**Библиотека химических реакций (неорганика)**

Текущая информация по разделам библиотеки:

Обновление за 06.05.05 (предыдущее 03.04.05) На сегодня у нас 1186 реакций. Из них:

        необратимых реакций «=» – 1067

        обратимых реакций (в том числе гидролиз, диссоциация) «⬄» – 62

        последовательно приводящих реакций «🡪» – 59

        изображений реакций (объекты ISIS Draw) – 5

(Служебная информация: символы поиска: =, ó, à, -7 лишних символов)

Условные обозначения:

Данный радикал может быть любым галогеном, металлом, углеводородом: Hal, Me, R

Hет точных данных о продуктах реакции: A + B = C + …

Обрати внимание. Note Bene

Продолжительное проведение реакции: τ

Оглавление

     [Азот. Оксиды. Аммиак. Кислоты. Соли](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332008)

     [Алюминий и его соединения](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332009)

     [Благородные газы](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332010)

     [Ванадий, Ниобий, Тантал и их соединения](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332011)

     [Бор. Борная кислота](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332012)

     [Вода и Пероксид водорода](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332013)

     [Водород](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332014)

     [Галогенов соединения. Кислоты](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332015)

     [Галогены](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332016)

1.      [Фтор](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332017)

2.      [Хлор](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332018)

3.      [Бром](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332019)

4.      [Йод](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332020)

     [Германий, Олово, Свинец и их соединения](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332021)

     [Железо, Кобальт, Никель и их соединения](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332022)

     [Кислород. Озон](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332023)

     [Кремний. Оксиды. Силикаты. Силициды. Силаны](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332024)

     [Марганец. Перманганаты. Манганаты](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332025)

     [Медь, Серебро, Золото и их соединения](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332026)

     [Мышьяк, Сурьма, Висмут и их соединения](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332027)

     [Селен, Теллур и их соединения](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332028)

     [Семейство платины](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332029)

     [Сера. Сероводород. Сульфиды](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332030)

     [Серы оксид (IV). Сернистая кислота. Тиосульфат](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332031)

     [Серы оксид (VI). Серная кислота](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332032)

     [Скандий, Иттрий, Лантан и их соединения](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332033)

     [Титан, Цирконий, Гафний и их соединения](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332034)

     [Углерод. Оксиды. Карбонаты. Карбиды](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332035)

     [Фосфор. Фосфин. Галогениды. Кислоты. Соли](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332036)

     [Хром. Хромат. Дихромат. Молибден и вольфрам](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332037)

     [Цинк, Кадмий, Ртуть и их соединения](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332038)

     [Щелочные металлы](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332039)

     [Щелочноземельные металлы](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Toc100332040)

Азот. Оксиды. Аммиак. Кислоты. Соли

N2 + 3H2 ⬄ 2NH3

N2 + 6Li = 2Li3N + 39 кДж

NH4NO2 (t°) = N2 + 2H2O

(NH4)2Cr2O7 (t°) = N2 + Cr2O3 + 4H2O (горит как вулкан)

AlN + 4HCl = AlCl3 + NH4Cl

Ca3N2 + 6H2O = 3Ca(OH)2 + 2NH3 (часто нитриды щелочных и щелочноземельных металлов – бертоллиды)

Na3N + 3H2O = 3NaOH + NH3

Li3N + AlN (t°) = Li3AlN2

Li3N + BN (t°) = Li3BN2

NO3- + 2H+ + 1e 🡪 NO2 + H2O

NO3- + 4H+ + 3e 🡪 NO + 2H2O

2NO3- + 10H+ + 8e 🡪 N2O + 5H2O

2NO3- + 12H+ + 10e 🡪 N2 + 6H2O

NO3- + 10H+ + 8e 🡪 NH4+ + 3H2O

3Cu + 2KNO3 + 4H2SO4 = 3CuSO4 + K2SO4 + 2NO + 4H2O

4NH3 + 5O2 (t°) = 4NO + 6H2O

HNO3 (раств) + Cu = NO + Cu(NO3)2 + H2O

2NO + Cl2 (t°,h*v*) = 2NOCl (нитрозил-галогениды)

5NO + 3KMnO4 + 6H2SO4 = 5HNO3 + 3MnSO4 + 3KHSO4 + 2H2O

NO + 5CrCl2 + 4H­2O = 5Cr(OH)Cl2 + NH3

NO + 3CrCl2 + 3HCl = NH2OH + 3CrCl3

2NO + SO2 = N2O + SO3

Note Bene: [Cr(NH3)5NO]Cl2 [Fe(OH2)5NO]SO4 (часто NO группа – лиганд)

2NO + O2 (мгновенно окисляется) = 2NO2 – бурый газ

2Cu(NO3)2 (t°) = 2CuO + 4NO2 + O2

2N2O5 ⬄ 4NO2 + O2

NO2 + H2O + O2 = 2HNO3

3NO2 + H2O (t°) = 2HNO3 + NO – бесцветный газ

2NO2 + 2KOH = KNO3 + KNO2 + H2O

2NO2 + C = CO2 + 2NO

2NO2(г) (охлаждение) 🡪 N2O4(ж)

2NO2(г) + H2O ⬄ HNO2 + HNO3 (растворение на холоде)

3NO2 + H2O (t°) = 2HNO3 + NO

4NO2 + 2H2O + O2 = 4HNO3 (применяют в промышленности)

NO2 + SO2 + H2O = H2SO4 + NO

NO2 + O3 🡪 NO3 + O2

2NO3 🡪 O2NO─ONO2 (N2O6)

N2O6 + 2H2O = 2HNO3 + H2O2

NO2 + F2 = 2NO2F

NaNO2 + F2 = NO2F + NaF

Нестабильная и стабильная форма

NO + NO2 (-t°) ⬄ N2O3 – синяя жидкость

N2O3 + H2O = 2HNO2

P2O3 + 2HNO3 = N2O3 + 2HPO3

N2O3 + Na2O = 2NaNO2

N2O3 + Ca(OH)2 = Ca(NO2)2 + H2O

Note Bene: гипонитрат Na

2HNO3 + P2O5 = 2HPO3 + N2O5 – прозрачные бесцветные кристаллы

N2O5 + H2O = 2HNO3

N2O5 + 2H2O2 (100%) = 2H─O─O─NO2 + H2O

H─O─O─NO2 + H2O = H2O2 + HNO3

2NO2 ⬄ N2O4 – бледно-желтая жидкость

NH4NO3 (t°) = N2O + 2H2O – бесцветный газ

5N2O + 8KMnO4 + 7H2SO4 = 3MnSO4 + 5Mn(NO3)2 + 4K2SO4 + 7H2O

2N2 + O2 (t°) = 2N2O

  Соли: первая форма – легкие металлы, вторая – тяжелые!

2HNO2 ⬄ NO + NO2 + H2O (k = 6\*10-4 при 25 °C)

AgNO2 + HCl = AgCl + HNO2

2HNO2 + 2HI =I2 + 2NO + 2H2O

HNO2 + H2O2 = HNO3 + H2O

3HNO2 (τ) = HNO3 + 2NO + H­2O

2HNO2 + H2S = 2H2O + S + 2NO

2NaNO2 + Na2S + 2H2SO4 = 2Na2SO4 + S + 2NO + 2H2O

5KNO2 + 2KMnO4 + 3H2SO4 = 5KNO3 + K2SO4 + 2MnSO4 + 3H2O

NaNO3 + H2SO4 (τ) = HNO3 + NaHSO4

8HNO3 (разб) + 3Cu = 3Cu(NO3)2 + 2NO + 4H2O

2HNO3 + S = H2SO4 + 2NO

2HNO3 (конц) + 6HCl ⬄ 3Cl2 + 2NO + 4H2O возможны варианты этой реакции:

HNO3 (конц) + 3HCl = NOCl + Cl2 + 2H2O

4HNO3 (hν) 🡪 4NO2 + 2H2O + O2 (частичное разложение HNO3)

4HNO3 + 3C = 3CO2 + 4NO + 2H2O

5HNO3 + 3P + 2H2O = 3H3PO4 + 5NO

8HNO3 (конц) + ZnS = ZnSO4 + 8NO2 + 4H2O

HNO3 + 3HCl + Au = AuCl3 + NO + 2H2O

HNO3 + 4HCl + Au = H[AuCl4] (золотохлороводородная к-та) + NO + 2H2O

MeNO3 (t°) 🡪 до Mg 🡪 MeNO2 + O2

MeNO3 (t°) 🡪 от Mg до Cu 🡪 MeO + NO2 + O2

MeNO3 (t°) 🡪 после Cu 🡪 Me + NO2 + O2

2KNO3 (t°) = 2KNO2 + O2

2KNO3 + 4H2SO4 + 3Cu = 3CuSO4 + K2SO4 + 2NO + 4H2O (нитраты способны растворять в кисл. среде металлы)

4LiNO3 (t°) = 2Li2O + 4NO2 + O2

AgNO3 (t°) = Ag + NO2 + O2

Hg(NO3)2 (t°) = Hg + 2NO2 + O2

2Cu(NO3)2 (t°) = 2CuO + 4NO2 +O2

2NH3 + 3Br2 = N2 + 6HBr

NH3 + Na = NaNH2 + H0 (амид натрия)

2NH3 + 3CuO = 3Cu + N2 + 3H2O

2NH3 + H2O2 = N2 + 6H2O

4NH3 + 3O2 = 2N2 + 6H2O

4NH3 + 5O2 (Pt) = 4NO + 6H2O

NH3 + H2O ⬄ NH4OH ⬄ NH4+ + OH-

2NH3 + H2SO4 = (NH4)2SO4

2NH3 + NaOCl = N2H4 + NaCl + H2O

4NH3 + 3F2 = 3NH4F + NF3

2NF3 + 3H2O (пар, ⭍) = 6HF + NO + NO2

2NF3 + Cu = CuF2 + N2F4

NH4Cl + 3Cl2 = 4HCl + NCl3

2NH4Cl + Ca(OH)2 = CaCl2 + 2H2O + 2NH3

NH4NO2 (t°) = N2 + 2H2O

NH4NO3 (t°) = N2O + 2H2O

(NH4)3PO4 (t°) = 3NH3 + H3PO4

(NH4)2SO4 + 2KOH = 2NH3 + K2SO4 + 2H2O

2KNH2 + Zn(NH2)2 = K2[Zn(NH2)4]

NaNH2 + N2O = NaN3 + H2O

3NaNH2 + NaNO3 = NaN3 + 3NaOH + NH3

N2H4 + O2 (воздух) = N2 + 2H2O

N2H4 + 2I2 = N2 + 4HI

2N2H4 + 2Na = 2NaN2H3 + H2

NaN2H3 + H2O = NaOH + N2 + 2H2

Note Bene: N2H5Cl N2H6Cl2

HNO3 + 6H0 = NH2OH + 2H2O (крист., t°пл = 33°, 100 t° = взрыв!)

