

### **Лайфхаки для решения заданий второй части ЕГЭ по химии**

Для выполнения заданий 29 и 30 экзаменуемым предлагается общий список из шести веществ, при этом в условии уточняется, что при необходимости экзаменуемые могут применить и растворы этих веществ.

#### **Линия 29**

**Задания линии 29** ориентированы на проверку умения составлять уравнения окислительно-восстановительных реакций. Для выполнения задания экзаменуемому необходимо осуществить ряд последовательных действий: проанализировать состав веществ из списка, выбрать вещества, которые могут проявлять свойства окислителя и восстановителя в реакции; по представленным в условии классификационным признакам веществ и/или признакам протекания химических реакций определить продукты реакции; составить электронный баланс реакции и на его основе расставить коэффициенты в уравнении реакции; определить окислитель и восстановитель в составленном уравнении реакции. С учётом такой последовательности действий были определены следующие элементы ответа:

- выбраны вещества, которые являются окислителем и восстановителем, и записано молекулярное уравнение окислительно-восстановительной реакции;
- составлен электронный баланс реакции, указаны окислитель и восстановитель.

За решение задания 29 максимальная оценка 2 балла.

#### **Алгоритм решения:**

- 1) Проанализировать состав веществ из списка, выбрать вещества, которые могут проявлять свойства окислителя и восстановителя в реакции;
- 2) По представленным в условии классификационным признакам веществ и/или признакам протекания химических реакций определить продукты реакции;
- 3) Составить электронный баланс реакции и на его основе расставить коэффициенты в уравнении реакции;
- 4) Определить окислитель и восстановитель в составленном уравнении реакции. (Приложение 1)

#### **Для выполнения этого задания нужно знать:**

- 1) Типичные окислители и восстановители (Приложение 1);
- 2) В какой среде какие процессы преимущественно протекают для тех или иных ОВР, какие образуются типичные продукты окисления и восстановления;
- 3) Качественные признаки реакций и классификацию веществ;
- 4) Правила расставления степеней окисления и составления электронного баланса.

#### **Лайфхаки**

1. При оформлении электронного баланса пишем степени окисления элементов – ±n.

2. В задании 29 выбираем:

Окислитель → продукт реакции	Восстановитель → продукт реакции
$\text{Cl}_2^0 \rightarrow \text{HCl}^{-1}$ $\text{Br}_2^0 \rightarrow \text{HBr}^{-1}$ $\text{I}_2^0 \rightarrow \text{HI}^{-1}$ $\text{HCl}^{+1}\text{O} \rightarrow \text{HCl}^{-1}$ $\text{KCl}^{+1}\text{O}_3 \rightarrow \text{KCl}^{-1}$	$\text{HI}^{-1} \rightarrow \text{I}_2^0$ $\text{HBr}^{-1} \rightarrow \text{Br}_2^0$ $\text{HCl}^{-1} \rightarrow \text{Cl}_2^0$ $\text{I}_2^0 \rightarrow \text{HI}^{+5}\text{O}_3$ (конц. $\text{HNO}_3$ или $\text{H}_2\text{SO}_4$ )
$\text{H}_2\text{S}^{+6}\text{O}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{S}^{-2}$ (с сильным восстановителем) $\text{H}_2\text{S}^{+6}\text{O}_4 \rightarrow \text{S}^0$ (со слабым восстановителем) $\text{Na}_2\text{S}^{+4}\text{O}_3 \rightarrow \text{S}^0$ (в кислой среде)	$\text{H}_2\text{S}^{-2} \rightarrow \text{S}^0$ $\text{Na}_2\text{S}^{+4}\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}^{+6}\text{O}_4$ $\text{S}^0 \rightarrow \text{S}^{+4}\text{O}_2$
$\text{HN}^{+5}\text{O}_3$ (конц) $\rightarrow \text{N}^{+4}\text{O}_2$ (со слабым восстановителем) $\text{HN}^{+5}\text{O}_3$ (конц) $\rightarrow \text{N}^{+2}\text{O}$ (с сильным восстановителем) $\text{HN}^{+5}\text{O}_3$ (разб) $\rightarrow \text{N}^{+2}\text{O}$ (со слабым восстановителем) $\text{HN}^{+5}\text{O}_3$ (разб) $\rightarrow \text{N}_2^{+1}\text{O}$ (с сильным восстановителем) $\text{HN}^{+5}\text{O}_3$ (разб) $\rightarrow \text{N}^{-3}\text{H}_3$ (с сильным восстановителем) $\text{KN}^{+3}\text{O}_2 \rightarrow \text{N}^{+2}\text{O}$ (в кислой среде)	$\text{N}^{-3}\text{H}_3 \rightarrow \text{N}_2^0$ $\text{KN}^{+3}\text{O}_2 \rightarrow \text{KN}^{+5}\text{O}_3$
$\text{KMn}^{+7}\text{O}_4 \rightarrow \text{Mn}^{+2}\text{SO}_4$ (в кислой среде $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) $\text{Mn}^{+4}\text{O}_2 \rightarrow \text{Mn}^{+2}\text{SO}_4$ (в кислой среде $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) $\text{K}_2\text{Mn}^{+6}\text{O}_4 \rightarrow \text{Mn}^{+2}\text{SO}_4$ (в кислой среде $\text{H}_2\text{SO}_4$ )	$\text{KMn}^{+7}\text{O}_4 \rightarrow \text{Mn}^{+4}\text{O}_2$ (в нейтральной среде) $\text{KMn}^{+7}\text{O}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{Mn}^{+6}\text{O}_4$ (в щелочной среде)
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2^{+3}(\text{SO}_4)_3$ (в кислой среде $\text{H}_2\text{SO}_4$ )	$\text{Cr}^{+3}\text{Cl}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{Cr}^{+6}\text{O}_4$ (в щелочной среде $\text{KOH}$ )
$\text{Sn}^{+4}\text{Cl}_4 \rightarrow \text{Sn}^{+2}\text{Cl}_2$	$\text{Sn}^{+2}\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Sn}^{+4}\text{Cl}_4$
$\text{Fe}^{+3}\text{Cl}_3 \rightarrow \text{Fe}^{+2}\text{Cl}_2$	$\text{Fe}^{+2}\text{Cl}_2 \rightarrow \text{Fe}^{+3}\text{Cl}_3$
$\text{Pb}^{+4}\text{O}_2 \rightarrow \text{Pb}^{+2}(\text{NO}_3)_2$ ( $\text{pH} < 7$ )	

3. В задании 29 никогда не выбираем: плавиковую кислоты HF, любые фториды KF, сульфаты, фосфаты, карбонаты, силикаты активных металлов,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , а также соединения цинка и алюминия; оксиды фосфора(V), ортофосфорную кислоту  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , оксид углерода(IV)  $\text{CO}_2$  и оксид кремния (IV); хлориды активных металлов ( $\text{NaCl}$ ); нерастворимые гидроксиды, которые не могут проявлять окислительно-восстановительных свойств.

