

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России)**

Кафедра фундаментальной и клинической биохимии

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ ВОПРОСЫ
по дисциплине «Аналитическая химия»**

специалитет по специальности 33.05.01 Фармация

для студентов фармацевтического факультета

Теоретические вопросы

I. Теоретические основы аналитической химии

1. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции. Типы аналитических реакций и реагентов: специфические, селективные, групповые. Приведите примеры. Укажите аналитические эффекты.
2. Чувствительность аналитических реакций, ее количественная характеристика: предельное разбавление, предельная концентрация, минимальный объем предельно разбавленного раствора, предел обнаружения, показатель чувствительности.
3. Основные типы химических равновесий, применяемые в аналитической химии. Закон действующих масс, его математическое выражение. Константа химического равновесия для реакций в растворах. Типы констант равновесия.
4. Основные положения теории растворов сильных электролитов. Активность электролитов, ионов, коэффициент активности. Ионная сила раствора, ее влияние на коэффициент активности ионов. Формула Дебая-Хюккеля.
5. Сильные и слабые электролиты. Константы и степени ионизации, связь между ними.
6. Протолитические равновесия. Протолитическая теория кислот и оснований. Какие свойства проявляют в водном растворе с точки зрения протолитической теории следующие соединения: NH_4^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^- , H_2CO_3 , S^{2-} , HS^- , H_2PO_4^- ? Какую функцию выполняет вода? Приведите ионные уравнения взаимодействия воды с указанными соединениями.
7. Константы кислотности и основности как характеристика силы слабых кислот и оснований.
8. Протолитическое равновесие в воде, константа автопротолиза воды, водородный и гидроксильный показатели.
9. Буферные растворы. Объясните механизм действия ацетатного буферного раствора с позиций протолитической теории.
10. Буферные растворы. Объясните механизм действия аммиачного буферного раствора с позиций протолитической теории.
11. Свойства буферных растворов: pH и буферная емкость. От каких факторов они зависят?
12. Гидролиз как частный случай сольволиза. Константа и степень гидролиза. Вычисление значений pH растворов солей, подвергающихся гидролизу, поясните на примере ацетата натрия. С позиций протолитической теории рассмотрите роль гидролизующегося иона и воды.
13. Гидролиз как частный случай сольволиза. Константа и степень гидролиза. Вычисление значений pH растворов солей, подвергающихся гидролизу, поясните на примере хлорида аммония. С позиций протолитической теории рассмотрите роль гидролизующегося иона и воды.
14. Применение закона действующих масс к гетерогенным равновесиям в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого электролита. Способы выражения растворимости малорастворимых электролитов. Термодинамическая и концентрационная константы растворимости. Связь растворимости и константы растворимости малорастворимых электролитов.
15. Покажите применение закона действующих масс к равновесиям в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого электролита. Укажите условие образования осадка.
16. Применение закона действующих масс к гетерогенным равновесиям в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого электролита. Перевод одних малорастворимых электролитов в другие. Покажите на примере систематического анализа катионов сульфатной группы.
17. Условие растворения малорастворимых электролитов. Влияние на этот процесс посторонних (индифферентных) электролитов.

