

«

»

“ ”

“ ”

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Аналитическая химия

: 18.03.01

, :

: 2, : 3

		3
1	()	5
2		180
3	, .	94
4	, .	18
5	, .	18
6	, .	36
7	, .	18
8	, .	2
9	, .	20
10	, .	86
11	(, ,)	.
12		

(): 18.03.01

1005 11.08.2016 ., : 29.08.2016 .

: 1,

(): 18.03.01

, 2/1 20.06.2017

- , 5 21.06.2017

:

,

. . .

:

.

:

. . .

1.

1.1

Компетенция ФГОС: ОПК.1 способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; *в части следующих результатов обучения:*

3. ; ;

Компетенция ФГОС: ПК.16 способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; *в части следующих результатов обучения:*

2. - ; - ,

2.

2.1

--	--

.1. 3
; ; ;

1.о структуре содержания и задачах курса аналитической химии	; ; ;
--	-------

2.о классификации аналитических реактивов, реакций, химических и физико-химических методах анализа веществ	; ; ;
--	-------

3.о применении основных законов химии в аналитической химии	; ; ;
---	-------

.16. 2
- ;
- ,

4.о применении методов аналитической химии в профессиональной деятельности	; ; ;
--	-------

.1. 3
; ; ;

5.границы применения закона действия масс (ЗДМ) и закона эквивалентов в приложении к аналитическим реакциям	; ; ;
---	-------

6.способы выражения концентрации растворов	; ; ;
--	-------

7.методы количественного и качественного анализа	;	;
.16. 2 - ; - ,		
8.методику построения кривых титрования и способы фиксирования точки эквивалентности (Т.Э)	;	
.1. 3 ;	;	
9.кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства, способность к химическим соединений комплексообразованию и осаждению	;	;
.16. 2 - ; - ,		
10.способы регистрации аналитического сигнала и его связь с составом раствора	;	;
.1. 3 ;	;	
11.диапазон определяемых концентраций, предел обнаружения веществ, чувствительность методов анализа	;	;
12.определять направление аналитических реакций	;	;
.16. 2 - ; - ,		
13.разделять смесь катионов кислотно-основным методом анализа	;	;
14.определять качественный состав неизвестного вещества	;	;
15.рассчитывать концентрации и массы анализируемых веществ	;	;
16.рассчитывать рН в растворах кислот, оснований, гидролизующихся солей и в буферных растворах	;	;
17.использовать комплексообразование при маскировке, обнаружении, разделении ионов и титровании	;	;

.1. 3 ;	
18. составлять уравнения окислительно-восстановительных реакций, рассчитывать их константу равновесия и определять направление ОВР	;
.16. 2 - ; - ,	
19. оценивать погрешности результатов анализа	;
20. работать с аналитической посудой и химическим оборудованием	

3.

3.1

	,	.	
: 3			
:			
1.	0	2	1, 10, 11, 19, 2, 3, 4, 7
2.	0	2	1, 13, 14, 17, 7, 9
3.	0	2	1, 15, 6
4.	0	2	1, 12, 16, 3, 5
5.	0	2	1, 16, 4
:			

6.		0	2	1, 19, 2, 5, 7, 8
7.		0	2	1, 15, 18, 8, 9
8.		0	2	1, 17, 8, 9
9.		0	2	1, 10, 5, 9

3.2

: 3				
:				
1.	I-VI	0	4	13, 17, 20, 6, 7, 9
2.		0	4	11, 14, 17, 6, 7, 9

3.	2	4	1, 13, 14, 17, 2, 6, 7, 9	1. (). 2. . 3. (). 4. .
:				
4.	0	4	15, 17, 19, 20, 6, 7	1. (. .) , - . 2. .
5.	0	4	15, 17, 18, 19, 20, 6, 7	1. 0,02 nO4. nO4 2. . (. .) 3. .
6.	0	4	15, 17, 19, 5, 6, 7	1. 0,02 , . (. .) , 2. .
7. 2.	0	4	15, 17, 19, 20, 5, 6, 7	1. (. .), 2. .

8. 1. 2. 3.	(2	4	1, 10, 17, 19, 20, 5, 6, 7, 9	1. 2.
9. 2.	. 1.	0	4	11, 15, 17, 20, 5, 6, 7, 9	1. 2.

3.3

: 3					
:					
1.		2	2	1, 11, 13, 14, 17, 7	1. 2. 2.
:					
2.		2	2	1, 15, 6	1. Cm) 2.

(T, w, C, C ,

7.	2	4	1, 10, 11, 15, 3, 5, 6, 7	1. : , 2. , 3. , 4.
----	---	---	------------------------------	------------------------------------

4.

: 3				
1		15, 17, 3, 5, 6	8	2
<p>60), (</p> <p>]: - : / . . . [</p> <p>, . . . ; [. - . . . , [2015]. - : . . .</p> <p>http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890. - /</p> <p>. - ; [.]. - , 2014. - 60, [1] . . . -</p> <p>: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197084 :</p> <p>[.]; , 2016. - 73, [2] . . .</p> <p>: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232322</p>				
2		16, 5, 6, 8	16	4
<p>1. 9 ;</p> <p>2. $= f(V \dots)$;</p> <p>3. ;</p> <p>4. : : / [.];</p> <p>. , 2016. - 73, [2] . . .</p> <p>http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232322</p>				
3		10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 3, 5, 6, 7, 9	26	10

" : / [. . .]; - -
 , 2015. - 90 .: .. - :
http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/08_Aparnev.rar :
 []: - / . . . , . . .
 , . . . ; - - - , [2015]. -
 : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890. -
 : / - ; [. . . .] . - , 2014. - 60, [1]
 .: .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197084

4		1, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	36	4
---	--	--	----	---

[,]: - .: / . . .
 , . . . ; - - -
 , [2015]. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890. -
 : / - ; [. . . .] . -
 , 2014. - 60, [1] .: .. - :
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197084 : / [. . .
 .]; - - , 2016. - 73, [2] .. - :
http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232322

5.

(. 5.1).

5.1

	-
	e-mail; ;
	;

1		.1;
Формируемые умения: з3. знать теоретические основы качественного и количественного химического анализа; принципы химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа		
Краткое описание применения: Совместное аргументированное обсуждение спорного вопроса		
[]: - / , [2015]. - http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890. -		
2		.1;
Формируемые умения: з3. знать теоретические основы качественного и количественного химического анализа; принципы химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа		
Краткое описание применения: Перед студентами ставится проблема, обсуждаются пути ее решения, которые затем реализуются при выполнении лабораторных работ		
[]: - / , [2015]. - http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890. -		

6.

(),

- 15-

ECTS.

. 6.1.

6.1

: 3		
Лабораторная:	15	30
/ () ; " : / ; [] - , 2014. - 60, [1] .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197084"		
Практические занятия:	0	
" []: - / .. http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890. -		
Контрольные работы:	5	10
" : / []: - .. 2016. - 73, [2] .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232322"		
РГЗ:	10	20
" : / []: - .. 2016. - 73, [2] .. - : http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232322"		
Экзамен:	20	40

.1	3. ;	;	;	+
.16	2. -	-	;	+

1

7.

1. Аналитическая химия: Учебник / Мовчан Н.И., Романова Р.Г., Горбунова Т.С. и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 394 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт) ISBN 978-5-16-009311-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=431581> - Загл. с экрана.

2. Основы аналитической химии. В 2 т.. Т. 1 : [учебник для химического направления и химических специальностей вузов / Т. А. Большова и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. - М., 2010. - 383, [1] с. : ил., табл., схемы

1. Цитович И. К. Курс аналитической химии : учебник / И. К. Цитович. - СПб., 2007. - 494, [1] с. : ил.