4. Если реакция протекает в щелочной среде, то продуктами ОВР будут являться соли или нерастворимые гидроксиды металлов.

5. Если и окислителем, и восстановителем является один и тот же элемент, протекает реакция сопропорционирования, продукт окисления и восстановления содержит элемент в промежуточной степени окисления.

6. Если по условию задания требуется написать ОВР с образованием двух кислот, скорее всего ОВР протекает между восстановителем и окислителем, состоящими из неметаллов.

7. Если по условию задания требуется написать ОВР с образованием окрашенного раствора, то это могут быть окрашенные растворы бромной или иодной воды, а также солей переходных металлов: Fe(III), Cu(II), Cr(III) или Cr(VI).

8. Если по условию задания требуется написать ОВР с образованием бурого газа  $\text{NO}_2$ , то в качестве окислителя была концентрированная азотная кислота  $\text{HNO}_3$  или нитраты активных металлов в кислой среде, например,  $\text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ .

9. Если по условию задания требуется написать ОВР с образованием газа с резким запахом, то скорее всего это сернистый газ  $\text{SO}_2$ , и в качестве окислителя была концентрированная серная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

10. Оксид марганца (IV) проявляет окислительные свойства только в кислой среде, восстановление происходит до солей марганца (II).

11. Соединения хрома (III) можно окислить только в сильнощелочной среде, в результате наблюдается изменение цвета раствора на желтый, образуется раствор хромата.

12. При взаимодействии концентрированной азотной кислоты  $\text{HNO}_3$  со сложными веществами образуется бурый газ, разбавленной азотной кислоты  $\text{HNO}_3 - \text{NO}$ .

13. При взаимодействии концентрированной серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$  со всеми сложными веществами, кроме иодидов, в которых только иодид является восстановителем, образуется сернистый газ  $\text{SO}_2$ , с иодидами  $\text{NaI}$ ,  $\text{CaI}_2$ ,  $\text{AlI}_3$  и т.д. – сероводород  $\text{H}_2\text{S}$ .

14. На ЕГЭ нужно внимательно читать условие задания, проверять коэффициенты и степени окисления.

### **Линия 30**

**Задания линии 30** ориентированы на проверку умения составлять уравнения реакций ионного обмена. Реакции ионного обмена протекают между электролитами в направлении связывания ионов. Чтобы выполнить это задание, экзаменуемым необходимо выбрать из предложенного списка вещества, между которыми протекает реакция ионного обмена, а также показать понимание механизма реакции, составив полное и сокращённое ионные уравнения. В условии включено уточнение, сужающее вариативность выбора веществ, взаимодействие которых удовлетворяет условию задания. В этом качестве может выступать классификационный признак веществ(а), участвующих в реакции, и/или признак(и) протекания реакции.

#### **Алгоритм решения:**

- 1) Составить формулы данных веществ и записать их в строку.
- 2) Внимательно прочитать условие задания, обращая внимание на цвета осадков, растворов, характеристику газов, условия протекания реакций и найти в перечне вещества, которые будут реагировать между собой, согласно условию задания.

Необходимо помнить, что реакции ионного обмена протекают необратимо, если образуются:

А) осадок ( $\downarrow$ );

Б) выделяется газ ( $\uparrow$ ) (углекислый, сернистый, аммиак или сероводород);

В) образуется слабый электролит (вода, фтороводородная, азотистая кислота, фосфорная кислота, уксусная кислота и другие органические кислоты);

Г) образуется комплексный ион, например  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$

3) Составить молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения.

Реакции обмена в растворе принято записывать тремя уравнениями: молекулярным, полным ионно-молекулярным и кратким ионно-молекулярным.

**Для выполнения этого задания нужно знать:**

1) только электролиты могут участвовать в реакциях ионного обмена

(Приложение 2):

- основания и амфотерные гидроксиды, а также водный раствор аммиака  $\text{NH}_3$ ;
- кислоты, а также водные растворы углекислого  $\text{CO}_2$  и сернистого  $\text{SO}_2$  газов;
- средние, кислые, основные, комплексные соли.

2) условия, при которых протекают реакции ионного обмена;

3) правила написания полных и сокращённых ионных уравнений.

**Расписываем на ионы только сильные электролиты.**

- *Кислоты:*  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{HBrO}_3$ ,  $\text{HBrO}_4$ ,  $\text{HIO}_3$ ,  $\text{HMnO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

- *Гидроксиды металлов. Щелочи гидроксиды щелочных металлов IА группы от Li до Fr ( $\text{LiOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{RbOH}$ ,  $\text{CsOH}$ ) и щелочноземельных металлов IIА группы от Ca до Ra ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ).*

- *Растворимые соли*

**Не расписываем на ионы: неэлектролиты, слабые электролиты.**

- *Кислоты:*  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{HClO}$ ,  $\text{HClO}_2$ ,  $\text{HBrO}$ ,  $\text{HBrO}_2$ , карбоновые кислоты.

- *Все нерастворимые основания, амфотерные гидроксиды и  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  и др.*

- *Нерастворимые и малорастворимые соли.*

4) Знать качественные признаки реакций;

5) Разобрать все РИО из ЕГЭ прошлых лет;

6) Подумать над РИО, которых пока на ЕГЭ не было, но могут встретиться.

**Лайфхаки!**

1. При записи полного и сокращённого ионных уравнений пишем заряды ионов –  $n^\pm$ , как в таблице растворимости.

2. В реакциях ионного обмена мы **не выбираем осадки сильных кислот:  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{AgCl}$ ,  $\text{AgI}$ ; сульфиды тяжелых металлов:  $\text{PbS}$ ,  $\text{CuS}$ ,  $\text{Ag}_2\text{S}$ ; оксиды металлов:  $\text{FeO}$ ,  $\text{ZnO}$  и т.д.; простые вещества, пероксиды, перманганаты, фосфин** и др. вещества, которые вступают только в ОВР.

3. Если в результате реакции выделяется и газ, и осадок, то это реакция совместного гидролиза, которую в таблице растворимости можно найти по « $\leftarrow$ » или « $\rightarrow$ ».

4. Если в результате реакции со **щелочью** выделяется **газ**, то второй реагент – это **соль аммония**.

5. Если в результате реакции с **кислотой** выделяется **газ**, то второй реагент – это соли слабых летучих кислот: **карбонаты (гидрокарбонаты), сульфиты (гидросульфиты), сульфиды (гидросульфиды)**.

6. Если по условию задания требуется написать реакцию, протекающую **без качественных признаков**, то скорее всего это реакция **нейтрализации**, но только если нет выделения осадка, также взаимодействие фторидов, фосфатов, нитритов, ацетатов с более сильными кислотами, но только если нет выделения осадка.

