

Качественные реакции неорганических и органических веществ

Качественные реакции – это реакции, позволяющие определить наличие того или иного вещества (компонента) в среде.

Качественные реакции неорганических веществ

Качественные реакции для газов

Вещество	Реактив	Реакция	Характерные признаки
H ₂	O ₂ (сжигание)	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$	<i>Запотевание</i> холодного предмета
O ₂	C (тлеющая лучинка)	$\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$	<i>Вспышка</i>
Cl ₂	Бумажка, пропитанная крахмальным клейстером и раствором иодида калия	$2\text{KI} + \text{Cl}_2 = 2\text{KCl} + \text{I}_2\downarrow$	<i>Посинение</i> бумажки
I ₂	Крахмальный клейстер		<i>Синее</i> окрашивание
CO ₂	Известковая вода	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$	Помутнение раствора
NH ₃	Хлороводород	$\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$	Белый дым. Специфический запах NH ₃ , образование белого

			дыма (NH ₄ Cl)
--	--	--	---------------------------

Качественные реакции щелочных металлов

Все соединения щелочных металлов определяют по цвету пламени:

(указан так же цвет пламени некоторых щелочно-земельных металлов)

Ba ²⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Li ⁺	Na ⁺	Sr ²⁺
желто-зеленое	фиолетовое	кирпично-красное	ярко-красное	желтое	карминово-красное

Качественные реакции на катионы

Катион	Реактив	Реакция	Характерные признаки
H ⁺	Лакмус Метилоранж		<i>Красное</i> окрашивание <i>Розовое</i> окрашивание
Ba ²⁺	Растворимые сульфаты, серная кислота. Пламя спиртовки.	$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow$	<i>Белый</i> мелкодисперсный осадок BaSO ₄ , нерастворимый в H ₂ O и HNO ₃ . <i>Желто-зеленая</i> окраска пламени.
Ag ⁺	Растворимые хлориды, соляная кислота	$Ag^+ + Cl^- = AgCl \downarrow$	<i>Белый</i> творожистый осадок AgCl, нерастворимый в H ₂ O и HNO ₃
NH ⁴⁺	Раствор щелочи,	$NH_4^+ + OH^- = NH_4OH$	<i>Специфический запах</i> аммиака. Изменение окраски

	нагревание, влажная фильтровальная бумажка, пропитанная лакмусом или фенолфталеином; палочка, смоченная HCl(конц)	$(\text{NH}_3\uparrow + \text{HO}_2)$ $\text{NH}_3 + \text{HCl} = \text{NH}_4\text{Cl}$	бумажки. Палочка, смоченная HCl(конц) «дымит»
Al^{3+}	Растворы щелочи, кислоты	$\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$	Белый осадок $\text{Al}(\text{OH})_3$, растворимый в кислоте в избытке щелочи
Zn^{2+}	Растворы щелочи, кислоты	$\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow$ $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{OH}^- = [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$	Белый осадок $\text{Zn}(\text{OH})_2$, растворимый в кислоте в избытке щелочи
Mg^{2+}	Раствор щелочи	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$	Белый осадок $\text{Mg}(\text{OH})_2$, нерастворимый в избытке щелочи
Cr^{3+}	Растворы щелочи, кислоты	$\text{Cr}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow$ $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Cr}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cr}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- = [\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$	Серо-зеленый осадок $\text{Cr}(\text{OH})_3$, растворимый в кислоте в избытке щелочи
Fe^{2+}	Раствор красной кровяной соли $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	$3\text{Fe}^{2+} + 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2\downarrow$	Образование турнбулевой сини $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$

Fe^{3+}	Раствор роданида аммония NH_4CNS Раствор желтой кровяной соли $K_4[Fe(CN)_6]$	$Fe^{3+} + 3CNS^- = Fe(CNS)_3$ $4Fe^{3+} + 3[Fe(CN)_6]^{4-} = Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \downarrow$	<i>Кроваво-красное</i> окрашивание раствора Образование берлинской лазури $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$
Cu^{2+}	Раствор щелочи с последующим нагреванием	$Cu^{2+} + 2OH^- = Cu(OH)_2 \downarrow$ $Cu(OH)_2 \rightarrow CuO + H_2O$	<i>Ярко-голубой</i> студенистый осадок, нерастворимый в избытке щелочи, разлагающийся при нагревании на черный осадок CuO и воду

