

Министерство сельского хозяйства РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»  
(ФГБОУ ВО СПбГАУ)

*Колледж*  
*(на правах факультета непрерывного профессионального образования)*



**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор колледжа

*С.С. Талалай*  
27 июня 2017 г.

# **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**  
(приложение к рабочей программе)

Специальность подготовки  
35.02.06 Технология производства и переработки  
сельскохозяйственной продукции  
Базовый уровень  
Форма обучения  
Очная

Санкт-Петербург  
2017

Автор

преподаватель



\_\_\_\_\_  
(подпись)

Пархоменко О.А.

**Паспорт  
фонда оценочных средств по дисциплине  
«Основы аналитической химии»**

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции (или ее части)</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>
1	Основы аналитической химии.	ОК 1. ОК 4. ОК 5. ОК 8. ПК 1.1. ПК 1.3. ПК 2.1. ПК 2.2. ПК 3.1. ПК 3.4. ПК 3.5.	Устный опрос тестовые задания
2	Количественный анализ.	ОК 2. ОК 3. ОК 6. ПК 1.2. ПК 1.3. ПК 2.3. ПК 3.3. ПК 4.4	Устный опрос, решение задач,
3	Титриметрический анализ.	ОК 2. ОК 3. ОК 7. ОК 8. ПК 1.3. ПК 2.3. ПК 3.1. ПК 3.2. ПК 3.4. ПК 3.5	Устный опрос, решение задач, тестовые задания
4	Физико-химические методы анализа.	ОК 7. ОК 9. ПК 2.2. ПК 2.3. ПК 3.2. ПК 3.4. ПК 3.5. ПК 4.4	Устный опрос, решение задач

Предметом оценки являются умения и знания.

Контроль и оценка осуществляются с использованием следующих форм и методов:

- для текущего контроля – устный опрос, решение задач, тестирование;
- для промежуточной аттестации – дифференцированный зачет.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен **уметь**:

- обоснованно выбирать методы анализа;
- пользоваться аппаратурой и приборами;
- проводить необходимые расчеты;
- готовить растворы различных концентраций и определять их титр;
- проводить отбор и подготовку проб веществ к анализу;
- проводить количественный анализ веществ;
- пользоваться справочной литературой;
- наблюдать, обобщать, сравнивать, математически обрабатывать экспериментальные данные;
- грамотно оформлять и обрабатывать полученные результаты;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен **знать**:

- теоретические основы аналитической химии;
- о функциональной зависимости между свойствами и составом веществ и их систем;
- о возможностях ее использования в химическом анализе;
- специфические особенности, возможности и ограничения, взаимосвязь различных методов анализа;
- практическое применение наиболее распространенных методов анализа;
- правила проведения химического анализа;
- методы обнаружения и разделения элементов, условия их применения;
- гравиметрические, титриметрические, оптические методы анализа;
- правила поведения и технику безопасности при работе в химической лаборатории.

## ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К УСТНОМУ ОПРОСУ

1. Аналитическая химия. Предмет и задачи.
2. Классификация методов аналитической химии: методы разделения, методы обнаружения и методы определения (химические и инструментальные), цели и задачи методов.
3. Выбор метода анализа. Отбор пробы и пробоподготовка.
4. Закон действующих масс. Константа, скорость, концентрация.
5. Типы химических реакций в аналитической химии.
6. Сильные и слабые электролиты, константа и степень диссоциации.
7. Ионное произведение воды, водородный показатель.
8. Влияние физико-химических характеристик растворителя на химико-аналитические свойства ионов. Активность, коэффициент активности, ионная сила растворов.
9. Равновесие в водных растворах кислот. Расчёт рН.
10. Равновесие в водных растворах оснований. Расчёт рН.
11. Буферные растворы, их состав и свойства.
12. Способы выражения концентрации растворов (процентная, молярная, нормальная концентрации и титр раствора).
13. Обратимые и необратимые реакции. Примеры реакций.
14. Факторы, влияющие на обратимость химических реакций.
15. Теории кислотно-основных взаимодействий (Аррениуса, Бренстеда-Лоури).
16. Применение реакций кислотно-основного взаимодействия в аналитической химии.
17. Индикаторы кислотно-основного взаимодействия.
18. Значение буферных систем в химическом анализе.
19. Окислительно-восстановительные реакции. Электронный баланс.
20. Окислительно-восстановительное равновесие. Сопряжённая окислительно-восстановительная пара.
21. Окислительно-восстановительный потенциал и факторы, влияющие на его значение.
22. Применение реакций окисления-восстановления в аналитической химии.
23. Строение и свойства комплексных соединений.
24. Лиганды, хелатные комплексы, хелатный эффект.
25. Равновесия в растворах комплексных соединений, константы устойчивости комплексных ионов.
26. Использование реакций комплексообразования в аналитической химии.
27. Правило произведения растворимости и его использование в аналитической химии.
28. Факторы, влияющие на растворимость малорастворимых соединений: солевой эффект, влияние одноимённых ионов и конкурирующих реакций.
29. Цели и задачи качественного анализа. Классификация методов качественного анализа в зависимости от величины пробы.
30. Аналитические классификации катионов и анионов.
31. Цели и задачи количественного анализа.
32. Классификация химических методов количественного анализа.
33. Сущность и основные операции гравиметрического метода анализа.
34. Классификация гравиметрических методов анализа – методы осаждения, прямые и косвенные методы отгонки, методы выделения.
35. Аналитические возможности, достоинства и недостатки гравиметрического метода анализа.

