



Государственное автономное учреждение дополнительного профессионального образования  
Ярославской области

# Институт развития образования

## Решение задач высокого и повышенного уровня сложности в формате ЕГЭ по химии» (задания с 29 по 34)



ЕГЭ

ОГЭ

ГВЭ

Горшкова Н.Н.,

ст. преподаватель

КОО ГАУ ДПО ЯО ИРО,

методист

МУ ДПО «ИОЦ» г. Рыбинска

11.12.2023

# Задания ЕГЭ стали сложнее

- В части 1 вероятность угадывания сведена к минимуму
- Больше стало заданий на соответствие
- Есть задания, где не указано количество правильных вариантов.
- Задания с кратким ответом.
- К наиболее сложным заданиям ЕГЭ по химии относятся задания части 2.
- Это - задания с развернутым ответом №№ 29-34

# Задание 29

При подготовке к выполнению этого задания ученики должны:

- запомнить перечень типичных окислителей и восстановителей;
- понять за счет какого элемента вещество является окислителем или восстановителем и что происходит с ним в процессе реакции;
- уметь составлять уравнения реакций между типичными восстановителями и окислителями, а также соответствующие схемы электронных балансов.

# Типичные окислители и восстановители

## Типичные окислители:

$\text{KMnO}_4$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{KClO}$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  
 $\text{H}_2\text{SO}_4$  (конц.),  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$

## Типичные восстановители:

$\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{C}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{SO}_2$  и сульфиты,  $\text{H}_2\text{S}$  (и соли),  $\text{HI}$  (и соли),  
 $\text{HBr}$  (и соли),  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ , соли:  $\text{Fe(II)}$ ,  $\text{Cr(II)}$ ,  $\text{Cr(III)}$ ,  $\text{Cu(I)}$

Примеры окислительно-восстановительных реакций  
можно найти в учебниках и в презентации Стахановой С.В  
на сайте ФИПИ <http://www.fipi.ru/>.

# Азотная кислота с металлами

— не выделяется водород, образуются продукты восстановления азота

Чем активнее металл и чем меньше концентрация кислоты, тем дальше восстанавливается азот				
$\text{NO}_2$	$\text{NO}$	$\text{N}_2\text{O}$	$\text{N}_2$	$\text{NH}_4\text{NO}_3$
Неактивные металлы (правее железа) + конц. кислота Неметаллы + конц. кислота	Неактивные металлы (правее железа) + разб. кислота	Активные металлы (щелочные, щелочноземельные, цинк) + конц. кислота	Активные металлы (щелочные, щелочноземельные, цинк) + кислота среднего разбавления	Активные металлы (щелочные, щелочноземельные, цинк) + очень разб. кислота
Пассивация: с холодной концентрированной азотной кислотой не реагируют: $\text{Al}, \text{Cr}, \text{Fe}, \text{Be}, \text{Co}.$				
Не реагируют с азотной кислотой ни при какой концентрации: $\text{Au}, \text{Pt}, \text{Pd}.$				

# Взаимодействие серной кислоты с металлами

$SO_2$	S	$H_2S$	$H_2$
Неактивные металлы (правее железа) + конц. кислота Неметаллы + конц. кислота	Щелочноземельные металлы + конц. кислота	Щелочные металлы и цинк + концентрированная кислота.	Разбавленная серная кислота ведет себя как обычная минеральная кислота (например, соляная)

Пассивация: с холодной концентрированной серной кислотой не реагируют:

Al, Cr, Fe, Be, Co.

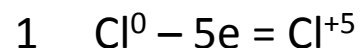
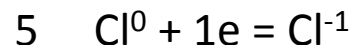
Не реагируют с серной кислотой ни при какой концентрации:

Au, Pt, Pd.

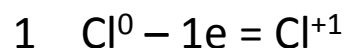
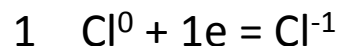
# Диспропорционирование

Реакции диспропорционирования — это реакции, в которых **один и тот же** элемент является и окислителем, и **восстановителем**, одновременно и **повышая**, и **понижая** свою степень окисления:

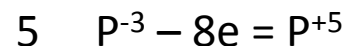
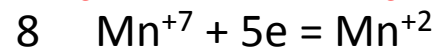
Сера + щёлочь → 2 соли, сульфид и сульфит металла (при кипячении)	$S^0 \rightarrow S^{-2} \text{ и } S^{+4}$
Фосфор + щелочь → фосфин $PH_3$ и соль гипофосфит $KH_2PO_2$ (при кипячении)	$P^0 \rightarrow P^{-3} \text{ и } P^{+1}$
Хлор, бром, иод + вода (без нагревания) → 2 кислоты, $HCl$ , $HClO$ Хлор, бром, иод + щелочь (без нагревания) → 2 соли, $KCl$ и $KClO$ и вода	$Cl_2^0 \rightarrow Cl^- \text{ и } Cl^+$
Бром, иод + вода (при нагревании) → 2 кислоты, $HBr$ , $HBrO_3$ Хлор, бром, иод + щелочь (при нагревании) → 2 соли, $KCl$ и $KClO_3$ и вода	$Cl_2^0 \rightarrow Cl^- \text{ и } Cl^{+5}$



$Cl_2$  – окислитель;  $Cl_2$  - восстановитель



$Cl_2$  – окислитель;  $Cl_2$  - восстановитель



$Mn^{+7}$ ,  $KMnO_4$  - окислитель

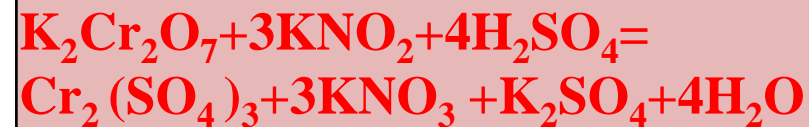
$P^{-3}$ ,  $PH_3$  - восстановитель

# Дихромат и хромат как окислители

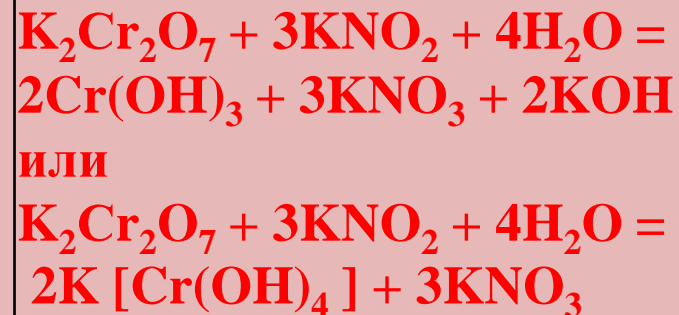
**$K_2Cr_2O_7$  (кислая и нейтральная среда),  $K_2CrO_4$  (щелочная среда)  
+ восстановители  $\rightarrow$  всегда получается  $Cr^{+3}$**

**кислая среда**

**Соли тех кислот, которые  
участвуют в реакции:  
 $CrCl_3$ ,  $Cr_2(SO_4)_3$**

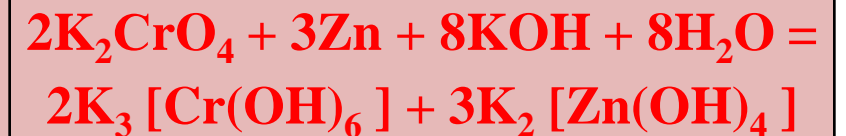


**нейтральная среда**



**щелочная среда**

**$K_3[Cr(OH)_6]$  в растворе,  
 $K_3CrO_3$  или  $KCrO_2$  в  
расплаве**





## Превращение хроматов в дихроматы и наоборот



## Пример №1

## Задание №29

Дан перечень веществ или их водных растворов: перманганат калия, гидрокарбонат натрия, сульфит калия, гидроксид железа(III), гидроксид натрия.

**Задание 29.** Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция с образованием осадка черного цвета.

В ответе запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

# Анализ возможных реакций

	$\text{KMnO}_4$	$\text{NaHCO}_3$	$\text{K}_2\text{SO}_3$	$\text{BaSO}_4$	$\text{NaOH}$
$\text{KMnO}_4$		-	ОВР	-	-
$\text{NaHCO}_3$	-		-	-	Ионный обмен
$\text{K}_2\text{SO}_3$	ОВР	-		-	-
$\text{BaSO}_4$	-	-	-		-
$\text{NaOH}$	-	Ионный обмен	-	-	

# Решение:

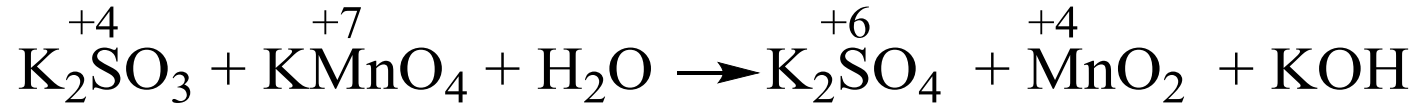
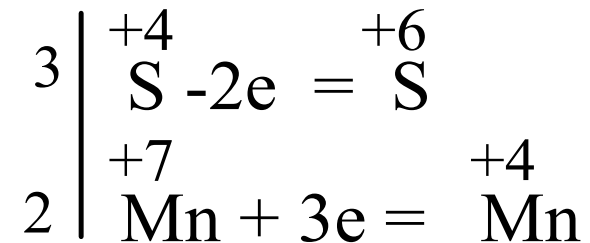
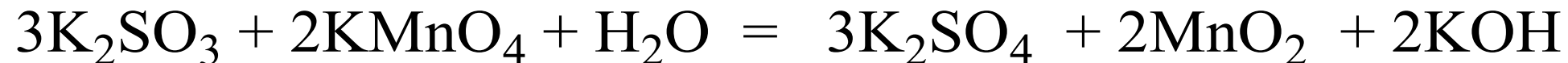


Схема электронного баланса



Сера со степенью окисления +4, в составе сульфита калия, -  
восстановитель;

Марганец со степенью окисления +7, в составе перманганата  
калия, – окислитель.



# Пример №1

# Задание 30

*Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна реакция ионного обмена, протекающая без видимых признаков. В ответе запишите уравнения одной из реакций в молекулярной, полной ионной и краткой ионной формах.*

В реакцию ионного обмена вступаю в растворе  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{NaOH}$ .

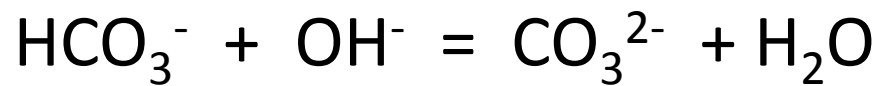
Уравнение в молекулярной форме



Уравнение в полной ионной форме



Уравнение в краткой ионной форме



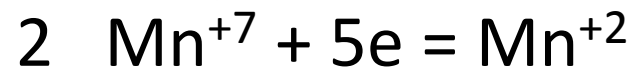
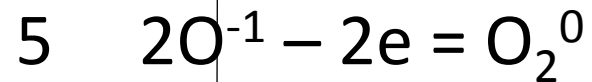
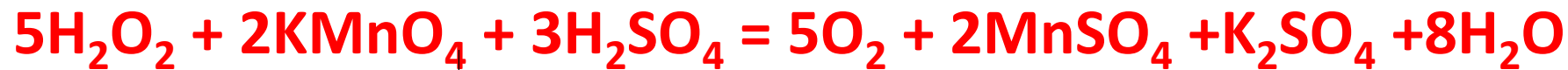
## Пример №2

## Задание 29

Пероксид водорода, серная кислота, перманганат калия, нитрат аммония, ацетат меди(II).

*Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, протекающая с образованием газа.*

**Решение:**



$\text{O}^{-1}$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$  - восстановитель

$\text{Mn}^{+7}$ ,  $\text{KMnO}_4$  - окислитель

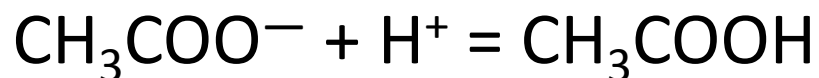
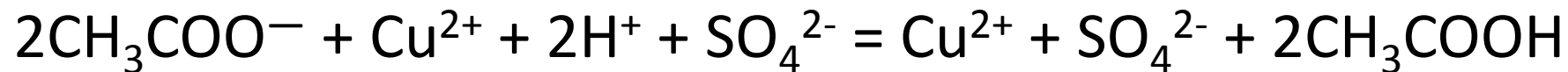
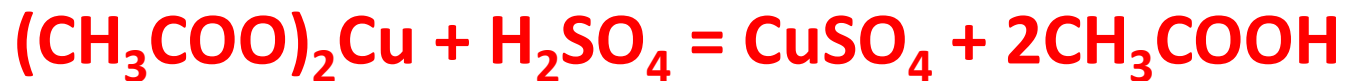
## Пример 2

## Задание 30

Пероксид водорода, серная кислота, перманганат калия, нитрат аммония, ацетат меди(II).

*Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна реакция ионного обмена, протекающая без видимых признаков.*

**Решение:**



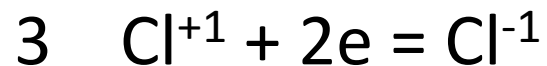
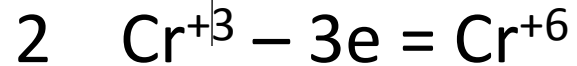
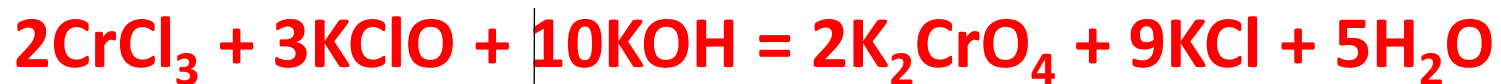
## Пример №3

## Задание 29

Гипохлорит калия, гидроксид калия, ацетат аммония, хлорид хрома(III), оксид серебра(I).

*Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция, протекающая с изменением цвета раствора.*

**Решение:**



$\text{Cr}^{+3}$ ,  $\text{CrCl}_3$  - восстановитель

$\text{Cl}^{+1}$ ,  $\text{KClO}$  - окислитель



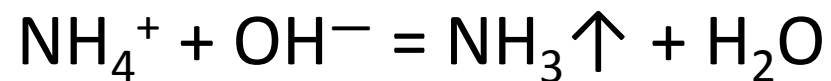
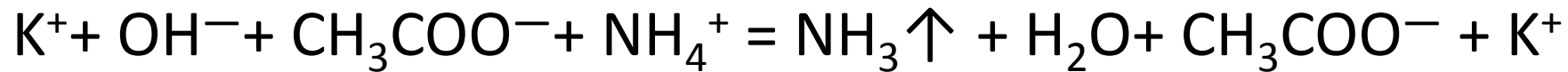
## Пример №3

## Задание 30

Гипохлорит калия, гидроксид калия, ацетат аммония, хлорид хрома(III), оксид серебра(I).

*Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна реакция ионного обмена, протекающая с выделением газа с резким запахом.*

**Решение:**



## Для обучения учеников выполнению заданий 29 и 30 целесообразно:

- составлять перечни веществ,
- учить учеников определять, какие вещества вступают в окислительно-восстановительную реакцию, а какие – в реакцию ионного обмена.
- выполнять задания по аналогии приведенным примерам.

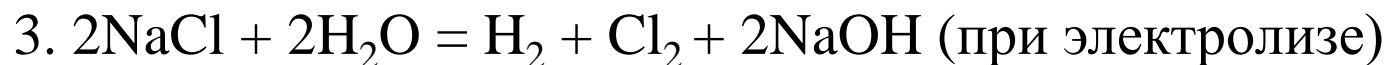
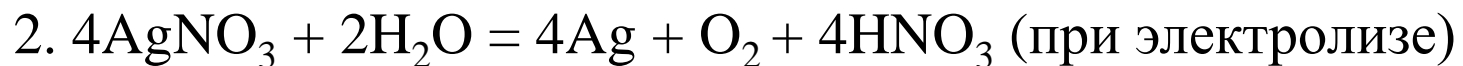
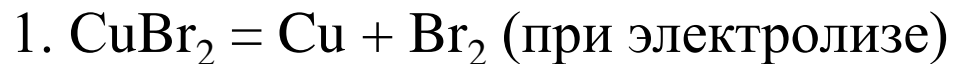
# Задание 31

- посвящено проверке знаний реакций, подтверждающих **взаимосвязь различных классов неорганических веществ.**
- В задании дается описание химических реакций, протекающих последовательно. Ученикам необходимо составить уравнения этих реакций.
- Для выполнения этого задания школьники должны проявить широкую химическую эрудицию и понимание сущности химических процессов.

## Учащимся необходимо проявить умение составлять уравнения реакций, соответствующих всем типам взаимодействия неорганических веществ:

- кислотно-основное взаимодействие;
- реакции ионного обмена;
- окислительно-восстановительные реакции;
- комплексообразование (на примере гидроксокомплексов цинка и алюминия);
- гидролиз (бинарных соединений, совместный гидролиз);
- электролиз расплавов и растворов солей, оксида алюминия.

### Примеры уравнений электролиза:



## Пример №1 задания 31 (<http://www.fipi.ru/>)

*При электролизе водного раствора нитрата меди(II) получили металл. Металл обработали концентрированной серной кислотой при нагревании. Выделившийся в результате газ прореагировал с сероводородом с образованием простого вещества. Это вещество нагрели с концентрированным раствором гидроксида калия.*

*Составьте уравнения четырёх описанных реакций.*

# Первая реакция

При электролизе водного раствора нитрата меди:

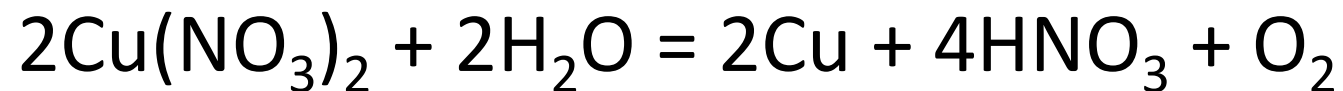
на катоде выделяется медь



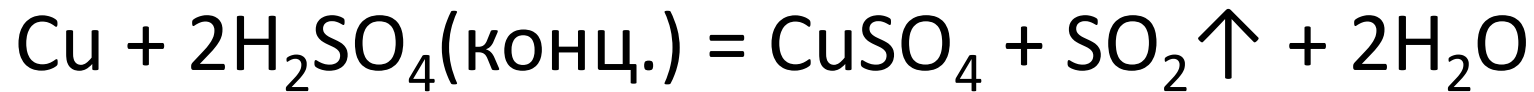
на аноде – кислород



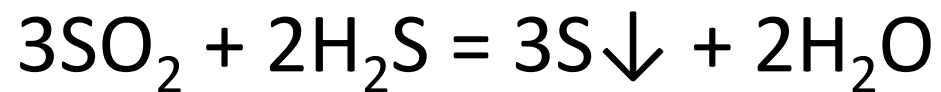
Суммарное уравнение электролиза



## Вторая реакция



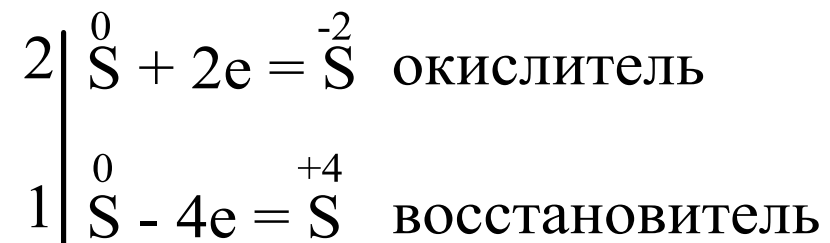
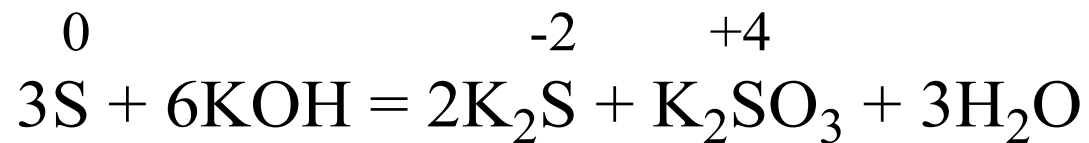
## Третья реакция



Реакция Клауса

## Четвертая реакция

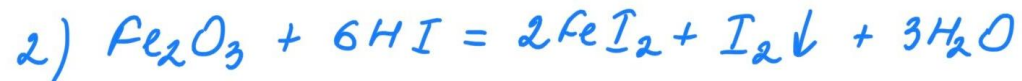
Диспропорционирование серы (реакция обратная третьей)



## Пример №2

## Задание 31

- Нитрат железа (II) прокалили. Полученный твердый остаток растворили в растворе иодоводородной кислоты. Образующуюся соль железа поместили в раствор азотной кислоты и наблюдали образование окрашенного простого вещества и выделение бурого газа. Простое вещество отделили, а к оставшемуся раствору соли прилили раствор карбоната калия. Напишите уравнения четырех описанных реакций.

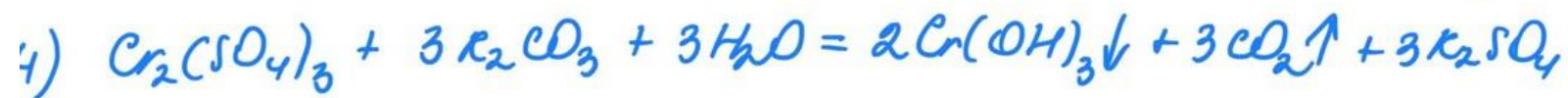
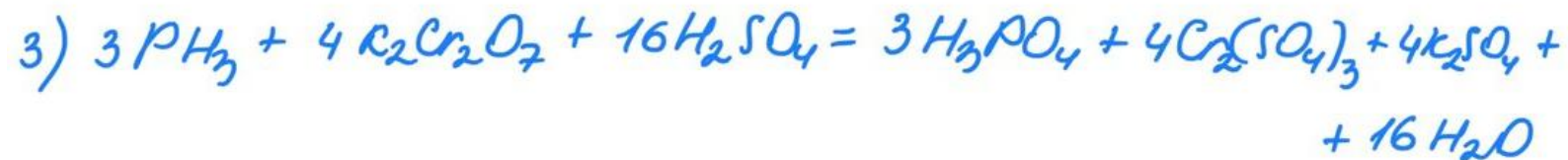
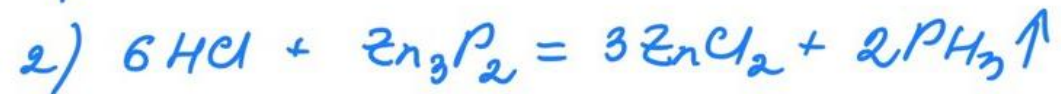




## Пример №3

## Задание 31

Хлорид кремния подвергли гидролизу, осадок отделили, а остаток прореагировал с фосфидом цинка. Выделяющийся газ пропустили через сернокислый раствор дихромата калия. Одну из образовавшихся солей внесли в раствор карбоната калия. Напишите уравнения четырех описанных реакций.



# Задание 32

## Цепочка превращения органических соединений

От учеников требуется:

- составить уравнения соответствующих этой цепочке реакций;
- для каждой реакции написать формулы всех исходных веществ, всех продуктов реакции и расставить коэффициенты;
- указать условия протекания этих реакций (если требуется).

