

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 N2, диоксида углерода CO2 и водорода H2. 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 CO2, 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 О2 в окислительных процессах, его содержание в атмосфере практически не изменяется из-за продолжающегося процесса фотосинтеза.
- Если бы в атмосфере содержалось менее 15% О2, то обычный процесс горения стал бы невозможным. При концентрации О2 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 СО2 (углекислый газ) неплохо растворим в воде. Поэтому в природных речных, почвенных водах обычно высока концентрация растворенного СО2. В водном растворе он частично переходит в гидрат, который затем превращается в угольную кислоту:
- CO2·H2O ↔ H2CO3.
- Среда этого раствора слабокислая из-за появления ионов оксония Н3О+:
- H2CO3 + H2O ↔ HCO-3 + H3O+.
- Однако и этой кислотности достаточно, чтобы при проникновении по трещинам породы грунтовых вод в толщу известнякового пласта (известняк — это карбонат кальция CaCO3) прошла реакция
- CaCO3 + HCO-3 + H3O+ = Ca2+ + 2 HCO-3 + H2O
- или
- CaCO3 + H2CO3 = Ca(HCO3)2
- с образованием хорошо растворимого в воде гидрокарбоната кальция Ca(HCO3)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:
- Ca(HCO3)2 = CaCO3↓ + H2O + CO2↑.
- Грунтовые воды, содержащие Ca(HCO3)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 надувают, 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 NaNO2 и хлорида аммония NH4Cl. Склеенные половинки мяча помещают в форму для вулканизации и нагревают. Происходит химическая реакция
- NaNO2 + NH4Cl = NaCl + 2H2O + N2↑.
- 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 NaHCO3 и лимонная кислота (HOOCCH2)2C(OH)COOH. Его действие, как и других заменителей дрожжей, заключается в выделении газообразного диоксида углерода, разрыхляющего тесто:
- 3NaHCO3 + (CH2COOH)2C(OH)COOH = (CH2COONa)2C(OH)COONa + 3CO2↑ + 3H2O.
- 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 CO2, аммиака NH3 и воды:
- NH4HCO3 = NH3↑ + CO2↑ + H2O.
- 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 Мg активно взаимодействует с водой:
- Mg + H2O = MgO + H2↑
- с выделением водорода H2, который с кислородом воздуха O2 дает взрывоопасные смеси. Песок SiO2 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 + SiO2 = 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 К и остальных щелочных металлов, реагирует с азотом N2 в обычных условиях с образованием нитрида:
- 6Li + N2 = 2Li3N.
- 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.