**Водород**

**Атом, молекула, ядерные свойства.**

**Строение атома.**

В центре атома находится положительное заряженное ядро. Вокруг вращается отрицательно заряженный электрон.

Электронная формула: 1s1

m прот. = 1,00783 (а.е.м.)

m нейтр.= 1,00866 (а.е.м.)

m протона = m электрона

**Изотопы.**

Изотоп: 3Н (тритий - лат. Tritium, от греч. tritos — третий), T.

Краткая характеристика: сверхтяжелый радиоактивный изотоп водорода с массовым числом 3. Период полураспада 12,35 года. Открыт английскими учеными Э. Резерфордом, М. Л. Олифантом и П. Хартеком в 1934. Входит в состав термоядерного заряда. Распространение в природе.

Число протонов в ядре - 1. Число нейтронов в ядре - 2. Число нуклонов - 3.Е связи = 931,5(1\*m пр.+2\*m нейтр-М(Н3)) = 23,43 (МЭВ)Е удельн. = Е связи/N нуклонов = 7,81 (МЭВ/нукл.)

Альфа-распад невозможенБета-распад: H(Z=1,M=3)-->He(Z=2,M=3)+e(Z=-1,M=0)-0,47(МЭВ)Позитронный распад невозможенЭлектронный захват невозможен

Изотоп: 2H (дейтерий - лат. deuterium, от греч. deuteros — второй), D.

Краткая характеристика: тяжелый водород, стабильный изотоп водорода с массовым числом 2. Ядро атома (дейтрон) состоит из протона и нейтрона. С кислородом образует тяжелую воду. Открыт Г. Юри в 1932.

Изотоп: 1H (протий - лат. Protium от греч. protos — первый).

Краткая характеристика: стабильный и наиболее распространенный (99,98%) изотоп водорода с массовым числом 1. Ядро атома протия — протон.

**Химические свойства водорода.**

Атом водорода имеет всего один электрон, поэтому при образовании химических соединений может легко отдавать его, либо образовывать одну общую электронную пару, либо присоединять еще один электрон, образуя двухэлектронную внешнюю оболочку, как у благородного газа гелия. Из-за малого заряда ядра атом водорода сравнительно слабо притягивает электроны и может присоединять их только в том случае, когда другой элемент легко их отдает. Такими элементами являются щелочные и щелочноземельные металлы, которые при нагревавши в атмосфере водорода образуют солеобразные соединения - гидриды:

2 К+ Н2 = 2 КН (гидрид калия)Са + Н2 = СаН2 (гидрид кальция) Для водорода более характерны соединения, в которых он проявляет положительную степень окисления. Он взаимодействует со многими неметаллами. В зависимости от активности неметаллов реакция может протекать с различной скоростью. Так, со фтором водород взаимодействует всегда со взрывом:F2 + H2 = 2 НF {фтороводород) Хлор взаимодействует с водородом значительно спокойнее: в темноте и без нагревания реакция протекает довольно медленно, на свету - значительно быстрее, а при наличии инициатора (искра, нагревание) - моментально и со взрывом. Поэтому смесь хлора и водорода является гремучей и требует чрезвычайной осторожности в обращении. Водород хорошо горит в атмосфере хлора. Во всех случаях реакция водорода с хлором протекает по уравнениюН2 + Сl2 = 2 НСl (хлороводород) С бромом и иодом водород реагирует очень медленно.

С другими неметаллами водород реагирует либо при высокой температуре, либо при высоких. температуре и давлении. Например, с серой водород реагирует только при нагревании, а с азотом - при нагревании и высоком давлении:Н2 + S = Н2S (сероводород)3 H2 + N2 = 2 NН3 (аммиак) Водород может отнимать кислород или галогены от многих металлов и неметаллов. В этом случае он выступает как восстановитель:

СuСl2 + Н2 = Сu + 2 НСl Эти реакции используются в металлургии для получения свободных металлов. Они, как правило, протекают при высоких температурах. Чем активнее металл, тем более высокая температура требуется для его восстановления. Водород не поддерживает горение обычных горючих веществ (являющихся соединениями углерода). Так, зажжённая свеча гаснет в нём. Однако, например, кислород горит в атмосфере водорода. Отсюда видна относительность понятия "поддерживает" или "не поддерживает" горения. Обычно его относят именно к горению соединений углерода.

