



Радиоактивность

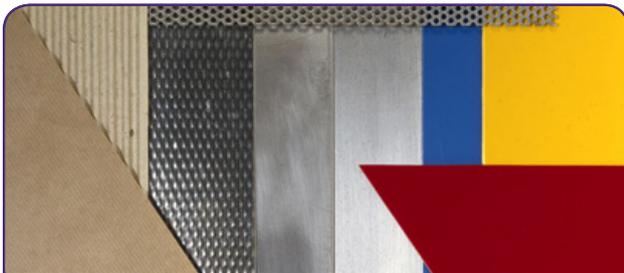
ФИЗИКА • ЭНЕРГИЯ И РАДИОАКТИВНОСТЬ • РАДИОАКТИВНОСТЬ

Глава 1: Радиоактивные вещества

• Что такое радиация?

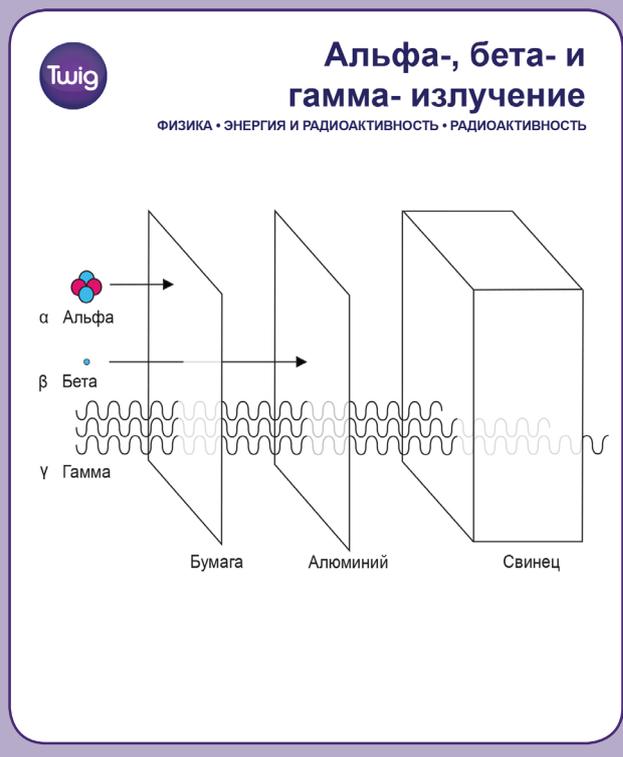
Радиация может относиться к теплу или свету, но обычно этот термин используется для обозначения ионизирующего излучения. Ион – это одноатомная или многоатомная электрически заряженная частица, образующаяся в результате потери или присоединения атомом или молекулой одного или нескольких электронов. Радиация, обладающая достаточной энергией для образования ионов, известна как ионизирующее излучение. Она может принимать различные формы, от высокоэнергетических электромагнитных волн, таких как гамма-излучение, до частиц, таких как альфа- и бета-излучения. Ионизирующее излучение возникает при распаде ядер нестабильных атомов.

• Рекомендуемый фильм - Радиоактивные вещества



Различные материалы останавливают различные виды излучения

ДИАГРАММА 01:



Дополнительный вопрос

В1. Сколько различных типов у радиоактивности?

Существует три основных типа излучения: альфа, бета и гамма.

Альфа-частицы состоят из двух нейтронов и двух протонов. Альфа-частицы относительно большие, обладают маленькой скоростью и положительно заряжены. Они имеют самую низкую проникающую способность. Альфа-частицы, испускаемые нестабильными ядрами, могут быть поглощены листом бумаги или несколькими сантиметрами воздуха.

Бета-частицы – это быстро движущиеся электроны. Они испускаются из ядра нестабильного атома при распаде нейтрона на протон. Бета-частицы – маленькие, быстро движущиеся и отрицательно заряженные частицы. Они могут быть поглощены несколькими сантиметрами воздуха или несколькими миллиметрами алюминия.

Гамма-лучи – это мощное электромагнитное излучение. Они характеризуются большой проникающей способностью. Для защиты от гамма-лучей требуется толстый слой вещества.

Наряду с этими тремя типами излучения возможно выделение и других форм излучения при распаде некоторых ядер. Могут испускаться протоны и нейтроны, а также позитроны, античастицы электронов. Возможна также и “кластерная радиоактивность”, где сочетание протонов и нейтронов тяжелее, чем испускаемая альфа-частица.

