

5. Какое химическое количество нитрата серебра(I) понадобится для осаждения хлорид-ионов из соляной кислоты массой 300 г с массовой долей HCl, равной 10 %?
6. В водном растворе хлорида кальция массой 120 г содержится CaCl_2 химическим количеством 0,1 моль. Определите массовую долю ионов хлора в этом растворе.
7. В старом кулинарном рецепте сказано, что для приготовления маринада необходимо взять две столовые ложки каменной (поваренной) соли на полтора литра воды. Известно, что в одной столовой ложке содержится 20 г поваренной соли. Определите: а) массовую долю соли в полученном растворе; б) молярную концентрацию растворенного вещества в растворе. Плотность раствора принять равной 1,1 г/см³.

Готовимся к олимпиадам

В трех пробирках находятся водные растворы веществ: а) хлора, б) хлорида натрия, в) хлороводородной кислоты. Составьте план распознавания этих веществ.

§ 18. Кислород — химический элемент и простое вещество

В периодической системе элементов кислород **O** расположен во втором периоде в VIA-группе. Кроме него в эту группу входят еще три неметалла — сера **S**, селен **Se** и теллур **Te**, а также один металл — полоний **Po**.

Кислород в природе

Кислород составляет почти половину массы земной коры (49 %). Он входит в состав самых разнообразных соединений: воды, оксидов, солей и т. д. Этот элемент является неотъемлемой частью живой материи — тканей растений и животных.

Основным источником кислорода на Земле является атмосферный воздух, в котором на долю кислорода приходится около 21 % по объему. Несмотря на колоссальные масштабы потребления кислорода (процессы горения, дыхания, промышленные потребности и т. д.), содержание O_2 в атмосфере сохраняется постоянным благодаря жизнедеятельности зеленых растений. Круговорот кислорода в природе иллюстрирует рисунок 43.

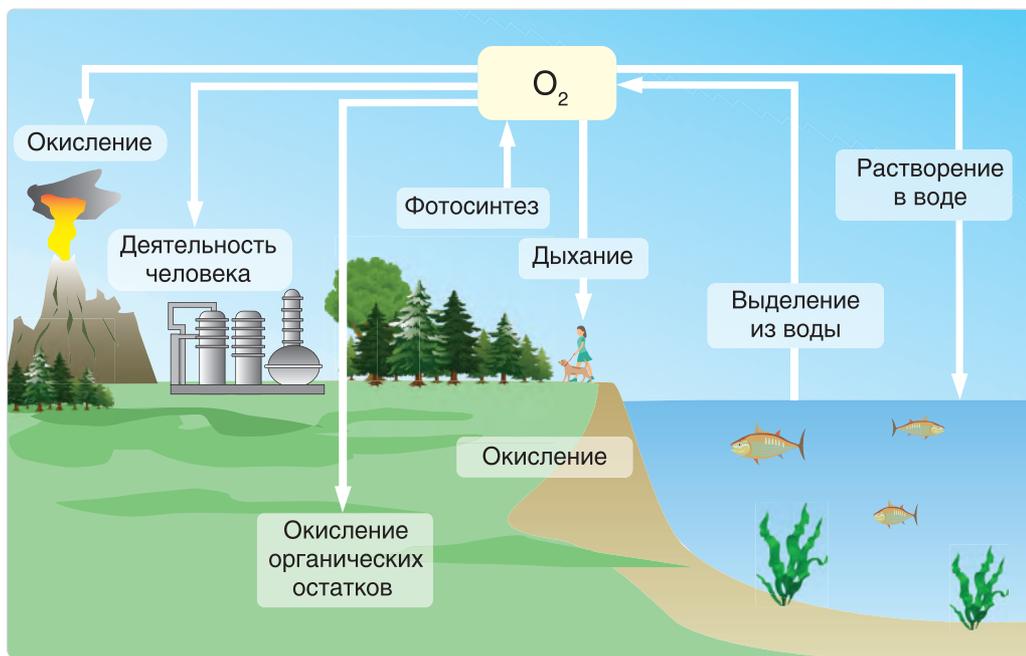


Рис. 43. Круговорот кислорода в природе



Процессы, происходящие в природе с участием кислорода, называются по-разному. Энергичное окисление с выделением тепла и света — *горение*, медленное окисление железа — *ржавление*, поглощение кислорода из воздуха живыми организмами — *дыхание*.

