объектов и человека от негативного влияния радионуклидов и связанных с ними эффектов. Экологическая радиохимия решает проблемы безопасности объектов ядерной индустрии и занимается развитием природоохранных технологий.

Радиотоксикология

изучает свойства радионуклидов и вызываемые ими патологические изменения в организме животных и человека с целью изыскания средств для ограничения их всасывания, ускорения выведения и лечения радиационных поражений.

Радиобиология-

наука о действии всех видов ионизирующих излучений на организмы и их сообщества. Радиобиология занимается изысканием различных средств защиты организма от излучений и путей его пострadiационного восстановления от повреждений, прогнозированием опасности для человечества повышения уровня радиации окружающей среды, изысканием новых путей использования ионизирующих излучений в медицине, сельском хозяйстве, пищевой и микробиологической промышленности.

Радиобиология - наука, изучающая действие ионизирующих излучений на растительные и животные организмы, а также на биосферу в целом. В природе все подвержено радиационному воздействию, и это определяет широкий диапазон объектов (от макромолекул, вирусов, простейших до человека).

Радиология медицинская

область медицины, изучающая применение ионизирующих излучений для распознавания и лечения болезней, влияние излучений на организм и проблемы противолучевой защиты.

Радиология медицинская - комплексная дисциплина, изучающая различные аспекты использования ионизирующих излучений (в последние годы и неионизирующих) в медицине для распознавания и лечения болезней, влияние излучений на организм и проблемы противолучевой защиты.

Радиология интервенционная - раздел медицинской радиологии, разрабатывающий научные основы и клиническое применение лечебных и диагностических манипуляций, осуществляемых под контролем лучевого исследования.

Ядерная медицина

составная часть медицинской радиологии, использующая радионуклиды и ионизирующие излучения для исследования функционального и морфологического состояния организма, а также для лечения заболеваний человека. Подразделяется на ядерную (радионуклидную и радиационную диагностику), радиотерапию (внешнее облучение или использование фармпрепаратов) и гамма-хирургию.

В настоящее время в медицинской практике используются разнообразные радиоактивные изотопы и источники ионизирующих излучений для диагностики наиболее распространенных в мире заболеваний сосудов, сердца, легких, желудочно-кишечного тракта, эндокринной системы, суставов, онкологических и паразитарных патологий. Используются рентгеновские аппараты различного назначения, мощные гамма-терапевтические установки, линейные ускорители и бетатроны.

Ядерная (радионуклидная и радиационная) медицина с идейной точки зрения поддерживается медицинской физикой и медицинской химией (и её разделом – медицинской радиохимией). Приведём определения некоторых понятий в этой сфере знаний, которые также изредка будут встречаться в данном курсе лекций.

Радиоиммунный анализ - метод количественного определения биологически активных веществ, (гормонов, ферментов, лекарственных препаратов и др.) в биологических жидкостях, основанный на конкурентном связывании искомым стабильных и аналогичных им радиоактивных веществ.

Рентгенодиагностика – распознавание болезней при помощи рентгеновских лучей.

Радиомодификация - искусственное ослабление или усиление реакций биологических объектов на действие ионизирующих излучений; способ управления радиочувствительностью с помощью изменения условий, в которых происходит облучение того или иного организма.

Радиомодифицирующие агенты - факторы, способные изменять (ослаблять или усиливать) радиочувствительность клеток, тканей и организма в целом.

Радионуклидная диагностика (синонимы: радиоизотопная диагностика, лучевая радионуклидная диагностика) - лучевое исследование, основанное на использовании соединений, меченных радионуклидами. В качестве таких соединений применяют разрешенные для введения человеку с диагностической и терапевтической целью радиофармпрепараты.

Радиосенсибилизаторы - средства, применяемые для усиления биологического действия ионизирующего излучения, (см. Радиомодифицирующие агенты).

Радиопротекторы - вещества, введение которых перед облучением в среду с биологическими объектами или в организм животных и человека снижает поражающее действие ионизирующего излучения (см. Радиомодифицирующие агенты).

Радиофармацевтические препараты - диагностические и лечебные средства неотъемлемой частью которых является радиоактивный нуклид. Радиофармпрепарат - это химическое вещество, имеющее радиоактивную метку и включающееся в естественный метаболизм при его введении в организм

Томография медицинская - метод использования рентгеновских лучей или ультразвуковых волн для получения снимков анатомических структур, расположенных внутри тела человека; при этом получается четкое изображение выбранного среза ткани, в то время как изображения всех других срезов стираются или затеняются. Получаемая в результате рентгенограмма называется томограммой.

Томография компьютерная - направление в диагностической рентгенологии, предназначенное для обследования мягких тканей тела. Например, с помощью компьютерной томографии можно выявить патологические изменения головного мозга (опухоль, абсцесс, гематома) непосредственно через кости черепа. Компьютерная томография состоит в регистрации срезов человеческого тела с помощью рентгеновского сканера (компьютерного томографа); эта запись затем объединяется с помощью компьютера для получения единого изображения в поперечном сечении. Данное исследование не представляет для пациента совершенно никакой опасности.

Томография одиночных фотонов, эмиссионная одиночных фотонов, эмиссионная компьютерная (SPECT)) - рентгенологическое исследование, позволяющее на ранней стадии выявить имеющееся у человека поражение головного мозга. Поврежденные в результате нарушения кровоснабжения вследствие травмы или инсульта клетки головного мозга выделяют глутамат, который стимулирует ряд биохимических реакций; эти реакции могут вызвать необратимое повреждение мозга. В методе эмиссионной компьютерной томографии одиночных фотонов больному вводится химический индикатор, который соединяется с глутаматом и может быть просканирован с помощью специального оборудования, предназначенного для проведения компьютерной томографии. Это позволяет определить место начального повреждения мозга и количество освободившегося глутамата. После этого глутамат может быть нейтрализован путем введения в организм больного соответствующих лекарственных веществ до того, как он причинит непоправимый вред мозговым клеткам.

Томография позитронная эмиссионная (PET) - метод исследования, применяющийся для оценки активности тканей головного мозга. В основе данного метода лежит определение степени эмиссии радиоактивных частиц из молекул радиоактивной 2-десоксиглюкозы. Это вещество попадает в головной мозг так же, как и глюкоза, однако процесс его метаболизма функционирующими нейронами протекает значительно медленнее. В поврежденных тканях мозга метаболическая активность этого вещества снижается, причем эмиссия радиоактивного вещества из них полностью отсутствует или значительно уменьшается, если с помощью сканирования на томографическом оборудовании существует возможность определить выходящее излучение. Обследуемому пациенту вводится 2-деоксиглюкоза, которая обычно маркируется с помощью радиоактивного кислорода. Позитронная эмиссионная томография применяется для диагностики и лечения больных церебральным параличом, а также некоторыми сходными заболеваниями, связанными с поражением головного мозга.