Содержание:

1. Феномен атома
   1. Модель атома Резерфорда.
   2. Создание модели атома: квантовая теория и спектроскопия.
2. Атомная энергетика
   1. Радиоактивность: ее открытие и природа.
   2. Получение ядерной энергии.
   3. Ядерные реакторы: классификация.
   4. Термоядерная энергия – основа энергетики будущего

3. Атомное оружие

3.1. Современные атомные бомбы и снаряды

* 1. Современные термоядерные бомбы и снаряды
  2. «Чистая» водородная бомба

4. Атом и экология.

1. Феномен атома.

Насколько сегодня известно, мысль о том, что материя может состоять из отдельных частиц, впервые была высказана Левкиппом из Милета в 5 в. до н.э. Эту идею развил его ученик Демокрит, который и ввел слово атом (от греческого атомос, что значит неделимый). В начале 19 века Джон Дальтон (1766 – 1844) возродил это слово, подведя научную основу под умозрительные идеи древних греков. Согласно Дальтону, атом – это крошечная неделимая частица материи, принимающая участие в химических реакциях.

Простые представления об атоме, принадлежащие Дальтону, были поколеблены в 1897 г., когда Дж. Дж. Томсон (1856 – 1940) установил, что атому могут испускать еще меньшие отрицательно заряженные частицы (позднее названные электронами). Стало очевидным, что атом обладает внутренней структурой. Это открытие указывало, что атом, по-видимому, должен содержать и положительные заряды. Томсон предположил, что электроны рассеяны в положительно заряженном атоме, подобно «изюминкам в булке». Эта модель не позволяла объяснить некоторые свойства атомов, однако более совершенную модель удалось создать лишь после открытия радиоактивного излучения. Явление радиоактивности было открыто Беккерелем, который обнаружил, что атому урана самопроизвольно испускают излучение. Известны 3 формы этого излучения: бета частицы (отрицательно заряженные электроны), альфа частицы (положительно заряженные ядра гелия, состоящие из двух протонов и двух нейтронов) и гамма-излучение (коротковолновое электромагнитное излучение, не несущее заряда).

1.1. Модель атома Резерфорда.

В 1911 г. Эрнест Резерфорд (1871 – 1937) предложил совершенно новую модель атома, основанную на результатах его собственных экспериментов и экспериментов Ханса Гейгера (1882 – 1945), в которых измерялось рассеяние альфа частиц при прохождении через золотую фольгу. Согласно модели Резерфорда, положительный заряд и основная масса атома сосредоточены в центральном ядре, вокруг которого движутся электроны. Сегодня мы знаем, что атом представляет собой почти пустое пространство с крошечным ядром, размеры которого в десятки тысяч раз меньше размеров атома в целом. Сами атомы тоже предельно малы: 10 млн. атомов, выстроенные в ряд, составят всего 1 мм.

Позже Резерфорд установил, что положительный заряд ядра несут частицы в 1836 раз более тяжелые, чем электрон. Он назвал их протонами. Заряд протона равен по величине, но противоположен по знаку заряду электрона. Простейший атом – атом водорода – состоит из одного протона (ядра) и одного электрона, движущегося вокруг него.

Более тяжелые ядра содержат большее число протонов (это число называют атомным номером), причем оно всегда равно числу окружающих ядро электронов. Позднее было установлено, что все ядра атомов, за исключением ядра водорода, содержат также частицы и другого типа – незаряженные частицы (названные поэтому нейтронами) с массой, почти равной массе протона.

1.2. Создание модели атома: квантовая теория и спектроскопия.

Датский физик Нильс Бор (1885 – 1962), сделавший следующий важный шаг на пути создания модели атома, опирался при этом на две другие области исследований. Первая из них – квантовая теория, вторая – спектроскопия. Впервые идея квантования была высказана Максом Планком (1858 – 1947) в 1900 г. для объяснения механизма излучения тепла (и света) нагретым телом. Планк показал, что энергия может излучаться и поглощаться только определенными порциями, или квантами.

Основы спектроскопии были заложены еще Исааком Ньютоном (1642 – 1727): он пропустил луч солнечного света через стеклянную призму, разложив его на совокупность цветов видимого спектра. В 1814 г. Йозеф Фраунгофер (1787 – 1826) открыл, что спектр солнечного света содержит несколько темных линий, соответствующих, как было установлено позже, линиям в спектре испускания водорода, в котором произошел электрический разряд.