2. Васильев В. П. Аналитическая химия. [В 2 кн.]. Кн. 1 : [учебник для вузов по химико-технологическим специальностям] / В. П. Васильев. - Москва, 2007. - 366, [1] с.

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>

3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>

4. ЭБС "Znanium.com" : <http://znanium.com/>

5. :

8.

8.1

1. Аналитическая химия : учебное пособие / [Т. П. Александрова и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 73, [2] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000232322

2. Аналитическая химия : учебное пособие / [А. И. Апарнев и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2015. - 90, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221452

3. Апарнев А. И. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2015]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000214890. - Загл. с экрана.

4. Аналитическая химия : сборник лабораторных работ для технических направлений дневной и заочной форм обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Т. П. Александрова и др.]. - Новосибирск, 2014. - 60, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000197084

8.2

1 Office

2 MathCAD

9. -

1	(-) , ,	

1	Ohaus SPU-202	
2	-02	

1		

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Аналитическая химия приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля (курсовой проект, РГЗ(Р) и др.)	Промежуточная аттестация (экзамен, зачет)
ОПК.1 способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности	з3. знать теоретические основы качественного и количественного химического анализа; принципы химических методов анализа; методы разделения и концентрирования веществ; методы метрологической обработки результатов анализа	1.Классификация методов анализа. Химические реактивы. Аналитические реакции - классификация и требования Качественные реакции анионов. Качественные реакции катионов Идентификация неизвестного вещества в смеси веществ..	Отчет по лабораторной работе № 1-3	Экзамен, задание 1 (вопросы № 1-7)
		2. Протолитическая теория кислот и оснований. Кислотно-основное равновесие. Расчет pH растворов сильных и слабых кислот и оснований, гидролизующихся солей, буферных систем. Буферные растворы: состав, механизм буферирования, буферная емкость, вычисление pH, использование в аналитической химии. Равновесие в растворах гидролизующихся солей: константа и степень гидролиза, расчет pH, использование в аналитической химии.	РГЗ, отчет по лабораторной работе №4.	Экзамен, задание 3 (вопросы № 21-4)
		3.Использование реакций комплексообразования в аналитической химии. Комплексонометрическое титрование: сущность метода, основная реакция, О.В, Р.В, способы титрования, фиксирование ТЭ.	Контрольная работа, задания 1,2, отчет по лабораторной работе № 8	Экзамен, задание 2 (вопрос 28,38),
		4. Равновесие в растворах гетерогенных систем. Расчет произведения растворимости, предсказание возможности образования осадка малорастворимого соединения в заданных условиях. Реакции осаждения в аналитической химии. Гравиметрический метод анализа. Осадительное титрование, способы титрования, фиксирование ТЭ, методика построения кривых	Контрольная работа, задания 3-5, отчет по лабораторной работе № 9	Экзамен, задание 2 (вопрос 39), 3,4 (вопросы № 27,32-34)

		<p>осадительного титрования, аргентометрическое определение хлорид-ионов, роданометрия.</p> <p>5. ОВР в аналитической химии: электродный потенциал, уравнение Нернста, вычисление константы равновесия ОВР, направление ОВР. Редоксометрическое титрование. Перманганатометрия, дихроматометрия, иодометрия: основная реакция, О.В, стандартный и стандартизированные растворы, способ титрования, фиксирование ТЭ, расчет массы О.В</p> <p>6. Оценка достоверности аналитических данных. Правильность и воспроизводимость экспериментальных данных. Случайные, систематические ошибки, промахи.</p> <p>7. Способы выражения концентрации. Переход от одной концентрации к другой. Способы выражения состава растворов. Титр (Т) и ТРВ:О.В. Способы приготовления растворов. Растворы с приготовленным и установленным титром. Расчеты при приготовлении растворов и пересчете концентрации</p>	<p>Отчет по лабораторной работе № 5-7</p>	<p>Экзамен, задание 2 (вопрос № 35-37)</p> <p>Экзамен, задание 2 (вопрос 40)</p> <p>Экзамен, задания 3,4</p>
<p>ПК.16/НИ способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>у2. уметь применять основные экспериментальные и расчетные методы химического и физико-химического анализа для определения макроскопических характеристик различных классов веществ и систем; планировать и проводить химические и физико-химические эксперименты, обрабатывать и интерпретировать их результаты</p>	<p>1. Классификация методов анализа. Химические реактивы. Аналитические реакции - классификация и требования Качественные реакции анионов. Качественные реакции катионов Идентификация неизвестного вещества в смеси веществ..</p> <p>2. Протолитическая теория кислот и оснований. Кислотно-основное равновесие. Расчет pH растворов сильных и слабых кислот и оснований, гидролизующихся солей, буферных систем. Буферные растворы: состав, механизм буферирования, буферная емкость, вычисление pH, использование в аналитической химии. Равновесие в растворах гидролизующихся солей:</p>	<p>Отчет по лабораторной работе № 1-3</p> <p>РГЗ, отчет по лабораторной работе №4</p>	<p>Экзамен, задание 1 (вопросы № 8-20)</p> <p>Экзамен, задание 2 (вопросы № 41-44)</p>

		<p>константа и степень гидролиза, расчет рН, использование в аналитической химии.</p> <p>3.Использование реакций комплексообразования в аналитической химии. Комплексонометрическое титрование: сущность метода, основная реакция, О.В, Р.В, способы титрования, фиксирование ТЭ.</p> <p>4. Равновесие в растворах гетерогенных систем. Расчет произведения растворимости, предсказание возможности образования осадка малорастворимого соединения в заданных условиях. Реакции осаждения в аналитической химии. Гравиметрический метод анализа. Осадительное титрование, способы титрования, фиксирование ТЭ, методика построения кривых осадительного титрования, аргентометрическое определение хлорид-ионов, роданометрия.</p> <p>5. ОВР в аналитической химии: электродный потенциал, уравнение Нернста, вычисление константы равновесия ОВР, направление ОВР. Редоксометрическое титрование. Перманганатометрия, дихроматометрия, иодометрия: основная реакция, О.В, стандартный и стандартизированные растворы, способ титрования, фиксирование ТЭ, расчет массы О.В</p> <p>6.Оценка достоверности аналитических данных. Правильность и воспроизводимость экспериментальных данных. Случайные, систематические ошибки, промахи.</p> <p>7.Способы выражения концентрации .Переход от одной концентрации к другой. Способы выражения состава растворов. Титр (Т) и ТРВ=ОВ. Способы приготовления растворов. Растворы с приготовленным и установленным титром.).</p>	<p>Контрольная работа , задания 1,2, отчет по лабораторной работе № 8</p> <p>Контрольная работа , задания 3-5, отчет по лабораторной работе № 9</p> <p>Отчеты лабораторных работ № 5-7</p>	<p>Экзамен, задание 3 (вопросы № 46,47), задание 4 (вопросы №52-54)</p> <p>Экзамен, задание 3 (вопросы № 47,48), задание 4 (вопросы №63-64)</p> <p>Экзамен, задание 4 (вопросы № 54,66-70)</p> <p>Экзамен, задание 2 (вопрос № 40)</p> <p>Экзамен, задание 3,4</p>
--	--	--	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 3 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ОПК.1, ПК.16/НИ.

Экзамен проводится в устной форме по билетам, форма экзаменационного билета, диапазон вопросов и заданий к ним, а также критерии оценки приведены в паспорте экзаменационного билета.

Кроме того, сформированность компетенций проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 3 семестре обязательным этапом текущей аттестации являются расчетно-графическое задание, контрольная работа, отчеты по лабораторным работам. Требования к выполнению РГЗ, контрольной работы, лабораторных работ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ, контрольной работы, приложении 1.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенций ОПК.1, ПК.16/НИ, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Паспорт экзамена

по дисциплине «Аналитическая химия», 3 семестр

1. Методика оценки

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Билет состоит из четырех заданий. Билет формируется по следующему правилу: первый вопрос выбирается из диапазона вопросов 1-20, второй вопрос из диапазона вопросов 21-40, третий вопрос из диапазона вопросов 41-57, четвертый вопрос из диапазона вопросов 58-70 (список вопросов приведен ниже). В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Оцениваемыми параметрами при выполнении заданий является знание теоретического материала и умение применять его для решения конкретных задач и заданий.