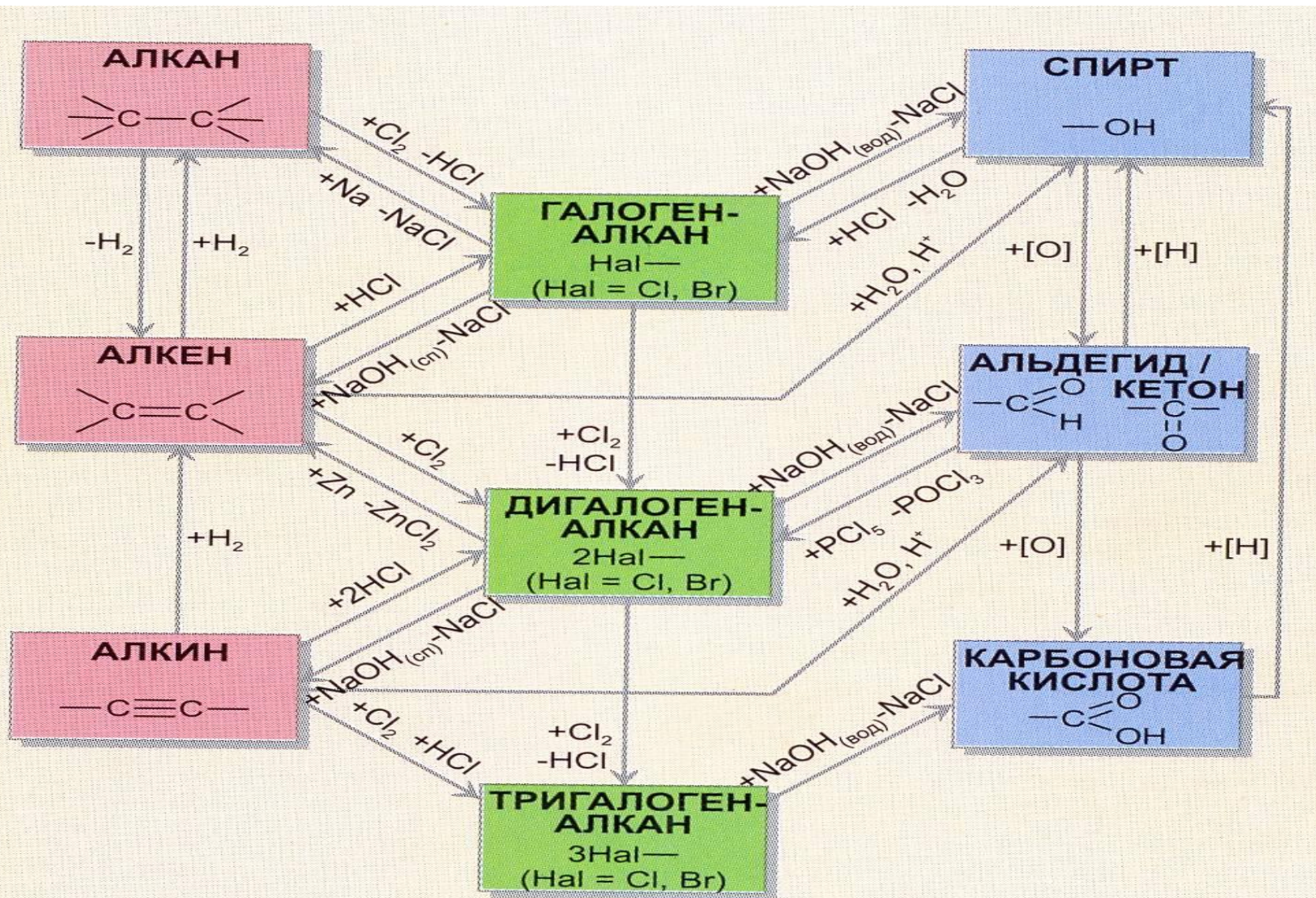
# Обязательный минимум знаний

- Общие свойства классов органических веществ
- Общие способы получения органических веществ
- Специфические свойства некоторых конкретных веществ



# Взаимопревращения углеводородов и кислородсодержащих органических веществ

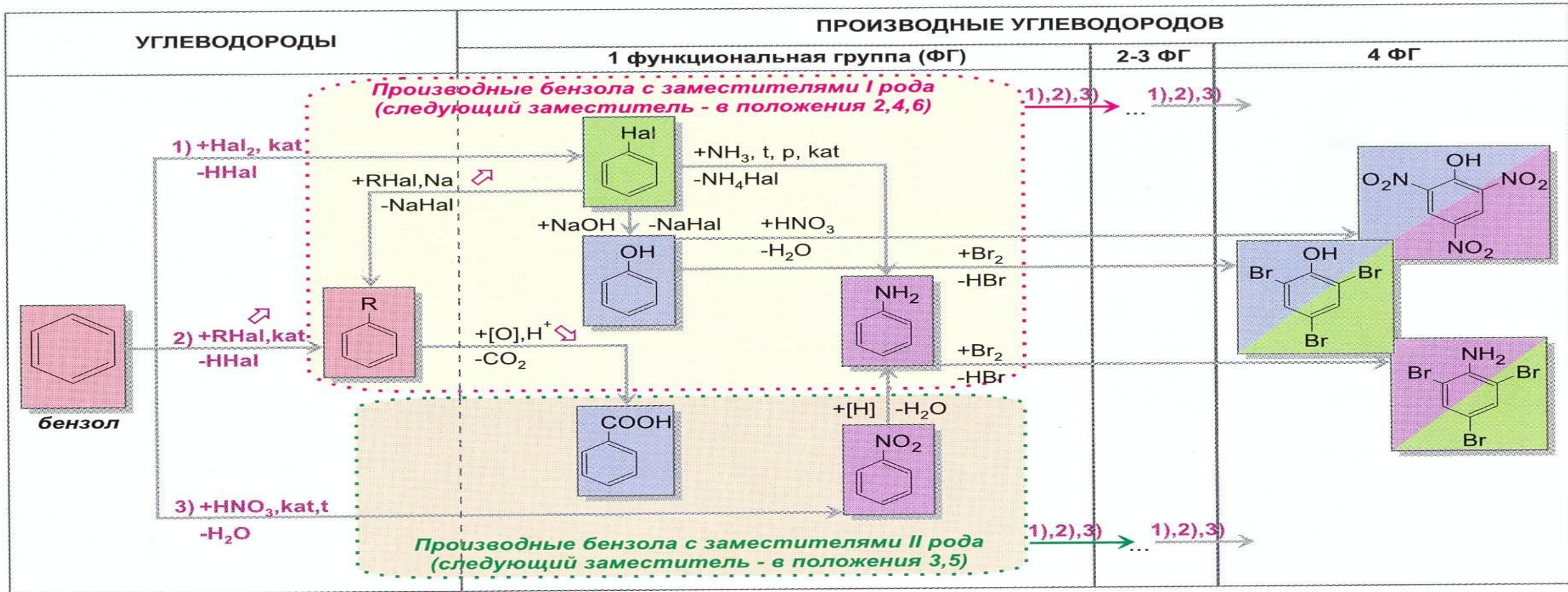
ТЕОРИЯ



Большинство превращений Углеводородов в кислородсодержащие соединения происходит через галогенпроизводные при последующем действии на них щелочей



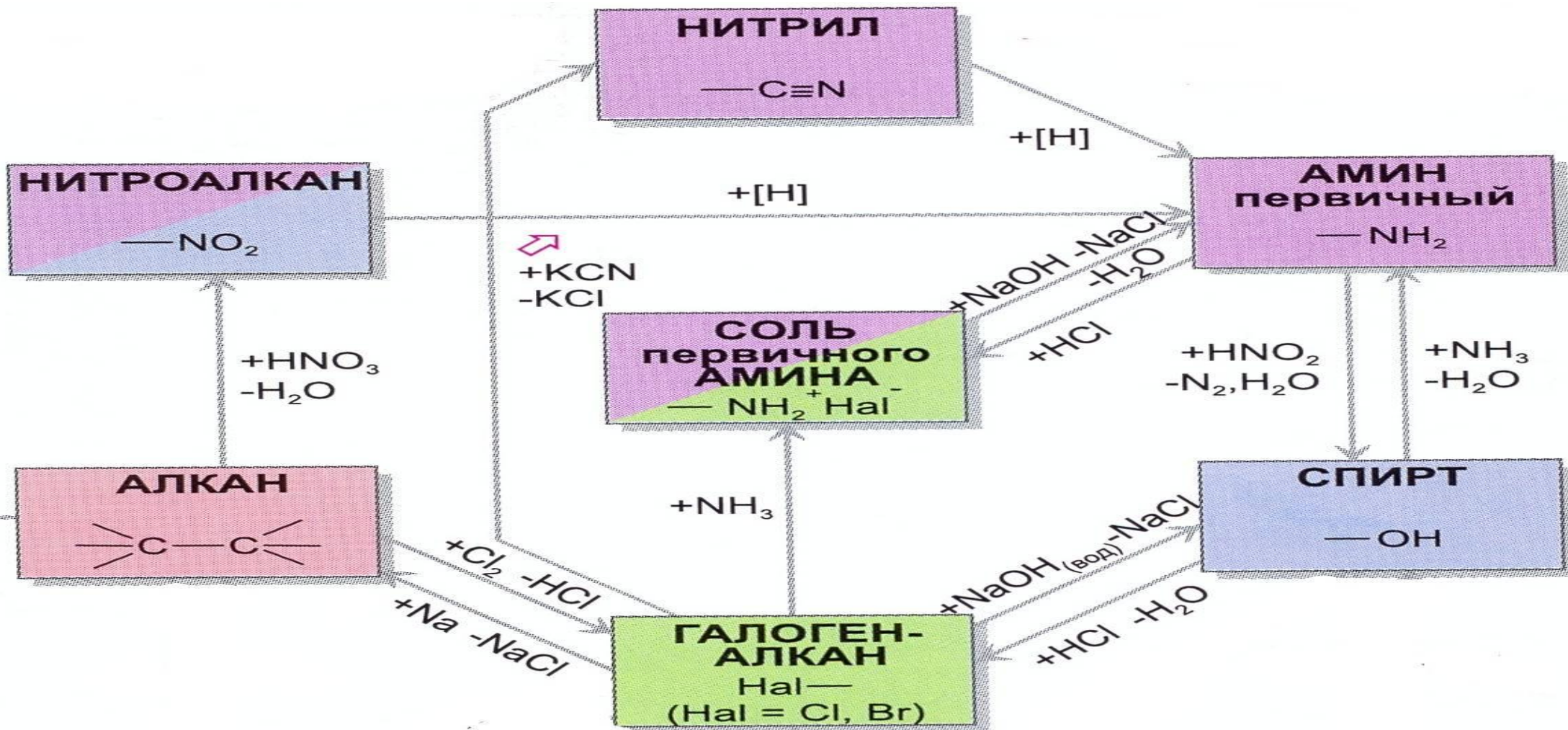
# Основные превращения бензола и его производных



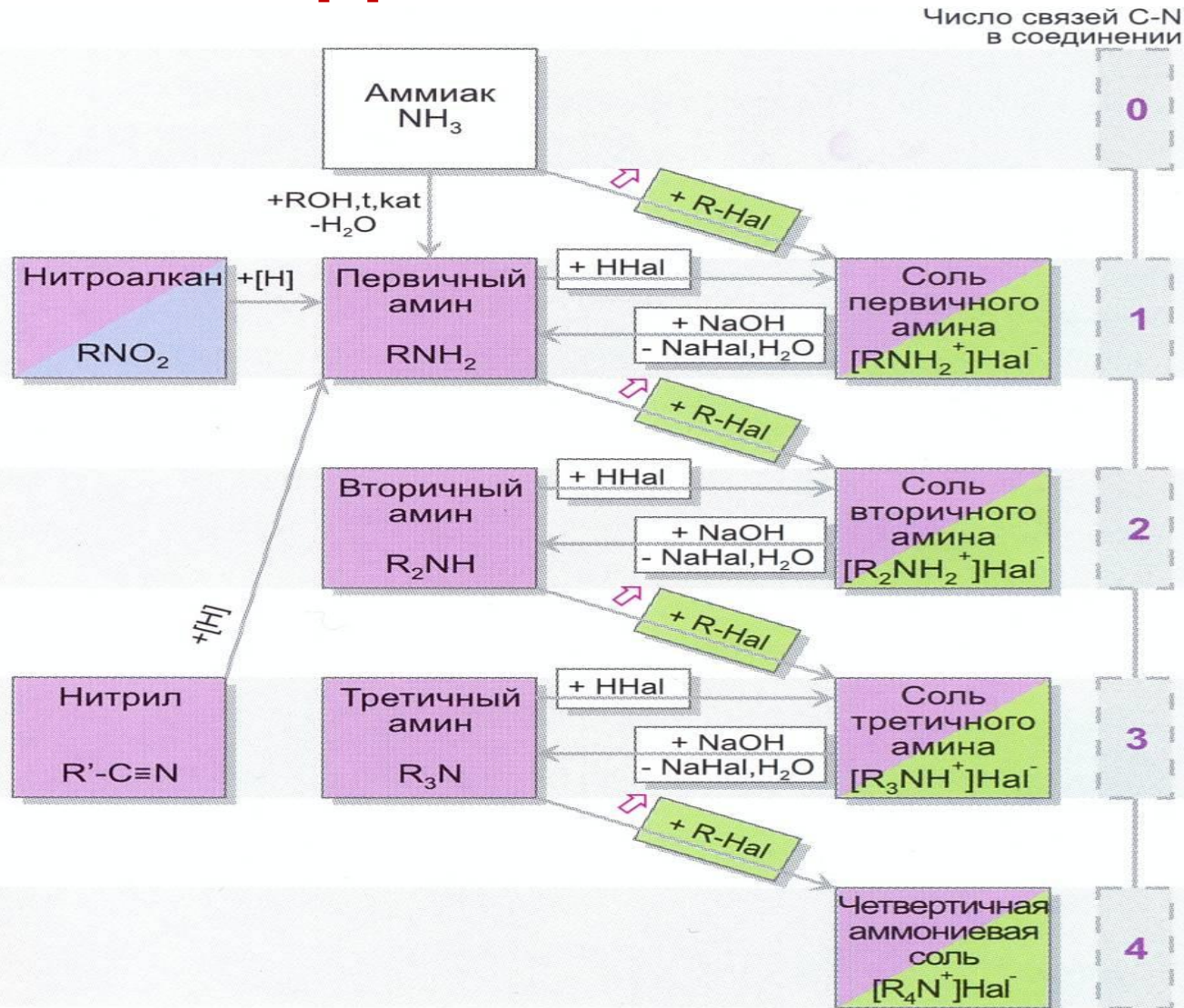
Обратите внимание, что у бензойной кислоты и нитробензола реакции замещения идут в мета-положениях, а у большинства других производных бензола – в орто и пара-положениях.