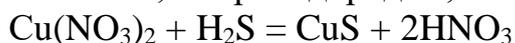
7. Гидроксид кальция  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и стронция  $\text{Sr}(\text{OH})_2$  – это щелочи, т.е. сильные электролиты, поэтому **в исходных веществах** обязательно расписываем их **на ионы**.

8. Кислые анионы слабых кислот **не расписываем** на ионы:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{HSO}_3^-$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , но при этом гидросульфат - анион более правильно расписать на ионы, т.к. это кислая соль сильной кислоты:  $\text{HSO}_4^- = \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ .

9. В реакции ионного обмена вступают только растворимые соли с растворимыми основаниями и другими солями, если выделяется слабый электролит.

10. **Окрашенные осадки и растворы** характерны для соединений переходных металлов, т.е. **d-металлов**.

11. Обычно соли слабых кислот реагируют с солями более сильных кислот, кроме взаимодействия растворов солей металлов, стоящих после железа в ряду активности металлов, с сероводородом, на пример:



12. На ЕГЭ нужно внимательно читать условие задания, проверять силу электролитов, коэффициенты, заряды ионов, оформление.

### **Реальные случаи оценивания задания 30 с экзамена ЕГЭ по химии 2024**

Это задание оценивается достаточно строго. Сокращенное ионное уравнение должно быть действительно сокращенным, т.е. если есть возможность сократить коэффициенты, то это необходимо сделать, иначе уравнение не будет засчитано как сокращенное. Эксперты следят не только за правильным поведением сильных и слабых электролитов в полном ионном уравнении (диссоциация на ионы, или ее отсутствие), но и за написанием зарядов ионов!

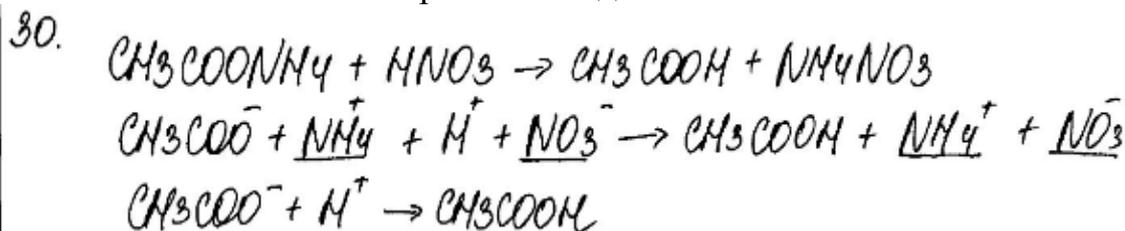
Рассмотрим реальные случаи оценивания задания 30 с экзамена ЕГЭ по химии 2024 года. За решение задания максимальная оценка 2 балла.

**Пример 1.** Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: **сероводород, оксид меди (I), оксид железа (III), азотная кислота, оксид хрома (VI), ацетат аммония**. Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми протекает реакция ионного обмена без образования осадка и выделения газа. Запишите

молекулярное, полное и сокращенное ионное уравнения реакции с участием выбранных веществ.

За решение задания поставили 2 балла

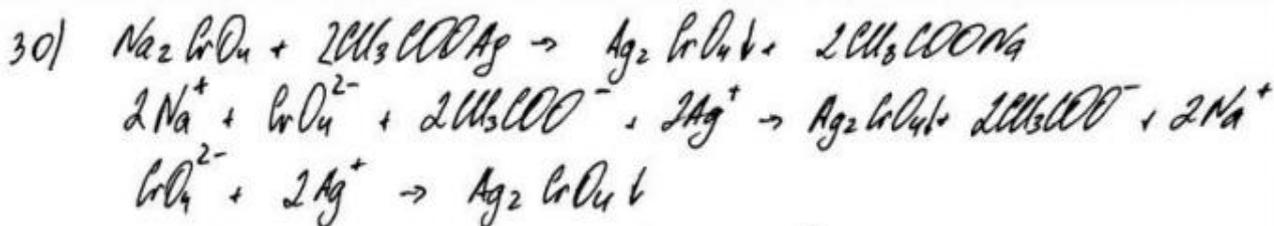


\*У ионов с единичным зарядом не указывают цифру, а пишут только один знак заряда этого иона, например,  $\text{H}^+$ .

**Пример 2.** Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: **хромат натрия, бромид натрия, нитрит натрия, серная кислота, ацетат серебра, хлорид аммония.** Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми протекает реакция ионного обмена с образованием осадка. Раствор одного из веществ, вступающих в реакцию, окрашен. Запишите молекулярное, полное и сокращенное ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

За решение задания поставили 2 балла

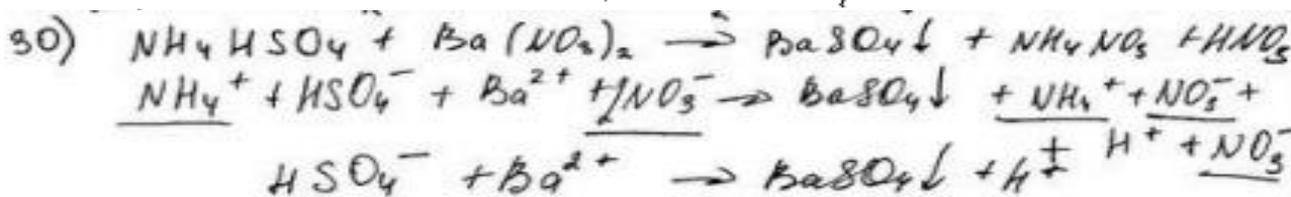
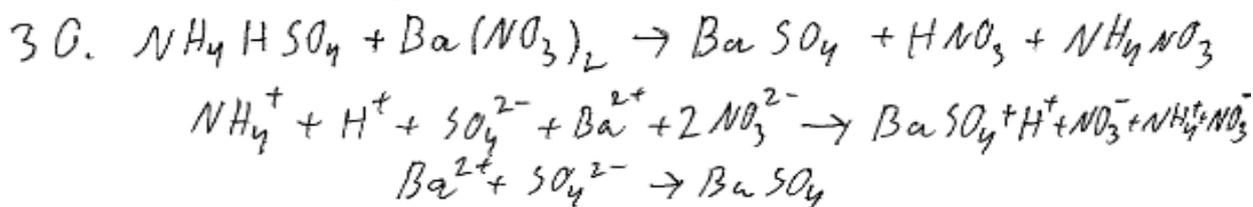


\*Можно не указывать образование осадка. На итоговый балл по заданию это не влияет.

