

Блок «Неорганическая химия»

Химические свойства оснований

1. С кислотами:
NaOH + HCl → NaCl + H₂O
Исключение: нерастворимые гидроксиды не реагируют с H₂SiO₃

2. С кислотными оксидами:
NaOH + N₂O₅ → NaNO₃ + H₂O
NaOH + N₂O₃ → NaNO₂ + H₂O
NaOH + NO₂ → NaNO₃ + NaNO₂ + H₂O
Исключение: нерастворимые гидроксиды не реагируют с SiO₂

3. С амфотерными оксидами и гидроксидами – только щёлочи:
NaOH + Al₂O₃ → NaAlO₂ + H₂O
NaOH + Zn(OH)₂ → Na₂ZnO₂ + H₂O
NaOH + ZnO + H₂O → Na₂[Zn(OH)₄]
NaOH + Al(OH)₃ → Na[Al(OH)₄]

4. С солями – должно выполняться 2 условия:
а) основание и соль растворимы
б) в ходе реакции образуется осадок, газ или вода
NH₄OH + AlCl₃ → NH₄Cl + Al(OH)₃
KOH + NH₄Cl → KCl + H₂O + NH₃
NaOH + NaHCO₃ → Na₂CO₃ + H₂O

5. Разложение – только нерастворимые гидроксиды (кроме LiOH и Ca(OH)₂)
Cu(OH)₂ → CuO + H₂O

6. С неметаллами P, S, Si, Hal – только щёлочи
NaOH + Cl₂ → NaCl + NaClO + H₂O (хол)
NaOH + Cl₂ → NaCl + NaClO₃ + H₂O (rop)
NaOH + S → Na₂S + Na₂SO₃ + H₂O
NaOH + Si + H₂O → Na₂SiO₃ + PH₃
NaOH + P + H₂O → NaH₂PO₂ + PH₃
7. С металлами Be, Zn, Al – только щёлочи
Be + NaOH + H₂O → Na₂[Be(OH)₄] + H₂
Zn + KOH + H₂O → K₂[Zn(OH)₄] + H₂
Al + NaOH + H₂O → Na[Al(OH)₄] + H₂

Химические свойства кислот

1. С металлами – до H в ряду активности
Zn + HCl → ZnCl₂ + H₂

2. С основаниями:
NaOH + HCl → NaCl + H₂O

3. С амфотерными гидроксидами:
Al(OH)₃ + HCl → AlCl₃ + H₂O
Исключение: Me(OH)₃ не реагируют с H₂S, H₂CO₃ и H₂SO₃

4. С основными и амфотерными оксидами:
Na₂O + HCl → NaCl + H₂O

5. С кислотными оксидами не реагируют, кроме:
SiO₂ + HF → SiF₄ + H₂O
SO₂ + H₂S → S + H₂O

6. С солями – если образуется осадок, газ или слабый электролит (вода или слабая кислота)
Ba(NO₃)₂ + H₂SO₄ → BaSO₄ + HNO₃
Na₂CO₃ + CH₃COOH → CH₃COONa + CO₂ + H₂O
Na₂SO₃ + HCl → NaCl + SO₂ + H₂O
ZnS + HCl → ZnCl₂ + H₂S
CH₃COONa + HCl → CH₃COOH + NaCl
Na[Al(OH)₄] + H₂S → NaHS + Al(OH)₃
Na₂[Zn(OH)₄] + H₂S → NaHS + ZnS
Исключение: BaSO₄, SrSO₄, PbSO₄, AgCl
AgBr, AgI, CuS, Ag₂S, HgS и PbS не вступают в РИО с кислотами.

