

**АМФОТЕРНОСТЬ**

*Амфотерность – способность химических соединений проявлять кислотные или основные свойства в зависимости от природы второго компонента, участвующего в кислотно-основном взаимодействии.*

Одно и то же вещество, реагируя с сильной кислотой, имеет тенденцию проявлять основные свойства, а при реакции с сильным основанием – кислотные.

Рассмотрим конкретные примеры химического поведения некоторых соединений.

**1. ОКСИД АЛЮМИНИЯ (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)**

Белый, тугоплавкий, термически устойчивый. В прокалённом виде химически пассивен; не реагирует с водой, разбавленными кислотами и щелочами.

Проявляет амфотерные свойства; реагирует с концентрированными кислотами, щелочами в концентрированном растворе и при спекании.

1.  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 6\text{HCl}(\text{концентр.}, \text{горяч.}) = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ .
2.  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH}(\text{конц.}, \text{горяч.}) + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ .
3.  $\text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{900-1100^\circ\text{C}} 2\text{NaAlO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
4.  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \xrightarrow{1000-1200^\circ\text{C}} 2\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2$ .

**2. ГИДРОКСИД АЛЮМИНИЯ (Al(OH)<sub>3</sub>)**

Белый, термически неустойчивый. Не растворяется в воде. Не реагирует с гидратом аммиака. Проявляет амфотерные свойства; реагирует с кислотами, щелочами в растворе и при спекании.

1.  $\text{Al}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{выше } 575^\circ\text{C}} \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl}(\text{разб.}) = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
3.  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH}(\text{конц.}) = \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$
4.  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NaOH} \xrightarrow{1000^\circ\text{C}} \text{NaAlO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}\uparrow$

**3. АЛЮМИНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ (Al)**

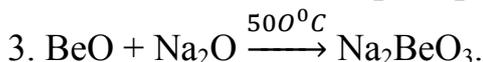
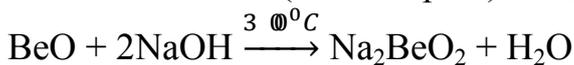
Белый лёгкий пластичный металл. Пассивируется в воде, концентрированной азотной кислоте и растворе дихромата калия из-за образования устойчивой оксидной плёнки. Al – сильный восстановитель.

Алюминий проявляет амфотерные свойства (напомним, что понятие «амфотерность» относится только к соединениям; фраза «алюминий амфотерный металл» не корректна).

1.  $2\text{Al} + 6\text{HCl}(\text{разб.}) = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\uparrow$ .
2.  $8\text{Al} + 30\text{HNO}_3(\text{разб.}) = 8\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{N}_2\text{O} + 15\text{H}_2\text{O}$ .
3.  $8\text{Al} + 30\text{HNO}_3(\text{оченьразб.}) = 8\text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{NH}_4\text{NO}_3 + 9\text{H}_2\text{O}$ .
4.  $2\text{Al} + 2\text{NaOH}(\text{конц.}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{горяч.}) = 3\text{H}_2\uparrow + 2\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$  ]

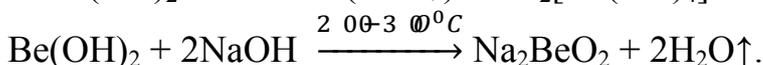
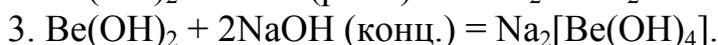
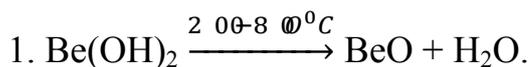
#### 4. BeO– ОКСИД БЕРИЛЛИЯ

Белый, тугоплавкий, термически устойчивый. Проявляет амфотерные свойства, реагирует с концентрированными кислотами и щелочами, кислотными и основными оксидами.



#### 5. Be(OH)<sub>2</sub> – ГИДРОКСИД БЕРИЛЛИЯ

Проявляет амфотерные свойства, реагирует с разбавленными кислотами, щелочами в растворе и при сплавлении.

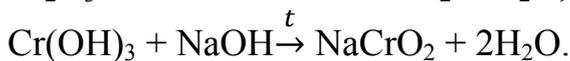
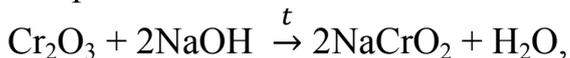


#### 6. Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – ОКСИДХРОМА (III). Cr(OH)<sub>3</sub> – ГИДРОКСИДХРОМА (III).