**Пример 3.** Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: **сульфит калия, хлороводород, йод, перманганат калия, гидросульфат аммония, нитрат бария.** Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

Из предложенного перечня выберите кислую соль и вещество, которое вступает с этой кислой солью в реакцию ионного обмена. Запишите молекулярное, полное и сокращенное ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

За решение задания поставили 2 балла

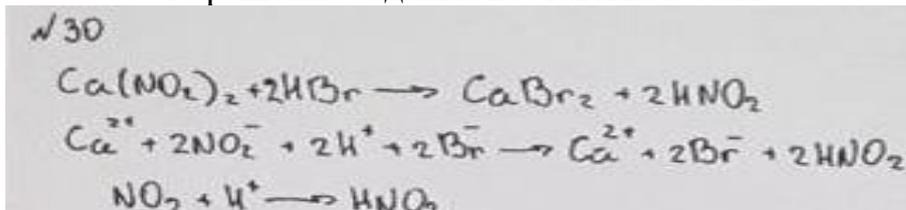


\*Можно записывать полный вариант диссоциации, когда ион кислотного остатка диссоциирует полностью, а можно записывать только первую ступень диссоциации, когда ион кислотного остатка остается с водородом.

**Пример 4.** Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: **перманганат калия, хлор, нитрит кальция, гидроксид железа (II), бромоводород, оксид серы (IV).** Допустимо использование воды в качестве среды протекания реакции.

Из предложенного перечня выберите вещества, между которыми протекает реакция ионного обмена без видимых признаков. Запишите молекулярное, полное и сокращенное ионное уравнения реакции с участием выбранных веществ.

За решение задания поставили 1 балл



\*В сокращенном ионном уравнении у первого иона потерялся заряд.

### Линия 31

В **заданиях линии 31**, проверяющих знание генетической взаимосвязи различных классов неорганических веществ, предложено описание конкретного химического эксперимента, ход которого экзаменуемые должны проиллюстрировать уравнениями соответствующих химических реакций. Шкала оценивания задания равна 4 баллам: каждое верно записанное уравнение реакции оценивается в 1 балл.

**Для выполнения этого задания нужно знать:**

1. Номенклатуру, в том числе тривиальную, и химические свойства неорганических веществ;
2. Распространенные типы реакций, которые встречаются в Задании №31;
3. Термины, описывающие химические процессы: прокалили, сплавляли, пропустили, отделили и т.д.

### Лайфхаки

1. Одно предложение задания чаще всего соотносится с одной реакцией. В сумме обязательно должно быть четыре уравнения реакции.
2. Всегда дочитывайте условие задания до конца, т.к. в следующем предложении могут находиться подсказки.
3. Обязательно разберите основные типы реакций: кислотно-основные взаимодействия, реакции ионного обмена, комплексообразование на примере комплексов цинка и алюминия, гидролиз бинарных соединений, совместный гидролиз, электролиз расплавов и растворов солей, ОВР, в том числе с двумя восстановителями.
4. На ЕГЭ нужно внимательно читать условие задания, проверить коэффициенты.

### Основная волна 2024. Новые задания 31

1. К раствору нитрата бария прибавили раствор сульфата железа (III). Осадок

отделили, а раствор полученный раствор выпарили. Образовавшееся при этом твердое вещество прокалили. Полученный твердый остаток добавили к раствору иодоводородной кислоты. Полученное простое вещество выделили и растворили в горячем концентрированном растворе гидроксида калия. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.

2. Алюминий добавили к раствору гидроксида калия. Через образовавшийся прозрачный раствор пропустили газ с неприятным запахом, полученный при растворении магния в концентрированной серной кислоте. Образовавшийся осадок отделили, а к полученному раствору добавили раствор дихромата калия, подкисленный серной кислотой. При этом наблюдали образование простого вещества. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.

3. Фосфор сожгли в избытке хлора. Продукт реакции растворили в избытке раствора гидроксида натрия. К полученному раствору добавили раствор хлорида бария. Образовавшийся осадок отделили, а полученный раствор выпарили. Выделившееся при этом твердое вещество обработали избытком концентрированной серной кислоты при нагревании и наблюдали выделение газа. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций. (Приложение 3)

### Линия 32

**Задания линии 32** проверяют усвоение знаний о взаимосвязи органических веществ и предусматривают наличие пяти элементов ответа – пяти уравнений реакций, соответствующих схеме («цепочке») превращений органических веществ. В приведённой схеме могут указываться также условия осуществления этих превращений, которые оказывают влияние на состав образующихся продуктов. Шкала оценивания задания равна 5-ти баллам: каждое верно записанное уравнение реакции оценивается в 1 балл.

#### Алгоритм решения:

1) Проиллюстрировать соответствующую схему («цепочку») превращений органических веществ пятью уравнениями реакций.

2) При записи уравнений реакций нужно использовать структурные формулы органических веществ разного вида (развёрнутую, сокращённую, скелетную), которые однозначно отражают порядок связи атомов и взаимное расположение заместителей и функциональных групп в молекуле органического вещества.

Наличие каждого проверяемого элемента ответа оценивается в 1 балл. Максимальное количество баллов за выполнение таких заданий равно 5.

#### Для выполнения этого задания нужно знать:

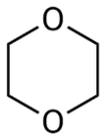
1. номенклатуру и химические свойства органических веществ;
2. распространённые типы реакций;
3. молекулярные формулы классов органических веществ (Приложение 4).

#### Лайфхаки

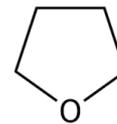
1. Если в результате реакции происходит удвоение углеродного скелета, проверьте реакции Вюрца и электролиз водных растворов солей карбоновых кислот.

2.«Из спирта спирт не получается», поэтому при взаимодействии галогеналканов со спиртовым раствором щелочи протекает реакция дегидрогалогенирования, а при взаимодействии галогеналканов с водным раствором щелочи – щелочной гидролиз: из моногалогеналканов образуются спирты, из дигалогеналканов – альдегиды или кетоны, из тригалогеналканов – соли карбоновых кислот.

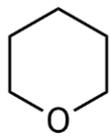
3.Если в цепочке необходимо получить простой эфир с двумя атомами кислорода в



цикле, значит протекала дегидратация этиленгликоля. Если в цепочке



необходимо получить простой эфир с одним атомом кислорода в цикле:



, то тогда была дегидратация или бутандиола-1,4 или пентандиола-1,5.

4.Из первичного амина получить спирт в одну стадию можно только при взаимодействии с азотистой кислотой:  $\text{CH}_3\text{-NH}_2 + \text{HNO}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{-OH} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .

5.Если из ацетилена в 2 стадии нужно получить алкин с большим количеством атомов углерода, то сначала необходимо получить ацетиленид натрия, а затем алкилировать его нужным по смыслу задания галогеналканом.

6.Если из вещества с молекулярной формулой  $\text{C}_3\text{H}_6$  получается 1-хлорпропан или 1-бромпропан, то  $\text{C}_3\text{H}_6$  – это циклопропан.

7.На ЕГЭ нужно внимательно читать условие задания, проверять коэффициенты, при записи реакций использовать только структурные формулы, лучше не писать катализаторы и условия.