NH2OH + HCl = [NH3OH]Cl

NH2OH + HNO2 = [NH3OH]NO2

[NH3OH]NO2 = N2O + 2H2O

2NH2OH + 2HI (при pH ~ 8) = I2 + N2H4 + 2H2O

2NH2OH + I2 (pH>9) = 2HI + N2 + 2H2O

2HN3 = H2 + 3N2 => в безводном состоянии взрывается от сотрясения и +t°

N2H4 + HNO2 = HN3 + 2H2O

HN3 + H2O (τ) = N2 + NH2OH

3HN3 + Cu = Cu(N3)2 + N2 + NH3

HN3 + 2HI = I2 + NH3 + N2

HN3 + 3HCl = 2Cl0 + N2 + NH4Cl

4HN3 + F2 = 4N2 + NH4F + FN3

AgN3 + Cl2 = AgCl + ClN3 + H2O

ClN3 + H2O ⬄ HOCl + HN3

Note Bene: AgN3; Pb(N3)2; Hg(N3)2 – малорастворимые соли тяжелых металлов

NaN3; KN3 – растворимые и более устойчивые соли щелочных металлов

Pb(N3)2 – взрывается при ударе – детанатор

азотноватистая кислота

Ag2N2O2 + 2HCl = 2AgCl +H2N2O2

H2N2O2 (t°) = N2O + H2O

3Na2N2O2 (t°) = 2NaNO2 + 2N2 + 2H2O

Hg(ONC)2 – ртутный детанатор

2HCN + 2K = 2KCN + H2

KCN + S = KCNS

Алюминий и его соединения

2Al + 6H2O = 2Al(OH)3↓ + 3H2↑ + 836 кДж (Алюминий амальгамированный! т.е. очищеный от оксидной пленки ртутью)

4Al + 3O2 (700°) = 2Al2O3 + 1676 кДж

2Al + Cr2O3 (800°) = 2Cr + Al2O3 + 539 кДж

10Al + 3V2O5 (900-1100°) = 5Al2O3 + 6V

2Al + 3F2 (600°) = 2AlF3

2Al (порошок) + 3Hal2 (25°) = 2AlHal3

2Al + 3S (150-200°) = Al2S3

2Al + N2 (800-1200°) = 2AlN

Al + P (500-800°) = AlP

4Al + 3C (1500-1700°) = Al4C3

8Al + 3(FeIIFe2III)O4 (>2000°) = 4Al2O3 + 9Fe (термитная смесь)

Al + H2 ≠

3Li[AlH4] + AlCl3 (в эфире) = 4AlH3 + 3LiCl

2Al + 6HCl = 2AlCl3 + 3H2

2Al + 6H2SO4 (конц) = Al2(SO4)­3 + 3SO2 + 6H2O

Al + 6HNO3 (конц) = Al(NO3)3 + 3NO2 + 3H2O

2Al + 3H2SO4 (разб) = Al2(SO4)3 + 3H2

Al + 4HNO3 (разб) = Al(NO3)3 + NO + 2H2O

8Al +30HNO3 (оч. разб.) = 8Al(NO3)3 + 3NH4NO3 + 9H2O

2Al + 2NaOH + 6H2O (80°) = 2Na[Al(OH)4] + 3H2

2Al + 6NaOH (450°) = 2NaAlO2 + 3H2 + 2Na2O

8Al + 18H2O + 5KOH + 3KNO3 (100°) = 8K[Al(OH)4] + 3NH3↑

2Al2O3 + 9C (1800°) = Al4C3 + 6CO

Al2O3 + 6HCl (конц) (τ, 80°) = 2AlCl3 + 3H2O

Al2O3 + 2NaOH (900-1100°) = 2NaAlO2 + H2O

Al2O3 + 2NaOH + 3H2O (τ, 80°) = 2Na[Al(OH)4]

Al2O3 + CoO (1100°, KCl) = (CoAl2)O4 (синий)

Al2O3 + Na2CO3 (1000-1200°) = 2NaAlO2 (метаалюминат натрия) + CO2

Al2O3 + MgO (1600°) = (MgAl2)O4

Al2O3 + 6KHSO4 = Al2(SO4)3 + 3K2SO4 + 3H2O

Al(OH)3 (170-200°) = AlO(OH) + H2O

2AlO(OH) (360-575°)= Al2O3 + H2O

Al(OH)3 + KOH (конц) = K[Al(OH)4] (р) (на деле имеем K[Al(OH)4(H2O)2] )

Al(OH)3 + 3HCl (разб) = AlCl3 + 3H2O

Al(OH)3 + NaOH (1000°) = NaAlO2 + 2H2O

Al(OH)3 + 3HF (конц) + 3NaF = Na[AlF6]↓ + 3H2O (синтез криолита)

Na[Al(OH)4] + CO2 = Al(OH)3 + NaHCO3

Na[Al(OH)4] + HCl = Al(OH)3 + NaCl + H2O

Na[Al(OH)4] (800°) = NaAlO2 + 2H2O

Na[Al(OH)4] (τ) = Al(OH)3↓ + NaOH (разбавление водой)

Na[Al(OH)4] + 4HCl = AlCl3 + NaCl + 4H2O

Na[Al(OH)4] + EO2 = Al(OH)3↓ + NaHEO3 (E = C, S)

3Na[Al(OH)4] + AlCl3 (конц) = 4Al(OH)3↓ + 3NaCl

2Na[Al(OH)4] + (NH4)2CO3 (100°) = 2AlO(OH)↓ + Na2CO3 + 2NH3↑ + 4H2O

Al2S3 + 6H2O = 2Al(OH)3↓ + 3H2S

AlN + 3H2O = Al(OH)3↓ + NH3

AlP + 3H2O = Al(OH)3↓ + [PH3](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#Возгорание_PH3)

Al4C3 + 12H2O = 4Al(OH)3↓ + 3CH4

AlBr3 + 3KOH = Al(OH)3↓ + 3KBr

AlCl3 + 3NH3 + 3H2O (20°) = Al(OH)3↓ + 3NH4Cl

AlCl3 + 3NH3 + 3H2O (100°) = AlO(OH)↓ + 3NH4Cl + H2O

2Al(NO3)3 + 3Na2S + 6H2O = 2Al(OH)3↓ + 3H2S↑ + 6NaCl

Сульфат алюминия-калия – алюмокалиевые квасцы

KAl(SO4)2\*12H2O (120°) = KAl(SO4)2 + 12H2O

4KAl(SO4)2 (800-900°) = 2Al2O3 + 2K2SO4 + 6SO2 + 3O2

KAl(SO4)2 + 3KOH (конц) = K[Al(OH)4] + 2K2SO4

KAl(SO4)2 + 2Ba(NO3)2 = 2BaSO4↓ + Al(NO3)3 + KNO3

2KAl(SO4)2 + 3H2O + 3K2CO3 = 2Al(OH)3↓ + 3CO2↑ + 4K2SO4

2KAl(SO4)2 + 6H2O + 3K2S = 2Al(OH)3↓ + 3H2S↑ + 4K2SO4

KAl(SO4)2 + 4KOH (500°) = KAlO2 + 2K2SO4 + 2H2O

Благородные газы

238U 🡪 234Th + 4He

41H 🡪 4He + 2β+ + 2

Xe + PtF6 = Xe[PtF6]

Xe + F2 = XeF2

Xe + F2O2 (-120°С) = XeF2 + O2

Xe + 2F2 (400°, 6 атм) = XeF4

Xe + 3F2 (250°, 50 атм) = XeF6

XeF2 + 2OH- = Xe + 1/2O2 + 2F- + H2O

2XeF2 + 4KOH = 2Xe + 4KF + O2 + 2H2O

5XeF2 + 2MnSO4 + 8H2O = 5Xe + 2H2SO4 + 10HF + 2HMnO4

XeF4 + Pt = PtF4 + Xe

XeF4 + 2Hg = 2HgF2 + Xe

6XeF4 + 12H2O = 2XeO3 + 24HF + 4Xe + 3O2

2XeF6 + SiO2 = 2XeOF4 + SiF4

XeF6 + H2O = XeOF4 + 2HF

XeF6 + RbF (-t°) = RbXeF7

2RbXeF7 (20°) = XeF6 + Rb2XeF8

2CsXeF7 (50°) = XeF6 + Cs2XeF8

Me2XeF8 (>400°) = Xe + 2Me + 4F2

H2XeF8 – октафторксеноновая кислота

XeO3 + H2O ⬄ H2XeO4 ⬄ H+ + HXeO4-

XeO3 + O3 + 4NaOH = Na4XeO6 + O2 + 2H2O

Ba2XeO6 + 2H2SO4(безводная, -t°) = 2BaSO4 + XeO4↑ + 2H2O

3XeO4 (t°>0°C, взрыв) = 2XeO3 + Xe + 3O2

Note Bene: KrF2, KrF4, RnF2, RnF4, RnF6, RnO3, Ar\*6H2O, H6XeO6, H4XeO6, BaKrO4, Na4XeO6, Ba3XeO6, Na6XeO6, Ba2XeO6

Ванадий, Ниобий, Тантал и их соединения

4V + 5O2 = 2V2O5 (яд!)

2V + 5F2 = 2VF5

2V + 10HNO3 (конц, t°) = V2O5 + 10NO2 + 5H2O

V2O5 + 2KOH = 2KVO3 (метаванадат) + H2O

V2O5 + 4KOH = K2V2O7 (пированадат) + 2H2O

V2O5 + 6KOH = 2K3VO4 (ортованадат) + 3H2O

V2O5 + 6HCl (конц) = 2(VO)Cl2 (хлорид ванадила) + Cl2 + 3H2O

3V2O5 + 10Al = 6V + 5Al2O3

V2O5 + 6HCl (конц) = 2(VO)Cl2 + Cl2 + 3H2O

VO2 + H2SO4 = (VO)SO4 (сульфат ванадила) + H2O

4VO2 + 2NaOH = Na2V4O9 + H2O

2VCl2 + 2HCl (разб) = 2VCl3 + H2

2VCl3 + H2 (400°) = 2VCl2 + 2HCl

2VCl3 + H2SO4 (конц) = 2(VO)Cl2 + SO2↑ + 2HCl

(VO)SO4 + 3HCl + H0(Zn) = VCl3 + H2SO4 + H2O

10(VO)SO4 + 7H2O + 2KMnO4 = 5V2O5 + 2MnSO4 + 7H2SO4 + K2SO4

Шкала степеней окисления

+V V2O5 🡪 NH4VO3 Ca(VO3)2 Na3VO4 Ag2V2O7

+IV VO2 🡪 VO(OH)2 🡪 Na2VO3 K4VO4 Ca4V4O9

🡪 (VO)SO4 (VO)Cl2

+III V2O3 🡪 V(OH)3 🡪 KVO2 Cs[VCl4O]

🡪 V2(SO4)3 VCl3

+II VO 🡪 V(OH)2 🡪 VSO4 VCl2

Nb и Ta содержатся в рудах вместе, принцип разделения основан на разнице кипения их хлоридов:

NbCl5 t°кип = 247,5° TaCl5 t°кип = 236°

NbF5 + 2HF = H2[NbF7]

H2[NbF7] + [O] = H2[NbOF7]

TaF5 + 2HF = H2[TaF7]

H2[TaF7] + [O] ≠

Бор. Борная кислота

[Промышленный способ получения (из буры):

[Na2B4O7\*10H2O + H2SO4 = 4H3BO3↓ + Na2SO4 + 5H2O

[2H3BO3 (t°) = B2O3 + 3H2O

[B2O3 + 3Mg (t°) = 3MgO + 2B

2B + 3H2 ≠ (только косвенным путем)

4B + 3O2 (>700 °С) = 2B2O3

2B + N2 (>1200 °С) = 2BN (нитрид бора, огнеупорные материалы)

2B + 3F2 = 2BF3

2B + 3Cl2 (400 °С) = 2BCl3

2B + 3Br2 (600 °С) = 2BBr3

B + 2Ni = Ni2B

2B + 6KOH (t°) = 2KBO2 + 2K2O + 3H2

2B + 6H2O (пар) = 2H3BO3 + 3H2

B + 3HNO3 = H3BO3 + 3NO2

Mg3B2 + HCl = B2H6 B4H10 B5H11 B6H10 B10H11 Бораны – очень токсичные вещества

6MgB2 + 12HCl = H2 + B4H10 + 6MgCl2 + 8B

B2H6 +6H2O = 2H3BO3 + 6H2

Note Bene: Cr4B Cr2B CrB Cr3B4 CrB2

BHal3 + 3H2O = H3BO3 + 3HHal

2BCl3 + 3H2 = 2B + 6HCl

BCl3 + NH3 = NH3─BCl3 (рассматривается как кислота Льюиса)

B2O3 + 3H2O = 2H3BO3 (B(OH)3 – в разной литературе по разному…)

H3BO3 ⬄ H+ + H2BO3- ⬄ 2H+ + HBO3- ⬄ 3H+ + BO3- (k1=5,8\*10-10 k2=4\*10-13 k3=4\*10-14)

4H3BO3 + 2NaOH = Na2B4O7 (тетраборат натрия) + 7H2O

H3BO3 + 3HOC2H5 = B(OC2H5)3 + 3H2O

Na2B4O7 + 10H2O = Na2B4O7\*10H2O

Na2B4O7 + H2SO4 + 5H2O = Na2SO4 + 4H3BO3

H3BO3 (t°)🡪 HBO2 + H2O↑

4HBO2 (t°)🡪 H2B4O7 + H2O↑

H2B4O7 (t°)🡪 2B2O3 + H2O↑

Вода и Пероксид водорода

H2 + O2 = H2O «гремучая смесь» – 4-74% H2 по объему

NH3 + H2O ⬄ NH3\*H2O ⬄ NH4OH

CuSO4 + 5H2O = CuSO4\*5H2O

FeSO4 + 7H2O = FeSO4\*7H2O

CuO + H2 = H2O + Cu

Cu(OH)2 (t°) = CuO + H2O

BaO + H2O = Ba(OH)2

P2O5 + 3H2O = 2H3PO4

CaCl2 + 6H2O = CaCl2\*6H2O

Al2S3 + 6H2O = 2Al(OH)3↓ + 3H2S↑

2K + H2O = 2KOH + H2↑

2Al + 6H2O = 2Al(OH)3 + 3H2↑

3Fe + 4H2O ⬄ (FeIIFe2III)O4 + 4H2↑

2Cl2 + 2H2O = O2 + 4HCl

2BaO + O2 (изб) (<500°) = 2BaO2

BaO2 + H2SO4 = BaSO4↓ + H2O2

3F2 + 3H2O = F2O↑ + 4HF + H2O2 (взрывной характер реакции)

