

Общие свойства неметаллов

Из всех элементов неметаллическими свойствами обладают 22 элемента, остальные элементы характеризуются металлическими свойствами. Ряд элементов проявляет амфотерные свойства.

1A																8A		
H												3A	4A	5A	6A	7A	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg	3B	4B	5B	6B	7B	-----8B-----				1B	2B	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	

■ - металлы; ▨ - амфотерные металлы; □ - неметаллы;

МЕТАЛЛЫ И НЕМЕТАЛЛЫ

В химии принято деление элементов **на металлы и неметаллы** в зависимости от химических и физических свойств простых веществ (т.е. от способа, которым осуществляется связывание отдельных атомов в простом веществе).

Если связь металлическая, то простое вещество - металл с набором свойств.

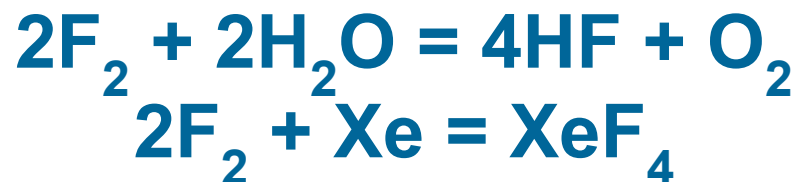
Неметаллам дать определение гораздо сложнее из-за их разнообразия. Критерием может служить отсутствие **ВСЕХ** (без исключения) свойств металлов.

Так, неметаллы могут быть:

- **не твердыми веществами** (при стандартных условиях - кроме Hg);
- **не блестящими**;
- **не пластичными** (это основной критерий для простых веществ) (значит связь не является металлической)

Самый сильный окислитель – фтор!

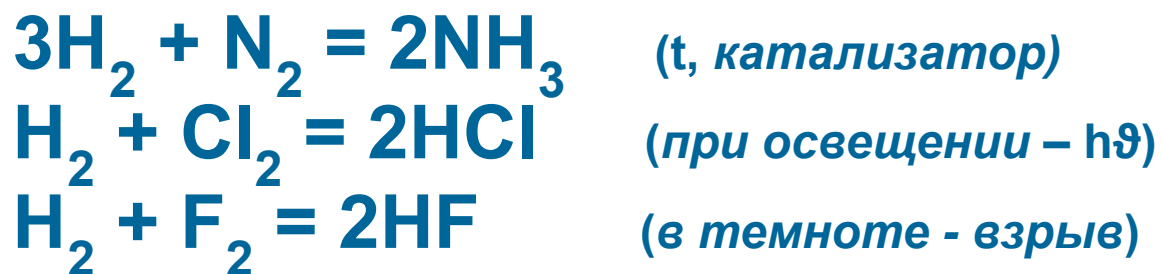
Он окисляет даже воду и некоторые благородные газы:



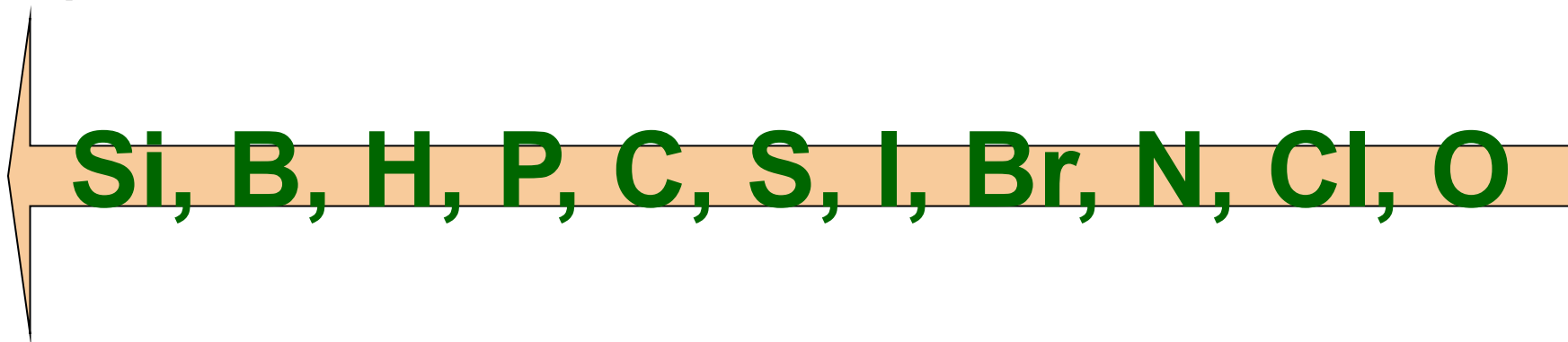
*Окислительные свойства неметаллов
увеличиваются в следующем порядке:*