Каждое задание экзаменационного билета оценивается от 5 до 10 баллов.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № _____

к экзамену по дисциплине «Аналитическая химия»

1. Качественный химический анализ, его задачи. Особенности аналитических реакций и способы их применения. Реакции обнаружения ионов Co^{2+} и NH_4^+ «сухим» способом.
2. Точность аналитических определений. Систематические и случайные ошибки, оценка воспроизводимости и правильности результата анализа.
3. Рассчитайте степень диссоциации и величину pH 0,01 М растворов H_3PO_3 и NaH_2PO_3 (константы ионизации H_3PO_3 $K_1 = 1.6 \cdot 10^{-3}$, $K_2 = 6.3 \cdot 10^{-7}$).
4. Навеску 0,6 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ растворили в мерной колбе объемом 100 см³. На титрование 20 см³ полученного раствора израсходовано 18,34 см³ раствора NaOH. Определите $S_{\text{эк}}$ раствора NaOH и $T_{\text{NaOH}/\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}$

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО

(подпись)

(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает принципиальные ошибки, оценка составляет менее 20 баллов.

- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может показать причинно-следственные связи явлений, при решении задачи допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20-24 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ причин, условий, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задачи, оценка составляет 25-35 баллов
- Ответ на экзаменационный билет (тест) билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи, оценка составляет 36-40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Общая оценка по дисциплине складывается из оценки за экзамен (минимум 20 баллов, максимум 40 баллов) и суммы текущих оценок за семестр по балльно-рейтинговой системе (минимум 30 баллов, максимум 60 баллов). Соответствие баллов с традиционной оценкой и оценкой ECTS представлено в таблице ниже.

98-100	93-97	90-92	87-89	83-86	80-82	77-79	73-76	70-72	67-69	63-66	60-62	50-59	25-49	0-24
A+	A	A-	B+	B	B-	C+	C	C-	D+	D	D-	E	FX	F
отлично			хорошо				удовлетворительно					неудовлетворительно		

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Аналитическая химия»

1. Качественный химический анализ, его задачи
2. Особенности аналитических реакций и их способы выполнения.
3. Требования к аналитическим реакциям, их чувствительность и селективность.
4. Специфические, селективные реакции.
5. Дробный и систематический анализ.
6. Кислотно-основная классификация катионов.
7. Классификация анионов, групповые реагенты, характеристики групп
- 8-11. Реакции обнаружения ионов K^+ , NH_4^+ , Ba^{2+} , Ag^+ , Hg_2^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Mn^{2+} . Для всех реакций обнаружения указать условия их проведения, написать ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций.
12. Реакции обнаружения анионов NO_3^- , CH_3COO^- , Cl^- , SO_4^{2-} . Для всех реакций обнаружения указать условия их проведения, написать ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций.
13. Анализ смеси, содержащей Ca^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} кислотно – основным методом

(соответствующие уравнения реакций).

14. Обнаружение Ca^{2+} в присутствии ионов бария.

15. Разделить и обнаружить катионы NH_4^+ , Fe^{3+} , Ni^{2+} кислотно-основным методом (привести соответствующие качественные реакции).

16. Разделить и обнаружить катионы Fe^{3+} , Ba^{2+} , Cr^{3+} кислотно – основным методом (уравнения реакций).

17. Анализ смеси, содержащей Ca^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} кислотно – основным методом (соответствующие уравнения реакций).

18. Разделить и обнаружить катионы Na^+ , Hg_2^{2+} , Mg^{2+} кислотно – основным методом. Записать уравнения реакций.

19. Провести анализ смеси Ag^+ , Fe^{2+} , Ca^{2+} , Cr^{3+} , Cu^{2+} по кислотно – основной схеме (написать соответствующие уравнения реакций).

20. Разделить и обнаружить катионы NH_4^+ , Cr^{3+} , Pb^{2+} кислотно-основным методом (привести соответствующие качественные реакции).

21. Протолитическая теория кислот и оснований.

22. Электролитическая диссоциация сильных и слабых электролитов. Степень и константа диссоциации.

23. Буферные растворы, расчет pH буферной смеси.

24. Гидролиз солей, типы гидролиза. Количественные характеристики процесса гидролиза..

25. Окислительно-восстановительные реакции в химическом анализе. Наиболее распространенные окислители и восстановители. Оценка окислительно-восстановительной способности.

26. Равновесие в растворах окислительно-восстановительных систем. Уравнение Нернста.

27. Гетерогенное равновесие. Растворимость, факторы влияющие на растворимость.

28. Равновесие в растворах комплексных соединений. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии

29. Количественный химический анализ, его задачи.

30. Титриметрический анализ, классификация методов титриметрии.

31. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования сильных и слабых кислот и оснований (их расчет). Выбор индикатора.

32. Осадительное титрование, требования к реакциям.

33. Аргентометрическое титрование, кривая титрования. Метод Мора (определение концентрации Cl^-).

34. Тиоцианатометрическое титрование. Метод определения галогенидов (метод Фольгарда), его преимущества по сравнению с аргентометрией.
35. Перманганатометрическое титрование. Стандартные растворы, установка их концентраций. Примеры определения окислителей и восстановителей.
36. Дихроматометрия. Определение восстановителей, индикатор, преимущества по сравнению с перманганатометрией.
37. Иодометрическое титрование. Стандартные растворы, индикатор, определение кислот, окислителей и восстановителей (примеры реакций).
38. Комплексонометрическое титрование, способы титрования, индикаторы.
39. Гравиметрический анализ. Операции в гравиметрии: отбор средней пробы, взятие навески, растворение, осаждение, фильтрование, промывка осадка, высушивание и прокаливание. Вычисление в гравиметрии.
40. Точность аналитических определений. Систематические и случайные ошибки, оценка воспроизводимости и правильности результата анализа
41. Определите степень гидролиза и величину pH 0,2 н растворов солей: сульфида и гидросульфида натрия (константы ионизации H_2S :
 $K_1=5.7 \cdot 10^{-7}$, $K_2=1.2 \cdot 10^{-13}$).
42. Рассчитайте степень диссоциации и величину pH 0,01 М растворов H_3PO_3 и NaH_2PO_3 (константы ионизации H_3PO_3 $K_1 = 1.6 \cdot 10^{-3}$. $K_2 = 6.3 \cdot 10^{-7}$).
43. Определите степень гидролиза и величину pH 0,1 М раствора фторида аммония ($K_{HF}=6.6 \cdot 10^{-4}$, $K_{NH_4 OH}=1.8 \cdot 10^{-5}$).
44. Рассчитать степень гидролиза 0,1 М раствора $Fe(CH_3COO)_3$. Как она изменится при разбавлении раствора в 10 раз ($K_{CH_3 COOH}=1.75 \cdot 10^{-5}$, $K_3(Fe(OH)_3)=1.35 \cdot 10^{-12}$).
45. Записать в молекулярном и электронно-ионном виде реакцию между хлоратом калия и нитратом натрия в кислой среде. Рассчитать константу равновесия данной реакции ($E^0(ClO_3^-/Cl^-) = 1,45В$, $E^0(NO_3^-/NO_2^-) = 0,01 В$).
46. Рассчитать концентрацию всех форм серебра (Ag^+ , $Ag(NH_3)^+$ и $Ag(NH_3)_2^+$) в 1 М растворе аммиака. Исходная концентрация серебра $C_{Ag^+} = 0,01 М$, а общие константы нестойкости $K_1 = 6,3 \cdot 10^{-4}$ ($Ag(NH_3)^+$) и $K_2 = 9,31 \cdot 10^{-8}$ ($Ag(NH_3)_2^+$).
47. К раствору содержащему 0,001 М $[Ag(CN)_2]^-$ и 0,1 М CN^- добавили 0,1 М Na_2S . На основании расчета растворимости Ag_2S ($IP = 6 \cdot 10^{-50}$) и концентрации Ag^+ , получающейся при диссоциации его цианидного комплекса (константа устойчивости $\beta_2 = 1 \cdot 10^{21}$), сделать вывод о возможности осаждения сульфида серебра.
48. Какова растворимость насыщенного водного раствора соли Ag_3PO_4 в моль/л и концентрация ионов серебра в г/л. ($IP_{Ag_3 PO_4} = 1 \cdot 10^{-20}$)