36. Общая схема аналитического определения по методу осаждения.
37. Осаждаемая и гравиметрическая форма, требования к ним.
38. Неорганические и органические осадители, требования к ним.
39. Выбор осадителя и расчёт его количества.
40. Расчёт результатов гравиметрического определения.
41. Кристаллические и аморфные осадки, механизм их образования и оптимальные условия получения.
42. Процессы коагуляции и пептизации при образовании осадков.
43. Основные причины загрязнения осадков.
44. Соосаждение, его роль в химическом анализе. Типы соосаждения.
45. Способы уменьшения соосаждения и очистки осадков от соосаждённых примесей.
46. Сущность и основные операции титриметрических методов анализа.
47. Классификация титриметрических методов анализа.
48. Как выражают концентрацию растворов в титриметрическом анализе. Дать определение понятий: титр, нормальность.
49. Требования к реакциям, которые используются в титриметрии.
50. Точка эквивалентности (стехиометричности). Закон эквивалентов.
51. Конечная точка титрования и её фиксирование.
52. Стандартные и стандартизированные растворы, их виды и способы приготовления.
53. Способы выражения концентрации стандартных растворов (молярная концентрация, нормальная концентрация, титр, титр по определяемому веществу).
54. Расчёты, связанные с приготовлением стандартных растворов.
55. Титрование.
56. Способы титрования: прямое титрование, обратное титрование, титрование заместителя.
57. Расчёт результатов титриметрического определения.
58. Сущность метода кислотно-основного титрования, его общая характеристика.
59. Индикаторы кислотно-основного титрования.
60. Почему фенолфталеин не применяют при титровании слабого основания сильной кислотой.
61. Почему индикатор метиловый оранжевый не может быть использован при титровании слабой кислоты сильным основанием.
62. Теория индикаторов, основное уравнение теории индикаторов.
63. Кривые кислотно-основного титрования, их прогнозирование.
64. Факторы, влияющие на величину скачка кислотно-основного титрования.
65. Кривые титрования сильных и слабых кислот основаниями.
66. Кривые титрования сильных и слабых оснований кислотами.
67. Кривые титрования солей слабых кислот и солей слабых оснований.
68. Кривые титрования многоосновных кислот.
69. Правило выбора индикатора.
70. Методы окислительно-восстановительного титрования, классификация.
71. Требования к окислительно-восстановительным реакциям, которые применяются в титриметрии.
72. Как определить эквивалентные числа в окислительно-восстановительном титровании.
73. Расчёт факторов эквивалентности веществ, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях.
74. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Факторы, влияющие на величину скачка.
75. Способы фиксирования конечной точки ОВ-титрования.
76. Безиндикаторное титрование, примеры растворов, применяемых в безиндикаторном титровании.

77. Окислительно-восстановительные индикаторы, механизм их действия, интервал перехода. Правило выбора индикатора.
78. Перманганатометрия. Сущность и основные реакции метода.
79. Стандартные и вспомогательные растворы метода перманганатометрического титрования, их приготовление, стандартизация и условия хранения.
80. Фиксирование конечной точки титрования в перманганатометрии.
81. Условия проведения перманганатометрических определений.
82. Аналитические возможности, достоинства и недостатки перманганатометрического метода анализа.
83. Как перманганатометрически определяется железо в соли Мора.
84. Иодометрия. Сущность и основные реакции метода.
85. Стандартные и вспомогательные растворы метода йодометрии, их приготовление, стандартизация и условия хранения.
86. Фиксирование конечной точки титрования в иодометрии. Условия проведения иодометрических определений.
87. Комплексонометрия. Сущность метода.
88. Катионы каких металлов следует определять прямым комплексонометрическим титрованием в щелочной среде.
89. Катионы каких металлов можно определять прямым комплексонометрическим титрованием в кислой среде.
90. Какое требование к устойчивости комплексных соединений определяемых ионов с индикатором и к устойчивости соответствующих комплексонов следует выполнять при комплексонометрическом титровании.
91. Комплексоны, их строение и свойства.
92. Реакции взаимодействия комплексонов с ионами металлов, их стехиометрия.
93. Кривые комплексонометрического титрования. Факторы, влияющие на величину скачка.
94. Способы фиксирования конечной точки титрования в комплексонометрии.
95. Стандартные и вспомогательные растворы метода, их приготовление, стандартизация и условия хранения.
96. Условия проведения комплексонометрических определений.
97. Аналитические возможности и достоинства метода комплексонометрического титрования.
98. Какими свойствами должны обладать индикаторы, применяемые в комплексонометрическом титровании.
99. Физико-химические методы анализа, примеры.
100. Фотометрический метод анализа и его применение.
101. Закон поглощения света.
102. Фотоэлектроколориметр. Принцип работы прибора.
103. Построение градуированного графика.

### **Критерии оценки устного опроса:**

1. Оценка «отлично» выставляется студенту, если:

ответ на вопрос полон; в ответе продемонстрировано уверенное знание явлений и процессов, к которым относится вопрос; в ответе использована специальная терминология; студент может привести примеры, доказывающие правильность его ответа.

2. Оценка «хорошо» выставляется студенту, если:

в ответе на вопрос упущены отдельные значимые моменты; в ответе продемонстрировано общее понимание явлений и процессов, к которым относится вопрос; в ответе

использована специальная терминология; студент не может самостоятельно привести примеры, доказывающие правильность его ответа, но может проанализировать примеры, предложенные преподавателем.

