

Тяжёлая вода

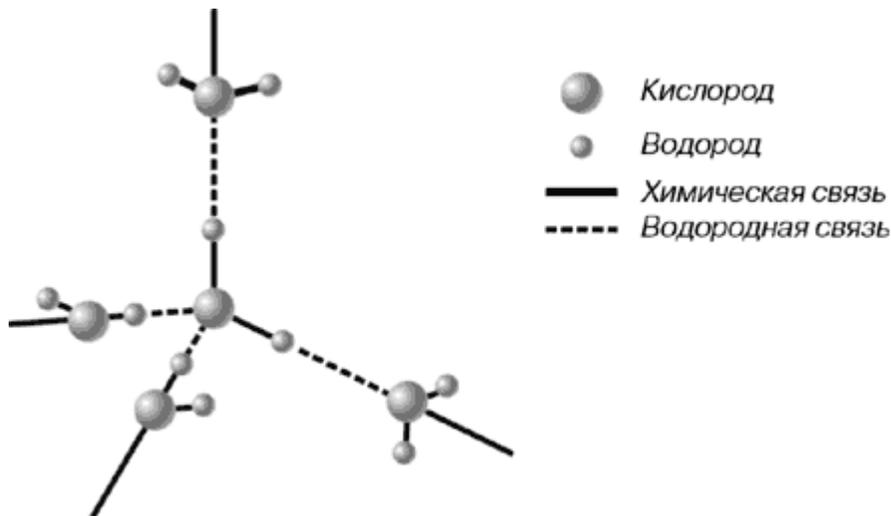


Рис. 1. Молекулы обычной воды или протиевой воды H_2O

Вода в природе бывает нескольких «сортов»:

- Обычная, или протиевая (H_2O). (1H называется протий)
- Тяжелая, или дейтериевая (D_2O) вода. Это когда в молекуле воды вместо водорода находится дейтерий (дейтерий – это изотоп водорода, у которого в ядре кроме протона есть и нейтрон)
- Сверхтяжелая, или тритиевая (T_2O) вода. Это когда в молекуле воды вместо водорода находится тритий (тритий – это изотоп водорода, у которого в ядре кроме протона есть ещё 2 нейтрона). Но ее в природе почти нет.

Если мы откроем водопроводный кран и наберем чайник, то там будет не однородная вода, а ее смесь. При этом дейтериевых «вкраплений» окажется очень немного – примерно 150 граммов на тонну. Получается, что тяжелая вода есть повсюду – в каждой капле!

Надо также заметить, что **происхождение тяжелой воды, по-видимому, сугубо земное** – в космосе ее следов не обнаружено. Дейтерий образуется из протия вследствие захвата им нейтрона космического излучения. **Мировой океан, ледники, атмосферная влага – вот природные «фабрики» тяжелой воды.**

В 1 т речной воды присутствует около 150 г тяжелой. В океанской воде ее чуть больше: на 1 т приходится 165 г. В озерах тяжелой воды обнаружено на 15-20 г больше, чем в реках, из расчета на 1 т. Любопытно отметить, что дождевая вода содержит больше окиси дейтерия, чем снег. Такие различия кажутся странными, ведь то и другое - осадки атмосферного происхождения. Да, источник один, а содержание тяжелой воды разное. Таким образом, речные, озерные, грунтовые и

морские воды весьма несхожи по изотопному составу и, следовательно, как объекты, используемые для получения тяжелой воды, далеко не равнозначны.