49. Рассчитать значение рН при титровании 10 мл 0,1 М азотистой кислоты 0,1 М раствором NaOH при следующих объемах добавленного титранта (изменение объемов не учитываем), мл: 0; 5; 9 и 10. Константа ионизации кислоты $K_a = 4 \cdot 10^{-4}$.
50. Чему равняется рН 0,1 М раствора силиката натрия ($K_2(H_2SiO_3) = 1,6 \cdot 10^{-12}$).
51. Рассчитать степень гидролиза и рН 0,1 М раствора NH_4CN ($K(NH_4OH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$, $K_{HCN} = 6,2 \cdot 10^{-10}$).
52. Рассчитать концентрации всех форм меди (исходная концентрация Cu^{2+} равна 0,01 моль/л) в 1 М растворе этилендиамина (еп): $[Cu^{2+}]$, $[Cu(еп)]^{2+}$ и $[Cu(еп)_2]^{2+}$. Общие константы нестойкости $K_1 = 1,74 \cdot 10^{-11}$, $K_2 = 7,41 \cdot 10^{-21}$.
53. Рассчитайте общую и равновесную концентрации NH_3 (моль/л), которые нужно создать в растворе 0,1 М $CuSO_4$, чтобы понизить концентрацию $[Cu^{2+}]$ до 10^{-6} моль/л за счет образования ионов $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$.
54. Составьте молекулярное и ионно-электронные уравнения реакции $K_2Cr_2O_7 + HBr = ?$ Запишите выражение константы равновесия. Вычислите константу равновесия, используя E^0 .
55. Рассчитайте рН раствора, полученного растворением 3,2 г нитрата аммония в 50 мл воды. $K(NH_4OH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$. Составьте молекулярное и ионно-молекулярное уравнения гидролиза нитрата аммония.
56. Вычислите рН раствора HNO_3 , полученного разбавлением водой 200 см³ раствора HNO_3 с $\omega = 12\%$, $\rho = 1,067$ г/см³ до 2000 см³.
57. Напишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения ступенчатого гидролиза соли $Na_2C_2O_4$. Рассчитайте рН раствора, если $c_{соли} = 10^{-2}$ моль/л, $K_2(H_2C_2O_4) = 5,4 \cdot 10^{-5}$.
58. Навеску 0,6 г $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ растворили в мерной колбе объемом 100 см³. На титрование 20 см³ полученного раствора израсходовано 18,34 см³ раствора NaOH. Определите $C_{эк}$ раствора NaOH и $T_{NaOH/H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O}$.
59. Какую массовую долю (%) Na_2CO_3 содержит образец загрязненной соды, если на нейтрализацию навески ее в 0,2648 г израсходовано 24,5 мл 0,197 н раствора HCl.
60. 0,4477 г технического ZnO растворили в 15 мл HCl с титром 0,03646. Избыток оттитрован 25 мл 0,2 н раствора NaOH. Определите ω_{ZnO} (%) в техническом образце.
61. Какую навеску оксалата натрия требуется взять, чтобы на титрование ее пошло 15 мл 0,1 н раствора $KMnO_4$. Записать уравнения в ионно-электронной и молекулярной форме.

62. К 25 мл хлорной воды прибавили избыток KI. На титрование выделившегося йода пошло 20,1 мл 0,11 н. раствора тиосульфата натрия. Сколько граммов хлора содержит 1 л хлорной воды. Написать уравнение реакций в ионно – электронной и молекулярной форме.

63. 4 г сплава, содержащего 80% серебра растворили в мерной колбе емкостью 250 см³. На титрование ионов серебра в 20 см³ этого раствора пошло 23,7 см³ раствора роданида аммония. Определите $C_{\text{NH}_4\text{CNS}}$

64. Рассчитайте навеску вещества, содержащего 35% кальция, если при комплексонометрическом определении кальция расходуется 20 см³ 0,2 н. раствора комплексона III.

65. К раствору, содержащему Al³⁺ прибавили 15 см³ 0,11 н. раствора комплексона III, избыток комплексона оттитровали 3 см³ 0,1 н. раствора ZnSO₄. Сколько граммов Al³⁺ содержится в растворе.

66. Сколько процентов сульфата железа (II) содержит образец технической соли, если ее навеска 7,15 г растворена в мерной колбе емкостью 250 см³, и на титрование 67 см³ этого раствора расходуется 24,48 см³ 0,0986 н. раствора KMnO₄. Напишите уравнения реакции в ионно-электронной и молекулярной форме.

68. В мерной колбе емкостью 250 см³ растворена навеска 1,4425 г технического нитрита натрия. На титрование 20 см³ этого раствора израсходовано 25 см³ раствора KMnO₄ с титром 0,00152 г/см³. Определите массовую долю (%) нитрита натрия в образце. Запишите уравнение реакции в ионно – электронной и молекулярной форме.

69. К раствору, содержащему 0,151 г технического KClO₃ прилили 100 см³ 0,09852 н. раствора Na₂C₂O₄. Избыток Na₂C₂O₄ оттитровали 48,6 см³ 0,0532 н. раствора KMnO₄. Вычислите массовую долю (ω, %) KClO₃ в образце. Запишите уравнения реакций в ионно – электронной и молекулярной форме.

70. На титрование йода, выделившегося при обработке навески PbO₂ иодидом калия в кислой среде, израсходовано 25 см³ раствора Na₂S₂O₃ с титром 0,0248 г/см³. Сколько граммов PbO₂ содержит навеска. Запишите уравнения реакций в ионно – электронном и молекулярном виде.

Паспорт контрольной работы

по дисциплине «Аналитическая химия», 3 семестр

1. Методика оценки

Контрольная работа проводится по теме «Равновесие в растворах комплексных соединений и гетерогенных систем» и включает 5 заданий. Контрольная работа выполняется в письменной форме, проводится во время консультаций, время выполнения 60 минут.

Оцениваемыми параметрами при выполнении всех заданий является правильность решения задачи, а также знание теоретического материала по указанной теме и умение применять его для решения конкретных заданий.

Каждое задание контрольной работы оценивается от 1 до 2 баллов.

2. Критерии оценки

Контрольная работа считается **невыполненной**, если верно решено менее 50% заданий. Оценка составляет 0-4 баллов.

Работа выполнена на **пороговом** уровне, если верно решено 50% заданий, приведены уравнения химических реакций, выражения для констант равновесия в растворе. Оценка составляет 5-6 баллов.

Работа выполнена на **базовом** уровне, если верно решено 75-80% заданий, приведены уравнения химических реакций, выражения для констант равновесия в растворе, использован правильный алгоритм проведения расчетов, правильно записаны уравнения химических реакций, выражения для констант равновесия в растворе, но при этом допущены незначительные погрешности при вычислениях, которые не повлияли на конечный результат. Оценка составляет 7-8 баллов.

Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если выполнены все задания, использован правильный алгоритм решения задач, правильно записаны уравнения химических реакций, выражения для констант равновесия в растворе, правильно использованы расчетные формулы и проведены вычисления. Оценка составляет 9-10 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за контрольную работу учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Пример варианта контрольной работы

Задание 1. В растворе, полученном при смешивании равных объемов 0,1 М раствора AgNO_3 и 2 М раствора аммиака, образуется комплексный ион $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Ag}^+]$ и $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$.

Задание 2. Смешали по 50 мл растворов 0,2 М AgNO_3 и 1 М NH_3 . Образует ли осадок AgCl , если к этому раствору добавить 0,1 г NaCl ?

Задание 3. Определите, выпадет ли осадок при сливании 100 мл 0,005М LiCl

и 150 мл 0,0025 н $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ при 25 °С.

Задание 4. В раствор, содержащий 0,05 моль/л ионов Sr^{2+} и 0,02 моль/л ионов Ba^{2+} , постепенно при перемешивании добавляют раствор реагента Na_2CO_3 . Какой из катионов при этом будет осаждаться первым?

Задание 5. Как изменится растворимость NiCO_3 при добавлении в его насыщенный раствор KNO_3 до концентрации равной 0,25 М?

5. Перечень вопросов контрольной работы

Задание 1.

1. В растворе, полученном при смешивании равных объёмов 0,1 М раствора AgNO_3 и 2 М раствора аммиака, образуется комплексный ион $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Ag}^+]$ и $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$.

2. В растворе, полученном при смешивании равных объёмов 0,05 М $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ и 0,8 М NaCl , образуется комплексный ион $[\text{HgCl}_4]^{2-}$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Hg}^{2+}]$ и $[\text{HgCl}_4]^{2-}$.

3. В растворе, полученном при смешивании равных объёмов 0,02 М $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ и 1,8 М NH_3 , образуется комплексный ион $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Cd}^{2+}]$ и $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

4. В растворе, содержащем 18,3 г/л $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ и NH_3 с массовой долей 5 %, образуется комплексный ион $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Ni}^{2+}]$ и $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

5. В растворе, полученном при смешении равных объёмов 0,2 М CuSO_4 и 4,8 М NH_3 , образуется комплекс $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Cu}^{2+}]$ и $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

6. К 100 мл 0,05 М $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ прибавили 2,338 г NaCl . Рассчитайте равновесные концентрации $[\text{Hg}^{2+}]$ и $[\text{HgCl}_4]^{2-}$ в полученном растворе.

7. Смешали равные объёмы 0,1 М ZnSO_4 и 2 М NH_3 . Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Zn}^{2+}]$ и $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$ в полученном растворе.

8. При растворении 0,133 г AlCl_3 в 100 мл 0,2 М NaOH образуется комплекс $[\text{Al}(\text{OH}_4)]^-$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Al}^{3+}]$ и $[\text{Al}(\text{OH}_4)]^-$ в полученном растворе.

9. В 1 мл 6 М NH_3 полностью растворили 0,0573 г AgCl . Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Ag}^+]$ и $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ в полученном растворе.

10. В 100 мл 2 М NaOH растворили 0,1615 г ZnSO_4 . Рассчитайте равновесные концентрации $[\text{Zn}^{2+}]$ и $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ в полученном растворе.

11. Смешали равные объёмы 0,2 М $\text{K}[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]$ и 0,8 М KCN . Рассчитайте равновесные концентрации $[\text{Ag}^+]$, $[\text{Ag}(\text{NO}_2)_2]^-$ и $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ в полученном растворе.

12. К 10 мл раствора, содержащего 0,6 моль/л KCl и 0,1 моль/л $\text{K}_2[\text{HgCl}_4]$, прибавили 0,830 г KI . Рассчитайте равновесные концентрации $[\text{Hg}^{2+}]$, $[\text{HgCl}_4]^{2-}$ и $[\text{HgI}_4]^{2-}$ в полученном растворе.

13. К 10 мл раствора 0,1 М $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ прибавили 0,581 г KF . Рассчитайте равновесные концентрации $[\text{Fe}^{3+}]$, $[\text{Fe}(\text{SCN})_3]$ и $[\text{FeF}_6]^{3-}$ в полученном растворе.

14. Для понижения концентрации $[\text{Hg}^{2+}]$ в растворе до 10^{-6} моль/л к раствору 0,1 М $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ прибавили KSCN . Рассчитайте общую и равновесную концентрации KSCN (моль/л), если в растворе образуется преимущественно комплекс $[\text{Hg}(\text{SCN})_4]^{2-}$.

15. Для понижения концентрации $[\text{Fe}^{3+}]$ до 10^{-6} моль/л к раствору 0,1 М $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ прибавили KF . Рассчитайте общую и равновесную концентрации KF (моль/л), если в растворе образуется комплекс $[\text{FeF}_6]^{3-}$.

16. Рассчитайте общую и равновесную концентрацию NH_3 (моль/л), которые нужно создать в растворе 0,1 М CuSO_4 , чтобы понизить концентрацию $[\text{Cu}^{2+}]$ до 10^{-6} моль/л за счёт образования ионов $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

17. Смешали равные объёмы 0,05 М AgNO_3 и 2М KSCN . Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Ag}^+]$ и $[\text{Ag}(\text{SCN})_4]^{3-}$ в полученном растворе.
18. Рассчитайте общую и равновесную концентрацию KI (моль/л), которые нужно создать в растворе 0,1 М $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$, чтобы понизить концентрацию $[\text{Cd}^{2+}]$ до 10^{-6} моль/л за счёт образования ионов $[\text{CdI}_4]^{2-}$.
19. Какую массу NaOH необходимо прибавить к 10,0 мл 0,1 М ZnCl_2 до полного растворения гидроксида и образования ионов $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$?
20. После растворения 0,2698 г Al в 100 мл щелочного раствора рН оказался равным 12,5. Рассчитайте равновесные концентрации $[\text{Al}^{3+}]$ и $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ и общую концентрацию NaOH (моль/л).
21. В растворе, полученном при смешивании равных объёмов 0,01 М $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ и 0,07 М KI , образуется комплекс $[\text{HgI}_4]^{2-}$. Рассчитайте равновесные концентрации ионов $[\text{Hg}^{2+}]$ и $[\text{HgI}_4]^{2-}$.
22. В растворе, содержащем 21 г/л NiCl_2 и 0,75 моль/л KCN , образуется комплекс $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$. Рассчитайте равновесные концентрации $[\text{Ni}^{2+}]$ и $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$.
23. Какую массу NaOH необходимо прибавить к 12 мл 0,1 М $\text{Sb}(\text{NO}_3)_3$ до полного растворения гидроксида и образования ионов $[\text{Sb}(\text{OH})_4]^-$?
24. Для понижения концентрации $[\text{Pt}^{2+}]$ в растворе до 10^{-5} моль/л к раствору 0,2 М $\text{Pt}(\text{NO}_3)_2$ прибавили KCl . Рассчитайте общую и равновесную концентрации KCl (моль/л), если в растворе образуется комплексный ион $[\text{PtCl}_4]^{2-}$.
25. Рассчитайте общую и равновесную концентрацию NH_3 (моль/л), которые нужно создать в растворе 0,1 М AgNO_3 , чтобы понизить концентрацию $[\text{Ag}^+]$ до 10^{-6} моль/л за счёт образования ионов $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$.