**3. Оценка «удовлетворительно»** выставляется студенту, если:

в ответе на вопрос имеются существенные упущения; в ответе продемонстрировано общее понимание явлений и процессов, к которым относится вопрос; студент не использует специальной терминологии в ответе, но понимает значение основных терминов; студент не может самостоятельно привести примеры, доказывающие правильность его ответа, и не может проанализировать примеры, предложенные преподавателем.

**4. Оценка «неудовлетворительно»** выставляется студенту, если:

студент не может (отказывается) ответить на вопрос; в ответе продемонстрировано непонимание явлений и процессов, к которым относится вопрос; студент не понимает специальной терминологии; студент не может самостоятельно привести примеры, доказывающие правильность его ответа, и не может проанализировать примеры, предложенные преподавателем.

### **Задачи по дисциплине «Основы аналитической химии»**

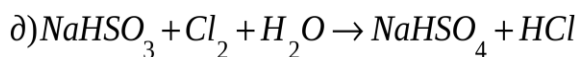
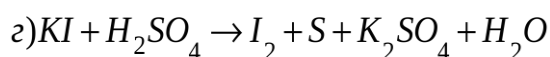
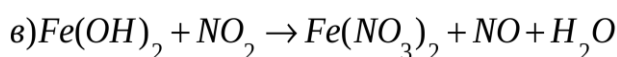
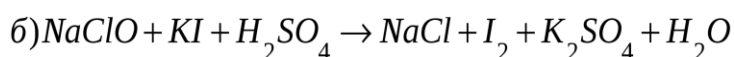
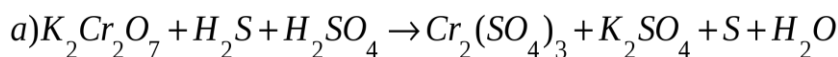
1. Из раствора соли калия получили осадок  $KClO_4$  массой 0,5 г. Вычислить массу калия в растворе.
2. Определить массу навески образца кристаллического бария  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ , если необходимо получить осадок  $BaSO_4$  массой 0,5 г при осаждении хлорида бария серной кислотой.
3. При осаждении хлорида железа (III) едкой щёлочью  $NaOH$  выпал осадок  $Fe_2O_3$  массой 0,6 г. Найдите навеску  $FeCl_3$ .
4. Какова должна быть навеска  $AgNO_3$ , чтобы при осаждении её соляной кислотой образовался осадок хлорида серебра массой 0,1 г.
5. Какова должна быть навеска  $AgNO_3$ , чтобы при осаждении её соляной кислотой образовался осадок  $AgCl$  массой 0,2 г. Сколько мл 0,5 молярного раствора  $HCl$  необходимо взять для осаждения навески соли нитрата серебра  $AgNO_3$ .
6. При осаждении хлорида кальция 0,5 молярным раствором гидроксида натрия выпал осадок  $CaO$  массой 0,1124 г. Определить массу навески и объём осадителя гидроксида натрия.
7. Взято 0,8715 г кристаллического сульфата магния. Получено 0,3942 г  $Mg_2P_2O_7$ . Найти процентное содержание  $Mg$  в кристаллическом сульфате магния.
8. При анализе образца массой 0,9000 г получено 0,0420 г  $Fe_2O_3$  и 0,0582 г  $CaO$ . Вычислите процентное содержание окиси железа и окиси кальция, железа и кальция в образце.
9. Определить процентное содержание влаги в образце по следующим данным: масса бюкса 8,1748 г; масса бюкса с навеской образца до высушивания 11,8245 г; масса бюкса после высушивания с образцом – 11,3248 г.
10. В каменном угле определена влажность 2,88%. Масса воды составила 0,2000 г. Определить массу навески угля.
11. Какую навеску образца, содержащего 20% хлорида натрия и 30% хлорида калия, нужно взять для получения 0,5 г хлорида серебра.
12. Рассчитать массовую долю железа в образце, если массовая доля оксида железа (II) равна 1,2%, а массовая доля оксида железа (III) равна 1,78%.
13. Рассчитать потери (г и %) карбоната кальция при промывании 0,3000 г осадка 250 мл воды.

14. Какую массу образца, содержащего около 30% серы, необходимо взять для анализа, чтобы получить 0,3 г сульфата бария.
15. Рассчитать массовую долю железа в образце, если массовая доля оксида железа (II) равна 1,2%, а массовая доля оксида железа (III) равна 1,78%.
16. Какой объём 4%-го раствора гидрофосфата натрия плотностью 1,02г/мл необходим для осаждения магния в виде пирофосфата магния из раствора, содержащего 0,5238 г кристаллогидрата сульфата магния ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ).
17. Рассчитать объём 3,4%-го раствора нитрата серебра плотностью 1,03г/мл, необходимый для осаждения хлорид-иона из 200 мл 0,01 М раствора хлорида натрия.
18. Чему равна молярная масса эквивалента серной кислоты при титровании раствором КОН.
19. Количество HCl для нейтрализации 4,33г  $Na_2C_2O_4$ .
20. Количество  $HNO_3$  для нейтрализации 5,3г  $Na_2CO_3$ .
21. Количество  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  для нейтрализации 3,65г HCl.
22. Количество NaOH для нейтрализации 6,3г  $CH_3COOH$ .
23. Навеску  $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$  массой 0,6000 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На титрование аликвоты 20,00 мл полученного раствора израсходовано 18,34 мл NaOH. Определить молярную концентрацию раствора NaOH, его титр и условный титр этого раствора по  $H_2C_2O_4$ .
24. На реакцию смеси, состоящей из карбонатов натрия и калия, массой 0,4000 г израсходовали 22,00 мл 0,3000 М раствора HCl. Вычислить массовую долю (%) карбоната натрия и карбоната калия в смеси.
25. На титрование с фенолфталеином навески массой 0,4478 г, состоящей из  $Na_2CO_3$ ,  $NaHCO_3$  и NaCl, потребовалось 18,80 мл 0,1998 М раствора HCl. При титровании с метиловым оранжевым на ту же массу израсходовали 40,00 мл раствора кислоты. Вычислить массовую долю (%)  $Na_2CO_3$  и  $NaHCO_3$  в смеси.
26. Для определения содержания формальдегида в пестициде навеску препарата массой 3,017 г обработали 50,00 мл 1,0 М раствора NaOH ( $K=0,9022$ ) в присутствии пероксида водорода. При нагревании произошла реакция
 