Сам водород горит и в чистом кислороде, и на воздухе, причём продуктом сгорания является вода. При поджигании смеси обоих газов ("гремучего газа") взаимодействие протекает со взрывом. Если вместо поджигания привести эту смесь в соприкосновение с очень малым количеством мелко раздробленной платины (играющей роль катализатора), то реакция протекает быстро, но спокойно.

Реакция образования воды из водорода и кислорода сильно экзотермична:

2 Н2 + О2 = 2 Н2О + 573 кДж Помимо прямого соединения с кислородом водород способен отнимать его от оксидов многих элементов: Cu, Pb, Hg и др. В результате из оксида получается свободный элемент, например:

СuO + H2 = H2O + Cu + 130 кДж.

Однако эти реакции, в которых водород выступает как восстановитель, протекают лишь при нагревании. При высоких давлениях водород вытесняет некоторые металлы также из растворов их солей.

Опыт показывает, что химическая активность водорода иногда сильно повышается. Это наблюдается тогда, когда реагирующие с ним вещества находятся в непосредственном контакте с выделяющимся водородом. Повышенную активность такого водорода "в момент выделения" ("in statu nascendi") объясняется тем, что реагируют не молекулы Н2, а атомы. Действительно, при реакциях получения водорода (например, действием цинка на кислоту) первоначально выделяются именно отдельные атомы. Если же у места их выделения имеется вещество, способное с ними реагировать, то такая реакция может происходить без предварительного образования молекул Н2.

Это представление было косвенно подтверждено, когда удалось получить атомарный водород в газообразном состоянии и изучить его реакционную способность. Оказалось, что он значительно активнее молекулярного. Так, атомарный водород уже при обычных условиях соединяется с серой, фосфором, мышьяком и т. д., восстанавливает оксиды многих металлов, вытесняет некоторые металлы (Cu, Pb, Ag и др.) из их солей и вступает в другие химические реакции, на которые при тех же условиях не способен обычный молекулярный водород.

При химических взаимодействиях с участием обычного водорода молекула его должна распадаться на атомы. Но сама реакция такого распада (диссоциация на атомы) сильно эндотермична:

Н2 + 435 кДж = Н + Н.

Очевидно, что затрачиваемая на эту реакцию энергия (энергия диссоциации) должна быть восполнена энергией, выделяющуюся при взаимодействии атомов водорода с введённым в реакцию веществом. Следовательно, можно ожидать, что реакция водорода, при которых выделяется менее 435 кДж/моль, не будет протекать самопроизвольно. В случае взаимодействия веществ с атомарным водородом такой затраты энергии на диссоциацию уже не требуется. Поэтому здесь и возможен значительно более широкий круг реакций.

Атомарный водород удобно получать действием на обычный водород тихого электрического разряда. При этом часть молекул распадается на атомы, которые под уменьшенным давлением соединяются в молекулы не моментально, благодаря чему и могут быть изучены химические свойства атомарного водорода. Аналогично водороду может быть получен в атомарном состоянии и кислород. Его химическая активность при переходе в атомарное состояние тоже резко возрастает.

Большое количество энергии, выделяющейся при образовании молекулы водорода, объясняет её устойчивость при обычных условиях. Вместе с тем оно же наводит на мысль о возможности термической диссоциации (разложения при нагревании) молекулы Н2, если сообщить ей достаточное количество тепла. Опыт показывает, что заметная термическая диссоциация водорода начинается примерно с 2000 °С и происходит тем в большей степени, чем выше температура. Наоборот, при понижении температуры отдельные атомы вновь соединяются в молекулы.