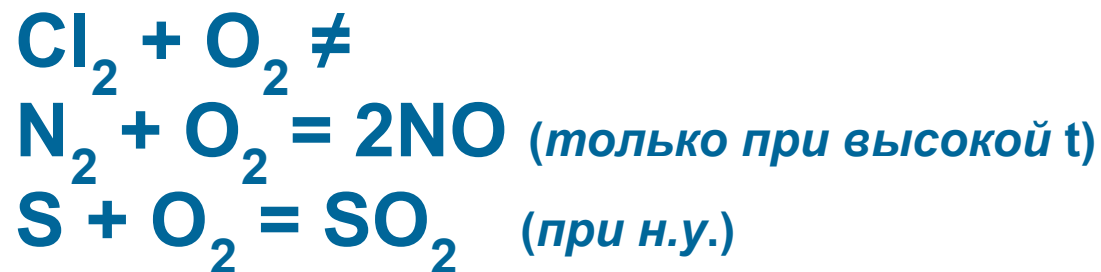
Si, B, H, P, C, S, I, Br, N, Cl, O, F

Такая же закономерность в изменении окислительных свойств характерна и для простых веществ соответствующих элементов. Ее можно наблюдать на примере реакций с водородом:



Восстановительные свойства у атомов неметаллов выражены довольно слабо и возрастают от кислорода к кремнию:





Благородные газы в виде простых веществ одноатомны

He, Ne, Ar и т.д.

Галогены, азот, кислород, водород как простые вещества существуют в виде двухатомных молекул

F₂, Cl₂, Br₂, I₂, N₂, O₂, H₂

Остальные неметаллы могут существовать при нормальных условиях, как в кристаллическом состоянии, так и в аморфном состоянии. Неметаллы в отличие от металлов плохо проводят теплоту и электрический ток.

Простые вещества неметаллы

```
graph TD; A[Простые вещества неметаллы] --> B[Немолекулярного строения]; A --> C[Молекулярного строения];
```

Немолекулярного строения

C, B, Si

У этих неметаллов
атомные
кристаллические решетки,
поэтому они обладают
большой твердостью и
очень высокими
температурами плавления

Молекулярного строения

F₂, O₂, Cl₂, N₂, S₈

Для этих неметаллов в
твердом состоянии
характерны молекулярные
кристаллические решетки.
При обычных условиях это
газы, жидкости или твердые
вещества с низкими
температурами плавления.

□ **Аллотро́пия** (от др-греч. **αλλος** — «другой», **τροπος** — «поворот, свойство») — существование одного и того же химического элемента в виде двух и более простых веществ, различных по строению и свойствам: так называемых **аллотропических модификаций** или **аллотропических форм**.

Причины аллотропии:

- **Разные типы кристаллических решеток** (белый фосфор P_4 – молекулярная, красный фосфор P – атомная).
- **Разная структура кристаллической решетки** (алмаз – тетраэдрическая, графит – слоистая).
- **Разный состав молекул аллотропных модификаций** (O_2 и O_3).