$$HCHO + OH^- + H_2O_2 \rightarrow HCOO^- + 2H_2O$$
 После охлаждения избыток щелочи оттитровали 20,12 мл раствора HCl с  $T(HCl)=0,03798$ . Вычислить массовую долю (%) формальдегида в препарате пестицида.
27. Вычислить нормальность раствора HCl, если на титрование 20 см<sup>3</sup> его израсходовано 19,2 см<sup>3</sup> 0,1N раствора NaOH.
28. Найти нормальность раствора HCl, если его титр равен 0,003592 г/мл.
29. На титрование 25 мл раствора хлороводородной (соляной) кислоты затрачено 20 мл раствора гидроксида калия с эквивалентной концентрацией (молярной концентрацией эквивалента) 0,15 моль/л. Найти массу хлороводорода в 500 мл этого раствора.
30. Рассчитать молярную массу эквивалента ( $M_{эк}$ ) ортофосфорной кислоты в реакциях с гидроксидом натрия с образованием дигидроортофосфата натрия, гидроортофосфата натрия и ортофосфата натрия.
31. Рассчитать молярную концентрацию, титр раствора гидроксида натрия и массу гидроксида натрия, растворённого в 100 мл раствора, если на 15 мл этого раствора при титровании затрачено 18,5 мл стандартного раствора хлороводородной кислоты с концентрацией  $C = 0,86$  моль/л.
32. Чему равна нормальность растворов, содержащих в 1 л : 1) 4,0106 г HCl; 2) 4,8059 г  $H_2SO_4$ .
33. Найти процентное содержание бромида калия в растворе, если известно, что молярная концентрация  $C = 1,3$  моль/л, а плотность раствора = 1108 г/л.

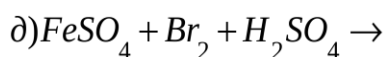
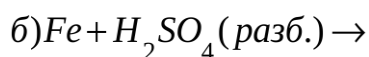


34. Определить массу перманганата калия, необходимую для приготовления 500 мл 0,1н раствора. Раствор будет использован для окислительно-восстановительного титрования в сильно кислой среде.
35. Определить объём 0,1 н раствора нитрита калия, который потребуется для проведения реакции со 100 мл 0,1 М раствора дихромата калия в среде серной кислоты.
36. Чему равен титр  $T$   $\text{HCl}/\text{CaO}$ , если на титрование 0,1144 грамм карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) затрачено 27,65 миллилитра раствора соляной кислоты ( $\text{HCl}$ ).
37. На титрование навески 0,1133 грамма химически чистого оксалата натрия ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) в кислой среде пошло 20,75 миллилитров раствора марганцовки ( $\text{KMnO}_4$ ). Найти нормальность раствора перманганата калия ( $\text{KMnO}_4$ ) и его титр по железу ( $\text{Fe}$ ).
38. Сколько грамм карбоната натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) содержится в растворе, если после растворения карбоната натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) в мерной колбе на 250 миллилитров было взято 25,00 миллилитров пипеткой и на титрование пробы пошло 20,20 миллилитра 0,1010 н раствора соляной кислоты ( $\text{HCl}$ ).
39. Определить концентрацию (г/л) раствора  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ , если на титрование 20,00 мл его израсходовано 17,26 мл 0,06905 М ЭДТА.
40. Определить молярную концентрацию, титр  $T$  (ЭДТА) и титр по определяемому веществу  $T$  (ЭДТА/ $\text{CaO}$ ) рабочего раствора ЭДТА (трилона Б), если на титрование навески металлического цинка массой 0,0131 г после ее растворения в соляной кислоте затратили 18,46 мл рабочего раствора.
41. Вычислить массовую долю (%)  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgCO}_3$  в известняке, если после растворения 1,000 г его получили 100,0 мл раствора, на титрование 20,00 мл которого для определения суммы  $\text{Ca}$  и  $\text{Mg}$  израсходовали 19,25 мл 0,05140 М ЭДТА, а на титрование  $\text{Ca}$  с мурексидом в отдельной пробе затратили 6,25 мл того же раствора ЭДТА.
42. На титрование раствора навески, содержащей 20% оксида алюминия, затрачено 10 мл 0,10 М раствора трилона Б. Найти массу навески.
43. Навеску металлического магния растворили в хлороводородной кислоте и полученный раствор оттитровали 15,00 мл раствора ЭДТА с молярной концентрацией 0,1500 моль/л. Рассчитайте массу навески магния.
44. Определить молярную массу эквивалента окислителя и восстановителя в реакции
45.  $5\text{HAsO}_2 + 2\text{MnO}_4^- + 6\text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{Mn}^{2+}$
46. Рассчитать окислительно-восстановительный потенциал в процессе титрования  $\text{Fe}^{2+}$  раствором  $\text{KMnO}_4$ , если взято 50 мл 0,1 н. раствора соли  $\text{Fe}^{2+}$  и добавлено 49 мл 0,1 н. раствора  $\text{KMnO}_4$ ,  $[\text{H}^+] = 1$  моль/л.
47. Найти константу равновесия реакции  $\text{H}_3\text{AsO}_4 + 2\text{I}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{HAsO}_2 + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
48. Какая масса (г) пероксида водорода содержится в пробе, если при титровании израсходовано 14,50 мл перманганата калия с  $T$  ( $\text{KMnO}_4/\text{Fe}$ ) = 0,08376 г/мл.
49. Для определения содержания формальдегида навеску технического препарата массой 0,2679 г растворили в воде, добавили  $\text{NaOH}$  и 50,00 мл 0,1004 н раствора  $\text{I}_2$  ( $f_3 = 1/2$ )  $\text{HCOH} + 3\text{NaOH} + \text{I}_2 = \text{HCOONa} + 2\text{NaI} + 2\text{H}_2\text{O}$  После подкисления раствора на титрование избытка иода израсходовано 15,20 мл раствора тиосульфата [ $T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,011600$ ]. Вычислить массовую долю (%) формальдегида в препарате.
50. Вычислить массовую долю (%) меди в руде, если из навески руды массой 0,6215 г медь перевели в раствор в виде  $\text{Cu}^{2+}$  и при добавлении к этому раствору  $\text{KI}$  выделившийся иод оттитровали 18,23 мл раствора тиосульфата натрия с  $T$  ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) = 0,01545 г/мл.
51. Закончите уравнения окислительно-восстановительных реакций, расставьте коэффициенты методом полуреакций:
- а)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$
- б)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \dots$
- в)  $\text{FeSO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

