

**IP UNIVERSITATEA DE STAT DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
„Nicolae Testemițanu”**

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ
ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ
(КАЧЕСТВЕННЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)**

**для студентов II курса,
ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА**


ФАМИЛИЯ, ИМЯ

ГРУППА





КИСЛОТНО-ОСНОВНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КАТИОНОВ

	I	II	III	IV	V	VI
КАТИОНЫ 	Li^+ , K^+ , Na^+ , NH_4^+	Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+}	Ba^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+}	Al^{3+} , Zn^{2+} , Cr^{3+} , Sn(II) , Sn(IV) , As(III) , As(V)	Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Bi^{3+} , Sb(III) , Sb(V)	Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+}
ГРУППОВОЙ РЕАКТИВ	-	HCl	H_2SO_4	NaOH (exces)	NaOH (exces)	NH_3 (exces)
СОСТАВ И СВОЙСТВА ОСАДКОВ	-	MeCl , MeCl_2	MeSO_4	Me(OH)_n растворим в избытке NaOH с образованием гидроксокомплексов	Me(OH)_n Нерастворим в избытке NaOH	Me(OH)_n растворим в избытке реактива $[\text{Me}(\text{NH}_3)_n]^{n+}$

АНАЛИЗ КАТИОНОВ ПЕРВОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

1. Характеристика катионов I аналитической группы

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Реакции обнаружения

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
K⁺	<i>H₂C₄H₄O₆</i>			
K⁺	<i>NaHC₄H₄O₆</i>			
K⁺	<i>Na₃[Co(NO₂)₆]</i>			
K⁺	<i>Na₂Pb[Cu(NO₂)₆]</i>			

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
Na ⁺	$K[Sb(OH)_6]$			
Na ⁺	$Zn(UO_2)_3(CH_3COO)_8$			
Li ⁺	Na_2CO_3			
Li ⁺	Na_2HPO_4			
Li ⁺	NaF			

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
NH_4^+	<i>NaOH</i>			
NH_4^+	<i>K₂[HgI₄]</i>			

Реакции окрашивания пламени:

K^+ -

Na^+ -

Li^+ -

Анализ смеси катионов I аналитической группы

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ВЫВОД:

.....

АНАЛИЗ КАТИОНОВ II АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

1. Характеристика катионов II аналитической группы

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Продукты общих и избирательных реакций катионов II аналитической группы

РЕАКТИВЫ	Ag⁺	Pb²⁺
HCl		
NaOH		
H₂S		
NH₃ (изб.)		
KI		
K₂CrO₄		

Реакции обнаружения

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
Ag^+	<i>HCl</i>			
Ag^+	<i>CH₂O</i>			
Ag^+	<i>MnSO₄ + (NH₄)₂S₂O₈</i>			

Pb²⁺	<i>KI</i>			
Pb²⁺	<i>H₂SO₄</i>			

Продукты общих реакций катионов III аналитической группы

РЕАКТИВЫ	Ba²⁺	Ca²⁺
H₂SO₄		
(NH₄)₂C₂O₄		
Na₂CO₃ или (NH₄)₂CO₃		
Na₂HPO₄		

Реакции обнаружения

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
Ba²⁺	$K_2Cr_2O_7$			
Ba²⁺	H_2SO_4			
Ca²⁺	$(NH_4)_2C_2O_4$			

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
Ca^{2+}	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$			
Ca^{2+}	H_2SO_4			

Реакция окрашивания пламени:

Ca^{2+} -

АНАЛИЗ СМЕСИ КАТИОНОВ I - III АНАЛИТИЧЕСКИХ ГРУПП

1. Предварительные испытания:

- a)
-
-
-
-
-
- b)
-
-
-
-
-
- c)
-
-
-
-
-
- d)
-
-
-

АНАЛИЗ КАТИОНОВ IV АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

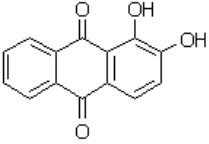
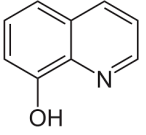
1. Характеристика катионов IV аналитической группы:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Продукты общих и избирательных реакций катионов IV аналитической группы

РЕАКТИВЫ	Al³⁺	Cr³⁺	Zn²⁺	As(III)	As(V)
NaOH (1:1)					
NaOH (избыток)					
NH₃ (избыток)					
H₂S					
Na₂CO₃					
Na₂HPO₄					

Реакции обнаружения

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
Al^{3+}	$Co(NO_3)_2$			
Al^{3+}				
Al^{3+}	$NaOH + NH_4Cl$			
Al^{3+}				