Бор доказал, что движущийся электрон в атоме водорода может существовать только на фиксированных орбитах, а спектральные линии водорода соответствуют поглощению (темные линии) или излучению (светлые линии) кванта энергии; эти процессы происходят, когда электрон «перепрыгивает» с одной фиксированной орбиты на другую. Модель Бора, позднее усовершенствованная Арнольдом Зоммерфельдом (1868 – 1951), позволила добиться успехов в объяснении спектра водорода.

Согласно современной квантовой теории, фиксированные орбиты Бора не следует представлять слишком буквально – в действительности электрон в атоме с некоторой вероятностью может быть обнаружен в любом месте, а не только вблизи орбиты. Это – следствие квантовой механики, которая была в основном сформулирована Вернером Гейзенбергом (1901 – 1976) и Эрвином Шредингером (1887 – 1961). В ее основе лежит так называемый принцип неопределенности Гейзенберга. В результате орбиты Бора оказались не точными траекториями электрона, а местами его наиболее вероятного обнаружения в атоме. Согласно идее корпускулярно-волнового дуализма, впервые высказанной Луи де Бройлем, субатомные частицы можно описывать так же, как и свет, в том смысле, что в одних случаях для этого целесообразно пользоваться понятием «частица», а в других – «волна». Так, «пучок» электронов ведет себя как совокупность частиц в катодных лучах, но как совокупность волн в электронном микроскопе. Однако, с точки зрения химии, представление об атоме, как о мельчайшей частичке материи, принимающей участие в химических реакциях, по-прежнему остается наиболее удобным.

1. **Атомная энергетика.**

# Ядерная энергия играет исключительную роль в современном мире: ядерное оружие оказывает влияние на политику, оно нависло угрозой над всем, живущим на Земле. А пока человечество стремится утолить свои непрерывно растущие потребности в энергии путем беспредельного развития ядерной энергетики, радиоактивные отходы загрязняют нашу планету. В действительности жизнь на Земле всегда зависела от ядерной энергии: ядерный синтез питает энергией Солнце, радиоактивные процессы в недрах Земли нагревают ее жидкое ядро влияют на подвижность материковых плит. Ядерная энергия выделяется, во-первых, при радиоактивном распаде и делении атомного ядра, а во-вторых, с процессе синтеза – слияния легких ядер в более тяжелые.

# **Радиоактивность – ее открытие и природа.**

Радиоактивность была открыта Антуаном Беккерелем (1852 – 1908). После получения радия стало ясно, что радиоактивный процесс сопровождается выделением огромного количества энергии. Распад радия происходит в несколько стадий, при этом выделяется в 2\*105 раз больше энергии, чем при сгорании такой же массы угля. Ядро атома имеет диаметр порядка 10-12 сантиметров и состоит из протонов (положительно заряженных частиц) и нейтронов (нейтральных частиц с массой, почти равной массе протона). Только ядро водорода состоит лишь из одного-единственного протона (и не содержит нейтронов). Большинство элементов представляет собой смесь изотопов, ядра которых различаются числом нейтронов.

* 1. **Получение ядерной энергии.**

Получение ядерной энергии в больших количествах впервые было достигнуто в цепной реакции деления ядер урана. Когда изотоп уран-235 поглощает нейтрон, ядро урана распадается на две части и при этом вылетают два – три нейтрона. Если из числа нейтронов, образующихся после каждого акта деления, в следующем участвует в среднем более одного нейтрона, то процесс экспоненциально нарастает, приводя к неуправляемой цепной реакции.

Для преобразования ядерной энергии в электрическую этот процесс необходимо замедлить и сделать управляемым; тогда его можно использовать для получения тепла, которое затем превращается в электричество. Ядерный реактор – это своего рода «печка». Вероятность деления ядра урана-235 велика, если последний движется сравнительно медленно (со скоростью около 2 км/c). Для замедления нейтронов в ядерный реактор помещают специальные материалы, называемые замедлителями.

* 1. **Ядерные реакторы: классификация.**

Ядерные реакторы можно классифицировать по типу применяемых в них замедлителей: реакторы на графите, на воде и на тяжелой воде. Тяжелой называется вода, в которой обычный водород заменен его тяжелым изотопом – дейтерием. Тяжелая вода поглощает значительно больше электронов, чем обычная.