# Получение азотсодержащих органических веществ



# Взаимопревращения азотсодержащих соединений



Необходимо помнить, что взаимодействие аминов с галогеналканами происходит с увеличением числа радикалов у атома азота. Так можно из первичных аминов получать соли вторичных, а затем из них получать вторичные амины.



# Окислительно-восстановительные свойства кислородсодержащих соединений

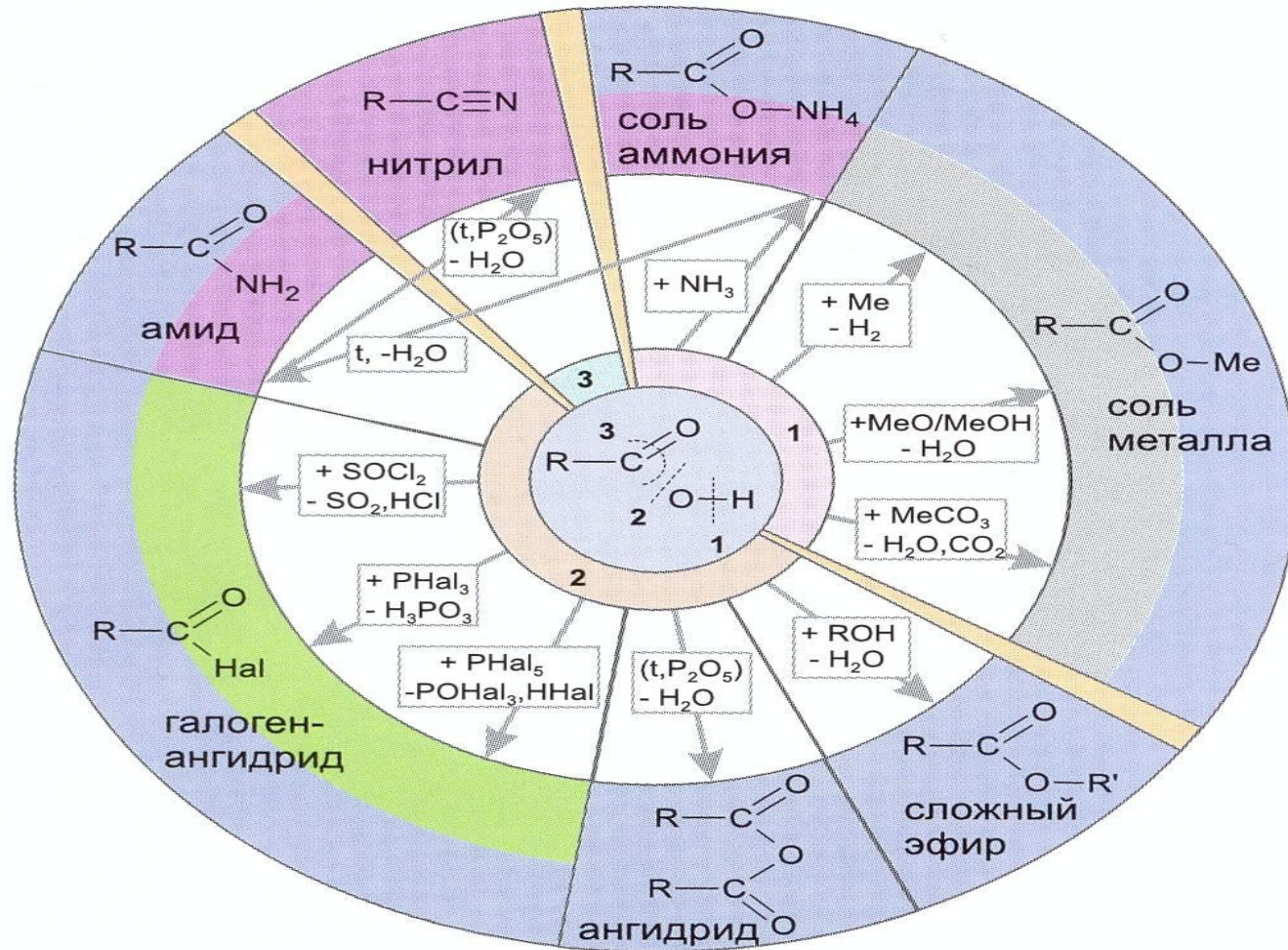
	$\xleftarrow{\text{восстановление}}$ $\xrightarrow{\text{окисление}}$			
Число С-С связей окисляемого С-атома	СПИРТ	КАРБОНИЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ	КАРБОНОВАЯ КИСЛОТА	УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ
0	$\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$ метанол	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ формальдегид	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ кислота муравьиная	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$ углекислый газ
1	$\text{R}_1-\text{CH}_2-\text{OH}$ первичный	$\text{R}_1-\text{C}(=\text{O})-\text{H}$ альдегид	$\text{R}_1-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ кислота карбоновая	—
2	$\text{R}_1-\text{CH}(\text{R}_2)-\text{OH}$ вторичный	$\text{R}_1-\text{C}(=\text{O})-\text{R}_2$ кетон	—	—
3	$\text{R}_1-\text{C}(\text{R}_2)(\text{R}_3)-\text{OH}$ третичный	—	—	—

**Окислителями спиртов чаще всего являются оксид меди (II) или перманганат калия, а окислителями альдегидов и кетонов - гидроксид меди (II), аммиачный раствор оксида серебра и другие окислители**

**Восстановителем является водород**



# Получение производных карбоновых кислот



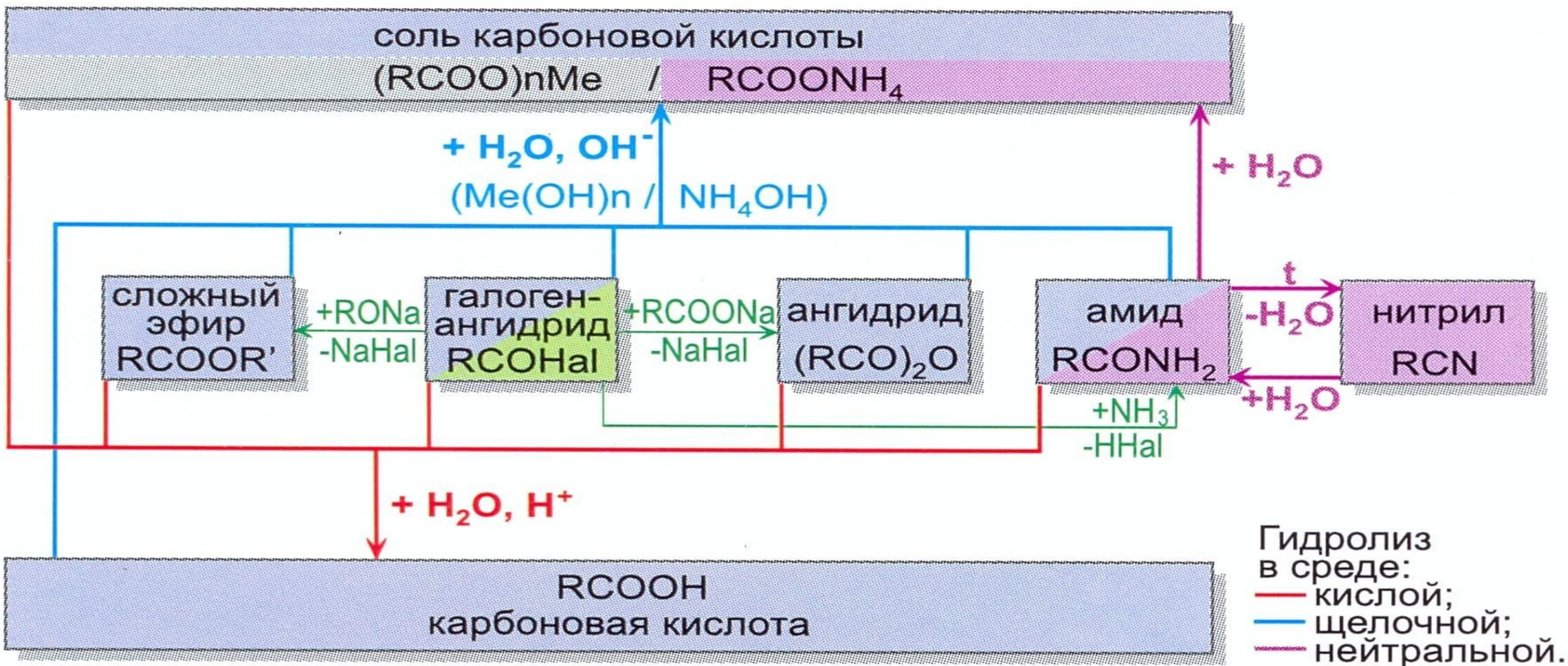
**Сектор 1 – химические реакции с разрывом связей O-H (получение солей)**