Дополнительный вопрос

В2. Как измеряется радиоактивность?

Радиацию можно измерить несколькими способами. Активность образца измеряется в Бк (беккерелях), которые показывают число распадов в секунду.

Если рассматривать следствия излучения, активность имеет ограниченное применение. Лучшей мерой является поглощенная доза (измеряется в греях), которая определяет энергию в каждом килограмме материала, через который проходит излучение.

Это не является хорошим показателем биологического эффекта излучения, так как он может зависеть от типа излучения и энергии отдельных частиц. Поглощенную дозу умножают на весовой коэффициент, который зависит от типа излучения. Таким образом получают эквивалентную дозу, которая измеряется в зивертах.

Эквивалентную дозу также можно скорректировать с учетом части тела, которая была повреждена. Этот показатель известен как эффективная доза, которая также измеряется в зивертах.

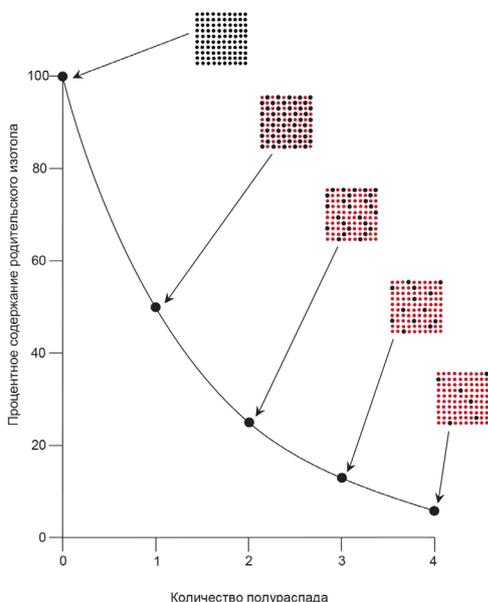
• Почему атомы подвергаются распаду?

ДИАГРАММА 02:



Период полураспада

ФИЗИКА • ЭНЕРГИЯ И РАДИОАКТИВНОСТЬ • РАДИОАКТИВНОСТЬ



- Рекомендуемый фильм
- Период полураспада

Атомы состоят из ядра с протонами (положительные частицы) и нейтронами (нейтральные частицы). Ядро окружено «облаком» электронов. Количество электронов и протонов совпадает, в результате чего атом является нейтральным. Все атомы определенного элемента имеют одинаковое число протонов в ядре, но число нейтронов может не совпадать. Большинство элементов имеют несколько изотопов, которые являются разновидностями атома с различным числом нейтронов. Химически они почти неотличимы, но ядра некоторых изотопов будут неустойчивыми.

Из-за этого ядро распадается, испуская излучение в виде волн или частиц. Следует помнить, что при распаде одного изотопа полученный изотоп также может оказаться нестабильным и может распасться далее. Это означает, что вещество может содержать в себе более одного изотопа и может излучать больше одного типа излучения.

Дополнительный вопрос

В3. Что такое период полураспада?

Время, необходимое для распада половины атомов в образце, известно как период полураспада, который является постоянным значением для данного материала. При каждом распаде атома испускается излучение. Поскольку за один период полураспада будет распадаться вдвое меньше атомов, период полураспада может быть определен путем измерения времени, за которое активность образца уменьшилась вдвое. Если определенный изотоп стабильный, он будет иметь очень большой период полураспада.

Глава 2: Практическое использование излучения

• Что такое ядерное деление?

Процесс, при котором ядро атома распадается на более мелкие части, называется делением. С очень большими ядрами это может произойти спонтанно, но деление можно вызвать обстрелом ядра нейтронами.

При распаде большого ядра высвобождается энергия. Хотя энергия, выделяющаяся при одном акте деления ядра, мала, она гораздо больше энергии, выделяемой атомом при химической реакции. Если в одно и то же время запустить деление достаточного количества атомов, то этот процесс можно использовать в ядерном реакторе для получения тепла, которое затем используется для производства электроэнергии или может быть использовано в ядерных оружиях.

• Рекомендуемые фильмы

- Ядерное оружие
- Ядерное деление
- Ядерный синтез: Горячая и холодная теории

Дополнительные вопросы

В4. Что такое ядерный синтез?