Для поддержания цепной реакции необходимо определенное количество делящегося вещества. Если в реакторе теряется в результате поглощения или испускания больше нейтронов, чем возникает, то реакция не будет самоподдерживающейся. Если же, наоборот, нейтронов возникает больше, чем теряется, то реакция становится самоподдерживающейся и нарастающей. Минимальное количество вещества, обеспечивающее самоподдерживающееся протекание реакции, называется *критической массой*. Для нормальной работы ядерного реактора поток нейтронов должен поддерживаться постоянным на требуемом уровне. Режим работы реактора регулируют, вдвигая и выдвигая стержни из поглощающего материала.

2.4. Термоядерная энергия – основа энергетики будущего.

Первая половина 20 века завершилась крупнейшей победой науки – техническим решением задачи использования громадных запасов энергии тяжелых атомных ядер – урана и тория. Этого вида топлива, сжигаемого в атомных котлах, не так уж много в земной коре. Если всю энергетику земного шара перевести на него, то при современных темпах роста потребления энергии урана и тория хватит лишь на 100 – 200 лет. За этот же срок исчерпаются запасы угля и нефти.

Вторая половина 20 века будет веком термоядерной энергии. В термоядерных реакциях происходит выделение энергии в процессе превращения водорода в гелий. Быстро протекающие термоядерные реакции осуществляются, как говорилось выше, в водородных бомбах. Сейчас перед наукой стоит задача осуществления термоядерной реакции не в виде взрыва, а в форме управляемого, спокойно протекающего процесса. Решение этой задачи даст возможность использовать громадные запасы водорода на Земле в качестве ядерного топлива.

В термоядерных реакторах, безусловно, будет использоваться не обычный, а тяжелый водород. В результате использования водорода с атомным весом, отличным от наиболее часто встречающегося в природе, удастся получить ситуацию, при которой литр обычной воды по энергии окажется равноценен примерно 400 литрам нефти. Элементарные расчеты показывают, что дейтерия (разновидность водорода, которая будет использоваться в подобных реакциях) хватит на земле на сотни лет при самом бурном развитии энергетики, в результате чего проблема заботы о топливе отпадет практически навсегда.

1. **Атомное оружие.**

Атомное оружие – самое мощное оружие на сегодняшний день, находящееся на вооружении пяти стран-сверхдежав: России, США, Великобритании, Франции и Китая. Существует также ряд государств, которые ведут более-менее успешные разработки атомного оружия, однако их исследования или не закончены, или эти страны не обладают необходимыми средствами доставки оружия к цели, что делает его бессмысленным. Индия, Пакистан, Северная Корея, Ирак, Иран имеют разработки ядерного оружия на разных уровнях, ФРГ, Израиль, ЮАР и Япония теоретически обладают необходимыми мощностями для создания ядерного оружия в сравнительно короткие сроки.

Трудно переоценить роль ядерного оружия. С одной стороны, это мощное средство устрашения, с другой – самый эффективный инструмент укрепления мира и предотвращения военного конфликтами между державами, которые обладают этим оружием. С момента первого применения атомной бомбы в Хиросиме прошло 52 года. Мировое сообщество близко подошло к осознанию того, что ядерная война неминуемо приведет к глобальной экологической катастрофе, которая сделает дальнейшее существование человечества невозможным. В течение многих лет создавались правовые механизмы, призванные разрядить напряженность и ослабить противостояние между ядерными державами. Так например, было подписано множество договоров о сокращении ядерного потенциала держав, была подписана Конвенция о Нераспространении Ядерного Оружия, по которой страны-обладателя обязались не передавать технологии производства этого оружия другим странам, а страны, не имеющие ядерного оружия, обязались не предпринимать шагов для его разработки; наконец, совсем недавно сверхдержавы договорились о полном запрещении ядерных испытаний. Очевидно, что ядерное оружие является важнейшим инструментом, который стал регулирующим символом целой эпохи в истории международных отношений и в истории человечества.

**3.1. Современные атомные бомбы и снаряды.**

В зависимости от мощности атомного заряда атомные бомбы, снаряды делят на калибры: малый, средний и крупный. Чтобы получить энергию, равную энергии взрыва атомной бомбы малого калибра, нужно взорвать несколько тысяч тонн тротила. Тротиловый эквивалент атомной бомбы среднего калибра составляет десятки тысяч, а бомбы крупного калибра – сотни тысяч тонн тротила. Еще большей мощностью может обладать термоядерное (водородное) оружие, его тротиловый эквивалент может достигать миллионов и даже десятков миллионов тонн.