Na2O2 + 2H2O = 2NaOH + H2O2

H2O2 + Cl2 = 2HCl + O2

2H2O2 (>150°, кат. MnO2) = 2H2O + O2

H2O2 (разб) + 2NaOH (разб) =NaHO2 + H2O

H2O2 + Ag2O = H2O + O2 + 2Ag

5H2O2 (30%) + I2 (т) = 2HIO3 + 4H2O

H2O2 (10%) + SO32- = SO42- + H2O

PbS (черн.) + 4H2O2 = PbSO4 (бел.)↓ + 4H2O

H2O2 + OH- + [Sn(OH)3]- = [Sn(OH)6]2-

H2O2 (конц) + Ag2O = 2Ag↓ + O2↑ + H2O

2H2O2 (конц) + Ca(ClO)2 = CaCl2 + 2H2O + 2O2↑

HNO2 + H2O2 = HNO3 + H2O

2NH3 + H2O2 = N2 + 6H2O

2HIO3 + 5H2O2 = 5O2 + I2 + 6H2O

Ba(OH)2 + H2O2 = BaO2 + 2H2O

2NaOH (т) + H2O2 (конц) (0°C) = Na2O2↓ + 2H2O

2KMnO4 + 5H2O2 + 3H2SO4 = 2MnSO4 + K2SO4 + 5O2 + 8H2O

Водород

2Al + 2NaOH + 6H2O = 2Na[Al(OH)4] + 3H2↑

2CH4 + O2 ⬄ 2CO + 4H2

2H3O+ + 2e = H2↑ + 2H2O

2KH (t°) = 2K + H2↑

Ca + 2H2O = Ca(OH)2 + H2↑

CO + H2O ⬄ CO2 + H2↑

CH4 + H2O (1000°) ⬄ CO2 + 3H2

NaH + H2O = NaOH + H2↑

Zn + 2HCl = ZnCl2 + H2↑

Zn + 2KOH + 2H2O = K2[Zn(OH)4] + H2↑

H2O + C ⬄ H2 + CO

2H2 + O2 (550°) = 2H2O

3H2 + N2 (500°, p, кат. Fe, Pt) ⬄ 2NH3

2H2 + CO (400°/300атм. ZnO/Cr2O3) → CH3OH

2Li + H2 = 2LiH

CH2=CH2 + H2 = CH3-CH3

CO + 2H2 ⬄ CH3OH

CuO+H2 (150-250°) = Cu + H2O

H2 + Ca (500-700°) = CaH2

H2 (Ni) = 2H0

Mg + 2H+ = Mg2+ + 2H0 (водород in statu nascendi, лат. – в момент возникновения, время жизни 0,5 секунд)

5H0 + 3H+ + MnO4- = Mn2+ + 4H2O

2H0 (Zn, разб. HCl) + KNO3 = KNO2 + H2O

2H0 (Zn, разб. HCl) + O2 = H2O2

Использование амфигенов в щелочной среде

Zn + 2OH- + 2H2O = [Zn(OH)4]2- + 2H0

8H0 + KNO3 (100°) = NH3↑ + KOH + 2H2O

Реакция Зинина:

Fe + 2H+ = Fe2+ + 2H0

C6H5NO2 + 6H0 = C6H5NH2 + 2H2O

Галогенов соединения. Кислоты

В одном объеме воды можно растворить около 400 объемов HCl, 530 объемов HBr и около 400 объемов HI. Именно поэтому HCl и HF получают действием концентрированной (безводной!) серной кислоты на твердые галогениды:

KF + H2SO4(конц) = HF + KHSO4

KCl + H2SO4(конц) = HCl + KHSO4

Аналогично HBr и Hl получить не удается, т.к. они являются сильными восстановителями и окисляются концентрированной серной кислотой. Их получают иным способом (например, гидролизом галогенидов фосфора):

2P (красный) + 3Br2 + 6H2O = 6HBr + 2H3PO3

2P (красный) + 3I2 + 6H2O = 6HI + 2H3PO3

Ag+ + Hal- = AgHal↓

AgCl – белый, AgBr – желтовато-белого и AgI – ярко-желтого цвета осадок.

2NaNO3(насыщ) + CaCl2(насыщ) = 2NaCl(тв)↓ + Ca(NO3)2(р-р)

SiO2 + 4HF = SiF4↑ + 2H2O

2AgHal(тв) (hν) 🡪 2Ag(тв) + Hal2↑

AgBr + 2[Na](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm" \l "Na2S2O3_второй)[2](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm" \l "Na2S2O3_второй)[S](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm" \l "Na2S2O3_второй)[2](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm" \l "Na2S2O3_второй)[O](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm" \l "Na2S2O3_второй)[3](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm" \l "Na2S2O3_второй) = Na3[Ag(S2O3)2] + NaBr

6FeSO4 + KClO3 + 12KOH + 3H2O = 6Fe(OH)3↓ + KCl + 6K2SO4 (по последним данным вещество Fe(OH)3 не сушествует)

6FeSO4 + KClO3 + 12KOH = 3Fe2O3 + KCl + 6K2SO4 + 6H2O (Fe2O3\*H2O)

6I2 + 6Ba(OH)2 = 5BaI2 + Ba(IO3)2 + 6H2O

6KClO3 + 5S + 2H2O = 3Cl2 + 3K2SO4 + 2H2SO4

5KBr + KBrO3 + 3H2SO4 = 3Br2 + 3K2SO4 + 3H2O

Галогены

F2 + 2Cl - = 2F - + Cl2

Cl2 + 2Br - = 2Cl - + Br2

Br2 + 2I - = 2Br - + I2

Фтор

2Al + 3F2 = 2AlF3 + 2989 кДж

2Fe + 3F2 = 2FeF3 + 1974 кДж

3F2 + 3H2O = F2O↑ + 4HF + H2O2 (взрывной характер реакции)

H2 + F2 = 2HF + 547 кДж

Hal2 + F2 = 2HalF

3BrF5 + Br2 = 5BrF3

2ClF3 + Br2 = 2BrF3 + Cl2

5ClF3 + 4I2 = 3IF5 + 5ICl

Note Bene: ClF, ClF3, ClF5, BrF3, BrF5, IF5, IF7

Si + 2F2 = SiF4 + 1615 кДж

Xe + F2 = XeF2 + 152 кДж

RClm + SbF3 = RClm-nFn (реакция Свартса)

C6H5NH2 (HNO2, HBF4) 🡪 C6H5─N2+BF4- (t°) 🡪 C6H5F + N2 + BF3 (реакция Шимана)

CHClF2 (t°, -HCl) 🡪 CF2=CF2 🡪 (-CF2-)n

nC + 2nF2 🡪 CF4, C2F6, C3F8, C6F12, C6F12 (циклич.) – не ядовиты

nC (графит) + n/2F2 (200-450°) 🡪 (CF)n «твердая смазка» (туда же MoS2 и графит)

(CF)n (t°) 🡪 C + CF4 + C2F6 + C3F8

CaF2 + H2SO4 (конц., 96-99%) = CaSO4 + 2HF

HF (4000°) 🡪 H + F (40% от общ.)

TlF3 + H2O = Tl(OH)3 + 3HF

3R─Mg─Hal (реактив Гриньяра) + BF3 = R3B + 3Mg(Hal)F

Na2B4O7\*10H2O + 6CaF2 + 8H2SO4 = 4BF3 + 2NaHSO4 + 6CaSO4 + 17H2

Na2B4O7\*10H2O + 12HF = Na2[O(BF3)4] + 16H2O

2B2O3 + 12NH4F = (NH4)2[O(BF3)4] + 10NH3 + 5H2O

(NH4)2[O(BF3)4] + H2S2O7 = 4BF3 + 2H2SO4 + 2NH3 (H2S2O7 = H2SO4\*SO3)

2(BO)n + 2nSF4 = nB2F4 (газ) + 2nSOF2

CH2=CH2 + B2F4 = F2BCH2CH2BF2

Note Bene: KBF4, NaBF4, NH4BF4

H3BO3 + 3HF ⬄ HBF3(OH) + 2H2O

HBF3(OH) + HF ⬄ HBF4 + H2O α20 (HBF4) = 1,38

Note Bene: AlF3\*nH2O n=9, 3.5, 3, 1, 0.5

4Al + 6OF2 = 4AlF3 + 3O2

3CF2=CF2 + 2OF2 = 2CF3CF3 + 2COF2

3HF + Al(OH)3 = AlF3 + 3H2O

H2SiF6 + 2Al(OH)3 + 2H2O = 2AlF3\*3H2O + SiO2

Al2O3\*3H2O + H2SiF6 = 2AlF3 + SiO2 + 4H2O

SiO2 + 2CaF2 + 2H2SO4 = SiF4 + 2CaSO4 + 2H2O

3SiF4 + 2H2O = 2H2SiF6 + SiO2

3SiF4 + (x+2)H2O = 2H2SiF6 + SiO2\*xH2O

SiF4 + 2NaF = Na2SiF6

SiF4 + 3RMgHal (реактив Гриньяра) = R3SiF + 3Mg(Hal)F

SiO2 + 6HF = H2SiF6 + H2O

Na2SiF6 + 6NaOH = 6NaF + Na2SiO3 + 3H2O

H2SiF6 + 2NaOH = Na2SiF6 + 2H2O

H2SiF6 + MgCO3 = MgSiF6 + CO2 + H2O

H2SiF6 + 2NaCl = Na2SiF6 + 2HCl

SiF62- + 2H2O ⬄ SiO2 + 4H+ + 6F- K=5,4\*10-27

H2SiF6 + 6NaOH + (x-4)H2O = 6NaF + SiO2\*xH2O

3Na2SiF6 + 4Al (t°) = 2Na3AlF6 + 2AlF3 + 3Si Na3AlF6 – фторирование водопроводной воды

Note Bene: PF3, PF5, P2F4, O=PF3

Cu + 2NF3 = CuF2 + N2F4

SO2 + NF3 = SOF2 + NOF

SOF2 + 2NOF = SF4 + NO2 + NO

SO­2 + 2NF3 = SO2F2 + N2F4

V2O5 + 3NF3 = 2VOF3 + 3NOF

VOF3 + NOF = NO+(VOF4)-

V2O5 + 6NOF = 2VOF3 + 3NO + 3NO2

N2F4 + N2O5 = ONNF2 + ...

N2F4 + SF4 = SF5NF5 + ...

P2O5 + 2HF + H2O = 2H2PO3F – монофторангидрид фосфорной кислоты

2NaOH + H2PO3F = 2H2O + Na2PO3F – компонент зубных паст

HPO2F2 + H2O = H2PO3F + HF (такие кислоты иногда называют сверхкислотами)

HSO3F – жидкость с t°кип 162,7°C и плотностью 1,7264 (25°), термически устойчива (до 900°).

S + 2HSO3F (t°) = 3SO2 + 2HF

NaCl + HSO3F = NaSO3F + HCl

MgCl2 + 2HSO3F = Mg(SO­3F)2 + 2HCl

AlCl3 + 2HSO3F = ClAl(SO3F)2 + 2HCl

C6H6 + HSO3F 🡪 C6H5SO2F + H2O 🡪 C6H5SO3H + HF

C6H5SO2F + C6H6 = C6H5SO2C6H5

RNH2 + HSO3F = RNHSO3H + HF

RCOOH + HSO3F = RCOF + H2SO4

HF + SO3 = HSO3F η – 98,5%

2FClO3 (>470°) = 2FCl + 3O2

FClO3 + KOH = KClO4 + HF

FClO3 + AlCl3 ⬄ ClO3+ + AlCl3F-

C6H6 + ClO3+ = C6H5ClO3 + H+

C6H6 + FClO3 (кат.: AlCl3) = C6H6ClO3 перхлорилбензол

KClO3 + F2 = FClO3 + KF

KClO4 + 2HSO3F = KF + H2SO4 + FClO3

KClO4 + 2HF + SbF5 (40-50°) = FClO3 + KSbF6 + H2O (лабораторный способ)

Номенклатура фторуглеродных соединений:

В связи с тем, что весь водород может быть заменен фтором, применяют приставку перфтор, которая избавляет от перегруженности названия и его трудности в плане понимания:

CF3CF2CF2I перфтор – н – пропилиодид (1,1,1,2,2,3,3 – гептафторид – 3 – иодпропан)

В случае присутствия водорода (но не тогда когда его больше фтора!), его обозначают приставкой гидро, с указанием его положения:

CHF2CClFCF3 – 1 – гидро – 2 – хлор – перфторпропан

Часто названия дают исходя из функциональных групп (тут, правда, мне не все понятно):

C6F5NH2 – перфторанилин (а как же водород при азоте…)

CF2Br2 – 2 – бром – перфторметан

Цифровое обозначение фреонов:

Пишем фреон или букву F.