- г)  $I_2 + KOH \rightarrow$   
 д)  $HI + H_2SO_4 \text{ (конц.)} \rightarrow H_2S + \dots$
52. На титрование 20 мл 0,0195 н. раствора натрия тиосульфата израсходовано 20,1 мл раствора иода. Определите нормальность и титр раствора иода.
53. В раствор, содержащий избыток калия иодида и подкисленный серной кислотой, добавили 25 мл 0,05 н. раствора калия дихромата. На титрование выделившегося иода пошло 22,8 мл раствора раствор  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ . Вычислите нормальность и титр раствора раствор  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ .
54. На титрование раствора пероксида водорода в кислой среде израсходовано 25 см<sup>3</sup> раствора перманганата калия с  $T(KMnO_4) = 0,008 \text{ г/см}^3$ . Рассчитать массу пероксида водорода, содержащегося в исходном растворе.
55. Рассчитать молярную концентрацию эквивалента раствора нитрита натрия, содержащего 13,8 г соли в 200 см<sup>3</sup> раствора. Какой объем раствора перманганата калия с молярной концентрацией эквивалента 0,5 моль/дм<sup>3</sup> потребуется на титрование 10 см<sup>3</sup> исходного раствора нитрита натрия.
56. Расставьте коэффициенты в уравнениях следующих реакций:

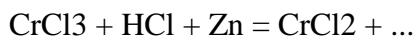


57. Рассчитайте навеску  $KMnO_4$ , необходимую для приготовления 1 л 0,02н раствора.
58. На титрование 4,5 мл 0,1н раствора щавелевой кислоты израсходовано 55 мл  $KMnO_4$ . Рассчитайте нормальность и титр раствора  $KMnO_4$ .
59. Закончите уравнения реакций и расставьте коэффициенты:



60. Закончите и уравняйте реакции. Укажите окислители и восстановители. Какие из веществ могут быть только окислителями? только восстановителями?





### Критерии оценки:

**Оценку “отлично”**, получает обучаемый раскрывший алгоритм решения задачи, указавший химические формулы, выполнивший последовательно все действия и получивший верный результат;

**Оценку “хорошо”**, получает обучаемый раскрывший алгоритм решения задачи, указавший химические формулы, выполнивший последовательно все действия, допустивший ошибку в 1 действии, что привело к неправильному вычислению результата;

**Оценку “удовлетворительно”**, получает обучаемый раскрывший алгоритм решения задачи, указавший химические формулы, выполнивший последовательно все действия, допустивший ошибку в 2х действиях, что привело к неправильному вычислению результата;

**Оценку “неудовлетворительно”**, получает обучаемый неверно раскрывший алгоритм решения задачи, не указавший химические формулы, допустивший ошибку в нескольких действиях, что привело к неправильному вычислению результата.

### Тестовые задания

Задание 1. 0,1 моль/л раствор серебра нитрата титруют 0,1 моль/л раствором калия тиоцианата в присутствии индикатора железоммониевых квасцов. Напишите уравнения реакций, протекающих в процессе титрования, и укажите:

1. Среду титрования:

- а) уксуснокислая;
- б) сернокислая;
- в) солянокислая;
- г) азотнокислая;
- д) аммиачная.

2. Окраску раствора в начальный момент титрования:

- а) бесцветная;
- б) желтая;
- в) оранжевая;
- г) красная;
- д) зеленая.

3. Окраску раствора в КТТ:

- а) бесцветная;
- б) желтая;
- в) оранжевая;
- г) красная;
- д) зеленая.