Качественные реакции на анионы

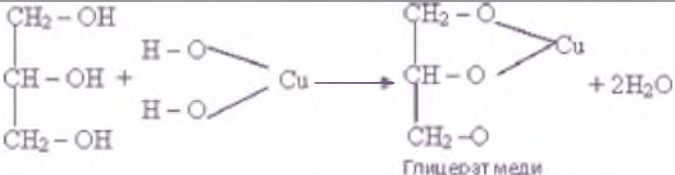
OH^-	Лакмус		<i>Синее</i> окрашивание
	Фенолфталеин		<i>Малиновое</i> окрашивание
	Метилоранж		<i>Желтое</i> окрашивание
Cl^-	Раствор нитрата серебра $AgNO_3$	$Ag^+ + Cl^- = AgCl \downarrow$	<i>Белый</i> творожистый осадок, нерастворимый в H_2O и HNO_3
Br^-	Раствор нитрата серебра $AgNO_3$	$Ag^+ + Br^- = AgBr \downarrow$	<i>Светло-желтый</i> осадок, нерастворимый в H_2O и HNO_3
I^-	Раствор нитрата серебра $AgNO_3$	$Ag^+ + I^- = AgI \downarrow$	<i>Желтый</i> осадок, нерастворимый в H_2O и HNO_3
NO_3^-	Концентрированная серная кислота и медная стружка при нагревании	$H_2SO_4 + 2NH_4NO_3 = (NH_4)_2SO_4 + 2HNO_3$ $4HNO_3 + Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$	<i>Бурый</i> газ (NO_2), <i>голубая</i> окраска раствора
SO_4^{2-}	Раствор соли бария	$Ba^{2+} + SO_4^{2-} = BaSO_4 \downarrow$	<i>Белый</i> мелкодисперсный осадок,

			нерастворимый в H ₂ O и HNO ₃
SO ₃ ²⁻	Сильная кислота	2H ⁺ + SO ₃ ²⁻ = H ₂ SO ₃ (SO ₂ ↑ + H ₂ O)	Газ с <i>резким</i> специфическим запахом
S ²⁻	Раствор соли свинца	Pb ²⁺ + S ²⁻ = PbS↓	<i>Черно-бурый</i> осадок
CO ₃ ²⁻	Сильная кислота	2H ⁺ + CO ₃ ²⁻ = H ₂ CO ₃ (CO ₂ ↑ + H ₂ O)	Газ без цвета и запаха, не поддерживает горение
HCO ₃ ⁻		H ⁺ + HCO ₃ ⁻ = H ₂ O + CO ₂ ↑	
PO ₄ ³⁻	Раствор нитрата серебра в слабощелочной среде	3Ag ⁺ + PO ₄ ³⁻ = Ag ₃ PO ₄ ↓	<i>Желтый</i> осадок, растворимый в HNO ₃
HPO ₄ ³⁻		3Ag ⁺ + HPO ₄ ²⁻ = Ag ₃ PO ₄ ↓ +H ⁺	
H ₂ PO ₄ ⁻		3Ag ⁺ + H ₂ PO ₄ ⁻ = Ag ₃ PO ₄ ↓ +2H ⁺	

Качественные реакции на органические вещества

Вещество, функциональная группа	Реактив	Схема реакции	Характерные признаки
Непредельные углеводороды (алкены, алкины, диены), кратные связи	р-р KMnO ₄ (розовый)	CH ₂ =CH ₂ + H ₂ O + KMnO ₄ → KOH + MnO ₂ ↓ + CH ₂ (OH)-CH ₂ (OH)	обесцвечивание р-ра
	р-р I ₂ (бурый)	CH ₂ =CH-CH ₃ + I ₂ → CH ₂ (I)-CH(I)-CH ₃	обесцвечивание р-ра
	р-р Br ₂ (желтый)	CH ₂ =CH ₂ + Br ₂ → CH ₂ (Br)-CH ₂ (Br)	обесцвечивание р-ра
Ацетилен	аммиачный р-р Ag ₂ O	CH≡CH + [Ag(NH ₃) ₂]OH → AgC≡CAg↓ + NH ₃ ↑ + H ₂ O	образование осадка желтого цвета

