

## Ионная химическая связь. 2 урока

В Периодической системе Д. И. Менделеева особняком стоят благородные газы. Это уникальные химические элементы, так как даже в форме простого вещества они существуют в виде отдельных атомов, не связанных друг с другом. Некоторые химики до сих пор затрудняются ответить на вопрос, как рассматривать их частицы в простом веществе: то ли как свободные атомы, то ли как одноатомные молекулы. Аналогично нет однозначного мнения и о том, какой тип кристаллической решётки характерен для простых веществ, образованных этими элементами. По физическим свойствам это вещества с молекулярными кристаллическими решётками. А по составу?.. Ведь силы межмолекулярного взаимодействия, удерживающие частицы в кристаллах, действуют между атомами.

Почему же атомы благородных газов так самодостаточны? На основании анализа положения благородных газов в Периодической системе вы сами можете назвать причину этого. Всё дело в том, что атомы благородных газов имеют *завершённый внешний электронный слой*, на котором у атома гелия находятся два электрона, а у атомов остальных элементов — по восемь.

Атомы всех других химических элементов стремятся приобрести именно такую устойчивую электронную конфигурацию и достигают этого либо в результате *присоединения* электронов от других

атомов (как вы, очевидно, знаете, такой процесс в химии называют *восстановлением*), либо в результате отдачи своих электронов с внешнего уровня другим атомам (процесс *окисления*). Атомы, присоединившие чужие электроны, превращаются в отрицательные ионы, или **анионы**. Атомы, отдавшие свои электроны, превращаются в положительные ионы, или **катионы**. Между катионами и анионами возникают силы электростатического притяжения, которые и удерживают их друг около друга, осуществляя тем самым *ионную химическую связь*.



**Ионная химическая связь** — это связь за счёт электростатического притяжения между катионами и анионами, в которые превращаются атомы в результате отдачи и присоединения электронов.

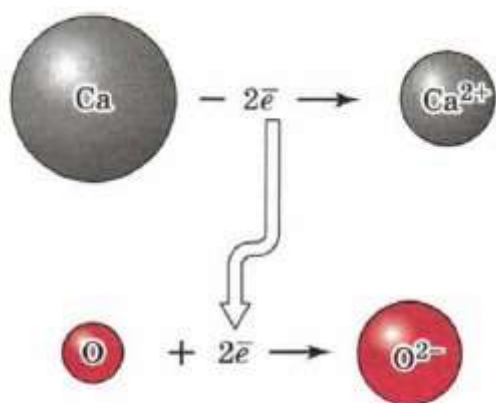


Рис. 6. Схема образования ионной связи между кальцием и кислородом

Так как катионы образуют преимущественно атомы металлов, а анионы — преимущественно атомы неметаллов, то логично сделать вывод, что этот тип связи характерен для соединений, образованных типичными металлами (щелочными и

щёлочноземельными) и типичными неметаллами (галогенами, кислородом). Классическим примером веществ с ионной связью являются галогениды и

оксиды щелочных и щёлочноземельных металлов (рис. б).

Схему образования ионной связи между атомами натрия и хлора можно представить так:



Два разноимённо заряженных иона, связанных силами электростатического притяжения, взаимодействуют с другими противоположно заряженными ионами. В результате образуются кристаллические соединения, которые характеризуются правильным расположением тех частиц (в рассматриваемых выше примерах — ионов), из которых они состоят, в строго определённых точках пространства.

Вещества с ионным типом связи имеют **ионные кристаллические решётки** (рис. 7). Такие соединения представляют собой твёрдые, прочные, нелетучие вещества с высокими температурами плавления. При обычных условиях кристаллы таких веществ электрического тока не проводят, а растворы и расплавы большинства ионных соединений — прекрасные электролиты.

Вещества, имеющие ионные кристаллические решётки, хрупки. Если попытаться деформировать такую кристаллическую решётку, один из слоёв её будет двигаться относительно другого до тех пор, пока одинаково заряженные ионы не окажутся друг против друга. Эти ионы сразу начнут отталкиваться, и

решётка разрушится. Отсюда и хрупкость ионных соединений.

Ионные соединения — это не только бинарные соединения щелочных и щёлочноземельных металлов (рис. 8, а). Это также соединения, образованные тремя и более элементами (рис. 8, б—г). Вы без труда сможете перечислить их. Это все соли кислородсодержащих кислот, а также гидроксиды щелочных и щёлочноземельных металлов.