4. Показатель концентрации тиоцианат-ионов в КТТ:

- а) 8;
- б) 7;
- в) 6;
- г) 5;
- д) 4.

Задание 2 Для прямого комплексонометрического определения кальция готовят 400 мл 0,025 моль/л раствора титранта ЭДТА. Рассчитайте и укажите:

5. Массу навески ЭДТА, необходимую для приготовления титранта:

- а) 3,0018 г;
- б) 3,4621 г;
- в) 4,0837 г;
- г) 3,7224 г;
- д) 4,4430 г.

6. Титриметрический фактор пересчета ЭДТА по кальцию:

- а)  $1,8 \cdot 10^{-3}$  г/мл;
- б)  $1,6 \cdot 10^{-3}$  г/мл;
- в)  $1,4 \cdot 10^{-3}$  г/мл;
- г)  $1,2 \cdot 10^{-3}$  г/мл;
- д)  $1,0 \cdot 10^{-3}$  г/мл.

7. Индикатор титрования (см. «Справочник»):

- а) ксиленоловый оранжевый;
- б) фенолфталеин;
- в) пирогаллоловый красный;
- г) дифенилкарбазон;
- д) мурексид.

8. Изменение окраски раствора в КТТ (см. «Справочник»):

- а) из желтой в зеленую;
- б) из желтой в синюю;
- в) из красной в фиолетовую;
- г) из фиолетовой в желтую;
- д) из синей в желтую.

9. Какое утверждение ошибочно?

- а) химическим равновесием называют такое состояние системы реагирующих веществ, при котором скорости прямой и обратной реакций равны;
- б) основаниями называют соединения, диссоциирующие с образованием аниона, соответствующего аниону растворителя;
- в) электролитическая диссоциация – обратимый процесс, приводящий к равновесию между недиссоциированными молекулами ионами и ионами поэтому к ней применим закон эквивалентности.

10. В каком случае растворимость хлорида серебра будет наибольшей?

- а) в дистиллированной воде;
- б) в растворе нитрата серебра;

- в) в растворе хлорида натрия;
- г) в растворе нитрата натрия.

11. В комплексном соединении  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$  комплексообразователем является

- а)  $\text{Ag}^+$
- б)  $\text{Cl}^-$
- в)  $\text{NH}_3$
- г)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$

12. Ионное произведение воды – это:

- а) отрицательный логарифм концентрации ионов водорода;
- б) отрицательный логарифм концентрации гидроксид-ионов;
- в) произведение концентраций ионов водорода и гидроксид-ионов;
- г) величина, равная  $10^{-7}$  моль/л.

13. Чему равен фактор эквивалентности серной кислоты в реакции полной нейтрализации?

- а) 1
- б) 1/2
- в) 1/3
- г) 1/4.

14. Групповой реактив на катионы I группы по кислотно-основной классификации ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ):

- а) 2н. раствор аммиака в избытке;
- б) 2н. раствор щелочи;
- в) 2н. раствор серной кислоты;
- г) группового реактива нет.

15. Групповой реактив на катионы II группы по кислотно-основной классификации ( $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ):

- а) 2н. раствор серной кислоты;
- б) 2н. раствор соляной кислоты;
- в) 2н. раствор аммиака в избытке;
- г) щелочь в избытке.

16. Количественное определение значения общей жесткости воды относится:

- а) к методам окислительно-восстановительного титрования;
- б) к методам осадительного титрования;
- в) к методам комплексонометрического титрования;
- г) к методам кислотно-основного титрования.

17. Количественное определение содержания активного хлора в растворе относится:

- а) к методам окислительно-восстановительного титрования;
- б) к методам осадительного титрования;
- в) к методам комплексонометрического титрования;
- г) к методам кислотно-основного титрования.

18. Количественное определение хлоридов в растворе титрованием раствором нитрата серебра относится:

- а) к методам окислительно-восстановительного титрования;
- б) к методам осадительного титрования;

- в) к методам комплексонометрического титрования;
- г) к методам кислотно-основного титрования.

19. Под какими буквами перечислены только сильные электролиты?

- а)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
- б)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{HCl}$ ;
- в)  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ;
- г)  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ .

20. Под какими буквами перечислены только слабые электролиты?

- а)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ;
- б)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{FeCl}_3$ ;
- в)  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SiO}_4$ ;
- г)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{AgCl}$ .

21. Под какими буквами перечислены только неэлектролиты?

- а)  $\text{C}_6\text{H}_6$ ,  $\text{HCN}$ ;
- б)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ;
- в)  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ ,  $\text{CaC}_2$ ;
- г)  $\text{Ag}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $(\text{CH}_3)_2\text{O}$ .

22. Какие из перечисленных операций производятся при гравиметрическом анализе?

- а) фильтрование
- б) взятие навески
- в) добавление индикатора
- г) подкисление раствора

23. Для труднорастворимого соединения  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  произведение растворимости выражается как:

- а)  $\text{PP}=[\text{Ca}] \cdot [\text{PO}_4]$
- б)  $\text{PP}=[\text{Ca}]^3 \cdot [\text{PO}_4]^2$
- в)  $\text{PP}=\text{P}^5$
- г)  $\text{PP}=0$

24. В растворе комплексного соединения  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  можно обнаружить в значительных количествах:

- а)  $\text{K}^+$
- б)  $\text{Fe}^{3+}$
- в)  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$
- г)  $\text{CN}^-$

25. Какие из перечисленных терминов являются величинами, характеризующими количественный состав раствора:

- а) объемная доля
- б) молярная концентрация
- в) нормальная концентрация
- г) титр раствора

26. Для титрования слабой кислоты сильным основанием используют индикаторы:

- а) метиловый оранжевый и метиловый красный;
- б) фенолфталеин;
- в) бромтимоловый синий;

г) хромоген чёрный.