Термическая диссоциация водорода (под обычным давлением) характеризуется следующими данными:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Абсолютная температура, К | 2000 | 2500 | 3000 | 3500 | 4000 | 5000 |
| Диссоциированная часть, % | 0,088 | 1,31 | 8,34 | 29,6 | 63,9 | 95,8 |

Переход водорода в атомарное состояние может вызываться также излучением с длинами волн менее 85 нм. Этим и обусловлено резкое преобладание атомарного водорода над молекулярным в космическом пространстве.

Соединение атомов водорода в молекулы протекает значительно быстрее на поверхности металлов, чем в самом газе. При этом металл воспринимает ту энергию, которая выделяется при образовании молекул и нагревании до очень высоких температур. Последнее создаёт возможность технического использования атомарного водорода для атомно-водородной сварки металлов: между двумя вольфрамовыми стержнями создаётся электрическая дуга, сквозь которую по облегающим стержни трубкам пропускается ток водорода. При этом часть молекул Н2 распадается на атомы, которые затем вновь соединяются на металлической поверхности, помещенной недалеко от дуги. Таким путём металл может быть нагрет выше 3500 °С. В этих условиях происходит быстрая и прочная сварка отдельных его кусков. Большим достоинством атомно-водородной сварки является равномерность нагрева, позволяющая сваривать даже тонкие металлические детали.

Соединение атомов водорода осуществляется гораздо легче на твёрдой поверхности. При реакции по схеме Н + Н = Н2 молекула водорода заключает в себе и кинетическую энергию обоих соединяющихся атомов, и энергию их взаимодействия. В сумме это даёт запас энергии, с избытком превышающий энергию диссоциации молекулы Н2 на атомы. Такая диссоциация не происходит только в том случае, если молекула быстро освобождается от избытка энергии, передавая его какой-либо другой частице. В самом газе это может осуществляться лишь путём тройного столкновения по схеме Н + Н + Х = Н2 + Х, где Х - частица, принимающая избыток энергии. Но вероятность тройного столкновения несравненно меньше вероятности двойного, и поэтому в газе рекомбинация (обратное соединение) атомов Н идёт сравнительно медленно. Напротив, у твёрдой поверхности к образованию молекулы может вести каждое двойное столкновение атомов Н, так как воспринимающая избыток энергии частица (в виде атома или молекулы вещества самой поверхности) всегда имеется.

Если в колбу электрической лампы ввести водород (вместо аргона), то около раскалённой вольфрамовой нити будут происходить частичная диссоциация молекул Н2 на атомы. Энергия рекомбинации последних на покрытой специальным составом (люминофором) внутренней поверхности колбы вызывает её интенсивное свечение. Было показано, что от таких ламп при равной мощности можно получить значительно больше света, чем от обычных.

**Нахождение водорода в природе.**

Водород является одним из наиболее распространённых элементов - его доля составляет 0,88% от массы всех трёх оболочек земной коры (атмосферы, гидросферы и литосферы), что при пересчёте на атомные проценты даёт цифру 15,5.

Основное количество этого элемента находится в связанном состоянии. Так, вода содержит его около 11 вес. %, глина - около 1,5% и т. д. В виде соединений с углеродом водород входит в состав нефти, горючих природных газов и всех организмов.

Свободный водород состоит из молекул Н2. Он часто содержится в вулканических газах. Частично он образуется также при разложении некоторых органических остатков. Небольшие его количества выделяются зелёными растениями. Атмосфера содержит около 10-5 объёмн. % водорода.

В природе водород образуется главным образом при разложении органических веществ, например целлюлозы или белков, некоторыми видами бактерий. Большие его количества освобождаются при коксовании угля; поэтому светильный и коксовый газы в среднем состоят на 50 объёмн. % из свободного водорода. В последнее время коксовый газ стали технически перерабатывать на водород, сжижая его и выделяя водород как трудно конденсирующийся газ.