

ОБЪЕДИНЕННАЯ  
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА



# Организация подготовки к ЕГЭ по химии: гидролиз неорганических и органических веществ

**Лидия Ивановна Асанова**

к.п.н., доцент кафедры естественнонаучного образования  
ГБОУ ДПО «Нижегородский институт развития образования»

# Задание 23. «Гидролиз солей»

## Проверяемые элементы содержания

✓ Гидролиз солей. Среда водных растворов: кислая, нейтральная, щелочная

## Требования к уровню подготовки выпускников

### Определять

✓ характер среды водных растворов веществ

Установите соответствие между названием соли и отношением её к гидролизу.

НАЗВАНИЕ СОЛИ	ОТНОШЕНИЕ К ГИДРОЛИЗУ
А) стеарат натрия	1) гидролиз по катиону
Б) фосфат аммония	2) гидролиз по аниону
В) сульфид натрия	3) гидролиз по катиону и аниону
Г) сульфат бериллия	4) гидролизу не подвергается

Ответ:

А	Б	В	Г

Установите соответствие между формулой соли и средой её водного раствора.

ФОРМУЛА СОЛИ	СРЕДА РАСТВОРА
А) $ZnSO_4$	1) нейтральная
Б) $CsBr$	2) кислая
В) $Rb_2CO_3$	3) щелочная
Г) $NH_4Cl$	

Ответ:

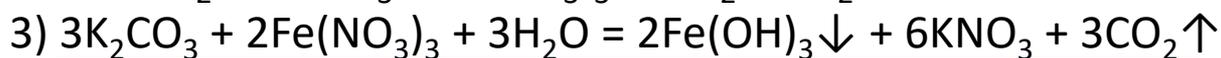
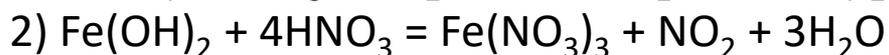
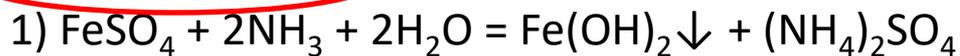
А	Б	В	Г

# Задание 31 (пример 1)

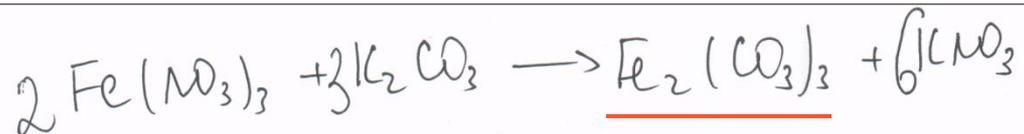
Через раствор сульфата железа(II) пропустили аммиак. Образовавшийся при этом осадок отделили и обработали необходимым количеством концентрированной азотной кислоты, при этом наблюдали растворение осадка и выделение бурого газа. К полученному раствору добавили раствор карбоната калия, а бурый газ пропустили через раствор гидроксида кальция.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Вариант ответа:



Работа 1



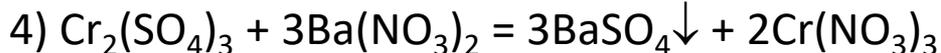
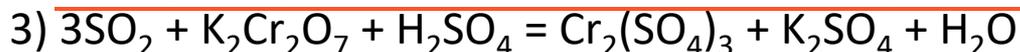
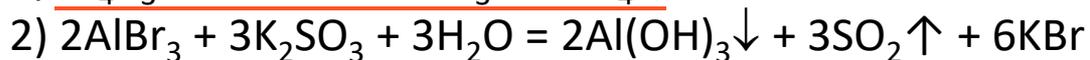
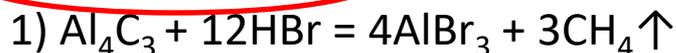
Работа 2



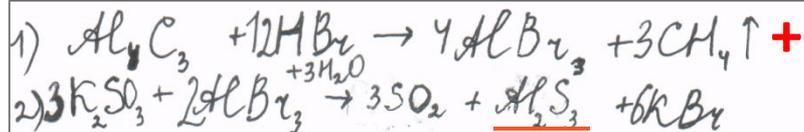
## Задание 31 (пример 2)

Карбид алюминия полностью растворили в бромоводородной кислоте. К полученному раствору добавили раствор сульфита калия, при этом наблюдали образование белого осадка и выделение бесцветного газа. Газ поглотили раствором дихромата калия в присутствии серной кислоты. Образовавшуюся соль хрома выделили и добавили к раствору нитрата бария, наблюдали выделение осадка. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

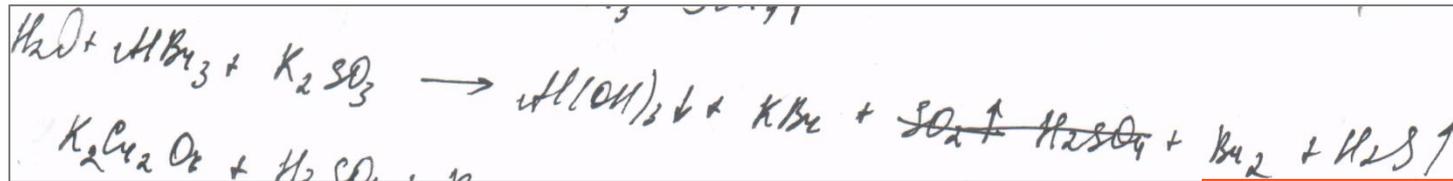
Вариант ответа:



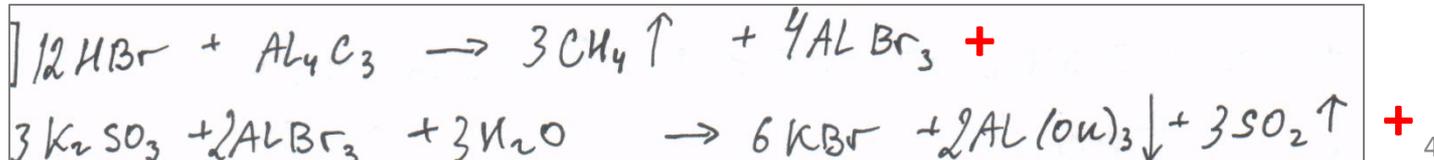
Работа 1



Работа 2



Работа 3

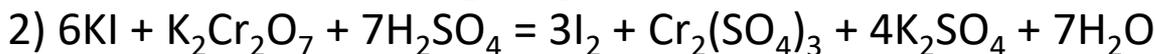
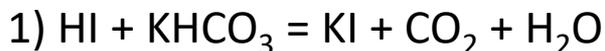


# Задание 31 (пример 3)

Иодоводородную кислоту нейтрализовали гидрокарбонатом калия. Полученная соль прореагировала с раствором, содержащим дихромат калия и серную кислоту. При взаимодействии образовавшегося простого вещества с алюминием получили соль. Эту соль растворили в воде и смешали с раствором сульфида калия, в результате чего образовался осадок и выделился газ.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

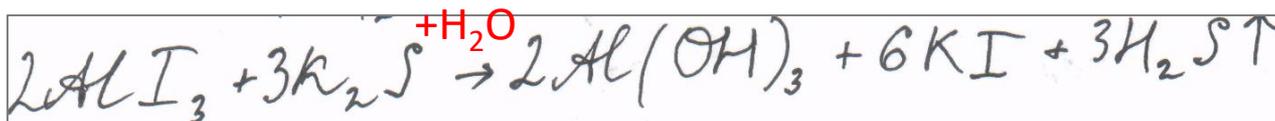
Вариант ответа:



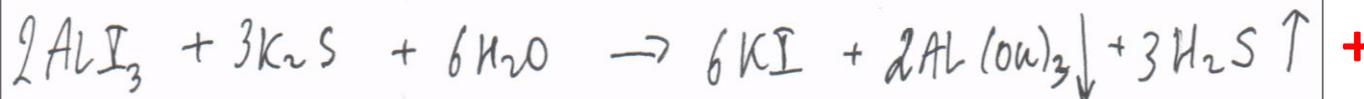
Работа 1



Работа 2



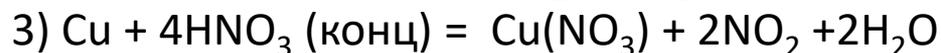
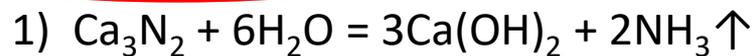
Работа 3



## Задание 31 (пример 4)

Газ, полученный при обработке нитрида кальция водой, пропустили над раскалённым порошком оксида меди(II). Полученное при этом твёрдое вещество растворили в концентрированной азотной кислоте, раствор выпарили, а полученный твёрдый остаток прокалили. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

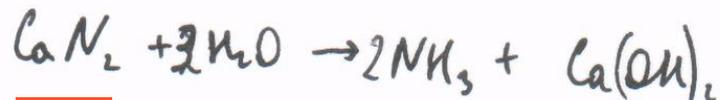
Вариант ответа:



Работа 1



Работа 2



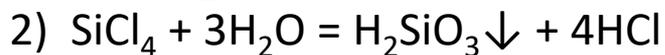
Работа 3



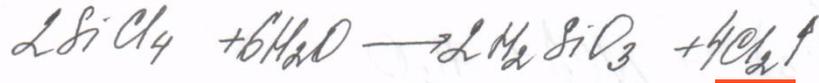
# Задание 31 (пример 5)

Кремний сожгли в атмосфере хлора. Полученный хлорид обработали водой. Выделившийся при этом осадок прокалили. Затем сплавляли с фосфатом кальция и углём. Составьте уравнения четырёх описанных реакций.

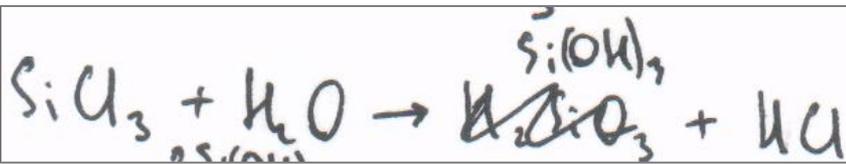
Вариант ответа:



Работа 1



Работа 2



Работа 3



Работа 4



# Задание 31 (пример 6)

К раствору дигидроортофосфата кальция добавили избыток раствора гидроксида кальция. Выпавший осадок отделили, высушили и прокалили с песком и углём. Образовавшееся простое вещество сожгли в избытке хлора. Продукт этой реакции обработали избытком водного раствора гидроксида лития. Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

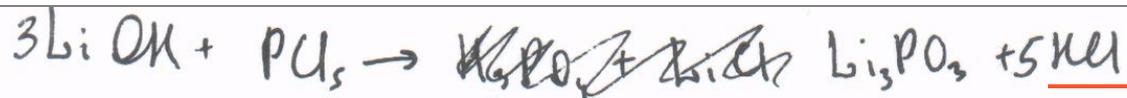
Вариант ответа:



Работа 1



Работа 2



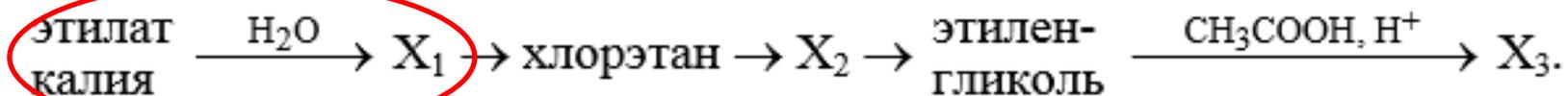
Работа 3



## Задание 32

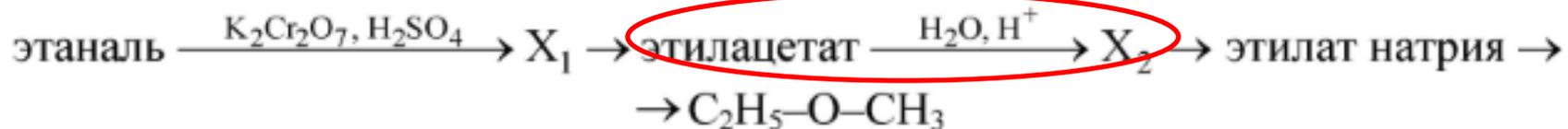
### Пример 1

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



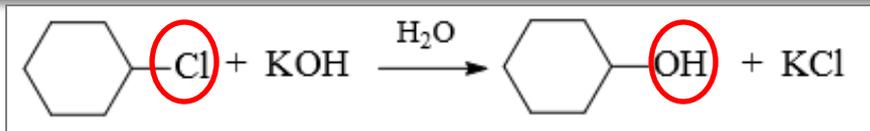
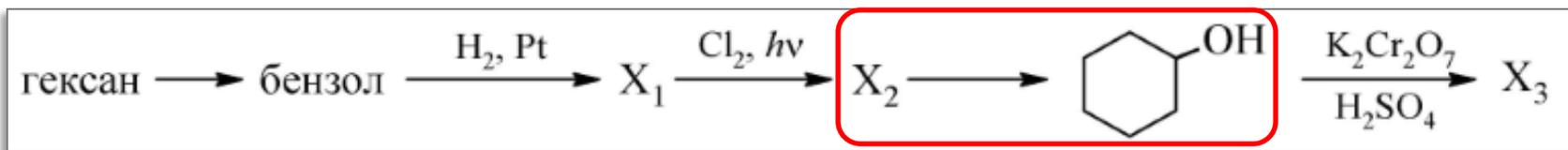
### Пример 2