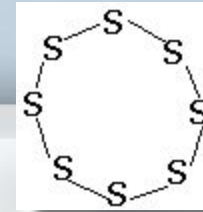
Элементарный фосфор в обычных условиях представляет собой несколько устойчивых аллотропных модификаций; вопрос аллотропии фосфора сложен и до конца не решён. Обычно выделяют четыре модификации простого вещества — **белый, красный, чёрный и металлический фосфор.**



Ромбическая (a - сера) - S_8

$t_{\text{пл.}}^{\circ} = 113^{\circ}\text{C}; \rho = 2,07 \text{ г/см}^3.$

Наиболее устойчивая



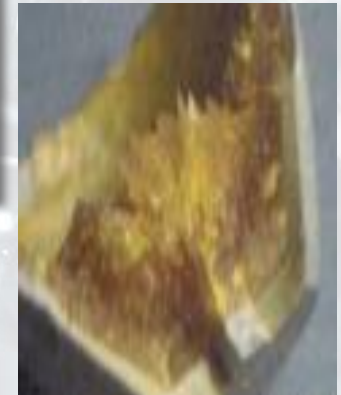
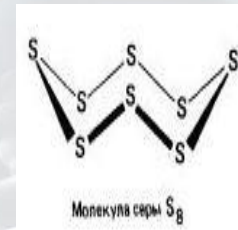
Моноклинная (b - сера) - S_8

темно-желтые иголки, $t_{\text{пл.}}^{\circ} = 119^{\circ}\text{C}; \rho = 1,96$

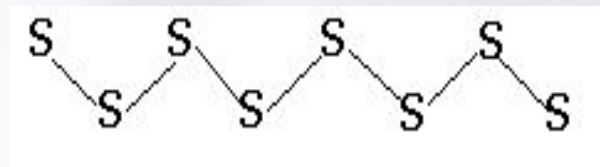
г/см³. Устойчивая при

температуре более 96°C ; при
обычных условиях превращается

в ромбическую.



Пластическая S_n
коричневая резиноподобная
(аморфная) масса. Неустойчива,
при затвердевании превращается
в ромбическую.



□ Кислород- газ, без цвета, вкуса и запаха, плохо растворим в воде, в жидком состоянии светло-голубой, в твердом – синий, необходим для жизни.

□ Озон- светло-синий газ, темно-голубая жидкость, в твердом состоянии темно-фиолетовый, имеет сильный запах, в 10 раз лучше, чем кислород, растворим в

Способы получения неметаллов

Исторически было разработано довольно много способов выделения неметаллов из окружающей среды.

- Некоторые неметаллы (простые вещества) присутствуют в окружающей среде и могут быть просто извлечены. Это прежде всего благородные газы, кислород и азот. В качестве простых веществ можно найти месторождения углерода (графита) и серы.
- Остальные неметаллы приходится извлекать из сложных соединений – проводить *химические реакции*.

Химические методы получения неметаллов

Как правильно выбрать реагенты для химической реакции?

Существуют простые правила - по целевому элементу

1. Если неметалл находится в соединении в **отрицательной степени окисления**, то для получения простого вещества необходимо использовать **окислители**:



2. Если неметалл находится в соединении **в положительной степени окисления**, то для получения простого вещества необходимо использовать **восстановители**:



Электрохимические методы

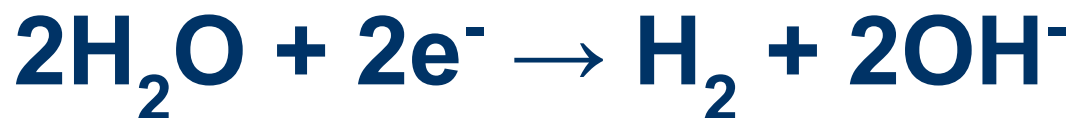
Изменение степени окисления в нужном направлении может быть достигнуто также за счет использования

электрического тока (электролиза):

- **анодное окисление (A^+ , анод)**



- **катодное восстановление (K^- , катод)**



Разложение соединений

Наконец, некоторые неметаллы образуются при разложении соединений. *Для этого в состав исходного вещества одновременно должны входить и окислитель, и восстановитель:*

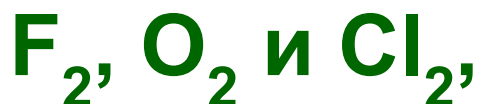


Химические свойства неметаллов

Неметаллы могут проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства, в зависимости от химического превращения, в котором они принимают участие.