Если два легких ядра соединяются, образовав более тяжелое ядро, то при этом выделяется энергия. Затрудняющим моментом является то, что атомные ядра положительно заряжены и отталкиваются друг от друга. Поэтому для достижения синтеза ядра должны быть нагреты до очень высоких температур.

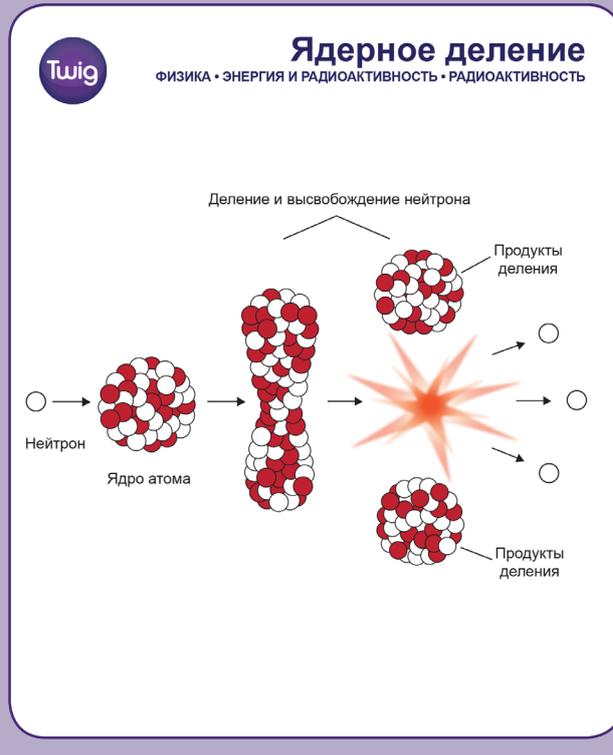
Звезды, такие как Солнце, получают энергию за счет реакций синтеза в ядре. На протяжении десятилетий проводились исследования, чтобы получить возможность использовать ядерные реакции синтеза для производства электроэнергии на электростанциях. Термоядерные реакции используются в некоторых видах ядерного оружия.

В5. Как работает ядерное оружие?

В основе атомного оружия лежит неконтролируемая цепная реакция, высвобождающая большое количество энергии. Деление можно вызвать, обстреливая большие ядра нейтронами. Если при распаде ядро высвобождает более одного нейтрона, то это может способствовать делению других ядер. Это приводит к очень большому числу делений и выделению большого количества энергии. Некоторые виды атомов урана и плутония являются наиболее подходящими для использования в ядерных оружиях.

Термоядерное оружие (иногда называется "водородными бомбами") в отличие от атомного оружия может выделить гораздо большее количество энергии и может быть гораздо более разрушительным. В нем используется сочетание деления и синтеза; атомное оружие используется для возбуждения термоядерных реакций, которые затем высвобождают нейтроны и вызывают дальнейшие акты деления ядра.

ДИАГРАММА 03:



Дополнительный вопрос

В6. Как измеряется мощность ядерного оружия?

Даже относительно небольшое ядерное оружие будет в тысячи раз более мощным, чем самые разрушительные обычные бомбы. Разрушительная сила (или мощность взрыва) ядерного оружия измеряется в килотоннах или мегатоннах. Килотонна эквивалентна энергии, выделяемой 1000 тоннами ТНТ, разновидностью взрывчатки. Мегатонна эквивалентна энергии, выделяемой 1 млн. тоннами ТНТ в тротиловом эквиваленте.

Мощность первого атомного оружия составила 20 килотонн. А мощность самой крупной взорванной водородной бомбы дошла до около 50 мегатонн, хотя при необходимости можно было бы увеличить еще до 100 мегатонн.

• Как используют радиацию в медицине?

Радиация имеет множество применений в медицине. Она может быть использована в лучевой терапии для уничтожения раковых клеток, а также для получения изображений. Радиоактивные изотопы вводятся в организм, и они испускают излучение, которое регистрируется и используется для получения изображения органов или контроля кровотока.

Дополнительные вопросы

В7. Как используют радиацию в пожарных сигнализациях?

Многие детекторы дыма используют америций-241, альфа-излучатель. Альфа-излучение ионизирует воздух в небольшой камере, которая позволяет небольшому току пройти между двумя электродами. Если в дымовую пожарную сигнализацию попадает дым, он поглощает альфа-частицы, испускаемые радиоактивным источником, тем самым останавливая поток тока. Это и вызывает аварийный сигнал.

В8. Как регистрируется излучение?

