

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Кодониди Иван Панайотович
Должность: заместитель директора по учебной и воспитательной работе
Дата подписания: 16.03.2024 02:29:19
Уникальный программный ключ:
5a19380bc0e8c5b1a65549037b257ca435033995



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

**ПЯТИГОРСКИЙ МЕДИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ –
филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Министерства здравоохранения Российской Федерации**

УТВЕРЖДАЮ
Зам. Директора по УВР
_____ И.П. Кодониди

«30» августа 2024 г.

**Кафедра токсикологической и аналитической химии
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
ОП. 08. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

для специальности:
33.02.01 «Фармация»
Год набора: 2024

Пятигорск, 2024



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

СОДЕРЖАНИЕ

- 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**
- 2. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**
- 3. ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ**
- 4. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения итоговой аттестации в форме экзамена с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий для обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины ОП. 10. Аналитическая химия, позволяющие оценить умения, знания, практический опыт и формируемые компетенции.

ФОС включает контрольные материалы для проведения итоговой аттестации в форме экзамена.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины в соответствии с ФГОС:

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы – компетенциями

Планируемые результаты освоения образовательной программы (компетенции), формируемые в рамках дисциплины	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p align="center">ПК 2.3, ПК 2.5, ОК 01, ОК 02, ОК 04, ОК 07</p>	<p>Умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить качественный и количественный анализ химических веществ, в том числе лекарственных средств; - соблюдать правила санитарно-гигиенического режима, охраны труда, техники безопасности и противопожарной безопасности, порядок действия при чрезвычайных ситуациях <p>Знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - теоретические основы аналитической химии; - методы качественного и количественного анализа неорганических и органических веществ, в том числе физико-химические; - требования по охране труда, меры пожарной безопасности, порядок действий при чрезвычайных ситуациях



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

2. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ЗАДАНИЕ № 1

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте определение аналитической химии. Назовите предмет и задачи аналитической химии.

Задание 2.

Назовите катионы II аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 2

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте определение аналитической реакции. Укажите требования и условия их проведения.

Задание 2.

Назовите анионы III аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 3

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте определение понятию реактивы. Назовите классификация. Приведите примеры.

Задание 2.

Назовите катионы VI аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 4

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте характеристику аналитическим реакциям. Перечислите требования к ним. Охарактеризуйте чувствительность химических реакций: открываемый минимум, предельная концентрация, предельное разбавление, показатель чувствительности.

Задание 2.

Назовите анионы I аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 5

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Назовите групповой реагент IV аналитической группы катионов, напишите реакции взаимодействия с ним (в экв. количестве и в избытке) ионов хрома (III). Укажите аналитические сигналы реакций.

Задание 2.

Назовите катионы II аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 6

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте определение: водородный и гидроксидный показатели, перечислите способы определения рН среды.

Задание 2.

Назовите катионы V аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 7

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте характеристику и определение: гетерогенные равновесия в растворах электролитов; произведение растворимости (термодинамическое и концентрационное); растворимость (S и P).

Задание 2.

Дайте общую характеристику катионов IV аналитической группы (отношение к групповым реагентам, участие в протолитических, осадительных и окислительно-восстановительных реакциях, реакциях комплексообразования). Приведите примеры.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 8

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Назовите катионы IV аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

Задание 2.

Дайте определение аналитической реакции и перечислите требования к реакциям.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 9

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте определение понятию: равновесие в растворах комплексных соединений; константы устойчивости и нестойкости, охарактеризуйте их значение.

Задание 2.

Назовите анионы II аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 10

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте общую характеристику катионов III аналитической группы (отношение к групповым реагентам, участие в протолитических, осадительных и окислительно-восстановительных реакциях, реакциях комплексообразования). Приведите примеры.

Задание 2.

Назовите катионы III аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 11

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте характеристику путям проведения аналитических реакций. Приведите примеры.

Задание 2.

Назовите групповой реагент V аналитической группы катионов, напишите реакции взаимодействия с ним. Укажите аналитические сигналы реакций.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 12

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Назовите катионы I аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

Задание 2.

Напишите общие реагенты катионов V группы. Напишите уравнения реакций взаимодействия их с катионом магния, укажите аналитические сигналы.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 13

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте характеристику и обоснуйте условия проведения аналитических реакций.

Задание 2.

Назовите групповой реагент IV аналитической группы катионов, напишите реакции взаимодействия с ним (в экв. количестве и в избытке) ионов хрома(III). Укажите аналитические сигналы реакций.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 14

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Назовите групповой реагент IV аналитической группы катионов, напишите реакции взаимодействия с ним (в экв. количестве и избытке) ионов алюминия. Укажите аналитические сигналы реакций.

Задание 2.

Назовите катионы III аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 15

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте характеристику кислотно-основной классификация катионов (группы катионов, групповые реагенты, эффекты аналитических реакций).

Задание 2.

Дайте определение аналитической химии. Назовите предмет и задачи аналитической химии.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 16

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте определение сильные и слабые электролиты, их количественные характеристики.

Задание 2.

Дайте общую характеристику катионов V аналитической группы (отношение к групповым реагентам, участие в протолитических, осадительных и окислительно-восстановительных реакциях, реакциях комплексообразования). Приведите примеры.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 17

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Определите и охарактеризуйте способы выполнения качественных реакций.

Задание 2.

Назовите групповой реагент II аналитической группы катионов, напишите реакции взаимодействия с ним. Укажите аналитические сигналы реакций.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 18

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте определение аналитической химии. Назовите предмет и задачи аналитической химии.

Задание 2.

Назовите анионы I катионы аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 19

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Назовите анионы III аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

Задание 2.

Дайте определение аналитической реакции. Укажите требования и условия их проведения.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 20

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте определение протолитической теории кислот и оснований. Роль растворителей и их классификация.

Задание 2.

Дайте общую характеристику анионов I аналитической группы (отношение к групповым реагентам, участие в протолитических и окислительно-восстановительных реакциях).

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 21

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Назовите катионы II аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

Катионы аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

Задание 2.

Дайте определение понятию реактивы. Назовите классификация. Приведите примеры.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 22

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте определение аналитической реакции. Укажите требования и условия их проведения.

Задание 2.

Назовите анионы I аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 23

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Назовите катионы V аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

Задание 2.

Дайте определение: водородный и гидроксидный показатели, охарактеризуйте способы определения pH среды.



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 24

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Назовите анионы III аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

Задание 2.

Дайте характеристику равновесию в растворах комплексных соединений и определение константы устойчивости и нестойкости, их значение.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 25

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Охарактеризуйте использование реакций осаждения для обнаружения, разделения, маскировки и удаления мешающих ионов. Приведите примеры.

Задание 2.

Дайте общую характеристику анионов II аналитической группы (отношение к групповым реагентам, участие в протолитических и окислительно-восстановительных реакциях). Реакции обнаружения оксалат- и фосфат-ионов

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 26

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте определение закона действующих масс, константы равновесия.

Задание 2.

Дайте общую характеристику катионов IV аналитической группы.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 27

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте характеристику путей проведения аналитических реакций. Приведите примеры.

Задание 2.

Дайте общую характеристику катионов III аналитической группы.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 28

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Дайте характеристику способам выполнения качественных реакций.

Задание 2.

Назовите групповой реагент IV аналитической группы катионов, напишите реакции взаимодействия с ним. Укажите аналитические сигналы реакций.

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ЗАДАНИЕ № 29

Инструкция по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Подготовьте дистанционно письменный ответ и отправьте его, согласно инструкции к экзамену, на указанный электронный адрес.
3. На бланке (листе) ответа укажите: дату; дисциплину (ОП.08 Аналитическая химия); номер группы; фамилия и имя обучающегося; номер Задания; Ф.И.О. преподавателя.

Время выполнения задания: 30 минут.

Время отправки задания: 10 минут.

Задание 1.

Назовите катионы VI аналитической группы. Перечислите свойства. Напишите качественные реакции.

Задание 2.

Дайте характеристику и определение: гетерогенные равновесия в растворах электролитов, произведение растворимости (термодинамическое и концентрационное), растворимость (S и P).

: _____



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

ПАКЕТ ЭКЗАМЕНАТОРА

Условия

- Количество вариантов экзаменационных заданий - 29;
- Время выполнения задания: 30 минут.
- Время отправки задания: 10 минут.



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

3. ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ

Эталон ответа

Задание № 1

Задание 1.

Предмет и задачи аналитической химии.

Аналитическая химия — это наука, разрабатывающая теоретические основы и практические методы химического анализа.

Аналитическая химия позволяет решать многие задачи:

1. Выяснить природу вещества (органическое или неорганическое).
2. Установить формы нахождения отдельных составляющих (ионы, молекулы, атомы) и степени окисления элементов.
3. Определить состав и содержание главного (основного) компонента и посторонних в нем примесей, а также микропримесей в особо чистых технических объектах.
4. Установить формулу неизвестного соединения.
5. Установить структурные элементы и строение соединения.

Задание 2.

Катионы II аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

Ко второй аналитической группе катионов относятся катионы Pb^{2+} , Ag^+ , Hg_2^{2+} . Катионы второй аналитической группы образуют нерастворимые галогениды (кроме фторида серебра) Это объясняется высокой поляризационной способностью этих катионов.

Большинство солей катионов II аналитической группы не имеет цвета. Окрашенными являются соли, которые содержат окрашенные анионы, например, хроматы.

Реагент	Катионы		
	Ag^+	Hg_2^{2+}	Pb^{2+}
HCl	$AgCl$, белый осадок, растворимый в NH_3 .	Hg_2Cl_2 , бел. осадок, который при действии NH_3 разлаг. на Hg и $HgNH_2Cl$.	$PbCl_2$, белый осадок, растворяется в горячей воде.
Na_2S или H_2S	Ag_2S , чёрный осадок, растворяется в NH_3 .	HgS + Hg . Чёрный осадок, растворяется в царской водке.	PbS , чёрный осадок, растворяется в HNO_3 .
NaOH KOH	Ag_2O , бурый осадок, растворимый в NH_3 или HNO_3 .	Hg_2O , чёрный осадок, растворимый в HNO_3 .	$Pb(OH)_2$, белый осадок, растворимый в HNO_3 .
KI	AgI , жёлтый осадок, не растворяется в NH_3 .	Hg_2I_2 , зелёный осадок, растворяется в избытке реагента.	PbI_2 , золотисто-жёлтый осадок, растворяется в горячей воде, в избытке реагента и CH_3COOH .
H_2SO_4	Ag_2SO_4 , белый	Hg_2SO_4 , белый	$PbSO_4$, белый



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

	осадок, выпадает из концентрированных растворов, растворяется в горячей воде.	осадок, растворяется в спирте.	осадок, растворимый в щелочах и 30% растворе уксуснокислого аммония.
--	---	--------------------------------	--



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 2

Задание 1.

Аналитическая реакция. Требования. Условия проведения.