Задание 2

- Смешали по 50 мл растворов 0,2 М AgNO_3 и 1 М NH_3 . Образуются ли осадок AgCl , если к этому раствору добавить 0,1 г NaCl ?
- Выпадет ли осадок сульфида кадмия, если через раствор, содержащий $1 \cdot 10^{-2}$ М кадмия и 1 М соляной кислоты, пропустить сероводород до насыщения (0,1 М)?
- Смешали по 80 мл растворов 0,2 М AgNO_3 и 1 М NH_3 . Образуются ли осадок Ag_3PO_4 , если к этому раствору добавить 0,1 г Na_3PO_4 ?
- Выпадет ли осадок йодида серебра, если через раствор, содержащий 0,01 М нитрата серебра и 1 М аммиака, прибавить йодид калия до конечной концентрации 0,01 М.
- К 0,01 М раствору нитрата серебра добавили столько аммиака, что его избыток составил 0,1 М. При какой концентрации бромид-иона выпадет осадок бромида серебра?
- Образуются ли осадок тиоционата серебра из 0,01 М раствора аммиачного комплекса серебра при добавлении к нему 0,1 М тиоционата калия, если равновесная концентрация аммиака составляет 1 моль/л и в данных условиях преобладает комплекс $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$?
- Будет ли образовываться осадок $\text{Cd}(\text{OH})_2$ в $5 \cdot 10^{-3}$ М растворе аммиачного комплекса кадмия $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ если равновесная концентрация аммиака равна 0,1 М?
- При равновесной концентрации аммиака, равной 1 М, ион никеля образует в основном комплексный катион состава $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Может ли в этих условиях образовываться осадок $\text{Ni}(\text{OH})_2$, если общая концентрация ионов $[\text{Ni}^{2+}]$ равна 10^{-2} М?
- Образуются ли осадок сульфида кадмия, если к раствору 0,1 М $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ добавить сульфид-ион, концентрация которого составляет $2 \cdot 10^{-6}$ моль/л?
- В растворе, содержащем 0,1 моль/л соли Co^{2+} и 1 моль/л NH_3 , создали концентрацию сульфид-иона $[\text{S}^{2-}] = 10^{-8}$ моль/л. Будет ли осаждаться соответствующий сульфид?
- При какой концентрации $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]$ в растворе не будет образовываться осадок бромида серебра при добавлении к 0,01 М раствору нитрата серебра 0,1 М бромида калия?

Состав тиосульфатного комплекса серебра, который будет в этих условиях доминировать в растворе, соответствует формуле $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$.

12. Смешали по 100 мл растворов 0,2 М AgNO_3 и 1 М NH_3 . Образуется ли осадок AgBr , если к этому раствору добавить 0,2 г KBr ?

13. Выпадает ли осадок сульфида серебра, если раствор, содержащий 0,001 М $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$, насытить сероводородом до концентрации сульфид-ионов, равной 10^{-10} моль/л?

14. Вычислить растворимость $\text{Zn}(\text{OH})_2$ в 1 л 1 М раствора NH_3 , если в растворе образуются только комплексные ионы $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$.

15. Определите, образуется ли осадок FeS , если к 0,2 М раствору комплексного соединения состава $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ добавить равный объём 0,02 М раствора Na_2S .

16. К раствору, содержащему 0,1 моль соединения $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ и 0,25 моль KCN , прибавлен сульфид-ион до концентрации 0,001 моль/л. Выпадет ли в осадок сульфид кадмия?

17. Выпадает ли осадок хлорида серебра, если 0,02 моль нитрата серебра, 0,02 моль хлорида натрия и 0,5 моль аммиака растворить в 1 л воды?

18. Смешали по 5 мл растворов 0,2 М AgNO_3 и 1 М NH_3 . Образуется ли осадок AgI , если к этому раствору добавить 0,01 г KI ?

19. Сколько миллиграммов гидроксида цинка может раствориться в 5 мл 2 М раствора аммиака, если в растворе образуются только комплексные ионы $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$?

20. Сколько миллилитров 5 М раствора аммиака надо прибавить, чтобы растворить 0,1 г иодида серебра?

21. Какова начальная концентрация (моль/л) раствора KCN , в 2 мл которого растворили 18,8 мг бромида серебра и при этом образовался комплексный ион $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$?

22. Какая необходима начальная концентрация ионов CN^- (моль/л) для растворения 0,1 г бромида серебра, находящегося в 5 мл воды?

23. Смешали по 50 мл растворов 0,2 М AgNO_3 и 1 М NH_3 . Образуется ли осадок AgCrO_4 , если к этому раствору добавить 0,1 г K_2CrO_4 ?

24. Произойдёт ли разрушение комплекса, если к 0,2 М раствору соли состава $\text{Na}[\text{AgS}_2\text{O}_3]$ прилить равный объём 0,2 М раствора иодида калия? Ответ подтвердить расчётом.

25. Вычислить растворимость (моль/л) $\text{Ni}(\text{OH})_2$ в 1 л 0,05 М раствора аммиака, если образуются только комплексные ионы $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$.

Задание 3. Определите, выпадет ли осадок при сливании растворов реагента I и реагента II при 25 °С.

Вариант		1	2	3	4	5
Реагент	I	100 мл 0,005М LiCl	100 мл 0,01 н SrCl_2	200 мл 0,02 н BaCl_2	150 мл 0,007 М FeCl_2	50 мл 0,02н $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$
	II	150 мл 0,0025 н $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	100 мл 0,005 н Na_2CrO_4	300 мл 0,01н $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$	350 мл 0,005 н Na_2S	75 мл 0,01 н Na_2CO_3
Вариант		6	7	8	9	10
Реагент	I	100 мл 0,01н Na_2S	350 мл 0,005 М ZnCl_2	100 мл 0,005 н $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	100 мл 0,005 н AgNO_3	500 мл 0,015 н $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
	II	200мл 0,005 н $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$	150 мл 0, 002 н Na_2S	250 мл 0,005 М $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$	150 мл 0,0025 М NaBrO_3	300 мл 0,01 н $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$
Вариант		11	12	13	14	15
Реагент	I	50 мл 0,005 М NaF	100 мл 0,01 н $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	200 мл 0,005 н CdCl_2	150 мл 0,005 н $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	100 мл 0,005 М CoCl_2

	II	100 мл 0,005 н MgSO ₄	150 мл 0,005 н K ₂ SO ₄	300 мл 0,002 н KOH	100 мл 0,003 н Na ₂ CO ₃	150 мл 0,005 н Na ₂ C ₂ O ₄
Вариант		16	17	18	19	20
Реагент	I	150 мл 0,0025 М AgNO ₃	25 мл 0,001 М LiCl	30 мл 0,002 н Mg(NO ₃) ₂	100 мл 0,01 н Pb(NO ₃) ₂	250 мл 0,005 н NiCl ₂
	II	100 мл 0,005 М NaBr	75 мл 0,003 н K ₂ CO ₃	50 мл 0,001 н NaF	150 мл 0,0025 н NaBr	250 мл 0,005 н Na ₂ C ₂ O ₄
Вариант		21	22	23	24	25
Реагент	I	150 мл 0,1 н FeCl ₂	100 мл 0,005 н AgNO ₃	250 мл 0,01 н BaCl ₂	50 мл 0,005 М ZnCl ₂	150 мл 0,005 н Pb(NO ₃) ₂
	II	350 мл 0,01 М NaOH.	150 мл 0,0025 М KCl	150 мл 0,01 н K ₂ C ₂ O ₄	150 мл 0,001 н Na ₂ CO ₃	100 мл 0,003 н NaI

Задание 4. В раствор, содержащий 0,05 моль/л ионов X_1^{n+} и 0,02 моль/л ионов X_2^{n+} , постепенно при перемешивании добавляют раствор реагента Y. Какой из катионов при этом будет осаждаться первым?

