Окислительно-восстановительные свойства неорганических кислот

КИСЛОТЫ-ВОССТАНОВИТЕЛИ

К таким кислотам относятся, как правило, бескислородные кислоты, восстановительные свойства которых проявляются за счет аниона элемента в низшей степени окисления. Это все галогеноводородные кислоты (кроме плавиковой), сероводородная кислота и т.п.

$$4HCl + MnO_2 = MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O$$

$$14HBr + K_2Cr_2O_7 = 3Br_2 + 2CrBr_3 + 2KBr + 7H_2O$$

$$6HI + 2KMnO_4 = 2MnO_2 + 2KOH + 3I_2 + 2H_2O$$

Среди галогеноводородных кислот самая высокая восстановительная активность у йодоводородной. Её могут окислить даже оксид и соли трехвалентного железа.

$$2FeCl_3 + 2HI = I_2 + 2\ FeCl_2 + 2HCl$$

$$Fe_2O_3 + 6HI = 2FeI_2 + I_2 + 3H_2O$$

Сероводородная кислота может окислить даже такой окислитель как диоксид серы.

$$2H_2S + SO_2 = 3S + 2H_2O$$

Также восстановительные свойства могут проявлять анионы кислородсодержащих кислот с кислотообразующим элементом в промежуточных степенях окисления – сернистая, азотистая и т.д.

$$5HNO_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = 5HNO_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O$$

Чаще используют реакции не с самими неустойчивыми кислотами, а с их устойчивыми солями.

$$3K_2SO_3 + 2K_2CrO_4 + 5H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 5K_2SO_4 + 5H_2O$$

Эти же вещества с более сильными восстановителями проявляют окислительные свойства

$$2HNO_2 + 2HI = I_2 + 2NO + 2H_2O$$

$$2H_2S + H_2SO_3 = 3S + 3H_2O$$

КИСЛОТЫ-ОКИСЛИТЕЛИ

К таким кислотам относят, как правило, кислоты с кислотообразующим элементом в высшей степени окисления - H_2SO_4, HNO_3, H_2CrO_4, $H_2Cr_2O_7$, $HClO_4$, $HClO_3$ и т.д.

Продукты восстановления таких кислот определяются веществами-восстановителями, с которыми протекает реакция, а также средой растворов.

Высокая окислительная активность концентрированной серной и азотной кислоты в любой концентрации позволяет им реагировать не только почти со всеми металлами, но и со многими твердыми неметаллами, такими как сера, углерод, фосфор.

В таблице приведены реакции взаимодействия азотной и серной кислот с металлами различной активности. В любом случае в таких реакциях всегда получается соль, вода и третий продукт, определяемый типом кислоты, активностью металла и температурой.

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КИСЛОТ С МЕТАЛЛАМИ

Металлы / Кислоты	Активные металлы (щелочные и щелочноземельные)	Металлы средней активности		Малоактивные металлы	Благородные металлы
	K, Ba, Ca, Na, Mg	Al, Fe, Cr	Zn, Sn	Pb, Cu, Hg, Ag	Au, Pt, Os, Ir
H_2SO_4 конц.	Соль + H_2O + $H_2S\uparrow$ $8K + 5H_2SO_4 = 4K_2SO_4 + 4H_2O + H_2S$ $4Ca + 5H_2SO_4 = 4CaSO_4 + 4H_2O + H_2S$	Пассивирует металл (При нагревании Соль + H_2O + $SO_2\uparrow$ (или $NO_2\uparrow$)) $2Al+3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3+4H_2O+SO_2$	Соль + H_2O + S или $SO_2\uparrow$ $Zn + 2H_2SO_4 = ZnSO_4 + 2H_2O + SO_2$	Соль + H_2O + $SO_2\uparrow$ $2Ag+2H_2SO_{4(K)}=Ag_2SO_4+SO_2+2H_2O$ $Cu+2H_2SO_4=CuSO_4+SO_2+2H_2O$	
HNO_3 конц.	Соль + H_2O + N_2O или $NO\uparrow$ $4Ca + 10HNO_3 = 4Ca(NO_3)_2 + 5H_2O + N_2O$ $8K + 10HNO_3 = 8KNO_3 + 5H_2O + N_2O$		Соль + H_2O + $NO_2\uparrow$ $Ag+2HNO_3=AgNO_3+NO_2+H_2O$ $Cu+4HNO_3=Cu(NO_3)_2+2NO_2+2H_2O$		
HNO_3 разб.	Соль + H_2O + N_2O или $N_2\uparrow$	Соль + H_2O + $NO\uparrow$ $8Al + 30HNO_3 = 8Al(NO_3)_3 + 3N_2O + 15H_2O$	$3Zn+8HNO_3=3Zn(NO_3)_2+4H_2O+2NO$	$3Ag + 4HNO_3 = 3AgNO_3 + NO + 2H_2O$	
HNO_3 очень разб.	Соль + H_2O + NH_3 (NH_4NO_3) $8K+10HNO_3=8KNO_3+5H_2O+NH_4NO_3$ $8Na +9HNO_3=8NaNO_3+3H_2O+NH_3$	Соль + H_2O + N_2O (или NH_3) $8Al + 30HNO_3 = 8Al(NO_3)_3 + 3NH_4NO_3 + 9H_2O$ $4Zn + 10HNO_3 = 4Zn(NO_3)_2 + 5H_2O + N_2O$		Соль + H_2O + $NO\uparrow$ $3Cu+8HNO_3=3Cu(NO_3)_2+2NO+4H_2O$ $3Ag + 4HNO_3 = 3AgNO_3 + NO + 2H_2O$	