			(взрывоопасен)
Бензол	нитрующая смесь $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$	$t^0\text{C}, \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.})$ $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	образование тяжелой жидкости светло-желтого цвета с запахом горького миндаля
Толуол	р-р KMnO_4 (розовый)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4$	обесцвечивание р-ра
Фенол (карболовая кислота)	р-р FeCl_3 (светло-желтый)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{FeCl}_3 \rightarrow (\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_3\text{Fe} + \text{HCl}$	окрашивание р-ра в фиолетовый цвет
	насыщенный р-р Br_2 (бромная вода)	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Br}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_3\text{OH}\downarrow + \text{HBr}$	образование белого осадка со специфическим запахом
Анилин (аминобензол)	р-р хлорной извести CaOCl_2 (бесцветный)		окрашивание р-ра в фиолетовый цвет
Этанол	насыщенный р-р I_2 + р-р NaOH	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{I}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CHI}_3\downarrow + \text{HCOONa} + \text{NaI} + \text{H}_2\text{O}$	образование мелкокристаллического осадка CHI_3 светло-желтого цвета со специфическим запахом
	CuO (прокаленная медная проволока)	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}\downarrow + \text{CH}_3\text{-CHO} + \text{H}_2\text{O}$	выделение металлической меди, специфический запах ацетальдегида
Гидроксогруппа (спирты, фенол, гидроксикислоты)	Металлический Na	$\text{R-OH} + \text{Na} \rightarrow \text{R-O-Na}^+ + \text{H}_2\uparrow$ $\text{C}_6\text{H}_5\text{-OH} + \text{Na} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{-O-Na}^+ + \text{H}_2\uparrow$	выделение пузырьков газа (H_2), образование бесцветной студенистой массы

Эфиры (простые и сложные)	H ₂ O (гидролиз) в присутствии NaOH при нагревании	$\text{CH}_3\text{-C(O)-O-C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	специфический запах
Многоатомные спирты, глюкоза	Свежеосажденный гидроксид меди (II) в сильно щелочной среде		ярко-синее окрашивание р-ра
Карбонильная группа – CHO (альдегиды, глюкоза)	Аммиачный р-р Ag ₂ O	$\text{R-CHO} + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{R-COOH} + \text{Ag}\downarrow + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$	образование блестящего налета Ag («серебряное зеркало») на стенках сосудов
	Свежеосажденный Cu(OH) ₂	$\text{R-CHO} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{R-COOH} + \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$	образование красного осадка Cu ₂ O
Карбоновые кислоты	лакмус		окрашивание р-ра в розовый цвет
	р-р Na ₂ CO ₃	$\text{R-COOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{R-COO-Na}^+ + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$	выделение CO ₂
	спирт + H ₂ SO ₄ (конц.)	$\text{R-COOH} + \text{HO-R}_1 \leftrightarrow \text{RC(O)OR}_1 + \text{H}_2\text{O}$	специфический запах образующегося сложного эфира
Муравьиная кислота	Свежеосажденный Cu(OH) ₂	$\text{HCOOH} + \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$	образование красного осадка Cu ₂ O
	Аммиачный р-р Ag ₂ O	$\text{HCOOH} + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{Ag}\downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$	«серебряное зеркало» на стенках сосуда
Олеиновая кислота	р-р KMnO ₄ (розовый) или I ₂ (бурый) или Br ₂ (желтый)	$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_8\text{H}_{17}\text{-CH(OH)-CH(OH)-(CH}_2)_7\text{-COOH} + \text{MnO}_2\downarrow + \text{KOH}$	обесцвечивание р-ра

		$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH} + \text{I}_2 \rightarrow \text{C}_8\text{H}_{17}\text{-CH(I)-CH(I)-}(\text{CH}_2)_7\text{-COOH}$	
Ацетаты (соли уксусной кислоты)	р-р FeCl ₃	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{FeCl}_3 \rightarrow (\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Fe} + \text{NaCl}$	окрашивание р-ра в красно-бурый цвет
Стеарат натрия (мыло)	H ₂ O (гидролиз) + фенолфталеин	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{OON}\downarrow + \text{NaOH}$	окрашивание р-ра в малиновый цвет
	насыщенный р-р соли кальция	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa} + \text{Ca}^{2+} \leftrightarrow (\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2\text{Ca}\downarrow + \text{Na}^+$	образование серого осадка
	Концентрированная неорганическая кислота	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa} + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}\downarrow + \text{Na}^+$	образование белого осадка
Белок	пламя	реакция горения	запах «паленого», жженных перьев
	HNO ₃ (конц.); t, °C	ксантопротеиновая реакция (происходит нитрование бензольных колец в молекуле белка)	без нагревания – появляется желтое окрашивание р-ра; при нагревании и добавлении раствора аммиака белок окрашивается в желтый цвет
	Свежеосажденный Cu(OH) ₂	биуретовая реакция (образуется комплексное соединение)	сине-фиолетовое окрашивание р-ра