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
Zn²⁺	<i>K₄[Fe(CN)₆]</i>			
Zn²⁺	<i>H₂S</i>			
Zn²⁺	<i>Co(NO₃)₂</i>			
Cr³⁺	<i>Реакция окисления Cr(III) до H₂Cr₂O₆</i>			

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
As(III)	H_2S			
As(III)	$AgNO_3$			
As(III)	Zn			
As(III)	I_2			

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
As(V)	H_2S			
As(V)	$AgNO_3$			
As(V)	Zn			
As(V)	$MgCl_2 + NH_4Cl + NH_3$			

АНАЛИЗ КАТИОНОВ V АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

1. Характеристика катионов V аналитической группы:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Продукты общих и избирательных реакций катионов V аналитической группы

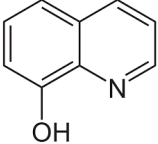
РЕАКТИВЫ	Fe²⁺	Fe³⁺	Mn²⁺	Mg²⁺	Bi³⁺
NaOH					
NaOH + H₂O₂					
NH₃					
H₂S					
Na₂CO₃					
Na₂HPO₄					

Реакции обнаружения

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
Fe²⁺	$K_3[Fe(CN)_6]$			
Fe²⁺	H_2S			
Fe²⁺	$\begin{array}{c} H_3C - \underset{ }{C} = N - OH \\ H_3C - C = N - OH \end{array}$			

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
Fe³⁺	<i>K₄[Fe(CN)₆]</i>			
Fe³⁺	<i>KSCN</i>			
Mn²⁺	<i>PbO₂</i>			
Mn²⁺	<i>NaBiO₃</i>			

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
Bi³⁺	<i>H₂O</i>			
Bi³⁺	<i>Na₂[Sn(OH)₄]</i>			
Bi³⁺	<i>KI</i>			
Bi³⁺	<i>H₂S</i>			

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
Mg²⁺	<i>Na₂HPO₄</i>			
Mg²⁺				

АНАЛИЗ КАТИОНОВ VI АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

1. Характеристика катионов VI аналитической группы:

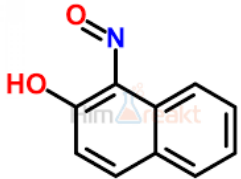
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Продукты общих и избирательных реакций катионов VI аналитической группы

РЕАКТИВЫ	Cu²⁺	Co²⁺	Ni²⁺
NaOH			
NH₃ (разб.)			
NH₃ (конц.)			
NH₃ (конц.) + NH₄Cl			
H₂S			
Na₂CO₃			

Реакции обнаружения

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
Cu²⁺	<i>NH₃</i>			
Cu²⁺	<i>Fe</i>			
Cu²⁺	<i>K₄[Fe(CN)₆]</i>			
Cu²⁺	<i>Na₂S₂O₃</i>			
Cu²⁺	<i>KI</i>			

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
Co^{2+}	NH_4SCN			
Co^{2+}	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$			
Co^{2+}				

КАТИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
Ni ²⁺	NH ₃			
Ni ²⁺	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\underset{\text{I}}{\text{C}}=\text{N}-\text{OH} \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}=\text{N}-\text{OH} \end{array}$			

АНАЛИЗ СМЕСИ КАТИОНОВ IV - VI АНАЛИТИЧЕСКИХ ГРУПП

1. Предварительные испытания:

a)

.....

.....

.....

.....

.....

b)

.....

.....

.....

.....

.....

c)

.....

.....

.....

.....

.....

d)

.....

.....

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №10

АНАЛИЗ АНИОНОВ ПЕРВОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГРУППЫ

1. Характеристика анионов

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Реакции обнаружения анионов первой аналитической группы

АНИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
SO_4^{2-}	$BaCl_2$			
H_2SO_4	$CaCl_2$			
.....	$(CH_3COO)_2Pb$			
SO_3^{2-}	HCl			
H_2SO_3	I_2			
.....	$SrCl_2$			

АНИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
SO_3^{2-}	<i>Zn</i>			
$S_2O_3^{2-}$	<i>HCl</i>			
..... $H_2S_2O_3$	<i>I₂</i>			
.....	<i>AgNO₃</i>			

АНИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
CO_3^{2-}	HCl			
H_2CO_3	$MgSO_4$			
$C_2O_4^{2-}$	$CaCl_2$			
$H_2C_2O_4$	$KMnO_4$			

АНИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
PO_4^{3-}	$AgNO_3$			
H_3PO_4	$MgCl_2$			
$B_4O_7^{2-}$ H_3BO_3	C_2H_5OH			

Анализ смеси анионов

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ВЫВОД:

.....

