

Лабораторная работа 9. Углерод, кремний

Цель работы: изучить химические свойства соединений углерода и кремния.

Задание: получить оксид углерода (IV) и исследовать его кислотно–основные и окислительно–восстановительные свойства; получить кремниевую кислоту и сравнить ее силу с угольной кислотой. Выполнить требования к результатам опытов, оформить отчет, решить задачу.

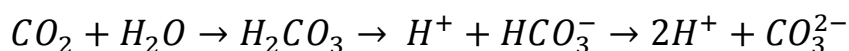
Теоретическое введение

Углерод и кремний находятся в главной подгруппе IV группы. Их атомы имеют на внешнем уровне 4 электрона (ns^2np^2), могут проявлять степени окисления от -4 до $+4$. Наиболее характерной степенью окисления является $+4$.

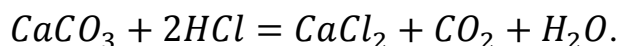
Углерод и кремний при обычных условиях весьма инертные, не растворяются в воде, разбавленных кислотах, вступают в реакцию только с очень энергичными окислителями. При нагревании химическая активность их повышается.

Углерод и кремний образуют оксиды CO , CO_2 , SiO_2 . Оксид углерода (II) CO – несолеобразующий оксид. При обычных условиях не взаимодействует ни с кислотами, ни со щелочами, является энергичным восстановителем.

Оксид углерода (IV) CO_2 – кислотный оксид, реагирует со щелочами, водой. В водном растворе оксида углерода (IV) устанавливается следующее равновесие:

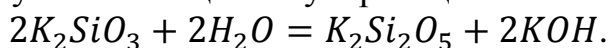


H_2CO_3 – слабая непрочная кислота, существует только в разбавленных растворах. Будучи двухосновной кислотой, угольная кислота образует два ряда солей – карбонаты и гидрокарбонаты. Из карбонатов в воде растворимы только карбонаты щелочных металлов и аммония, гидрокарбонаты растворимы почти все. Оксид углерода (IV) проявляет окислительные свойства при взаимодействии только с очень сильными восстановителями. Например, в его атмосфере горит магний, при этом CO_2 восстанавливается до CO или до свободного углерода. В лаборатории CO_2 получают в аппарате Киппа по реакции



Оксид кремния (IV) SiO_2 по своему характеру является кислотным оксидом, химически устойчив. С водой SiO_2 непосредственно не соединяется. Соответствующая оксиду кремния кремниевая кислота H_2SiO_3 может быть получена действием кислот на растворы ее солей. Кремниевая кислота малорастворима в воде. Осадок имеет вид бесцветного студня, причем состав его отвечает не простой формуле H_2SiO_3 , а более общей $nSiO_2 \cdot mH_2O$. Кремниевая кислота очень слабая, ее соли называются силикатами. Из силикатов растворимы только соли щелочных металлов

Na_2SiO_3 и K_2SiO_3 , называемые растворимым стеклом. Их растворы подвергаются гидролизу и имеют щелочную реакцию:



Выполнение работы

Опыт 1. Растворение оксида углерода (IV) в воде

В пробирку налить 3-4 мл воды, добавить несколько капель синего лакмуса и пропустить в воду углекислый газ из аппарата Киппа.

Требование к результатам опыта

Написать уравнение реакции взаимодействия воды с CO_2 и объяснить изменение окраски лакмуса.

Опыт 2. Тушение огня оксидом углерода (IV) (групповой)

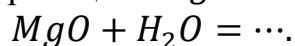
Сухой стакан наполнить CO_2 из аппарата Киппа. В фарфоровую чашку, налить 15-20 капель спирта и поджечь его. Затем "вылить" из стакана CO_2 на горящий спирт. Что наблюдается?

Опыт 3. Окислительные свойства оксида углерода (IV) (групповой)

Наполнить стакан CO_2 . Взять щипцами ленту магния, поджечь ее на спиртовке и быстро внести в стакан с CO_2 , не касаясь его стенок. По окончании горения магния в стакан налить немного воды, обмыть стенки стакана, прилить несколько капель фенолфталеина. Что наблюдается?

Требования к результатам опыта

1. Закончить уравнения реакций: $Mg + CO_2 = \dots$;



2. Сделать вывод об окислительных свойствах CO_2 .

Опыт 4. Получение кремниевой кислоты

К 1-3 мл концентрированного раствора Na_2SiO_3 добавить 1-2 мл раствора HCl (1:1), перемешать стеклянной палочкой. В результате образования кремниевой кислоты содержимое пробирки застывает в виде прозрачного геля (студенистого осадка).

Требование к результатам опыта

Написать уравнение реакции получения кремниевой кислоты.

Опыт 5. Сравнение силы угольной и кремниевой кислот

Налить в пробирку 2-3 мл раствора Na_2SiO_3 , пропустить ток CO_2 . Объяснить наблюдение.