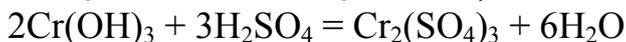
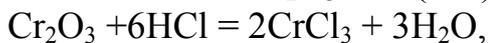
Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> тёмно-зелёное вещество, тугоплавкое, термически устойчивое. Проявляет амфотерные свойства. Cr(OH)<sub>3</sub> серо-зелёное вещество термически неустойчивое. При растворении в концентрированных растворах щелочей образуются комплексные соединения хрома:



2. При сплавлении с основаниями эти соединения образуют хромиты:



3. С кислотами Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Cr(OH)<sub>3</sub> дают соли хрома (III) катионного типа:



#### 7. FeO – ОКСИД ЖЕЛЕЗА (II)

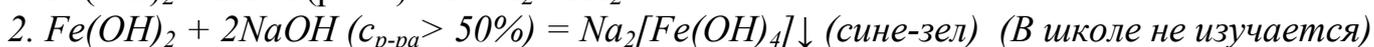
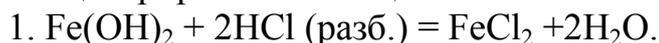
## АМФОТЕРНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ

Проявляет амфотерные свойства, но основные свойства преобладают.



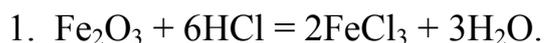
## 8. $\text{Fe}(\text{OH})_2$ – ГИДРОКСИД ЖЕЛЕЗА (II)

Белое вещество с зеленоватым оттенком, термически неустойчивое. Легко окисляется на воздухе в  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Проявляет амфотерные свойства (основные свойства преобладают), реагирует с разбавленными кислотами и концентрированными щелочами:



## 9. $\text{Fe}_2\text{O}_3$ – ОКСИД ЖЕЛЕЗА (III)

Это самый устойчивый при обычных условиях оксид железа. Цвет: красно-бурый. Имеет ионное строение. Является амфотерным оксидом с преобладанием основных свойств, реагирует с кислотами, труднее – со щелочами:



## 10. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ – ГИДРОКСИД ЖЕЛЕЗА (III)

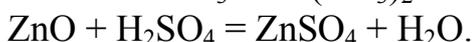
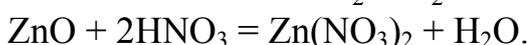
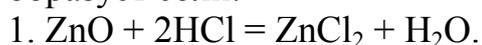
Реальный состав гидроксида железа (III) отвечает формуле  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Однако в школе принято пользоваться условной формулой  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

Гидроксид железа (III) вещество красно-бурого цвета. Проявляет амфотерные свойства (преобладают основные). Растворяется в кислотах, однако с разбавленными растворами щелочей не реагирует, взаимодействие возможно только с концентрированными растворами щелочей при нагревании или сплавлении с кристаллическими щелочами:



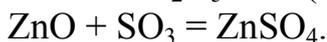
## 11. $\text{ZnO}$ – ОКСИД ЦИНКА

$\text{ZnO}$  – вещество белого цвета, проявляет амфотерные свойства. С кислотами образует соли:

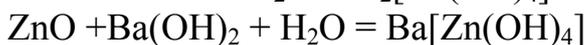


Скислотными оксидами образует соли:

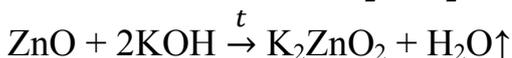
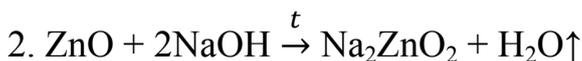
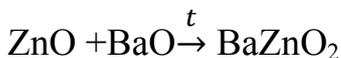
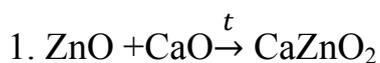
#### АМФОТЕРНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ



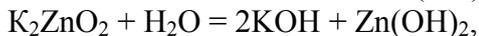
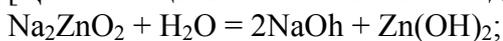
Оксид цинка образует соли и в реакциях с основными оксидами и щелочами. Состав продуктов зависит от условий проведения реакций. В водных концентрированных растворах щелочей образуются комплексные гидроксоцинкаты:



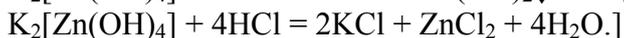
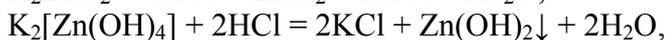
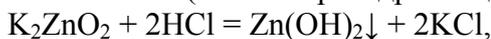
При сплавлении образуются цинкаты (вода удаляется при высоких температурах в виде пара):



[Цинкаты щелочных металлов в водных растворах подвергаются гидролизу:



Разлагаются (как и тетрагидроксоцинкаты) кислотами:

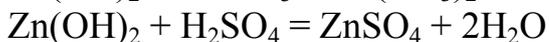
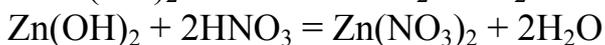


#### **Zn(OH)<sub>2</sub> – ГИДРОКСИД ЦИНКА**

Гидроксид цинка Zn(OH)<sub>2</sub> – белое вещество малорастворимое в воде. Проявляет амфотерные свойства.

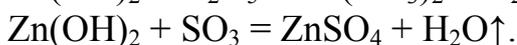
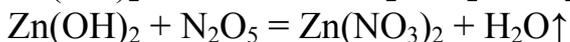
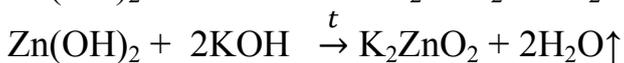
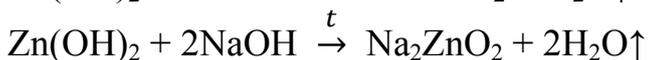
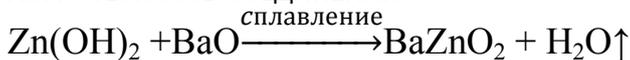


Гидроксид цинка легко растворяется в кислотах:



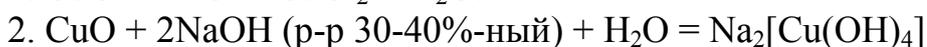
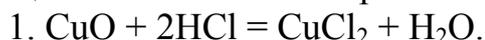
Амфотерность Zn(OH)<sub>2</sub> подтверждают и реакции, представленные ниже:

## АМФОТЕРНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ



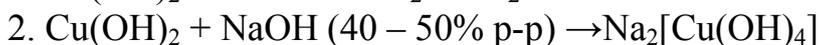
## CuO –ОКСИД МЕДИ (II)

CuO вещество коричнево-чёрного цвета, при прокаливании разлагается ( $4\text{CuO} \xrightarrow{t} 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2$ ). Проявляет амфотерные свойства (но преобладают основные свойства); реагирует с разбавленными кислотами, концентрированными щелочами, оксидами щелочных металлов при высоких температурах:



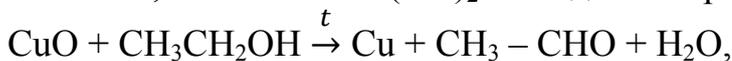
## Cu(OH)<sub>2</sub>–ГИДРОКСИД МЕДИ (II)

Cu(OH)<sub>2</sub> – ярко-голубой кристаллический или светло-голубой аморфный (осаждённый из раствора). Термически неустойчивый. Проявляет амфотерные свойства:



(фиолетовый цвет)

Отметим, что CuO и Cu(OH)<sub>2</sub> обладают выраженными окислительными свойствами:



Окислительными свойствами обладают и соли меди (II):

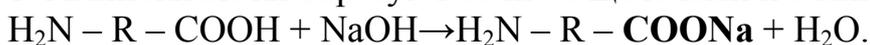


Этот материал важен для выполнения заданий ЕГЭ)

## АМФОТЕРНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Ярким примером амфотерных органических соединений являются аминокислоты:

1. Аминокислоты образуют соли со щелочами и с минеральными кислотами:



В отличие от амфотерных неорганических соединений органические амфотерные соединения реагируют друг с другом:



Выделенный фрагмент – пептидная связь, а сама группа называется *пептидной* или *амидной*.