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:

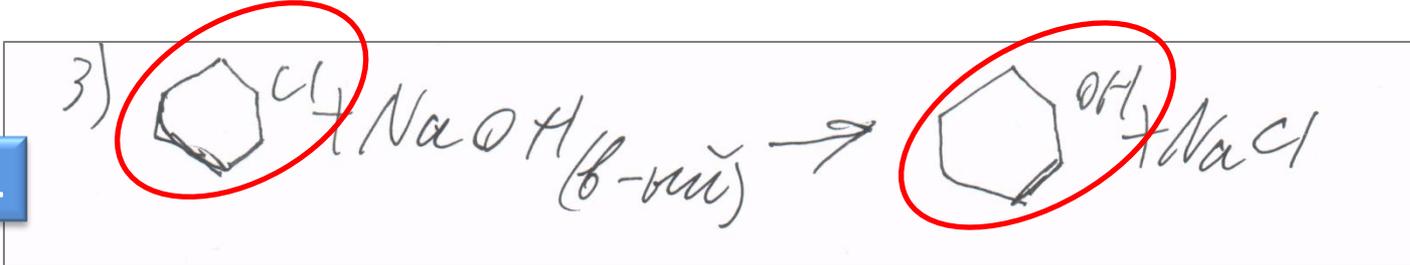


При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

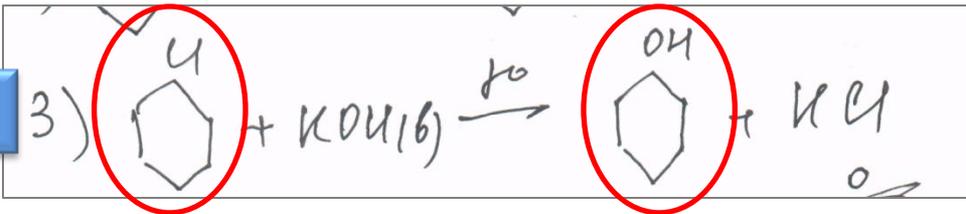
# Задание 32 (пример 3)



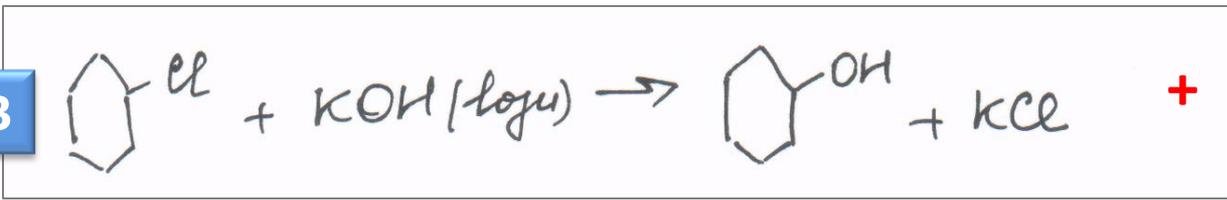
Работа 1



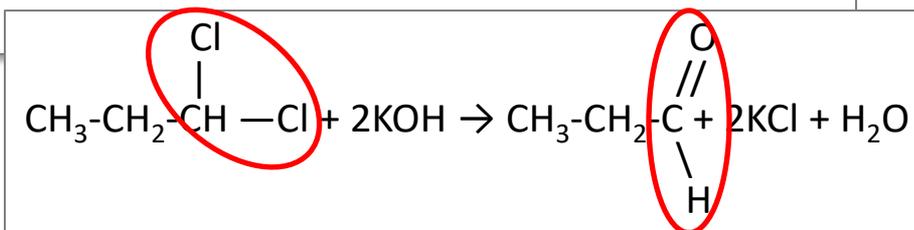
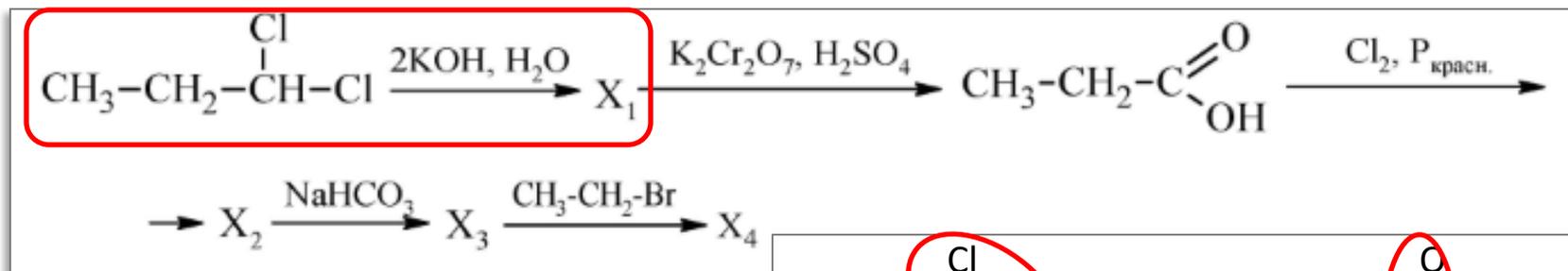
Работа 2



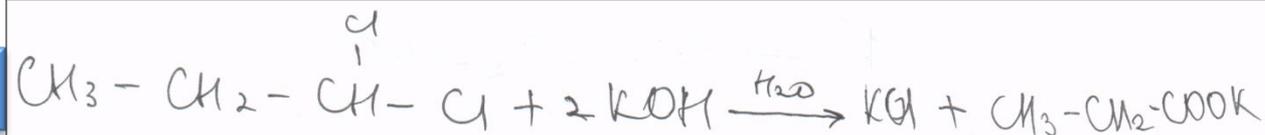
Работа 3



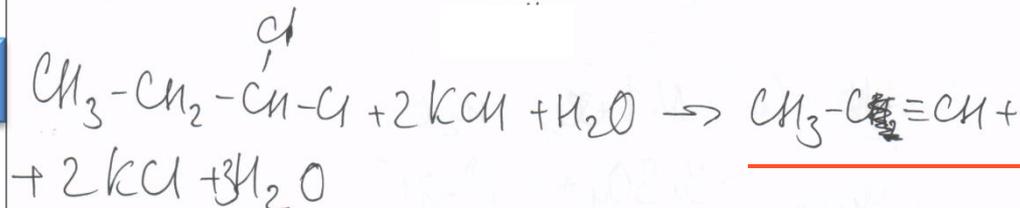
# Задание 32 (пример 4)



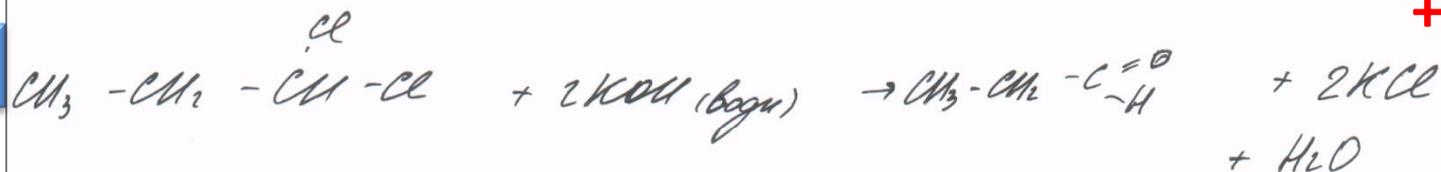
Работа 1



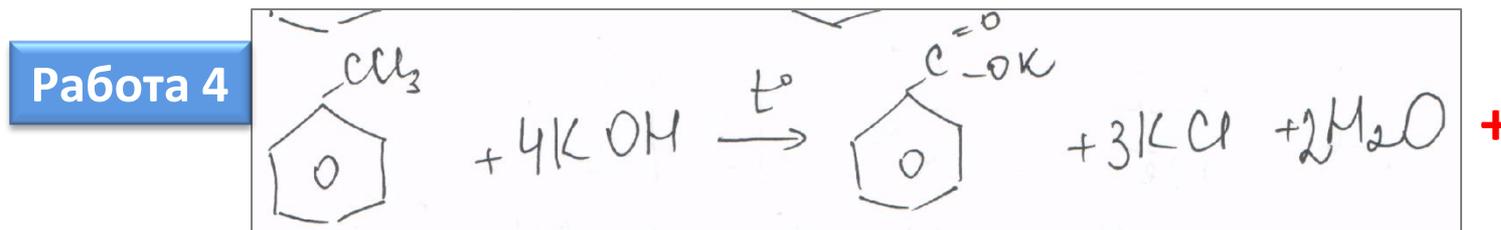
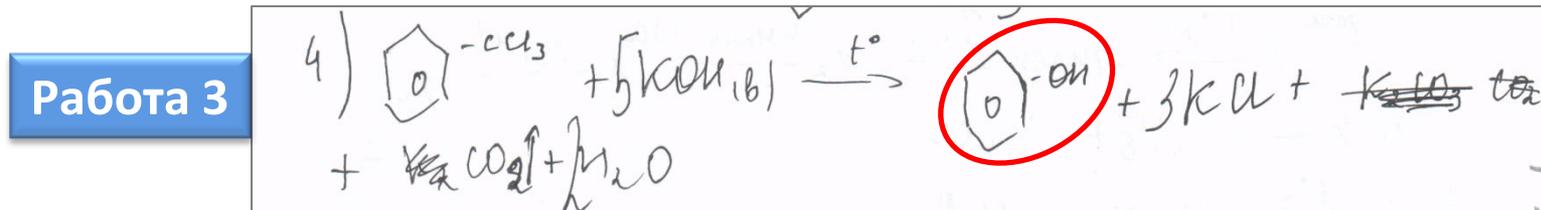
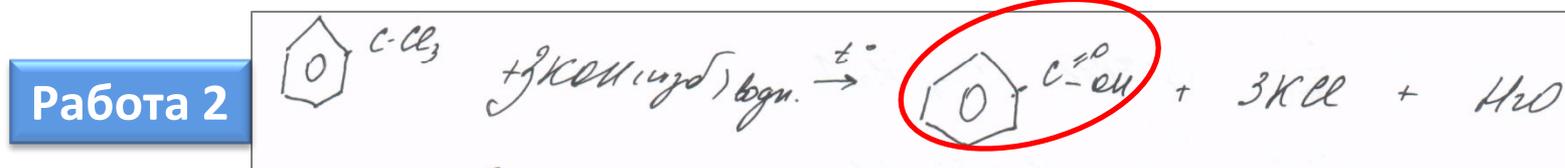
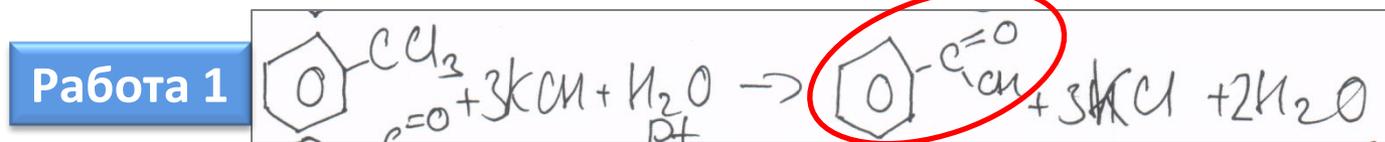
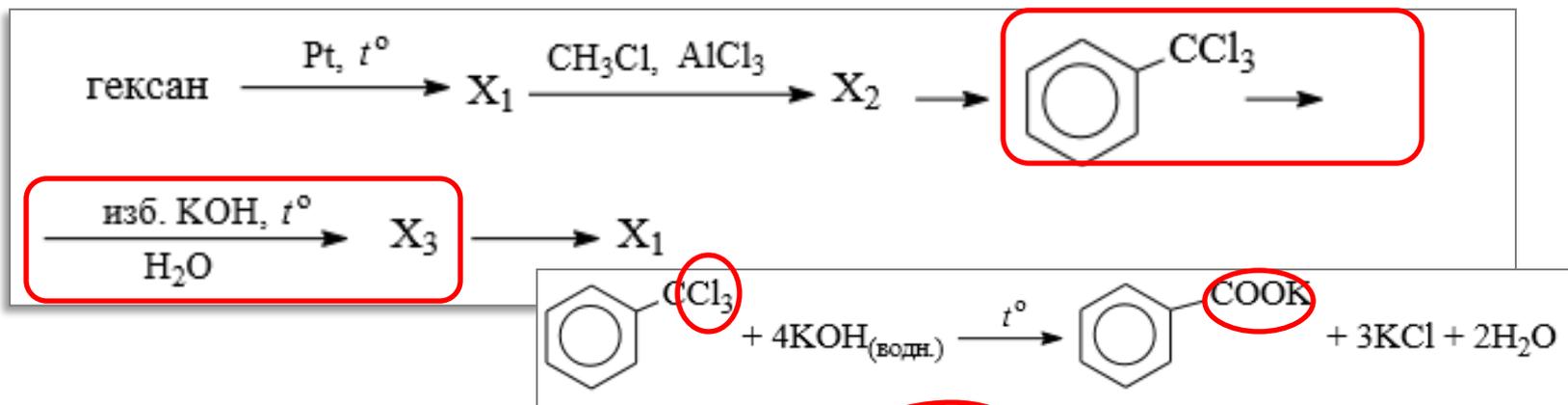
Работа 2