**Часто в задании 32** встречаются следующие реакции:

- 1) дегалогенирование ди- и тетрагалогенпроизводных алканов с образованием алкадиенов и диенов;
- 2) реакции Вюрца с образованием циклоалкилциклоалканов;
- 3) щелочной гидролиз дигалогенпроизводных алканов с образованием альдегидов/диальдегидов;
- 4) щелочной гидролиз тригалогенпроизводных алканов с образованием карбоновых кислот/дикарбоновых кислот;
- 5) окисление терминальных диолов  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  с образованием диальдегидов/дикарбоновых кислот;
- 6) внутри- и межмолекулярная дегидратация диолов с образованием циклических простых эфиров;
- 7) все способы получения стирола и фенола;
- 8) окисление альдегидов  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  в разных средах с образованием карбоновых кислот/солей карбоновых кислот;
- 9) жёсткое окисление несимметричных алкенов  $\text{KMnO}_4$ ;

10) реакции образования разнообразных сложных эфиров (одноосновная кислота + одноатомный спирт, двухосновная кислота + одноатомный спирт, одноосновная кислота + двухатомный спирт);

11) получение аминов взаимодействием спиртов с аммиаком;

12) реакции первичных аминов с азотистой кислотой;

13) получение солей аминов (реакции аминов с галогеноводородами и галогеналканами, реакции галогеналканов с аммиаком).

### **Линия 33**

**Задания линии 33** предусматривают определение молекулярной и структурной формулы органического вещества. Выполнение этого задания включает следующие последовательные действия: определение молекулярной формулы вещества на основании вычислений с использованием физических величин, заданных в условии задачи; установление структуры вещества по указанным свойствам или способам получения этого вещества; составление уравнения реакции, указанного в условии задания. С учётом этих действий максимальная оценка за выполнение задания 33 составляет 3 балла.

#### ***Алгоритм решения:***

1. определить молекулярную формулу вещества на основании вычислений с использованием физических величин, заданных в условии задачи по одному из алгоритмов (Приложение 4);

2. установить структуру вещества по указанным свойствам или способам получения этого вещества;

3. составить уравнение реакции, указанного в условии задания.

#### **Для выполнения этого задания нужно знать:**

1. как рассчитывать молекулярную формулу разными способами: через массовые доли элементов и через продукты сгорания;

2. особенности строения органических молекул: изомерия, общие молекулярные формулы, симметричная / несимметричная молекула, первичный/ вторичный/ третичный /четвертичный атом углерода и т.д.;

3. химические свойства органических соединений.

#### **Лайфхаки**

1. Для того, чтобы правильно расшифровать молекулярную формулу, нужно знать общие молекулярные формулы. (Приложение 5)

2. В углеводородах и кислородсодержащих соединениях может быть только четное число атомов водорода, т.к. у углерода и кислорода четные валентности. Если при расчете молекулярной формулы получается нечетное число атомов водорода, необходимо удвоить все индексы.

3. Если в молекулярной формуле шесть и больше атомов углерода, при этом атомов водорода  $2n-6$  и меньше, то обычно это ароматические углеводороды. При этом шесть атомов углерода приходится на бензольное кольцо, остальные атомы углерода приходятся на боковую цепь.

4. Если кислородсодержащее вещество подвергается гидролизу, то это сложный эфир. По молекулярной формуле и продуктам гидролиза можно однозначно определить строение сложного эфира.

5. Если вещество содержит как атомы кислорода, так и азота, реагирует как с кислотами, так и с основаниями, то это аминокислота.

6. Если вещество с молекулярной формулой  $C_7H_8O_2$  реагирует с 2 моль Na, но с 1 моль NaOH, то одна гидроксильная группа – это группа спирта, вторая – фенола.

7. На ЕГЭ нужно внимательно читать условие задания, проверить размерности, после расчетов обязательно написать молекулярную формулу, при записи уравнений реакций использовать только структурные формулы, не писать катализаторы и условия, проверить коэффициенты.

### Линия 34

**Задания 34** – это расчётные задачи. Их выполнение требует знания химических свойств веществ и предполагает осуществление некоторой совокупности действий, обеспечивающей получение правильного ответа.

#### *Алгоритм решения:*

1. Выявить *химическую* составляющую задачи (записать уравнения реакций).
2. Выявить *математическую* составляющую задачи: произвести расчеты с использованием всех физических величин, указанных в условии.
3. Провести логические рассуждения на основе химических уравнений реакций и проведенных вычислений для дальнейших расчетов.
4. Логически обосновать ответ на все поставленные в условии задания вопросы (например, определить физическую величину – массу, объём, массовую долю вещества).

С учётом этих действий максимальная оценка за выполнение задания 34 составляет 4 балла.

Однако чёткого алгоритма решения 34 задания не существует, т.к. все задачи имеют свои особенности решения.

#### **Для выполнения этого задания нужно знать:**

- 1) подходы к расчетам основных элементов: избыток и недостаток, растворимость, кристаллогидрат, растворимость, изменение массы раствора, пластика, порция, деление раствора на 2 или 3 колбы, подсчет количества электронов, протонов, атомов, молярная концентрация и т.д. (Приложение 6);
- 2) «химизмы» процессов: разные типы реакций электролиза, параллельные реакции разложения, совместного гидролиза и т.д.;
- 3) как составлять и решать уравнения с одной и двумя неизвестными.

#### **Лайфхаки**

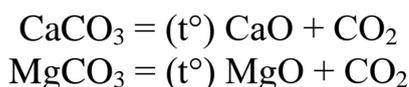
1. Внимательно нужно писать «дано». Самая частая ошибка — когда массу раствора путают с массой растворенного вещества или объем раствора — с объемом чистого вещества.
2. Не пишите «дано» задачи в бланк, а лучше написать его для себя на черновике.

Так все значения будут в одном месте перед глазами, и будет проще и понятнее как их всех связать.

3. Для лучшего понимания задачи ее можно «нарисовать». Нарисуйте схемы того, что и куда вы добавляете. Это поможет не ошибиться с составом и массой конечного раствора.

4. Самые популярные реакции в 34 задачи — это реакции разложения. Разложение может быть, например, карбонатов и гидрокарбонатов.

Нужно помнить, что растворимые карбонаты не разлагаются! Нерастворимые соли разлагаются на два оксида:



Гидрокарбонаты (кислые соли) разлагаются на то, что их когда-то образовало (на среднюю соль и кислотный оксид):



5. Нужно быть внимательными в уравнениях реакций: меди с азотной кислотой, хлора со щелочью, разложения нитратов, хлоратов.

6. Обязательно нужно указывать единицы измерения при расчете, не только в результате, но и в исходных формулах.

7. Ни в коем случае нельзя делить объём раствора на молярный объём  $V_m = 22,4$  л/моль! Молярный объём можно использовать только для газов.