**Сектор 2 – химические реакции с заменой гидроксигруппы на галоген, аминогруппу или получение ангидридов**

**Сектор 3 – получение нитрилов**



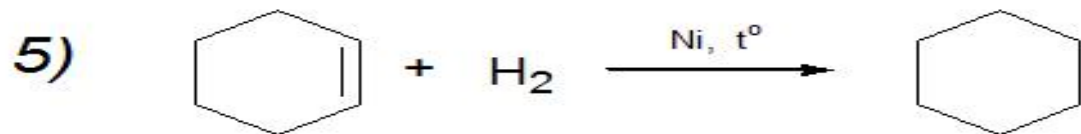
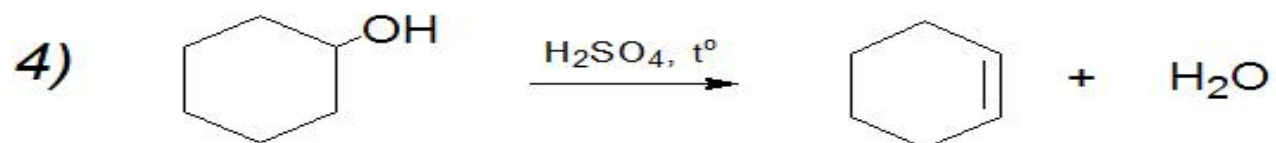
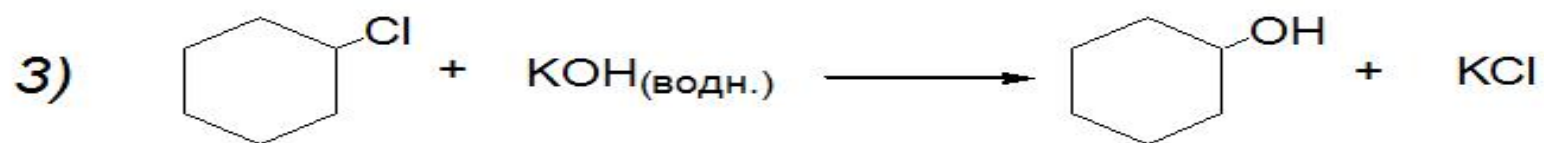
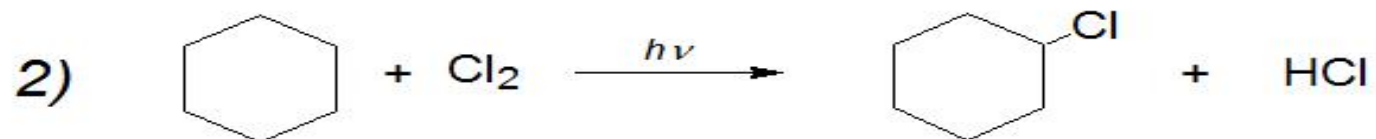
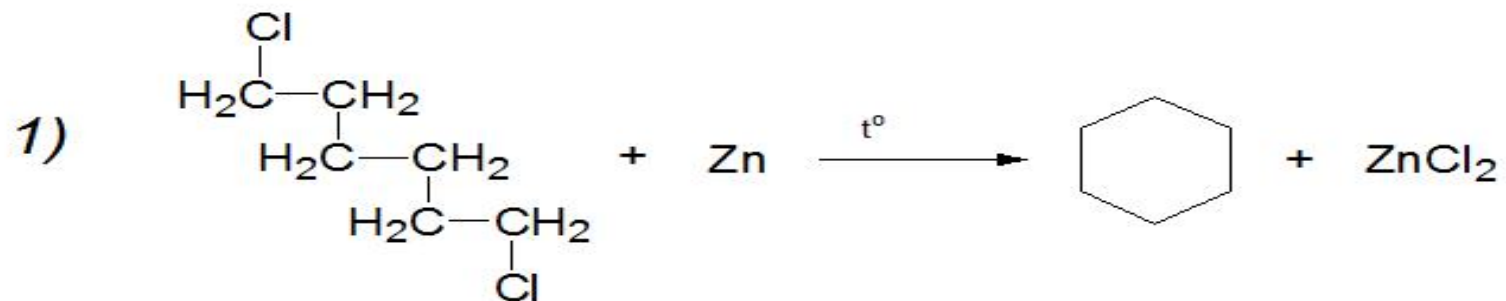
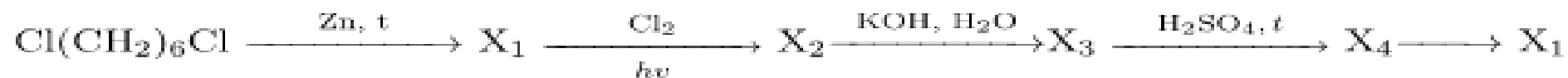
# Генетическая связь между производными карбоновых кислот

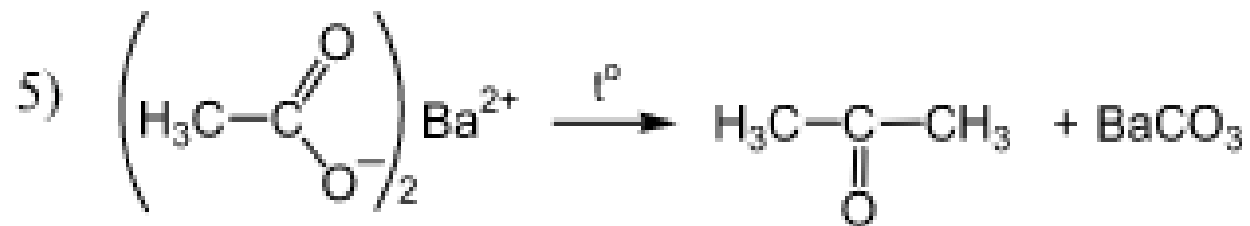
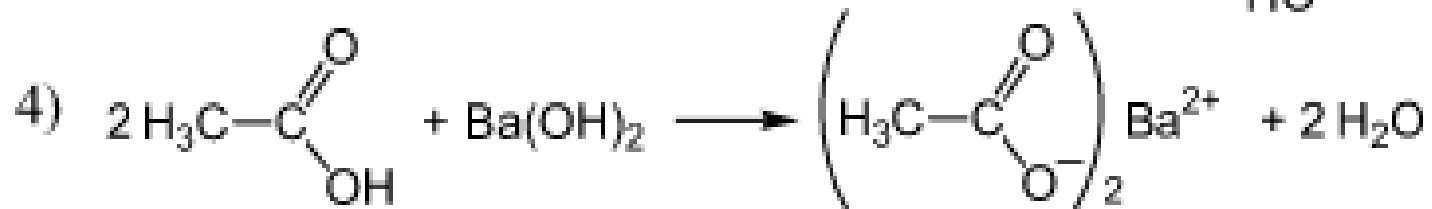
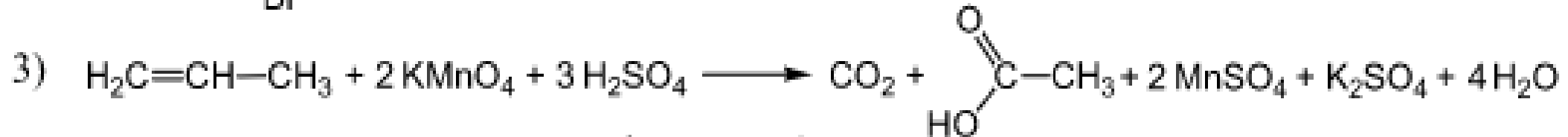
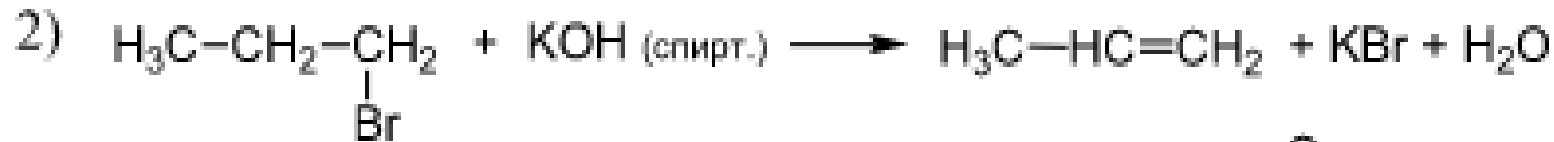
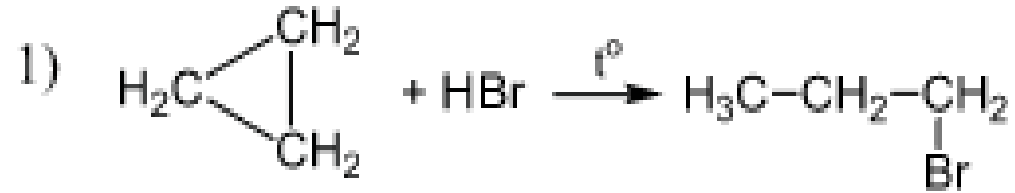


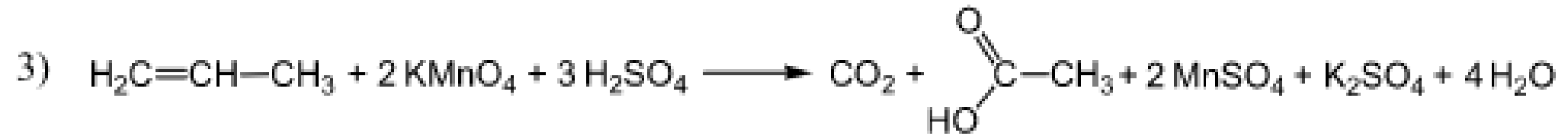
## Типичные ошибки при выполнении задания 32:

- незнание условий протекания химических реакций, генетической связи классов органических соединений;
- незнание механизмов, сущности и условий реакций с участием органических веществ, свойств и формул органических соединений;
- неумение предсказать свойства органического соединения на основе представлений о взаимном влиянии атомов в молекуле;
- незнание продуктов окислительно-восстановительных реакций

Пример 1



**Пример 2**



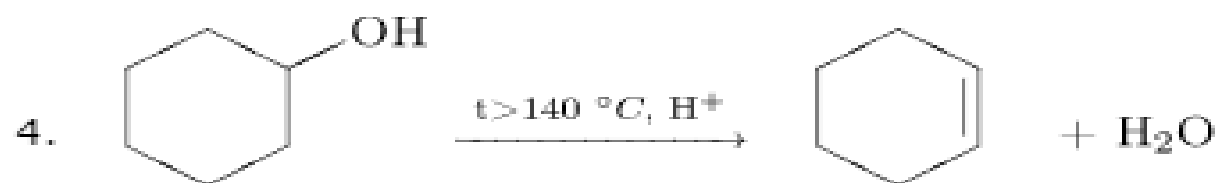
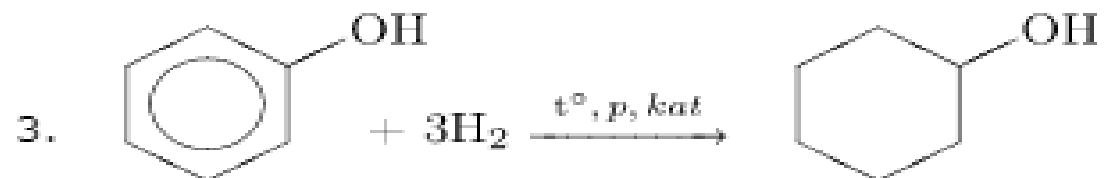
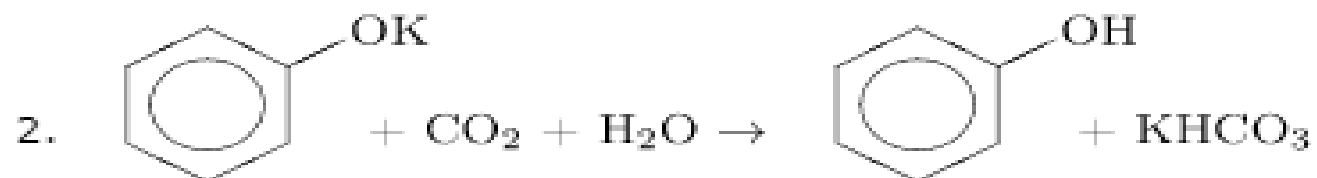
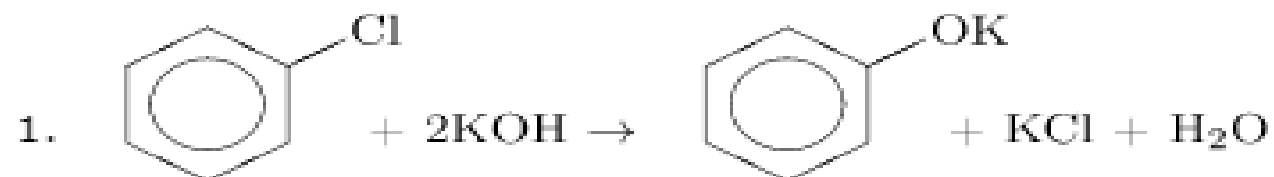
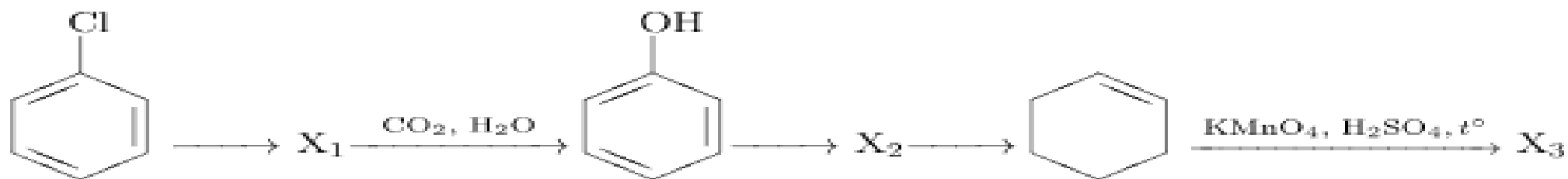
$$\text{C}^{-2} - 6 \text{e} = \text{C}^{+4}$$

$$\text{C}^{-1} - 4 \text{e} = \text{C}^{+3}$$

$$\text{Mn}^{+7} + 5 \text{e} = \text{Mn}^{+2}$$

|      2

Пример 3





$$2\text{C}^{-1} - 8\text{e} = 2\text{C}^{+3} \quad \left| \quad 5$$

$$\text{Mn}^{+7} + 5\text{e} = \text{Mn}^{+2} \quad \left| \quad 8$$



# Задание 33

Задача на вывод формулы органического соединения.

