

КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Качественная реакция – это реакция, позволяющая доказать наличие того или иного вещества (иона) в среде.

Качественные реакции всегда сопровождаются видимым признаком реакции (аналитическим эффектом):

- выпадение осадка;
- растворение осадка;
- поглощение газа;
- изменение окраски раствора;
- изменение запаха;
- излучение света;
- выделение/поглощение тепла.

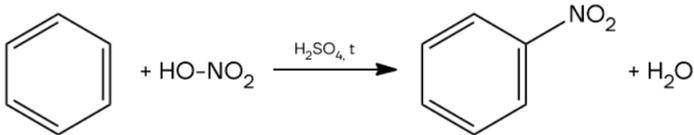
Алкены

| вещество | реактив для качественного определения | аналитический эффект | уравнение реакции |
|--------------------------------------|---|--|---|
| Любые соединения, содержащие $-C=C-$ | Br_2 – раствор брома в воде (бромная вода) или любом другом растворителе (CCl_4); I_2 – раствор йода | обесцвечивание раствора | $H_3C-CH=CH_2 + Br_2 \xrightarrow{H_2O} H_3C-\overset{Br}{\underset{ }{CH}}-\overset{Br}{\underset{ }{CH_2}}$ |
| | $KMnO_4$ (р-р) | обесцвечивание раствора, выпадение бурого осадка | $3CH_2=CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow H_2C-\underset{OH}{\underset{ }{CH}}-\underset{OH}{\underset{ }{CH_2}} + 2KOH + 2MnO_2$ |
| | жёсткое окисление | в зависимости от среды: вспоминаем схемы Mn и Cr. | |

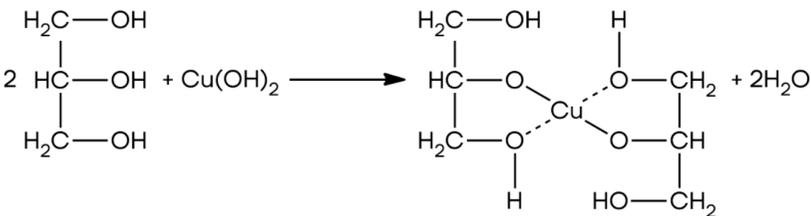
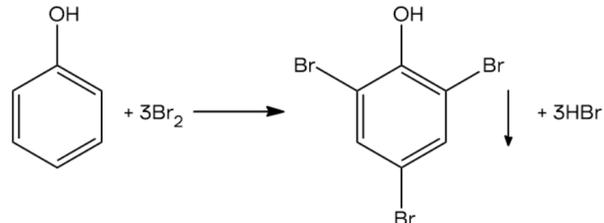
Алкины

| вещество | реактив для качественного определения | аналитический эффект | уравнение реакции |
|--|---|--|---|
| Любые соединения, содержащие $-C\equiv C-$ | Br_2 – раствор брома в воде (бромная вода) или любом другом растворителе (CCl_4); I_2 – раствор йода | обесцвечивание раствора | $CH\equiv C-CH_2-CH_3 + 2Br_2 \longrightarrow \begin{array}{c} Br & Br \\ & \\ CH & -C-CH_2-CH_3 \\ & \\ Br & Br \end{array}$ |
| | $KMnO_4$ (p-p) | обесцвечивание раствора | $HC\equiv CH + KMnO_4 \longrightarrow \begin{array}{c} O & O \\ & \\ KO-C & -C-OK \end{array} + MnO_2 + KOH + H_2O$ |
| Вещества с концевой тройной связью, ацетилен | $[Ag(NH_3)_2]OH$ (аммиачный раствор оксида серебра) | образование осадка жёлтого цвета (взрывоопасен) | $CH\equiv CH + 2[Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow Ag-C\equiv C-Ag + 2H_2O + 4NH_3$ |
| | $[Cu(NH_3)_2]Cl$ | образование осадка красного цвета (взрывоопасен) | $CH\equiv CH + 2[Cu(NH_3)_2]Cl \rightarrow Cu-C\equiv C-Cu + 2NH_4Cl + 2NH_3$ |
| | щелочные металлы | выделение газа и растворение металла | $CH\equiv CH + 2Na \rightarrow Na_2C_2 + H_2$ |

Арены

| | | | |
|-------------------------------------|---|---|---|
| Бензол | HNO_3 (конц) + H_2SO_4 (конц) – нитрующая смесь | образуется тяжёлая жидкость светло-жёлтого цвета с характерным запахом горького миндаля |  |
| Производные ароматических углеводов | $KMnO_4$ (p-p) | обесцвечивание раствора | $5C_6H_5-C_2H_5 + 12KMnO_4 + 18H_2SO_4 \rightarrow 12MnSO_4 + 6K_2SO_4 + 5CO_2 + 28H_2O + 5C_6H_5-COOH$ |