Вариант	Смесь ионов		Реагент Y	Вариант	Смесь ионов		Реагент Y
	X_1^{n+}	X_2^{n+}			X_1^{n+}	X_2^{n+}	
1	Sr ²⁺	Ba ²⁺	Na ₂ CO ₃	14	Ag ⁺	Pb ²⁺	KI
2	Ag ⁺	Pb ²⁺	NaCl	15	Sr ²⁺	Ca ²⁺	K ₂ C ₂ O ₄
3	Ag ⁺	Pb ²⁺	Na ₂ S	16	Sr ²⁺	Pb ²⁺	Na ₂ SO ₄
4	Zn ²⁺	Cd ²⁺	K ₂ CO ₃	17	Fe ³⁺	Al ³⁺	K ₃ PO ₄
5	Sr ²⁺	Ca ²⁺	NaF	18	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na ₂ C ₂ O ₄
6	Sr ²⁺	Zn ²⁺	Na ₃ PO ₄	19	Pb ²⁺	Cu ²⁺	KOH
7	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Na ₂ SO ₃	20	Pb ²⁺	Ba ²⁺	NaF
8	Ca ²⁺	Pb ²⁺	Na ₂ SO ₄	21	Ni ²⁺	Mg ²⁺	K ₂ CO ₃
9	Ba ²⁺	Pb ²⁺	Na ₂ CrO ₄	22	Li ⁺	Ag ⁺	K ₃ PO ₄
10	Co ²⁺	Mn ²⁺	Na ₂ CO ₃	23	Sr ²⁺	Pb ²⁺	K ₂ CrO ₄
11	Al ³⁺	Li ⁺	Na ₃ PO ₄	24	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Na ₂ SO ₄
12	Bi ³⁺	Ag ⁺	NaI	25	Ag ⁺	Ba ²⁺	K ₂ CrO ₄
13	Ag ⁺	Ba ²⁺	K ₂ CO ₃	26	Ce ⁺³	Ag ⁺	KJO ₃

Задание 5. Как изменится растворимость реагента I при добавлении в его насыщенный раствор реагента II до концентрации $C_{\text{реагента II}} = 0,25 \text{ М}$?

Вариант	1	2	3	4	5	
Реагент	I	NiCO ₃	PbCl ₂	FeCO ₃	MnS	BaC ₂ O ₄
	II	KNO ₃	NaNO ₃	KCl	NaNO ₃	KNO ₃
Вариант	6	7	8	9	10	

Реагент	I	CaCO ₃	BaCO ₃	Cd(OH) ₂	SrSO ₄	ZnCO ₃
	II	NaNO ₃	NaNO ₃	Na ₂ SO ₄	KNO ₃	Li ₂ SO ₄
Вариант		11	12	13	14	15
Реагент	I	Ag ₂ C ₂ O ₄	Li ₃ PO ₄	MgF ₂	NiC ₂ O ₄	ZnC ₂ O ₄
	II	NaNO ₃	CaCl ₂	KNO ₃	K ₂ SO ₄	NaCl
Вариант		16	17	18	19	20
Реагент	I	BaF ₂	SrCrO ₄	Ag ₃ PO ₄	MnCO ₃	CoC ₂ O ₄
	II	LiNO ₃	KNO ₃	KNO ₃	NaCl	NaCl
Вариант		21	22	23	24	25
Реагент	I	PbCl ₂	SrSO ₄	ZnC ₂ O ₄	MgF ₂	Ag ₂ C ₂ O ₄
	II	KNO ₃	NaNO ₃	KCl	NaNO ₃	KNO ₃

Паспорт расчетно-графического задания № 1

по дисциплине «Аналитическая химия», 3 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине студенты должны на основе численных значений параметров, заданных в таблице для своего варианта, рассчитать значение рН для каждой из расчетных точек кривой титрования: до начала титрования, этап до точки эквивалентности (ТЭ) (точки, соответствующие 0; 25,0; 50,0; 99,0 и 99,9 процентам оттитровывания), в ТЭ и этап после ТЭ (точки, соответствующие 100,1, 101 и 150 процентам оттитровывания), построить рассчитанную кривую титрования в координатах: рН - расход титранта V (титранта), подобрать 2 индикатора, наиболее подходящие для установления конечной точки титрования, рассчитать индикаторную погрешность для выбранных индикаторов. На графике должны быть указаны следующие расчетные точки: точка эквивалентности (ТЭ), точки начала и конца скачка, интервалы изменения окраски и рТ двух выбранных индикаторов.

При выполнении расчетно-графического задания (работы) студенты должны провести анализ объекта диагностирования, выбрать алгоритм описания объекта и выполнить необходимые вычисления.

Титульный лист РГЗ должен содержать названия министерства, ВУЗа, факультета и кафедры, на которой выполнялась РГЗ. Ниже должна содержаться фраза «Расчетно-графическая работа по дисциплине «Аналитическая химия» на тему «Построение кривой кислотно-основного титрования». Далее содержится фраза «Выполнил: студент» с указанием группы студента, его фамилии с инициалами и номера варианта. Ниже указывается преподаватель, проверивший РГЗ. Внизу титульного листа указывается город и год выполнения РГЗ.

Обязательные структурные части РГЗ.

Обязательными структурными частями РГЗ являются:

исходная таблица данных, содержащая определяемое вещество и титрант, с указанием их концентраций и объемов;

для всех расчетных точек должны быть приведены формулы расчета и рассчитанные значения концентраций катионов водорода (оценивается от 2 до 4 баллов), рН растворов (оценивается от 2 до 4 баллов);

подбор индикаторов и расчет индикаторной погрешности подобранных индикаторов (оценивается от 3 до 6 баллов);

график зависимости рН от V (титранта). На графике должны быть указаны следующие расчетные точки: точка эквивалентности (ТЭ), точки начала и конца скачка, интервалы изменения окраски и рТ двух выбранных индикаторов (оценивается от 3 до 6 баллов).

Оцениваемыми позициями являются наличие всех пунктов задания и правильность их выполнения.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если работа оформлена не в соответствии с требованиями с существенными замечаниями и выполнена не в полном объеме: не

правильно проведены расчеты, график противоречит расчетным данным, неправильно подобраны индикаторы, неверно рассчитаны погрешности выбранных индикаторов., оценка составляет 0-9 баллов.

- Работа считается выполненной **на пороговом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями, но не в полном объеме: при выполнении расчетов использован правильный теоретический материал, но расчет требуемых величин выполнен с ошибками, график противоречит расчетным данным, правильно выбраны индикаторы, но неверно рассчитаны индикаторные погрешности, оценка составляет 10-13 баллов.
- Работа считается выполненной **на базовом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями, выполнена в полном объеме, верно проведены расчеты, но не указаны не все единицы измерения, правильно построен график, но не обозначены оси координат, правильно выбраны индикаторы, применены верные формулы для расчета индикаторных погрешностей, но имеются ошибки в вычислениях, оценка составляет 14-17 баллов.
- Работа считается выполненной **на продвинутом** уровне, если работа оформлена в соответствии с требованиями, выполнена в полном объеме, правильно проведены расчеты, указаны все единицы измерения, верно построен график, правильно подобраны индикаторы и рассчитаны индикаторные погрешности, оценка составляет 18-20 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Примерный перечень тем РГЗ

1. Рассчитайте теоретическую кривую титрования протолита в соответствии с вариантом.
2. Постройте рассчитанную кривую титрования в координатах: рН - V(титранта).
3. Подберите 2 индикатора, наиболее подходящие для установления конечной точки титрования.
4. Рассчитайте индикаторную погрешность для выбранных индикаторов.
5. Укажите на графике: скачок титрования, точку эквивалентности (ТЭ), линию нейтральности, интервалы перехода окраски двух индикаторов и значения показателей титрования для них (рТ).