Работа 3



# Задание 32 (пример 5)



# Задание 33

## Пример 1

Хлорид фосфора(V) массой 4,17 г полностью прореагировал с водой.  
Какой объём раствора гидроксида калия с массовой долей 10% (плотностью 1,07 г/мл) необходим для полной нейтрализации полученного раствора?

## Пример 2

К карбиду алюминия добавили 400 мл воды. При этом выделился газ объёмом 13,44 л (н.у.). К полученной смеси прилили 160 г 30%-ного раствора гидроксида натрия. Определите массовые доли веществ в образовавшемся растворе.

## Пример 3

Газ, выделившийся при взаимодействии 7,4 г нитрида кальция с 9 г воды, полностью поглощён 200 мл 3,5%-ного раствора соляной кислоты ( $\rho = 1,05$  г/мл). Определите массовую долю хлорида аммония в образовавшемся растворе.

# Задание 34

## Пример 1

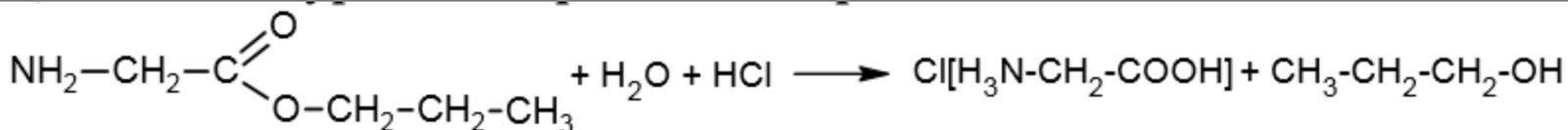
При щелочном гидролизе 6 г некоторого сложного эфира получено 6,8 г натриевой соли предельной одноосновной кислоты и 3,2 г спирта. Установите молекулярную формулу сложного эфира.

## Пример 2

При сгорании 4,68 г органического вещества получили 4,48 л углекислого газа (н.у.), 448 мл азота (н.у.) и 3,96 г воды. При нагревании с соляной кислотой данное вещество подвергается гидролизу, продуктами которого являются соединение состава  $C_2H_6NO_2Cl$  и первичный спирт.

На основании данных условия задания:

- 1) произведите вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества;
- 2) запишите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 3) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 4) напишите уравнение реакции гидролиза исходного вещества в присутствии соляной кислоты.



# Основные принципы организации подготовки обучающихся к экзамену

Подготовка к экзамену должна осуществляться в процессе преподавания учебного предмета.

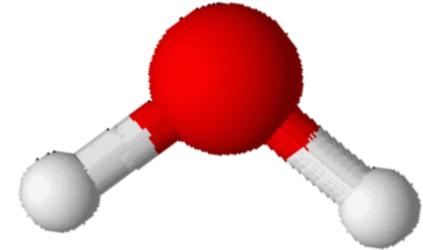
**Нельзя сводить подготовку к экзамену только к тренировке в выполнении заданий, аналогичных заданиям экзаменационной работы!**

Главная задача подготовки к экзамену — целенаправленная работа по повторению, систематизации и обобщению изученного материала, по приведению в систему знаний ключевых понятий курса химии.

**Необходим опыт проведения реального химического эксперимента!**

# Какие важнейшие понятия и правила темы «Гидролиз» следует усвоить обучающимся?

Следует различать процессы гидролиза и гидратации!



**Гидролиз** – обменная реакция взаимодействия веществ с водой, приводящая к их разложению

**Гидратация** – реакция присоединения молекул воды к молекулам и ионам



# Гидролиз солей

## Сильные кислоты:

HCl, HBr, HI, HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>3</sub>,  
HClO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

## Слабые кислоты:

HF, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, HNO<sub>2</sub>,  
H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, HCN,  
органические кислоты

**Соль** рассматриваем  
как продукт взаимодействия  
кислоты и основания

## Сильные основания:

щелочи (NaOH, KOH,  
Ca(OH)<sub>2</sub>, Ba(OH)<sub>2</sub> и др.)

## Слабые основания:

нерастворимые основания  
(Fe(OH)<sub>2</sub>, Fe(OH)<sub>3</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>,  
Zn(OH)<sub>2</sub>, Cu(OH)<sub>2</sub>, и др.),  
NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O, органические  
амины

# Важнейшие понятия темы «Гидролиз солей»

## Тип соли

- зависит от силы кислоты и основания, продуктом взаимодействия которых она является

## Тип гидролиза

- по катиону
- по аниону
- по катиону и аниону
- не подвергается гидролизу

## Характер среды водного раствора соли

- кислая
- щелочная
- нейтральная

## Цвет индикаторов в водном растворе соли

- зависит от характера среды

# Алгоритм составления уравнений гидролиза солей

Определить состав соли (указать, какими по силе являются основание и соль, ее образующие)



Составить краткое ионно-молекулярное уравнение гидролиза: написать уравнение реакции взаимодействия иона слабого электролита с одной молекулой воды



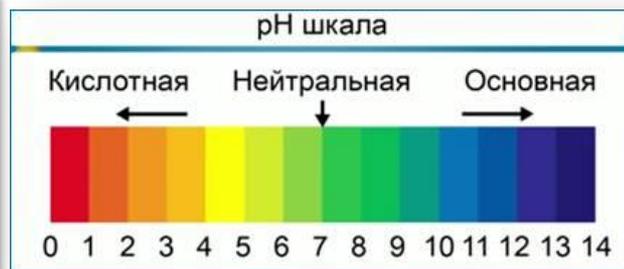
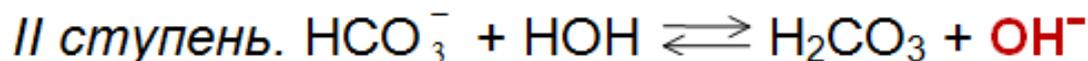
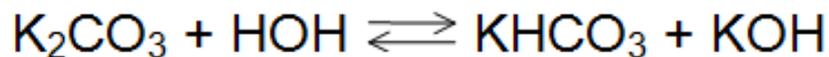
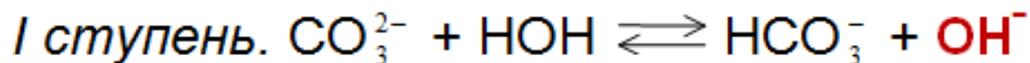
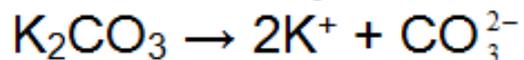
Составить уравнение реакции гидролиза на основе краткого ионно-молекулярного уравнения

# Тип соли 1: соль образована сильным основанием и слабой кислотой

**Фторид натрия NaF** – соль, образованная сильным основанием NaOH и слабой кислотой HF.



**Карбонат натрия K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** – соль, образованная сильным основанием NaOH и слабой двухосновной кислотой H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

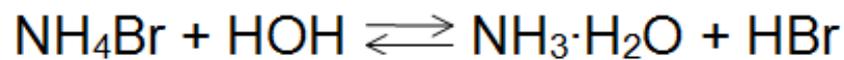
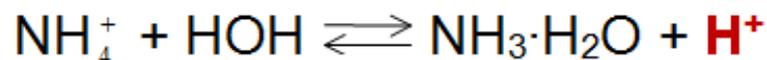
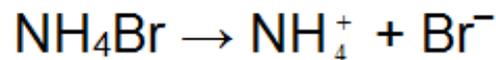


- Гидролиз по аниону
- Среда щелочная
- pH > 7
- Лакмус синий

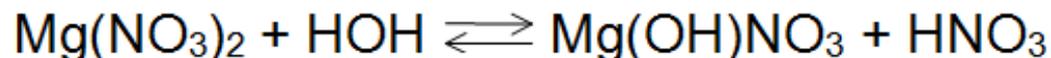
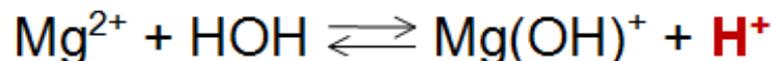
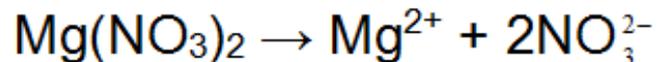


## Тип соли 2: соль образована слабым основанием и сильной кислотой

**Бромид аммония  $\text{NH}_4\text{Br}$**  – соль, образованная слабым основанием  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  и сильной кислотой  $\text{HBr}$ .



**Нитрат магния  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$**  – соль, образованная слабым основанием  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  и сильной кислотой  $\text{HNO}_3$ .

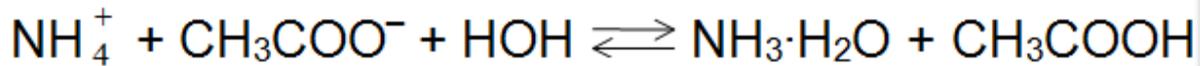
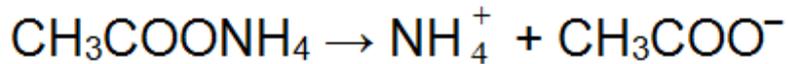


- Гидролиз по катиону
- Среда кислая
- $\text{pH} < 7$
- Лакмус красный



# Тип соли 3: соль образована слабым основанием и слабой кислотой

**Ацетат аммония  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$**  – соль, образованная слабой органической кислотой  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и слабым основанием  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .



Гидролиз по катиону и по аниону

Если  $K_{\text{кисл.}} = K_{\text{осн.}}$ , то  $\text{pH} = 7$ ,

**лакмус фиолетовый**

**Характер среды водного раствора соли, образованной слабой кислотой и слабым основанием, определяется соотношением силы кислоты и основания, образующих эту соль**

**Сульфид хрома(III)  $\text{Cr}_2\text{S}_3$**  – соль, образованная слабым **нерастворимым** основанием  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  и слабой **летучей** кислотой  $\text{H}_2\text{S}$ .

**В таблице растворимости на месте сульфида хрома(III) указан знак " – "!**

Соль подвергается в водном растворе **полному необратимому гидролизу:**



# Тип соли 4: соль образована сильным основанием и сильной кислотой

**Гидролиз не происходит,**  
среда водного раствора – нейтральная (pH=7),  
**лакмус фиолетовый**

Примеры солей:  **$KClO_4$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $RbCl$ ,  $Ba(NO_3)_2$**  и др.