Указываем количество углерода минус один, если ноль то не пишем.

Указываем количество водорода плюс один.

Указываем количество фтора.

Наличие брома указывают буквой B с количеством атомов в соединении.

Циклическую структуру указываем буквой C.

Под остатком неиспользуемых атомов подразумеваем хлор.

Более распространенный изомер (в плане получения) помечаем буквой «а».

Фреон – 12B2; Фреон – 12; Фреон – 11; Фреон – 22; F – 113; F – 114B2; F – C318.

CClF2CClF2 F-114

CCl2FCClF2 F-113

CHClF2 F-22

Хлор

[2CaOCl2 + CO2 + H2O = CaCO3 + CaCl2 + 2HOCl

[2Cl2 + Ca(OH)2 = CaCl2 + Ca(OCl)2 + 2H2O (Хлорная известь)

2Cl2 + Si = SiCl4 (ж) + 662 кДж

3Cl2 + 2Al = 2AlCl3 (кр) + 1405 кДж

3Cl2 + 2Fe = 2FeCl3 (кр) + 804 кДж

3Cl2 + 6KOH = 5KCl + KClO3 + 3H2O (при нагревании)

Cl2 + 2HBr = 2HCl + Br2

Cl2 + 2HI = 2HCl + I2

Cl2 + 2KBr = 2KCl + Br2

3Cl2 + KBr + 6KOH = KBrO3 + 6KCl + 3H2O

Cl2 + 2NaOH = NaCl + NaClO + H2O (на холоде)

Cl2 + CH2=CH2 = CH2Cl─CH2Cl

Cl2 + CH3─CH3 = CH3─CH2Cl + HCl

Cl2 + H2 = 2HCl (г) + 185 кДж

Cl2 + H2O ⬄ HCl + HClO – 25 кДж

Cl2 + HCOOH = CO2 + 2HCl

Cl2O + H2O = 2HClO

8HCl + K2MnO4 = 2Cl2 + 2KCl + MnCl2 + 4H2O

4HCl + MnO2 = MnCl2 + Cl2 + 2H2O

16HCl + 2KMnO4 = 5Cl2 + 2KCl + 2MnCl2 + 8H2O

2HCl + CaOCl2 = CaCl2 + Cl2 + H2O

Бром

Si + 2Br2 = SiBr4 (ж) + 433 кДж

2Fe + 3Br2 = 2FeBr3 + 538 кДж

H2 + Br2 = 2HBr (г) + 73 кДж

6KBr + K2Cr2O7 + 7H2SO4 = 3Br2 + Cr2(SO4)3 + 4K2SO4 + 7H2O

AgBr + 2Na2S2O3 = Na3[Ag(S2O3)2] + NaBr

Йод

Fe + I2 = FeI2 + 116 кДж

Fe + 2HI = FeI2 + H2

H2 + I2 ⬄ 2HI – 53 кДж

2HIO3 (t°) = I2O5 + H2O

Германий, Олово, Свинец и их соединения

Ge + 4H2SO4 = Ge(SO4)2 + 2SO2 + 4H2O

Ge + 4HNO3 = H2GeO3 + 4NO2 + H2O

Sn + 2NaOH + 2H2O = Na2[Sn(OH)4] + H2

SnO + 2HCl = SnCl2 + H2O

SnO + 2KOH + H2O = K2[Sn(OH)4]

Sn + 2H2SO4 = SnSO4 + SO2 + 2H2O

Sn + 4HNO3 = H2SnO3 + 4NO2 + H2O

5SnSO4 + 2KMnO4 + 8H2SO4 = 5Sn(SO4)2 + 2MnSO4 + K2SO4 + 2H2O

SnCl2 + H2O = Sn(OH)Cl↓ + HCl

SnCl2 + 2FeCl3 = SnCl4 + 2FeCl2

SnCl2 + HgCl2 + 2HCl = Hg + H2[SnCl6] см. также ртуть

Pb + 2NaOH + 2H2O = Na2[Pb(OH)4] + H2

2PbO + PbO2 (t°) = Pb3O4 – свинцовый сурик

Pb(OH)2 + 2HNO3 = Pb(NO3)2 + 2H2O

Pb(OH)2 + KOH = K2[Pb(OH)4]

Железо, Кобальт, Никель и их соединения

Шкала степеней окисления

+VII FeO4

+VI FeO42- K2FeO4 BaFeO4

+III Fe3+ Fe2O3 FeO(OH) Fe2(SO­4)3 FeCl3 NaFeO2 Na3[Fe(OH)6]

+II Fe2+ FeO Fe(OH)2 FeSO4 FeCl2 FeS

0 Fe

3Fe + 2O2 (160°) = (FeIIFe2III)O4

2Fe + 3Cl2 (200°) = 2FeCl3

Fe + S (600°) = FeS

Fe + 2S (700°) = FeII(S2-I)

3Fe + 4H2O (пар) (800°) = (FeIIFe2III)O4 + 4H2

2Fe + 3H2O (пар) (t°) = Fe2O3 + 3H2

Процесс ржавления (поэтапно):

(I) 2Fe + 2H2O (влага) + O2 (τ) = 2Fe(OH)2

(II) 2Fe + 2H2O (влага) + O2 + 4CO2 (τ) = 2Fe(HCO3)2

Fe(HCO3)2 (τ) = Fe(OH)2 + 2CO2

(III) 4Fe(OH)2 + O2 + (2n-4)H2O (влага) (τ) = 2(Fe2O3\*nH2O)

Fe2O3\*nH2O (τ) = 2FeO(OH) + (n-1)H2O

(IV) Fe(OH)2 + 2FeO(OH) (τ) = 2H­2O + (FeIIFe2III)O4 (ржавчина)

2Fe + 3Br2 = 2FeBr3

Fe + H2SO4 (разб) = FeSO4 + H2

2Fe + 6H2SO4 (конц) = Fe2(SO4)3 + 3SO2 + 6H2O

2Fe + 6HNO3 (конц) = Fe(NO3)3 + 3NO2 + 6H2O

Fe + 4HNO3 (разб) = Fe(NO3)3 + NO↑ + 2H2O

Fe + 2NaOH (50%) + 2H2O (100°) = Na2[Fe(OH)4]↓ + H2↑

Fe + 2KOH + 2KNO3 (420°) = K2FeO4 + 3KNO2 + H2O

Fe + 5CO (>150°) 🡪 [Fe(CO)5] (250°) 🡪 Fe + 5CO

2(FeIIFe2III)O4 (>1538°) = 6FeO + O2

(FeIIFe2III)O4 + 8HCl (разб) = FeCl2 + 2FeCl3 + 4H2O

(FeIIFe2III)O4 + 10HNO3 (конц) = 3Fe(NO3)3 + NO2 + 5H2O

4(FeIIFe2III)O4 + O2 (450-600°) = 6Fe2O3

(FeIIFe2III)O4 + 4H2 (1000°) = 4H2O + 3Fe (особо чистое)

(FeIIFe2III)O4 + CO (500-800°) = 3FeO + CO2

(FeIIFe2III)O4 + Fe (900-1000°) 🡪 4FeO

4FeO (560-700°) 🡪 (FeIIFe2III)O4 + Fe

(FeIIFe2III)O4 + 8Al (>2000°) = 4Al2O3 + 9Fe

3Fe2O3 + C (t°) = 2(FeIIFe2III)O4 + CO

6Fe2O3 (1200-1300°) = 4(FeIIFe2III)O4 + O2

Fe2O3 + 6HCl (разб) (τ, 600°, p) = 2FeCl3 + 3H2O

Fe2O3 + 2NaOH (конц) (τ) = H2O + 2NaFeO2 (красн.) диоксоферрат (III)

Fe2O3 + MO = (MIIFe2III)O4 (M = Cu, Mn, Fe, Ni, Zn)

3Fe2O3 + H2 (400°) = 2(FeIIFe2III)O4 + H2O

Fe2O3 + 3H2 (1050-1100°) = 3H2O + 2Fe (особо чистое)

Fe2O3 + Fe (900°) = 3FeO

Fe2O3 + 3H2S (750°) = 2FeS + 3H2O + S

3Fe2O3 + CO (400-600°) = 2(FeIIFe2III)O4 + CO2

FeO – бертоллид (Fe0,89O, Fe0.91O, Fe0.93O)

FeO(OH) + 3HCl (разб) = FeCl3 + 2H2O

FeO(OH) (NaOH, 75°, τ) 🡪 Na3[Fe(OH)6], Na5[Fe(OH)8]

2FeO(OH) + 3Ba(OH)2 + 2H2O (τ, 90°) = Ba3[Fe(OH)6]2↓ (желт.) – гексагидроксоферрат (III)

2FeO(OH) + Fe(OH)2 (600-1000°) = (FeIIFe2III)O4 + 2H2O

2FeO(OH) + 3H2 (500-600°) = 4H2O + 2Fe (особо чистое)

2FeO(OH) + 3Br2 + 10KOH = 2K2FeO4 + 6H2O + 6KBr

Fe(OH)2 (150-200°, в атм. N2) = FeO + H2O

4Fe(OH)2 + O2 + 2H2O = 4Fe(OH)3

Fe(OH)2 + 2HCl (разб) = FeCl2 + 2H2O

Fe(OH)2 + 2NaOH (>50%) = Na2[Fe(OH)4]↓ (сине-зеленый)

Fe(OH)2 + 2NH4Cl (конц) (τ, 100°) = FeCl2 + 2NH3 + 2H2O

4Fe(OH)2 (суспензия) + O2 (τ) = 4FeO(OH)↓ + 2H2O

2Fe(OH)2 (суспензия) + H2O2 (разб) = 2FeO(OH)↓ + 2H2O

Fe(OH)2 + KNO2 (конц) (60°) = FeO(OH)↓ + NO↑ + KOH

Fe(OH)3 + 3KOH = K3[Fe(OH)6]

Fe(OH)3 + 2HNO3 = FeOH(NO3)2 + 2H2O

Fe(OH)3 + HNO3 = Fe(OH)2NO3 + H2O

FeCl3 + 6KCN = K3[Fe(CN)6] + 3KCl

2FeCl3 + 3K2S = 2FeS + S + 6KCl

2FeS + 10H2SO4 (конц) = Fe2(SO4)3 + 9SO2 + 10H2O

2FeS + 36HNO3 (разб) = 10Fe2(SO4)3 + 10S + 3N2 + 18H2O

FeSO4 + 2NaOH = Fe(OH)2↓ + Na2SO4

2Fe2(SO4)3 (t°) = 2Fe2O3 + 6SO2 + 3O2

Fe2(SO4)3 (500-700°) = Fe2O3 + 3SO3

4Fe(NO3)3 (t°) = 2Fe2O3 + 12NO2 + 3O2

4[Fe(NO3)3\*9H2O] (600-700°) = 2Fe2O3 + 12NO2 + 3O2 + 36H2O

FeCO3 (490-550°) = FeO + CO2

4K2FeO4 (700°) = 4KFeO4 + 3O2 + 2K2O

4K2FeO4 + 6H2O (гор) = 4FeO(OH)↓ + 8KOH + 3O2↑

K2FeO4 + 2(NH3\*H2O) (80°) = 2FeO(OH)↓ + N2↑ + 2H2O + 4KOH

K2FeO4 + 3C2H5OH (40°) = Fe2O3 + 3CH3C(H)O↑ + 4KOH + H2O

K3[Fe(CN)6], K4[Fe(CN)6] – красная и желтая кровяная соль, реактив для качественного определения ионов Fe2+ и Fe3+ соответственно (гексацианоферрат II и III).