Атомы самого электроотрицательного элемента – **фтора** – не способны отдавать электроны, **он всегда проявляет только окислительные свойства**, другие элементы могут проявлять и восстановительные свойства, хотя намного в меньшей степени, чем металлы.

Наиболее сильными окислителями являются



преимущественно восстановительные свойства проявляют

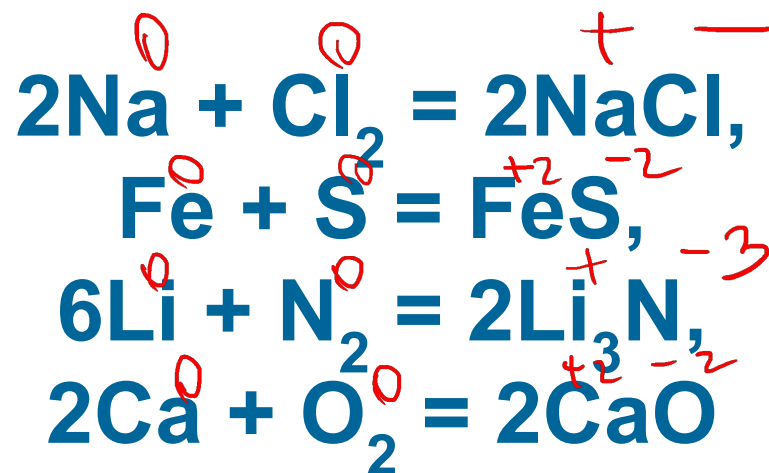


Промежуточные окислительно-восстановительные свойства имеют



Взаимодействие с простыми веществами

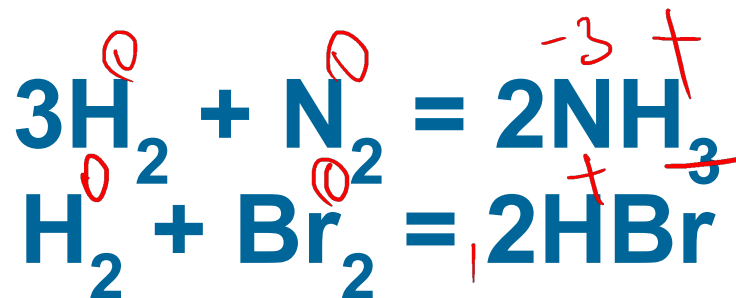
1. Взаимодействие с металлами:



В этих случаях неметаллы проявляют окислительные свойства

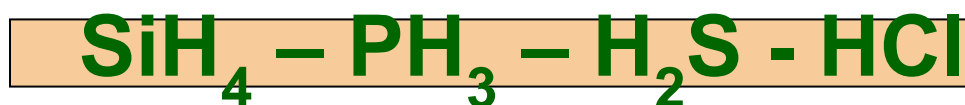
2. Взаимодействие с другими неметаллами:

взаимодействуя с **водородом**, большинство неметаллов проявляет окислительные свойства, образуя летучие водородные соединения – ковалентные гидриды:

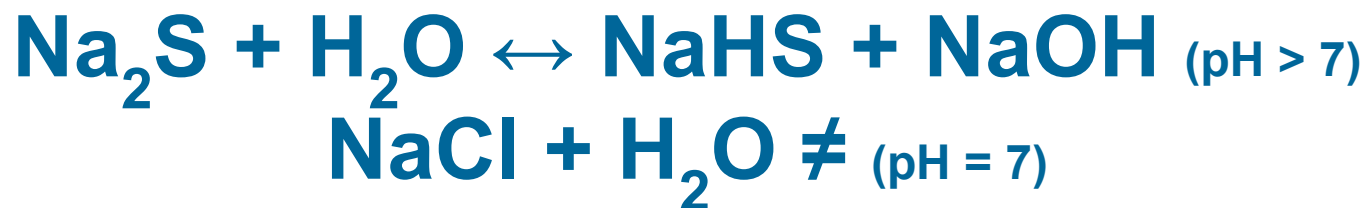


В обычных условиях это газы или летучие жидкости. Водные растворы водородных соединений неметаллов могут проявлять и **основные свойства** (NH_3 , PH_3) и **кислотные свойства** (HF , HCl , H_2S).