7. Свойства HNO₃ и H₂SO₄
– С металлами

	Li-Al	Mn-Pb	Sb-Ag
H ₂ SO ₄ разб.	H ₂	H ₂	—
H ₂ SO ₄ конц.	H ₂ S	SO ₂	SO ₂
HNO ₃ разб.	NH ₄ NO ₃ , более редко N ₂ , N ₂ O, NO	NO, более редко N ₂ , N ₂ O, NO	NO
HNO ₃ конц.	N ₂ , N ₂ O, NO	NO ₂	NO ₂

Исключение: Fe, Cr, Al реагируют с H₂SO₄(конц) и HNO₃(конц) только при нагревании
– С неметаллами:
S + HNO₃(конц) → H₂SO₄ + NO₂ + H₂O
P + HNO₃(конц) → H₃PO₄ + NO₂ + H₂O
C + HNO₃(конц) → CO₂ + NO₂ + H₂O
S + H₂SO₄(конц) → SO₂ + NO₂ + H₂O
P + H₂SO₄(конц) → H₃PO₄ + NO₂ + H₂O
C + H₂SO₄(конц) → CO₂ + SO₂ + H₂O

Химические свойства солей

1. С металлами – с более активными, чем в составе соли
Fe + CuSO₄ → FeSO₄ + Cu

2. С основаниями – должно выполняться 2 условия:
а) основание и соль растворимы
б) в ходе реакции образуется осадок, газ или вода
NH₄OH + AlCl₃ → NH₄Cl + Al(OH)₃
KOH + NH₄Cl → KCl + H₂O + NH₃
NaOH + NaHCO₃ → Na₂CO₃ + H₂O

3. С кислотами – если образуется осадок, газ или слабый электролит (вода или слабая кислота)
Ba(NO₃)₂ + H₂SO₄ → BaSO₄ + HNO₃
Na₂CO₃ + CH₃COOH → CH₃COONa + CO₂ + H₂O
Na₂SO₃ + HCl → NaCl + SO₂ + H₂O
ZnS + HCl → ZnCl₂ + H₂S
CH₃COONa + HCl → CH₃COOH + NaCl
Исключение: BaSO₄, SrSO₄, PbSO₄, AgCl
AgBr, AgI, CuS, Ag₂S, HgS и PbS не вступают в РИО с кислотами.

4. С солями – должно выполняться 2 условия:
а) исходные соли растворимы
б) в ходе реакции образуется осадок, газ или слабый электролит (вода или слабая кислота)
BaCl₂ + Na₂SO₄ → NaCl + BaSO₄
Сульфиды S²⁻, сульфиты SO₃²⁻ и карбонаты CO₃²⁻ алюминия Al³⁺ и хрома (III) Cr³⁺, а также карбонат железа(III) Fe₂(CO₃)₃ в растворе подвергаются необратимому гидролизу:
AlCl₃ + Na₂S + H₂O → Al(OH)₃ + H₂S + NaCl
AlCl₃ + Na₂SO₃ + H₂O → Al(OH)₃ + SO₂ + NaCl
AlCl₃ + NaHCO₃ → Al(OH)₃ + CO₂ + NaCl
Соли железа(III) Fe³⁺ проявляют окислительные свойства, поэтому с сульфитами SO₃²⁻ и сульфидами S²⁻ протекает окислительно-восстановительная реакция:
FeCl₃(кисл.) + Na₂S → FeCl₂ + S + NaCl
FeCl₃ + Na₂S (нейтр.) → FeS + S + NaCl
FeCl₃ + Na₂SO₃ + H₂O → FeCl₂ + Na₂SO₄ + HCl

5. Разложение
Нерастворимые карбонаты разлагаются до углекислого газа
CaCO₃ → CaO + CO₂
(NH₄)₂CO₃ → NH₃ + H₂O + CO₂
– Нитраты IRb-Nal разлагаются до нитрита
NaNO₃ → NaNO₂ + O₂
– Нитраты Li-Mg-Cu разлагаются до оксида
Cu(NO₃)₂ → CuO + NO₂ + O₂
Fe(NO₃)₂ → Fe₂O₃ + NO₂ + O₂
– Нитраты [Hg-Au] разлагаются до металла
AgNO₃ → Ag + NO₂ + O
– Остальные реакции разложения:
NaHCO₃ → Na₂CO₃ + CO₂ + H₂O
NH₄Cl → NH₃ + HCl
(NH₄)₂CO₃ → NH₃ + H₂O + CO₂
NH₄NO₃ → N₂O + H₂O
NH₄NO₂ → N₂ + H₂O
KMnO₄ → K₂MnO₄ + MnO₂ + O₂
KClO₃ → KCl + O₂ (кат.)
KClO₃ → KCl + KClO₄