K4[Fe(CN)6] + Fe3+ = KFeIII [FeII(CN)6]↓ + 3K+ – берлинская лазурь

K3[Fe(CN)6] + Fe2+ = KFeII [FeIII(CN)6]↓ + 2K+ – турнбуллевая синь

KFeII [FeIII(CN)6] ⬄ KFeIII [FeII(CN)6] => одно и тоже вещество

Co3O4 + 4C = 3Co + 4CO

Co + H2SO2 = CoSO2 + H2

Co + 2HCl = CoCl2 + H2

CoCl2 + 2NaOH = Co(OH)2 + 2NaCl

2Co(OH)2 + Br2 + 2H2O = 2Co(OH)3 + 2HBr

Ni + H2SO4 = NiSO4 + H2

Ni + 4CO = Ni(CO)4

Кислород. Озон

2BaO2 (t°) = 2BaO +O2

2H2O2 (t°) = 2H2O + O2

2HgO (t°) = 2Hg + O2

2KClO3 (150-300°, кат. MnO2) = 2KCl + 3O2

2KMnO4 (200-240°) = K2MnO4 + MnO2 + O2

2KNO3 (400-520°) = 2KNO2 + O2

2Pb3O4 (t°) = 6PbO + O2

4K2Cr2O7 (t°) = 4K2CrO4 + 2Cr2O3 + 3O2

2HgO (450-500°) = 2Hg + O2

2H2S + 3O2 = 2SO2 + 2H2O

2H2S + O2 = 2S + 2H2O

2NO + O2 = 2NO2

C + O2 (600-700°) = CO2

2C + O2 (1000°) = 2CO

N2 + O2 ⬄ 2NO - Q

S + O2 (280-360°) = SO2

5O2 + 4P (240-400°) = 2P2O5

O2 + 4Li (>200°) = 2Li2O

O2 + Na (250-400°) = Na2O2

O2 + 2Hg (250-350°) = 2HgO (красн)

Атомарный кислород

KNO3 (t°) = KNO2 + O0 (кислород in statu nascendi, лат. – в момент возникновения)

O0 + C (графит) = CO2

3O2 (УФ-изл. или 250°, кат. MnO2, Pt) ⬄ 2O3

Электрический разряд в озонаторе:

O2 ⬄ 2O0

O2 + O0 ⬄ O3

O3 + MO2 = O2 + MO3 (озониды) (ниже 0°C, M = K, Rb, Cs)

4O3 + 4KOH = 4KO3 + O2 + 2H2O

O3 + NO ⬄ NO2 + O2

O3 + H2O + Mn2+ = MnO2↓ + O2↑ + 2H+

4O3 + 3PbS (влажн.) = 3PbSO4

O3 (Al, Ag, Cl2) 🡪 Al2IIIO3, (AgIAgIII)O2, ClVIO3

2KI + O3 + H2O = I2 + 2KOH + O2 (качественная реакция на озон)

H2C=CH2 + O3 = (H2CO)2O

Кремний. Оксиды. Силикаты. Силициды. Силаны

H2SiO3 ⬄ H+ + HSiO3- (k1 = 2,2 \*10-10)

H2SiO3 – метакремниевая кислота

H4SiO4 – ортокремневая кислота

H2Si2O5 – двуметакремниевая кислота

Si + O2 = SiO2

2Si + O2 = 2SiO

Si + SiO2 = 2SiO

4Si + S8 = 4SiS2

Si + C = SiC (карборунд)

3Si + 4HNO3 + 12HF = 3SiF4↑ + 4NO + 8H2O

Si + 2NaOH + H2O = Na2SiO3 + H2

3Si + 2MgO = Mg2Si + 2SiO

Si + 2Mg = Mg2Si

SiO2 + 2KOH = K2SIO3 + H2O

SIO2 + 4HF = SiF4 + 2H2O

SiO2 + CaO (t°) = CaSiO3

SiO2 + Na2CO3 (t°) = Na2SIO3 + CO2

6SiO2 + Na2CO3 + CaCO3 = Na2O\*CaO\*6SiO2 (стекло) + 2CO2↑

Na2SiO3 + CO2 + H2O = Na2CO3 + H2SiO3↓

K2SiO3 + H2O ⬄ 2KOH + H2SiO3↓ (жидкое стекло)

CaO\*SiO2 + CO2 + H2O = CaSO3↓ + H2SiO3↓ (обычный цемент)

[Ca3SiO5 + H2O = Ca2SiO4 + Ca(OH)2 (портландский цемент)

[Ca2SiO4 + 4H2O = Ca2SiO4\*4H2O

2CaH2 + Si = Ca2Si + 2H2

Ca2Si + 4HCl = 2CaCl2 + SiH4 (моносилан, запах плесени)

SinH2n+2 где n от 1 до 6

SiH4 + 2O2 = SiO2 + 2H2O (самопроизвольно воспламеняется)

SiH4 + 2KOH + H2O = K2SiO3 + 4H2

SiH4 + 2H2O = SiO2 + 4H2

SiH4 = Si + 2H2

2SiH3Cl + Ca = Si2H6

Кремневая органика – соединения, в которых углерод непосредственно связан с кремнием Si-C

Si(CH3)4 Si(C2H5)4 Si(CH3)3OCH3 Si(CH3)2(OCH3)2 – при гидролизе этих соединений получаются гидроксильные производные, которые далее могут конденсироваться с образованием полимерных соединений:

Высокомолекулярные соединения, содержащие группировки –Si-O-Si-O-, называют силиконами.

От соотношения количества радикальных групп и кремния зависят свойства силиконов:

R/Si > 2 – вязкие жидкости

R/Si ~ 2 – эластичные каучукоподобные массы

R/Si < 2 – твердые вещества с различной степенью жесткости

Марганец. Перманганаты. Манганаты

Шкала степеней окисления

+VII Mn2O7 MnO4- HMnO4 KMnO4

+VI Mn42- K2MnO4

+IV MnO2 Mn(SO4)2 MnF4 K4[MnF8]

+III Mn2O3 MnO(OH) Mn2(SO4)3 MnF3 K3[MnF6]

+II Mn2+ MnO Mn(OH)2 MnSO4 MnCl2

Mn + O2 (<450°) = MnO2

4Mn+3O2 (<800°) =2Mn2O3

5Mn + 3O2 (>800°) = 2MnO + (MnIIMnIII2)O4 – «окалина»

Mn + Cl2 (200°) = MnCl2

Mn + S (<1580°) = MnS

Mn + 2HCl = MnCl2 + H2

MnCl2 + 2AgNO3 = 2AgCl↓ + Mn(NO3)2

MnO2 + 4HCl (конц) = MnCl2 + Cl2 + 2H2O

4MnO2 (530-585°) = 2Mn2O3 + O2

2MnO2 + 2H2SO4 (конц) = MnSO4 + O2↑ + 2H2O (кипячение)

MnO2 + H2SO4 (гор) + KNO2 = MnSO4 + KNO3 + H2O

MnO2 + 2H2SO4 + 2FeSO4 = MnSO4 + Fe(SO4)3 + 2H2O

MnO2 + SO2 (450°) = MnSO4

MnO2 + 2KOH + KNO3 (350-450°) = K2MnO4 + KNO2 + H2O

3MnO2 + 3K2CO3 + KClO3 (400°) = 3K2MnO4 + KCl + 3CO2

MnO4- + 5e (кислая среда) 🡪 Mn2+

MnO4- + 3e (нейтральная среда) 🡪 MnO2

MnO4- + 1e (щелочная среда) 🡪 K2MnO4

2MnSO4 + 2H2O (электролиз, 40°) = 2Mn↓ + O2↑ + 2H2SO4

2Mn(NO3)2 + 5PbO2 + 6HNO3 = 2HMnO4 + 5Pb(NO3)2 + 2H2O

Mn(NO3)2 (t°) = MnO2 + 2NO2

2KMnO4 (200-240°) = K2MnO4 + MnO2 + O2

2KMnO4 + 2H2O (τ) = MnO2↓ + 3O2↑ + 4KOH

2KMnO4 + 16HCl (конц, 80°) = 2MnCl2 + 5Cl2↑ + 8H2O + 2KCl

2KMnO4 + 2H2SO4 (96%) = 2KHSO4 + Mn2O7 + H2O (на холоде)

4KMnO4 (насыщ) + 4KOH (15%) (100°) = 4K2MnO4 + O2↑ + 2H2O

2KMnO4 + 2(NH3\*H2O) (50°) = 2MnO2↓ + N2↑ + 4H2O + 2KOH

2KMnO4 + Na2SO3 + 2KOH = Na2SO4 + 2K2MnO4 + H2O

2KMnO4 + 6NaCl + 4H2O = 3Cl2 + 2MnO2 + 6NaOH + 2KOH

2KMnO4 + 10KI + 8H2SO4 = 2MnSO4 + 5I2 + 6K2SO4 + 8H2O

2KMnO4 + 2NaI + 2KOH = 2K2MnO4 + I2 + 2NaOH

2KMnO4 + 5SnSO4 + 8H2SO4 = 5Sn(SO4)2 + 2MnSO4 + K2SO4 + 8H2O

2KMnO4 + 3SO2 + 2H2O = K2SO4 + 2H2SO4 + 2MnO2

2KMnO4 + 3H2S (насыщ) = 2MnO2↓ + 3S↓ + 2H2O + 2KOH

2KMnO4 + 2H2O + 3Mn2+ = 5MnO2↓ + 4H+

3K2MnO4 (конц) + 2H2O (τ) = 2KMnO4 + MnO2↓ + 4KOH

3K2MnO4 + 4HCl (разб) = 2KMnO4 + MnO2↓ + 2H2O + 4KCl

K2MnO4 + 8HCl (конц) = MnCl2 + 2Cl2↑ + 4H2O + 2KCl

3K2MnO4 + 2H2O + 4CO2 = 2KMnO4 + MnO2↓ + 4KHCO3

2K2MnO4 + Cl2 (насыщ) = 2KMnO4 + 2KCl

K2MnO4 + C2H5OH (τ, 30-50°) = MnO2↓ + CH3C(H)O↑ + 2KOH

2K2MnO4 + 2H2O (электролиз) = H2↑ + 2KMnO4 + 2KOH

Медь, Серебро, Золото и их соединения

CuCl2 + Cu = 2CuCl

Cu + 2H2SO4 (конц) = CuSO4 + SO2 + 2H2O

Cu + 4HNO3 (конц) = Cu(NO3)3 + 2NO2 + 2H2O

3Cu + 8 HNO3 (разб) = 3Cu(NO3)3 + 2NO + 4H2O

Cu2S + 14HNO3 = 2Cu(NO3)2 + H2SO4 + 10NO2 + 6H2O

CuCl + 2NH3 = [Cu(NH3)2]Cl

Cu2O + 4NH3 + H2O = 2[Cu(NH3)2]OH

[Cu(H2O)6]Cl2 (сине-голубая окраска р-ра) + 2NaOH = [Cu(OH)2(H2O)4]↓ (голубой осадок) + 2NaCl + 2H2O

[Cu(OH)2(H2O)4] + 4NH3 = [Cu(NH3)4(H2O)4] (ярко-синий) + 2H2O

2[Cu(NH3)2]Cl + K2S = Cu2S↓ + 4NH3 + 2KCl

2Ag + 2H2SO4 (конц) = Ag2SO4 + SO2 + 2H2O

Ag + 2HNO3 (конц) = AgNO3 + NO2 + 2H2O

3Ag + 4HNO3 (разб) = 3AgNO3 + NO + 2H2O

4Ag + 8NaCN + O2 + 2H2O = 4Na[Ag(CN)2] + 4NaOH

Ag+ + Hal- = [AgHal](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#Качественная_реакция_AgHal)↓

2AgNO3 + 2NaOH = Ag2O↓ + 2NaNO3 + H2O

AgCl + 2NH3 = [Ag(NH3)2]Cl

Ag2O + 4NH3 + H2O = 2[Ag(NH3)2]OH

Ag2S + 4NaCN = 2Na[Ag(CN)2] + Na2S

Hg(Z = 80, M = 197) + e(Z = -1, M = 0) 🡪 Au(Z = 79, M = 197) Мечта алхимика! ☺

Au2Cl2 (Метью и Уотерс 1900г)

[AuBr3(P(C6H5)3)] (1946г)

AuI; Au2Cl6 (1960г)

AuF5 (1972г)

Минералы:

AuTe2 калаверит

Au2Te3 монтбрайит

AuAgTe4 сильванит

2Au + 3Br2 (t°) = Au2Br6

2Au + 3Cl2 (>200°) = 2AuCl3

Au + S ≠

3H2S + [Au2Cl6] (в эфире) = Au2S3 + 6HCl

H2S + 2K[Au(CN)2] = Au2S + 2HCN + 2KCN

Au2O3 + 4NH3 = «Гремучее золото» взрывается!

Au(OH)3 + KOH = K[Au(OH)4]

2CsAu + O2 (400°) = 2CsAuO

AuCl + CO (90°) = [AuCl(CO)]

Au2Cl6 + 2C6H6 = [(AuCl2C6H5)2] + 2HCl

[AuCl(CO)] + C6H5N = [C6H5N→AuCl] + CO

Au(OH)3 + HCl = H[AuCl4] + 3H2O (золотохлороводородная к-та)

Au(OH)3 + HCl (150°, 2 недели) = AuOCl

AuOCl (290°) = 2Au + O2 + Cl2

Au(OH)3 + KOH = KAuO2\*3H2O (ион [Au(OH)4]- ?)