Год от года задача усложняется.

В последние годы в КИМах встречаются оба типа задач на вывод формул (по массовым долям и по продуктам сгорания органического вещества).

На основании этих данных нужно вывести молекулярную формулу вещества.

В условии задачи приводятся результаты химической реакции на основании которой нужно сделать вывод о строении исходного органического вещества и привести соответствующее уравнение

ТЕОРИЯ

Фрагмент органической молекулы			Влияние на число Н-атомов
Цикл		$\Delta$	-2
Связь	двойная	=	-2
	тройная	$\equiv$	-4
Гетеро- атом	одновалентный	X-	-1
	двухвалентный	Y=	не влияет
	трехвалентный	Z $\equiv$	+1

**5.1.** К какому классу может относиться вещество с формулой  $C_9H_{16}$ ?



# Пример 1 задания 33

(<http://www.fipi.ru/>)

Органическое вещество А содержит 11,97% азота, 9,40% водорода и 27,35% кислорода по массе и образуется при взаимодействии органического вещества Б с пропанолом-2.

Известно, что вещество Б имеет природное происхождение и способно взаимодействовать как с кислотами, так и со щелочами.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции получения вещества А из вещества Б и пропанола-2 (используйте структурные формулы органических веществ).

# Этапы решения

1. На основании данных количественного анализа вывести простейшую формулу вещества.
2. Указание на то, что вещество Б – природное соединение с амфотерными свойствами, позволяет сделать вывод, что Б – аминокислота.
3. В результате соотнесения формулы вещества А и пропанола можно установить формулу Б, а затем составить уравнение реакции получения вещества А из Б.

## Решение:

1. Вывод простейшей формулы вещества

Массовая доля углерода

$$w(\text{C}) = 1 - 0,1197(\text{N}) - 0,0940(\text{H}) - 0,2735(\text{O}) = 0,5128$$

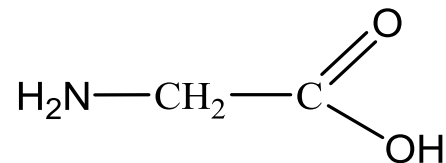
Формула вещества А

$$\frac{0,5128}{12} : \frac{0,1197}{14} : \frac{0,0940}{1} : \frac{0,2735}{16} = 0,04273 : 0,00855 : 0,0940 : 0,01709 =$$

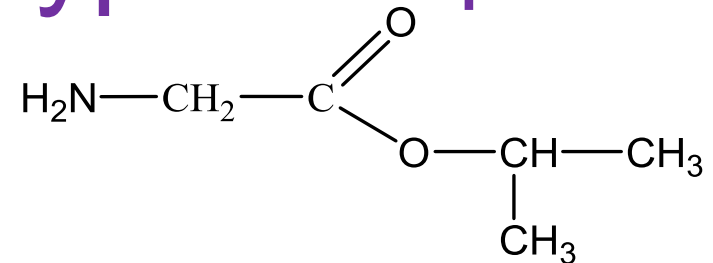
$$= 5 : 1 : 11 : 2 \quad \text{C}_5\text{H}_{11}\text{O}_2\text{N}$$

2. В состав изопропанола входит три атома углерода;

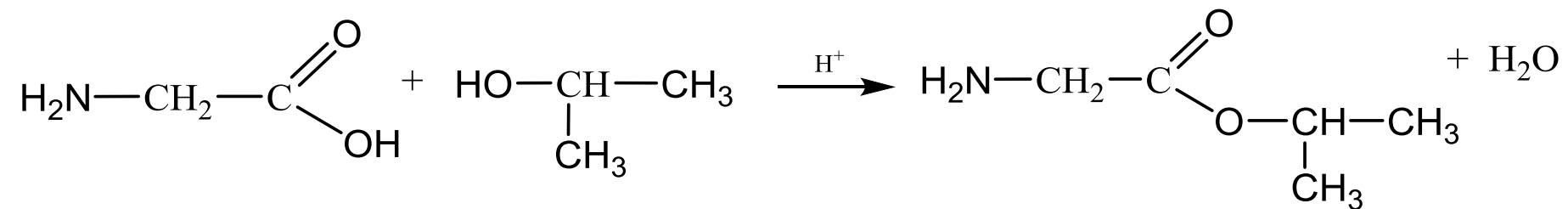
в состав вещества Б входит два атома углерода – это аминокислота



### 3. Структура вещества А



Уравнение получения А из Б



## Пример 2 Задание 33

При взаимодействии двух солей, одна из которых содержит органический катион, получено вещество А и бромид серебра. При сгорании 3,12 г вещества А образуется 5,28 г углекислого газа, 1,44 г воды и 448 мл азота (н.у.).

На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте возможную структурную формулу исходного вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции получения вещества А при взаимодействии исходных солей (используйте структурные формулы органических веществ).



$n(\text{CO}_2) = 0,12$  моль;  $n(\text{C}) = 0,12$  моль  $m(\text{C}) = 0,12 \cdot 12 = 1,44$  г

$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,08$  моль  $n(\text{H}) = 0,16$  моль  $m(\text{H}) = 0,16$  г

$n(\text{N}_2) = 0,02$  моль  $n(\text{N}) = 0,04$  моль  $m(\text{N}) = 0,04 \cdot 14 = 0,56$  г

$m(\text{C}+\text{H}+\text{N}) = 1,44+0,16+0,56 = 2,16$  г

$m(\text{O}) = 3,12 - 2,16 = 0,96$  г  $n(\text{O}) = 0,06$  моль

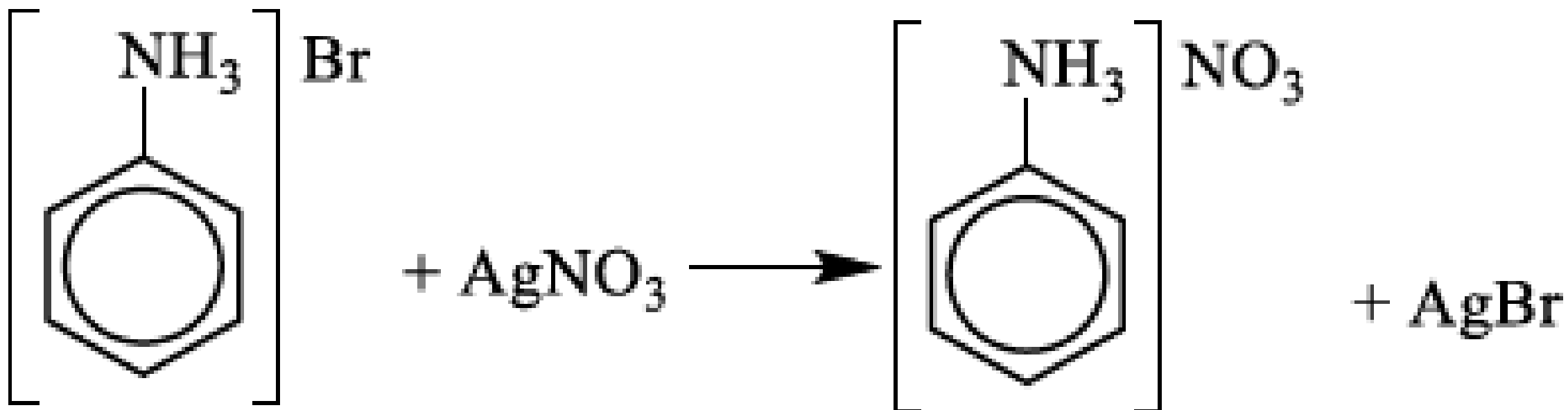
6 : 8 : 3 : 2

$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_3\text{N}_2$

Условие: При взаимодействии двух солей, одна из которых содержит органический катион, получено вещество А и бромид серебра.

Растворимая соль серебра – нитрат, значит вещество А содержит органический катион и нитрат ( $\text{NO}_3^-$  не относится к органическому катиону).

Остается  $\text{C}_6\text{H}_8\text{N}$ . Органический катион может образовать амин. Общая формула катиона алифатического амина  $\text{C}_n\text{H}_{2n+4}\text{N}$ , в нашем случае на 8 атомов водорода меньше – это катион ароматического амина – анилин. Вещество А – нитрат анилина.



## Пример 3 Задание 33

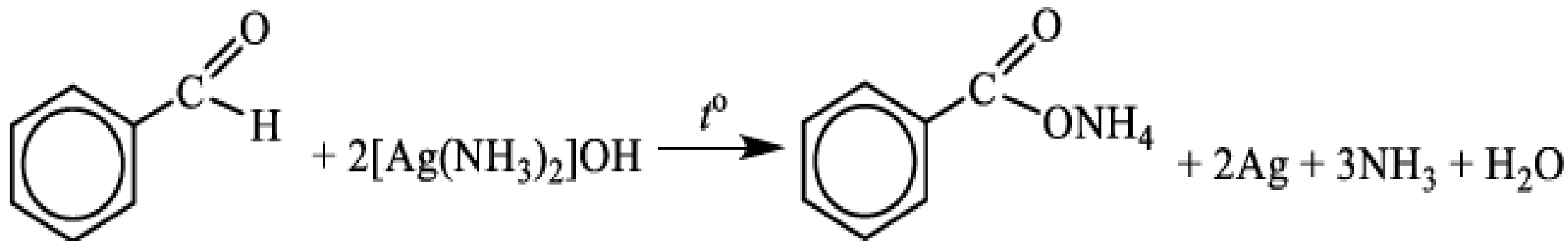
При сгорании 11,6 г органического вещества А получили 8,96 л углекислого газа (н.у.) и 3,6 г воды. Известно, что вещество А образуется при дегидрировании гидроксильного соединения Б в присутствии медного катализатора, а также вступает в реакцию с гидроксидом диамминсеребра (I) в молярном соотношении 1:4.

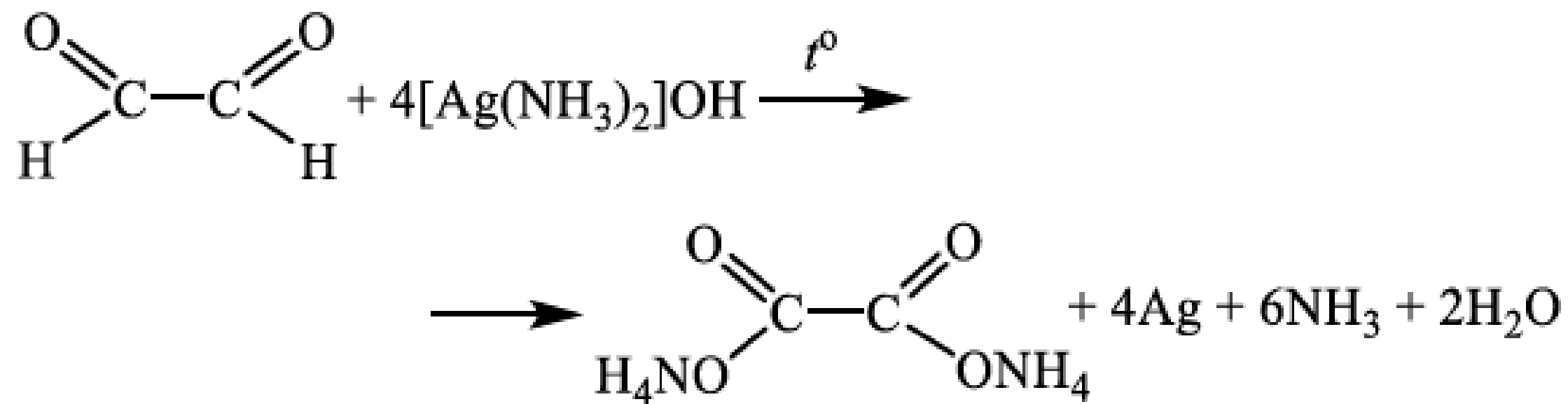
На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу органического вещества А;
- 2) составьте возможную структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции вещества А с избытком гидроксида диамминсеребра(I) (используйте структурные формулы органических веществ).