6. Обжиг сульфидов
Cu₂ + O₂ → CuO + SO₂
FeS₂ + O₂ → Fe₂O₃ + SO₂

7. С оксидами.обычно не реагируют, кроме:
Al₂O₃ + Na₂CO₃ → NaAlO₂ + CO₂
Fe₂O₃ + Na₂CO₃ → NaFeO₂ + CO₂
ZnO + Na₂CO₃ → Na₂ZnO₂ + CO₂
SiO₂ + CaCO₃ → CaSiO₃ + CO₂
SiO₂ + K₂SO₃ → K₂SiO₃ + SO₂
P₂O₅ + Na₂CO₃ → Na₂PO₄ + CO₂
Na₂CO₃ + CO₂ + H₂O → NaHCO₃
CaCO₃ + CO₂ + H₂O → Ca(HCO₃)₂
Na₂SO₃ + SO₂ + H₂O → NaHSO₃

Химические свойства оксидов

1. С водой
– Оксиды Щ и ЩЗ металлов → щёлочь
Na₂O + H₂O → NaOH
Оксиды остальных металлов не реагируют с водой
– Кислотные оксиды → кислота
N₂O₅ + H₂O = HNO₃
NO₂ + H₂O = HNO₃ + HNO₂
Исключение: SiO₂ реагирует с водой

2. С оксидами
– основной оксид + кислотный оксид
Na₂O + SO₃ → Na₂SO₄
– амфотерный оксид + кислотный оксид
ZnO + SO₃ → ZnSO₄
– основной оксид (Щ / ЩЗ ме) + амфотерный оксид
Na₂O + ZnO → Na₂ZnO₂

3. С основаниями
– Кислотные оксиды
Ca(OH)₂ (нейтр.) + CO₂ (нейтр.) → CaCO₃ + H₂O
Ca(OH)₂ (нейтр.) + CO₂ (кисл.) → Ca(HCO₃)₂
Исключение: с SiO₂ реагируют только щёлочи

– Амфотерные оксиды – только щелочи
NaOH + Al₂O₃ → NaAlO₂ + H₂O
NaOH + ZnO + H₂O → Na₂[Zn(OH)₄]

4. С кислотами
– Основные и амфотерные оксиды:
Fe₂O₃ + HCl → FeCl₂ + FeCl₃ + H₂O
– Кислотные оксиды не реагируют, кроме:
SiO₂ + HF → SiF₄ + H₂O
SO₂ + H₂S → S + H₂O

5. С солями не реагируют, кроме
Al₂O₃ + Na₂CO₃ → NaAlO₂ + CO₂
Fe₂O₃ + Na₂CO₃ → NaFeO₂ + CO₂
ZnO + Na₂CO₃ → Na₂ZnO₂ + CO₂
SiO₂ + CaCO₃ → CaSiO₃ + CO₂
SiO₂ + K₂SO₃ → K₂SiO₃ + SO₂
P₂O₅ + Na₂CO₃ → Na₂PO₄ + CO₂
Na₂CO₃ + CO₂ + H₂O → NaHCO₃
CaCO₃ + CO₂ + H₂O → Ca(HCO₃)₂
Na₂SO₃ + SO₂ + H₂O → NaHSO₃
Na[Al(OH)₄] + CO₂ → NaHCO₃ + Al(OH)₃
Na[Al(OH)₄] + SO₂ → NaHSO₃ + Al(OH)₃

6. Восстановление металлов
Оксиды металлов реагируют с более активными металлами
Al + Fe₂O₃ → Al₂O₃ + Fe
Оксиды металлов реагируют с углеродом
CaO + C → CaC₂ + CO
Al₂O₃ + C → Al₄C₃ + CO
CuO + C → Cu + CO
Оксиды металлов [Mn-Au] реагируют с водородом и угарным газом
FeO + H₂ → Fe + H₂O
Fe₂O₃ + CO → Fe + CO₂
Fe₂O₃ + CO → Fe₃O₄ + CO₂
Fe₃O₄ + CO → FeO + CO₂