2Au(OH)3 (t°) = Au2O3 + 3H2O

4Au + 8NaCN + O2 + 2H2O = 4Na[Au(CN)2] + 4NaOH

nK[Au(CN)2] + nHCl = (-Au-CN-)n + nKCl + nHCN

2Na[Au(CN)2] + Zn = Na2[Zn(CN)4] + 2Au

HNO3 + 3HCl + Au = AuCl3 + NO + 2H2O

см. также [растворение в селеновой кислоте](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Селен_и_Теллур)

2AuCl3 + 3H2O2 + 6KOH = 2Au + 3O2 + 6KCl + 6H2O

Мышьяк, Сурьма, Висмут и их соединения

As2O3 + 3H2O = 2H3AsO3

As2O3 + 3C = 2As + 3CO

As2O5 + H2O = H3AsO4

2As2S3 + 9O2 = 2As2O3 + 6SO2

3Sb + 5HNO3 = 3HSbO3 + 5NO + H2O

2Mn(NO3)2 + 5NaBiO3 (сильный окислитель) + 16HNO3 = 2HMnO4 + 5Bi(NO3)3 + 5NaNO3 + 7H2O

Bi + 4HNO3 = Bi(NO3)3 + NO + 2H2O (сравни с Sb)

Селен, Теллур и их соединения

SeO2 + 2SO2 + 2H2O = Se + 2H2SO4

Se + 2Cu = Cu2Se

3Se + 6NaOH ⬄ 2Na2Se + Na2SeO3 + 3H2O

SeO2 + 2NaOH = Na2SeO3 + H2O

5H2SeO3 + 2KMnO4 + 3H2SO4 = 5H2SeO4 + 2MnSO4 + K2SO4 + 3H2O

H2SeO4 + 2HCl = Cl2 + H2SeO3 + H2O

2Au + 6H2SeO4 = Au2(SeO4)3 + 3SeO2 + 6H2O

2H2SeO4 + 4HCl + Pt = PtCl4 + 2SeO2 + 4H2O

K2SeO4 + SO3 = K2SO4 + SeO3 (тв)

SeO3 + 2HCl = Cl2 + H2SeO3

FeSe + 2HCl = FeCl2 + H2Se

H2Se + H2O ⬄ H3O+ + HSe-

Note Bene: Na2Se4 SeF6 SeF4 SeCl4 SeBr4 SeF2 Se2Cl2 Se2Br2

Te + 2H2O = TeO2 + 2H2

2Ag + Te = Ag2Te

Note Bene: H6TeO6; Ag6TeO6; Hg3TeO6 Na2Te6 TeF6 TeF4 TeCl4 TeBr4 TeI4 TeCl2 TeBr2

H6TeO6 (t°) = 3H2O + TeO3

Al2Te3 + 6H2O = 3H2Te + 2Al(OH)3

Семейство платины

2Pt + O2 (>500°) = 2PtO

Pt + Cl2 (>500°) = PtCl2

Pt + 2HNO3 + 2HCl = PtCl2 + 2NO2 + 2H2O

PtCl4 + 2KCl = K2[PtCl6]

PtCl2 + 4NH3 = [Pt(NH3)4]Cl2

см. также растворение платины [в селеновой кислоте](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#_Селен,_Теллур_и_их_соединения) + HCl

Os + 8HNO3 (конц) (t°) = OsO4 + 8NO2 + 4H2O

Ru, Ro, Ir + кислота или «царская водка» ≠

 Pd + 2H2SO4 (конц) (t°) = PdSO4 + SO2 + 2H2O

Сера. Сероводород. Сульфиды

5S + 2P (400°) = P2S5

3S + 4HNO3 (конц) = 3SO2 + 4NO + 2H2O

3S + 6KOH (конц) = K2SO3 + 2K2S + 3H2O

S +2Na (130°) = Na2S

3S + 2Al (200°) = Al2S3

S + Fe (600°) = FeS

S + H2 (150°) = H2S + 20,6 кДж

S + Hg (25°) = HgS

S + 2H2SO4 (конц) = 3SO2 + 2H2O

S + 3F2 (20°) = SF6 (инертное соединение, весьма устойчивое)

S + Cl2 = SCl2

S + O2 (280°) = SO2

S + Na2SO3 = [Na2S2O3](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#Na2S2O3_первый)

2S + C (700°) = CS2

S + 2H2SO4 (конц) = 3SO2↑ + 2H2O

S + 2HI (газ) = I2 + H2S

I2 + H2S (раствор) = 2HI + S↓

Pb2+ + H2S = [PbS](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#Пер_водорода)↓ + 2H+

Al2S3 (тв) + 6H2O (ж) = 2Al(OH)3 + 3H2S

FeS + 2HCl = FeCl2 + H2S

P2S5 + 8H2O = 2H3PO4 + 5H2S↑

H2S (400-1700°) = H2 + S

H2 + S (150-200°) = H2S

H2S + O2 (τ) = 2S↓ + 2H2O (при свете)

H2S + 3O2 (250-300°) = 2SO2 + 2H2O

H2S + 2NaOH = Na2S + 2H2O

H2S + NaOH = NaHS + H2O

2H2S + [Pb(OH)]2CO3 = 2PbS + CO2 + 3H2O

2H2S + 2FeCl3 = FeS2 + FeCl2 + 4HCl↑

H2S + 2FeCl3 = 2FeCl2 + S + 2HCl

2H2S + H2SO3 = 3S↓ + 3H2O

2H2S + SO2 (25°, кат. – капля H2O) = 3S + 2H2O

H2S + 4Cl2 + 4H2O = H2SO4 + 8HCl

H2S (насыщ) + Br2 (р-р) = S↓ + 2HBr

H2S + 4Br2 + 4H2O = H2SO4 + 8HBr

H2S + H2SO4 (конц) = S + SO2 + 2H2O

H2S + 3H2SO4 (конц) = 4SO2 + 4H2O

5H2S + 2KMnO4 + 3H2SO4 = 5S↓ + 2MnSO4 + K2SO4 + 8H2O

H2S + 6HNO3 = SO2 + 6NO2 + 4H2O

H2S (г) + NH3\*H2O (конц) = NH4HS + H2O

H2S (г) + NH3 (ж) (-40°) = (NH4)2S

H2S + ZnO (800-1000°) = ZnS + H2

H2S (влажн.) + Zn (700-800°) = ZnS + H2

Na2SO4 + 4H2 (500°, Fe2O3) = Na2S + 4H2O (Na2SO4\*10H2O – минерал мирабилит)

Na2SO4 + 4C (800-1000°) = Na2S + 4CO

Na2SO4 + 4CO (600-700°) = Na2S + 4CO2

Na2S + nS (t°) = Na2Sn+1 где n от 1 до 8 (цвет меняется от желто-оранжевого до красного)

2HCl + Na2Sn = 2NaCl + H2Sn

Na2S + 3H2SO4 (конц) (<50°) = SO2↑ + S↓ + 2H2O + 2NaHSO4

Na2S + 4HNO3 (конц) (60°) = 2NO2↑ + S↓ + 2H2O + 2NaNO3

Na2S + H2S (насыщ) = 2NaHS

Na2S + 2O2 (>400°) = Na2SO4

Na2S + H2O2 (конц) = Na2SO4 + 4H2O

K2S + S = K2S2

FeS + S = FeS2

S2O (желтый газ) + H2O = H2S2O2 тиосернистая кислота

Серы оксид (IV). Сернистая кислота. Тиосульфат

H2O + SO2 ⬄ H2SO3 (k1)⬄ H+ + HSO3- (k2)⬄ 2H+ + SO32- (K1=1,6\*10-2 K2=6,3\*10-8)

Na2SO4 + SO3 = Na2S2O7

Na2S2O7 + 2NaOH = 2Na2SO4 + H2O

SCl2 + 2H2O = 2HCl + H2SO2 сульфоксиловая кислота

Co + H2SO2 = CoSO2 + H2 (одно из устойчивых соединений сульфоксиловой к-ты)

2Ag + 2H2SO4 = Ag2SO4 + SO2 + 2H2O

2P + 5H2SO4 = 2H3PO4 + 5SO2 + 2H2O

Na2SO3 + H2SO4 = Na2SO4 + SO2 +H2O

2ZnS + 3O2 = 2ZnO + 2SO2

4FeS2 + 11O2 = 2Fe2O3 + 8SO2

4FeSO4 (t°) = 2Fe2O3 + 4SO2 + O2

Ag2SO4 (t°) = 2Ag + SO2 + O2

Cu + 2H2SO4 (конц) = CuSO4 + SO2 + 2H2O

HgSO4 = Hg + SO2 + O2

Zn + 2H2SO4 (конц) = ZnSO4 + SO2 + 2H2O

3Zn + 4H2SO4 = S + 3ZnSO4 + 4H2O (условия протекания не известны...)

4Zn + 5H2SO4 = 4ZnSO4 + H2S + 4H2O

3SO2 + 2KMnO4 + 2H2O = K2SO4 + 2H2SO4 + 2MnO2

SO2 + Ca(OH)2 = CaSO3 + H2O

SO2 + 2H2S = 3S + 2H2O

SO2 + 2NaOH = Na2SO3 + H2O

SO2 + Na2SO3 + H2O = 2NaHSO3

SO2 + H2 (кат)🡪 S + H2O

SO2 + Cl2 (*hv*) = SO2Cl2 (бесветная жидкость, резкопахнущая)

SO2 + C = CO2 + S

SO2 + PCl5 = POCl3 + SOCl2 (тионилхлорид)

2SO2 + MnO2 = MnS2O6

SO2 + 2CO = S + 2CO2

2SO2 + Zn (пыль) = ZnS2O4

SOCl2 + 2H2O = 2HCl + H2SO3

SO2Cl2 + 2H2O = H2SO4 + 2HCl

2Na2SO3 + O2 (постепенное окисление) = 2Na2SO4

Na2SO3 + Cl2 + H2O = Na2SO4 + 2HCl

Na2SO3 + 2HCl = 2NaCl + H2SO3

Na2SO3 + H2S = S + H2O

3Na2SO3 + 2KMnO4 + H2O = 3Na2SO4 + 2MnO2 + 2KOH

Na2SO3 + S (тонко измельченая, +t°) = [Na](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm" \l "Na2S2O3_первый)[2](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm" \l "Na2S2O3_первый)[S](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm" \l "Na2S2O3_первый)[2](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm" \l "Na2S2O3_первый)[O](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm" \l "Na2S2O3_первый)[3](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm" \l "Na2S2O3_первый)

4Na2SO3 (t°, кат) = 3Na2SO4 + Na2S (?)

2Na2S2O3 + I2 = Na2S4O6 + 2NaI

2KHSO3 + H2SO4 = K2SO4 + 2SO2 + 2H2O

2KHSO3 = K2S2O5 + H2O

Серы оксид (VI). Серная кислота

2SO2 + O2 (400-450°, p, V2O5/NO) ⬄ 2SO3 + Q

SO3 + H2O = H2SO4

2SO3 + C = CO2 + 2SO2

SO3 + 2KOH = K2SO4 + H2O

SO3 + KOH = KHSO4

SO3 + 3H2S = 4S + 3H2O

SO3 + Na2SO4 = Na2S2O7

2KMnO4 + 3SO2 + 2H2O = K2SO4 + 2H2SO4 + 2MnO2

H2SO4 ⬄ H+ + HSO4- (K1=1\*103)

HSO4- ⬄ H+ + SO42- (K2=1,1\*10-2)

H2SO4(изб) + KOH = KHSO4 + H2O

Zn + H2SO4 (разб) = ZnSO4 + H2

H2SO4 + SO3 = H2S2O7 (олеум)

Ba2+ + SO42- = BaSO4↓ (качественная реакция)

ZnSO4 (t°) = ZnO + SO3

2NaHSO4 (t°) = Na2S2O7 + H2O

C12H22O11 (H2SO4 конц. -11H2O) 🡪 12C

C2H5OH (H2SO4 конц. -H2O) 🡪 CH2=CH2

HSO3Cl + H2O2 = HCl + H2SO3(O2) пероксомоносерная (кислота Коро) H2SO5

2HSO3Cl + H2O2 = 2HCl + HSO3(O2)SO3H пероксодисерная H2S2O8

H2S2O8 + H2O = H2SO5 + H2SO4

H2SO5 + H2O = H2SO4 + H2O2 (?)