# Гидролиз солей различных ТИПОВ

## Тип соли

1. Соль образована  
сильным  
основанием  
и слабой кислотой

Гидролиз  
по аниону

Среда щелочная  
( $\text{pH} > 7$ )

2. Соль образована  
слабым основанием  
и сильной кислотой

Гидролиз  
по катиону

Среда кислая  
( $\text{pH} < 7$ )

3. Соль образована  
слабым основанием  
и слабой кислотой

Гидролиз  
по катиону и аниону

Характер среды водного  
раствора определяется  
соотношением силы  
кислоты и основания

4. Соль образована  
сильной кислотой  
и сильным  
основанием

Гидролизу  
не подвергается

Среда нейтральная  
( $\text{pH} = 7$ )



# Как можно количественно охарактеризовать процессы гидролиза?

Тип соли	Пример	Константа гидролиза
Соль образована <b>слабой кислотой</b> и сильным основанием	<b>НСООК</b> $\text{НСОО}^- + \text{НОН} \rightleftharpoons \text{НСООН} + \text{ОН}^-$	$K_{\text{гидр.}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{кисл.}}}$
Соль образована <b>слабым основанием</b> и сильной кислотой	<b>NH<sub>4</sub>Cl</b> $\text{NH}_4^+ + \text{НОН} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$	$K_{\text{гидр.}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{осн.}}}$
Соль образована <b>слабой кислотой</b> и <b>слабым основанием</b>	<b>NH<sub>4</sub>F</b> $\text{NH}_4^+ + \text{F}^- + \text{НОН} \rightleftharpoons \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{HF}$	$K_{\text{гидр.}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_{\text{кисл.}} \times K_{\text{осн.}}}$

**Вывод:** чем слабее кислота или основание (чем меньше  $K_{\text{кисл.}}$  или  $K_{\text{осн.}}$ ), тем сильнее протекает гидролиз соли:

Кислота	HF	HNO <sub>2</sub>	НСlO	HCN
$K_{\text{кисл.}}$	$1,0 \cdot 10^{-3}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$4,9 \cdot 10^{-10}$
Соли	KF	KNO <sub>2</sub>	KClO	KCN


  
**усиление гидролиза**

Константа гидролиза  $K_{\text{гидр.}}$  связана со **степенью гидролиза  $h$** :

$$K_{\text{гидр.}} = \frac{h^2 C}{1 - h}$$

Если  $h \ll 1$ , то  $K_{\text{гидр.}} = h^2 C$ ,

$$h = \sqrt{\frac{K_{\text{гидр.}}}{C}}$$



# Как можно сместить равновесие гидролиза?

**Степень гидролиза**

$$h = \sqrt{\frac{K_{\text{гидр.}}}{C_{\text{соли}}}}$$

Для **усиления гидролиза** (смещения равновесия в сторону продуктов реакции) необходимо:

- разбавить раствор (добавить воды)

**В соответствии с принципом Ле Шателье:**

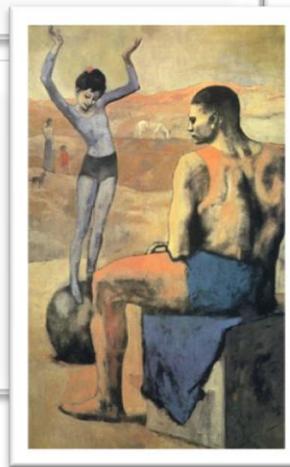
- повысить температуру (гидролиз – процесс эндотермический)
- связать один из продуктов гидролиза (ионы  $\text{H}^+$  или  $\text{OH}^-$ ), например, путем добавления щелочи, кислоты или другой гидролизующейся соли

Для **ослабления гидролиза** необходимо:

- увеличить концентрацию соли

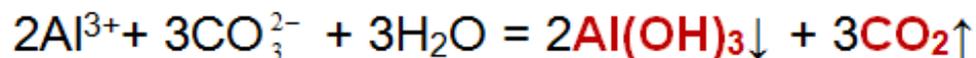
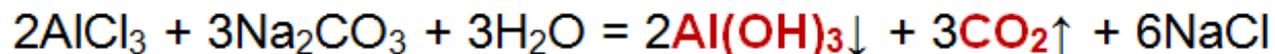
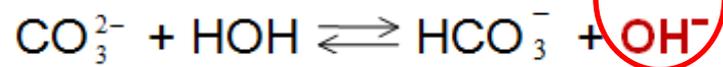
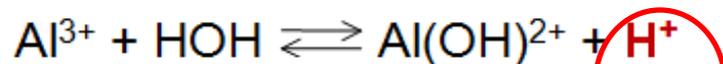
**В соответствии с принципом Ле Шателье:**

- понизить температуру
- добавить к раствору один из продуктов гидролиза



# Взаимное усиление гидролиза

Равновесие в растворах  $\text{AlCl}_3$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ :

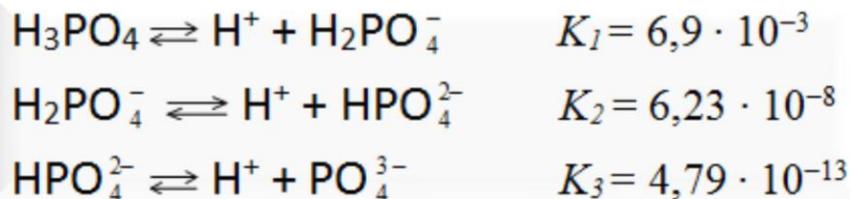


Соли, подвергающиеся необратимому гидролизу, **нельзя получить в результате реакции обмена** путем смешивания водных растворов соответствующих солей вследствие **взаимного усиления гидролиза!**

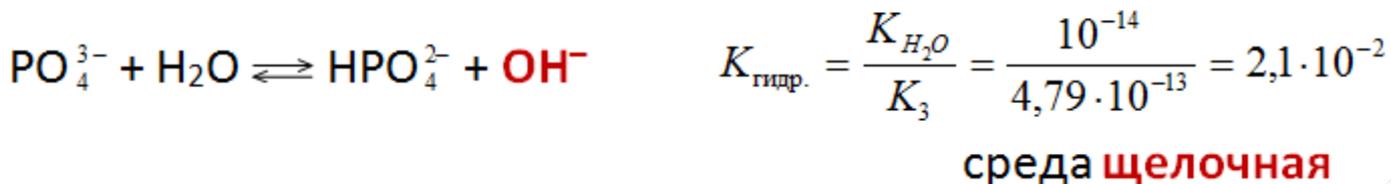
При действии избытка раствора карбоната натрия на соли **алюминия, железа (III) и хрома (III)** в осадок выпадают **гидроксиды**, а на соли **цинка, свинца и меди** — **основные карбонаты**.



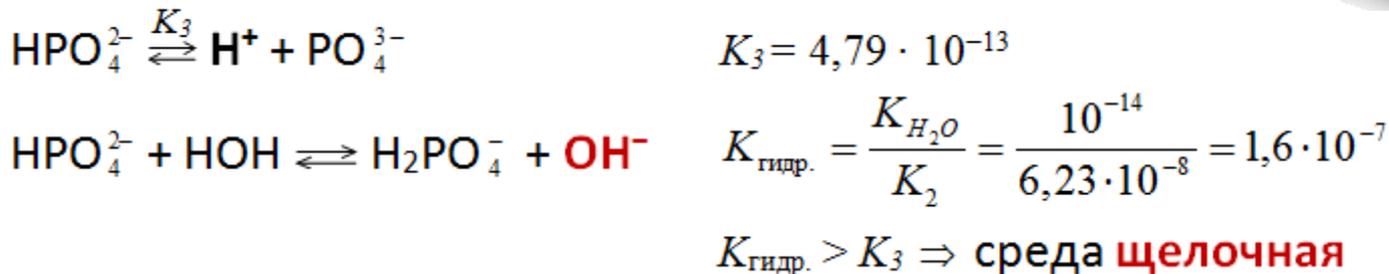
# Как определить характер среды в растворах кислых солей?



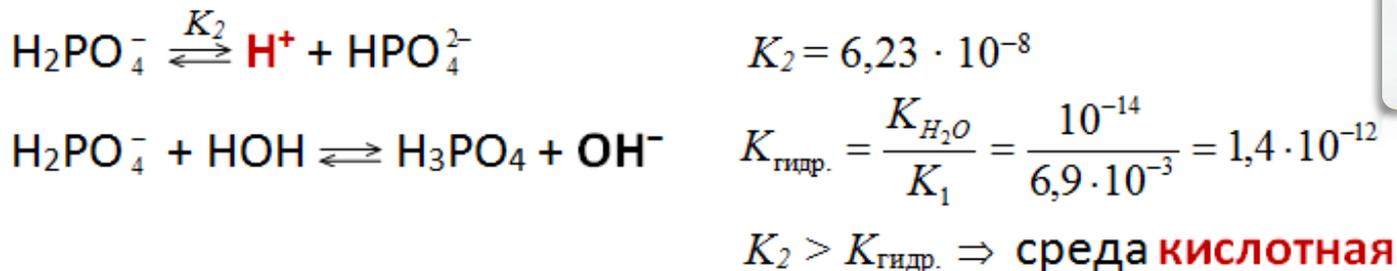
**Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>**



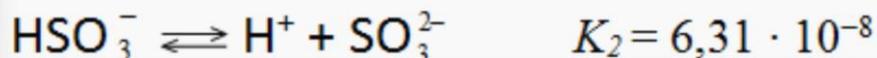
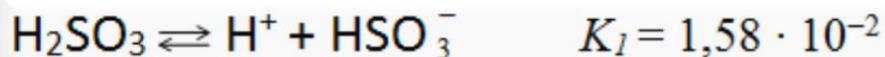
**Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>**



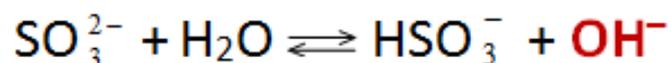
**NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>**



# Как определить характер среды в растворах кислых солей?



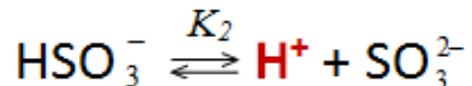
## **Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>**



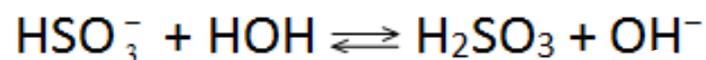
$$K_{\text{гидр.}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_2} = \frac{10^{-14}}{6,31 \cdot 10^{-8}} = 1,6 \cdot 10^{-7}$$

среда **щелочная**

## **NaHSO<sub>3</sub>**

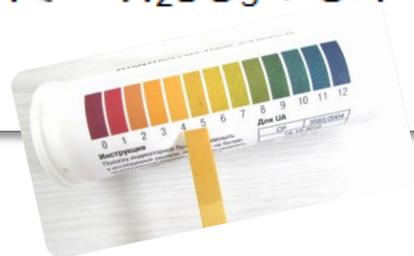


$$K_2 = 6,31 \cdot 10^{-8}$$

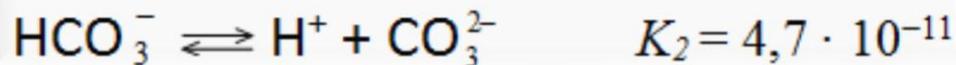
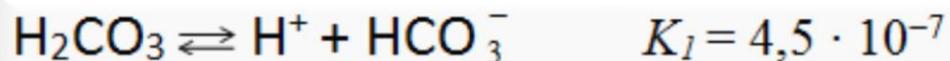


$$K_{\text{гидр.}} = \frac{K_{\text{H}_2\text{O}}}{K_1} = \frac{10^{-14}}{1,58 \cdot 10^{-2}} = 6,3 \cdot 10^{-13}$$

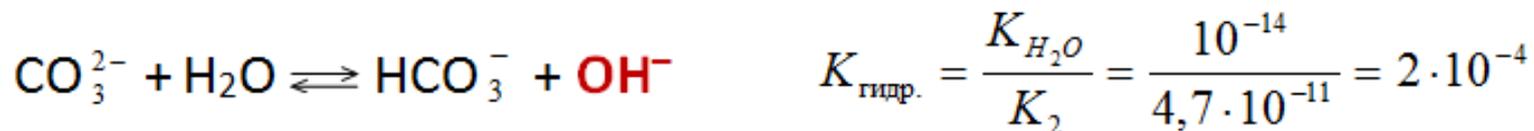
$K_2 > K_{\text{гидр.}} \Rightarrow$  среда **кислотная**