Требования к результатам опыта

1. Написать уравнение реакции взаимодействия Na_2SiO_3 с CO_2 .

2. Сравнить константы диссоциации угольной и кремниевой кислот и сделать вывод, какая из кислот (угольная или кремниевая) более слабая.

Опыт 6. Гидролиз силикатов

В две пробирки налить по 1-2 мл раствора силиката натрия Na_2SiO_3 . В одну прилить несколько капель фенолфталеина. Что наблюдается? В другую пробирку добавить 2-4 мл раствора хлорида аммония NH_4Cl . Определить, какой газ выделяется.

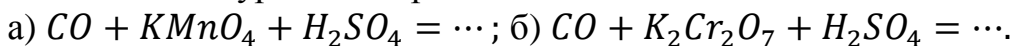
Требования к результатам опыта

1. Составить уравнение реакции гидролиза силиката натрия.
2. Закончить уравнение реакции $Na_2SiO_3 + NH_4Cl + H_2O = \dots$ и объяснить образование газа.

Задачи и упражнения для самостоятельного решения

1. Сколько кубических метров CO_2 (условия нормальные) можно получить из 1 т известняка, содержащего 95 % $CaCO_3$?
2. Вычислить объем одного моля эквивалентов CO_2 в реакции $C + O_2 = CO_2$ при нормальных условиях.
3. Составить уравнения реакций взаимодействия: а) $NaHCO_3$ и HCl ; б) $NaHCO_3$ и $NaOH$; в) $Ca(HCO_3)_2$ и $NaOH$; г) $Ca(HCO_3)_2$ и $Ca(OH)_2$.
4. Какие типы гибридизации AO характерны для углерода? Описать с позиций метода ВС строение молекул CH_4 , C_2H_4 , C_2H_2 .
5. Карбид кальция получают по схеме: $CaO + 3C > CaC_2 + CO$. Вычислить массу CaO , необходимую для получения 6,4 т CaC_2 . Какой объем CO (условия нормальные) при этом образуется?
6. Вычислить энтальпию образования оксида магния, исходя из уравнения реакции $CO_2 + 2Mg = 2MgO + C$, $\Delta H^\circ = -828,1$ кДж. Энтальпия образования CO_2 равна $-393,5$ кДж/моль.
7. Закончить уравнения реакций: а) $SiO_2 + KOH = \dots$; б) $SiO_2 + HF = \dots$; в) $Si + NaOH + H_2O = \dots$; г) $SiO_2 + Mg = \dots$.
8. Реакция протекает по уравнению
 $Si + 2NaOH + H_2O = Na_2SiO_3 + H_2$.
Какая масса кремния и воды потребуется для получения водорода, необходимого для наполнения воздушного шара емкостью 200 м³ (условия нормальные)?
9. Вычислить молярную массу эквивалентов карбоната натрия при взаимодействии с кислотой, если образуется: а) гидрокарбонат; б) угольная кислота.
10. Определить массу 40 %-го раствора фтороводородной кислоты, необходимую для растворения 6 г оксида кремния (IV).
11. Какие из перечисленных газов при пропускании их через раствор щелочи вступают с ней в реакцию: а) CO ; б) CO_2 ; в) HCN ; г) CF_4 ?
Составить соответствующие уравнения реакций.
12. Вычислить энтальпию образования SiC , исходя из уравнения реакции
 $SiO_2 + 3C = SiC + 2CO$, $\Delta H^\circ_{\text{х.р.}} = 510,9$ кДж.
Энтальпии образования SiO_2 и CO соответственно равны $-910,9$ и $-110,5$ кДж/моль.

13. Закончить уравнения реакций:



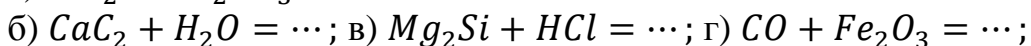
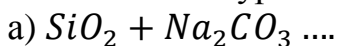
14. Через раствор, содержащий 112 г гидроксида калия, пропустили диоксид углерода (условия нормальные), полученный при действии избытка HCl на 300 г карбоната кальция. Какая соль при этом образовалась, и какова ее масса?

15. Какой объем CO_2 (условия нормальные) может дать огнетушитель, содержащий 20 л 8 %-го раствора $NaHCO_3$ (плотность раствора 1,058 г/мл)?

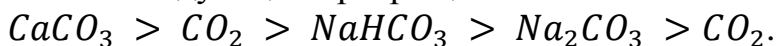
16. Состав минерала асбеста может быть выражен формулой $CaO \cdot 3MgO \cdot 4SiO_2$. Вычислить процентное содержание SiO_2 в асбесте.

17. Какой объем CO_2 (условия нормальные) можно получить из 210 г $NaHCO_3$: а) прокаливанием; б) действием кислоты?

18. Закончить уравнения реакций:



19. Составить уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



20. Закончить уравнения реакций: а) $Si + HNO_3 + HF = \dots$;