7. Другие ОВР
Магний и углерод реагируют с кислотными оксидами
Mg + CO₂ → MgO + C
Mg + SiO₂ → MgO + Si
C + SO₂ → S + CO
C + H₂O → H₂ + CO
C + SiO₂ → Si + CO
P₂O₅ + C → CO + P
C + CO₂ → CO
Оксиды элементов в промежуточной степени окисления реагируют с кислородом
CO + O₂ → CO₂
P₂O₃ + O₂ → P₂O₅
SO₂ + O₂ → SO₃

Химические свойства металлов

1. С неметаллами
– С галогенами – почти все металлы
Cu + Cl₂ → CuCl₂
– С кислородом – почти все металлы, кроме Ag, Au
Cu + O₂ → CuO
– С серой – почти все металлы
Cu + S → CuS
– С азотом, фосфором, углеродом, кремнием, водородом – активные металлы
Na + N₂ → Na₃N
Na + P → Na₃P
Ca + C → CaC₂
Al + C → Al₄C₃
Mg + Si → Mg₂Si
Na + H₂ → NaH
2. С водой
Металлы [Li-Al] → гидроксид + H₂
Na + H₂O → NaOH + H₂
Металлы [Mn-Pb] → оксид + H₂
Fe + H₂O → Fe₃O₄ + H₂
Металлы [Sb-Au] с водой не реагируют
3. С кислотами
– Металлы до H в ряду активности → H₂
Fe + H₂SO₄ (разб.) → FeSO₄ + H₂
– Металлы с H₂SO₄ (конц.) и с HNO₃ → ОВР

	Li-Al	Mn-Pb	Sb-Ag
H ₂ SO ₄ разб.	H ₂	H ₂	—
H ₂ SO ₄ конц.	H ₂ S	SO ₂	SO ₂
HNO ₃ разб.	NH ₄ NO ₃ , более редко N ₂ , N ₂ O, NO	NO, более редко N ₂ , N ₂ O, NO	NO
HNO ₃ конц.	N ₂ , N ₂ O, NO	NO ₂	NO ₂

Исключение: Fe, Cr, Al реагируют с H₂SO₄(конц) и HNO₃(конц) только при нагревании

4. С солями менее активных металлов
Fe + CuSO₄ → FeSO₄ + Cu

5. С оксидами
– С оксидами менее активных металлов
Al + Fe₂O₃ → Al₂O₃ + Fe – ОВР
Mg + CO₂ → MgO + C
Mg + SiO₂ → MgO + Si
Zn + NO → ZnO + N₂
Cu + NO₂ → Cu₂ + N₂
Cu + SO₂ → CuS + CuO

6. Другие реакции:
Fe + O₂ + H₂O → Fe(OH)₃
Zn + NaOH + H₂O → Na₂ZnO₂ + H₂
Al + NaOH → NaAlO₂ + Na₂O + H₂
Zn + KOH + H₂O → K₂[Zn(OH)₄] + H₂
Al + NaOH + H₂O → Na[Al(OH)₄] + H₂
Al + KOH + KNO₃ + H₂O → K[Al(OH)₄] + NH₃
Zn + NaNO₃ + NaOH + H₂O → Na₂[Zn(OH)₄] + NH₃
FeCl₃ + Fe → FeCl₂
Fe₂O₃ + Cu → CuO + FeO
FeCl₃ + Cu → FeCl₂ + CuCl₂
CuCl₂ + Cu → 2CuCl

Химические свойства неметаллов

1. С металлами
– С галогенами – почти все металлы
Fe + Cl₂ → FeCl₃
– С кислородом – почти все металлы, кроме Ag, Au
Fe + O₂ → Fe₃O₄
– С серой – почти все металлы
Fe + S → FeS
– С азотом, фосфором, углеродом, кремнием, водородом – активные металлы
Na + N₂ → Na₃N
Na + P → Na₃P
Ca + C → CaC₂
Al + C → Al₄C₃
Mg + Si → Mg₂Si
Na + H₂ → NaH

2. С неметаллами
– Водород H₂ со всеми, кроме P и Si
– Галогены Hal₂ со всеми, кроме O₂, N₂, C (кроме F)
– Кислород O₂ со всеми, кроме Hal₂, O₂, C (кроме F)
– Сера S со всеми, кроме йода I₂
– Фосфор P реагирует с Hal₂, O₂, S
– Азот N₂ реагирует с H₂, O₂, F₂
– Углерод C реагирует с O₂, S, Si, H₂, F₂
– Кремний Si реагирует с Hal₂, O₂, C