Аналитическая реакция - это реакция, которая сопровождается каким-либо внешним эффектом (образованием или растворением осадка, выделением газа, изменением окраски раствора и т.д.), позволяющим сделать вывод о наличии соответствующих ионов или молекул в анализируемом веществе.

Аналитическая реакция должна отвечать определенным требованиям. Она должна протекать не слишком медленно и быть достаточно простой по выполнению.

Для аналитических реакций важнейшими требованиями являются специфичность и чувствительность. Чем меньшее количество ионов вступает в реакцию с данным реактивом, тем более специфична данная реакция. Чем меньшее количество вещества может быть определено с помощью данного реактива, тем более чувствительна эта реакция.

Условия проведения аналитических реакций:

Выполнение каждой аналитической реакции требует соблюдения определенных условий ее проведения, важнейшими из которых являются:

1. концентрация реагирующих веществ,
2. среда раствора,
3. температура.

Задание 2.

Анионы III аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

Третья аналитическая группа анионов объединяет ионы NO_3^- , CH_3COO^- , MoO_4^{2-} , WO_4^{2-} , VO_3^- большинство солей, которые хорошо растворимы в воде. Группового реагента нет.



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 3

Задание 1.

Реактивы. Классификация. Примеры.

Химические реактивы – это вещества, которые используются для химических реакций.

По степени чистоты и назначению выделяют следующие категории реактивов:

- 1) особой чистоты (сверхвысокой очистки), (ос. ч.)
- 2) химически чистые («х.ч.»),
- 3) чистые для анализа («ч.д.а.»),
- 4) чистые («ч.»),
- 5) технические продукты, расфасованные в мелкую тару («техн.»).

По назначению выделяют, например, органические аналитические реагенты, комплексоны, фиксаналы, рН-индикаторы, первичные стандарты, растворители для спектроскопии

Задание 2.

Катионы VI аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

К VI аналитической группе относятся катионы d-элементов Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} . Групповым реагентом является раствор NH_3 . При действии небольшого количества раствора NH_3 образуются осадки разного состава: $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ и $\text{Co}(\text{OH})\text{Cl}$ синего цвета, белые $\text{Cd}(\text{OH})_2$ и $[\text{NH}_2\text{Hg}]\text{Cl}$, зелёные NiOHCl или $(\text{NiOH})_2\text{SO}_4$. При действии избытка раствора аммиака образуются растворимые комплексные соединения, в состав которых входят такие комплексные катионы: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Катионы VI аналитической группы способны образовывать комплексные соединения как с неорганическими лигандами (NH_3 , SCN^- и т.п.), так и с органическими лигандами (диацетилдиоксим, дифенилкарбазид, дитизон и др.).



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 4

Задание 1.

Аналитические реакции и требования к ним. Чувствительность химических реакций: открываемый минимум, предельная концентрация, предельное разбавление, показатель чувствительности.

Аналитическая реакция - это реакция, которая сопровождается каким-либо внешним эффектом (образованием или растворением осадка, выделением газа, изменением окраски раствора и т.д.), позволяющим сделать вывод о наличии соответствующих ионов или молекул в анализируемом веществе.

Аналитическая реакция должна отвечать определенным требованиям. Она должна протекать не слишком медленно и быть достаточно простой по выполнению.

Для аналитических реакций важнейшими требованиями являются специфичность и чувствительность. Чем меньшее количество ионов вступает в реакцию с данным реактивом, тем более специфична данная реакция. Чем меньшее количество вещества может быть определено с помощью данного реактива, тем более чувствительна эта реакция.

Условия проведения аналитических реакций:

Выполнение каждой аналитической реакции требует соблюдения определенных условий ее проведения, важнейшими из которых являются:

4. концентрация реагирующих веществ,
5. среда раствора, температура

Задание 2.

Анионы I аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

Аналитической группы (SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , SiO_3^{2-}).

Групповым реагентом на анионы I группы является раствор хлорида бария BaCl_2 . В результате образуются соли, малорастворимые в воде, но легко растворимые в минеральных кислотах (за исключением BaSO_4 и BaSiO_3). Соли серебра анионов I группы растворяются в разбавленной азотной кислоте HNO_3 .



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 5

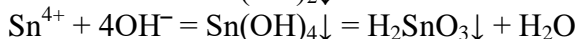
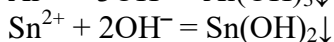
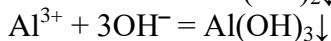
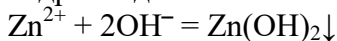
Задание 1.

Назовите групповой реагент IV аналитической группы катионов, напишите реакции взаимодействия с ним (в экв. количестве и в избытке) ионов хрома (III). Укажите аналитические сигналы реакций.

NaOH является групповым реагентом на катионы IV группы. При действии NaOH образуются осадки гидроксидов катионов IV группы (кроме мышьяка): зелёный $\text{Cr}(\text{OH})_3$, белые $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$, а также $\text{Sn}(\text{OH})_4$. Гидроксиды катионов IV аналитической группы проявляют амфотерные свойства, реагируют с растворами сильных оснований (образуют гидроксокомплексные соли), а также с кислотами (кроме мышьяка).

Действие группового реагента NaOH или KOH

При постепенном добавлении гидроксидов калия или натрия сначала образуются осадки гидроксидов: $\text{Cr}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow$



Задание 2.

Напишите уравнения реакций обнаружения ионов железа (III), укажите аналитические сигналы.

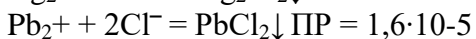
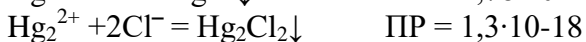
Ко второй аналитической группе катионов относятся катионы Pb^{2+} , Ag^+ , Hg_2^{2+} . Катионы второй аналитической группы образуют нерастворимые галогениды (кроме фторида серебра) сульфаты, сульфиды, хроматы, фосфаты, арсениты, арсенаты, гидроксиды (оксиды), карбонаты. Это объясняется высокой поляризационной способностью этих катионов.

Групповым реагентом на II аналитическую группу является раствор HCl. При действии HCl осаждаются хлориды катионов только второй аналитической группы. Катионы других аналитических групп остаются в растворе.

Для катионов II аналитической группы характерны реакции комплексообразования, а для ионов Hg_2^{2+} – реакции окисления-восстановления. Большинство солей катионов II аналитической группы не имеет цвета. Окрашенными является соли, которые содержат окрашенные анионы, например хроматы.

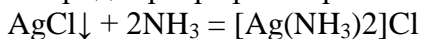
Реакции катионов второй аналитической группы

1. Действие раствора хлороводородной кислоты. Катионы II аналитической группы с HCl образуют осадки белого цвета.



В связи с этим не допустим большой избыток группового реагента.

Хлорид серебра растворим в аммиаке в отличие от хлорида ртути (I):

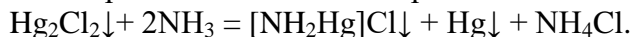


Эта реакция используется для отделения AgCl от Hg_2Cl_2 .



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

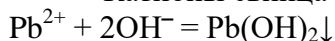
Если на осадок Hg_2Cl_2 подействовать раствором аммиака, то он почернеет вследствие образования мелкодисперсной металлической ртути



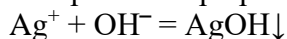
Эта реакция используется для определения Hg_2^{2+} и отделения от других катионов в ходе анализа.

2. Действие щелочей.

Катионы свинца со щелочами образуют белый осадок $\text{Pb}(\text{OH})_2$.



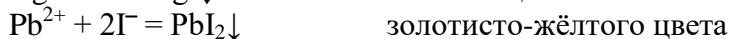
Катионы серебра со щелочами образуют белый осадок гидроксида серебра AgOH , который быстро разлагается с образованием оксида серебра:



Катионы ртути (I) при взаимодействии со щелочами образуют черный осадок оксида ртути (I): $\text{Hg}_2^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Hg}_2\text{O}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$

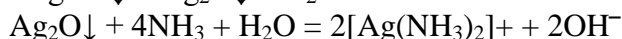
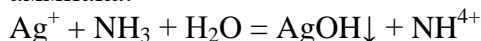
3. Действие раствора йодида калия.

Катионы II аналитической группы образуют окрашенные малорастворимые йодиды:



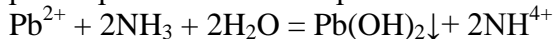
4. Действие раствора аммиака.

Катионы серебра образуют с раствором аммиака осадок гидроксида серебра белого цвета, который быстро бурет, т. к. гидроксид переходит в оксид. Осадок растворим в избытке аммиака:



Катионы ртути (I) с раствором аммиака образуют аммиачный комплекс ртути (II) и металлическую ртуть.

Катионы свинца образуют с раствором аммиака гидроксид белого цвета, который не растворяется в избытке реагента:



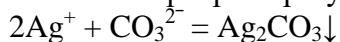
5. Действие хроматов.

Катионы II аналитической группы образуют окрашенные осадки при действии K_2CrO_4 или Na_2CrO_4 :

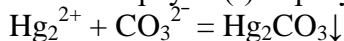


6. Действие карбонатов.

Катионы серебра образуют с карбонат-анионами белый осадок:



Катионы ртути (I) образуют с карбонат-анионами жёлтый осадок:



Катионы свинца образуют белый осадок основной соли:

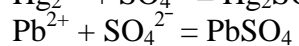
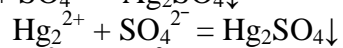
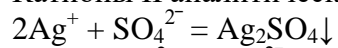


7. Действие сульфатов.



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

Катионы II аналитической группы образуют малорастворимые соединения белого цвета





Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 6

Задание 1.

Водородный и гидроксидный показатели, способы определения pH среды.

Применение чисел с отрицательными показателями неудобно. Поэтому для характеристики степени кислотности растворов стали применять вместо истинных концентраций водородных и гидроксидных ионов их логарифмы, взятые с обратным знаком. Эти величины называют ионными показателями и обозначают буквой р.

Таким образом, водородный показатель

$$pH = -\lg[H^+]$$

гидроксидный показатель

$$pOH = -\lg[OH^-]$$

Ионное произведение воды K_w равно 10^{-14}

$$[H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

Прологарифмируем это выражение:

$$\lg[H^+] + \lg[OH^-] = -14$$

Задание 2.

Катионы V аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

К пятой аналитической группе относятся Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Bi^{3+} , $Sb(III)$, $Sb(V)$. Групповым реактивом на катионы V группы являются растворы щелочей, которые осаждают гидроксиды: зелёный $Fe(OH)_2$, темно-бурый $Fe(OH)_3$, белые $Mn(OH)_2$, $Bi(OH)_3$, $Sb(OH)_3$, $SbO(OH)_3$. Осадки гидроксидов железа (II) и марганца (II) на воздухе быстро буреют вследствие окисления кислородом воздуха до $Fe(OH)_3$ и $MnO(OH)_2$.

Растворимость осадков гидроксидов разная для разных катионов пятой аналитической группы. Все гидроксиды катионов пятой аналитической группы растворимы в сильных кислотах, с образованием соответствующих солей.

