

## КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ КАТИОНОВ И АНИОНОВ

Ион	Реактив	Реакция	Характерные признаки
1	2	3	4
$H^+$	Лакмус		Красное окрашивание
	Метилоранж		Розовое окрашивание
$K^+$	Пламя спиртовки		Фиолетовое окрашивание пламени
$Na^+$	Пламя спиртовки		Желтая окраска пламени
$NH_4^+$	Раствор щелочи, нагревание, влажная фильтровальная бумажка, пропитанная лакмусом или фенолфталеином	$NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3\uparrow + H_2O$	Специфический запах аммиака, изменение окраски бумажки
	Палочка, смоченная концентрированной $HCl$	$NH_3 + HCl = NH_4Cl$	Палочка «дымит»
$Ag^+$	Разбавленная $HCl$ , растворимые хлориды	$Ag^+ + Cl^- = AgCl\downarrow$	Белый творожистый осадок $AgCl$ , нерастворимый в воде и $HNO_3$
	$NaOH$ , $KOH$ без избытка	$2Ag^+ + OH^- = Ag_2O\downarrow + H^+$	Бурый осадок, растворимый в избытке аммиака
	Раствор $KI$	$Ag^+ + I^- = AgI\downarrow$	Светло-желтый осадок, нерастворимый в $HNO_3$ и аммиаке
	Раствор $K_2CrO_4$	$Ag^+ + CrO_4^{2-} = Ag_2CrO_4\downarrow$	Кирпично-красный осадок, растворимый в $HNO_3$ и аммиаке
$Pb^{2+}$	Раствор щелочи	$Pb^{2+} + 2OH^- = Pb(OH)_2\downarrow$	Белый осадок, растворимый как в кислотах, так и в избытке щелочей
	Раствор $H_2SO_4$ и растворимые сульфаты	$Pb^{2+} + SO_4^{2-} = PbSO_4\downarrow$	Белый осадок, растворимый при нагревании в растворах щелочей
	Растворы $K_2CrO_4$ или $K_2Cr_2O_7$	$Pb^{2+} + CrO_4^{2-} = PbCrO_4\downarrow$	Желтый осадок, мало растворимый в $HNO_3$ , растворимый в щелочах, нерастворимый в $CH_3COOH$
	Раствор $KI$	$Pb^{2+} + 2I^- = PbI_2\downarrow$	Желтый осадок

1	2	3	4
$Ba^{2+}$	Пламя спиртовки		Желто-зеленая окраска пламени
	Раствор $H_2SO_4$ , растворимые сульфаты	$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow$	Белый кристаллический осадок, нерастворимый в $HNO_3$
	Раствор $K_2CrO_4$ или $K_2CrO_7$	$Ba^{2+} + CrO_4^{2-} = BaCrO_4 \downarrow$	Желтый кристаллический осадок, нерастворимый в $CH_3COOH$ , но растворимый в сильных кислотах $HNO_3$ , $HCl$
	Раствор щавелевой кислоты ( $H_2C_2O_4$ ) или оксалата аммония $(NH_4)_2C_2O_4$	$Ba^{2+} + C_2O_4^{2-} = BaC_2O_4 \downarrow$	Белый кристаллический осадок, растворимый в сильных кислотах $HCl$ , $HNO_3$ и в слабой $CH_3COOH$ при нагревании
$Ca^{2+}$	Пламя спиртовки		Кирпично-красный цвет пламени
	Раствор $H_2SO_4$ , растворимые сульфаты	$Ca^{2+} + SO_4^{2-} = CaSO_4 \downarrow$	Белый кристаллический осадок (игольчатые кристаллы) выпадает из достаточно концентрированных растворов или в присутствии этилового спирта, нерастворимый в $HNO_3$
	Раствор $H_2C_2O_4$ или оксалата аммония $(NH_4)_2C_2O_4$	$Ca^{2+} + C_2O_4^{2-} = CaC_2O_4 \downarrow$	Белый кристаллический осадок, растворимый в сильных кислотах $HCl$ , $HNO_3$ и нерастворимый в $CH_3COOH$
$Al^{3+}$	Раствор $NH_4OH$	$Al^{3+} + 3NH_4OH = Al(OH)_3 \downarrow + 3NH_4^+$	Белый студенистый осадок, нерастворимый в солях аммония, растворимый в избытке щелочи, растворимый в ализарине с образованием малорастворимого соединения ярко-красного цвета – «алюминиевого лака»