И в заключение приведём классификацию ионов по разным признакам:

- 1) по составу различают **простые** ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) и **сложные** ( $\text{OH}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) ионы;
- 2) по знаку заряда различают **положительные ионы**, или **катионы** ( $\text{M}^{n+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}^+$ ), и **отрицательные ионы**, или **анионы** ( $\text{OH}^-$ , анионы кислотных остатков).

Всё в окружающем мире относительно. То же самое можно сказать и об ионной химической связи. Соединений с ионным типом химической связи весьма ограниченное количество, но даже в них чисто ионной связи не наблюдается. Так, например, не существуют «чистые» ионы натрия и хлора с зарядами +1 и -1 соответственно. Истинный заряд этих ионов составляет +0,8 и -0,8. Следовательно, даже в соединениях, которые рассматриваются как ионные, в некоторой степени проявляется ковалентный характер связи.



**Рис. 8.** Вещества с ионными кристаллическими решётками: *a* — каменная соль (хлорид натрия); *б* — кальцит (карбонат кальция); *в* — медный купорос; *г* — гидроксид натрия

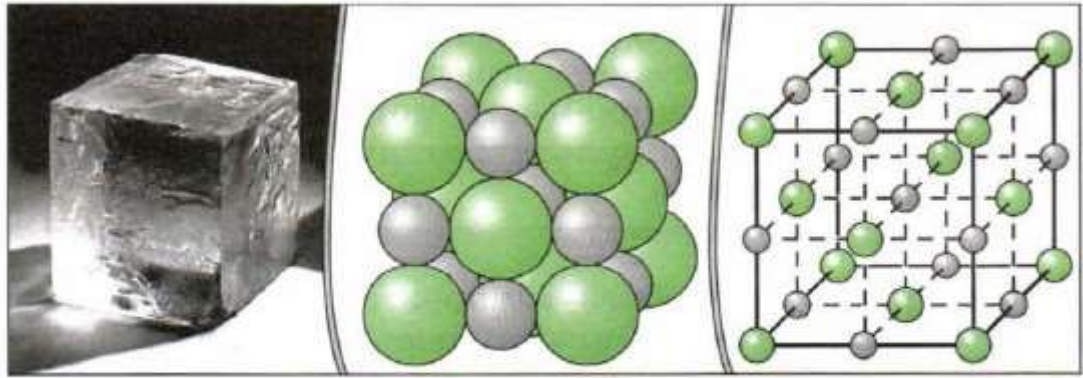
И наконец, относительной истиной является утверждение о том, что ионная связь — это результат взаимодействия типичных металлов с типичными неметаллами. Например, соли аммония, образованные за счёт ионной связи между катионами аммония и анионами кислотного остатка (например,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), имеющие ионную связь, состоят исключительно из неметаллов. Аналогично состоят из ионов соли органических оснований — аминов, например  $[\text{CH}_3\text{NH}_3]^+\text{Cl}^-$ , хотя в их составе нет металлов.

1. Благородные газы, особенность строения их атомов. 2. Процессы восстановления и окисления. 3. Катионы и анионы. 4. Ионная химическая связь. 5. Схемы образования веществ с ионной химической связью. 6. Ионные кристаллические решётки. 7. Примеры веществ с ионными кристаллическими решётками и их свойства. 8. Классификация ионов: по составу (простые и сложные), по знаку заряда (катионы и анионы).

?

1. Почему благородные газы раньше относили к нулевой группе Периодической системы? Почему сейчас их относят к VIII группе? Какие металлы называют благородными? Почему?

2. Какую химическую связь называют ионной? Каков механизм её образования? Можно ли говорить о «чистой» ионной связи? Почему?
3. Что такое катионы? На какие группы делят катионы?
4. Что такое анионы? На какие группы делят анионы?
5. Почему принято делить ионы на гидратированные и негидратированные? Сказывается ли наличие гидратной оболочки на свойствах ионов? Какую роль сыграли русские химики Каблуков и Кистяковский в развитии представлений об электролитической диссоциации, с которыми вы знакомились в курсе основной школы?
6. Что такое кристаллическая решётка? Что такое ионная кристаллическая решётка? Приведите примеры веществ с ионной кристаллической решёткой.
7. Какими физическими свойствами характеризуются вещества с ионными кристаллическими решётками?
8. Среди веществ, формулы которых:  $KCl$ ,  $AlCl_3$ ,  $BaO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$ ,  $H_2SO_4$ ,  $C_2H_5ONa$ ,  $C_6H_5ONa$ ,  $SiO_2$ ,  $NH_3$ , определите соединения с ионными кристаллическими решётками.



**Рис. 7.** Хлорид натрия — вещество с ионной кристаллической решёткой

**ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ.** Напишите в тетради конспект данного материала, выучите материал и ответьте на вопросы в конце.