

## **C2. ЕГЭ-2015**

- Условие задачи С2 на ЕГЭ по химии — это текст, описывающий последовательность экспериментальных действий. Данный текст нужно превратить в 4 уравнения реакций.

# **Чтобы верно решить С2 нужно:**

- правильно представлять себе те действия, которым подвергаются вещества (Фильтрование, выпаривание, обжиг, прокаливание, спекание, сплавление)
- Понимать, где с веществом происходит физическое явление, а где химическая реакция.
- Знать характерные признаки веществ (цвет, запах, агрегатное состояние)
- Уметь составлять схемы превращений или последовательность получаемых веществ

- Знать свойства металлов, неметаллов и их соединений: оксидов, гидроксидов, солей.
- Знать свойства азотной и серной кислот, перманганата и дихромата калия.
- Знать окислительно-восстановительные свойства различных соединений
- Знать электролиз растворов и расплавов различных веществ
- Знать реакции разложения соединений разных классов, амфотерность, гидролиз солей.

**Наиболее часто  
используемые действия с  
веществами:**

□ **Фильтрование** - способ разделения неоднородных смесей с помощью фильтров – пористых материалов, пропускающих жидкость или газ, но задерживающих твердые вещества.

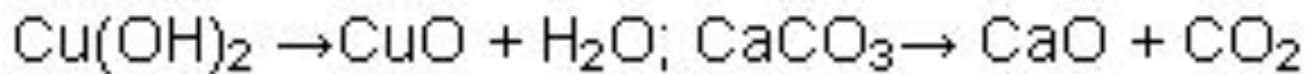
При разделении смесей, содержащих жидкую фазу, на фильтре остается твердое вещество, через фильтр проходит **фильтрат**.

□ **Выпаривание** – процесс концентрирования раствором путём испарения растворителя. Иногда выпаривание проводят до получения насыщенных растворов, с целью дальнейшей кристаллизации из них твердого вещества в виде кристаллогидрата, или до полного испарения растворителя с целью получения растворенного вещества в чистом виде.

□ **Прокаливание** – нагревание вещества с целью изменения его химического состава. Прокаливание может проводиться на воздухе и в атмосфере инертного газа. При прокаливании на воздухе кристаллогидраты теряют кристаллизационную воду.

Например,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$

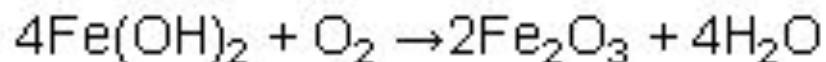
Термически нестойкие вещества разлагаются:



□ **Спекание, сплавление** – это нагревание двух и более твердых реагентов, приводящее к их взаимодействию. Если реагенты устойчивы к действию окислителей, то спекание можно проводить на воздухе:  $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2$

Если же один из реагентов или продукт реакции могут окисляться компонентами воздуха, процесс проводят с инертной атмосферой, например :  $\text{Cu} + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O}$

Вещества, не устойчивые к действию компонентов воздуха, при прокаливании окисляются, реагируют с компонентами воздуха:  $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CuO}$ ;



- **Обжиг** – процесс термической обработки, приводящий к сгоранию вещества

**Наиболее характерные  
признаки газов, растворов,  
твердых веществ.**

# Признаки газов:

Окрашенные:  $\text{Cl}_2$  – желто-зеленый;  $\text{NO}_2$  – бурый;  $\text{O}_3$  – голубой (все имеют запахи). Все ядовиты, растворяются в воде,  $\text{Cl}_2$  и  $\text{NO}_2$  реагируют с ней.

Бесцветные без запаха:  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  (яд),  $\text{NO}$  (яд), инертные газы. Все плохо растворимы в воде.

Бесцветные с запахом:  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{SO}_2$  (резкие запахи),  $\text{NH}_3$ (нашатырного спирта) – хорошо растворимы в воде и ядовиты,  $\text{PH}_3$ (чесночный),  $\text{H}_2\text{S}$ (тухлых яиц) - мало растворимы в воде, ядовиты.

# Окрашенные растворы:

Желтые: Хроматы, например  $K_2CrO_4$ , растворы солей железа (III), например,  $FeCl_3$ .