# Как определить характер среды в растворах кислых солей?

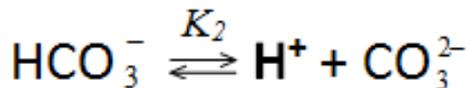


## $\text{Na}_2\text{CO}_3$



среда **щелочная**

## $\text{NaHCO}_3$



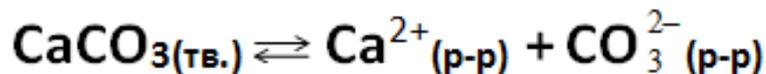
$$K_2 = 4,7 \cdot 10^{-11}$$



$K_{\text{гидр.}} > K_2 \Rightarrow$  среда **щелочная**



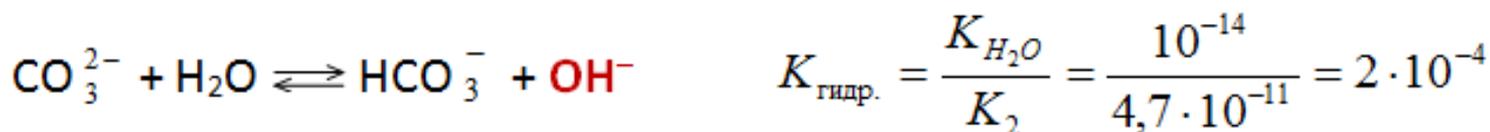
# Гидролизуются ли нерастворимые в воде соли?



$$P_P = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}] = 4,8 \cdot 10^{-9}$$

Концентрация карбонат-ионов в насыщенном растворе:

$$[\text{CO}_3^{2-}] = \sqrt{P_P} = \sqrt{4,8 \cdot 10^{-9}} = 6,93 \cdot 10^{-5} \text{ (моль/л)}$$



Закон разбавления Оствальда:

$$K_{\text{гидр.}} = \frac{h^2 C}{1-h} \quad 2 \cdot 10^{-4} = \frac{h^2 \cdot 6,93 \cdot 10^{-5}}{1-h}$$

Степень гидролиза  $h = 0,79$ , или 79%.

Концентрация гидроксид-ионов:  $[\text{OH}^-] = hC = 0,79 \cdot 6,93 \cdot 10^{-5} = 5,5 \cdot 10^{-5} \text{ (моль/л)}$

$$p\text{OH} = -\lg 5,5 \cdot 10^{-5} = 4,26$$

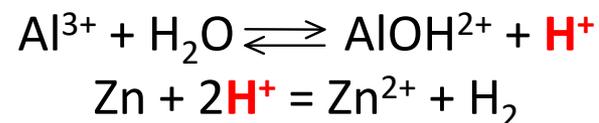
$$p\text{H} = 14 - p\text{OH} = 14 - 4,26 = 9,74$$



# Проблемный эксперимент при изучении темы «Гидролиз солей»

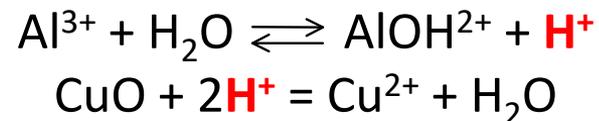
1. Взаимодействие растворов солей алюминия с цинком

**Почему выделяется водород?**



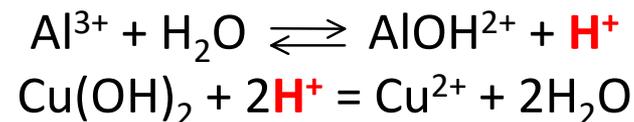
2. Взаимодействие растворов солей алюминия с оксидом меди(II)

**Почему растворяется оксид меди(II)?**



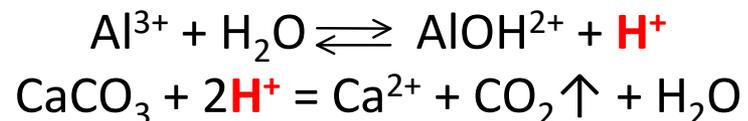
3. Взаимодействие растворов солей алюминия с нерастворимым основанием – гидроксидом меди(II)

**Почему растворяется гидроксид меди(II)?**



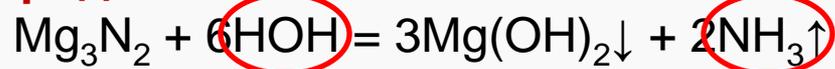
4. Взаимодействие растворов солей алюминия с карбонатом кальция

**Почему выделяется газ?**

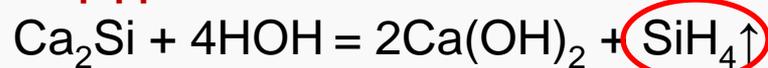


# Гидролиз бинарных неорганических соединений

## Нитриды металлов:

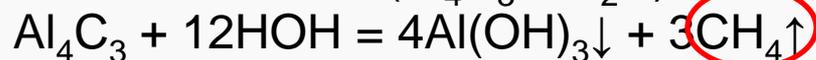


## Силициды активных металлов:

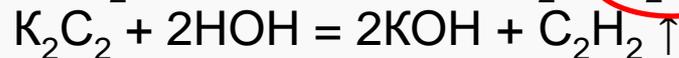
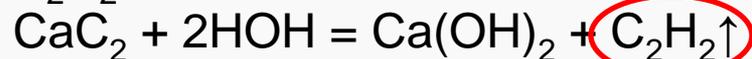


## Карбиды:

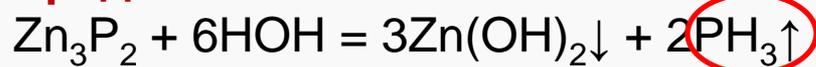
□ **метаниды** ( $\text{Al}_4\text{C}_3$ ,  $\text{Be}_2\text{C}$ )



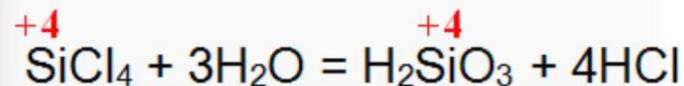
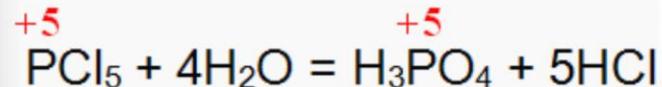
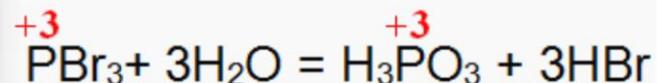
□ **ацетилениды** ( $\text{CaC}_2$ ,  $\text{MgC}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{C}_2$ ,  $\text{K}_2\text{C}_2$ )



## Фосфи́ды металлов:



## Галогениды неметаллов:



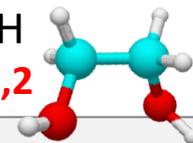
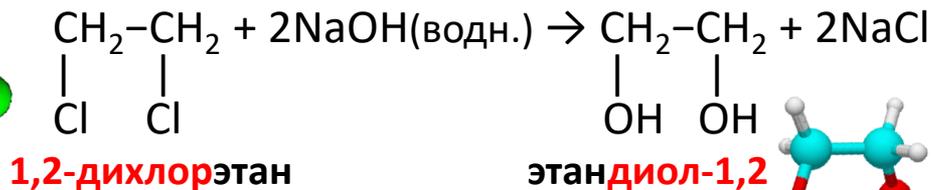
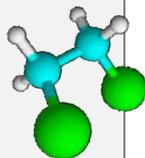
# Гидролиз органических соединений



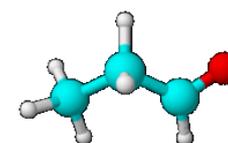
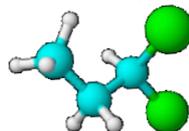
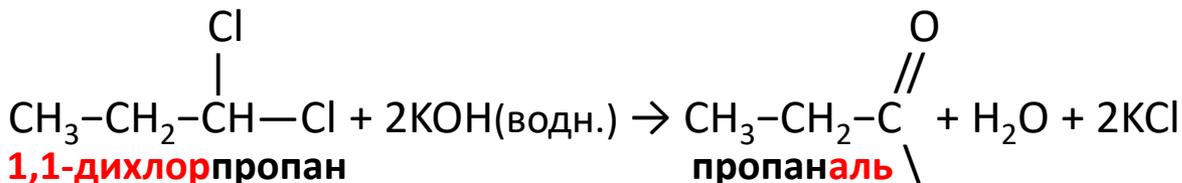
# Гидролиз галогенпроизводных углеводородов

## Дигалогенпроизводные УВ

- Гидролиз **вицинальных** дигалогенидов приводит к образованию **гликолей**

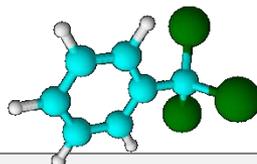
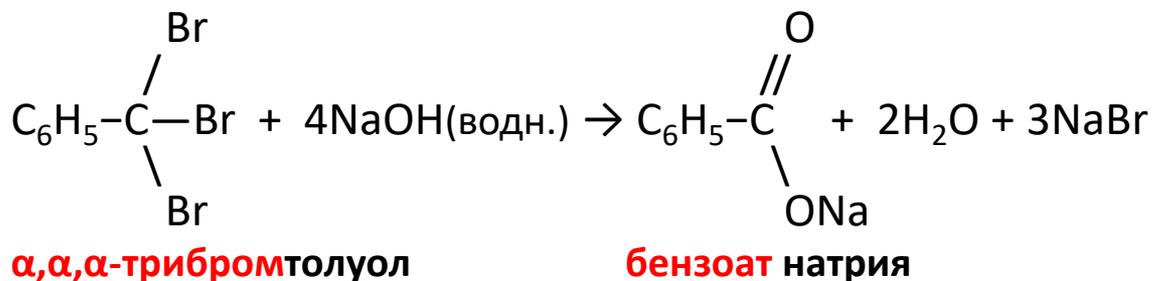


- Гидролиз **геминальных** дигалогенидов приводит к образованию **карбонильных соединений** (альдегидов или **кетонов**)



## Тригалогенпроизводные УВ

- Гидролиз **тригалогенметилпроизводных** дигалогенидов приводит к образованию **карбоновых кислот** (в щелочной среде – **солей карбоновых кислот**)

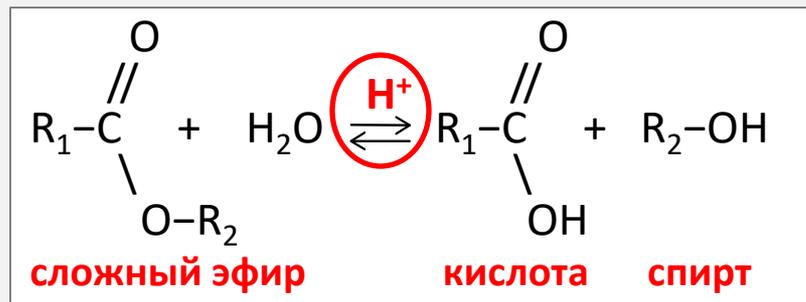


# Гидролиз производных карбоновых кислот

## ➤ Сложные эфиры

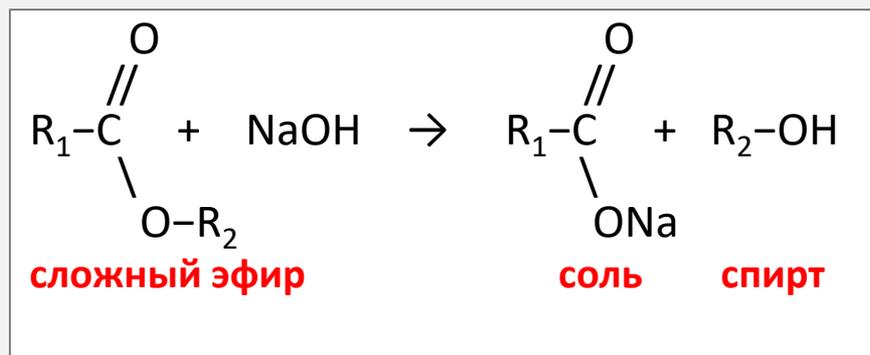
✓ В **кислотной среде**

гидролиз протекает **обратимо**:

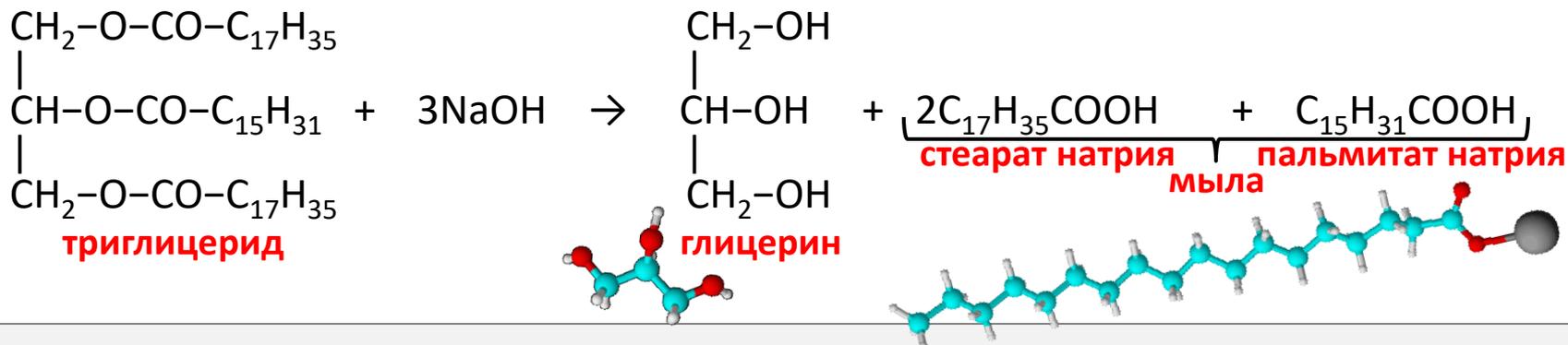


✓ В **щелочной среде**

гидролиз протекает **необратимо**:

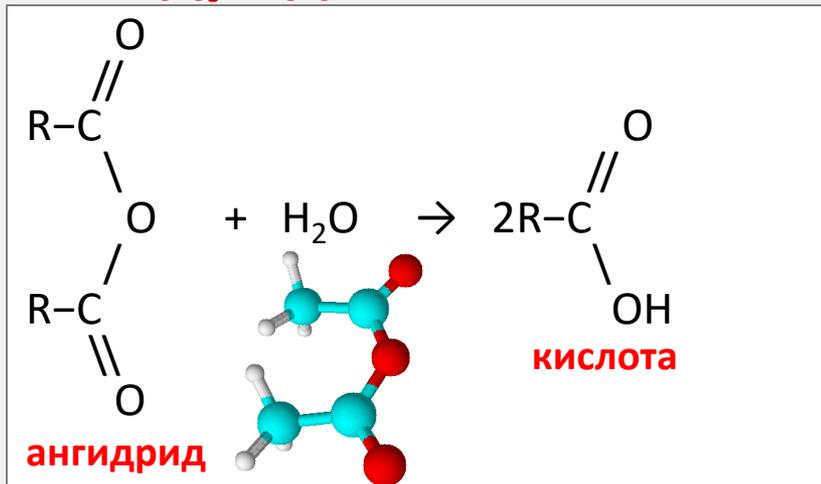


✓ **Щелочной гидролиз жиров – «омыление»:**

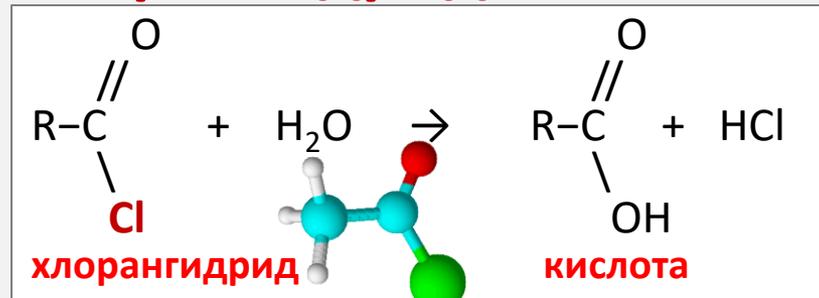


# Гидролиз производных карбоновых кислот

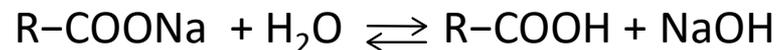
## ➤ Ангидриды



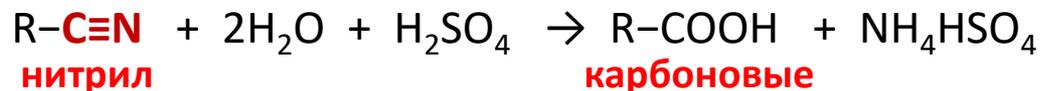
## ➤ Хлорангидриды



## ➤ Соли



## ➤ Нитрилы

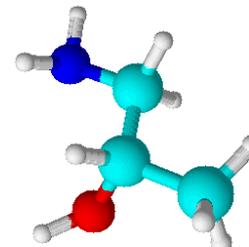
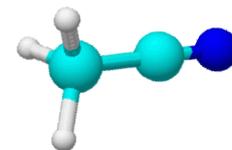
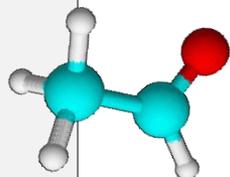
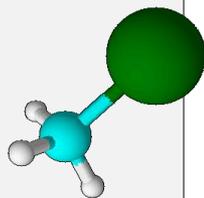
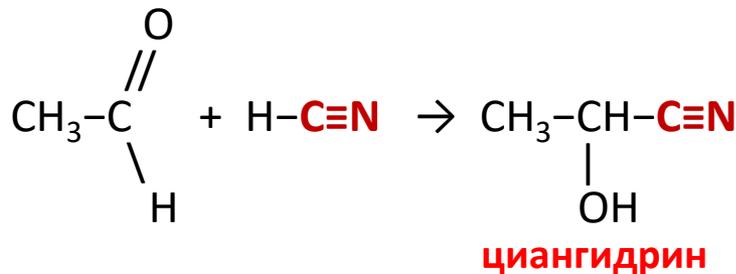


Получение нитрилов:

✓ замещение атомов галогенов в алкилгалогенидах:



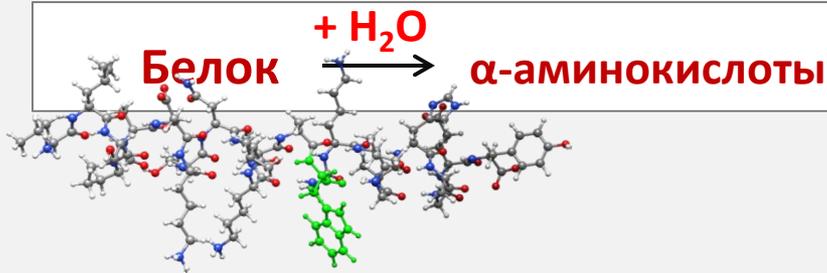
✓ присоединение синильной кислоты к альдегидам и кетонам:



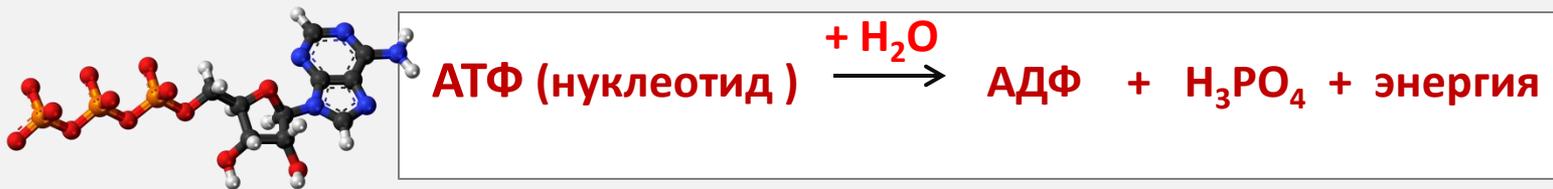
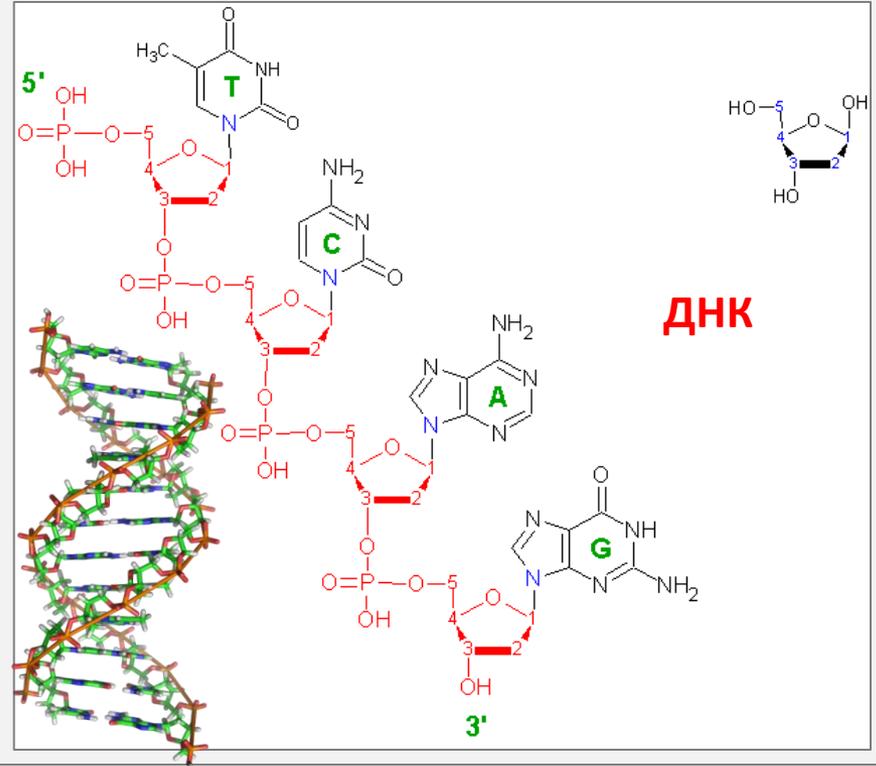


# Гидролиз белков и нуклеиновых кислот

## ➤ Белки



## ➤ Нуклеиновые кислоты



## УМК «ХИМИЯ. 10-11 классы»

О.С. Габриеляна и др.

## УМК «ХИМИЯ. 10-11 классы»

Н.Е. Кузнецовой и др.



## УМК «ХИМИЯ. 10-11 классы»

В.В. Еремина и др.



# Возможности УМК «Химия» для подготовки к экзамену по теме «Гидролиз»

§ 23

## Гидролиз неорганических и органических соединений

? Какой процесс называется гидролизом? Какие соли подвергаются гидролизу?  
Водные растворы каких из нижеперечисленных веществ будут вызывать изменение окраски индикатора:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaCN}$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{KClO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ? Напишите ионные и молекулярные уравнения процессов, протекающих при взаимодействии указанных солей с водой.

Вода не только хорошо растворяет многие вещества, но и вступает с ними в химические реакции. К числу таких реакций относятся реакции обмена.

Разновидность реакций обмена – *гидролиз* (от лат. *hydro* – «вода», *lysis* – «разложение»). В курсе неорганической и органической химии вы неоднократно встречались с реакциями гидролиза.

! **Гидролиз** – это реакция обменного взаимодействия химического соединения с молекулами воды.

Вы уже знаете, что некоторые соли и некоторые органические соединения, например жиры, полисахариды, белки, при взаимодействии с водой подвергаются гидролизу.