Строение атома кислорода

В атоме кислорода 8 электронов, которые располагаются на двух электронных слоях (рис. 44):



На внешнем электронном слое у атома кислорода находится 6 электронов, следовательно, до завершения этого слоя ему не хватает 2 электронов. Поэтому в своих

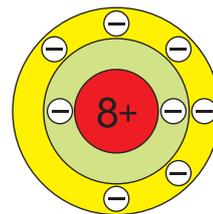


Рис. 44. Схема электронного строения атома кислорода

соединениях с металлами и водородом кислород обычно проявляет степень окисления, равную -2 , как, например, в оксиде железа FeO .

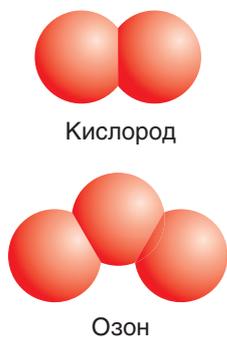
Кислород — второй по электроотрицательности химический элемент после фтора, поэтому только атомы фтора способны отнимать у него электроны. Положительную степень окисления $+2$ кислород проявляет только в соединении со фтором OF_2 .

Строение и физические свойства простых веществ

С простым веществом кислородом вы уже познакомились в курсе химии 7-го класса. Напомним, что простое вещество кислород в природе существует в виде двух аллотропных модификаций — обычного *кислорода* O_2 и *озона* O_3 . Разный состав, а следовательно, и разное строение молекул обуславливают и различные свойства этих веществ (рис. 45). Например, кислород O_2 — газ без цвета и запаха, а озон O_3 — газ светло-голубого цвета с резким характерным запахом. Они различаются также температурами плавления и кипения, реакционной способностью.



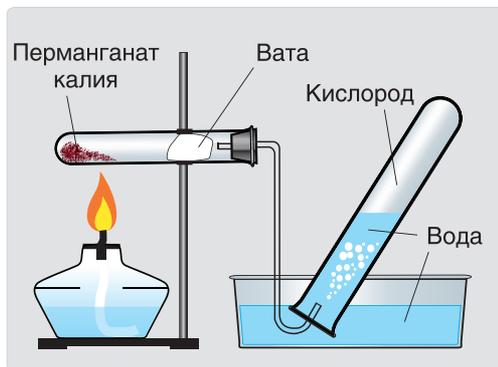
В природе озон образуется при грозовых разрядах и при окислении смолы хвойных деревьев. Небольшие количества озона в воздухе оказывают целебное действие на людей. Однако сильное обогащение воздуха озоном может стать опасным для здоровья. Увеличение содержания озона в воздухе выше предельно допустимой концентрации приводит к появлению головных болей, раздражению дыхательных путей и глаз, а затем к ослаблению сердечной деятельности. Источниками озона являются работающие приборы, в которых происходит высоковольтный электрический разряд — копировальные установки и лазерные принтеры, а также источники ультрафиолетового и рентгеновского излучения. Поэтому помещения, в которых находятся такие приборы, необходимо часто проветривать.



Озон сосредоточен в верхних слоях атмосферы, образуя *озоновый слой*, который защищает Землю и ее обитателей от жесткого ультрафиолетового излучения Солнца. Поверхности Земли достигают только те ультрафиолетовые лучи, которые не опасны для живых организмов. Когда мы загораем на солнце, на нашу кожу падают «мягкие» ультрафиолетовые лучи, не способные принести вреда здоровью (если загорать в меру).

Рис. 45. Модели молекул кислорода и озона

Рис. 46. Схема прибора для получения кислорода в лаборатории

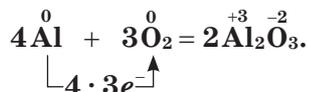


Кислород и озон в воде мало растворимы. При 20 °С в 100 объемах H_2O растворяется лишь около трех объемов O_2 . Благодаря этому в лаборатории кислород можно собирать методом вытеснения воды (рис. 46).