Существуют различные способы обнаружения излучения. Излучение воздействует на фотографическую пленку, поэтому она может быть использована в дозиметрах. Люди, работающие с радиацией, часто носят дозиметры, содержащие фотопленку. Пленка в них расширяется через регулярные промежутки времени для проверки радиационного облучения.

Счётчики Гейгера используют камеру, наполненную газом. Когда газ ионизируется излучением, он становится токопроводящим, поэтому через него может пройти ток, который создает “щелчок” на громкоговорителе. Данные события подсчитываются и используются для измерения количества радиации.

Сцинтилляционные счётчики используют материалы, чаще всего кристаллы, которые производят вспышки света каждый раз при наличии радиации.

• Как осуществляется радиоизотопное датирование?

По радиоактивности можно определить возраст горных пород, песка или мертвого органического материала. Существует несколько способов определения возраста. С помощью относительного количества исходного радиоактивного изотопа и продукта распада (или “дочернего” продукта) можно оценить время, прошедшее с момента попадания изотопа в образец.

Датирование по углероду основано на том, что атомы азота в атмосфере посредством космических лучей преобразуются в атомы углерода-14. Так как с течением времени углерод-14 распадается на азот-14, количество в атмосфере будет постоянным.



Датирование по радиоактивности было использовано для определения возраста этих зерен риса, найденных в Южной Корее

Живые существа содержат углерод. После смерти эти существа разлагаются, при этом уменьшается содержание углерода-14 в их организме. Следовательно, уменьшается количественное соотношение углерода-14 к углероду-12 (который не распадается). С помощью этого соотношения можно оценить время, прошедшее после смерти организма.

Оптическое датирование не измеряет соотношение изотопов, но вместо этого фиксирует воздействие тепла или света на образец и измеряет небольшое количество испускаемого света: оно пропорционально общему количеству излучения, полученного образцом. Если известен уровень радиации окружающей среды образца, то можно вычислить возраст образца.

Глава 3: Последствия радиации

• Кто такая Мария Кюри?



Мария Кюри была первооткрывателем в области изучения радиоактивности

Мария Кюри была польским ученым, которая вместе со своим мужем Пьером Кюри проделала большую работу по изучению радиоактивных излучений. Вместе они обнаружили два новых элемента: полоний, названный в честь Польши, и радий. В 1903 году супруги Кюри вместе с Анри Беккерель были удостоены Нобелевской премии по физике. Хотя Пьер Кюри умер в 1906 году, в 1911 году Мария Кюри стала первым человеком, выигравшим две Нобелевские премии, когда была удостоена Нобелевской премии по химии.

Дочь Марии и Пьера, Ирен, также изучала радиоактивность и в 1935 году вместе со своим мужем Фредериком получила Нобелевскую премию по химии.

• Как можно уменьшить облучение?

Облучение можно уменьшить, обеспечив достаточное расстояние от источника, сократив время облучения, а также установив экранирование.

Даже использование щипцов вместо обработки источника руками может увеличить расстояние от источника достаточно, значительно уменьшив получаемую дозу.

Толстый свинец или бетон используются в экранировании, при этом необходимо соблюдать осторожность при защите от излучения бета-частиц. Использование материалов с высокой плотностью может привести к очень быстрой остановке частиц, что может вызвать излучение рентгеновских или гамма-лучей. По этой причине для защиты от бета-излучения часто используются алюминий или перспекс.

Дополнительный вопрос

В9. Почему газ радон опасен?

Радон образуется при радиоактивном распаде урана или тория в горных породах. Поскольку радон является газом, он может проникать через землю и, возможно, даже накапливаться в домах, являясь причиной повышенного воздействия радиации на жильцов. Считается, что вдыхание радона является причиной многих видов рака легких.

• Рекомендуемые фильмы

- Снижение радиационного риска
- Факты: Фоновое излучение

Дополнительный вопрос

В10. Насколько опасны альфа-частицы?

Несмотря на то, что альфа-частицы задерживаются несколькими сантиметрами воздуха и не могут проникнуть в кожу, они могут оказаться очень опасными, если альфа-излучатель попадет в организм. В этом случае альфа-частицы будут полностью поглощаться, причиняя значительный вред организму.

В 2006 году в Лондоне бывший агент КГБ Александр Литвиненко был отравлен альфа-излучателем – полонием-210. Он умер через три недели.

• Что такое радиоактивные отходы?