Большинство катионов V аналитической группы бесцветны (за исключением Fe^{2+} и Fe^{3+}), а соединения катионов V аналитической группы белого цвета. Соединения Fe^{3+} имеют буро-жёлтый цвет, а соединения Fe^{2+} – бледно-зелёного цвета.



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

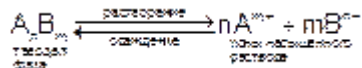
Задание № 7

Задание 1.

Гетерогенные равновесия в растворах электролитов. Произведение растворимости (термодинамическое и концентрационное). Растворимость (S и P).

Большинство веществ обладают малой растворимостью в воде и других растворителях. В насыщенном растворе малорастворимого электролита устанавливается гетерогенное равновесие между твердой фазой и ионами, образующимися при частичном растворении осадка.

Так, в насыщенном растворе электролита A_nB_m , находящегося в равновесии с его твердой фазой, будет протекать следующий обратимый процесс:



Этот процесс протекает на поверхности осадка. Состояние этого равновесия по закону действующих масс количественно характеризуется константой, называемой **произведением растворимости (ПР)**:

$$\text{ПР} (A_nB_m) = [A^{m+}]^n [B^{n-}]^m$$

В насыщенном растворе малорастворимого электролита произведение молярных концентраций ионов, возведенных в степени, равны их стехиометрическим коэффициентам, есть величина постоянная при данной температуре и называется **произведением растворимости**.

ПР зависит от природы растворителя и растворенного вещества, от температуры и не зависит от концентрации ионов в растворе.

При расчете произведения растворимости необходимо перевести в молярную растворимость (моль/л) растворимость, выраженную в г/л или г/100 г H_2O .

Для перехода растворимости, выраженной в г/100 г H_2O , к молярной концентрации можно принять объем насыщенного раствора $\gg 100$ мл, учитывая малую растворимость электролита в H_2O .

Следовательно, произведение растворимости и растворимость – взаимосвязанные величины, поэтому по известной растворимости вещества можно найти значение произведения растворимости и наоборот.

Задание 2.

Общая характеристика катионов IV аналитической группы (отношение к групповым реагентам, участие в протолитических, осадительных и окислительно-восстановительных реакциях, реакциях комплексообразования). Примеры.

К катионам IV аналитической группы относятся катионы p-элементов Al^{3+} , Sn^{2+} , $Sn(IV)$, $As(V)$, $As(III)$ и d-элементов: Zn^{2+} , Cr^{3+} .

Они образуют много малорастворимых соединений (сульфиды, фосфаты, карбонаты, гидроксиды и др.). Ионы p-элементов (Sn, As) и d-элементов (Cr) с незаконченной 18-электронной оболочкой легко вступают в реакции окисления-восстановления, которые используются в ходе анализа для отделения и открытия ионов. NaOH является групповым реагентом на катионы IV группы. При действии NaOH образуются осадки гидроксидов катионов IV группы (кроме мышьяка): зелёный $Cr(OH)_3$,



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

белые $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$, а также $\text{Sn}(\text{OH})_4$. Гидроксиды катионов IV аналитической группы проявляют амфотерные свойства, реагируют с растворами сильных оснований (образуют гидроксокомплексные соли), а также с кислотами (кроме мышьяка).



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 8

Задание 1.

Катионы IV аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

К катионам IV аналитической группы относятся катионы p-элементов Al^{3+} , Sn^{2+} , $Sn(IV)$, $As(V)$, $As(III)$ и d-элементов: Zn^{2+} , Cr^{3+} . Они образуют много малорастворимых соединений (сульфиды, фосфаты, карбонаты, гидроксиды и др.). Ионы p-элементов (Sn , As) и d-элементов (Cr) с незаконченной 18-электронной оболочкой легко вступают в реакции окисления-восстановления, которые используются в ходе анализа для отделения и открытия ионов. $NaOH$ является групповым реагентом на катионы IV группы. При действии $NaOH$ образуются осадки гидроксидов катионов IV группы (кроме мышьяка): зелёный $Cr(OH)_3$, белые $Al(OH)_3$, $Zn(OH)_2$, $Sn(OH)_2$, а также $Sn(OH)_4$. Гидроксиды катионов IV аналитической группы проявляют амфотерные свойства, реагируют с растворами сильных оснований (образуют гидроксиокомплексные соли), а также с кислотами (кроме мышьяка).

Задание 2.

Аналитические реакции и требования к ним.

Аналитическая реакция - это реакция, которая сопровождается каким-либо внешним эффектом (образованием или растворением осадка, выделением газа, изменением окраски раствора и т.д.), позволяющим сделать вывод о наличии соответствующих ионов или молекул в анализируемом веществе.

Аналитическая реакция должна отвечать определенным требованиям. Она должна протекать не слишком медленно и быть достаточно простой по выполнению.

Для аналитических реакций важнейшими требованиями являются специфичность и чувствительность. Чем меньшее количество ионов вступает в реакцию с данным реагентом, тем более специфична данная реакция. Чем меньшее количество вещества может быть определено с помощью данного реактива, тем более чувствительна эта реакция.

Условия проведения аналитических реакций:

Выполнение каждой аналитической реакции требует соблюдения определенных условий ее проведения, важнейшими из которых являются:

1. концентрация реагирующих веществ,
2. среда раствора,
- температура



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 9

Задание 1.

Равновесие в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и нестойкости, их значение.

Устойчивость комплексов. У различных комплексных соединений степень распада при диссоциации комплексных ионов различна. Степень распада того или иного комплексного иона может быть выражена через константу равновесия, которую называют константой нестойкости (или распада) комплекса и обозначают $K_{\text{н}}$. Чем больше $K_{\text{н}}$, тем комплексное соединение менее устойчиво. Константа нестойкости комплексного иона характеризует прочность (устойчивость) внутренней сферы комплексного соединения. В приведенных примерах комплекс $[\text{Ag}(\text{N}_2)]$ более прочен, чем комплекс $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]$, так как имеет меньшее значение $K_{\text{н}}$. Константы нестойкости некоторых комплексных ионов приведены в таблице. Устойчивость комплексов характеризуется константой диссоциации (нестойкости) /Собщ, или константой образования. Диссоциация координационной сферы происходит ступенчато. Каждая стадия диссоциации комплекса определяется ступенчатой константой диссоциации K_1, K_2, K_n . Чем больше значение /Сдис, тем менее устойчива комплексная частица. Общие и ступенчатые константы связаны между собой $K_{\text{общ}} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \dots /C$. Так, комплекс $[\text{Ag}(\text{N}_2)]$ $K_{\text{дис}} = 1 \cdot 10^{-22}$ значительно прочнее $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ($K_{\text{дис}} = 9,3 \cdot 10^{-10}$). Для разрушения комплексного соединения необходимо связать одну из частиц, образующихся при диссоциации комплекса, в менее диссоциированное соединение, что приводит к смещению равновесия в сторону диссоциации комплекса.

Задание 2.

Анионы II аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

Ко второй аналитической группе анионов относятся хлорид-ион Cl^- , бромид-ион Br^- , иодид-ион I^- и сульфид-ион S^{2-} . Анионы II аналитической группы образуют с катионом Ag^+ соли, нерастворимые в воде и разбавленной азотной кислоте. Групповым реагентом на анионы второй группы является нитрат серебра AgNO_3 в присутствии азотной кислоты HNO_3 . Хлорид бария BaCl_2 с анионами второй группы осадков не образует.



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 10

Задание 1.

Общая характеристика катионов III аналитической группы (отношение к групповым реагентам, участие в протолитических, осадительных и окислительно-восстановительных реакциях, реакциях комплексообразования). Примеры.

К III аналитической группе катионов относятся катионы щелочноземельных металлов: Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , которые относятся к главной подгруппе второй группы периодической системы Д.И. Менделеева. Большинство солей этих катионов малорастворимы в воде: сульфаты, карбонаты, хроматы, оксалаты, фосфаты. Для катионов III аналитической группы реакции окисления-восстановления не характерны, т. к. они имеют постоянную степень окисления. Катионы этой аналитической группы не имеют окраски, большинство их солей бесцветные. Окрашенные соединения катионы III аналитической группы образуют лишь с окрашенными анионами, например: жёлтый цвет $BaCrO_4$ обусловлен соответствующей окраской ионов CrO_4^{2-} .

Групповым реагентом на катионы III аналитической группы является раствор серной кислоты. Для обеспечения полного осаждения $BaSO_4$, $SrSO_4$ и $CaSO_4$ в раствор прибавляют этиловый спирт. Катионы IV – VI аналитических групп серной кислотой не осаждаются.

Задание 2.

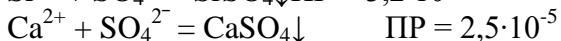
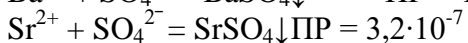
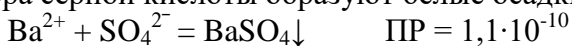
Катионы III аналитической группы.

К III аналитической группе катионов относятся катионы щелочноземельных металлов: Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , которые относятся к главной подгруппе второй группы периодической системы Д.И. Менделеева. Большинство солей этих катионов малорастворимы в воде: сульфаты, карбонаты, хроматы, оксалаты, фосфаты. Для катионов III аналитической группы реакции окисления-восстановления не характерны, т. к. они имеют постоянную степень окисления. Катионы этой аналитической группы не имеют окраски, большинство их солей бесцветные. Окрашенные соединения катионы III аналитической группы образуют лишь с окрашенными анионами, например: жёлтый цвет $BaCrO_4$ обусловлен соответствующей окраской ионов CrO_4^{2-} .

Групповым реагентом на катионы III аналитической группы является раствор серной кислоты. Для обеспечения полного осаждения $BaSO_4$, $SrSO_4$ и $CaSO_4$ в раствор прибавляют этиловый спирт. Катионы IV – VI аналитических групп серной кислотой не осаждаются.

Реакции катионов III аналитической группы

1. Действие раствора серной кислоты. Катионы Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} при действии раствора серной кислоты образуют белые осадки сульфатов:

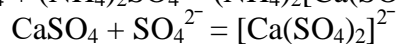
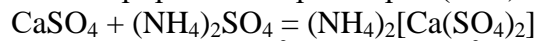


Растворимость сульфатов стронция и кальция довольно высокая, поэтому для снижения их растворимости при действии группового реагента в раствор прибавляют



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

этиловый спирт. Сульфаты не растворяются в кислотах и щелочах. CaSO_4 растворим в концентрированных растворах $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$:



Это свойство используют для отделения ионов Ca^{2+} от Sr^{2+} при их одновременном присутствии.



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

Эталон ответа

Задание № 11

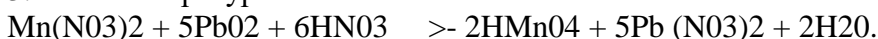
Задание 1.

Пути проведения аналитических реакций. Примеры.