Оранжевые: Бромная вода, спиртовые и спиртово-водные растворы йода (в зависимости от концентрации от **жёлтого** до **бурового**), дихроматы, например,  $K_2Cr_2O_7$

Зеленые: Гидроксокомплексы хрома (III), например,  $K_3[Cr(OH)_6]$ , соли никеля (II), например  $NiSO_4$ , мanganаты, например,  $K_2MnO_4$

Голубые: Соли меди (II), например  $CuSO_4$

От розового до фиолетового: Перманганаты, например,  $KMnO_4$

От зеленого до синего: Соли хрома (III), например,  $CrCl_3$

# **Окрашенные осадки:**

**Желтые:** AgBr, AgI, Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, BaCrO<sub>4</sub>, PbI<sub>2</sub>, CdS

**Бурые:** Fe(OH)<sub>3</sub>, MnO<sub>2</sub>

**Черные, черно-бурые:** Сульфиды меди, серебра, железа, свинца

**Синие:** Cu(OH)<sub>2</sub>, KFe[Fe(CN)<sub>6</sub>]

**Зеленые:** Cr(OH)<sub>3</sub> – серо-зеленый, Fe(OH)<sub>2</sub> – грязно-зеленый, буреет на воздухе

# Другие окрашенные вещества:

Желтые: сера, золото, хроматы

Оранжевые: оксид меди (I) –  $\text{Cu}_2\text{O}$ , дихроматы

Красные: бром (жидкость), медь (аморфная), фосфор красный,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CrO}_3$

Черные:  $\text{CuO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{CrO}$

Серые с металлическим блеском: Графит, кристаллический кремний, кристаллический йод (при возгонке – **фиолетовые** пары), большинство металлов.

Зеленые:  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , малахит ( $\text{Cu(OH)}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$  (жидкость)

№	Признак реакции	Уравнения реакций, ключевые слова, ассоциации
1	2	3
1	«Бурый» газ — оксид азота (IV)	<p>Выделяется при окислении NO до NO<sub>2</sub>, взаимодействии тяжелых металлов с HNO<sub>3(конц.)</sub> и разложении нитратов металлов, находящихся в ряду активности правее магния.</p> $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ $\text{Cu} + 4\text{HNO}_{3(\text{конц.})} = \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{ZnO} + 4\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ $2\text{AgNO}_3 = 2\text{Ag} + \text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$
2	Газ с запахом тухлых яиц — сероводород H <sub>2</sub> S	<p>Выделяется при взаимодействии сульфидов металлов с кислотами и очень активных металлов с H<sub>2</sub>SO<sub>4(конц.)</sub>.</p> $\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}\uparrow$ $4\text{Mg} + 5\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} = 4\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{S}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

3	Газ с резким (характерным) запахом, растворимый в воде — оксид серы (IV) $\text{SO}_2$	<p>Образуется при обжиге серосодержащих веществ и взаимодействии тяжелых металлов с <math>\text{H}_2\text{SO}_4</math> (конц.).</p> $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$ $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 = 2\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{ZnO}$ $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4\text{(конц.)} = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
4	Газ с характерным запахом, очень хорошо растворимый в воде — аммиак $\text{NH}_3$	<p>Образуется при синтезе аммиака и взаимодействии солей аммония со щелочами.</p> $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
5	Газ, не поддерживающий горение, не ядовитый, малорастворимый в воде, — азот $\text{N}_2$	<p>Горение и окисление (некаталитическое) азотсодержащих веществ, синтез аммиака и разложение нитрита аммония.</p> $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 = 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ $2\text{NH}_3 + 3\text{CuO} = \text{N}_2 + 3\text{Cu} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{NH}_4\text{NO}_2 = \text{N}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
6	Газ, поддерживающий горение (вспыхивает тлеющая лучинка), — кислород $\text{O}_2$	$\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$

7	Газы, поддерживающие горение (вспыхивает тлеющая луchinка)	Озон, оксиды азота $3\text{C} + 2\text{O}_3 = 3\text{CO}_2$ $\text{C} + 2\text{NO}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{NO}$
8	Окрашивание пламени	Качественная реакция на катионы: бария — жёлто-зелёное; калия — фиолетовое; кальция — кирпично-красное; лития — ярко-красное; натрия — жёлтое; стронция — карминово-красное.
9	Осадок (творожистый) белого цвета, нерастворимый в $\text{HNO}_3$	Качественная реакция на хлорид-ионы (соляную кислоту и ее соли): $\text{Cl}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgCl}\downarrow$ .
10	Осадок белого цвета, нерастворимый в кислотах	Качественная реакция на серную кислоту и ее соли: $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4\downarrow$ .
11	Осадок белого цвета, нерастворимый в кислотах	Качественная реакция на соли бария: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4\downarrow$ .