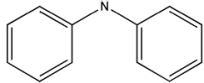
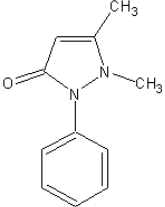
Реакции обнаружения анионов II аналитической группы

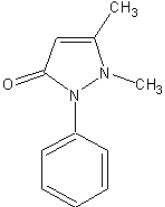
АНИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
<i>Cl⁻</i> <i>HCl</i>	<i>AgNO₃</i>			
	<i>KMnO₄</i>			
	<i>H₂SO₄</i>			
<i>Br⁻</i> <i>HBr</i>	<i>AgNO₃</i>			
	<i>Cl₂</i>			
	<i>H₂SO₄</i>			

АНИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
I^- HI	$AgNO_3$			
	Cl_2			
	$(CH_3COO)_2Pb$			
CN^- HCN	H_2O			
	$FeSO_4$			

АНИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
SCN^-	$FeCl_3$			
$HSCN$	$Co(NO_3)_2$			
S^{2-}	HCl			
H_2S	$Cd(NO_3)_2$			

Реакции обнаружения анионов III аналитической группы

АНИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
	<p><i>Cu</i></p> <p>.....</p>			
	<p><i>Al</i></p> <p>.....</p>			
<p><i>NO₃⁻</i></p> <p>.....</p> <p>.....</p>	 <p>.....</p>			
<p><i>HNO₃</i></p> <p>.....</p> <p>.....</p>	 <p>.....</p>			
	<p><i>FeSO₄</i></p> <p>.....</p>			

АНИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
NO_2^-	H_2SO_4			
	KI			
	$KMnO_4$			
HNO_2				
	$FeSO_4$			

АНИОН	РЕАКТИВ	УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ (в ионной форме!)	УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РЕАКЦИИ	АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ
CH_3COO^- CH_3COOH	H_2SO_4			
	C_2H_5OH			
	$FeCl_3$			

Анализ смеси анионов

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ВЫВОД:

.....

АНАЛИЗ СУХОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО ВЕЩЕСТВА

Получите у преподавателя вещество для анализа. Исследуемый образец делят на три части: одна из них служит для обнаружения катионов, другая – анионов, третья используется при предварительных испытаниях и частично сохраняется для того, чтобы в случае необходимости проверить результаты анализа.

Список неорганических лекарственных препаратов, которые могут входить в состав исследуемых образцов

NaCl	KBr	MgSO ₄
NaNO ₂	K ₂ CO ₃	MgCl ₂
NaBr	CH ₃ COOK	MgCO ₃
Na ₂ SO ₄	NH ₄ Cl	CaCl ₂
Na ₂ S ₂ O ₃	NH ₄ Br	CaCO ₃
KCl	(NH ₄) ₂ SO ₄	FeSO ₄
KI	ZnSO ₄	BaSO ₄

Прежде чем приступить к систематическому анализу образца, целесообразно с отдельными порциями его проделать ряд предварительных испытаний. Они дают некоторые ориентировочные сведения, полезные при выборе наиболее рационального способа переведения образца в раствор или облегчающие выполнение анализа.

Предварительные испытания

1. **Визуальное исследование образца (органолептический анализ).** Рассмотрите внимательно анализируемый образец:

Цвет

Форма и величина частиц

Запах

Однородность образца

2. **Действие кислот на сухое вещество**

А. Исследование с разбавленной серной кислотой. Небольшое количество вещества поместите в чистую пробирку, и добавьте несколько капель разбавленной серной кислоты. Какие явления вы наблюдаете? На основании этого испытания сделайте соответствующие выводы.

.....
.....
.....
.....
.....

В. Исследование с концентрированной серной кислотой. Небольшое количество вещества поместите в чистую пробирку, и добавьте несколько капель концентрированной серной кислоты. Какие явления вы наблюдаете? На основании этого испытания сделайте соответствующие выводы.

.....
.....
.....
.....
.....

Систематический анализ

1. Обнаружение катионов

Прежде всего, отдельными пробами с небольшими порциями вещества подбирают подходящий растворитель и, переведя вещество в раствор, анализируют его на катионы.

А. Действие различных растворителей. Подбор растворителя начинают с испытания растворимости вещества в воде. Если в воде оно не растворяется, исследуют его отношение к кислотам, а затем к щелочам.

.....
.....
.....
.....

В. Переведение вещества в раствор. Подобрал растворитель, готовят раствор, используя предназначенную для анализа катионов порцию.

.....
.....
.....

С. Исследование действием карбоната натрия. К 3-4 каплям анализируемого раствора прибавляют такой же объём раствора Na_2CO_3 . Образование осадка указывает на присутствие катионов II-VI аналитических групп. Если же осадок не образуется, то делают вывод об отсутствии катионов этих групп.

.....
.....
.....

Д. Систематический анализ катионов.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Обнаружение анионов

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ВЫВОД:.....