Одним из недостатков ядерной энергии является то, что ядерные реакторы производят радиоактивные отходы. Например, когда происходит ядерное деление, и атомное ядро распадается, высвобождаются два небольших ядра, которые, вероятно, будут неустойчивыми и очень радиоактивными.

Безопасное хранение и захоронение ядерных отходов оказывается затруднительным. Высокорадиоактивные отходы хранятся на месте атомных электростанций для того, чтобы снизить их активность перед захоронением.



Охлаждающие башни атомной электростанции

Дополнительный вопрос

В11. Что случилось в Чернобыле?

В апреле 1986 года произошла авария на Чернобыльской атомной электростанции в Украине. Во время эксперимента, проводимого на реакторе, внезапно повысилась выходная мощность. Причиной парового взрыва стали испарения воды, используемой для охлаждения ядерного реактора. Второй взрыв произошел из-за пожара в активной зоне реактора, что привело к выделению свободного углерода в горящий реактор. Активная зона реактора горела в течение двух недель, высвобождая огромное количество радиоактивных материалов, которые распространились вплоть до Западной Европы.

Долгосрочные последствия аварии на Чернобыльской АЭС являются спорным вопросом. Трудно определить число случаев смерти от рака, вызванных радиационным облучением после аварии, но было подсчитано, что в связи с аварией в России, Украине и Белоруссии произойдет около 4000 дополнительных случаев смерти от рака.

В результате аварии выделилось несколько различных типов радиоактивных материалов, в том числе большое количество радиоактивного йода-131. Поскольку йод поглощается щитовидной железой и концентрируется в ней, это привело к повышению количества случаев рака щитовидной железы в пораженных областях.

• Тест

Радиоактивные вещества

Основной

• Что обычно используют для обнаружения ионизации?

- A – счётчик Гейгера
- B – термометр
- C – микрофон
- D – сейсмометр

• Что не является одним из трех основных типов ядерного излучения?

- A – альфа
- B – бета
- C – гамма
- D – инфракрасные лучи

• Что из перечисленного может проходить небольшое расстояние по воздуху?

- A – альфа-частицы
- B – нейтроны
- C – рентгеновские лучи
- D – инфракрасные лучи

• Что из перечисленного является формой электромагнитного излучения?

- A – нейтроны
- B – альфа-частицы
- C – гамма-лучи
- D – бета-частицы

Углубленный

• Что такое радиоактивность?

- A – ядерный распад неустойчивых элементов
- B – высвобождение энергии из-за разрывов связей между атомами
- C – излучение инфракрасных лучей горячими предметами
- D – поведение некоторых веществ в реакции с кислородом в воздухе

• Когда атомы высвобождают избыток энергии или массы?

- A – когда они движутся с высокой скоростью
- B – когда они неустойчивы
- C – когда они поглощают свет
- D – когда они находятся при высокой температуре

• Из чего состоят альфа-частицы?

- A – из быстро движущихся электронов
- B – из двух протонов и двух нейтронов
- C – из одного протона и одного нейтрона
- D – из нейтрона

Радиоактивные вещества
Основной

• Что требуется для защиты от гамма-лучей?

- A – лист бумаги
- B – сантиметр перспекса
- C – несколько сантиметров воздуха
- D – несколько метров цемента

Углубленный

• Что из перечисленного является формой корпускулярной радиации?

- A – бета-излучение
- B – гамма-лучи
- C – ультрафиолетовые лучи
- D – инфракрасные лучи

• Назовите наитончайший материал, останавливающий бета-излучение?

- A – лист бумаги
- B – сантиметр перспекса
- C – несколько сантиметров свинца
- D – несколько метров цемента

Радиоактивный период полураспада
Основной

• Что происходит при радиоактивном распаде?

- A – ядро атома меняется, излучая радиацию
- B – ядро атома распадается
- C – молекулы распадаются на индивидуальные атомы
- D – атом поглощает свет

• Почему рутений-99 не излучает радиоактивность?

- A – он устойчив
- B – его ядро слишком тяжелое
- C – он слишком неустойчив
- D – его период полураспада очень короткий

• Когда можно безопасно работать с образцом молибдена-99?

- A – работать с ним всегда безопасно, поскольку его излучение имеет очень низкую энергию
- B – работать с ним всегда опасно, поскольку он всегда радиоактивен
- C – после шести месяцев, поскольку молибден не может больше испускать излучение
- D – работать с ним всегда безопасно, поскольку молибден-99 стабилен

Углубленный

• Что такое “цепочка распадов”?