27. Для практически полного осаждения иона достаточно:

- а) полуторного избытка осадителя;
- б) большой избыток осадителя;
- в) зависит от количества реагирующих веществ.

28. Молярная масса эквивалента вещества – это:

- а) масса одного моля эквивалента этого вещества, равная произведению фактора эквивалентности на молярную массу вещества;
- б) масса одного моля эквивалента этого вещества, равная произведению фактора эквивалентности на молярную массу и концентрацию вещества;
- в) число обозначающее, какая доля реальной частицы вещества эквивалентна одному иону водорода.

29. Перманганатометрическое титрование относят к методам:

- а) осадительного титрования;
- б) кислотно-основного титрования;
- в) окислительно-восстановительного титрования.

30. Раствор реактива с точно известной концентрацией называют:

- а) титрант
- б) аликвота
- в) анализируемый раствор
- г) индикатор
- д) буферный раствор

31. Для стандартизации дихромата калия используют:

- а) перманганат калия;
- б) йодид калия;
- в) оксид мышьяка;
- г) этот раствор не стандартизируют, так как он устойчив при хранении на воздухе.

32. Выберите один верный вариант ответа. Соединение, которое взвешивают после прокаливания для получения окончательного расчета анализа, называют:

- а) осаждаемой формой;
- б) испытуемой формой;
- в) средней пробой;
- г) навеской;
- д) гравиметрической формой.

#### **Критерии оценки тестов:**

Оценка «отлично» правильных ответов - 100 - 90 процентов,  
«хорошо» - 90 - 80 процентов  
«удовлетворительно» - 80 - 70 процентов,  
«неудовлетворительно» - менее 70 процентов

## Самостоятельная работа

Темы самостоятельных работ к разделу 1 «Основы аналитической химии»

1. Определение концентрации растворов.
2. Определение химического равновесия реакции.
3. Вычисление рН растворов сильных и слабых электролитов.
4. Классификация окислительно-восстановительных реакций и расчеты методом электронного баланса.
5. Решение задач к разделу 1.

Задачи:

1. Нитрат калия массой 10 грамм растворили в воде объемом 150 мл (плотность воды 1 г/мл). Рассчитайте массовую долю соли в растворе (Wв).
2. Рассчитать мольную долю ортофосфорной кислоты в растворе, содержащем 49 г кислоты и 360 г воды.
3. Рассчитайте молярную концентрацию (См) ионов  $\text{OH}^-$  в растворе 200 мл которого содержат 14,8 г  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Уравнение для решения:  $\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^-$ .
4. Рассчитайте массу  $\text{KCl}$  и массу  $\text{H}_2\text{O}$ , которые необходимы для приготовления раствора массой 320 г с массовой долей хлорида калия 3 %.
5. Найти рН 3% раствора серной кислоты с плотностью  $d = 1,04$  г/мл.
6. Найти концентрацию ионов водорода в 0.2% растворе  $\text{KOH}$ , считая плотность раствора равной 1,01 г/мл.
7. Вычислить рН 1% раствора  $\text{HBr}$ , считая плотность раствора равной 1,02 г/мл.
8. Найти рН и концентрацию ионов  $[\text{OH}^-]$  в растворе 0.001н  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .
9. Расставить коэффициенты в уравнении реакции (решить ОВР):  
$$\text{H}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{S} + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
10. Расставить коэффициенты в уравнении реакции (решить ОВР):  
$$\text{HCl} + \text{MnO}_2 = \text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
11. Расставить коэффициенты в уравнении ОВР:  
$$\text{KNO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
12. Расставить коэффициенты в уравнении ОВР:  
$$\text{P} + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{P}_2\text{O}_5$$
13. Расставить коэффициенты в уравнении реакции (решить ОВР):  
$$\text{H}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{S} + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
14. Расставить коэффициенты в уравнении ОВР:  
$$\text{KNO}_2 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$

Темы самостоятельных работ к разделу 2 «Количественный анализ»

1. Расчёт аналитического множителя.
2. Определение количества определяемого вещества.
3. Решение задач к разделу 2.

Задачи:

1. Какую навеску соли трехводного ацетата свинца нужно взять для гравиметрического определения в ней свинца.
2. Какой объем раствора серной кислоты с массовой долей 9% (плотностью 1,06 г/мл) следует взять для осаждения свинца из ацетата свинца с учетом избытка осадителя?



3. На сколько граммов уменьшится масса осадка ортофосфата алюминия, если его промыть 300 мл дистиллированной воды (ПР ( $\text{AlPO}_4$ ) =  $5.8 \cdot 10^{-19}$ )?
4. Какую навеску сульфата железа  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  следует взять для определения в нем железа в виде  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (считая норму осадка равной 0.2 г)?
5. Из навески соединения бария получен осадок в виде сульфата бария массой 0.5864 г. Какой массе а) бария, б) оксида бария соответствует масса полученного осадка?
6. После соответствующей обработки 0.9000 г сульфата калия-алюминия получено  $\text{Al}_2\text{O}_3$  массой 0,0967 г. Вычислите массовую долю алюминия в исследуемом веществе.