Аналитическая реакция - это реакция, которая сопровождается каким-либо внешним эффектом (образованием или растворением осадка, выделением газа, изменением окраски раствора и т.д.), позволяющим сделать вывод о наличии соответствующих ионов или молекул в анализируемом веществе.

Выполнение каждой аналитической реакции требует соблюдения определенных условий ее проведения, важнейшими из которых являются:

1. концентрация реагирующих веществ,
2. среда раствора,
3. температура.



Задание 2.

Назовите групповой реагент V аналитической группы катионов, напишите реакции взаимодействия с ним. Укажите аналитические сигналы реакций.

Аналитическая группа катионов	Катионы	Групповой реагент	Продукты взаимодействия с групповым реагентом, аналитический сигнал
V (гидроксидная)	$\text{Mg}^{2+}, \text{Mn}^{2+},$ $\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+},$ $\text{Bi}^{3+}, \text{Sb}^{\text{III}},$ Sb^{V}	избыток 2 моль/л раствора NaOH	$\text{Mn}(\text{OH})_2, \text{Fe}(\text{OH})_2$ – осадки белого цвета, буреющие на воздухе; $\text{MnO}_2, \text{Fe}(\text{OH})_3$ – осадки бурого цвета; $\text{Mg}(\text{OH})_2, \text{Bi}(\text{OH})_3,$ $\text{Sb}(\text{OH})_3, \text{HSbO}_3$ – осадки белого цвета



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

Эталон ответа

Задание № 12

Задание 1.

Напишите общие реагенты катионов V группы. Напишите уравнения реакций взаимодействия их с катионом магния, укажите аналитические сигналы.

Аналитическая группа катионов	Катионы	Групповой реагент	Продукты взаимодействия с групповым реагентом, аналитический сигнал
V (гидроксидная)	$Mg^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Bi^{3+}, Sb^{III}, Sb^V$	избыток 2 моль/л раствора NaOH	$Mn(OH)_2, Fe(OH)_2$ – осадки белого цвета, буряющие на воздухе; $MnO_2, Fe(OH)_3$ – осадки бурого цвета; $Mg(OH)_2, Bi(OH)_3, Sb(OH)_3, HSbO_3$ – осадки белого цвета

Задание 2.

Катионы I аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

К I аналитической группе катионов относят катионы щелочных металлов K^+, Na^+ , а также комплексный катион NH_4^+ .

Большинство соединений катионов I аналитической группы растворяются в воде. Поэтому I аналитическая группа катионов не имеет группового реагента.

Катион	Реагент	Продукт реакции и его свойства
Na^+	(Фарм.) $K(Sb(OH)_6)$	$Na[Sb(OH)_6] \downarrow$; белый; р. к. л.
	$Zn(UO_2)_3(CH_3COO)_8 + CH_3COOH$	$NaZn(UO_2)_3(CH_3COO)_9 \cdot 9H_2O \downarrow$; зел.-жёлтый;
	(Фарм.) Пламя	жёлтый цвет пламени
K^+	(Фарм.) $NaHC_4H_4O_6$	$KHC_4H_4O_4 \downarrow$; белый; р. к. щ.
	(Фарм.) $Na_3[Co(NO_2)_6]$	$K_2Na[Co(NO_2)_6] \downarrow$; жёлтый; р. к. щ.,
	(Фарм.) Пламя	фиолетовый цвет пламени
NH_4^+	(Фарм.) NaOH нагрев.	$NH_3 \rightarrow$ лакмусовая бумажка синееет $4NH_3 + 2Hg_2(NO_3)_2 + H_2O \rightarrow [HgOHgNH_2]NO_3 \downarrow + Hg \downarrow$, чёрный $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$; белый дым
	$K_2[HgI_4] + KOH$	$[NH_2Hg_2I_2] \downarrow$; бурый



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 13

Задание 1.

Условия проведения аналитических реакций.

Аналитическая реакция - это реакция, которая сопровождается каким-либо внешним эффектом (образованием или растворением осадка, выделением газа, изменением окраски раствора и т.д.), позволяющим сделать вывод о наличии соответствующих ионов или молекул в анализируемом веществе.

Для аналитических реакций важнейшими требованиями являются специфичность и чувствительность. Чем меньшее количество ионов вступает в реакцию с данным реактивом, тем более специфична данная реакция. Чем меньшее количество вещества может быть определено с помощью данного реактива, тем более чувствительна эта реакция.

Условия проведения аналитических реакций:

Выполнение каждой аналитической реакции требует соблюдения определенных условий ее проведения, важнейшими из которых являются:

6. концентрация реагирующих веществ,
7. среда раствора,
8. температура.

Задание 2.

Назовите групповой реагент IV аналитической группы катионов, напишите реакции взаимодействия с ним. Укажите аналитические сигналы реакций.

Аналитическая группа катионов	Катионы	Групповой реагент	Продукты взаимодействия с групповым реагентом, аналитический сигнал
VI (аммиакатная)	Cu^{2+} , Cd^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Hg^{2+}	избыток к NH_3 , конц.	Аммиакатные комплексы: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ - ярко-синий $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ - сиреневый $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ - желтый $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ и $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ – бесцветные растворы



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

Эталон ответа

Задание № 14

Задание 1.

Назовите групповой реагент IV аналитической группы катионов, напишите реакции взаимодействия с ним. Укажите аналитические сигналы реакций.

Аналитическая группа катионов	Катионы	Групповой реагент	Продукты взаимодействия с групповым реагентом, аналитический сигнал
V (гидро- кисдная)	$Mg^{2+}, Mn^{2+},$ $Fe^{2+}, Fe^{3+},$ $Bi^{3+}, Sb^{III},$ Sb^V	избыток 2 моль/л раствора NaOH	$Mn(OH)_2, Fe(OH)_2$ – осадки белого цвета, буреющие на воздухе; $MnO_2, Fe(OH)_3$ – осадки бурого цвета; $Mg(OH)_2, Bi(OH)_3,$ $Sb(OH)_3, HSbO_3$ – осадки белого цвета

Задание 2.

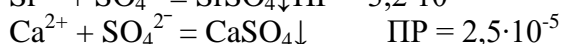
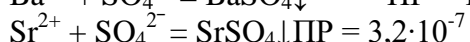
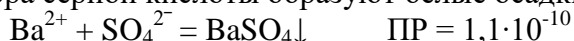
Катионы III аналитической группы.

К III аналитической группе катионов относятся катионы щелочноземельных металлов: $Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}$, которые относятся к главной подгруппе второй группы периодической системы Д.И. Менделеева. Большинство солей этих катионов малорастворимы в воде: сульфаты, карбонаты, хроматы, оксалаты, фосфаты. Для катионов III аналитической группы реакции окисления-восстановления не характерны, т. к. они имеют постоянную степень окисления. Катионы этой аналитической группы не имеют окраски, большинство их солей бесцветные. Окрашенные соединения катионы III аналитической группы образуют лишь с окрашенными анионами, например: жёлтый цвет $BaCrO_4$ обусловлен соответствующей окраской ионов CrO_4^{2-} .

Групповым реагентом на катионы III аналитической группы является раствор серной кислоты. Для обеспечения полного осаждения $BaSO_4, SrSO_4$ и $CaSO_4$ в раствор прибавляют этиловый спирт. Катионы IV – VI аналитических групп серной кислотой не осаждаются.

Реакции катионов III аналитической группы

1. Действие раствора серной кислоты. Катионы $Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}$ при действии раствора серной кислоты образуют белые осадки сульфатов:

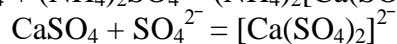
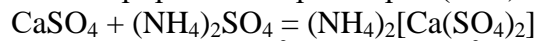


Растворимость сульфатов стронция и кальция довольно высокая, поэтому для снижения их растворимости при действии группового реагента в раствор прибавляют



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

этиловый спирт. Сульфаты не растворяются в кислотах и щелочах. CaSO_4 растворим в концентрированных растворах $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$:



Это свойство используют для отделения ионов Ca^{2+} от Sr^{2+} при их одновременном присутствии.



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

Эталон ответа

Задание № 15

Задание 1.

Кислотно-основная классификация катионов (группы катионов, групповые реагенты, эффекты аналитических реакций).

№ группы	Катионы	Название группы	Групповой реагент	Характеристика группы
I	$\text{Ag}^+, \text{Pb}^{2+},$ $[\text{Hg}_2^{2+}]$	Хлоридная	2М HCl	Образование малорастворимых хлоридов
II	$\text{Ba}^{2+}, \text{Sr}^{2+},$ Ca^{2+}	Сульфатная	2М H ₂ SO ₄	Образование малорастворимых в воде и кислотах сульфатов
III	$\text{Al}^{3+},$ $\text{Cr}^{3+}, \text{Zn}^{2+},$ $\text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^{4+},$ $\text{As}^{3+}, \text{As}^{5+}$	Амфолитная	2М NaOH	Образование растворимых солей типа NaAlO ₂ , Na ₂ ZnO ₂ , NaCrO ₂ , Na ₂ SnO ₂
IV	$\text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+},$ $\text{Mn}^{2+}, \text{Mg}^{2+},$ $\text{Bi}^{3+}, \text{Sb}^{3+},$ Sb^{5+}	Гидроксидная	2М NaOH	Образование малорастворимых гидроокисей
V	$\text{Cu}^{2+}, \text{Cd}^{2+},$ $\text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+},$ Hg^{2+}	Аммиакатная	2М NH ₄ OH (избыток)	Образование растворимых комплексов аммиакатов
VI	$\text{K}^+, \text{Na}^+, \text{NH}_4^+$	Растворимая	Нет группового реагента	Хлориды, сульфаты, гидроксиды растворимы в воде

Задание 2.

Предмет и задачи аналитической химии.

Аналитическая химия — это наука, разрабатывающая теоретические основы и практические методы химического анализа.

Аналитическая химия позволяет решать многие задачи:

1. Выяснить природу вещества (органическое или неорганическое).
2. Установить формы нахождения отдельных составляющих (ионы, молекулы, атомы) и степени окисления элементов.
3. Определить состав и содержание главного (основного) компонента и посторонних в нем примесей, а также микропримесей в особо чистых технических объектах.
4. Установить формулу неизвестного соединения.
5. Установить структурные элементы и строение соединения.



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 16

Задание 1.

Сильные и слабые электролиты, их количественные характеристики.

Электролиты - это вещества, расплавы и растворы которых проводят электрический ток. В свою очередь электролиты в зависимости от их способности к диссоциации делят сильные электролиты (примеры: кислоты - H_2SO_4 , HNO_3 , $Hhal$ (кроме HF); щелочи и большинство солей), электролиты средней силы (H_3PO_4 , $H_2S_2O_3$) и слабые электролиты. Сила электролита количественно характеризуется *степенью диссоциации* (α)

Задание 2.

Общая характеристика катионов V аналитической группы (отношение к групповым реагентам, участие в протолитических, осадительных и окислительно-восстановительных реакциях, реакциях комплексообразования). Примеры.