- A – множество веществ, каждое из которых испускает различный тип излучения
- B – это другое название для периода полураспада
- C – последовательность атомов, образованных серией радиоактивных распадов
- D – список радиоактивных изотопов определенного элемента

• Какой вид излучения испускает молибден-99?

- A – альфа
- B – бета
- C – гамма
- D – рентгеновские лучи

• Каков период полураспада молибдена?

- A – 6 месяцев
- B – 20 дней
- C – 3 дня
- D – 20 минут

• Если период полураспада вещества составляет 4 дня, то, сколько этого вещества останется после 8 дней?

- A – 94%
- B – 50%
- C – 25%
- D – 0%

Радиоактивный период полураспада

Основной

Углубленный

• Какое из этих утверждений о периоде полураспада верное?

A – период полураспада варьируется от долей секунды до миллионов лет

B – период полураспада элемента может изменяться

C – чем более нестабильно вещество, тем дольше его период полураспада

D – период полураспада – это время, необходимое для вещества, чтобы стать полностью безопасным

Понижение радиационного риска

Основной

• Какое из этих утверждений НЕВЕРНОЕ?

- A – излучение может быть использовано в лечении рака
- B – радиоактивные вещества могут быть использованы в атомных электростанциях
- C – радиация вредна для людей
- D – излучение будет “затуманивать” фотографическую пленку

• Что обычно используют для обнаружения радиации?

- A – счётчик Гейгера
- B – термометр
- C – микрофон
- D – сейсмометр

• Что из перечисленного НЕ является мерой предосторожности при работе с радиоактивным материалом?

- A – защитная одежда
- B – маркировка материалов символом радиационной опасности
- C – использование такого экранирования, как свинец или перспекс
- D – мониторинг для поддержания нулевого уровня радиации

• Почему для обработки радиоактивных источников иногда используются машины?

- A – машины являются более точными
- B – это увеличивает расстояние между источниками и рабочими
- C – машины работают гораздо быстрее
- D – машины могут быть экранированы для защиты от излучения

Углубленный

• Для чего используется счётчик Гейгера-Мюллера?

- A – для возбуждения вещества, чтобы оно испускало излучение
- B – для поглощения излучения
- C – для хранения радиоактивных веществ
- D – для обнаружения излучения

• Какой газ находится внутри счётчика Гейгера-Мюллера?

- A – водород
- B – благородный газ аргон
- C – кислород
- D – азот

• Почему работники атомных станций носят плёночные дозиметры?

- A – дозиметр уменьшит их дозу облучения
- B – дозиметр издает щелчок в случае обнаружения излучения
- C – ежемесячная проверка пленки используется для контроля их дозы облучения
- D – дозиметр изменит цвет в случае обнаружения излучения

• Почему детекторы излучения издают “щелчок” даже тогда, когда рядом нет радиоактивных источников?

- A – они обнаруживают естественное фоновое излучение
- B – из-за загрязнения, вызванного атомными электростанциями
- C – они реагируют на электрические помехи
- D – щелчки срабатывают, показывая рабочее состояние оборудования

• Ответы

Радиоактивные вещества

Основной

• Что обычно используют для обнаружения ионизации?

A – счётчик Гейгера

B – термометр

C – микрофон

D – сейсмометр

• Что не является одним из трех основных типов ядерного излучения?

A – альфа

B – бета

C – гамма

D – инфракрасные лучи

• Что из перечисленного может проходить небольшое расстояние по воздуху?

A – альфа-частицы

B – нейтроны

C – рентгеновские лучи

D – инфракрасные лучи

• Что из перечисленного является формой электромагнитного излучения?

A – нейтроны

B – альфа-частицы

C – гамма-лучи

D – бета-частицы

Углубленный

• Что такое радиоактивность?

A – ядерный распад неустойчивых элементов

B – высвобождение энергии из-за разрывов связей между атомами

C – излучение инфракрасных лучей горячими предметами

D – поведение некоторых веществ в реакции с кислородом в воздухе

• Когда атомы высвобождают избыток энергии или массы?

A – когда они движутся с высокой скоростью

B – когда они неустойчивы

C – когда они поглощают свет

D – когда они находятся при высокой температуре

• Из чего состоят альфа-частицы?