Спирты, фенолы

| вещество | реактив для качественного определения | аналитический эффект | уравнение реакции |
|--------------------------------|--|---|---|
| Спирты, фенолы | щелочные металлы | выделение газа | $2ROH + 2Na \rightarrow 2RONa + H_2$ |
| Одноатомные спирты | R_1COOH – карбоновые кислоты | образование сложных эфиров, многие из которых имеют характерный запах | $R_1COOH + ROH \rightarrow R_1COOR + H_2O$ |
| Одноатомные спирты (первичные) | CuO при нагревании | изменение цвета с чёрного (CuO) на красный (Cu) | $RCH_2OH + CuO \rightarrow RCHO + Cu + H_2O$ |
| CH_3CH_2OH | $I_2 + NaOH$ (p-p) | жёлтый осадок иодоформа и характерный запах | $CH_3CH_2OH + 4I_2 + 6NaOH \rightarrow CHI_3 + HCOONa + 5NaI + 5H_2O$ |
| Одноатомные спирты (вторичные) | CuO при нагревании | изменение цвета с чёрного (CuO) на красный (Cu) | $RCH_2(OH)R_1 + CuO \rightarrow RC(O)R_1 + Cu + H_2O$ |
| Многоатомные спирты | $Cu(OH)_2$ – свежеприготовленный, в избытке щёлочи | образование раствора ярко-синего цвета |  |
| Фенолы | $FeCl_3$ (p-p) | фиолетовая окраска | |
| Только фенол $Ar-OH$ | Br_2 (p-p) – бромная вода | осадок белого цвета |  |

Альдегиды

| вещество | реактив для качественного определения | аналитический эффект | уравнение реакции |
|--|--|---|---|
| Альдегиды, альдегидосахара, восстанавливающие дисахара | $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ (аммиачный раствор оксида серебра) | осадок металлического серебра (реакция “серебряного зеркала”) | $\text{RCHO} + 2[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{RCOONH}_4 + 2\text{Ag} + 3\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ |
| | $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – свежеприготовленный в избытке щёлочи при нагревании | образуется осадок Cu_2O красного цвета | $\text{RCHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{RCOOH} + \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$ |

Карбоновые кислоты

| | | | |
|--------------------|--|--|--|
| Карбоновые кислоты | соли угольной кислоты (карбонаты и гидрокарбонаты) | выделение газа | $\text{RCOOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{RCOONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ |
| | спирты R_1OH | образование сложных эфиров, многие из которых обладают характерным запахом | $\text{R}_1\text{COOH} + \text{ROH} \rightarrow \text{R}_1\text{COOR} + \text{H}_2\text{O}$ |

Сложные эфиры

| | | | |
|---------------|-------------------|--|---|
| Сложные эфиры | щелочные растворы | сложные эфиры нерастворимы в воде, один из продуктов реакции (соль карбоновой кислоты) растворим | $\text{R}_1\text{COOR} + \text{NaOH} \rightarrow \text{R}_1\text{COONa} + \text{ROH}$ |
|---------------|-------------------|--|---|

Амины

| вещество | реактив для качественного определения | аналитический эффект | уравнение реакции |
|---|--|--|--|
| Первичные алифатические амины $R-NH_2$ | HNO_2 (смесь $NaNO_2 + H_2SO_4$) | выделение газа | $RNH_2 + HNO_2 \rightarrow ROH + N_2 + H_2O$ |
| анилин ($C_6H_5NH_2$) | $Ca(ClO)_2$ – р-р хлорной извести | окрашивание в фиолетовый цвет | – |
| | Br_2 (р-р) | обесцвечивание раствора и образование осадка | – |

Углеводы

| | | | |
|--------------------------|---|--|---|
| Моносахариды, дисахариды | как многоатомные спирты $Cu(OH)_2$ – свежеприготовленный, в избытке щёлочи | образование раствора ярко-синего цвета | – |
| Крахмал | I_2 (р-р) | сине-фиолетовое окрашивание, исчезающее при нагревании | – |

Галогенсодержащие вещества (напр. галогенуглеводороды)

| | | | |
|--------|----------------------------------|------------------------------------|---|
| $R-Cl$ | нагретая медная проволока, пламя | окрашивание пламени в зелёный цвет | – |
|--------|----------------------------------|------------------------------------|---|

Белки

| вещество | реактив для качественного определения | аналитический эффект | уравнение реакции |
|---|---|--|-------------------|
| Белки (р-я на пептидную связь) | $\text{Cu}(\text{OH})_2$ – свежеприготовленный в избытке щёлочи ($\text{CuSO}_4 + \text{NaOH}$ (конц.)) | раствор ярко-фиолетового цвета – биуретовая реакция | – |
| Белки, содержащие остатки ароматических углеводородов | HNO_3 (конц.) | жёлтое окрашивание – ксантопротеиновая реакция | – |
| Белки серосодержащие | $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ (р-р) + NaOH (конц.) | осадок чёрного цвета – цистеиновая реакция | – |

Абсолютно все органические вещества

Любая органика

 O_2

горит на воздухе

вещество (C, H, O, N Cl и т.д.) + $\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 + \text{Cl}_2$

нагревание

обугливание