Скандий, Иттрий, Лантан и их соединения

4Sc + 3O2 = 2Sc2O3

2Y + 3Cl2 = 2YCl3

4La + 3O2 = 2La2O3

2La + 6H2O = 2La(OH)3 + 3H2

При н.у. или при небольшом нагревании реагируют с O2, S, Hal, HCl, H2SO4, HNO3

Титан, Цирконий, Гафний и их соединения

Ti + 2Cl2 (t°) = TiCl4

Ti + C (t°) = TiC

2Ti + N2 (t°) = 2TiN

2Ti + 6HCl (t°) = 2TiCl3 + 3H2

Ti + 6HF = H2[TiF6] + 2H2

Ti + 2I2 (t°) = TiI4

TiO2 + H2SO4 (t°) = Ti(SO4)O + H2O (оксид титана – бертоллид: TiO1,7 ... TiO2,3)

TiO2 + 2KOH = K2TiO3 (титанат калия) + H2O

TiO2 + BaO (t°) = BaTiO3

TiO2 + 2Cl2 + C (t°) = TiCl4 + CO2

2Ti(SO4)O + Zn + 2H2SO4 = Ti2(SO4)3 + ZnSO4 + 2H2O

TiCl4 + 2Mg = Ti + MgCl2

TiI4 (1300-1500 t°) = Ti + 2I2

2Zr + O2 = 2ZrO (бертоллид – от TiO0,7 до TiO1,3)

2ZrO + O2 = 2ZrO2 (бертоллид – от TiO1,9 до TiO2)

Zr + 6HF = H2[ZrF6] + 2H2

ZrO2 + 2KOH = K2ZrO3 (цирконат калия) + H2O

2Zr + N2 (t°) = 2ZrN (бертоллид – от ZrN0.59 до ZrN0.89)

Hf(OH)4 + 2HCl (t°) = Hf(Cl)2O + 3H2O

Углерод. Оксиды. Карбонаты. Карбиды

H2O + CO2 ⬄ H2CO3 ⬄ H+ + HCO3- ⬄ 2H+ +CO32- (k1 = 4\*10-7 k2 = 5\*10-11 при 25°)

H+ + HCO3- ⬄ H2CO3 ⬄ H2O + CO2↑ (качественная реакция)

2H+ + CO32- ⬄ H2CO3 ⬄ H2O + CO2↑ (качественная реакция)

C + H2O (пар, +t°) ⬄ CO + H2

C + 2S (700-1000°) = CS2

C + 2F2 (>900°) = CF4

2C + Ca = CaC2 (часто карбиды щелочных и щелочноземельных металлов – бертоллиды)

2C + N2 (t° или ⭍) = C2N2 (циан, яд!)

2C + O2 = 2CO

3C + 4HNO3 = 3CO2 + NO + 2H2O

3C + CaO = CaC2 + CO

4C + CaCO3 = CaC2 + 3CO

9C + 2Al2O3 = Al4C3 + 6CO

C + 2H2SO4 = CO2 + 2SO2 + 2H2O

C + CuO = Cu + CO

C + O2 = CO2

C + 2H2 (600-1000°) = CH4

2C + H2 (1500-2000°) = C2H2

HCOOH (H2SO4 или P2O5) 🡪 CO + H2O

2CO (кат) = C + CO2

2CO + O2 = 2CO2

4CO + Ni = Ni(CO)4

CO + 2H2 ⬄ CH3OH

CO + Cl2 = COCl2 (яд!)

CO + FeO = Fe + CO2

CO + H2O (пар) ⬄ CO2 + H2

CO + KOH (под давлением) = HCOOK

CO + PdCl2 + H2O = Pd + 2HCl + CO2

HCOOH (H2SO4 конц) 🡪 CO + H2O

CO2 + Zn (t°) = ZnO + CO

CO2 + 2Mg (600°) = 2MgO + C

CO2 + Ca(OH)2 = CaCO3↓ + H2O

CO2 + KOH = KHCO3

MgO + 2CO2 + H2O = Mg(HCO3)2

CaCO3 (взвесь) + H2O + CO2 (избыток) = Ca(HCO3)2

MgCO3 (t°) = MgO + CO2

Na2CO3 (t°) ≠

Na2CO3 + 2HCl = 2NaCl + CO2 + H2O

Na2CO3 + CaCl2 = CaCO3↓ + 2NaCl

Na2CO3 + CaCO3 + 6SiO2 = Na2O\*CaO\*6SiO2 (стекло) + 2CO2

2NaHCO3 (t°) = Na2CO3+ H2O + CO2

NaHCO3 + CaCl2 ≠

NaHCO3 + HCl = NaCl + CO2 + H2O

KHCO3 + KOH = K2CO3 + H2O

Ca(HCO3)2 + Ba(OH)2 = BaCO3↓ + CaCO3↓ + 2H2O

[Метод Сольвэ (получение питьевой и кальцинированной соды):

[CO2 + NH3 + H2O = NH4HCO3

[NH4HCO3 + NaCl = NaHCO3↓ + NH4Cl

[2NH4Cl + Ca(OH)2 = 2NH3 + CaCl2 + H2O

[NaHCO3↓ – нерастворим в холодном насыщенном растворе

[2NaHCO3 = Na2CO3 + CO2 + H2O

CaC2 + 2H2O = Ca(OH)2 + C2H2

Al4C3 + 12H2O = Al(OH)3↓ + 3CH4

Ag2C2 + 2HCl = 2AgCl + C2H2

Фосфор. Фосфин. Галогениды. Кислоты. Соли

Метафосфорная кислота – HPO3

Ортофосфорная кислота – H3PO4

Пирофосфорная кислота – H4P2O7

Фосфористая кислота – H3PO3 (двухосновная! O=P(OH)2H; k1 = 2\*10-2, k2 = 2\*10-7) – соли фосфиты.

Фосфорноватистая кислота – H3PO2 (k = 9\*10-2) – соли гипофосфиты.

Ca3(PO4)2 + 3SIO2 + 5C = 2P(белый) + 5CO + 3CaSiO3

P4 + 10Cl2 = 4PCl5

6P + 5KClO3 = 3P2O5 + 5KCl (взрыв!)

P4 + 10N2O = P4O10 + 10N2

P4 + 3O2 = 2P2O3

P4 + 5O2 = P4O10

P4 + 6Br2 = 4PBr3

P4 + 6Cl2 = 4PCl3

P4 + 6Mg = 2Mg3P2 (часто фосфиды щелочных и щелочноземельных металлов – бертоллиды)

P4 + 6S = 2P2S3

P4(белый) + 3KOH + 3H2O = 3KH2PO2 + PH3

3P + 2H2O + 5HNO3 = 3H3PO4 + 5NO

2AlP + 6HCl = 2AlCl3 + 2PH3

2PH3 + 4O2 (самопроизвольно) = 2H3PO4

PH3 + 8AgNO3 + 4H2O = 8Ag + H3PO4 + 8HNO3

Mg3P2 + 6H2O = 3Mg(OH)2 + 2PH3

PH3 + HI = PH4I

PH3 + HClO4 = (PH4)ClO4

H4P2O7 = HPO3 + H3PO4

P2O5 + 2H2O = H4P2O7

P2O5 + 3H2O = 2H3PO4

P2O5 + H2O = 2HPO3

2P2O5 + 4HClO4 = (HPO3)4 + 2Cl2O7

P4O6 + 6H2O = PH3 + 3H3PO4

P4O6 + 6HCl = 2H3PO3 + 2PCl3

PCl3 + 3H2O = H3PO3 + 3HCl

PCl3 + Cl2 ⬄ PCl5

PCl5 + 4H2O = H3PO4 + 5HCl

PCl5 + CH3CHO = CH3CHCl2 + POCl3

PCl5 + CH3COCH3 = CH3CCl2CH3 + POCl3

4H3PO3 = PH3 + 3H3PO4

Хром. Хромат. Дихромат. Молибден и вольфрам

[Хром](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#Хром_общ_реакц)

[Молибден и вольфрам](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#MoW_общ_реакц)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Cr | Mo | W |
| Порядковый номер | 24 | 42 | 74 |
| Относительная атомная масса | 51,9961 | 95,94 | 183,85 |
| Природные изотопы | 50, 52-54 | 92, 94-98, 100 | 180, 182-184, 186 |
| Характерные степени окисления | +2, +3, +6 | +6 | +6 |

Хром. Массовая доля хрома в земной коре составляет 0,02%. Важнейшими минералами, входящими в состав хромовых руд, являются хромит, или хромистый железняк, (Cr2FeII)O4 или Fe(CrO2)2 и его разновидности, в которых железо частично замещено на магний, а хром – на алюминий.

Хром – серебристо-серый металл. Температура плавления его составляет 1890°, плотность 7,19 г/см3. Чистый хром достаточно пластичен, а технический – самый твердый из всех металлов.

Хром химически малоактивен. В обычных условиях он реагирует только со фтором (из неметаллов), образуя смесь фторидов. В азотной и концентрированной серной кислотах он пассивируется, покрываясь защитной оксидной пленкой. В хлороводородной и разбавленной серной кислотах растворяется, при этом, если кислота полностью освобождена от растворенного кислорода, получаются соли хрома (II), а если реакция протекает на воздухе – то соли хрома (III).

Соли хрома (III) разнообразны по окраске, например, CrCl3 имеет фиолетовую окраску, CrF3 – зеленую, Cr(NO3)3\*9H2O – пурпурную.

Гидроксидами хрома (VI) являются две кислоты: хромовая H2CrO4 и дихромовая H2Cr2O7. Обе кислоты существуют только в водных растворах.

Cr + 2HCl (разб) = CrCl2 + H2

4Cr + 12HCl + O2 = 4CrCl3 + 4H2 + 2H2O

4Cr (порошок) + 3O2 (τ, 600°) = 2Cr2O3

2Cr (порошок) + 3Cl2 (1100°) = 2CrCl3

2Cr (порошок) + 3S (τ, 1000°) = Cr2S3

2Cr + 3H2O ⬄ Cr2O3 + 3H2

2Cr + 3Hal2 = 2CrHal3

2Cr + 6H2SO4 (конц) = Cr2(SO4)3 + 3SO2 + 6H2O

Cr + 6HNO3 (конц) = Cr(NO3)3 + 3NO2 + 3H2O

Cr + H2SO4 (разб) = CrSO4 + H2

CrO + H2SO4 = CrSO4 + H2O

Cr2O3 + 6NaOH + 3H2O = 2Na3[Cr(OH)6]

Cr2O3 + 2NaOH = 2NaCrO2 + H2O

Cr2O3 + HCl = 2CrCl3 + 3H2O

Cr2O3 + Na2CO3 = 2NaCrO2 + CO2

Cr2O3 + 6KHSO4 = Cr2(SO4)3 + 3K2SO4 + 3H2O

CrO3 + 2KOH = K2CrO4 + H2O (CrO4-2 желтые хроматы)

CrCl2 + 2NaOH = Cr(OH)2↓ + 2NaCl (желтый осадок)

CrO2Cl2 + 2H2O = H2CrO4 + 2HCl

Cr(OH)2 (t°) = CrO + H2O

Cr(OH)3 + NaOH (300-400°) = NaCrO2 (зеленый) + 2H2O

Cr(OH)3 + NaOH (конц) + 3H2O2 (конц) = 2Na2CrO4 + 8H2O

Cr(OH)3 + KOH = K[Cr(OH)4] – тетрагидроксихромит калия

2Cr(OH)3 (t°) = Cr2O3 + 3H2O

2Cr(OH)3 + 3Br2 + 10KOH = 2K2CrO4 + 6KBr + 8H2O

Cr(OH)3 + 3NaOH = Na3[Cr(OH)6]

2Cr(OH)­3 + 3H2SO4 = Cr2(SO4)3 + 6H2O

2CrO4-2 + 2H+ 🡨Щелочная среда ─ Кислая среда 🡪 Cr2O72- + H2O

H2CrO4 + 2H2O2 = 3H2O + CrO5

4(Cr2FeII)O4 + 8K2CO3 + 7O2 (1000°) = 8K2CrO4 + 2Fe2O3 + 8CO2 (спекание хромита с поташем)

2K2CrO4 + H2SO4 (30%) = K2Cr2O7 + K2SO4 + H2O

2K2CrO4 + 3KNO2 + 2KOH + 5H2O = 3KNO3 + 2K3[Cr(OH)6]

2K2CrO4 + 16HCl (конц, гор.) = 2CrCl3 + 3Cl2 + 8H2O + 4HCl

2K2CrO4 + 2H2O + 3H2S = 2Cr(OH)3↓ + 3S↓ + 4KOH

2K2CrO4 + 8H2O + 3K2S = 2K3[Cr(OH)6] + 3S↓ + 4KOH

2K2CrO4 + 2AgNO3 = 2KNO3 + Ag2CrO4 (красный)↓

Cr2O72- (конц) + 2Ag+ (разб) = Ag2Cr2O7 (темно-красный ↓)

Cr2O72- (разб) + H2O + 2Pb2+ = 2H+ + 2PbCr2O7 (красный ↓)

Cr2O72- + 14H+ + 6I- = 2Cr3+ + 3I2↓ + 7H2O

Cr2O72- + 2H+ + 3SO2 = 2Cr3+ + 3SO42- + H2O

Cr2O72- + 8H+ + 3C2H5OH = 2Cr3+ + 3CH3C(H)O↑ + 7H2O

Cr2O72- + 8H+ + 3H2C2O4 = 2Cr3+ + 6CO2↑ + 7H2O

K2Cr2O7 (насыщ) + H2SO4 (конц) = 2CrO3 + K2SO4 + H2O (?)