8. Если выделяется газ или осадок, то смесь или раствор уменьшается на массу выделившегося газа или осадка.

9. Если пропускается через раствор какой-либо газ или добавляется вещество / его раствор, которые реагирует с исходным раствором, то масса раствора увеличивается на эти массы.

10. На ЕГЭ нужно проверить коэффициенты в реакциях, размерности, обратить внимание на ключевые слова.

11. Если вы не знаете, как решать 34 задачу, то лучше обратить внимание на другие задания ЕГЭ, а в 34 задаче попытаться написать реакции

### ***Основные типы задач***

#### ***1. На атомарность***

Смесь малахита  $((\text{CuOH})_2\text{CO}_3)$  и карбоната цинка, в которой соотношение числа атомов углерода к числу атомов кислорода равно 5 : 19, растворили в 580,1 г разбавленного раствора серной кислоты. При этом все исходные вещества прореагировали полностью, и выделилось 11,2 л газа (н.у.). К полученному раствору добавили 52 г цинка. После того как массовая доля сульфата меди(II) уменьшилась до 2,5%, всю смесь цинка и меди отделили. Вычислите массовую долю сульфата цинка в конечном растворе.

#### ***2. На растворимость***

Растворимость карбоната аммония составляет 96 г на 100 г воды. Приготовили насыщенный раствор с 250 мл воды, разделили его на две колбы. В первую колбу добавили избыток твёрдого гидроксида натрия и нагрели, а во вторую — 250 г соляной кислоты (тоже в избытке). При этом из второй колбы выделилось в три раза меньше газа (при одинаковых условиях), чем из первой. Определите массовую долю соли во второй пробирке.

### **3. На электролиз**

Для проведения электролиза взяли раствор нитрата серебра. После того как объём газа, выделившийся на аноде, оказался в 1,2 раза меньше объёма газа, выделившегося на катоде, процесс остановили. (Объёмы газов измерены при одинаковых условиях). Масса образовавшегося в процессе электролиза раствора оказалась на 51,8% меньше массы исходного раствора. К полученному раствору добавили равный ему по массе 20%-ный раствор гидроксида натрия. Определите среду конечного раствора и массовую долю соли в нём.

### **4. На неполное разложение**

При нагревании образца нитрата алюминия часть вещества разложилась. При этом образовался твёрдый остаток массой 37,98 г. В этом остатке число атомов алюминия в 5 раз меньше числа атомов кислорода. Остаток полностью растворили в необходимом для реакции минимальном объёме 24%-ного раствора гидроксида натрия. При этом образовался тетрагидроксоалюминат натрия. Определите массовую долю нитрата натрия в полученном растворе.

### **5. На пластинку**

Магниевую пластинку поместили в 483 г 20%-ного раствора сульфата цинка. После того как масса раствора уменьшилась на 20,5 г, пластинку вынули. К оставшемуся раствору добавили 224 г 40%-ного раствора гидроксида калия. Определите массовую долю гидроксида калия в образовавшемся растворе. (Процессами гидролиза пренебречь.)

### **6. Определение типа соли**

Раствор гидрокарбоната кальция содержит 88,8% кислорода по массе. Этот раствор массой 540 г по каплям добавили к 120 г 0,4%-ного раствора гидроксида натрия. Выпавший осадок отделили, а оставшийся раствор нагрели до прекращения выделения газа. Вычислите массу конечного раствора и массу соли в нём.

### **7. Выход реакции**

При обжиге 65,79 г известняка, содержащего 5% примесей, был получен углекислый газ с выходом 80%, который пропустили через 328 мл 20%-ого раствора гидроксида натрия ( $\rho=1,22$  г/мл). Определите состав и массовые доли веществ в полученном растворе.

### **8. На смесь**

Смесь, состоящую из порошков алюминия и угля, прокалили без доступа воздуха. После завершения реакции масса твёрдого остатка составила 12,24 г. К этому остатку добавили 300 г раствора гидроксида калия, взятого в избытке. При этом выделилось 10,752 л (н.у.) смеси газов. Вычислите массовую долю тетрагидроксоалюмината калия в конечном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

### 9. На кристаллогидрат

Смесь цинка и цинкового купороса ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ) полностью растворилась в 160 г раствора гидроксида натрия, при этом выделилось 2,24 л газа (н.у.) и образовался раствор массой 172,04 г. Вычислите массовые доли солей в полученном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

### 10. На молярную концентрацию (ЕГЭ 2025)

К раствору, содержащему 3,88 г смеси бромида калия и иодида натрия, добавили 78 мл 10%-ного раствора нитрата серебра (плотность раствора 1,09 г/мл). Выпавший осадок отфильтровали. Фильтрат может прореагировать с 13,3 мл соляной кислоты с концентрацией 1,5 моль/л. Определите массовые доли солей в исходной смеси и объем хлороводорода (при н.у.), необходимый для приготовления израсходованной соляной кислоты. (Ответ — 61,3% бромида калия, 38,7% иодида натрия, 448 мл хлороводорода).

### Список литературы

Добротин Д.Ю., Снастина М.Г., Методические материалы для председателей и членов предметных комиссий субъектов Российской Федерации по проверке выполнения заданий с развёрнутым ответом экзаменационных работ ЕГЭ 2024 года // Москва.: Федеральный институт педагогических измерений. 2024, 41 с.

[https://dzen.ru/a/ZmX1D0NswXWnu\\_qk?ysclid=m2odosn31o774853642](https://dzen.ru/a/ZmX1D0NswXWnu_qk?ysclid=m2odosn31o774853642)

(дата обращения: 21.08.2024)

[https://vk.com/doc496157027\\_681319718?hash=CAPHjZyhZT6F5iPYYI05aYEzzB4zYZ3WiMJbgO0SGDk&dl=ybpwzYMIWCuxXHSCCSqTzOtSAXZIOmsisdBmAveXF78](https://vk.com/doc496157027_681319718?hash=CAPHjZyhZT6F5iPYYI05aYEzzB4zYZ3WiMJbgO0SGDk&dl=ybpwzYMIWCuxXHSCCSqTzOtSAXZIOmsisdBmAveXF78) (дата обращения: 11.05.2024)

## Приложение 1.

### Типичные окислители и восстановители (задание 29)

Важнейшие окислители	Важнейшие восстановители
Галогены: F <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub>	Металлы
O <sub>2</sub>	Некоторые неметаллы: S, P, C
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (конц.)	H <sub>2</sub> S, сульфиды Na <sub>2</sub> S и гидросульфиды NaHS
HNO <sub>3</sub> , нитраты KNO <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	HBr, бромиды NaBr
Соединения Mn(VII): KMnO <sub>4</sub> , HMnO <sub>4</sub> , Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	HI, иодиды NaI
K <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub>	HCl(конц.)
MnO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub> , нитриды Na <sub>3</sub> N
Соединения Cr(VI): K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> , CrO <sub>3</sub>	PH <sub>3</sub> , фосфиды Na <sub>3</sub> P
KClO, KClO <sub>2</sub> , KClO <sub>3</sub> , KClO <sub>4</sub> , аналогичные кислоты и бром- и иодсодержащие соединения	SiH <sub>4</sub> , силициды Na <sub>4</sub> Si
Соединения Fe(III): Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , Fe(OH) <sub>3</sub> , соли Fe(III)	HNO <sub>2</sub> , нитриты NaNO <sub>2</sub>
Пероксиды: H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Соединения Fe(II): FeO, Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> , Fe(OH) <sub>2</sub> , соли Fe(II)
Соединения S(IV): SO <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> и др.	Соединения Cr(III): Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Cr(OH) <sub>3</sub> , соли Cr(III)
	H <sub>2</sub> , C, CO
	Соединения Cr(II), Cu(I)
	Пероксиды: H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , Na <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
	Соединения S(IV): SO <sub>2</sub> , K <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> и др.

## Приложение 2.

### Сильные и слабые электролиты (задание 30)

Сильные электролиты	Слабые электролиты
1. Кислоты	
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HNO <sub>3</sub> , HCl, HBr, HI, HClO <sub>3</sub> , HClO <sub>4</sub> , HBrO <sub>3</sub> , HBrO <sub>4</sub> , HIO <sub>3</sub> , HMnO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S, HNO <sub>2</sub> , HF, H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> , HClO, HClO <sub>2</sub> , HBrO, HBrO <sub>2</sub> , карбоновые кислоты
2. Гидроксиды металлов	
Щелочи гидроксиды щелочных металлов IA группы от Li до Fr и щелочноземельных металлов IIA группы от Ca до Ra LiOH, NaOH, KOH, RbOH, CsOH, Ca(OH) <sub>2</sub> , Sr(OH) <sub>2</sub> , Ba(OH) <sub>2</sub>	Все нерастворимые основания, амфотерные гидроксиды и NH <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O Be(OH) <sub>2</sub> , Mg(OH) <sub>2</sub> , Zn(OH) <sub>2</sub> , Cu(OH) <sub>2</sub> и др.
3. Соли	
Растворимые соли	Нерастворимые и малорастворимые соли

**Задание 31 ЕГЭ – 2024 (аналоги прошлых лет)**

1. Метаалюминат калия растворили в необходимом количестве серной кислоты. К полученному при этом раствору добавили раствор сульфита натрия. Выделившийся газ разделили на две части. Одну часть поглотили раствором дихромата натрия, подкисленным серной кислотой. Другую часть поглотили с помощью бромной воды. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.
2. Железную окалину растворили в разбавленной серной кислоте. Полученный раствор обработали подкисленным раствором дихромата калия. Полученное соединение хрома выделили и поместили в раствор карбоната натрия. Образовавшийся осадок отделили и нагрели с хлоратом калия и гидроксидом калия. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.
3. Оксид железа (III) сплавляли с твердым карбонатом калия. Полученное твердое вещество растворили в необходимом количестве раствора серной кислоты. Через образовавшийся раствор пропустили аммиак, в результате образовался бурый осадок. Осадок отделили и прокалили. Составьте уравнения четырех описанных реакций. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.
4. Карбонат калия сплавляли с оксидом цинка. Выделившийся газ прореагировал с избытком твердого гидроксида натрия. Полученную соль растворили в воде и добавили раствор хлорида алюминия. Образовавшийся при этом осадок отделили и поместили в раствор гидроксида калия. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.
5. Оксид серы (IV) пропустили через раствор сероводорода. Образовавшийся при этом осадок обработали горячей концентрированной азотной кислотой. Выделившийся бурый газ пропустили через раствор гидроксида бария. При взаимодействии одной из образовавшихся солей с водным раствором перманганата калия образовался бурый осадок. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.
6. Оксид меди (I) растворили в концентрированном растворе азотной кислоты. Образовавшуюся в результате соль выделили и прокалили. Образовавшийся твердый остаток прореагировал при нагревании с газом, полученным при нагревании смеси гидрофосфата аммония и гидроксида кальция. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.
7. Алюминий добавили к раствору гидроксида калия. Через образовавшийся прозрачный раствор пропустили газ с неприятным запахом, полученный при растворении магния в концентрированной серной кислоте. Образовавшийся осадок отделили, а к полученному раствору добавили раствор перманганата калия. При этом наблюдали образование простого вещества. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.
8. Пероксид натрия поместили в раствор перманганата калия, подкисленный серной кислотой. В выделившемся при этом газе сожгли порошкообразное железо. Образовавшееся твердое вещество черного цвета поместили в раствор иодоводородной кислоты. Полученное соединение железа выделили, растворили в

воде и смешали с раствором карбоната натрия. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.

9. Гидросульфит калия обработали бромоводородной кислотой. Выделившийся при этом газ смешали с сероводородом. Полученное твердое вещество растворили в горячей концентрированной азотной кислоте, при этом наблюдали интенсивное выделение бурого газа. Газ при охлаждении пропустили через раствор гидроксида натрия. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.

10. Фосфид цинка растворили в соляной кислоте. Полученный газ поглотили концентрированным раствором азотной кислоты при нагревании, при этом наблюдали выделение бурого газа. Бурый газ пропустили через холодный раствор гидроксида натрия. К полученному раствору прилили раствор, содержащий дихромат натрия и серную кислоту. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.

11. К раствору сульфата меди (II) добавили раствор хлорида бария, образовавшийся осадок отделили. Оставшийся раствор подвергли электролизу. Образовавшийся на катоде металл прореагировал при нагревании с концентрированной серной кислотой. Выделившийся газ вступил в реакцию с раствором, содержащим перманганат калия и гидроксид калия. Напишите молекулярные уравнения четырёх описанных реакций.

#### Приложение 4.

##### Алгоритм нахождения молекулярной формулы вещества по массовой доле элементов в соединении (задание 33)

1. Вычисляем массу атомов элементов из массовой доли элементов. Для этого вводим предположение, что пусть  $m(C_xH_yO_zN_k) = 100$  г, тогда  $m(C) = m(\text{в-ва}) \cdot \omega(C) = 100 \cdot \omega(C)$

$$m(H) = m(\text{в-ва}) \cdot \omega(H) = 100 \cdot \omega(H)$$

$$m(O) = m(\text{в-ва}) \cdot \omega(O) = 100 \cdot \omega(O)$$

$$m(N) = m(\text{в-ва}) \cdot \omega(N) = 100 \cdot \omega(N) \text{ и т.д.}$$

2. Если сумма массовых долей, данных по условию задания, не равна 100%, то обязательно проверьте, есть ли кислород или водород:

$$\omega(O) = 100 - \omega(C) - \omega(H)$$

3. Находим количество вещества элементов по формуле:

$$n(C) = m(C)/M(C)$$

$$n(H) = m(H)/M(H)$$

$$n(O) = m(O)/M(O)$$

$$n(N) = m(N)/M(N)$$

4. Находим соотношение индексов:  $x:y:z:k = n(C):n(H):n(O):n(N)$

5. Пишем молекулярную формулу

##### Алгоритм нахождения молекулярной формулы вещества по продуктам сгорания

1. Определяем количество вещества продуктов сгорания по формуле:

$$n = m/M \text{ или } n(\text{газа}) = V/V_m$$

Если для воды дан объем, то необходимо рассчитать массу воды через плотность, и только потом рассчитать количество вещества воды по формуле:  $n = m/M$ .