18. Влияние различных факторов на полноту осаждения малорастворимых электролитов. Покажите влияние на этот процесс добавок электролитов, содержащих одноименный с осадком ион.
19. Применение закона действующих масс к гетерогенным равновесиям в системе осадок – насыщенный раствор малорастворимого электролита. Раскройте понятие «дробное осаждение» малорастворимых электролитов.
20. Обратимые окислительно-восстановительные системы. Уравнение Нернста. Окислительно-восстановительные потенциалы (стандартные, реальные).
21. Применение закона действующих масс к равновесиям в обратимых окислительно-восстановительных системах. Константы равновесия окислительно-восстановительных реакций. Глубина протекания реакций.
22. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Приведите примеры. Дайте характеристику.
23. Применение закона действующих масс к равновесиям в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости (ступенчатые, общие, термодинамические, концентрационные).
24. Применение закона действующих масс к равновесиям в растворах комплексных соединений. Константы нестойкости комплексных соединений, их связь с константами устойчивости. Условные константы устойчивости.
25. Покажите применение реакций комплексообразования в качественном анализе для обнаружения и разделения ионов. Напишите уравнения реакций. Назовите комплексные соединения по международной номенклатуре. Объясните, почему катионы хлоридной группы не следует осаждать концентрированной хлороводородной кислотой.
26. Покажите применение реакций комплексообразования в качественном анализе для маскировки мешающих ионов и растворения труднорастворимых электролитов. Назовите комплексные соединения по международной номенклатуре. Напишите уравнения реакций.
27. Способы разрушения комплексных соединений. Напишите уравнения реакций и объясните, почему хлорид диамминсеребра(I) разрушается под действием концентрированной азотной кислоты и иодида калия.
28. Комплексные соединения катионов металлов с органическими реагентами. Функционально-аналитические, хромофорные и ауксохромные группы в органических реагентах. Приведите формулы органических реагентов, используемых для обнаружения катионов IV-VI групп. Напишите уравнения реакций получения диметилглиоксимата никеля, 8-оксихинолята магния, ализарината алюминия. Укажите типы химических связей.
29. Методы разделения и концентрирования веществ в аналитической химии. Жидкостная экстракция, основные понятия: экстрагент, экстракционный реагент, экстракт, реэкстракт, реэкстрагент, реэкстракция. Приведите примеры экстрагентов, используемых в реакциях образования дитизоната цинка и надхромовой кислоты.
30. Жидкостная экстракция. Экстракционное равновесие. Количественные характеристики: константа распределения, коэффициент распределения, фактор разделения, фактор извлечения. Связь между количественными характеристиками. Закон распределения Нернста-Шилова. Применение экстракции в качественном анализе катионов IV-VI групп.

II. Качественный химический анализ

1. Кислотно-основная аналитическая классификация катионов на группы. Групповые реагенты. Приведите уравнения реакций взаимодействия групповых реагентов с катионами разных аналитических групп.
2. Общая характеристика катионов I аналитической группы. Приведите характерные реакции катионов: Li^+ , K^+ , Na^+ , NH_4^+ . Укажите аналитические эффекты, условия обнаружения катионов.
3. Общая характеристика катионов II аналитической группы. Характерные реакции катионов II группы: Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} . Укажите фармакопейные реакции.
4. Общая характеристика катионов III аналитической группы. Характерные реакции катионов III группы: Ca^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} . Укажите фармакопейные реакции.
5. Общая характеристика катионов IV аналитической группы. Характерные реакции катионов IV группы: Zn^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Sn^{2+} . Приведите уравнения реакций, укажите фармакопейные реакции.
6. Общая характеристика катионов V аналитической группы. Приведите уравнения реакций взаимодействия катионов V группы с групповым реагентом.
7. Общая характеристика катионов V аналитической группы. Характерные реакции катионов V группы: Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Bi^{3+} , Sb(III) , Sb(V) . Укажите фармакопейные реакции.
8. Общая характеристика катионов VI аналитической группы. Приведите уравнения реакций взаимодействия катионов VI группы с групповым реагентом.
9. Общая характеристика катионов VI аналитической группы. Характерные реакции катионов VI группы: Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} . Укажите фармакопейные реакции.
10. Общая характеристика анионов I аналитической группы. Характерные реакции анионов I группы: SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$. Укажите фармакопейные реакции.

11. Общая характеристика анионов II аналитической группы. Характерные реакции анионов II группы: Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- . Укажите фармакопейные реакции.
12. Общая характеристика анионов III аналитической группы. Характерные реакции анионов III группы: NO_2^- , NO_3^- , CH_3COO^- . Укажите фармакопейные реакции.
13. Смесь сухих солей растворили в воде:
 - а) хлорид калия, нитрат свинца, хлорид бария;
 - б) хлорид аммония, нитрат серебра, хлорид кальция;
 - в) карбонат натрия, нитрат серебра, хлорид стронция;
 - г) сульфат аммония, хлорид свинца, хлорид кальция;
 - д) хлорид лития, нитрат серебра, нитрат бария
 Укажите, какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе, общие аналитические признаки групп, к которым принадлежат указанные катионы. Приведите схему разделения катионов и реакции обнаружения присутствующих в смеси катионов:
14. Предложите схему разделения смеси катионов:
 - а) Mn^{2+} , Al^{3+} , Cu^{2+} ;
 - б) Fe^{2+} , Cr^{3+} , Co^{2+} ;
 - в) Mg^{2+} , Al^{3+} , Cu^{2+} ;
 - г) Bi^{3+} , Zn^{2+} , Co^{2+} ;
 - д) Sn^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} .
 Приведите реакции обнаружения присутствующих в смеси катионов.
15. Систематический анализ. Имеется смесь сухих солей: хлорид калия, нитрат свинца, хлорид олова(II), нитрат кадмия, нитрат марганца(II). Укажите, какие соединения будут в осадке, какие ионы будут в растворе при растворении этой смеси в воде. Приведите схему разделения этих катионов с помощью систематического анализа.
16. Приведите схему разделения следующих анионов при их совместном присутствии в растворе:
 - а) Br^- , CH_3COO^- , Cl^- ;
 - б) SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-} ;
 - в) Br^- , CH_3COO^- , PO_4^{3-} ;
 - г) Cl^- , NO_3^- , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$;
 - д) Cl^- , I^- , CO_3^{2-}
 Напишите уравнения реакций обнаружения. Укажите аналитические группы анионов, фармакопейные реакции.