12	<p>Осадок белого цвета, который образуется при пропускании газа без цвета и запаха через известковую воду и растворяется при пропускании избытка газа или в кислотах</p>	<p>Качественная реакция на <math>\text{CO}_2</math> и карбонаты (соли <math>\text{H}_2\text{CO}_3</math>):</p> $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow.$
13	<p>Осадок белого цвета, который образуется при пропускании бесцветного газа с резким запахом через известковую воду и растворяется при пропускании избытка газа или в кислотах</p>	<p>Качественная реакция на <math>\text{SO}_2</math> и сульфиты (соли <math>\text{H}_2\text{SO}_3</math>):</p> $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{SO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{CaSO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaSO}_3 \downarrow + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ $\text{CaSO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+ = \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}.$
14	<p>Осадок белого (светло-зеленого) цвета; образуется при взаимодействии с растворами щелочей</p>	<p>Качественная реакция на соли <math>\text{Fe}^{2+}</math>:</p> $\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow.$
15	<p>Осадок кремового цвета, нерастворимый в <math>\text{HNO}_3</math>; образуется при взаимодействии с <math>\text{AgNO}_3</math></p>	<p>Качественная реакция на бромид-ионы <math>\text{Br}^-</math>:</p> $\text{Br}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgBr} \downarrow.$

16	Осадок жёлтого цвета, нерастворимый в $\text{HNO}_3$ ; образуется при взаимодействии с $\text{AgNO}_3$	Качественная реакция на йодид-ионы $\text{I}^-$ : $\text{I}^- + \text{Ag}^+ = \text{AgI} \downarrow.$
17	Осадок жёлтого цвета, растворимый в кислотах; образуется при взаимодействии с $\text{AgNO}_3$	Качественная реакция на ортофосфат-ионы $\text{PO}_4^{3-}$ : $\text{PO}_4^{3-} + 3\text{Ag}^+ = \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow.$
18	Осадок бурого цвета, образуется при взаимодействии с растворами щелочей	Качественная реакция на соли $\text{Fe}^{3+}$ : $\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow.$
19	Осадок голубого (синего) цвета, образуется при взаимодействии с растворами щелочей	Качественная реакция на соли $\text{Cu}^{2+}$ : $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow.$
20	Осадок синего цвета, образуется при взаимодействии с раствором красной кровяной соли	Качественная реакция на соли $\text{Fe}^{2+}$ : $3\text{Fe}^{2+} + 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2 \downarrow.$
21	Осадок синего цвета, образуется при взаимодействии с раствором жёлтой кровяной соли	Качественная реакция на соли $\text{Fe}^{3+}$ : $4\text{Fe}^{3+} + 3[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 \downarrow.$

22	Осадок чёрного цвета, образуется при взаимодействии с растворимыми сульфидами (или сероводородом)	Качественная реакция на $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Ag}^+$ , $\text{Hg}^{2+}$ и некоторые другие: $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS}\downarrow$ .
23	Появление запаха аммиака или изменение цвета влажной индикаторной бумаги (посинение влажной лакмусовой бумажки) при взаимодействии вещества со щелочами	Качественная реакция на соли аммония: $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ .
24	Раствор жёлтого цвета	Раствор индикатора метилоранжа окрашивается в жёлтый цвет в нейтральных и щелочных средах.
25	Раствор красного цвета	Растворы индикаторов лакмуса или метилового оранжевого в кислых средах ( $\text{pH} < 7$ ).
26	Раствор матинового цвета	Раствор фенолфталеина в щелочных средах ( $\text{pH} > 7$ ).
27	Раствор синего цвета	Раствор фиолетового лакмуса в щелочных средах.

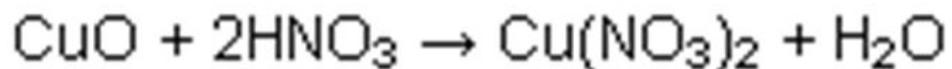
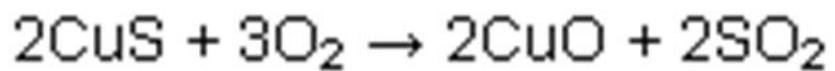
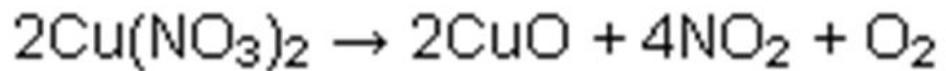
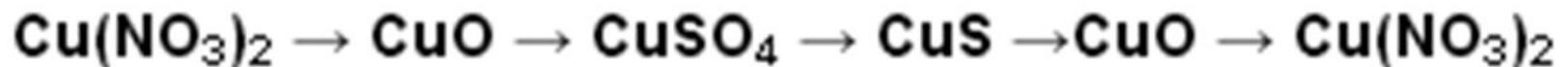
28	Раствор кроваво-красного цвета	<p>Качественная реакция на соли <math>\text{Fe}^{3+}</math> с раствором роданида калия <math>\text{KCNS}</math> (или роданида аммония <math>\text{NH}_4\text{CNS}</math>):</p> $\text{Fe}^{3+} + 3\text{CNS}^- = \text{Fe}(\text{CNS})_3.$
29	Осадок белого цвета, который образуется при добавлении щёлочи в раствор и растворяется в избытке щёлочи	<p>Качественная реакция на соли <math>\text{Al}^{3+}</math> и <math>\text{Zn}^{2+}</math> (амфотерных оснований):</p> <p>a) <math>\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow</math>  <math>\text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + \text{OH}^- = [\text{Al}(\text{OH})_4]^-</math></p> <p>б) <math>\text{Zn}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow</math>  <math>\text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{OH}^- = [\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}.</math></p>