Свойства тяжелой воды:

- **Основные физические константы обычной и тяжелой воды существенно различаются.** Обычная вода, ее водяной пар и лед, состав которых выражается химической формулой H_2O , имеет молекулярную массу 18,0152 г. Лед образуется при $0^\circ C$ (273 K), а закипает вода при $100^\circ C$ (373 K). Тяжелая вода превращается в лед при $3,813^\circ C$, а пар образуется при $101,43^\circ C$. По вязкости тяжелая вода на 20 % превосходит обычную воду, а максимальная плотность наблюдается при температуре $11,6^\circ C$. Ее химическая формула D_2O , где водород заменен на дейтерий, атомная масса которого в 2 раза больше. Окись дейтерия имеет молекулярную массу 20,027. Удельная масса ее на 10 % выше, чем у обычной воды. Вот почему она и называется тяжелой водой
- **Присутствие тяжелой воды в обычной замедляет обмен веществ,** способствует старению организма. Случаи долгожительства на Кавказе некоторые исследователи связывают с меньшим количеством окиси дейтерия в горных потоках ледникового и атмосферного происхождения. Возникновение пустынь, исчезновение оазисов и гибель даже целых цивилизаций древности нередко приписывают накоплению окиси дейтерия в питьевой воде. Однако пока это все только гипотезы, туманные догадки, не подтвержденные экспериментальными результатами.
- **Химические соединения, различные по изотопному составу, по химическим свойствам почти неразличимы.** Но сходство в свойствах изотопных соединений прекращается, когда вопрос касается кинетических и ядерных характеристик. Молекула, содержащая тяжелый изотопный атом, при той же температуре движется с меньшей скоростью, при столкновении таких частиц иначе протекает обмен кинетической энергией. **А самое главное — изменяется способность вступать в ядерные превращения.** Все эти-то свойства резко отличают тяжелую воду от любой другой воды с иным изотопным составом: ведь в ее состав входит тяжелый водород.

Применение тяжёлой воды

- В наши дни **тяжелая вода успешно применяется в атомной энергетике для замедления нейтронов в ядерных реакторах.** Роль тяжёлой воды как замедлителя в атомном котле очень важна. Когда ядро урана-235 распадается на два атомных ядра-осколка, из него одновременно вылетают два или три нейтрона. Скорость их огромна, она превышает 20 000 км/с. Эти быстрые нейтроны не могут сами вызвать

новый распад в других атомах урана. Они пролетят мимо них с такой быстротой, что просто не успеют прореагировать.

Нейтроны нужно замедлить примерно до 2,2 км/с, так чтобы они пришли в равновесие с тепловым движением окружающих молекул. При этом энергия нейтронов должна уменьшиться почти в 60 млн. раз. Далеко не всякое вещество пригодно в качестве замедлителя. Выбор очень ограничен. Во-первых, оно не должно поглощать нейтроны, вступая само в ядерные реакции, а во-вторых, оно должно состоять обязательно из легких элементов с малыми массовыми числами. При соударении с тяжелым ядром скорость нейтрона почти не изменяется, точно так же как почти не изменяется скорость мяча, отскакивающего при ударе о стенку. Тяжелый водород их почти не поглощает. Нейтрону, попавшему в тяжелую воду, достаточно всего 25 раз столкнуться с тяжелым водородом, чтобы потерять свою высокую энергию и приобрести способность взаимодействовать с ураном

- Тяжёлая вода также нужна чтобы исследовать механизм многих химических, физических и биологических процессов. **Атомы тяжелого водорода — наиболее важные меченые атомы. Их, как разведчиков в бой, направляют химики в исследуемые реакции, чтобы проследить за ее ходом.**
- Дейтерий, получаемый из тяжёлой воды использовался для создания термоядерного оружия.
Если для атомного взрыва используется цепная реакция деления радиоактивных элементов, то **для взрыва водородной бомбы используется реакция синтеза (объединения) легких химических элементов — изотопов водорода дейтерия и трития, при которой происходит выделение гигантской энергии.** Однако эта реакция синтеза может происходить при очень высокой температуре — порядка нескольких миллионов градусов. А такую высокую температуру дает взрыв атомной бомбы, применяемой в качестве запала для водородной бомбы. Поэтому она называется термоядерной. Чем больше используется дейтерия и трития, тем больше мощность взрыва. Таким образом, мощность водородной бомбы ничем не ограничена. В этом ее особая опасность
- **Дейтерий - ядерное топливо для энергетики будущего, основанной на управляемом термоядерном синтезе.**

Информацию подготовила Е.А.