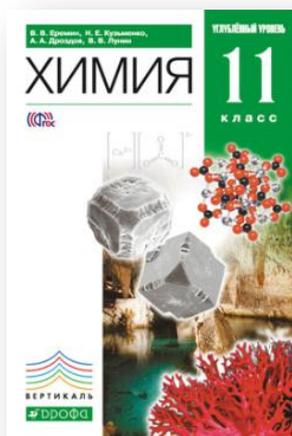
Реакции гидролиза имеют огромное биологическое значение, так как происходят в живых организмах при процессах обмена веществ, в частности при пищеварении. Пища, которую мы употребляем, состоит из белков, жиров, углеводов. В желудочно-кишечном тракте белки гидролизуются до аминокис-



# Возможности УМК «Химия» для подготовки к экзамену по теме «Гидролиз»



# Возможности УМК «Химия» для подготовки к экзамену по теме «Гидролиз»



Константы диссоциации кислот и оснований при 25 °С

Кислота	$K_1$ ( $pK_1$ )	$K_2$ ( $pK_2$ )	$K_3$ ( $pK_3$ )
$H_2SO_4$	—	$1,1 \cdot 10^{-2}$ (2,0)	
$CCl_3COOH$	$2,2 \cdot 10^{-2}$ (1,7)		
$H_2SO_3$	$2,0 \cdot 10^{-2}$ (1,7)	$6,3 \cdot 10^{-8}$ (7,2)	
$H_3PO_4$	$7,2 \cdot 10^{-3}$ (2,1)	$6,2 \cdot 10^{-8}$ (7,2)	$4,6 \cdot 10^{-13}$ (12,3)
HF	$6,7 \cdot 10^{-4}$ (3,2)		
$HNO_2$	$5,1 \cdot 10^{-4}$ (3,3)		
HCOOH	$1,8 \cdot 10^{-4}$ (3,7)		
$CH_3COOH$	$1,7 \cdot 10^{-5}$ (4,8)		
$H_2CO_3$	$4,3 \cdot 10^{-7}$ (6,4)	$4,7 \cdot 10^{-11}$ (10,3)	
$H_2S$	$1,1 \cdot 10^{-7}$ (7,0)	$1,2 \cdot 10^{-13}$ (12,9)	
HClO	$2,8 \cdot 10^{-8}$ (7,6)		
$C_6H_5OH$	$1,0 \cdot 10^{-10}$ (10,0)		
$H_2O$	$1,8 \cdot 10^{-16}$ (15,7)		
$Ba(OH)_2$	—	0,23 (0,6)	
$Ca(OH)_2$	—	$5,9 \cdot 10^{-2}$ (1,2)	
$Fe(OH)_2$	$1,2 \cdot 10^{-2}$ (1,9)	$5,5 \cdot 10^{-8}$ (7,3)	
$NH_3$	$1,7 \cdot 10^{-5}$ (4,8)		
$Zn(OH)_2$	$1,3 \cdot 10^{-5}$ (4,9)	$4,9 \cdot 10^{-7}$ (4,3)	
$Al(OH)_3$	$8,3 \cdot 10^{-9}$ (8,1)	$2,1 \cdot 10^{-9}$ (8,7)	$1,0 \cdot 10^{-9}$ (9,0)
$Fe(OH)_3$	$4,8 \cdot 10^{-11}$ (10,3)	$1,8 \cdot 10^{-11}$ (10,7)	$1,5 \cdot 10^{-12}$ (11,8)

# Возможности УМК «Химия» для подготовки к экзамену по теме «Гидролиз»

## Практическая работа № 3

ОБЪЕДИНЕННАЯ  
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА



### Решение экспериментальных задач по теме «Гидролиз»

Влейте в пробирку 2–3 мл раствора хлорида алюминия, прилейте к нему 1–2 мл раствора сульфата натрия. Какие изменения наблюдаются в растворе? Запах какого вещества ощущается? Объясните наблюдаемые явления и напишите уравнение реакции.

2. Вам даны две стеклянные трубки со свернувшимся белком. Погрузите одну из них в раствор аптечного ледяного сока\*, другую — в 3,5%-й раствор соляной кислоты. (Раствор ледяного сока и раствор соляной кислоты)

**Проблема.** Почему не существует таких солей, как алюминия или карбонат железа (III)?

Обратимся с лабораторным опытом.

**1. Влияние температуры на степень гидролиза.** Налейте в пробирку 3–4 мл раствора ацетата натрия и добавьте несколько капель фенолфталеина. Отметьте цвет индикатора. Нагрейте до кипения. Обратите внимание: изменился ли цвет раствора? Охладите пробирку под струёй воды. Как изменился цвет раствора при его охлаждении? Напишите уравнение гидролиза в молекулярной и ионной формах. Как происходит смещение равновесия гидролиза при нагревании?

**2. Взаимное усиление гидролиза.** Налейте в пробирку 2–3 мл раствора хлорида алюминия и добавьте 1–2 мл раствора сульфата натрия. Что наблюдаете? Как вы думаете, какие вещества появляются в растворе?

### Лабораторный опыт 3. Гидролиз солей

1. При помощи универсальной индикаторной бумаги определите pH дистиллированной воды и растворов хлорида натрия, хлорида алюминия, карбоната натрия.

### Практическая работа 7. Гидролиз крахмала

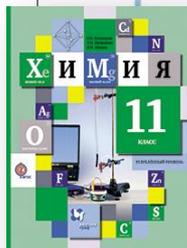
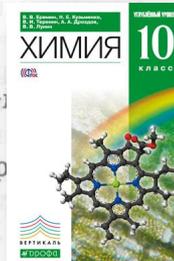
**Реактивы:** крахмал, дистиллированная вода, раствор йода, сульфата меди(II), гидроксида натрия, 10%-й раствор серной кислоты.

**Оборудование и материалы:** воронка, фильтр-бумага, лабораторный штатив, стакан на 50 мл, пробирками, спиртовка.

Приготовьте крахмальный клейстер. 0,25 г крахмала промойте на фильтре дистиллированной водой. Промытый крахмал небольшими порциями при перемешивании внесите в стакан с 25 мл кипящей дистиллированной воды. Дайте раствору остыть. Что представляет собой крахмальный клейстер?

Испытайте отношение крахмального клейстера к слабому раствору йода и к свежесосажденному гидроксиду меди(II). Какое вещество служит реагентом на крахмал?

**Гидролиз целлюлозы.** В фарфоровую ступку помещают немного ваты, смачивают её концентрированной серной кислотой и растирают вату пестиком. Полученную кашу разбавляют водой, переносят в стакан и кипятят, пока не произойдет гидролиз. К 2–3 мл полученного раствора приливают 2–3 капли раствора сульфата меди(II) и 5–7 капель концентрированного раствора щелочи (она должна быть в избытке). При дальнейшем нагревании получается осадок красного цвета — оксид меди(I).



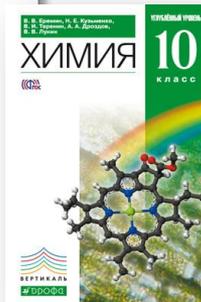
# Возможности УМК «Химия» для подготовки экзамену по теме «Гидролиз»

## ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Какую среду имеют водные растворы карбоната калия, хлорида цинка, нитрата кальция, хлорида аммония, силиката натрия? Напишите уравнения гидролиза в сокращённом ионном виде.
2. Как изменяется рН раствора при увеличении концентрации ионов водорода?
3. Какую соль следует добавить в воду для получения щелочной среды; кислотной среды?
4. Почему при добавлении сульфида натрия к раствору нитрата хрома(III) выпадает осадок гидроксида хрома(III)? Напишите уравнение реакции.
5. Какое вещество необходимо добавить к раствору сульфата меди(II) для предотвращения или ослабления гидролиза?
6. Какие из предложенных солей ( $\text{NaI}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{KNO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{ZnF}_2$ ): а) гидролизуются по катиону; б) гидролизуются по аниону; в) гидролизуются по катиону и по аниону; г) не гидролизуются?

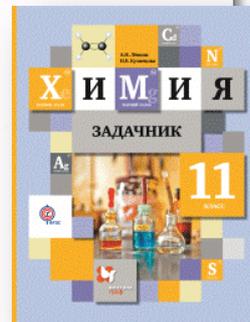
Гидролиз солей

77



# Возможности УМК «Химия» для подготовки экзамену по теме «Гидролиз»

**6–132.** Подберите по два примера веществ, гидролиз которых в водных растворах соответствует следующим сокращенным ионным уравнениям:



**6–137.** Напишите уравнения реакций гидролиза: а) хлорида железа (III); б) нитрата висмута (III).

**6–142.** Напишите уравнения необратимого гидролиза следующих веществ:

а) нитрида лития;

в) карбида алюминия;

б) фосфида кальция;

г) хлорида фосфора (V).

# Возможности УМК «Химия» для подготовки экзамену по теме «Гидролиз»

6–138. Цинковую пластинку поместили в водный раствор хлорида цинка. Через некоторое время наблюдали появление пузырьков газа. Какой это газ? Объясните наблюдаемое явление.

6–139. При смешивании водных растворов карбоната натрия и хлорида алюминия выпадает белый студенистый осадок и наблюдается появление пузырьков газа. Объясните наблюдаемое явление. Запишите уравнение реакции в молекулярной, полной и сокращенной ионной форме.

6–140. Что происходит при смешивании водных растворов:

- а) карбоната натрия и сульфата алюминия;
- б) сульфида натрия и нитрата хрома (III)?

Запишите уравнение реакции в полной и сокращенной ионной форме.



10 Разместите соли в порядке возрастания кислотности среды их водных растворов:  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{Na}(\text{CH}_2\text{ClCOO})$ ,  $\text{Na}(\text{CH}_3\text{COO})$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Дайте объяснение.

11 Добавление каких из приведённых ниже веществ к раствору хлорида железа (III) усилит гидролиз соли:  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Zn}$ ? Дайте пояснения.

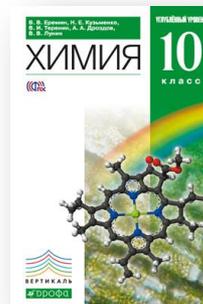
12 Предложите способы: а) подавления гидролиза сульфида калия в водном растворе; б) усиления гидролиза хлорида аммония в водном растворе.



# Возможности УМК «Химия» для подготовки к экзамену по теме «Гидролиз»

3. Заполните таблицу, записав реакции, при помощи которых могут быть получены ацетальдегид, ацетон, ацетофенон. Учтите, что не все перечисленные карбонильные соединения могут быть получены всеми приведёнными в таблице методами.

Методы получения	Ацетальдегид	Ацетон	Ацетофенон
Окисление спиртов			
<b>Гидролиз геминальных диалогенидов</b>			
Гидратация алкинов			
Декарбоксилирование солей карбоновых кислот			
Ацилирование аренов			



10. Заполните таблицу, характеризующую химические свойства дисахаридов. Напишите уравнения реакций в тех случаях, когда это возможно.

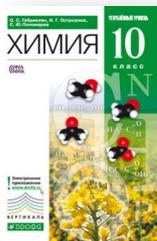
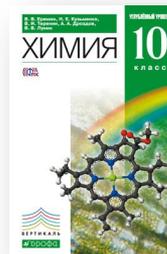
Свойства	Сахароза	Мальтоза
<b>Гидролиз</b>		
Реакция «серебряного зеркала»		
Реакция с бромной водой		
Реакция с метанолом в присутствии хлороводорода		
Реакция с иодметаном		
Реакция с уксусным ангидридом		

# Возможности УМК «Химия» для подготовки к экзамену по теме «Гидролиз»

6. Гидролизом каких галогенопроизводных можно получить этиленгликоль (CH<sub>2</sub>OH—CH<sub>2</sub>OH), уксусный альдегид (CH<sub>3</sub>CHO), ацетат натрия (CH<sub>3</sub>COONa)?

6. Напишите уравнение омыления трипальмитата раствором гидроксида натрия. Назовите полученные продукты. Где они используются?

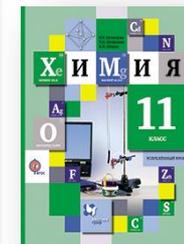
4. Назовите дисахарид, который образуется при неполном гидролизе: а) крахмала; б) целлюлозы.



9. Напишите уравнение гидролиза белков, имеющих общую формулу  $\left[ \begin{array}{c} \text{—NH—CH—CO—} \\ | \\ \text{R} \end{array} \right]_n$ .

8. Используя химическую литературу и другие источники, изучите, что такое буферные системы. Какую роль играет гидролиз солей в буферных системах?

9. Составьте таблицу, обобщающую сведения о гидролизе органических веществ. В таблице укажите исходные вещества, которые подвергаются гидролизу, продукты гидролиза, условия осуществления реакции гидролиза данных веществ.



# Задания по теме «Гидролиз» в формате ЕГЭ

Какие из утверждений о процессах гидролиза верны?

А. Карбонат кальция не подвергается гидролизу.

Б. Продуктом полного гидролиза крахмала является фруктоза.