Атомные бомбы, тротиловый эквивалент которых равен 1- 50 тыс. т, относят к классу тактических атомных бомб и предназначают для решения оперативно-тактических задач. К тактическому оружию относят также артиллерийские снаряды с атомным зарядом мощность 10 – 15 тыс. т. и атомные заряды (мощностью около 5 – 20 тыс. т) для зенитных управляемых снарядов и снарядов, используемых для вооружения истребителей. Атомные и водородные бомбы мощностью свыше 50 тыс. т относят к классу стратегического оружия.

Нужно отметить, что подобная классификация атомного оружия является лишь условной, поскольку в действительности последствие применения тактического атомного оружия могут быть не меньшими, чем те, которые испытало на себе население Хиросимы и Нагасаки, а даже большими.

Сейчас очевидно, что взрыв только одной водородной бомбы способен вызвать такие тяжелые последствия на огромных территориях, каких не несли с собой десятки тысяч снарядов и бомб, применявшихся в прошлых мировых войнах. А нескольких водородных бомб вполне достаточно, чтобы превратить в зону пустыни огромные территории.

Ядерное оружие подразделяется на 2 основных типа: атомное и водородное (термоядерное). В атомном оружии выделение энергии происходит за счет реакции деления ядер атомов тяжелых элементов урана или плутония. В водородном оружии энергия выделяется в результате образования (или синтеза) ядер атомов гелия из атомов водорода. Виды термоядерного оружия будут рассмотрены ниже.

**3.2. Современное термоядерное оружие.**

Современное термоядерное оружие относится к стратегическому оружию, которое может применяться авиацией для разрушения в тылу противника важнейших промышленных, военных объектов, крупных городов как цивилизационных центров. Наиболее известным типом термоядерного оружия являются термоядерные (водородные) бомбы, которые могут доставляться к цели самолетами. Термоядерными зарядами могут начиняться также боевые части ракет различного назначения, в том числе межконтинентальных баллистических ракет. Впервые подобная ракета была испытана в СССР еще в 1957 году, в настоящее время на вооружения Ракетных Войск Стратегического Назначения состоят ракеты нескольких типов, базирующиеся на мобильных пусковых установках, в шахтных пусковых установках, на подводных лодках.

В основе действия термоядерного оружия лежит использование термоядерной реакции с водородом или его соединениями. В этих реакциях, протекающих при сверхвысоких температурах и давлении, энергия выделяется за счет образования ядер гелия из ядер водорода, или из ядер водорода и лития. Для образования гелия используется, в основном, тяжелый водород – дейтерий, ядра которого имеют необычную структуру – один протон и один нейтрон. При нагревании дейтерия до температур в несколько десятков миллионов градусов его атому теряют свои электронные оболочки при первых же столкновениях с другими атомами. В результате этого среда оказывается состоящей лишь из протонов и движущихся независимо от них электронов. Скорость теплового движения частиц достигает таких величин, что ядра дейтерия могут сближаться и благодаря действию мощных ядерных сил соединяться друг с другом, образуя ядра гелия. Результатом этого процесса и становится выделения энергии.

Принципиальная схема водородной бомбы такова. Дейтерий и тритий в жидком состоянии помещаются в резервуар с теплонепроницаемой оболочкой, которая служит для длительного сохранения дейтерия и трития в сильно охлажденном состоянии (для поддержания из жидкостного агрегатного состояния). Теплонепроницаемая оболочка может содержать 3 слоя, состоящих из твердого сплава, твердой углекислоты и жидкого азота. Вблизи резервуара с изотопами водорода помещается атомный заряд. При подрыве атомного заряда изотопы водорода нагреваются до высоких температур, создаются условия для протекания термоядерной реакции и взрыва водородной бомбы. Однако, в процессе создания водородных бомб было установлено, что непрактично использовать изотопы водорода, так как в таком случае бомба приобретает слишком большой вес (более 60 т.), из-за чего нельзя было и думать об использовании таких зарядов на стратегических бомбардировщиках, а уж тем более в баллистических ракетах любой дальности. Второй проблемой, с которой столкнулись разработчики водородной бомбы была радиоактивность трития, которая делала невозможным его длительное хранение.

В ходе исследования 2 вышеуказанные проблемы были решены. Жидкие изотопы водорода были заменены твердым химическим соединением дейтерия с литием-6. Это позволило значительно уменьшить размеры и вес водородной бомбы. Кроме того, гидрид лития был использован вместо трития, что позволило размещать термоядерные заряды на истребителях бомбардировщиках и баллистических ракетах.

Создание водородной бомбы не стало концом развития термоядерного оружия, появлялись все новые и новые его образцы, была создана водородно-урановая бомба, а также некоторые ее разновидности – сверхмощные и, наоборот, малокалиберные бомбы. Последним этапом совершенствования термоядерного оружия стало создания так называемой «чистой» водородной бомбы, которая будет описана ниже.

**3.3. Чистая водородная бомба.**

Первые разработки этой модификации термоядерной бомбы появились еще в 1957 году, на волне пропагандистских заявлений США о создании некоего «гуманного» термоядерного оружия, которое не несет столько вреда для будущих поколений, сколько обычная термоядерная бомба. В претензиях на «гуманность» была доля истины. Хотя разрушительная сила бомбы не была меньшей, в то же время она могла быть взорвана так, чтобы не распространялся стронций-90, который при обычном водородном взрыве в течение длительного времени отравляем земную атмосферу. Все, что находится в радиусе действия подобной бомбы, будет уничтожено, однако опасность для живых организмов, которые удалены от взрыва, а также для будущих поколений, уменьшится.

Однако данные утверждения были опровергнуты учеными, которые напомнили, что при взрывах атомных или водородных бомб образуется большое количество радиоактивной пыли, которая поднимается мощным потоком воздуха на высоту до 30 км, а потом постепенно оседает на землю на большой площади, заражая её. Исследования, проведенные учеными, показывают, что понадобится от 4 до 7 лет, чтобы половина этой пыли выпала на землю.

**4. Атом и экология.**

Долгое время существовала угроза нанесения большого вреда экологии нашей планеты за счет выброса радиоактивных веществ при ядерных испытаниях (главным образом при атмосферных) испытаниях. Необходимо учитывать, что количество веществ, образующихся при взрыве, зависит от калибра бомбы. Установлено, что радиоактивное заражение в основном определяется «осколками» деления ядер вещества, составляющего заряд бомб – урана или плутония. У современных водородных бомб, работающих по схеме: расщепление – ядерное соединение – расщепление, образуется огромное количество т.н. «осколков» деления. Часть из них возникает при взрыве атомного детонатора и большая часть – при расщеплении урановой оболочки. В результате некоторое количество радиоактивных веществ образуется в земле, воде и окружающих предметах.

Количество радиоактивных веществ, выпадающих на землю, зависит и от вида взрыва – воздушный, наземный, подводный, подземный (в двух последних случаях загрязнение земли минимально). Само собой разумеется, что ни о каком влиянии на выпадение радиоактивных элементов на землю при космических взрывах говорить не приходится. Наибольшее количество радиоактивных веществ выпадает при наземном взрыве, особенно в районе взрыва. Метеоусловия играют также важную роль: Китай в свое время проводил наземные и атмосферные ядерные испытания в непосредственной близости от границы с СССР (Киргизией) в те моменты, когда ветер имел направление в сторону СССР. Таким образом, облака радиоактивной пыли относились ветром вглубь нашей территории, и выпадавшая из них пыль рассеивалась уже на ней.

Из всех радиоактивных веществ, выпадавших на землю, наиболее опасным являлся стронций-90, период полураспада которого равен 25 годам. Попадая внутрь организма человека или животных в виде пыли, стронций, подобно кальцию, отлагается в костных тканях, что в последствие приводит к появлению опухолей различных типов и тяжести.

В этой связи трудно переоценить роль договора о запрещении ядерных испытаний в трех сферах (на земле, под водой и в космосе), подписанного держававами-обладателями ядерного оружия. Совсем недавно, после того как Франция закончила свои испытания на атолле Морророа в Тихом океане, все 5 сверх держав, обладающие ядерным оружием, заявили о полном прекращении ядерных испытаний. Это было достигнуто в значительной степени благодаря осознанию той страшной угрозы, которую несет в себе продолжение испытаний ядерного оружия, а также благодаря созданию технологий компьютерного моделирования ядерных взрывов.