III. Количественный анализ

1. Гравиметрический анализ. Классификация методов гравиметрического анализа. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Требования, предъявляемые к этим формам. Гравиметрический фактор.
2. Гравиметрический анализ. Основные этапы гравиметрических определений. Требования, предъявляемые к осадителю.
3. Гравиметрический анализ. Основные этапы гравиметрических определений. Требования, предъявляемые к промывной жидкости.
4. Гравиметрический анализ. Понятие о теории образования осадков. Объясните условия осаждения кристаллических осадков на примере сульфата бария.
5. Гравиметрический анализ. Понятие о теории образования осадков. Объясните условия осаждения аморфных осадков на примере определения железа(III).
6. Роль соосаждения в гравиметрическом анализе. Адсорбция, окклюзия, изоморфизм.
7. Титриметрический анализ. Основные понятия: аликвота, титрант, титрование, точка эквивалентности, конечная точка титрования, индикатор, кривая титрования.
8. Классификация методов титриметрического анализа по типу химических реакций. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе.
9. Дайте определение понятия «стандартный (титрованный) раствор». Способы выражения его концентрации: молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, фактор эквивалентности, титриметрический фактор пересчета, поправочный коэффициент.
10. Стандартные (титрованные) растворы и их использование в титриметрии, примеры. Способы приготовления и хранения титрантов, примеры.
11. Первичные стандартные (установочные) вещества. Требования к ним.
12. Сущность основных приемов титрования: прямое, обратное, заместительное. Примеры.
13. Сравнительная характеристика методов титрования: метод отдельных навесок и метод пипетирования (аликвотных частей). Их сущность, достоинства и недостатки. Расчет навески анализируемого вещества в обоих случаях.

14. Кислотно-основное титрование. Сущность метода. Типы кислотно-основного титрования: ацидиметрия, алкалиметрия, титранты метода. Приготовление и стандартизация раствора гидроксида натрия по щавелевой кислоте. Приготовление и стандартизация соляной кислоты по тетраборату натрия.
15. Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Сущность ионной, хромофорной и ионно-хромофорной теории индикаторов кислотно-основного титрования. Основные характеристики кислотно-основных индикаторов: интервал перехода окраски, показатель титрования индикатора. Рассмотрите на примере метилоранжа и фенолфталеина.
16. Кривые кислотно-основного титрования. Расчет, построение и анализ кривой титрования: а) сильной кислоты щелочью; б) слабой кислоты щелочью; в) слабого основания сильной кислотой. Выбор индикатора по кривой.
17. Метод окислительно-восстановительного титрования. Классификация методов. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Расчет, построение, анализ. Выбор индикатора на основании анализа кривой титрования.
18. Перманганатометрическое титрование. Основное уравнение метода. Титрант, особенности его приготовления и хранения. Условия (температура, рН, скорость прибавления титранта) титрования оксалата натрия перманганатом калия. Сущность метода. Условия проведения титрования. Применение перманганатометрии.
19. Йодиметрическое титрование для определения восстановителей прямым титрованием. Приготовление раствора йода, его стандартизация и хранение. Условия проведения титрования. Определение конечной точки.
20. Йодиметрическое титрование для определения окислителей заместительным титрованием. