О НЕКОТОРЫХ УДИВИТЕЛЬНЫХ 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 CO_2 (углекислый газ) неплохо растворим в воде. Поэтому в природных речных, почвенных водах обычно высока концентрация растворенного CO_2. В водном растворе он частично переходит в гидрат, который затем превращается в угольную кислоту:
- $CO_2 \cdot H_2O \leftrightarrow H_2CO_3$.
- Среда этого раствора слабокислая из-за появления ионов оксония H_3O^+:
- $H_2CO_3 + H_2O \leftrightarrow HCO_3^- + H_3O^+$.
- Однако и этой кислотности достаточно, чтобы при проникновении по трещинам породы грунтовых вод в толщу известнякового пласта (известняк — это карбонат кальция $CaCO_3$) прошла реакция
- $CaCO_3 + HCO_3^- + H_3O^+ = Ca^{2+} + 2\ HCO_3^- + H_2O$
- или
- $CaCO_3 + H_2CO_3 = Ca(HCO_3)_2$
- с образованием хорошо растворимого в воде гидрокарбоната кальция $Ca(HCO_3)_2$. 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:
- $Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3\downarrow + H_2O + CO_2\uparrow$.
- Грунтовые воды, содержащие $Ca(HCO_3)_2$, 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 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 $NaNO_2$ и хлорида аммония NH_4Cl. Склеенные половинки мяча помещают в форму для вулканизации и нагревают. Происходит химическая реакция
- $NaNO_2 + NH_4Cl = NaCl + 2H_2O + N_2\uparrow$.
- 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 $NaHCO_3$ и лимонная кислота $(HOOCCH_2)_2C(OH)COOH$. Его действие, как и других заменителей дрожжей, заключается в выделении газообразного диоксида углерода, разрыхляющего тесто:
- $3NaHCO_3 + (CH_2COOH)_2C(OH)COOH = (CH_2COONa)_2C(OH)COONa + 3CO_2\uparrow + 3H_2O$.
- 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 CO_2, аммиака NH_3 и воды:
- $NH_4HCO_3 = NH_3\uparrow + CO_2\uparrow + H_2O$.
- 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 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.