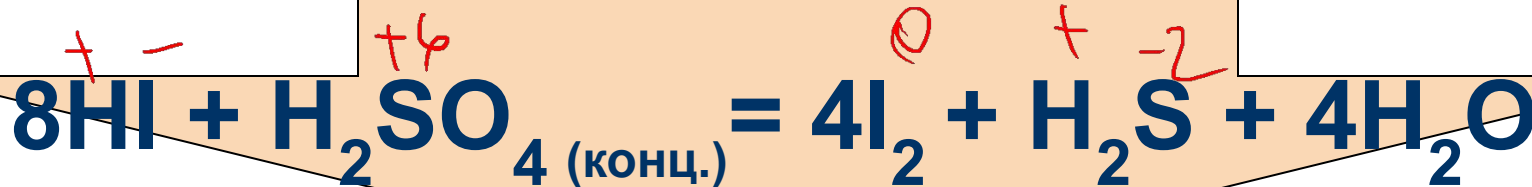
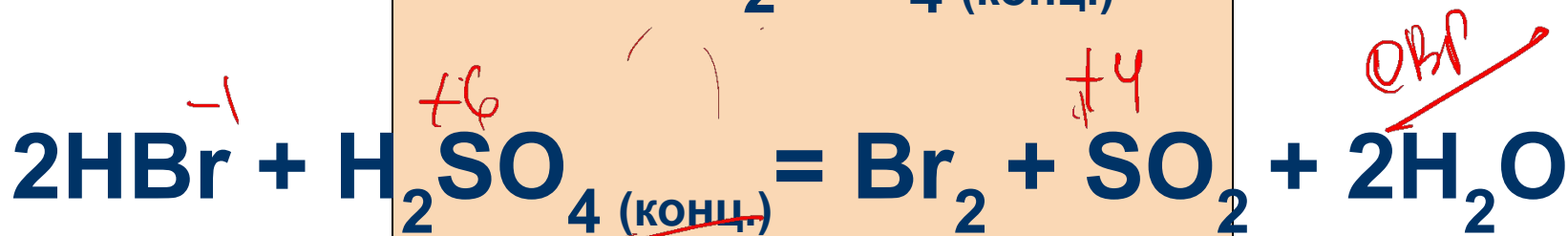
В периоде с увеличением заряда ядра **кислотные свойства** водородных соединений неметаллов в водных растворах **увеличиваются**.



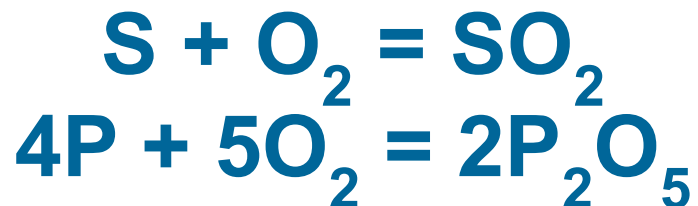
Сероводородная кислота относится к слабым кислотам, хлороводородная кислота – к сильным кислотам. Соли сероводородной кислоты подвергаются гидролизу, соли соляной кислоты гидролизу не подвергаются:



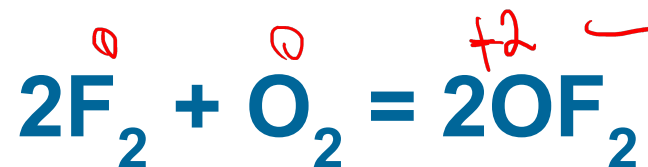
В группе с увеличением заряда ядра *кислотные свойства и восстановительные свойства* водородных соединений неметаллов *увеличиваются:*