Химические свойства кислорода

Из-за высокой химической активности простое вещество кислород взаимодействует с большинством простых веществ и многими сложными веществами. Практически во всех своих реакциях кислород выступает в качестве **окислителя**.

Основными продуктами реакций кислорода с простыми веществами обычно являются **оксиды**. Окисление некоторых металлов происходит даже без нагревания, например:

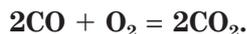


Но для протекания большинства реакций кислорода с металлами требуется нагревание, иногда значительное.

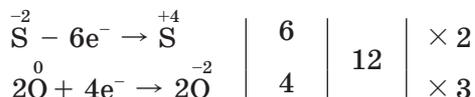
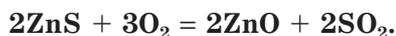
При окислении кислородом *неметаллов* обычно выделяется большое количество теплоты, как, например, при горении углерода и водорода:



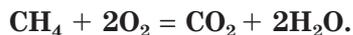
Кислород легко окисляет и многие *сложные вещества*. Например, известный вам из курса химии 7-го и 8-го классов оксид углерода(II) окисляется до углекислого газа:



При окислении сульфида цинка образуются два оксида — оксид цинка и оксид серы(IV):



Окисляются кислородом и *органические вещества*, например метан:



При этом, как правило, также образуются оксиды. Высокая окислительная способность кислорода является основой горения всех видов топлива.

С химическими свойствами озона вы познакомитесь в 11-м классе.

Применение кислорода и озона



Рис. 47.
Запуск ракеты

Применение кислорода основано на его окислительных свойствах и свойстве поддерживать дыхание. Как окислитель он широко используется в металлургии, химической промышленности, других технологических процессах. Кислород применяют в качестве окислителя топлива в ракетных двигателях (рис. 47).

С участием кислорода совершается один из важнейших процессов жизнедеятельности живых организмов — *дыхание*. Окисление кислородом жиров, белков и углеводов служит источником энергии для живых организмов.

Озон используется для озонирования воздуха и питьевой воды, обезвреживания промышленных сточных вод, как дезинфицирующее средство в медицине, в качестве отбеливающего средства (рис. 48).



Рис. 48. Применение озона

Атомы кислорода имеют на внешнем электронном слое по 6 электронов.

В соединениях с другими элементами кислород чаще всего проявляет степень окисления -2 .

Известны две аллотропные модификации кислорода: кислород O_2 и озон O_3 .

Кислород реагирует со многими простыми и сложными веществами.

Практически во всех реакциях кислород выступает в качестве окислителя.



Вопросы и задания

1. В виде каких аллотропных модификаций существует кислород в природе? Чем они отличаются друг от друга?
2. Какие степени окисления проявляет кислород в своих соединениях?
3. Определите степени окисления кислорода в соединениях: FeO , Fe_2O_3 , H_2O_2 , H_2SO_3 , OF_2 .
4. В каком из оксидов FeO , Fe_2O_3 или Fe_3O_4 массовая доля кислорода больше? Ответ подтвердите расчетом.
5. Составьте уравнения реакций кислорода с: а) кальцием, б) магнием, в) медью. Определите массовую долю неметалла в образовавшихся оксидах.
6. Рассчитайте массу кислорода, необходимого для полного сгорания метана CH_4 химическим количеством 5 моль. Какой объем (н. у.) углекислого газа при этом образуется?
7. Используя рисунок 43, опишите круговорот кислорода в природе.

Готовимся к олимпиадам

1. Какова масса газовой смеси озона и кислорода объемом 10 дм^3 (н. у.), если объемная доля озона в ней равна 5 %?

2. Определите объем (н. у.) воздуха, который потребуется для полного сжигания серы массой 9,6 кг.

3. При сгорании сероуглерода CS_2 образуются оксид углерода(IV) и оксид серы(IV). Составьте уравнение этой реакции. Определите, какой объем (н. у.) кислорода израсходуется? Какие объемы (н. у.) оксида углерода(IV) и оксида серы(IV) образуются при сгорании паров сероуглерода объемом 50 дм^3 (н. у.).