К пятой аналитической группе относятся Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Bi^{3+} , $Sb(III)$, $Sb(V)$. Групповым реактивом на катионы V группы являются растворы щелочей, которые осаждают гидроксиды: зелёный $Fe(OH)_2$, темно-бурый $Fe(OH)_3$, белые $Mn(OH)_2$, $Bi(OH)_3$, $Sb(OH)_3$, $SbO(OH)_3$. Осадки гидроксидов железа (II) и марганца (II) на воздухе быстро буреют вследствие окисления кислородом воздуха до $Fe(OH)_3$ и $MnO(OH)_2$.

Растворимость осадков гидроксидов разная для разных катионов пятой аналитической группы. Все гидроксиды катионов пятой аналитической группы растворимы в сильных кислотах, с образованием соответствующих солей.

Большинство катионов V аналитической группы бесцветны (за исключением Fe^{2+} и Fe^{3+}), а соединения катионов V аналитической группы белого цвета. Соединения Fe^{3+} имеют буро-жёлтый цвет, а соединения Fe^{2+} – бледно-зелёного цвета.



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 17

Задание 1.

Способы выполнения качественных реакций.

Качественные реакции — это реакции с ощутимым эффектом -цвет, запах, изменение состояния вещества. «Селективность» — означает, что желательно, чтобы такая реакция на данный класс веществ или на данное вещество была уникальна. Высокая чувствительность — даже очень небольшое количество вещества должно проявляться в такой реакции.

Способы выполнения качественных реакций. По способу выполнения различают пробирочные, микрокристаллоскопические и капельные реакции. Большинство реакций осуществляют пробирочным методом.

Задание 2.

Назовите групповой реагент II аналитической группы катионов, напишите реакции взаимодействия с ним. Укажите аналитические сигналы реакций.

Аналитическая группа катионов	Катионы	Групповой реагент	Продукты взаимодействия с групповым реагентом, аналитический сигнал
II (хлоридная)	Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+}	2 моль/л раствор HCl	AgCl , PbCl_2 , Hg_2Cl_2 – осадки белого цвета



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

Эталон ответа

Задание № 18

Задание 1.

Предмет и задачи аналитической химии.

Аналитическая химия — это наука, разрабатывающая теоретические основы и практические методы химического анализа.

Аналитическая химия позволяет решать многие задачи:

1. Выяснить природу вещества (органическое или неорганическое).
2. Установить формы нахождения отдельных составляющих (ионы, молекулы, атомы) и степени окисления элементов.
3. Определить состав и содержание главного (основного) компонента и посторонних в нем примесей, а также микропримесей в особо чистых технических объектах.
4. Установить формулу неизвестного соединения.
5. Установить структурные элементы и строение соединения.

Задание 2.

Катионы II аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

Ко второй аналитической группе катионов относятся катионы Pb^{2+} , Ag^+ , Hg_2^{2+} . Катионы второй аналитической группы образуют нерастворимые галогениды (кроме фторида серебра) Это объясняется высокой поляризационной способностью этих катионов.

Большинство солей катионов II аналитической группы не имеет цвета. Окрашенными являются соли, которые содержат окрашенные анионы, например, хроматы.

Реагент	Катионы		
	Ag^+	Hg_2^{2+}	Pb^{2+}
HCl	$AgCl$, белый осадок, растворимый в NH_3 .	Hg_2Cl_2 , бел. осадок, который при действии NH_3 разлаг. на Hg и $HgNH_2Cl$.	$PbCl_2$, белый осадок, растворяется в горячей воде.
Na_2S или H_2S	Ag_2S , чёрный осадок, растворяется в NH_3 .	HgS + Hg . Чёрный осадок, растворяется в царской водке.	PbS , чёрный осадок, растворяется в HNO_3 .
NaOH KOH	Ag_2O , бурый осадок, растворимый в NH_3 или HNO_3 .	Hg_2O , чёрный осадок, растворимый в HNO_3 .	$Pb(OH)_2$, белый осадок, растворимый в HNO_3 .
KI	AgI , жёлтый осадок, не растворяется в NH_3 .	Hg_2I_2 , зелёный осадок, растворяется в избытке реагента.	PbI_2 , золотисто-жёлтый осадок, растворяется в горячей воде, в избытке реагента и CH_3COOH .
H_2SO_4	Ag_2SO_4 , белый	Hg_2SO_4 , белый	$PbSO_4$, белый



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

	осадок, выпадает из концентрированных растворов, растворяется в горячей воде.	осадок, растворяется в спирте.	осадок, растворимый в щелочах и 30% растворе уксуснокислого аммония.
--	---	--------------------------------	--



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа
Задание № 19

Задание 1.

Анионы III аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

Третья аналитическая группа анионов объединяет ионы NO_3^- , CH_3COO^- , MoO_4^{2-} , WO_4^{2-} , VO_3^- большинство солей которых хорошо растворимы в воде.

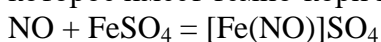
Реакции нитрат-анионов

Действие раствора дифениламина (реакция фармакопейная). Нитрат-анионы с дифениламином дают синюю окраску. Этот эффект объясняется так: при действии окислителей на дифениламин сначала образуется бесцветное соединение дифенилбензидин.

Потом дифенилбензидин окисляется, образуя окрашенное в синий цвет соединение, которое имеет такое тривиальное название: "дифенилбензидин фиолетовый":

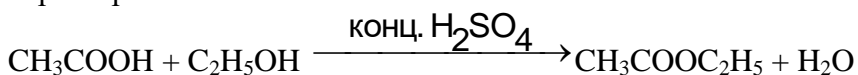
Действие солей железа (II). Нитрат-анионы в кислой среде восстанавливаются солями железа (II) до оксида азота (II):

Потом оксид азота(II) образует с ионами Fe^{2+} неустойчивое комплексное соединение, которое имеет темно-коричневую окраску:

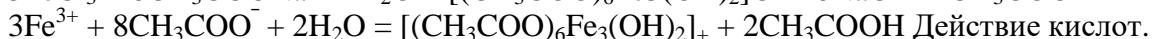


Реакция ацетат-анионов

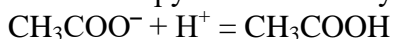
Реакция этерификации (реакция фармакопейная). При действии на уксусную кислоту этанола в присутствии концентрированной серной кислоты образуется этилацетат с характерным запахом:



Действие раствора хлорида железа(III) (реакция фармакопейная). Ацетат-анионы в нейтральных растворах с ионами железа(III) образуют комплексное соединение бурого цвета $[(\text{CH}_3\text{COO})_6\text{Fe}_3(\text{OH})_2]\text{Cl}$:



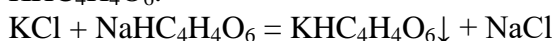
Действие кислот. Ацетат-анионы при действии минеральных кислот образуют уксусную кислоту, которую легко обнаружить по запаху:



Реакции тартрат-анионов

Действие раствора хлорида калия (реакция фармакопейная). Тартрат-анионы – это кислотные остатки винной кислоты $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$:

С хлоридом калия тартрат-анионы образуют характерный белый кристаллический осадок $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$:



Действие резорцина (реакция фармакопейная). Тартрат-анионы дают с резорцином в присутствии концентрированной серной кислоты красную окраску.

Задание 2.

Аналитическая реакция. Требования. Условия проведения.

Аналитическая реакция - это реакция, которая сопровождается каким-либо внешним эффектом (образованием или растворением осадка, выделением газа, изменением окраски раствора и т.д.), позволяющим сделать вывод о наличии



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

соответствующих ионов или молекул в анализируемом веществе.

Аналитическая реакция должна отвечать определенным требованиям. Она должна протекать не слишком медленно и быть достаточно простой по выполнению.

Для аналитических реакций важнейшими требованиями являются специфичность и чувствительность. Чем меньшее количество ионов вступает в реакцию с данным реактивом, тем более специфична данная реакция. Чем меньшее количество вещества может быть определено с помощью данного реактива, тем более чувствительна эта реакция.

Условия проведения аналитических реакций:

Выполнение каждой аналитической реакции требует соблюдения определенных условий ее проведения, важнейшими из которых являются:

1. концентрация реагирующих веществ,
2. среда раствора,
3. температура.



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 20

Задание 1.

Протолитическая теория кислот и оснований. Роль растворителей и их классификация.

Теория Бренстеда-Лоури, согласно которой *кислотой является любое вещество, способное отдавать протон, а основанием способное принимать протон.*

Растворитель является не только средой, но и участником процесса.

Растворители:

1. Протонные-могут отдавать или принимать протон.
 - Кислотные - способность к отдаче протона, основные-способность присоединять протон, амфотерные.
2. апротонные – не обладают донорно-акцепторнымисв-ми по отношению к протону.

Если вещество взято в качестве растворителя, то в зависимости от того, какая тенденция отдача или присоединение протона у него преобладает, то оно может различным образом влиять на ионизацию растворенного вещества

По влиянию на кислотно-основные свойства%: невелирующие и дифференцирующие.

Задание 2.

Общая характеристика анионов I аналитической группы (отношение к групповым реагентам, участие в протолитических и окислительно-восстановительных реакциях).

I группа анионов – соли бария в воде не растворяются: SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$, IO_4^- , IO_3^- , AsO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , F^- , CrO_4^{2-} и $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, а также некоторые анионы органических кислот: тартрат-анионы $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$, цитрат-анионы $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$. Анионы I аналитической группы образуют не растворимые в воде осадки бариевых солей, которые растворимы в кислотах, за исключением сульфата бария. Поэтому осаждение анионов I аналитической группы проводят в нейтральной или слабощелочной среде. Анионы I аналитической группы (кроме F^-) образуют с ионами серебра осадки солей, растворимые в азотной кислоте (отличие от анионов II группы). Для анионов I группы не растворяются в воде также соли свинца. Анионы I группы в растворах бесцветные (кроме некоторых анионов d-элементов, например CrO_4^{2-} жёлтого цвета, $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ оранжевого цвета, MnO_4^- красно-фиолетового цвета). Анионы I группы также дают осадки серебряных солей, но эти осадки растворимы в азотной кислоте, поэтому в присутствии HNO_3 осаждение анионов I группы не происходит.



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

Эталон ответа

Задание № 21

Задание 1.

Катионы II аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

Ко второй аналитической группе катионов относятся катионы Pb^{2+} , Ag^+ , Hg_2^{2+} . Катионы второй аналитической группы образуют нерастворимые галогениды (кроме фторида серебра) Это объясняется высокой поляризационной способностью этих катионов.

Большинство солей катионов II аналитической группы не имеет цвета. Окрашенными являются соли, которые содержат окрашенные анионы, например, хроматы.