Молекулярная формула —  $C_2H_2O_2$

Известно, что вещество А образуется при дегидрировании гидроксильного соединения Б в присутствии медного катализатора, а также вступает в реакцию с гидроксидом диамминсеребра (I) в молярном соотношении 1:4. При дегидрировании гидроксильного соединения могут образоваться альдегиды или кетоны, в реакцию с аммиачным раствором оксида серебра (I) вступают только альдегиды, 1 альдегидная группа реагирует с 2 моль аммиачного раствора, значит, данное вещество содержит 2 альдегидные группы. Пример реакции с аммиачным раствором оксида серебра (I)





## Пример 4

## Задание №33

Вещество А содержит 11,11% водорода, 22,22% кислорода и 66,67% углерода по массе. Искомое вещество реагирует со свежесажженным гидроксидом меди (II), а получают его при взаимодействии вещества Б с перманганатом калия в нейтральной среде. Следует отметить, вещество Б имеет только два заместителя у атомов углерода при кратной связи.

*На основании данных задачи:*

- 1) Приведите необходимые вычисления и установите молекулярную формулу органического вещества А. Указывайте единицы измерения искомых физических величин.*
- 2) Составьте структурную формулу органического вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле.*
- 3) Напишите уравнение реакции вещества Б перманганатом калия в нейтральной среде, используя структурную формулу вещества.*

$w(H) = 11,11\%$   
 $w(O) = 22,22\%$   
 $w(C) = 66,67\%$   
 $A + Si(OH)_2 \rightarrow$   
 $B + KMnO_4 (H_2O) \rightarrow A$   
 $A, B - ?$

Пусть  $\varepsilon m A = 100g$   
 $w = \frac{m}{\varepsilon m} \quad m = w \cdot \varepsilon m$

$C_x H_y O_z$   
 $x : y : z = \nu(C) : \nu(H) : \nu(O)$

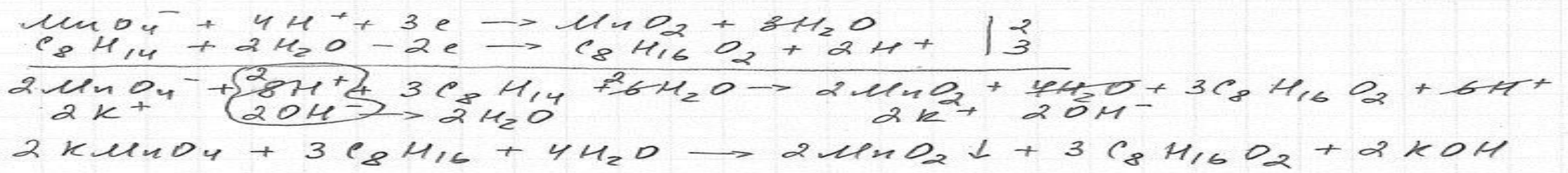
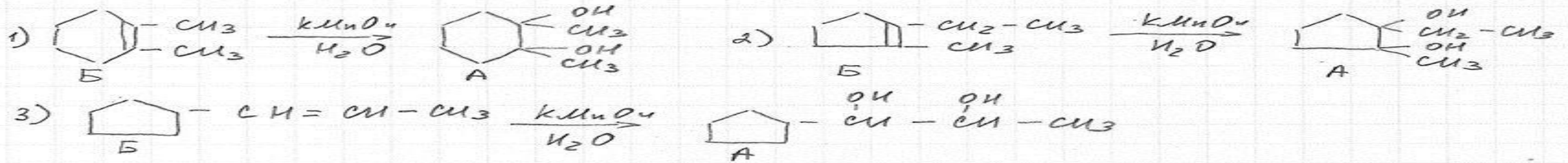
	C	H	O	
C	66,67	12	5,5555	4
H	11,11	1	11,11	8
O	22,22	16	1,389	1

Простейшая формула  $C_4 H_8 O$   
 Исходная формула  $C_8 H_{16} O_2 (A)$

Анализ формулы вещества

- Если  $C_4 \rightarrow$  невозможно 2 заместителя у кратной связи поэтому у нас будет  $C_8 H_{16} O_2$
  - число  $\pi$ -связей и (или) циклов  
 $C_8 H_{16} O_2$  - вещество А  $18 - 16 = 2$   
 $C_8 H_{18}$  - алкан  $2 : 2 = 1$  ( $\pi$ -связь или циклы)
  - $B + KMnO_4 (H_2O) \rightarrow A \Rightarrow$  А не содержит  $\pi$ -связь, только циклы. Итого О не может быть расположено при кратной связи, т.к. по условию "Б - два заместителя у кратной связи"
  - А реагирует с  $Si(OH)_2 \Rightarrow$  двухатомный спирт
- Вывод: А - циклы (5 или 6 атомов С), 2 заместителя у след. С, 2 группы - OH

Изомеры:



# При подготовке к выполнению задания 33

Обратить их внимание на:

- тщательный анализ условия задачи
- выяснение сущности описанных превращений
- получение максимальной информации из условия;
- проверку соответствия решения условию.



# Задание 34

- Приведены массы или объемы реагирующих в растворе веществ
- нужно определить массовую долю вещества в образовавшемся растворе
- Возможен избыток одного вещества
- Возможно реакция прошла не до конца.

## Типы задач, встречающиеся в задании №34

1. Вычисление массовой доли реагентов в исходном растворе или смеси веществ
2. Вычисление массовой доли продуктов в полученном после цепочки реакций растворе (реакции могут быть разные: как обменные, так и окислительно-восстановительные)
3. Задача, в которой требуется составить материальный баланс (чаще всего там встречаются реакции на электролиз и вытеснение металлов из растворов солей (так называемые задачи «на пластинку»))
4. Задача на растворимость
5. Задачи на атомистику

По факту, для решения этих задач достаточно уметь пользоваться лишь четырьмя формулами:  
нахождение количества вещества, плотности, массовой доли и выхода реакции.

$$\nu = \frac{m}{M_r} = \frac{V}{V_m} \quad \rho = \frac{m}{V} \quad \omega = \frac{m_{\text{в.ва}}}{m_{\text{р.ра}}} \quad \eta = \frac{m_{\text{т.}}}{m_{\text{пр.}}} = \frac{V_{\text{т.}}}{V_{\text{пр.}}} = \frac{v_{\text{т.}}}{v_{\text{пр.}}}$$

Самое сложное — это понять логику задачи, построить верный ход решения и только потом применить нужные формулы.

## Оценивание задания №34

За полностью верное решение задачи можно получить 4 первичных балла. Правильный и полный ответ должен содержать следующие элементы, каждый из которых оценивается в 1 первичный балл:

- правильно записаны уравнения реакций, соответствующих условию задания;
- правильно произведены вычисления, в которых используются необходимые физические величины, заданные в условии задания;
- продемонстрирована логически обоснованная взаимосвязь физических величин, на основании которых проводятся расчёты;
- в соответствии с условием задания определена искомая физическая величина.

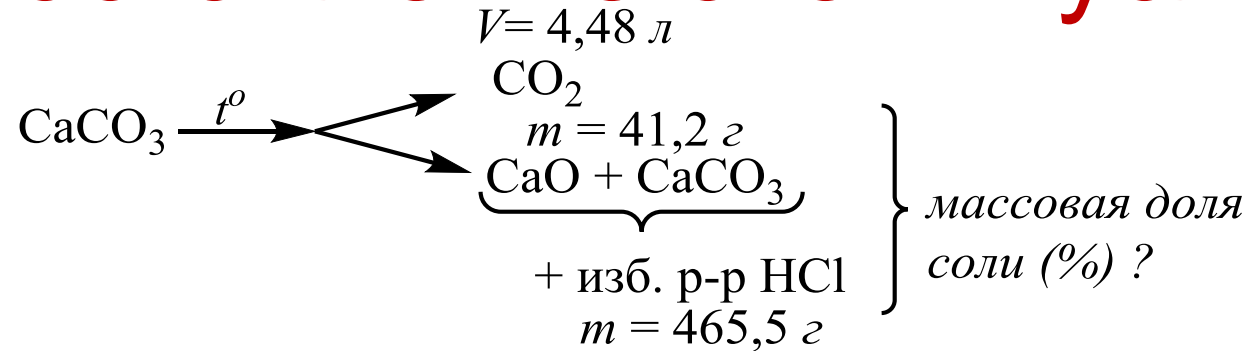
# Пример №1 задания 34

(<http://www.fipi.ru/>)

При нагревании образца карбоната кальция **часть** вещества разложилась. При этом выделилось 4,48 л (н.у.) углекислого газа. Масса твёрдого остатка составила 41,2 г. Этот остаток добавили к 465,5 г раствора хлороводородной кислоты, взятой в избытке. Определите массовую долю соли в полученном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (**указывайте единицы измерения искомых физических величин**).

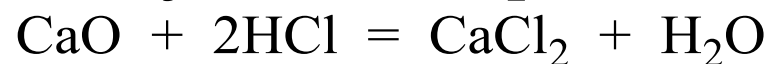
# Составление схемы условия



1. Составим уравнения упомянутых реакций.
2. По объему углекислого газа определим массу оксида кальция в смеси, а затем массу не разложившегося карбоната кальция.
3. Определим массу выделившегося углекислого газа в результате реакции карбоната кальция с соляной кислотой и массу образовавшегося раствора.
4. Определим массу соли в растворе и массовую долю этой соли.

# Решение:

## 1. Уравнения реакций



## 2. Количество вещества выделившегося углекислого газа

$$n(\text{CO}_2) = 4,48 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

## 3. По уравнению реакции

$$n(\text{CO}_2) = n(\text{CaO}) = 0,2 \text{ моль.}$$

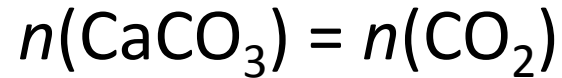
$$m(\text{CaO}) = n(\text{CaO}) \cdot M(\text{CaO}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 11,2 \text{ г.}$$

Масса карбоната кальция в смеси и его количество

$$m(\text{CaCO}_3) = 41,2 \text{ г} - 11,2 \text{ г} = 30 \text{ г, что составляет}$$

$$n(\text{CaCO}_3) = 30 \text{ г} / 100 \text{ г/моль} = 0,3 \text{ моль.}$$

По уравнению реакции карбоната кальция с соляной кислотой



Масса выделившегося углекислого газа

$$m(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2) = 0,3 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 13,2 \text{ г}.$$

Масса полученного раствора = масса продуктов прокаливания + масса соляной кислоты – масса выделившегося углекислого газа.

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{смеси}) + m(\text{HCl р-ра}) - m(\text{CO}_2) = 41,2 \text{ г} + 465,5 \text{ г} - 13,2 \text{ г} = 493,5 \text{ г}.$$

$$4. m(\text{CaCl}_2) = (0,2 \text{ моль} + 0,3 \text{ моль}) \cdot 111 \text{ г/моль} = 55,5 \text{ г}$$

$$5. W(\text{CaCl}_2) \text{ в растворе} = 55,5 \text{ г} / 493,5 \text{ г} = 0,112 = 11,2\%.$$

Ответ:  $W(\text{CaCl}_2)$  в растворе = 11,2%.



## Пример №2

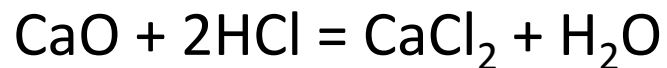
## Задание 34

### Задача на атомистику

Смесь оксида кальция и карбоната кальция с массовой долей атомов кальция 62,5% растворили в 300 г раствора соляной кислоты. При этом наблюдалось выделение газа, и масса полученного раствора составила 361,6 г. Выделившийся в результате реакции газ пропустили через 80 г 10%-ного раствора гидроксида натрия. Вычислите массовую долю соли в конечном растворе.