Таблица вариантов

Номер варианта	Определяемое вещество ОВ			Рабочее вещество РВ	
	$C_{эж}$, моль/л	V , см ³		$C_{эж}$, моль/л	
1	NaOH	0,01	100	HCl	0,05
2	HCl	0,01	100	KOH	0,02
3	HNO ₃	0,1	20	KOH	0,02
4	KOH	0,1	50	HCl	0,2
5	NH ₄ OH	0,1	50	HNO ₃	0,1
6	CH ₃ COOH	0,1	100	NaOH	0,2
7	HNO ₂	0,01	50	KOH	0,1
8	NH ₄ OH	0,02	20	HCl	0,02
9	NaOH	0,1	20	HBr	0,2
10	LiOH	0,01	20	HNO ₃	0,02
11	HCOOH	0,1	100	NaOH	0,2
12	HCOOH	0,2	50	KOH	0,5
13	NaOH	0,1	100	HCOOH	0,1
14	NH ₄ OH	0,01	100	HCl	0,1
15	HNO ₂	0,2	20	LiOH	0,1
16	KOH	0,01	100	HNO ₃	0,1
17	HNO ₂	0,1	20	NaOH	0,2

18	CH ₃ COOH	0,1	100	NaOH	0,5
19	LiOH	0,1	50	HCl	0,05
20	HBr	0,01	100	KOH	0,1
21	LiOH	0,1	50	CH ₃ COOH	0,2
22	HNO ₃	0,01	50	NH ₄ OH	0,1
23	HCl	0,1	20	NH ₄ OH	0,1
24	HSCN	0,1	20	KOH	0,2
25	HBr	0,01	100	NH ₄ OH	0,01
26	KOH	0,02	50	HCOOH	0,2
27	H ₂ SO ₄	0,2	50	NaOH	0,1
28	KOH	0,1	50	H ₂ SO ₄	0,2
29	HClO	0,01	100	KOH	0,05
30	KOH	0,1	20	HClO	0,05

()

1.

(1-3).

1 (1)

1.

Sn(II), Al(III), Fe(II), Mn(II).

2.

(. .1)

NaOH?

3.

IV ?

4.

VI

?

1 .

•

2

,

2

,

•

3

,

3

,

•

4

,

,

2 (2)

1.

Fe³⁺

2.

3.

4.

+

NH₄⁺ ?

1 .

•

2

,

2

,

•

3

,

3

,

•

4

,

,

3 (3)

1.

Al(III), Mn(II), Ca(II),

2.

3.

1

2

,

2,3 - 1

.

- 2 , 2 3,
- 3 , 1 2 3,
- 4 , ,

1. I ?
2. b²⁺ KI?
3. AgCl ? ?
4. ? ? ?
5. II ?
6. CaSO₄?
7. Sr²⁺ 2+?
8. r 4
9. ? 2+ Sr²⁺ 2+?
10. III
11. ? 3+ ? ?
12. Zn²⁺ III
13. ? I³⁺
14. K₄[Fe(CN)₆]?
15. IV ? ?
16. IV ? -
17. ? IV ?
18. V ?
19. ? (II)
20. ? V ?
21. ? u (II)?
22. ? Co(NCS)₄²⁻?
23. V
- 24-26 ? 1³⁺ Ni²⁺? Mg²⁺
27. Cd²⁺? Mg²⁺ Fe³⁺?
28. ? Fe(OH)₃, Mg(OH)₂, Cd(OH)₂, MnO(OH)₂?
29. VI ? -
30. + NH₄⁺ ?
31. Na⁺ NH₄⁺?

32. NH_4^+ ?
33. NH_4^+ ?
34. ? $^{+?}$
35. NH_4^+ ?
36. ?
- 37-43. $^+, \text{NH}_4^+, \text{Co}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Pb}^{2+}$.
- 44-47. -, , , - .
- 48-54. , -
- 1) $\text{Ca}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Cu}^{2+}$; 2) $\text{NH}_4^+, \text{Fe}^{3+}, \text{Ni}^{2+}$; 3) $\text{Fe}^{3+}, \text{Ba}^{2+}, \text{Cr}^{3+}$;
 3) $\text{Ca}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Cu}^{2+}$; 4) $\text{Na}^+, \text{Hg}^{2+}, \text{Mg}^{2+}$; 5) $\text{Ag}^+, \text{Fe}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Cu}^{2+}$; 6) $\text{NH}_4^+, \text{Cr}^{3+}, \text{Pb}^{2+}$

2.

- 1 (4)
1. (, .)
2. - ? ,
3. ?
 $0,1590 \dots 2 \ 2 \ 4 \ 2 \ 2$
 $24,6 \ 3$
- 1 (5)
1. (),
2. :
3. $250 \ 3$ $1,4425$
 $20 \ 3$ $25 \ 3$
 KMnO_4 $0,00152 / \ 3$ (%)
- 1 (6)
1. :
2. (II)
3. $0,220$, 99% ?
 (II) $0,5$

?

1. 1(7) : . . . ,

2. ? ?

3. $20 \cdot 10^{-3} \text{KMnO}_4$ = 0,0032 / $15 \cdot 10^{-3}$ N $2\text{S}_2\text{O}_3$ - $\text{T}_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ $\text{T}_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{I}_2}$ I H_2SO_4 I_2 $(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$, $\text{T}_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ $\text{T}_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3/\text{I}_2}$

1. 1(8)

2. ?

3. $50,00 \cdot 10^{-3}$ $5,40 \cdot 10^{-3}$ $20,00 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1$ $0,01616 \cdot 10^{-3}$
(/)

1. 1(9)

2.

3. $4 \cdot 10^{-3}$ 80 % g, $25 \cdot 10^{-3}$ $23,74 \cdot 10^{-3} \text{NH}_4\text{SCN}$.
 NH_4SCN .

- 1 2 1 , 3-2 . 1 2,
- 2 , 3 1 2 ,
- 3 , ,
- 4 , ,

1. ?
2. ?
3. ?
4. ?
5. ?
6. ?
7. ?
8. ?
9. ?

10. ?
11. .
- 12.
13. .
- 14.
15. (),
()?
16. (, , ,).
17. -
18. ? - ?
- 19.
20. ? -
21. ,
22. , ? ,
23. - - .
24. (III)?
25. -
(II).
- 26.
27. ? ? , ?
28. ?
29. ? KMnO_4 ?
30. ?
31. ? Cu (2 r2 7). CuSO_4 ?
:) $\text{CuSO}_4 + \text{I} \rightarrow ?$
32.) $\text{I}_2 + \text{N}_2\text{S}_2 \rightarrow ?$
(Cu^{2+})? , ,
?
33. ? ,
34. ?
35. .
36. .
37. , ,
?

38. ?
39. ?
40. ?
41. ?
42. ?
43. ?
44. ?
45. ?
46. ?
47. ?
48. ?
49. 0,1590 . . . 2 2 4 2 2
24,6 3
50. (I₂), 40 3 24,68 3 N₂S₂ 3
= 0,025 / 3
51. 0,16 . . . 2 2 4 2 2 250 3
KMnO₄ = 0,00142 / 3 25 3 2 2 4 2 2 .
52. 1,45 N₂S₃ 200 3 N₂S₃
20 3 N₂S₃ 16,2 3 0,124 I₂
(%) N₂S₃
53. H₂SO₄ 20 3 N c = 0,004 / 3
H₂SO₄, T_{NaOH/H₂SO₄}
54. 20 3 KMnO₄ = 0,0032 / 3 I H₂SO₄ I₂
15 3 N₂S₂ 3 (Na₂S₂O₃), T_{Na₂S₂O₃}, T_{Na₂S₂O₃/I₂}
55. 0,1 (%) g , 39,6 3 , 0,4103
SCN 100 3
56. 2,08 100 3
20 3 21,8 3 1 T_{HCl/NaOH} = 0,004 / 3
57. 25 3 (%) . . . N₂ 4 7 10 2 I
KMnO₄ = 0,0018 / 3 I,
I₂ 20,5 3
N₂S₂ 3 (Na₂S₂O₃).
58. , 1,025 . . . 2 2 4 2 2 , 22 3
()