1	2	3	4
$Cr^{3+}$	Раствор $NH_4OH$	$Cr^{3+} + 3NH_4OH = Cr(OH)_3\downarrow + 3NH_4^+$	Серо-зеленый осадок, нерастворимый в избытке реактива, но растворимый в избытке щелочи (зеленый раствор), растворимый в ализарине
	$H_2O_2$ в щелочной среде	$2Cr^{3+} + 3H_2O_2 + 10OH^- = 2CrO_4^{2-} + 8H_2O$	Желтый раствор
	$H_2O_2$ в кислой среде	$Cr_2O_7^{2-} + 4H_2O_2 + 2H^+ = 2H_2CrO_6 + 3H_2O$	Синий раствор
$Zn^{2+}$	Раствор $NH_4OH$	$Zn^{2+} + 2NH_4OH = Zn(OH)_2\downarrow + 2NH_4^+$	Белый осадок, растворимый в избытке реактива, растворимый в ализарине
	Желтая кровяная соль $K_4[Fe(CN)_6]$	$2K^+ + 3Zn^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{4-} = K_2Zn_3[Fe(CN)_6]_2$	Белый осадок, нерастворимый в разбавленной $HCl$
$Fe^{2+}$	Раствор $NH_4OH$ , растворы щелочей	$Fe^{2+} + 2OH^- = Fe(OH)_2\downarrow$ $Fe^{2+} + 2NH_4OH = Fe(OH)_2\downarrow + 2NH_4^+$	Грязно-зеленый, постепенно бурящийся осадок, растворимый в растворах сильных кислот, но нерастворимый в избытке щелочи, растворимый в насыщенном растворе $NH_4Cl$
	Красная кровяная соль $K_3[Fe(CN)_6]$	$3Fe^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{3-} = Fe_3[Fe(CN)_6]_2\downarrow$	Синий осадок, нерастворимый в кислотах, но разлагающийся щелочами с образованием $Fe(OH)_2$
$Fe^{3+}$	Раствор $NH_4OH$ , растворы щелочей	$Fe^{3+} + 3NH_4OH = Fe(OH)_3\downarrow + 3NH_4^+$ $Fe^{3+} + 3OH^- = Fe(OH)_3\downarrow$	Красно-бурый осадок, растворимый в кислотах, но нерастворимый в избытке раствора щелочи
	Желтая кровяная соль $K_4[Fe(CN)_6]$	$4Fe^{3+} + 3[Fe(CN)_6]^{4-} = Fe_4[Fe(CN)_6]_3\downarrow$	Темно-синий осадок, нерастворимый в кислотах, но разлагаемый щелочами с образованием $Fe(OH)_3$
	Растворы $KCNS$ или $NH_4CNS$	$Fe^{3+} + 3CNS^- = Fe(CNS)_3\downarrow$	Кроваво-красный комплекс, разрушающийся под действием $F^-$ (обесцвечивание)

1	2	3	4
$Mg^{2+}$	Раствор $NH_4OH$	$Mg^{2+} + 2NH_4OH = Mg(OH)_2\downarrow + 2NH_4^+$ $Mg^{2+} + 2OH^- = Mg(OH)_2\downarrow$	Белый осадок, растворимый в растворах кислот, в насыщенном растворе $NH_4Cl$ , но нерастворимый в избытке раствора щелочи
	Гидрофосфат натрия $Na_2HPO_4$ в присутствии $NH_4OH$ и соли аммония при $pH=9$	$Mg^{2+} + HPO_4^{2-} + NH_4OH = MgNH_4PO_4\downarrow + H_2O$	Белый кристаллический осадок, растворимый в кислотах (в том числе и уксусной)
$Cu^{2+}$	Недостаток раствора $NH_4OH$	$Cu^{2+} + 2NH_4OH = Cu(OH)_2\downarrow + 2NH_4^+$	Голубовато-зеленый осадок, растворимый в кислотах и избытке $NH_4OH$ с образованием ярко-синего комплекса
	Растворы щелочей	$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2\downarrow$	Голубой осадок, растворимый в сильных кислотах и заметно растворимый в едких щелочах, при нагревании разлагается с образованием $CuO$ черного цвета
	Желтая кровавая соль $K_4[Fe(CN)_6]$	$Cu^{2+} + [Fe(CN)_6]^{4-} = Cu_2[Fe(CN)_6]\downarrow$	Осадок красно-бурого цвета, нерастворимый в разбавленных кислотах, но разлагается щелочами с образованием $Cu(OH)_2$
	Тиосульфат натрия $Na_2S_2O_3$	$Cu^{2+} + S_2O_3^{2-} + H_2O = CuS\downarrow + SO_4^{2-} + 2H^+$	Осадок черного цвета, растворимый в избытке реактива
	Раствор $KI$	$2Cu^{2+} + 4I^- = 2CuI\downarrow + I_2$	Осадок белого цвета, а $I_2$ – бурый
	Пламя спиртовки		Синий или зеленый цвет пламени
$SO_4^{2-}$	Растворимые соли бария	$SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4\downarrow$	Белый кристаллический осадок, нерастворимый в $HNO_3$
	Растворимые соли стронция	$SO_4^{2-} + Sr^{2+} = SrSO_4\downarrow$	Белый кристаллический осадок, нерастворимый в кислотах
	Растворимые соли кальция	$SO_4^{2-} + Ca^{2+} = CaSO_4\downarrow$	Игольчатые кристаллы, нерастворимые в кислотах
	Раствор $AgNO_3$ , если раствор $SO_4^{2-}$ достаточно концентрированный	$SO_4^{2-} + 2Ag^+ = Ag_2SO_4\downarrow$	Белый кристаллический осадок