K2Cr2O7 + 2H2SO4 (96%) ⬄ 2KHSO4 + 2CrO3 + H2O («хромовая смесь»)

K2Cr2O7 + 6HCl + 8H0(Zn) = 2CrCl2 (синий) + 7H2O + 2KCl

4K2Cr2O7 (500-600°) = 2Cr2O3 + 4K2CrO4 + 3O2

K2Cr2O7 + H2O + 3H2S = 3S + 2KOH + 2Cr(OH)3↓

K2Cr2O7 + 3H2 (500°) = Cr2O3 + 2KOH + 2H2O

Na2Cr2O7 + 3C (800°) = Na2O + Cr2O3 + 3CO

K2Cr2O7 + 4Al (800-900°) = 2Cr + 2KAlO2 + Al2O3

K2Cr2O7 + S (800-1000°) = Cr2O3 + K2SO4

K2Cr2O7 + 3SO2 + H2SO4 = Cr2(SO4)3 + K2SO4 + H2O

K2Cr2O7 + 3Zn + 7H2SO4 = 3ZnSO4 + Cr2(SO4)3 + K2SO4 + 7H2O

K2Cr2O7 + 2KOH = 2K2CrO4 + H2O

K2Cr2O7 + 3Na2SO3 + 4H2SO4 = 3Na2SO4 + Cr2(SO4)3 + K2SO4 + 4H2O

K2Cr2O7 + H2SO4 = K2SO4 + 2CrO3 + H2O

K2Cr2O7 + 14HCl (конц, кипячение) = 2KCl + 2CrCl3 + 3Cl2 + 7H2O

2Na3[Cr(OH)6] + 3Br2 + 4NaOH = 2Na2CrO4 + 6NaBr + 8H2O

5Cr2(SO4)3 + 6KMnO4 + 11H2O = 3K2Cr2O7 + 2H2Cr2O7 + 6MnSO4 + 9H2SO4

Cr2(SO4)3 + 6NH4OH = 2Cr(OH)3 + 3(NH4)2SO4

Cr2(SO4)3 + 6NaOH = Cr(OH)3↓ + 3Na2SO4 (зеленый студенистый осадок)

Cr2(SO4)3 + 3H2O2 + 10NaOH = 2Na2CrO4 + 3Na2SO4 + 8H2O

Хромовые квасцы (KCr(SO4)2) – полная аналогия с [алюминиевыми квасцами](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#Kvastchi) (искл. температуру)

Молибден и вольфрам. Молибден и вольфрам относятся к редким металлам, их массовые доли в земной коре равны соответственно 3\*10-4 и 1\*10-4%. Важнейшими минералами молибдена и вольфрама являются: молебденит MoS2, шеелит CaWO4 и вольфрамит (Fe, Mn)WO4.

Молибден и вольфрам представляют собой светло-серебристые металлы. Плотности их равны 10,22 г/см3 (Mo) и 19,32 г/см3 (W), а температуры плавления составляют 2660° и 3387° соответственно. Вольфрам имеет наибольшую температуру плавления из всех металлов.

Молибден и вольфрам химически менее активны, чем хром. С неметаллами они реагируют при сильном нагревании. Не растворяются в хлороводородной, азотной и серной кислотах, растворяются в смеси азотной и фтороводородной кислот:

W + 6HNO3 + 8HF = H2[WF8] + 6NO2 + 6H2O

Наиболее устойчивы соединения, в которых молибден и вольфрам имеют степень окисления +6. Оксид молибдена (VI) MoO3 и оксид вольфрама (VI) WO3 проявляют кислотные свойства:

MoO3 + 2NaOH = Na2MoO4 + H2O молибдат натрия

WO3 + 2NH4OH = (NH4)2WO4 + H2O вольфрамат аммония

Молибдаты и вольфраматы являются солями кислот молибденовой H2MoO4 (белое малорастворимое вещество) и вольфрамовой H2WO4 (желтое малорастворимое вещество).

W + 3NaNO3 + 2NaOH = Na2WO4 + 3NaNO2 + H2O (то же для Mo)

WO2(OH)2 + 2HCl = WO2Cl2 + 2H2O (то же для Mo)

Note Bene: (NH4)6Mo7O24 Na10W12O41 (вольфрамовые и мольбденовые «бронзы» – проявляют полупроводниковые свойства)

Цинк, Кадмий, Ртуть и их соединения

Zn + 2HCl = ZnCl2 + H2

Zn + 2NaOH + 2H2O = Na2[Zn(OH)4] + H2

ZnO + H2SO4 = ZnSO4 + H2O

ZnO + 2NaOH + H2O = Na2[Zn(OH)4]

Zn(OH)2 + 2HCl = ZnCl2 + 2H2O

Zn(OH)2 + 2NaOH = Na2[Zn(OH)4]

Zn(OH)2 + 6NH3 = [Zn(NH3)6](OH)2

Cd(OH)2 + 6NH3 = [Cd(NH3)6](OH)2 (соли кадмия ядовиты!)

Hg + HCl ≠ (почти все соли ртути ядовиты, канцерогены)

Hg + H2SO4 (разб) ≠

Hg + NaOH (разб) ≠

Hg + S (25°) = HgS

Hg + Me (Zn, Sb, Na, Cu, Au) = MeHg – амальгама

Hg + 2H2SO4 (конц) = HgSO4 + SO2 + 2H2O

6Hg + 8HNO3 (разб) = 3Hg(NO3)2 + 2NO + 4H2O

Hg(NO3)2 + 2NaOH = HgO↓ + 2NaNO3 + H2O

HgCl2 (сулема) + Hg = Hg2Cl2 (каломель)

2HgCl2 + SnCl2 = Hg2Cl2↓ + SnCl4

Hg2Cl2 + SnCl2 = 2Hg + SnCl4

Щелочные металлы

4Li + O2 = 2Li2O

2Li + H2 (25°) = 2LiH

2Li + 2H2O = 2LiOH + H2

2LiOH (t°) = Li2O + H2O↑

2Na + O2 (>250°) = Na2O2 (воспламеняется на воздухе при умеренном нагревании)

2Na + Cl2 = 2NaCl

6Na + N2 = 2Na3N

2Na + H2 = 2NaH

2Na + S = Na2S

2Na + 2C = Na2C2

3Na + 2O2 = Na2O2 + NaO2

2Na + 2H2O = 2NaOH + H2 + 368 кДж

2Na + 2NH3 = H2 + 2NaNH2

8Na + 10HNO3 (разб) = 8NaNO3 + NH4NO3 + 3H2O

2Na + 2NaOH (600°) = 2Na2O + H2

2Na + Na2O2 (130-200°) = 2Na2O

2Na2O (>700° длительно) = Na2O2 + 2Na

Na2O + H2O = 2NaOH + 236 кДж

Na2O + M2O3 = 2NaMO2 (1200°, M = Al, Cr)

Na2O + O2 (250-350°, p) = 2Na2O2

Na2O + CO2 (450-550°) = Na2CO3

2Na2O2 + 2H2O = 4NaOH + O2

2Na2O2 + 2CO2 = 2Na2CO3 + O2

Na2O2 + CO = Na2CO3

Na2O2 + 2H2SO4 = 2NaHSO4 + H2O2

Na2O2 + 2NaI + 2H2SO4 = I2 + 2Na2SO4 + 2H2O

2Na + 2NH3 = 2NaNH2 + H2

NaNH2 + H2O = NaOH + NH3

NaOH (t°) ≠

NaOH + H2O = NaOH\*H2O + 56 кДж

2NaOH + SiO2 (t°) = Na2SiO3 + H2O

NaOH (разб) + H3PO4 (конц) = NaH2PO4 + H2O

2NaOH (разб) + H3PO4 (разб) = Na2HPO4 + 2H2O

3NaOH (конц) + H3PO4 (разб) = Na3PO4 + 3H2O

2NaOH (тв) + M2O3 = 2NaMO2 + H2O (1000°, M = Al, Cr)

2NaOH (конц) + 3H2O + Al2O3 (кипячение) = 2Na[Al(OH)4]

2NaOH (тв) + M(OH)2 = Na2MO2 + 2H2O (500°, M = Be, Zn)

2NaOH (конц) + Zn(OH)2 = Na2[Zn(OH)4]

6NaOH (разб. горяч.) + 3S = 2Na2S + Na2SO3 + 3H2O

2NaOH (конц. холодн.) + Cl2 = NaCl + NaClO + H2O

2K + 2H2O = 2KOH + H2 + 392 кДж

8K + 10HNO3 (конц) = 8KNO3 + N2O + 5H2O

K2O + 2HCl = 2KCl + H2O

2K2O + 2NH3 = 2KOH + N2 + 2H2O

2KO2 + 2H2O = 2KOH + H2O2 + O2

2KO2 + S = K2SO4

K2O2 + 2K = 2K2O

2K2O2 + 2CO2 = 2K2CO3 + O2 (регенерация кислорода – космические станции, применяется ли в настоящее время?)

KNH2 + H2O = KOH + NH3

Щелочноземельные металлы

BeF2 + Mg = Be + MgF2

2Be + O2 = 2BeO

Be + 2HCl = BeCl2 + H2

Be + 2NaOH + 2H2O = Na2[Be(OH)4] +H2

Be + H2SO4 + 4H2O = [Be(H2O)4]SO4 + H2↑

BeO + 2Na = Be + Na2O

BeO + 2KOH + H2O = K2[Be(OH)4}

BeO + 2HCl + 3H2O = [Be(H2O)4]Cl2

BeO + SiO2 (t°) = BeSiO3

BeO + Na2O = Na2BeO2

Be(OH)2 + 2KOH = K2[Be(OH)4]

Be(OH)2 + 2HCl = BeCl2 + 2H2O

BeCl2 + 2LiH (эфир) = BeH2 + 2LiCl

BeF2 + 2KF = K2[BeF4]

BeF2 + SiF4 = Be[SiF6]

Соли Be ядовиты (опаснее солей Ba, вызывают воспаление кожи)!

Mg + Cl2 = MgCl2

3Mg + N2 (t°) = Mg2N2

Mg + 2H2O = Mg(OH)2 + H2

MgO + C (t°) = Mg + CO

TiCl4 + 2Mg = Ti + 2MgCl2

MgO + 2CH3COOH = (CH3COO)2Mg + H2O

R─Hal + Mg = R─Mg─Hal (реактив Гриньяра, используется в органике)

Note Bene: MgCl2\*6H2O Mg(NO3)2\*6H2O

Ca + 2H2O = Ca(OH)2 + H2 + 413 кДж

Ca + S = CaS

Ca + H2 (t°) = CaH2

Ca + V2O5 = 2V + 5CaO

Ca + 3Sn (t°) = CaSn3

2Ca + Sn (t°) = Ca2Sn

Ca + 10HNO3 (разб) = 4Ca(NO3)2 + NH4NO3 + 3H2O

4Ca + 10HNO3 (конц) = 4Ca(NO3)2 + N2O + 5H2O

4Ca + 5H2SO4 (конц) = 4CaSO4 + H2S + 4H2O

CaO + H2O = Ca(OH)2 + 64 кДж

3CaO + 2Al = 3Ca + Al2O3

Ca(OH)2 (t°) = CaO (негашеная известь) + H2O↑

Ca3P2 + 6HCl = 3CaCl2 + [2PH3](http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm#Возгорание_PH3)

Ca + 2C = CaC2

CaC2 + 2H2O = Ca(OH)2 + C2H2

CaC2 + N2 = CaCN2 + C

CaCO3 (t°) = CaO + CO2

CaCl2 + 2Na = Ca + 2NaCl

3BaO + 2Al = 3Ba + Al2O3

BaO2 + 2H2O = Ba(OH)2 + H2O2

Ba(OH)2 (t°) = BaO + H2O↑

BaH2 + 2H2O = Ba(OH)2 + 2H2

Соли Ba ядовиты!

http://veronium.narod.ru/NeoOrganica.htm