**Решение:**

**Пишем уравнения реакции:**



**1.  $n(\text{CaO}) = X$  моль, тогда  $n(\text{CaCO}_3) = Y$  моль.**

**2. Тогда количества вещества атомов кальция в оксиде кальция тоже равно  $n(\text{Ca}) = X$  моль, а в карбонате кальция –  $n(\text{Ca}) = Y$  моль.**

**3. Общее количество вещества атомов кальция равно  $n(\text{Ca}) = (X + Y)$  моль**

$$m(\text{Ca}) = n(\text{Ca}) \cdot M(\text{Ca}) = 40 \cdot (X + Y) \text{ г}$$

$$4. m(\text{CaO}) = 56X \text{ г}$$

$$m(\text{CaCO}_3) = 100Y \text{ г}$$

$$m(\text{смеси}) = 56X + 100Y \text{ г}$$

**5.  $m(\text{Ca})/m(\text{смеси}) = w(\text{Ca})$**

$$40(X+Y) / 56X + 100Y = 0,625$$

$$40 (X + Y) = 0,625 (56X + 100Y)$$

$$40X + 40Y = 35 X + 62,5Y$$

$$40X - 35X = 62,5Y - 40Y$$

$$5X = 22,5Y$$

$$X = 4,5Y$$

**6.  $n(\text{CO}_2) = n(\text{CaCO}_3) = Y$  моль;  $m(\text{CO}_2) = 44Y$  г.**

**7.  $m(\text{раствора}) = m(\text{CaO}) + m(\text{CaCO}_3) + m(\text{HCl}) - m(\text{CO}_2)$**

$$361,6 = 56X + 100Y + 300 - 44Y$$

$$361,6 - 300 = 56X + 56Y$$

$$61,6 = 56(X+Y)$$

## Составляем систему уравнений:

$$X + Y = 1,1$$

$X = 4,5Y$ , решаем систему уравнений

$$4,5Y + Y = 1,1 \quad 5,5Y = 1,1$$

$$Y = 0,2 \text{ моль}, X = 1,1 - 0,2 = 0,9 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль}, m(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 8,8 \text{ г}$$

8. Находим массу вещества гидроксида натрия в растворе:

$$m(\text{в-ва NaOH}) = m(\text{р-ра}) \cdot w(\text{в-ва NaOH}) / 100\% = 80 \text{ г} \cdot 10\% / 100\% = 8 \text{ г}$$

Находим количество вещества гидроксида натрия

$$n(\text{NaOH}) = m(\text{в-ва}) : M(\text{в-ва}) = 8 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,2 \text{ моль}$$

$n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль}$ , так как количество гидроксида натрия и углекислого газа одинаковое, то образуется **кислая соль гидрокарбонат натрия**.



$$n(\text{NaHCO}_3) = n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{NaHCO}_3) = 84 \text{ г/моль} \cdot 0,2 \text{ моль} = 16,8 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора NaHCO}_3) = m(\text{CO}_2) + m(\text{р-ра NaOH}) = 8,8 \text{ г} + 80 \text{ г} = 88,8 \text{ г}$$

$$w(\text{NaHCO}_3) = m(\text{NaHCO}_3) / m(\text{раствора NaHCO}_3) \cdot 100\% = 16,8 \text{ г} / 88,8 \text{ г} \cdot 100\% = 18,92\%$$

## Пример №3

## Задача №34

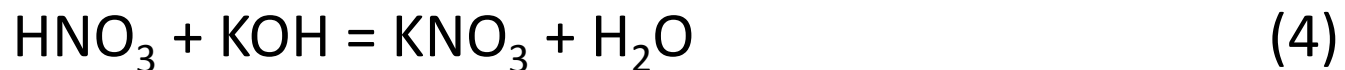
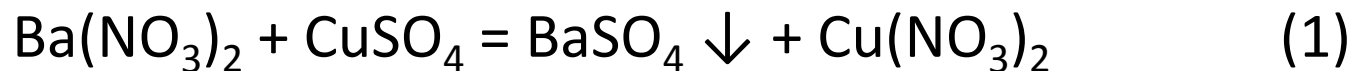
**Задача, в которой требуется составить материальный баланс**

Твердую смесь нитрата бария и сульфата меди (II) общей массой 12,63 г добавили к 40 г воды. При этом в растворе не осталось ни ионов бария, ни сульфат ионов. Через полученный раствор пропускали постоянный электрический ток до тех пор, пока на аноде не выделилось 0,84 л(н.у.) газа, после чего в раствор добавили 50,4 г 10%-ного раствора гидроксида калия. Определите массовые доли веществ в конечном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления.



## Решение задачи:

1. Составляем уравнения реакции:



**Решаем по уравнению (1):**

$n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = X$  моль, тогда  $m(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 261x$  г

$n(\text{CuSO}_4) = n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = X$  моль, тогда  $m(\text{CuSO}_4) = 160X$  г

$$261X + 160X = 12,63\text{г}$$

$$421X = 12,63$$

$$X = 0,03 \text{ моль}$$

**$n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 0,03$  моль и  $n(\text{CuSO}_4) = 0,03$  моль**

$n(\text{BaSO}_4) = n(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2) = 0,03$  моль,

тогда  $m(\text{BaSO}_4) = 0,03 \text{ моль} * 233\text{г/моль} = 6,99$  г

$n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = n(\text{CuSO}_4) = 0,03$  моль

Твердую смесь нитрата бария и сульфата меди (II) **общей массой 12,63** г добавили к 40 г воды. **При этом в растворе не осталось ни ионов бария, ни сульфат ионов.** Через полученный раствор пропускали постоянный электрический ток до тех пор, пока **на аноде не выделилось 0,84 л(н.у.) газа**, после чего в раствор **добавили 50,4 г 10%-ного раствора гидроксида калия.** Определите массовые доли веществ в конечном растворе. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления.

**По уравнению (2):**  $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Cu}\downarrow + 4\text{HNO}_3 + \text{O}_2\uparrow$

$n(\text{Cu}) = n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,03 \text{ моль}$ ,  $m(\text{Cu}) = 0,03 \text{ моль} * 64 \text{ г/моль} = 1,92 \text{ г}$

$n(\text{O}_2)_2 = 1/2 n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 1/2 * 0,03 \text{ моль} = 0,015 \text{ моль}$ ,  $m(\text{O}_2) = 0,015 \text{ моль} * 32 \text{ г/моль} = 0,48 \text{ г}$

$n(\text{HNO}_3) = 2n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 2*0,03 \text{ моль} = 0,06 \text{ моль}$

**По уравнению (3):**  $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$

$n(\text{O}_2)_{\text{общее}} = 0,84 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,0375 \text{ моль}$

$n(\text{O}_2)_3 = n(\text{O}_2)_{\text{общее}} - n(\text{O}_2)_2 = 0,0375 \text{ моль} - 0,015 \text{ моль} = 0,0225 \text{ моль}$

$m(\text{O}_2)_3 = 0,0225 \text{ моль} * 32 \text{ г/моль} = 0,72 \text{ г}$

$n(\text{H}_2) = 2n(\text{O}_2)_3 = 2*0,0225 \text{ моль} = 0,045 \text{ моль}$

$m(\text{H}_2) = 0,045 * 2 = 0,09 \text{ г}$

**По уравнению (4):  $\text{HNO}_3 + \text{KOH} = \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$**

$$n(\text{KOH}) = w \cdot m(\text{раствора KOH}) / M(\text{KOH}) = 0,1 \cdot 50,4\text{г} / 56\text{г/моль} = 0,09 \text{ моль}$$

$$n(\text{KOH}) \text{ прореагирует} = n(\text{HNO}_3) = 0,06 \text{ моль}$$

$$n(\text{KOH}) \text{ останется} = 0,09 - 0,06 = 0,03 \text{ моль}$$

$$m(\text{KOH})_{\text{останется}} = 0,03 \cdot 56\text{г/моль} = 1,68\text{г}$$

$$n(\text{KNO}_3) = n(\text{KOH}) = 0,06 \text{ моль}, m(\text{KNO}_3) = 0,06 \cdot 101\text{г/моль} = 6,06\text{г}$$

$$m(\text{полученного раствора}) = m(\text{смеси}(\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{CuSO}_4) + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{BaSO}_4) - m(\text{Cu}) - m(\text{O}_2)_2 - m(\text{H}_2)_2 - m(\text{O}_2)_3 + m_{\text{р-ра}}(\text{KOH}) = 12,63\text{г} + 40\text{г} - 6,99\text{г} - 1,92\text{г} - 0,48\text{г} - 0,09\text{г} - 0,72\text{г} + 50,4\text{г} = 92,83\text{г}$$

$$w(\text{KNO}_3) = m(\text{в-ва}) / m(\text{р-ра}) \cdot 100\% = 6,06\text{г} / 92,83\text{г} \cdot 100\% = 6,53\%$$

$$w(\text{KOH}) = 1,68\text{г} / 92,83\text{г} \cdot 100\% = 1,81\%$$

$$w(\text{H}_2\text{O}) = 100\% - 6,53\% - 1,81\% = 91,66\%$$

# Использованные источники информации:

- Дерябина Н.Е. «Органическая химия в реакциях» (минисправочник школьника и абитуриентов)
- Статья [О. В. Овчинниковой](#) «Задача 31 на ЕГЭ по химии. Особенности и подводные камни
- <https://www.yoursystemeducation.com/zadanie-33-iz-ege-po-ximii-2022/> составитель Александр Владимирович Коньков

## Презентации:

- Доронькина В. «Взаимосвязь органических веществ. Вопросы 14, 15, 16, 32 ЕГЭ-2023»
- Оржековского Павла Александровича, профессора
- Бланк Раисы Николаевны, учителя химии МАОУ СОШ №31 г. Томска
- Язриковой Любовь Михайловны, учителя химии МБОУ СОШ №79 г. Самары

# Спасибо за внимание!

- Контактная информация:

- Адрес: г. Рыбинск, ул. Моторостроителей, д.27, МУ ДПО «ИОЦ»,
  - Горшкова Наталья Николаевна, методист
    - Тел.: 8(4855)23-15-47
  - E-mail: [gorshkovanatalya1969@yandex.ru](mailto:gorshkovanatalya1969@yandex.ru)

# Задача №34 для самостоятельного решения

На атомистику:

1. Смесь меди и оксида меди (II), в которой массовая доля атомов меди составляет 96%, растворили в 472 г концентрированной серной кислоты, взятой в избытке. При этом наблюдалось выделение газа. Минимальная масса 10%-го раствора NaOH, который может прореагировать с выделившимся газом, равна 200 г. Определите массовую долю соли в растворе, образовавшемся после добавления серной кислоты к исходной смеси веществ.
2. Смесь железной окалины и оксида железа(III), в которой число атомов железа относится к числу атомов кислорода как 7:10, поместили в 500 г раствора концентрированной азотной кислоты. При этом исходная смесь прореагировала полностью и наблюдалось выделение газа. Для полного поглощения выделившегося газа потребовалось 20 г 20 %-ного раствора гидроксида натрия. Определите массу соли, которая образовалась после растворения исходной смеси в кислоте.



3. Смесь цинка и карбоната цинка, в которой количество атомов цинка относится к количеству атомов кислорода, как 5 к 6, полностью растворили в 500 г разбавленного раствора серной кислоты. При этом все исходные вещества прореагировали полностью и выделилось 22,4 л смеси газов (н.у.). К полученному раствору добавили 500 г 40%-го раствора гидроксида натрия. Определить массовую долю сульфата натрия в конечном растворе.

4. Фосфид магния массой 2,68 г растворили в 54,75г 10% -ного раствора соляной кислоты. К полученному раствору добавили 10,6%-ный раствор, полученный растворением 40,04 г кристаллической соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ) в воде. Определите массовую долю хлорида натрия в конечном растворе.

5. В 15%-ном растворе серной кислоты массой 300г растворили карбид алюминия. Выделившийся при этом метан занял объем 2,24 л (н.у.). Рассчитайте массовую долю серной кислоты в полученном растворе.

6. После выдерживания медной пластинки массой 14,72 г в растворе нитрата серебра масса пластинки составила 19,28г. Определите объем раствора 62%-ной азотной кислоты (плотность 1,384 г/мл), который необходим для растворения пластинки.