#### Темы самостоятельных работ к разделу 3 «Титриметрический анализ»

1. Кислотно-основное титрование в пищевой промышленности.
2. Определение аскорбиновой кислоты в соках.
3. Решение задач к разделу 3.

#### Задачи:

1. Какая масса азотной кислоты содержится в 500 мл раствора, если его титр равен 0.006300 г/мл.
2. Титр раствора соляной кислоты равен 0.003592 г/мл. Вычислите его нормальную концентрацию.
3. Имеется 0,1205 н раствор серной кислоты. Определить титр раствора.
4. На титрование 20,0 мл раствора азотной кислоты затрачено 15,00 мл 0,1200 н раствора гидроксида натрия. Вычислите нормальную концентрацию, титр и массу азотной кислоты в 250 мл раствора.
5. Какой объем 0,1500 н раствора гидроксида натрия пойдет на титрование 21,00 мл 0,1133 н раствора соляной кислоты.
6. Какова нормальная концентрация раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , полученного растворением 1.7334 г ее в мерной колбе вместимостью 250 мл.
7. Почему, устанавливая титр раствора, пользуются той же мерной посудой, что и при выполнении самого определения?

#### Темы самостоятельных работ к разделу 4 «Физико-химические методы анализа»

1. Техника работы на фотоэлектрокалориметре.
2. Построение градуированного графика.
3. Классификация физико-химических методов анализа.
4. Общая характеристика инструментальных методов анализа.

#### **Критерии оценки самостоятельной работы:**

- Оценка «Зачтено» выставляется студенту, который раскрыл тему задания, изложил материал полно и логически последовательно, решил задачи и оформил задание в соответствии с требованиями.
- Оценка «Не зачтено» выставляется студенту, который не выполнил задание полностью или подготовил частично, не ясно излагает свои мысли, не решил задачи, работа сдана позже установленного срока.

**Вопросы для дифференцированного зачёта  
по дисциплине «Основы аналитической химии»**

1. Предмет аналитической химии, ее структура.
2. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности; обеспечение экспрессности; анализ без разрушения; локальный анализ; дистанционный анализ.
3. Сущность качественного и количественного анализа. Основные понятия в качественном и количественном анализе.
4. Систематический и дробный качественный анализ.
5. Аналитические группы ионов в качественном анализе. Групповые, характерные и специфические качественные реакции.
6. Понятие химической системы. Константа химического равновесия.
7. Ионное произведение воды. Водородный показатель (рН).
8. Сильные электролиты. Равновесия в растворах сильных кислот и оснований. Расчет рН в растворах сильных электролитов.
9. Слабые электролиты. Равновесия в растворах слабых кислот и оснований. Степень диссоциации слабого электролита. Расчет рН в растворах слабых электролитов.
10. Современные представления о кислотах и основаниях. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания.
11. Равновесие в системе раствор – осадок. Произведение растворимости.
12. Факторы, влияющие на растворимость осадков: температура, ионная сила, действие одноименного иона, реакции комплексообразования, окисления-восстановления.
13. Осадки и их свойства. Схема образования осадка.
14. Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от его индивидуальных свойств и условий осаждения.
15. Зависимость формы осадка от скорости образования и роста первичных частиц. Условия получения кристаллических и аморфных осадков.
16. Гомогенное осаждение. Старение осадка. Причины загрязнения осадка.
17. Классификация различных видов соосаждения. Положительное и отрицательное значение явления соосаждения в анализе.
18. Скорость реакций в химическом анализе.
19. Факторы, влияющие на скорость.
20. Пробоотбор и пробоподготовка. Представительность пробы; взаимосвязь с объектом и методом анализа. Факторы, обуславливающие размер пробы.
21. Сущность гравиметрического анализа. Прямые и косвенные методы определения. Общая схема определений.
22. Требования к осаждаемой и гравиметрической формам.
23. Титриметрический анализ. Классификация титриметрических методов анализа.
24. Основные понятия титриметрического анализа.
25. Классификация методов титриметрического анализа.
26. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент, молярная масса эквивалента, молярная концентрация.
27. Рабочие титрованные, стандартные (приготовленные) и стандартизированные (установленные) рабочие растворы. Стандарт-титры (фиксаналы).
28. Виды кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования и величину скачка титрования в различных методах.
29. Точка эквивалентности. Способы определения конечной точки титрования в различных методах.
30. Кислотно-основные индикаторы. Выбор индикатора и погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований.

31. Окислительно-восстановительные индикаторы. Погрешности титрования.
32. Основные методы окислительно-восстановительного титрования (перманганатометрия, дихроматометрия, иодометрия).
33. Сущность перманганатометрии, определение конца титрования. Расчет молярной массы эквивалента окислителя и восстановителя.
34. Общая характеристика физико-химических методов анализа.
35. Основные физико-химические методы анализа.
36. Основные приемы определения концентрации анализируемого компонента, используемые в физико-химических методах анализа (прямые и косвенные методы).
37. Фотоэлектроколориметрия, сущность метода, стандартные растворы.
38. Последовательность операции в ходе анализа (на примере определения  $\text{Cu}$ ). Используемые приборы.
39. Спектры поглощения и их происхождение. Оптимальные условия фотометрического определения.

### **Критерии оценки контроля знаний студентов по дисциплине «Основы аналитической химии»**

Оценка «отлично» выставляется студенту, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоившему основную и знакомому с дополнительной литературой, рекомендованной программой, усвоившему взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, обнаружившему полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющему предусмотренные в программе задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную в программе, показавшему систематический характер знаний по дисциплине и способному к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.