Реагент	Катионы		
	Ag^+	Hg_2^{2+}	Pb^{2+}
HCl	$AgCl$, белый осадок, растворимый в NH_3 .	Hg_2Cl_2 , бел.осадок, который при действии NH_3 разлаг. на Hg и $HgNH_2Cl$.	$PbCl_2$, белый осадок, растворяется в горячей воде.
Na_2S или H_2S	Ag_2S , чёрный осадок, растворяется в NH_3 .	$HgS + Hg$. Чёрный осадок, растворяется в царской водке.	PbS , чёрный осадок, растворяется в HNO_3 .
NaOH KOH	Ag_2O , бурый осадок, растворимый в NH_3 или HNO_3 .	Hg_2O , чёрный осадок, растворимый в HNO_3 .	$Pb(OH)_2$, белый осадок, растворимый в HNO_3 .
KI	AgI , жёлтый осадок, не растворяется в NH_3 .	Hg_2I_2 , зелёный осадок, растворяется в избытке реагента.	PbI_2 , золотисто-жёлтый осадок, растворяется в горячей воде, в избытке реагента и CH_3COOH .
H_2SO_4	Ag_2SO_4 , белый осадок, выпадает из концентрированных растворов, растворяется в горячей воде.	Hg_2SO_4 , белый осадок, растворяется в спирте.	$PbSO_4$, белый осадок, растворимый в щелочах и 30% растворе уксуснокислого аммония.

Задание 2.

Реактивы. Классификация. Примеры.

Химические реактивы – это вещества, которые используются для химических реакций. По степени чистоты и назначению выделяют следующие категории реактивов:

- 1) особой чистоты (сверхвысокой очистки), (ос.ч.)
- 2) химически чистые («х.ч.»),
- 3) чистые для анализа («ч.д.а.»),
- 4) чистые («ч.»),
- 5) технические продукты, расфасованные в мелкую тару («техн.»).

По назначению выделяют, например, органические аналитические реактивы, комплексоны, фиксажы, рН-индикаторы, первичные стандарты, растворители для



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

спектроскопии.



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 22

Задание 1.

Аналитическая реакция. Требования. Условия проведения.

Аналитическая реакция - это реакция, которая сопровождается каким-либо внешним эффектом (образованием или растворением осадка, выделением газа, изменением окраски раствора и т.д.), позволяющим сделать вывод о наличии соответствующих ионов или молекул в анализируемом веществе.

Аналитическая реакция должна отвечать определенным требованиям. Она должна протекать не слишком медленно и быть достаточно простой по выполнению.

Для аналитических реакций важнейшими требованиями являются специфичность и чувствительность. Чем меньшее количество ионов вступает в реакцию с данным реактивом, тем более специфична данная реакция. Чем меньшее количество вещества может быть определено с помощью данного реактива, тем более чувствительна эта реакция.

Условия проведения аналитических реакций:

Выполнение каждой аналитической реакции требует соблюдения определенных условий ее проведения, важнейшими из которых являются:

1. концентрация реагирующих веществ,
2. среда раствора,
3. температура.

Задание 2.

Анионы I аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

Аналитической группы (SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , SiO_3^{2-}).

Групповым реагентом на анионы I группы является раствор хлорида бария BaCl_2 . В результате образуются соли, малорастворимые в воде, но легко растворимые в минеральных кислотах (за исключением BaSO_4 и BaSiO_3). Соли серебра анионов I группы растворяются в разбавленной азотной кислоте HNO_3 .



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 23

Задание 1.

Катионы V аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

К пятой аналитической группе относятся Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Mn^{2+} , Bi^{3+} , Sb(III) , Sb(V) . Групповым реактивом на катионы V группы являются растворы щелочей, которые осаждают гидроксиды: зелёный Fe(OH)_2 , темно-бурый Fe(OH)_3 , белые Mn(OH)_2 , Bi(OH)_3 , Sb(OH)_3 , SbO(OH)_3 . Осадки гидроксидов железа (II) и марганца (II) на воздухе быстро буреют вследствие окисления кислородом воздуха до Fe(OH)_3 и MnO(OH)_2 .

Растворимость осадков гидроксидов разная для разных катионов пятой аналитической группы. Все гидроксиды катионов пятой аналитической группы растворимы в сильных кислотах, с образованием соответствующих солей.

Большинство катионов V аналитической группы бесцветны (за исключением Fe^{2+} и Fe^{3+}), а соединения катионов V аналитической группы белого цвета. Соединения Fe^{3+} имеют буро-жёлтый цвет, а соединения Fe^{2+} – бледно-зелёного цвета.

Задание 2.

Водородный и гидроксидный показатели, способы определения pH среды.

Применение чисел с отрицательными показателями неудобно. Поэтому для характеристики степени кислотности растворов стали применять вместо истинных концентраций водородных и гидроксидных ионов их логарифмы, взятые с обратным знаком. Эти величины называют ионными показателями и обозначают буквой р.

Таким образом, водородный показатель

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$$

гидроксидный показатель

$$\text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-]$$

Ионное произведение воды K_w равно 10^{-14}

$$[\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

Прологарифмируем это выражение:

$$\lg[\text{H}^+] + \lg[\text{OH}^-] = -14$$



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 24

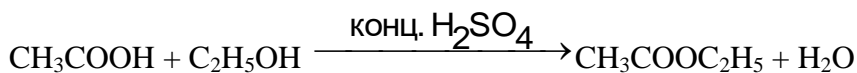
Задание 1.

Анионы III аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

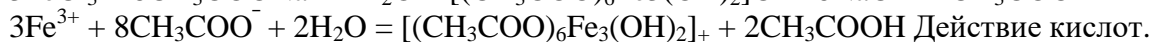
Третья аналитическая группа анионов объединяет ионы NO_3^- , CH_3COO^- , MoO_4^{2-} , WO_4^{2-} , VO_3^- большинство солей которых хорошо растворимы в воде. Группового реагента нет. Анионы III группы в растворе бесцветны.

Реакция ацетат-анионов

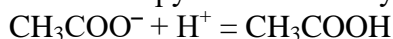
Реакция этерификации (реакция фармакопейная). При действии на уксусную кислоту этанола в присутствии концентрированной серной кислоты образуется этилацетат с характерным запахом:



Действие раствора хлорида железа(III) (реакция фармакопейная). Ацетат-анионы в нейтральных растворах с ионами железа(III) образуют комплексное соединение бурого цвета $[(\text{CH}_3\text{COO})_6\text{Fe}_3(\text{OH})_2]\text{Cl}$:



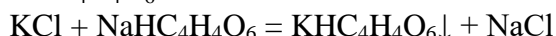
Действие кислот. Ацетат-анионы при действии минеральных кислот образуют уксусную кислоту, которую легко обнаружить по запаху:



Реакции тартрат-анионов

Действие раствора хлорида калия (реакция фармакопейная). Тартрат-анионы – это кислотные остатки винной кислоты $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$:

С хлоридом калия тартрат-анионы образуют характерный белый кристаллический осадок $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$:



Действие резорцина (реакция фармакопейная). Тартрат-анионы дают с резорцином в присутствии концентрированной серной кислоты красную окраску.

Задание 2.

Равновесие в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и нестойкости, их значение.

Устойчивость комплексов. У различных комплексных соединений степень распада при диссоциации комплексных ионов различна. Степень распада того или иного комплексного иона может быть выражена через константу равновесия, которую называют константой нестойкости (или распада) комплекса и обозначают $K_{\text{н}}$. Чем больше $K_{\text{н}}$, тем комплексное соединение менее устойчиво. Константа нестойкости комплексного иона характеризует прочность (устойчивость) внутренней сферы комплексного соединения. В приведенных примерах комплекс $[\text{Ag}(\text{N}_3)_2]$ более прочен, чем комплекс $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]$, так как имеет меньшее значение $K_{\text{н}}$. Константы нестойкости некоторых комплексных ионов приведены в таблице. Устойчивость комплексов характеризуется константой диссоциации (нестойкости) /Собщ, или константой образования. Диссоциация координационной сферы



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

происходит ступенчато. Каждая стадия диссоциации комплекса определяется ступенчатой константой диссоциации K_i , $K_{2Кп}$. Чем больше значение $K_{дис}$, тем менее устойчива комплексная частичка. Общие и ступенчатые константы связаны между собой $K_{общ} = K_1 K_2 \dots K_n$. Так, комплекс $[Ag(NH_3)_2]^+$ $K_{дис} = 1 \cdot 10^{-22}$ значительно прочнее $[Ag(NH_3)]^+$ ($K_{дис} = 9,3 \cdot 10^{-10}$). Для разрушения комплексного соединения необходимо связать одну из частичек, образующихся при диссоциации комплекса, в менее диссоциированное соединение, что приводит к смещению равновесия в сторону диссоциации комплекса.



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 25

Задание 1.

Использование реакций осаждения для обнаружения, разделения, маскировки и удаления мешающих ионов. Примеры.

Маскировка - связывание мешающих ионов в малодиссоциированные комплексные соединения при обнаружении, определении и отделении каких-либо компонентов анализируемого объекта.

С целью маскировки мешающие ионы переводят в устойчивые комплексы, изменяют валентность этих ионов при помощи окислителей или восстановителей, изменяют рН среды и т. д.

Маскирование – это торможение или полное подавление химической реакции в присутствии веществ, способных изменить ее направление или скорость.

Проблема маскирования имеет непосредственное отношение к одной из важнейших задач современной аналитической химии — повышению избирательности аналитических реакций и реагентов. Один из путей решения данного вопроса — синтез новых органических реагентов. Многолетний опыт исследований убеждает, что крупная аналитическая проблема может быть успешно решена только в результате применения комплекса различных методов. Одним из перспективных методов является метод маскирования.

Цель маскирования — устранить влияние присутствующих в растворе веществ на реакции обнаружения или количественного определения какого-либо элемента. Маскирование — наиболее эффективный прием повышения селективности аналитических реакций, он широко используется в практике химического анализа. Его преимущество по сравнению с методами отделения мешающих веществ посредством осаждения, экстракции, отгонки и др. состоит в экспрессности: не нужно затрачивать время на операции фильтрования и промывания осадков, разделения фаз и т.д.

При этом не происходит образования новой фазы, в чем и состоит основное преимущество маскирования перед разделением, поскольку исключаются операции, связанные с отделением фаз друг от друга.

2 вида маскирования:

- термодинамическое (равновесное)
- кинетическое (неравновесное).

Задание 2.

Общая характеристика анионов II аналитической группы (отношение к групповым реагентам, участие в протолитических и окислительно-восстановительных реакциях).

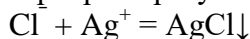
II группа анионов – соли серебра не растворяются в воде и азотной кислоте: Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- , CN^- , $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ (бензоат-анион). Анионы II группы в растворе бесцветны, но легко поляризуются, создавая окрашенные соединения с катионами p-элементов и d-элементов. Бариевые соли анионов II группы растворимы в воде (отличие от анионов I группы).