1	2	3	4
$SO_3^{2-}$	Растворимые соли бария	$SO_3^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_3 \downarrow$	Белый кристаллический осадок, растворимый в кислотах
	Растворимые соли стронция	$SO_3^{2-} + Sr^{2+} = SrSO_3 \downarrow$	Белый кристаллический осадок, растворимый в кислотах
	Окислители ( $I_2$ , $KMnO_4$ )	$5SO_3^{2-} + 2MnO_4^- + 6H^+ = 5SO_4^{2-} + 2Mn^{2+} + 3H_2O$	Происходит обесцвечивание реакционной смеси
	Раствор $AgNO_3$	$SO_3^{2-} + 2Ag^+ = Ag_2SO_3 \downarrow$	Белый осадок, растворимый в $HNO_3$ и $CH_3COOH$
$CO_3^{2-}$	Растворимые соли бария	$CO_3^{2-} + Ba^{2+} = BaCO_3 \downarrow$	Белый кристаллический осадок, растворимый в кислотах
	Более сильные кислоты	$CO_3^{2-} + 2H^+ = CO_2 \uparrow + H_2O$	Выделение $CO_2$ , который вызывает помутнение известковой воды $Ca(OH)_2$
	Раствор $AgNO_3$	$CO_3^{2-} + 2Ag^+ = Ag_2CO_3 \downarrow$	Белый кристаллический осадок, растворимый в азотной кислоте
$PO_4^{3-}$ , $HPO_4^{2-}$	Растворимые соли бария	$PO_4^{3-} + Ba^{2+} = Ba_3(PO_4)_2 \downarrow$	Белый кристаллический осадок, растворимый в кислотах
	Раствор $AgNO_3$	$HPO_4^{2-} + 2Ag^+ = Ag_2HPO_4 \downarrow$	Желтый осадок, растворимый в $HNO_3$ и аммиаке
$Cl^-$	Раствор $AgNO_3$	$Cl^- + Ag^+ = AgCl \downarrow$	Белый творожистый осадок, нерастворимый в $HNO_3$ , растворимый в аммиаке
$Br^-$	Раствор $AgNO_3$	$Br^- + Ag^+ = AgBr \downarrow$	Желтоватый творожистый осадок, нерастворимый в $HNO_3$ , растворимый в концентрированном $NH_4OH$
$I^-$	Раствор $AgNO_3$	$I^- + Ag^+ = AgI \downarrow$	Светло-желтый осадок, нерастворимый в $HNO_3$
$NO_3^-$	Металлы ( $Al$ , $Zn$ ) в щелочной среде	$NO_3^- + 4Zn + 7OH^- = NH_3 \uparrow + 2H_2O + 4ZnO_2^{2-}$	Выделение $NH_3$ определяют по запаху или по посинению влажной красной лакмусовой бумажки
	Несколько кристаллов $FeSO_4$ в присутствии капли концентрированной $H_2SO_4$ (на стекле)		Вокруг кристаллов образуются бурые кольца
	Дифениламин $(C_6H_5)_2NH$ в сернокислой среде (на стекле)		Появление синей окраски

1	2	3	4
$CH_3COO^-$	Сильные кислоты	$CH_3COO^- + H^+ = CH_3COOH$	Появление характерного запаха уксусной кислоты
	Раствор $FeCl_3$	$Fe^{3+} + CH_3COO^- + 2H_2O = 2CH_3COOH + Fe(OH)_2CH_3COO \downarrow$	Осадок красно-бурого цвета
$OH^-$	Лакмус		Синее окрашивание
	Фенолфталеин		Малиновое окрашивание
	Метилоранж		Желтое окрашивание