- |                   |                         |
|-------------------|-------------------------|
| 1) верно только А | 3) верны оба суждения   |
| 2) верно только Б | 4) неверны оба суждения |

Гидролиз хлорида железа (III) усилится при добавлении к водному раствору этой соли

- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| 1) соляной кислоты  | 4) гидроксида натрия |
| 2) нитрата алюминия | 5) сульфата цинка    |
| 3) оксида кальция   | 6) карбоната калия   |

Ответ:

--	--	--



Установите соответствие между названием соли и сокращённым ионным уравнением её гидролиза по первой ступени.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

- А) сульфит натрия
- Б) гидросульфид натрия
- В) фосфат натрия
- Г) гидрофосфат натрия

СОКРАЩЁННОЕ ИОННОЕ УРАВНЕНИЕ

- 1)  $\text{PO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HPO}_4^{2-} + \text{OH}^-$
- 2)  $\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^-$
- 3)  $\text{PO}_4^{3-} + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{OH}^-$
- 4)  $\text{HS}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^-$
- 5)  $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HSO}_3^- + \text{OH}^-$
- 6)  $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$

# Задания по теме «Гидролиз» в формате ЕГЭ

Установите соответствие между формулой соли и средой её водного раствора.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

СРЕДА РАСТВОРА

- А) гипохлорит кальция
- Б) хлорат натрия
- В) иодид бария
- Г) фторид калия

- 1) кислотная
- 2) нейтральная
- 3) щелочная



Установите соответствие между формулой соли и цветом лакмуса в её водном растворе.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

ЦВЕТ ЛАКМУСА

- А) фосфат натрия
- Б) гидрофосфат натрия
- В) дигидрофосфат натрия
- Г) гидросульфит натрия

- 1) красный
- 2) фиолетовый
- 3) синий

Установите соответствие между названием вещества и конечными продуктами его гидролиза.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТЫ ГИДРОЛИЗА

- А) белок
- Б) жир
- В) крахмал
- Г) целлюлоза

- 1) глюкоза
- 2) сахароза
- 3)  $\alpha$ -аминокислоты
- 4) карбоновые кислоты и глицерин
- 5) дипептиды
- 6) карбоновые кислоты и этиленгликоль

# Задания по теме «Гидролиз» в формате ЕГЭ

Из предложенного перечня солей выберите две соли, водные растворы которых имеют такую же среду, как и раствор сульфата аммония.

- 1) хлорид калия                      3) карбонат натрия                      5) бромид железа (III)  
2) нитрат бария                      4) нитрат свинца (II)

Ответ:

Из предложенного перечня солей выберите две соли, при сливании водных растворов которых образуется осадок и выделяется газ.

- 1)  $\text{BaCl}_2$                                       3)  $\text{AlCl}_3$                                       5)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$   
2)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$                                       4)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Ответ:

Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, которые образуются при гидролизе фосфида магния.

- 1) фосфин                                      3) фосфористая кислота                      5) гидроксид магния  
2) ортофосфорная кислота                      4) оксид магния

Ответ:

## Применяем знания о закономерностях протекания реакций гидролиза при выполнении различных заданий...

Установите соответствие между двумя веществами и реактивом, с помощью которого можно распознать эти вещества.

ВЕЩЕСТВА

А)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Б)  $\text{CH}_3\text{COOK}$  и  $\text{KBr}$

В)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

Г)  $\text{HNO}_3$ <sub>(конц)</sub> и  $\text{HCl}$ <sub>(разб)</sub>

РЕАКТИВ

1)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

2) лакмус

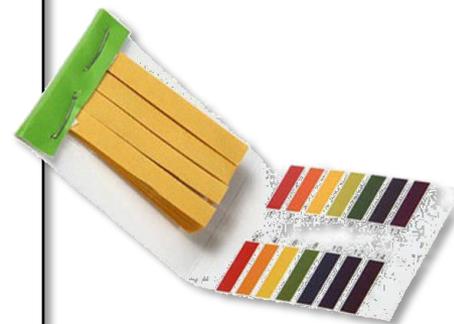
3)  $\text{Cu}$

4)  $\text{HCl}$

5)  $\text{H}_2\text{O}$

Ответ:

А	Б	В	Г



Установите соответствие между двумя веществами и признаком реакции, протекающей между ними.

ВЕЩЕСТВА

А)  $\text{FeCl}_3$ <sub>(р-р)</sub> и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ <sub>(р-р)</sub>

Б)  $\text{CuSO}_4$ <sub>(р-р)</sub> и  $\text{H}_2\text{S}$ <sub>(г)</sub>

В)  $\text{BaCl}_2$ <sub>(р-р)</sub> и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ <sub>(р-р)</sub>

Г)  $\text{NaOH}$ <sub>(р-р)</sub> и  $\text{SO}_2$ <sub>(г)</sub>

ПРИЗНАК РЕАКЦИИ

1) выпадение белого осадка

2) выпадение черного осадка

3) выделение газа с резким запахом

4) выпадение осадка и выделение газа

5) видимых признаков не наблюдается

Ответ:

А	Б	В	Г

## Применяем знания о закономерностях протекания реакций гидролиза при выполнении различных заданий...

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд солей. Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны соли в данном ряду.

1)  $\text{CH}_3\text{COOK}$       2)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$       3)  $\text{NaNO}_3$       4)  $\text{FeCl}_3$       5)  $\text{HCOOK}$       6)  $\text{BaI}_2$

1. Из указанных в ряду солей выберите две соли, в водном растворе которых лакмус имеет такую же окраску, как и в растворе сульфата цезия.

Запишите в поле ответа номера выбранных солей.

Ответ:

2. Из указанных в ряду солей выберите три соли, которые в водном растворе подвергаются гидролизу по аниону.

Расположите выбранные соли в порядке усиления их гидролиза в водном растворе.

Запишите в поле ответа номера выбранных солей в нужной последовательности.

Ответ:

3. Из указанных в ряду химических соединений выберите две соли, при взаимодействии водных растворов которых образуется осадок и выделяется газ.

Запишите в поле ответа номера выбранных солей.

Ответ:

## Применяем знания о закономерностях протекания реакций гидролиза при выполнении различных заданий...

В таблице представлены значения констант диссоциации слабых оснований по третьей ступени:

Формула основания	Al(OH) <sub>3</sub>	Ga(OH) <sub>3</sub>	Fe(OH) <sub>3</sub>	Bi(OH) <sub>3</sub>
$K_3$	$1,05 \cdot 10^{-9}$	$6,46 \cdot 10^{-12}$	$1,48 \cdot 10^{-12}$	$3,7 \cdot 10^{-13}$

Наименьшее значение pH будет иметь 0,01M раствор соли

- 1) Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>      2) Ga(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>      3) Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>      4) Bi(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>

В таблице представлены значения констант диссоциации  $K_D$  кислот, образованных галогенами:

Формула кислоты	HF	HClO	HBrO	HIО
$K_D$	$6,31 \cdot 10^{-4}$	$3,98 \cdot 10^{-8}$	$2,82 \cdot 10^{-9}$	$3,16 \cdot 10^{-11}$

Наибольшее значение pH будет иметь 0,01M раствор соли

- 1) NaF      2) NaClO      3) NaBrO      4) NaIO



$$K_{гидр.} = \frac{K_{H_2O}}{K_D}$$

## Применяем знания о закономерностях протекания реакций гидролиза при выполнении различных заданий...

В схеме превращений:  $X_1 \xrightarrow{+H_2O} Al(OH)_3 \xrightarrow{+X_2} Al(NO_3)_3$ ,  
веществами  $X_1$  и  $X_2$  соответственно являются

- 1)  $Al_2O_3$
- 2)  $AlCl_3$
- 3)  $Al_2S_3$
- 4)  $HNO_3$
- 5)  $KNO_3$

Ответ:

$X_1$	$X_2$



Даны вещества: водные растворы гидроксида калия, хлорида хрома (III), карбоната натрия, иодида калия и пероксид водорода. Напишите уравнения четырёх возможных реакций между этими веществами, не повторяя пары реагентов.

Газ, выделившийся в результате взаимодействия между растворами сульфата алюминия и сульфида калия, пропустили через раствор гексагидроксиалюмината калия. Образовавшийся осадок отфильтровали, промыли, просушили и прокалили. Твёрдый остаток сплавляли с гидроксидом натрия. Запишите уравнения описанных реакций.



## Применяем знания о закономерностях протекания реакций гидролиза при решении расчетных задач...

К 333,75 г 8%-го раствора хлорида алюминия добавили 318 г 10%-го раствора карбоната натрия. Определите массовые доли веществ в растворе после окончания реакции.

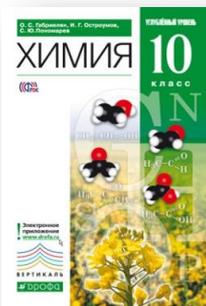
Смесь алюминия и карбида алюминия массой 19,8 г обработали избытком хлороводородной кислоты, в результате чего выделилось 6,72 л (н.у.) газа. Определите массовые доли алюминия и карбида алюминия в исходной смеси.

К 32 г карбида кальция добавили 200 мл 20%-го раствора соляной кислоты с плотностью 1,14 г/мл. Сколько граммов карбоната кальция может вступить во взаимодействие с кислотой, содержащейся в реакционной смеси? Какова массовая доля хлорида кальция в полученном растворе?

Для полного гидролиза 20,8 г смеси сложных эфиров, состоящей из этилацетата и метилформиата, необходимо затратить 71,2 мл 20%-го раствора гидроксида калия с плотностью 1,18 г/мл. Определите массовые доли сложных эфиров в смеси.



## Применяем знания о закономерностях протекания реакций гидролиза при решении расчетных задач...



1 Из 200 кг древесных опилок, массовая доля целлюлозы в которых равна 60%, в результате гидролиза было получено 72 кг глюкозы. Сколько процентов это составляет от теоретически возможного?  
Ответ: 54%.

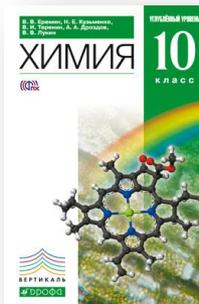
4 Каков выход этилового спирта в процентах от теоретически возможного, если из 5 т картофеля, содержащего 20% крахмала, было получено 450 л 95%-го этилового спирта с плотностью 0,8 кг/л?  
Ответ: 60,2%.

5. При полном гидролизе сахарозы образовалось 270 г смеси глюкозы и фруктозы. Определите массы сахарозы и воды, которые вступили в реакцию.

7. При взаимодействии 16,1 г дихлорметилбензола с избытком водного раствора щёлочи получено 9,54 г бензальдегида. Определите выход реакции.

3. Оцените молекулярную массу белка инсулина, если известно, что в его состав входят шесть остатков цистеина, а массовая доля серы равна 3,3%.

4. Какая масса воды израсходуется при полном гидролизе 10,0 г инсулина (см. предыдущую задачу), если известно, что в состав этого белка входит 51 аминокислотный остаток?



## Применяем знания о закономерностях протекания реакций гидролиза при решении расчетных задач...

При полном гидролизе 9,1 г фосфида некоторого металла, проявляющего в соединениях степень окисления +2, выделилось 2,24 л газа (н. у.). Установите молекулярную формулу фосфида.

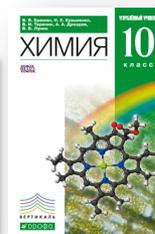
При полном гидролизе 2,64 г сложного эфира образовалось 1,8 г предельной одноосновной карбоновой кислоты и 1,38 г предельного одноатомного спирта. Установите молекулярную формулу сложного эфира.

10. Для полного гидролиза 22,2 г смеси двух изомерных сложных эфиров потребовалось 168 г 10%-го раствора гидроксида калия. При добавлении к такому же количеству смеси избытка аммиачного раствора оксида серебра выделилось 21,6 г осадка. Определите строение сложных эфиров и их содержание в исходной смеси в % (по массе).

5. При гидролизе 356 г жира, образованного одной карбоновой кислотой, образовалось 36,8 г глицерина. Установите формулу жира.

8. Для полного гидролиза образца трипептида массой 27,9 г потребовалось 3,6 г воды. Установите структуру трипептида, если известно, что при гидролизе образовалась только одна аминокислота.

10–21. При сгорании органического вещества массой 8,8 г образовался углекислый газ объемом 8,96 л (н. у.) и вода массой 7,2 г. Пары этого вещества в 2 раза тяжелее углекислого газа. В результате гидролиза этого вещества образуются спирт и карбоновая кислота. Выведите молекулярную формулу вещества и составьте структурные формулы изомеров, соответствующих условию задачи. Дайте им названия.





ОБЪЕДИНЕННАЯ  
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА



# Спасибо за внимание!

Лидия Ивановна Асанова  
[asanovali@yandex.ru](mailto:asanovali@yandex.ru)

910-391-46-47