Реакции хлорид-анионов

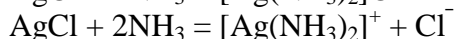
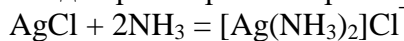


Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Действие растворов нитрата серебра (реакция фармакопейная). Хлорид-анионы с ионами серебра образуют белый осадок AgCl :

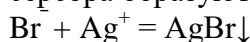


Осадок растворяется в растворе аммиака:

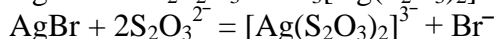
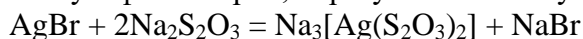


Реакции бромид-анионов

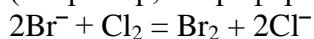
Действие раствора нитрата серебра (реакция фармакопейная). Бромид-анионы с ионами серебра образуют жёлтый осадок AgBr :



Осадок плохо растворяется в растворе аммиака, хорошо растворяется в растворе тиосульфата натрия, образуя комплексную соль $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$:



Действие окислителей (реакция фармакопейная). При действии окислителей (хлорамин, или хлорная вода, или перманганат калия) в кислой среде бромид-анионы окисляются до свободного брома. Свободный бром окрашивает слой органического растворителя (например, хлороформа) в бурый цвет: $2\text{KBr} + \text{Cl}_2 = \text{Br}_2 + 2\text{KCl}$



Реакции йодид-анионов

Действие раствора нитрата серебра (реакция фармакопейная).



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 26

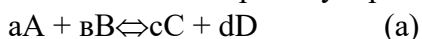
Задание 1.

Закон действующих масс, константы равновесия.

В аналитической химии, как в теоретическом плане, так и при решении практических задач анализа, важное значение имеют расчеты равновесных состояний, которые позволяют управлять химическими реакциями, что важно для фармацевта, провизора, химика-аналитика и химика-технолога.

Большинство аналитических реакций, протекающих в растворах являются обратимыми. Обратимые реакции приводят к установлению химического равновесия между исходными веществами и продуктами реакции вследствие выравнивания скорости прямой и обратной реакции $\bar{V} = \bar{V}$.

В общем виде обратимую реакцию можно записать:



Основой для расчета равновесий в растворе является закон действующих масс, устанавливающий взаимосвязь между скоростью реакции и концентрацией реагирующих веществ (Открытие этого закона принадлежит голландским химикам Н. Гульдбергу и П. Вааге и русскому ученому Н.Н. Бекетову).

Согласно этому закону: «Скорость химической реакции в гомогенной среде при данной ($t^0_{const.}$) прямо пропорциональна произведению молярных концентраций реагирующих веществ в степенях, соответствующих стехиометрическим коэффициентам в уравнении «реакции».

Следовательно для уравнения (a):

Скорость прямой реакции)

$$\bar{V} = k_1 \times C_A^a \times C_B^b$$

где k_1 и k_2 – коэффициенты пропорциональности, называемые

Скорость обратной реакции

$$\bar{V} = k_2 \times C_C^c \times C_D^d$$

константами скорости; $\varphi_{из.}$
при $c = 1$ моль/дм³ $k = V$

В момент установления химического равновесия

$$k_1 [A]^a [B]^b = k_2 [C]^c [D]^d, \text{ где } [A], [D], [C], [D] \text{ – равновесие концентрации.}$$

После математического преобразования этого уравнения получаем выражение:

$$k_1 [C]^c [D]^d$$

$$----- = ----- = const = K^c \text{ или } K^1 \text{ (акад. Золотов)}$$

$$k_2 [A]^a [B]^b \quad \text{т.к. } k_1 \text{ и } k_2 = const.$$

K^c или K^1 – концентрационная константа равновесия (ее иногда называют условной, реальной или кажущейся). Эту константу можно найти, вводя поправки – коэффициенты активности. Это уравнение представляет собой математическое выражение ЗДМ и формулируется следующим образом:

Для обратимых химических реакций в состоянии равновесия отношение произведения равновесных молярных концентраций продуктов реакции к произведению равновесных моноконцентраций исходных веществ в степенях, соответствующих стехиометрическим коэффициентам в уравнении, есть величина постоянная при



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

определенных условиях (постоянной t^0 , ионной силе) и называется **концентрационной константой равновесия**.

Константы равновесия различных типов химических реакций имеют различный смысл и название. Все константы делят на:

а) Константы распада (ионизации); б) Константы образования (β)

Чаще всего обозначаются буквой K_x ,

x - индекс, A, B, W, уст., S.

Значение ЗДМ.

1. Величина константы равновесия химической реакции позволяет судить о возможности, направлении и глубине протекания химического процесса.

Исходя из закона действующих масс вытекает, что если $K_p \gg 1$, то химическое равновесие смещено «вправо», идет преимущественно прямая реакция.

2. Значение K_p позволяет рассчитать равновесие концентрации (На практических занятиях).

Позволяет рассчитать выход продукта, рН растворов, α , и т.д. (на практике) h , K_f .

Определить применимость для целей анализа.

Чем больше константа равновесия, тем больше образуется продуктов реакции и меньше остается исходных веществ.

Задание 2.

Общая характеристика катионов IV аналитической группы

К катионам IV аналитической группы относятся катионы р-элементов Al^{3+} , Sn^{2+} , $Sn(IV)$, $As(V)$, $As(III)$ и d-элементов: Zn^{2+} , Cr^{3+} . Они образуют много малорастворимых соединений (сульфиды, фосфаты, карбонаты, гидроксиды и др.). Ионы р-элементов (Sn, As) и d-элементов (Cr) с незаконченной 18-электронной оболочкой легко вступают в реакции окисления-восстановления, которые используются в ходе анализа для отделения и открытия ионов. NaOH является групповым реагентом на катионы IV группы. При действии NaOH образуются осадки гидроксидов катионов IV группы (кроме мышьяка): зелёный $Cr(OH)_3$, белые $Al(OH)_3$, $Zn(OH)_2$, $Sn(OH)_2$, а также $Sn(OH)_4$. Гидроксиды катионов IV аналитической группы проявляют амфотерные свойства, реагируют с растворами сильных оснований (образуют гидрокомплексные соли), а также с кислотами (кроме мышьяка).

В зависимости от рН среды мышьяк(III) и мышьяк(V) могут находиться в растворах в разной форме вследствие выраженных амфотерных свойств, больше смещенных в сторону образования анионов, в особенности для мышьяка (V). В растворах, которые имеют сильноокислую реакцию среды, мышьяк(III) существует в основном в виде катионов As^{3+} . В слабокислой среде мышьяк(III) и мышьяк(V) существуют в виде анионов AsO_2^- и AsO_3^{3-} . В щелочной среде образуются соли мышьяковистой кислоты H_3AsO_3 (арсениты) или мышьяковой кислоты H_3AsO_4 (арсенаты). Поэтому определение мышьяка в виде катионов проводят в сильноокислой среде. В слабокислой, нейтральной или щелочной среде мышьяк определяют в виде анионов. Соли мышьяка ядовиты!



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 27

Задание 1.

Пути проведения аналитических реакций. Примеры.

Аналитическая реакция - это реакция, которая сопровождается каким-либо внешним эффектом (образованием или растворением осадка, выделением газа, изменением окраски раствора и т.д.), позволяющим сделать вывод о наличии соответствующих ионов или молекул в анализируемом веществе.

Выполнение каждой аналитической реакции требует соблюдения определенных условий ее проведения, важнейшими из которых являются:

1. концентрация реагирующих веществ,
2. среда раствора,
3. температура.

Задание 2.

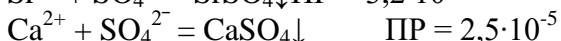
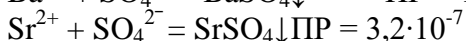
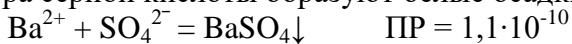
Общая характеристика катионов III аналитической группы.

К III аналитической группе катионов относятся катионы щелочноземельных металлов: Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} , которые относятся к главной подгруппе второй группы периодической системы Д.И. Менделеева. Большинство солей этих катионов малорастворимы в воде: сульфаты, карбонаты, хроматы, оксалаты, фосфаты. Для катионов III аналитической группы реакции окисления-восстановления не характерны, т. к. они имеют постоянную степень окисления. Катионы этой аналитической группы не имеют окраски, большинство их солей бесцветные. Окрашенные соединения катионы III аналитической группы образуют лишь с окрашенными анионами, например: жёлтый цвет $BaCrO_4$ обусловлен соответствующей окраской ионов CrO_4^{2-} .

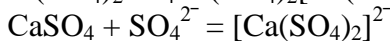
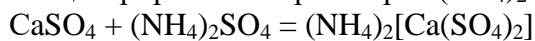
Групповым реагентом на катионы III аналитической группы является раствор серной кислоты. Для обеспечения полного осаждения $BaSO_4$, $SrSO_4$ и $CaSO_4$ в раствор прибавляют этиловый спирт. Катионы IV – VI аналитических групп серной кислотой не осаждаются.

Реакции катионов III аналитической группы

1. Действие раствора серной кислоты. Катионы Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} при действии раствора серной кислоты образуют белые осадки сульфатов:



Растворимость сульфатов стронция и кальция довольно высокая, поэтому для снижения их растворимости при действии группового реагента в раствор прибавляют этиловый спирт. Сульфаты не растворяются в кислотах и щелочах. $CaSO_4$ растворим в концентрированных растворах $(NH_4)_2SO_4$:



Это свойство используют для отделения ионов Ca^{2+} от Sr^{2+} при их одновременном присутствии.



Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 28

Задание 1.

Способы выполнения качественных реакций.

Качественные реакции – это реакции, позволяющие определить наличие того или иного вещества (компонента) в среде.

По способу выполнения различают пробирочные, микрокристаллоскопические и капельные реакции. Большинство реакций осуществляют пробирочным методом.

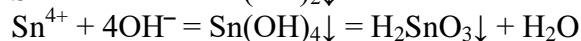
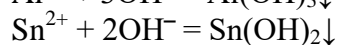
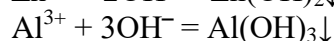
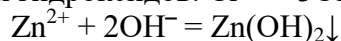
Задание 2.

Назовите групповой реагент IV аналитической группы катионов, напишите реакции взаимодействия с ним. Укажите аналитические сигналы реакций.

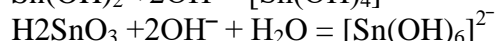
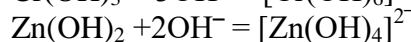
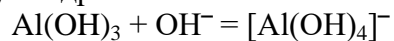
К катионам IV аналитической группы относятся катионы р-элементов Al^{3+} , Sn^{2+} , Sn(IV) , As(V) , As(III) и d-элементов: Zn^{2+} , Cr^{3+} . Они образуют много малорастворимых соединений (сульфиды, фосфаты, карбонаты, гидроксиды и др.). Ионы р-элементов (Sn , As) и d-элементов (Cr) с незаконченной 18-электронной оболочкой легко вступают в реакции окисления-восстановления, которые используются в ходе анализа для отделения и открытия ионов. NaOH является групповым реагентом на катионы IV группы. При действии NaOH образуются осадки гидроксидов катионов IV группы (кроме мышьяка): зелёный Cr(OH)_3 , белые Al(OH)_3 , Zn(OH)_2 , Sn(OH)_2 , а также Sn(OH)_4 . Гидроксиды катионов IV аналитической группы проявляют амфотерные свойства, реагируют с растворами сильных оснований (образуют гидроксокомплексные соли), а также с кислотами (кроме мышьяка).

