

*Космос, звездный небосвод
на три четверти по массе
составляет водород,
в недрах Солнца «выгорая»,
нам тепло и свет дает!*

§ 18. Водород — химический элемент и простое вещество

Прежде чем приступить к знакомству с водородом как с химическим элементом и простым веществом, узнаем, кто же открыл водород и как это случилось.

История открытия водорода

Уже с XVI в. было известно, что при растворении железа в кислотах выделяется какой-то газ. В 1766 г. английский ученый Генри Кавендиш впервые исследовал некоторые его свойства. В частности, оказалось, что при поджигании чистого газа он спокойно горит бледно-голубым пламенем, а его смесь с воздухом при этом взрывается! Это впечатлило ученого, и он назвал этот газ «горючим воздухом». Поскольку именно Г. Кавендиш первым описал важнейшие свойства водорода, его считают первооткрывателем этого простого вещества и соответствующего химического элемента.

Охарактеризуем химический элемент «водород» и познакомимся с некоторыми свойствами его атомов.

Водород — химический элемент

Вы помните, что элемент «кислород» обозначается символом **O** — первой буквой его латинского названия *Oxygenium*. По тому же принципу для обозначения химического элемента водорода используют символ **H** («аш») — первую букву латинского слова *Hydrogenium*. В переводе на русский язык оно значит «рождающий воду». Дело в том, что в результате соединения атомов водорода **H** с атомами кислорода **O** образуются, «рождаются» молекулы воды **H₂O**.

[illegible]

Чему же тогда равна относительная атомная масса водорода $A_r(\text{H})$? Известно, что она представляет собой число, показывающее, во сколько раз масса одного атома данного элемента больше $\frac{1}{12}$ части массы атома углерода, равной $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг. Поэтому:

$$A_r(\text{H}) = \frac{m_a(\text{H})}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})} = \frac{1,6735 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 1,008 \approx 1.$$

Таким образом, относительная атомная масса элемента водорода примерно равна 1 — это самое маленькое значение A_r по сравнению с другими элементами!

Из того, что $A_r(\text{O}) \approx 16$, а $A_r(\text{H}) \approx 1$, следует, что один атом кислорода примерно в 16 раз тяжелее атома водорода.

Водород — самый распространенный элемент во Вселенной. В Космосе его атомы присутствуют в звездах, в межзвездном пространстве, в атмосфере некоторых планет. Например, на долю атомов **H** приходится около половины массы Солнца.

На Земле атомы водорода содержатся в воде, в природном газе и нефти, в растениях, в организмах животных и людей.

Водород — простое вещество

Одиночные атомы водорода H , соединяясь попарно, образуют двухатомные молекулы простого вещества H_2 (рис. 55). Это вещество, как и химический элемент, называется «водород».

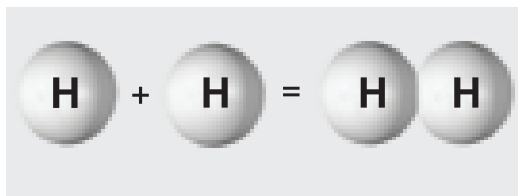


Рис. 55. Модель образования молекулы водорода

Рассчитаем относительную молекулярную массу простого вещества водорода, округлив значение $A_r(\text{H})$ до 1:

$$M_r(\text{H}_2) = 2 \cdot A_r(\text{H}) = 2 \cdot 1 = 2.$$

В воздухе у земной поверхности содержание простого вещества водорода H_2 очень мало. В верхних же слоях атмосферы оно больше и увеличивается по мере удаления от Земли. Простое вещество водород входит в состав атмосферы некоторых планет Солнечной системы — Юпитера, Сатурна, Урана.



На основе результатов недавних исследований Юпитера ученые высказали предположение, что под водородной атмосферой этой планеты находится океан из жидкого водорода. Глубина этого океана — десятки тысяч километров. Вероятно также, что ядро Юпитера состоит из твердого водорода.

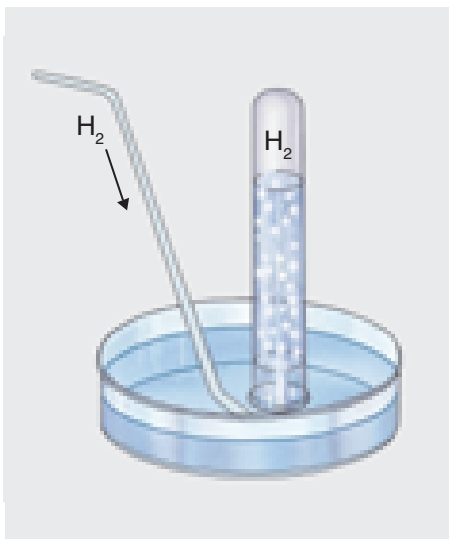
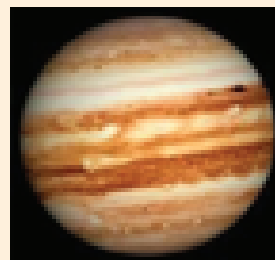


Рис. 56. Собираение водорода методом вытеснения воды

Физические свойства водорода

При обычных условиях простое вещество водород представляет собой бесцветный газ без вкуса и запаха. Он малорастворим в воде и намного легче ее. Поэтому при опускании в воду газоотводной трубки, по которой идет водород, его пузырьки устремляются вверх. Это позволяет собирать водород методом вытеснения воды (рис. 56). Плотность газообразного водорода составляет $0,089 \text{ г/дм}^3$. Это значит, что водород объемом 1 дм^3 (т. е. 1 л) имеет массу, равную всего лишь $0,089 \text{ г}$.

При температуре $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ газообразный водород переходит в жидкое агрегатное состояние, а при температуре $-259\text{ }^{\circ}\text{C}$ — в твердое. Жидкий водород является самой легкой жидкостью, а твердый водород — самым легким твердым веществом.

Поскольку относительная молекулярная масса водорода равна всего лишь 2, его молекулы являются самыми легкими из всех известных молекул. По этой причине газообразный водород легче всех других газов. Например, он в 16 раз легче кислорода, в 22 раза легче углекислого газа и в 14,5 раза легче воздуха. Чтобы убедиться в легкости водорода, возьмем три одинаковых воздушных шарика.

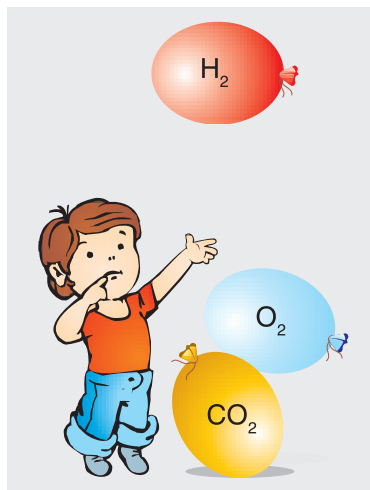


Рис. 57. Водород — самый легкий газ

Первый из них наполним водородом H_2 , второй — кислородом O_2 , а третий — углекислым газом CO_2 . Крепко завяжем шарики ниткой и одновременно выпустим их из рук. Шарики поведут себя по-разному (рис. 57). Шарик с водородом быстро поднимется к потолку, а шарики с углекислым газом и кислородом опустятся на пол, причем быстрее окажется на полу шарик с углекислым газом.

Поскольку в воздухе водород поднимается вверх, при собирании этого газа методом вытеснения воздуха пробирку располагают вверх дном (рис. 58).

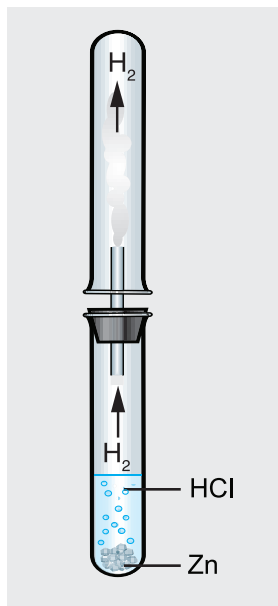


Рис. 58. Собираение водорода методом вытеснения воздуха



Раньше легкий водород использовали для заполнения воздушных шаров и дирижаблей. Первыми на воздушном шаре поднялись в воздух в 1783 г. французские физики Ф. Робер и Ж. Шарль. В августе 1887 г. полет на воздушном шаре, наполненном водородом, с научной целью совершил русский химик Д. И. Менделеев.

Из-за малой массы и крошечных размеров молекулы водорода способны проникать через стенки сосуда, в котором содержится этот газ. Убедимся в этом на примере того же шарика с водородом. Даже если тщательно завязать его ниткой, спустя некоторое время шарик сдуется. При повышенной температуре и давлении водород способен проникать и через стенки металлических сосудов.

Водород — наиболее распространенный элемент во Вселенной.

Простое вещество водород H_2 — самый легкий газ, без цвета, запаха и вкуса.

Водород малорастворим в воде, его можно собирать методом вытеснения воды или воздуха.

Вопросы и задания

1. Почему химический элемент водород обозначают латинским символом Н?
2. Поясните, что обозначают записи: Н, 2Н, H_2 , $3H_2$.
3. Запишите с помощью символов следующие выражения:
 - а) восемь молекул водорода;
 - б) пять атомов водорода.
4. В каком случае речь идет о водороде как о простом веществе:
 - а) водород присутствует в организме человека;
 - б) водород малорастворим в воде;
 - в) водород входит в состав воды;
 - г) при обычных условиях водород находится в газообразном агрегатном состоянии?

5. В трех колбах одинаковой массы и одинакового объема при одних и тех же условиях находятся водород, кислород и воздух. Как, не проводя химических реакций, можно узнать, в какой колбе содержится водород?
6. Молекула какого из приведенных веществ имеет наименьшую массу: O_2 , CO_2 , H_2O , H_2 ?
7. Рассчитайте массу 1000 молекул водорода.
8. Рассчитайте объемную долю водорода в газообразной смеси, в которой на каждые 5 dm^3 водорода приходится по 10 dm^3 кислорода.

§ 19. Химические свойства водорода

Сегодня вам предстоит познакомиться с химическими свойствами простого вещества водорода. Вы узнаете, с какими веществами он реагирует и что при этом образуется, как протекают эти реакции и какими явлениями они сопровождаются.

При обычных условиях водород химически малоактивен. Для того чтобы он стал более активным и мог реагировать с другими веществами, его нужно как следует «расшевелить» или, как говорят химики, активировать. Для этого необходимо создать особые условия, например повысить температуру или давление. В таких достаточно жестких условиях водород становится намного более активным и реагирует с простыми и сложными веществами.

Реакции водорода с простыми веществами

При нагревании водород реагирует с некоторыми простыми веществами, например с кислородом и хлором.

Особенно интересна реакция соединения водорода с кислородом. Если поджечь на воздухе выходящий из газоотводной трубки чистый водород, он мгновенно воспламеняется с легким хлопком и горит ровным, еле заметным пламенем.