Продуктом взаимодействия кислот-окислителей с неметаллами, как правило, является кислота реагирующего неметалла.

	P	S	C
H_2SO_4 (разб)	-	-	-
H_2SO_4 (конц)	$H_3PO_4+SO_2+H_2O$	SO_2+H_2O	$SO_2+NO_2+H_2O$
HNO_3 (разб)	H_3PO_4+NO	H_2SO_4+NO	-
HNO_3 (конц)	$H_3PO_4+NO_2+H_2O$	$H_2SO_4+NO_2+H_2O$	$CO_2+NO_2+H_2O$

Кислородсодержащие кислоты галогенов в степени окисления +5 и +7, а также их соли тоже являются хорошими окислителями.

Хлорноватая кислота $HClO_3$ — сильный окислитель; окислительная способность увеличивается с возрастанием концентрации и температуры. $HClO_3$ легко восстанавливается до соляной кислоты:

$$HClO_3 + 6HBr \rightarrow 3Br_2 + 3H_2O + HCl$$

В слабокислой среде $HClO_3$ восстанавливается сернистой кислотой H_2SO_3 до Cl^-, но при пропускании смеси SO_2 и воздуха сквозь сильнокислый раствор, образуется диоксид хлора

$$2HClO_3 + SO_2 \rightarrow H_2SO_4 + 2ClO_2$$

В 40%-ной хлорноватой кислоте воспламеняется бумага.

Хлорноватая кислота может окислять неметаллы.

$$6P + 5HClO_3 \rightarrow 3P_2O_5 + 5HCl$$

Хлораты – сильные окислители.

Хлорат калия $KClO_3$ (бертолетова соль) также сильный окислитель. Эта соль при нагревании разлагается. При этом без катализатора хлорат диспропорционирует:

$$4KClO_3 \rightarrow 3KClO_4 + KCl$$

В присутствии катализатора (оксид марганца (IV)) хлорат калия разлагается, окисляя кислород:

$$2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2\uparrow$$

Также хлорат калия окисляет серу и фосфор:

$$2KClO_3 + 3S \rightarrow 2KCl + 3SO_2$$

$$5KClO_3 + 6P \rightarrow 5KCl + 3P_2O_5$$

Хлорная кислота $HClO_4$ считается самой сильной кислотой (при условии одинаковых концентраций).

Хлорная кислота окисляет неметаллы с образованием соответствующих неметаллам кислот:

$$8HClO_4 + 14C \rightarrow 14CO_2 + 4Cl_2 + 4H_2O$$

$$8As + 5HClO_4 + 12H_2O = 8H_3AsO_4 + 5HCl$$

При нагревании хлорная кислота разлагается:

$$4HClO_4 \rightarrow 4ClO_2 + 3O_2 + 2H_2O$$

Соли хлорной кислоты – перхлораты - сильные окислители.

Например, перхлорат калия при нагревании разлагается. При этом хлор окисляет кислород:

$$KClO_4 \rightarrow KCl + 2O_2\uparrow$$

Еще пример: перхлорат калия окисляет алюминий:

$$3KClO_4 + 8Al \rightarrow 3KCl + 4Al_2O_3$$

В реакциях с металлами проявляет себя следующим образом. Концентрированная (70-72%) на холоду реагирует с активными металлами с выделением водорода и образованием перхлоратов.

$$Mg+2HClO_4=Mg(ClO_4)_2+H_2$$

При нагревании начинается восстановление перхлоратного аниона до хлористого водорода.

$$4Cr+3HClO_4+4H_2O=4H_2CrO_4+3HCl$$

Хлорная кислота растворяет серебро, золото и металлы платиновой группы:

$$3HClO_4+2Ag=2AgClO_4+HClO_3+H_2O$$

Спасибо за внимание!