3. С щелочами реагируют P, S, Si, Hal₂
NaOH + Cl₂ → NaCl + NaClO + H₂O (хол)
NaOH + Cl₂ → NaCl + NaClO₃ + H₂O (rop)
NaOH + S → Na₂S + Na₂SO₃ + H₂O
NaOH + Si + H₂O → Na₂SiO₃ + H₂
NaOH + P + H₂O → NaH₂PO₂ + PH₃

4. Специфические реакции
– Галогены способны вытеснять менее активные галогены из галогенидов, а также серу из сульфидов:
NaBr + Cl₂ → NaCl + Br₂
Na₂S + Cl₂ → NaCl + S
– Хлор проявляет сильные окислительные свойства
H₂S + Cl₂ + H₂O → HCl + H₂SO₄
Cl₂ + Br₂ + H₂O → HCl + HBrO₃
– Йод окисляется азотной кислотой
I₂ + HNO₃ → HIO₃ + NO₂ + H₂O
– Кислород окисляет некоторые соединения в промежуточных степенях окисления:
Fe(OH)₂ + O₂ + H₂O → Fe(OH)₃
NO₂ + O₂ + H₂O → HNO₃
Na₂SO₃ + O₂ → Na₂SO₄
– Углерод восстанавливает многие металлы из их оксидов:
C + SO₂ → S + CO
C + H₂O → H₂ + CO
C + SiO₂ → Si + CO
P₂O₅ + C → CO + P
C + CO₂ → CO
– Углерод восстанавливает металлы из их оксидов
CaO + C → CaC₂ + CO
Al₂O₃ + C → Al₄C₃ + CO
CuO + C → Cu + CO
– Кремний реагирует с плавиковой кислотой
Si + HF → SiF₄ + H₂

Окислительно-восстановительные реакции
1. Соединения марганца
MnO₄⁻ / MnO₄²⁻ / MnO₂ + вос-ль + H⁺ → Mn²⁺
MnO₄⁻ / MnO₄²⁻ + вос-ль + H₂O → MnO₂
MnO₄⁻ + вос-ль + OH⁻ → MnO₄²⁻
Mn²⁺ / MnO₂ + ок-ль + H⁺ → MnO₄⁻
Mn²⁺ + ок-ль + H₂O → MnO₂
Mn²⁺ / MnO₂ + ок-ль + OH⁻ → MnO₄²⁻

2. Соединения хрома
CrO₄²⁻ / Cr₂O₇²⁻ + вос-ль + H⁺ → Cr³
CrO₄²⁻ / Cr₂O₇²⁻ + вос-ль + H₂O → Cr(OH)₃
Cr²⁺ + ок-ль → Cr³
Cr³ + ок-ль + OH⁻ → CrO₄²⁻

3. HNO₃ и H₂SO₄
H₂SO₄(конц.) – обычно SO₂, реже H₂S
HNO₃(конц.) – обычно NO₂, более редко N₂, N₂O, NO
HNO₃(разб.) – обычно NO, более редко NH₄NO₃, N₂, N₂O, NO
Например:
PH₃ + HNO₃ → H₃PO₄ + NO₂ + H₂O
PH₃ + H₂SO₄ → H₃PO₄ + SO₂ + H₂O
H₂S + H₂SO₄ → SO₂ + H₂O
CuS + HNO₃ → Cu(NO₃)₂ + NO₂ + H₂SO₄ + H₂O
NaBr + H₂SO₄ → Br₂ + SO₂ + Na₂SO₄ + H₂O
KI + H₂SO₄ → K₂SO₄ + I₂ + H₂S + H₂O
NaI + HNO₃ → I₂ + NO₂ + NaNO₃ + H₂O
FeSO₄ + H₂SO₄ → Fe₂(SO₄)₃ + SO₂ + H₂O
Fe(OH)₂ + HNO₃ → Fe(NO₃)₃ + NO₂ + H₂O
Cu₂O + HNO₃ → Cu(NO₃)₂ + NO₂ + H₂O
Cu₂O + H₂SO₄ → CuSO