**2. Из полученного количества вещества находим  $n(C)$  и  $n(H)$ :**

$$n(C) = n(CO_2)$$

$$n(H) = 2n(H_2O)$$

$$n(N) = 2n(N_2)$$

$$n(Cl) = n(H) = n(HCl)$$

**3. Проверяем, есть ли кислород, для этого находим массы элементов ( $m(C)$ ,  $m(H)$ ) по формуле:**

$$m(C) = n(C) \cdot M(C)$$

$$m(H) = n(H) \cdot M(H)$$

вычисляем массу кислорода

$$m(O) = m(C_xH_yO_z) - m(C) - m(H)$$

**4. Если кислород есть, находим  $n(O)$  по формуле:**

$$n(O) = m(O)/M(O)$$

**5. Находим соотношение индексов:**

$$x : y : z : k = n(C) : n(H) : n(O) : n(N)$$

**6. Пишем молекулярную формулу**

Если есть плотность  $\rho$  или относительная плотность по газу  $D_{\text{газ(в-ва)}}$ , то находим молярную массу вещества  $M(\text{в-ва})$ :

$$M(\text{в-ва}) = D_{\text{газ(в-ва)}} \cdot M(\text{газа}) \text{ или } M(\text{в-ва}) = \rho \cdot V_m$$

**7. Находим молярную массу простейшего фрагмента  $M_{\text{прост}}$ .**

**8. Находим, сколько раз простейший фрагмент повторяется в истинной формуле:**

$$z = M(\text{в-ва})/M_{\text{прост}}$$

## Приложение 5.

### Общие молекулярные формулы основных классов органических веществ (задания 32, 33)

Общая формула	Класс соединений	Межклассовый изомер
$C_nH_{2n+2}$	Алканы	Нет
$C_nH_{2n}$	Алкены	Циклоалканы
$C_nH_{2n-2}$	Алкины	Алкадиены, циклоалкены
$C_nH_{2n-6}$	Арены	Есть <sup>*</sup>
$C_nH_{2n+2}O$	Предельные одноатомные спирты	Простые эфиры предельных одноатомных спиртов
$C_nH_{2n+2}O_2$	Предельные двухатомные спирты	Простые эфиры предельных двухатомных спиртов
$C_nH_{2n+2}O_3$	Предельные трехатомные спирты	Простые эфиры предельных трехатомных спиртов
$C_nH_{2n}O$	Альдегиды	Кетоны и непредельные или циклические одноатомные спирты
$C_nH_{2n}O_2$	Предельные алифатические карбоновые кислоты	Сложные эфиры предельных алифатических карбоновых кислот и предельных одноатомных спиртов
	Предельные алифатические	Нет

$C_nH_{2n+3}N$	амины	
$C_nH_{2n-5}N$	Ароматические амины	Нет
$C_nH_{2n+1}NO_2$	Предельные алифатические аминокислоты кислоты	Нитроалканы

## Приложение 6.

### Физические величины и формулы для их вычисления (задание 34)

Физическая величина		Размерность	Формула для расчета
Название	Обозначение		
Масса	$m$	г, $1 \text{ мг} = 10^{-3} \text{ г}$ , $1 \text{ кг} = 10^3 \text{ г}$	$m = n \cdot M$ $m(\text{в-ва}) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega(\text{в-ва})$ $m(\text{р-ра}) = V(\text{р-ра}) \cdot \rho(\text{р-ра})$ $m(\text{р-ра}) = m(\text{в-ва}) / \omega(\text{в-ва})$
Объем	$V$	$1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3$ $1 \text{ мл} = 1 \text{ см}^3 = 10^{-3} \text{ л}$ $1 \text{ м}^3 = 10^3 \text{ л}$	$V(\text{р-ра}) = m(\text{р-ра}) / \rho(\text{р-ра})$ $V(\text{газа}) = n \cdot V_m$
Количество вещества	$\nu$ или $n$ (ню)	моль	$n = m/M$ $n(\text{газа}) = V / V_m$
Массовая доля: а) элемента в соединении  б) вещества в растворе  в) вещества в твердой смеси	$\omega$ (омега)	безразмерная величина или %	$a) \omega(\text{Э}) = \frac{M(\text{Э})n}{M}$ где $M(\text{Э})$ – молярная масса элемента, $n$ – число атомов этого элемента в соединении, $M$ – молярная масса всего соединения $b) \omega(\text{в-ва}) = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{р-ра})}$ $b) \omega(\text{в-ва}) = \frac{m(\text{в-ва})}{m(\text{смеси})}$
Плотность	$\rho$ (ро)	г/мл $1 \text{ кг/м}^3 = 1 \text{ г/мл}$	$\rho = m(\text{р-ра}) / V(\text{р-ра})$
Относительная плотность газа А по газу В	$D_B(A)$	Безразмерная величина	$D_B(A) = M(A) / M(B)$ $M_{(\text{воздуха})} = 29 \text{ г/моль}$
Молярная масса	$M$	г/моль	Смотрим в таблице Менделеева

Молярный объем	$V_m$	л/моль	Запоминаем. Это постоянная величина. $V_m = 22.4$ л/моль при н.у. (н.у. — $0^\circ\text{C}$ и атмосферное давление)
Выход продукта реакции	$\eta$ (эта)	безразмерная величина или %	$\eta = m_{(\text{практ.})} / m_{(\text{теор.})}$ $\eta = V_{(\text{практ.})} / V_{(\text{теор.})}$ $\eta = n_{(\text{практ.})} / n_{(\text{теор.})}$ <p>где <math>m_{(\text{теор.})}</math>, <math>V_{(\text{теор.})}</math>, <math>n_{(\text{теор.})}</math> — теоретически вычисленные по уравнению реакции величины для продуктов реакции,</p> <p><math>m_{(\text{практ.})}</math>, <math>V_{(\text{практ.})}</math>, <math>n_{(\text{практ.})}</math> — практически полученные величины (то, что имеем после каких-либо потерь)</p>
Молярная концентрация	$C$ (цэ)	моль/л	$C = n / V$ (р-ра)