A – из быстро движущихся электронов

B – из двух протонов и двух нейтронов

C – из одного протона и одного нейтрона

D – из нейтрона

Радиоактивные вещества

Основной

• Что требуется для защиты от гамма-лучей?

A – лист бумаги

B – сантиметр перспекса

C – несколько сантиметров воздуха

Углубленный

• Что из перечисленного является формой корпускулярной радиации?

B – гамма-лучи

C – ультрафиолетовые лучи

D – инфракрасные лучи

• Назовите наитончайший материал, останавливающий бета-излучение?

A – лист бумаги

C – несколько сантиметров свинца

D – несколько метров цемента

Радиоактивный период полураспада
Основной

• Что происходит при радиоактивном распаде?

A – ядро атома меняется, излучая радиацию

B – ядро атома распадается

C – молекулы распадаются на индивидуальные атомы

D – атом поглощает свет

• Почему рутений-99 не излучает радиоактивность?

A – он устойчив

B – его ядро слишком тяжелое

C – он слишком неустойчив

D – его период полураспада очень короткий

• Когда можно безопасно работать с образцом молибдена-99?

A – работать с ним всегда безопасно, поскольку его излучение имеет очень низкую энергию

B – работать с ним всегда опасно, поскольку он всегда радиоактивен

C – после шести месяцев, поскольку молибден не может больше испускать излучение

D – работать с ним всегда безопасно, поскольку молибден-99 стабилен

Углубленный

• Что такое “цепочка распадов”?

A – множество веществ, каждое из которых испускает различный тип излучения

B – это другое название для периода полураспада

C – последовательность атомов, образованных серией радиоактивных распадов

D – список радиоактивных изотопов определенного элемента

• Какой вид излучения испускает молибден-99?

A – альфа

B – бета

C – гамма

D – рентгеновские лучи

• Каков период полураспада молибдена?

A – 6 месяцев

B – 20 дней

C – 3 дня

D – 20 минут

• Если период полураспада вещества составляет 4 дня, то, сколько этого вещества останется после 8 дней?

A – 94%

B – 50%

C – 25%

D – 0%

Радиоактивный период полураспада

Основной

Углубленный

• Какое из этих утверждений о периоде полураспада верное?

A – период полураспада варьируется от долей секунды до миллионов лет

B – период полураспада элемента может изменяться

C – чем более нестабильно вещество, тем дольше его период полураспада

D – период полураспада – это время, необходимое для вещества, чтобы стать полностью безопасным

Понижение радиационного риска

Основной

• Какое из этих утверждений НЕВЕРНОЕ?

- A – излучение может быть использовано в лечении рака
- B – радиоактивные вещества могут быть использованы в атомных электростанциях
- C – радиация вредна для людей**
- D – излучение будет “затуманивать” фотографическую пленку

• Что обычно используют для обнаружения радиации?

- A – счётчик Гейгера**
- B – термометр
- C – микрофон
- D – сейсмометр

• Что из перечисленного НЕ является мерой предосторожности при работе с радиоактивным материалом?

- A – защитная одежда
- B – маркировка материалов символом радиационной опасности
- C – использование такого экранирования, как свинец или перспекс
- D – мониторинг для поддержания нулевого уровня радиации**

• Почему для обработки радиоактивных источников иногда используются машины?

- A – машины являются более точными
- B – это увеличивает расстояние между источниками и рабочими**
- C – машины работают гораздо быстрее
- D – машины могут быть экранированы для защиты от излучения

Углубленный

• Для чего используется счётчик Гейгера-Мюллера?

- A – для возбуждения вещества, чтобы оно испускало излучение
- B – для поглощения излучения
- C – для хранения радиоактивных веществ
- D – для обнаружения излучения**

• Какой газ находится внутри счётчика Гейгера-Мюллера?

- A – водород
- B – благородный газ аргон**
- C – кислород
- D – азот

• Почему работники атомных станций носят пленочные дозиметры?

- A – дозиметр уменьшит их дозу облучения
- B – дозиметр издает щелчок в случае обнаружения излучения
- C – ежемесячная проверка пленки используется для контроля их дозы облучения**
- D – дозиметр изменит цвет в случае обнаружения излучения

• Почему детекторы излучения издают “щелчок” даже тогда, когда рядом нет радиоактивных источников?

- A – они обнаруживают естественное фоновое излучение**
- B – из-за загрязнения, вызванного атомными электростанциями
- C – они реагируют на электрические помехи
- D – щелчки срабатывают, показывая рабочее состояние оборудования