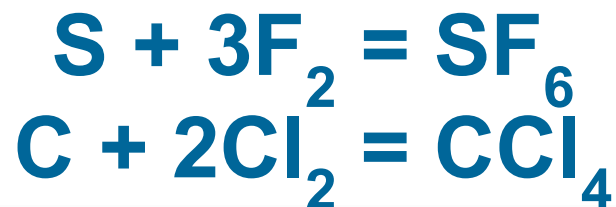
Взаимодействуя **с кислородом** ,
все неметаллы, кроме фтора, проявляют восстановительные
свойства:



в реакциях **со фтором**
фтор является окислителем, а кислород – восстановителем:



неметаллы **взаимодействуют между собой**,
более электроотрицательный металл играет роль окислителя,
менее электроотрицательный – роль восстановителя:

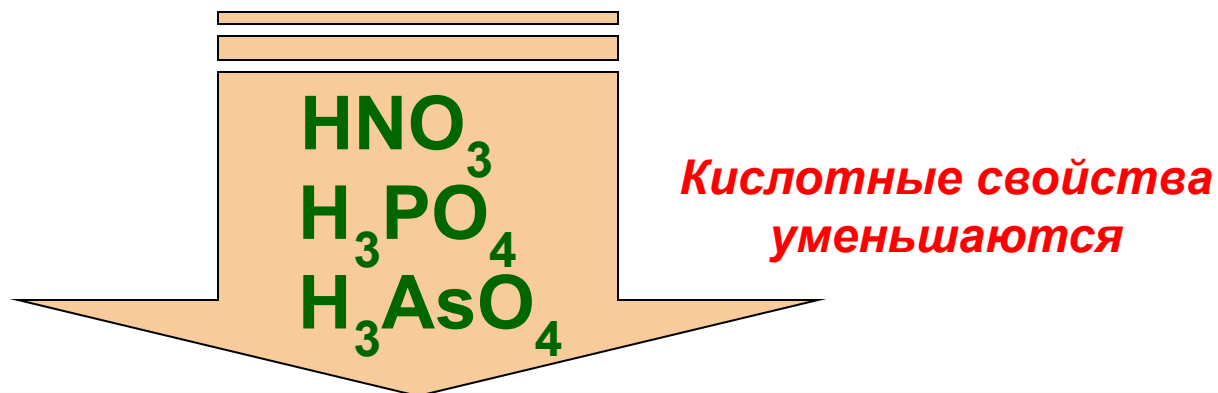
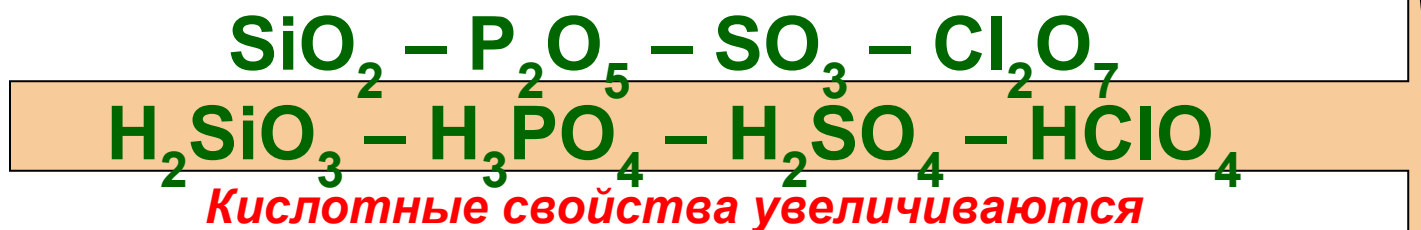


Оксиды и гидроксиды неметаллов

Все оксиды неметаллов относятся к кислотным или несолеобразующим. Несолеобразующие оксиды:

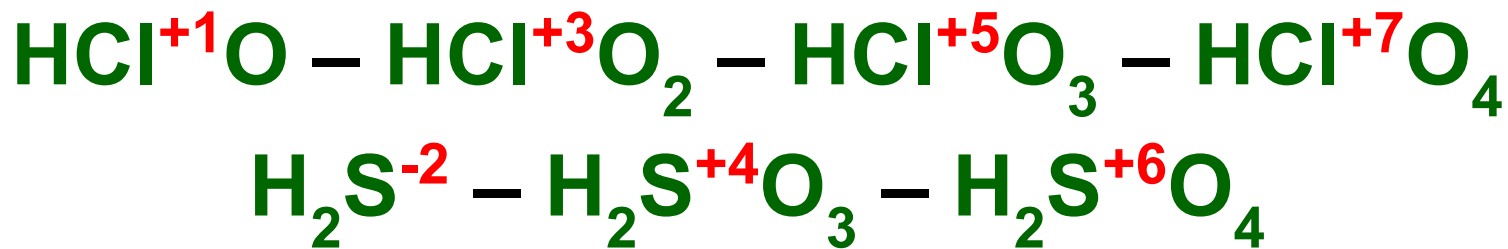


Кислотные свойства оксидов и гидроксидов в периоде увеличиваются, а в группе уменьшаются:



Если неметалл может образовывать соединения с разными степенями окисления, то свойства соединений будут зависеть от степени окисления элемента.

С увеличением степени окисления кислотные свойства соединений увеличиваются:



Кислотные свойства усиливаются

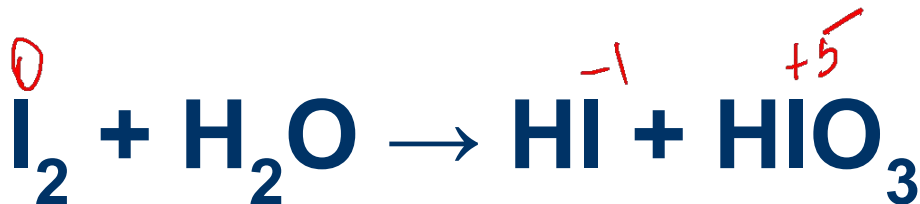
Высшим оксидам неметаллов соответствуют следующие кислоты (сильные кислоты выделены)

H_3BO_3 борная кислота	H_2CO_3 угольная кислота	HNO_3 азотная кислота	-	-
	H_2SiO_3 кремниевая кислота	H_3PO_4 ортофосфорная кислота	H_2SO_4 серная кислота	HClO_4 хлорная кислота
		H_3AsO_4 мышьяковая кислота	H_2SeO_4 селеновая кислота	HBrO_4 бромная кислота
			H_6TeO_6 ортотеллуровая кислота	HIO_4 йодная кислота

В периоде с возрастанием порядкового номера сила высших кислот увеличивается. В группах выраженной зависимости нет.

РЕАКЦИИ С ВОДОЙ

При взаимодействии с водой (растворении) наиболее активных неметаллов происходит **реакция диспропорционирования** (кроме фтора):



(растворы галогенов в воде носят название хлорная, бромная и йодная вода)

Смещения равновесия можно добиться, если проводить реакцию в щелочной среде:



ОСОБЫЕ РЕАКЦИИ С ВОДОЙ

- Углерод реагирует с водяным паром только при температуре выше 900°C:



- В атмосфере фтора вода горит с выделением кислорода:



ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С КИСЛОТАМИ

Концентрированная **серная кислота** очень активно взаимодействует с неметаллами, окисляя их до высшей степени окисления.

Реакцию растворения углерода в горячей концентрированной серной кислоте можно представить уравнением:



При окислении серы горячей концентрированной серной кислотой в качестве продукта окисления и продукта восстановления образуется диоксид серы:



Азотная кислота

как сильный окислитель окисляет неметаллы до соответствующих кислот. Концентрированная (более 60%) азотная кислота восстанавливается до NO_2 , при концентрации 15-20% - до NO :



Реакции со щелочами

При нагревании со щелочами становятся более устойчивыми соединения с более высокой степенью окисления:



Аналогично при нагревании со щелочами реагируют и менее активные неметаллы:

