



**О НЕКОТОРЫХ**  
**УДИВИТЕЛЬНЫ**  
**Х СВОЙСТВАХ**  
**ВЕЩЕСТВ**

**Известно, что люди могут быть похожими и непохожими друг на друга. Но каждый человек как личность уникален и неповторим.**

**Подобным образом каждое вещество — «химический индивидуум» — тоже имеет свой собственный и неповторимый внешний облик, «характер», «привычки». О примечательных свойствах химических веществ пойдет речь в этом разделе.**

# 5.1. ХРУПКАЯ ЗЕМНАЯ АТМОСФЕРА

- Земная атмосфера сформировалась за счет выделения газов из горных пород и анаэробного фотосинтеза. Около 4 млрд., лет тому назад кислорода в атмосфере Земли не было. Она состояла из азота  $N_2$ , диоксида углерода  $CO_2$  и водорода  $H_2$ . Появление в воде океанов простейших живых организмов, в частности сине-зеленых водорослей, 2,5 млрд., лет тому назад стало началом появления и кислорода в атмосфере. Эти водоросли в ходе синтеза своих углеводов усваивали водород из воды, а углерод — из растворенного в воде  $CO_2$ , одновременно выделяя кислород. Понадобилось около 20 000 лет, чтобы содержание кислорода в атмосфере достигло современного уровня.
- В настоящее время в атмосфере содержится 21% (по объему) кислорода, или 1015 т. Несмотря на постоянное участие  $O_2$  в окислительных процессах, его содержание в атмосфере практически не изменяется из-за продолжающегося процесса фотосинтеза.
- Если бы в атмосфере содержалось менее 15%  $O_2$ , то обычный процесс горения стал бы невозможным. При концентрации  $O_2$  более 30% первый же удар молнии сжег бы все на Земле: в этом случае даже сырая древесина горит как порох.

# 5.2. ДИОКСИД УГЛЕРОДА В РОЛИ «НОСИЛЬЩИКА»

- Диоксид углерода способен под землей перемещать тысячи тонн известняка. Как это происходит?
- Диоксид углерода  $\text{CO}_2$  (углекислый газ) неплохо растворим в воде. Поэтому в природных речных, почвенных водах обычно высока концентрация растворенного  $\text{CO}_2$ . В водном растворе он частично переходит в гидрат, который затем превращается в угольную кислоту:
- $\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ .
- Среда этого раствора слабокислая из-за появления ионов оксония  $\text{H}_3\text{O}^+$ :
- $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$ .
- Однако и этой кислотности достаточно, чтобы при проникновении по трещинам породы грунтовых вод в толщу известнякового пласта (известняк — это карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$ ) прошла реакция
- $\text{CaCO}_3 + \text{HCO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+ = \text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$
- или
- $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
- с образованием хорошо растворимого в воде гидрокарбоната кальция  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Так на месте известковых толщ образуются огромные полости в земной коре — карстовые пещеры.
- Интересно, что гидрокарбонат кальция в свободном виде не существует; при попытке выделить его выпариванием воды кристаллизуется карбонат кальция:
- $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ .
- Грунтовые воды, содержащие  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , могут перемещаться в земной коре на значительные расстояния и, испаряя в подходящих условиях воду, выделяют карбонат кальция — известняк, кальцит. Это происходит зачастую очень далеко от места растворения исходного карбоната кальция (см. 3.23).

# 5.3. ЧЕМ НАДУТ ТЕННИСНЫЙ МЯЧ?

- Знаете ли вы, что теннисные мячи не надуют, а вводят в них специальные вещества — «вздуватели»?
- «Вздуватели» — это вещества, которые при нагревании разлагаются с образованием газообразных продуктов. В теннисные мячи (заготовки которых в виде двух полусфер изготовлены предварительно и смазаны клеем) кладут таблетки, содержащие смесь нитрита натрия  $\text{NaNO}_2$  и хлорида аммония  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Склеенные половинки мяча помещают в форму для вулканизации и нагревают. Происходит химическая реакция
- $\text{NaNO}_2 + \text{NH}_4\text{Cl} = \text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\uparrow$ .
- Выделившийся азот создает в мяче повышенное давление.

## 5.4. «ПОРОШОК ЛИБИХА» ВМЕСТО ДРОЖЖЕЙ

- «Порошок Либиха» применяли раньше для приготовления ржаного теста. В его состав входят пищевая сода — гидрокарбонат натрия  $\text{NaHCO}_3$  и лимонная кислота  $(\text{HOOCCH}_2)_2\text{C}(\text{OH})\text{COOH}$ . Его действие, как и других заменителей дрожжей, заключается в выделении газообразного диоксида углерода, разрыхляющего тесто:
- $3\text{NaHCO}_3 + (\text{CH}_2\text{COOH})_2\text{C}(\text{OH})\text{COOH} = (\text{CH}_2\text{COONa})_2\text{C}(\text{OH})\text{COONa} + 3\text{CO}_2\uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$ .
- Современные разрыхлители для теста включают в свой состав гидрокарбонат натрия и какие-либо пищевые кислоты, или гидрокарбонат аммония, который при нагревании разлагается с выделением диоксида углерода  $\text{CO}_2$ , аммиака  $\text{NH}_3$  и воды:
- $\text{NH}_4\text{HCO}_3 = \text{NH}_3\uparrow + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ .
- Газообразные продукты этой реакции делают тесто пористым

## 5.5. НЕ ПОТУШИТЬ ВОДОЙ

- Во время лабораторной работы загорелись кусочки магния. Их пытались залить водой, но произошел взрыв и пламя усилилось. Тогда стали засыпать чашку с горящим магнием песком, но горение не прекратилось. Что же в таком случае делать?
- Горящий магний Mg активно взаимодействует с водой:
- $Mg + H_2O = MgO + H_2\uparrow$
- с выделением водорода  $H_2$ , который с кислородом воздуха  $O_2$  дает взрывоопасные смеси. Песок  $SiO_2$  также вступает в реакцию с горящим магнием с выделением большого количества энергии в форме теплоты с образованием оксида магния  $MgO$  и аморфного кремния Si:
- $2Mg + SiO_2 = 2MgO + Si$ .
- Только асбестовая вата (см. 10.27) и мелкая железная стружка тушат горящий магний.

## 5.6. АКТИВНЫЕ МЕТАЛЛЫ

- Один из лаборантов, зная, что литий и калий взаимодействуют с кислородом и влагой воздуха, решил их сохранить в сосудах, заполненных азотом. Что он обнаружил через неделю?
- Вместо блестящих серебристых кусочков лития он увидел в сосуде рыхлые зеленовато-черные комочки. Калий же сохранил свой первоначальный металлический блеск. Литий Li, в отличие от калия K и остальных щелочных металлов, реагирует с азотом N<sub>2</sub> в обычных условиях с образованием нитрида:
- $6\text{Li} + \text{N}_2 = 2\text{Li}_3\text{N}$ .
- Поэтому хранить литий можно только в атмосфере аргона Ar или под слоем обезвоженного вазелинового или парафинового масла, а также в тонкостенных герметичных оболочках — тубах из алюминия или меди.