Действие группового реагента NaOH или KOH

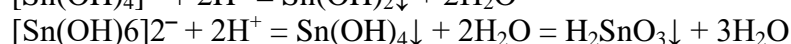
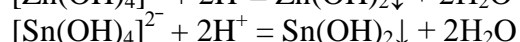
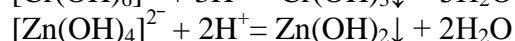
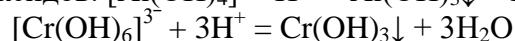
При постепенном добавлении гидроксидов калия или натрия сначала образуются осадки гидроксидов: $\text{Cr}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Cr(OH)}_3\downarrow$



Гидроксиды имеют амфотерные свойства, потому они растворяются в избытке щёлочи, образуя гидроксокомплексные анионы:



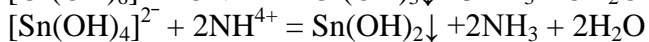
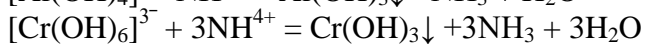
Гидроксокомплексные анионы устойчивы только в сильнощелочной среде, а при снижении pH (при добавлении кислоты) снова образуются осадки соответствующих гидроксидов: $[\text{Al(OH)}_4]^- + \text{H}^+ = \text{Al(OH)}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$



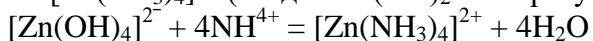


Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

При действии концентрированного раствора NH_4Cl на гидроксокомплексные анионы алюминия, хрома, олова также происходит образование осадка соответствующего гидроксида:



При действии NH_4Cl на ионы $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ образуется растворимый аммиачный комплекс $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ (осадок $\text{Zn}(\text{OH})_2$ не образуются):





Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации

Эталон ответа

Задание № 29

Задание 1.

Катионы VI аналитической группы. Свойства. Качественные реакции.

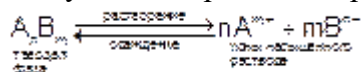
К VI аналитической группе относятся катионы d-элементов Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} . Групповым реагентом является раствор NH_3 . При действии небольшого количества раствора NH_3 образуются осадки разного состава: $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ и $\text{Co}(\text{OH})\text{Cl}$ синего цвета, белые $\text{Cd}(\text{OH})_2$ и $[\text{NH}_2\text{Hg}]\text{Cl}$, зелёные NiOHCl или $(\text{NiOH})_2\text{SO}_4$. При действии избытка раствора аммиака образуются растворимые комплексные соединения, в состав которых входят такие комплексные катионы: $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$, $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$. Катионы VI аналитической группы способны образовывать комплексные соединения как с неорганическими лигандами (NH_3 , SCN^- и т.п.), так и с органическими лигандами (диацетилдиоксим, дифенилкарбазид, дитизон и др.).

Задание 2.

Гетерогенные равновесия в растворах электролитов. Произведение растворимости (термодинамическое и концентрационное). Растворимость (S и P).

Большинство веществ обладают малой растворимостью в воде и других растворителях. В насыщенном растворе малорастворимого электролита устанавливается гетерогенное равновесие между твердой фазой и ионами, образующимися при частичном растворении осадка.

Так, в насыщенном растворе электролита AnBm , находящегося в равновесии с его твердой фазой, будет протекать следующий обратимый процесс:



Этот процесс протекает на поверхности осадка. Состояние этого равновесия по закону действующих масс количественно характеризуется константой, называемой **произведением растворимости (ПР)**:

$$\text{ПР} (\text{AnBm}) = [\text{A}^{m+}]^n [\text{B}^{n-}]^m$$

В насыщенном растворе малорастворимого электролита произведение молярных концентраций ионов, возведенных в степени, равны их стехиометрическим коэффициентам, есть величина постоянная при данной температуре и называется **произведением растворимости**.

ПР зависит от природы растворителя и растворенного вещества, от температуры и не зависит от концентрации ионов в растворе.

При расчете произведения растворимости необходимо перевести в молярную растворимость (моль/л) растворимость, выраженную в г/л или г/100 г H_2O .

Для перехода растворимости, выраженной в г/100 г H_2O , к молярной концентрации можно принять объем насыщенного раствора $\gg 100$ мл, учитывая малую растворимость электролита в H_2O .

Следовательно, произведение растворимости и растворимость – взаимосвязанные величины, поэтому по известной растворимости вещества можно найти значение произведения растворимости и наоборот.



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

3. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Критерии оценки: оценивается как процесс выполнения задания, так и его результат:

1. Оценка процесса выполнения задания:

- обращение студента к информационным источникам, оптимальное использование найденной информации;
- рациональное распределение времени на выполнение задания.

2. Оценка подготовленного задания.

Например, при решении комплексной ситуационной задачи можно использовать следующие критерии оценки:

5 «отлично»	<ul style="list-style-type: none"> - дается комплексная оценка предложенной ситуации; - демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; - умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
4 «хорошо»	<ul style="list-style-type: none"> - дается комплексная оценка предложенной ситуации; - демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; - возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; - умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
3 «удовлетворительно»	<ul style="list-style-type: none"> - затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации; - неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя; - выполнение заданий при подсказке преподавателя; - затруднения в формулировке выводов.
2 «неудовлетворительно»	<ul style="list-style-type: none"> - неправильная оценка предложенной ситуации; - отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий.



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

Критерии оценки текущего контроля и промежуточной аттестации

ХАРАКТЕРИСТИКА ОТВЕТА	Оценка ECTS	Баллы в БРС	Уровень сформированности компетенций по дисциплине	Оценка
<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента. В полной мере овладел компетенциями.</p>	A	100-96	ВЫСОКИЙ	5
<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента. В полной мере овладел компетенциями.</p>	B	95-91	ВЫСОКИЙ	5
<p>Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. В ответе допущены недочеты, исправленные студентом с помощью преподавателя. В полной мере овладел компетенциями.</p>	C	90-76	СРЕДНИЙ	4



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

ХАРАКТЕРИСТИКА ОТВЕТА	Оценка ECTS	Баллы в БРС	Уровень сформированности компетенций по дисциплине	Оценка
<p>Дан недостаточно полный и последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1-2 ошибки в определении основных понятий, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. Слабо овладел компетенциями.</p>	D	75-66	НИЗКИЙ	3
<p>Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Слабо овладел компетенциями.</p>	E	65-61	КРАЙНЕ НИЗКИЙ	3
<p>Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины. Компетенции не сформированы.</p>	F	60-0	НЕ СФОРМИРОВАНА	2



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

Итоговая оценка по дисциплине

Оценка по 100-балльной системе	Оценка по системе «зачтено - не зачтено»	Оценка по 5-балльной системе		Оценка по ECTS
96-100	зачтено	5	отлично	A
91-95	зачтено			B
81-90	зачтено	4	хорошо	C
76-80	зачтено			D
61-75	зачтено	3	удовлетворительно	E
41-60	не зачтено	2	неудовлетворительно	Fx
0-40	не зачтено			F

Список литературы

I. Основная литература

1. Саенко, О.Е. Аналитическая химия / О.Е. Саенко. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2021. – 288 с.
2. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия: учебник [Текст] / Ю. Я. Харитонов. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 320 с.
3. Александрова, Э.А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 1. Химические методы анализа: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э.А. Александрова, Н.Г. Гайдукова. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 537 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10489-9. – Режим доступа: www.urait.ru/book/analiticheskaya-himiya-v-2-knigah-kniga-1-himicheskie-metody-analiza-43066
4. Александрова, Э.А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э.А. Александрова, Н.Г. Гайдукова. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 344 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-10946-7. – Режим доступа: www.urait.ru/book/analiticheskaya-himiya-v-2-knigah-kniga-2-fiziko-himicheskie-metody-analiza-432754
5. Борисов, А.Н. Аналитическая химия. Расчеты в количественном анализе: учебник и практикум для среднего профессионального образования / А.Н. Борисов, И.Ю. Тихомирова. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 119 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-08850-2. – Режим доступа: www.urait.ru/book/analiticheskaya-himiya-raschety-v-kolichestvennom-analize-437141
6. Егоров, В. В. Аналитическая химия: учебник для спо / В. В. Егоров, Н. И. Воробьева, И. Г. Сильвестрова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 144 с. — ISBN 978-5-8114-8882-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/183250>



**Пятигорский медико-фармацевтический институт –
филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Волгоградский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения
Российской Федерации**

7. Гайдукова, Б. М. Техника и технология лабораторных работ: учебное пособие / Б. М. Гайдукова, С. В. Харитонов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 128 с. — ISBN 978-5-8114-4964-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129227>

II. Дополнительная литература

1. Никитина, Н.Г. Аналитическая химия: учебник и практикум для среднего профессионального образования / Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина; под редакцией Н. Г. Никитиной. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2020.–394 с.

2. Глубоков, Ю.М. Аналитическая химия: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Ю.М. Глубоков, В.А. Головачева, Ю.А. Ефимова и др., под. Ред. А.А. Ищенко. – 12 изд. – Москва: Академия, 2017. – 464с.

3. Вершинин, В. И. Аналитическая химия: учебник для вузов [Текст] / В. И. Вершинин, И. В. Власова, И. А. Никифорова. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 428 с.

**III. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»
(далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс] window.edu.ru

2. Научная электронная библиотека [Электронный ресурс] elibrary.ru

**IV. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и
информационных справочных систем**

1. Microsoft Office 365. Договор с ООО СТК «ВЕРШИНА» №27122016-1 от 27 декабря 2016 г.

2. Kaspersky Endpoint Security Russian Edition. 100149 Educational Renewal License 1FB6161121102233870682. 100 лицензий

3. Office Standard 2016. 200 лицензий OPEN 96197565ZZE1712.

4. Microsoft Open License : 68169617 OPEN 98108543ZZE1903. 2019.

5. Операционные системы OEM, OS Windows XP; OS Windows 7; OS Windows 8; OS Windows 10. На каждом системном блоке и/или моноблоке и/или ноутбуке. Номер лицензии скопирован в ПЗУ аппаратного средства и/или содержится в наклеенном на устройство стикере с голографической защитой.

6. Доступ к личному кабинету в системе «4Portfolio». Договор № В-21.03/2017 203 от 29 марта 2017

7. Система электронного тестирования VeralTest Professional 2.7. Акт предоставления прав № ИТ178496 от 14.10.2015 (бессрочно)

8. Statistica Basic 10 for Windows Ru License Number for PYATIGORSK MED PHARM INST

9. ЭБС «Университетская библиотека онлайн». URL: <http://www.biblioclub.ru/>