## Условия и признаки осуществления некоторых неорганических процессов

№	Вещество	Процесс
1	Железо	Катализатор синтеза аммиака из азота и водорода: $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3.$
2	Оксид ванадия (V), $V_2O_5$	Катализатор окисления $SO_2$ в $SO_3$ при получении серной кислоты: $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3.$
3	Оксид марганца (IV), $MnO_2$	Получение хлора из хлороводорода (соляной кислоты): $4HCl + MnO_2 = Cl_2\uparrow + MnCl_2 + 2H_2O.$  Катализатор разложения $H_2O_2$ и $KClO_3$ с выделением кислорода: $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$ $2KClO_3 = 2KCl + 3O_2\uparrow.$
4	Платина	Катализатор окисления $NH_3$ до $NO$ при получении азотной кислоты: $4NH_3 + 5O_2 = 4NO + 6H_2O.$
5	Ядовитый газ жёлто-зелёного цвета — хлор $Cl_2$	Взаимодействие хлороводорода с окислителями ( $MnO_2$ , $KMnO_4$ и другие) и электролиз растворов и расплавов хлоридов: $4HCl + MnO_2 = Cl_2\uparrow + MnCl_2 + 2H_2O$ $2NaCl + 2H_2O = 2NaOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow.$

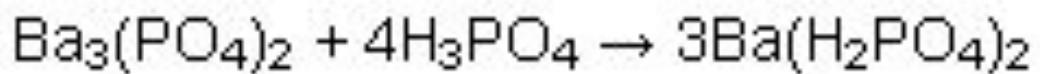
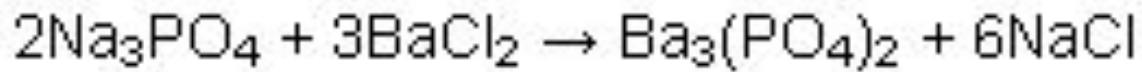
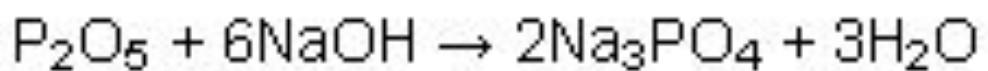
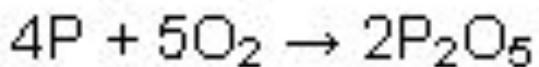
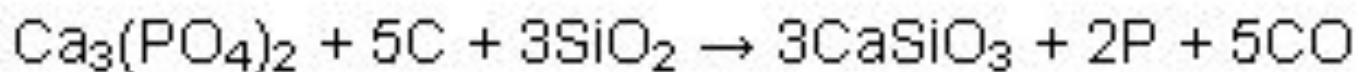
## **Примеры задач С2:**

1) Нитрат меди прокалили, полученный твёрдый осадок растворили в серной кислоте. Через раствор пропустили сероводород, полученный чёрный осадок подвергли обжигу, а твёрдый остаток растворили при нагревании в концентрированной азотной кислоте.



2) Фосфат кальция сплавили с углём и песком, затем полученное простое вещество сожгли в избытке кислорода, продукт сжигания растворили в избытке едкого натра. К полученному раствору прилили раствор хлорида бария. Полученный осадок обработали избытком фосфорной кислоты.

**Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> → P → P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> → Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> → Ba<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> →  
BaHPO<sub>4</sub> или Ba(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>**



6) Порошок алюминия смешали с порошком серы, смесь нагрели, полученное вещество обработали водой, при этом выделился газ и образовался осадок, к которому добавили избыток раствора гидроксида калия до полного растворения. Этот раствор выпарили и прокалили. К полученному твёрдому веществу добавили избыток раствора соляной кислоты.

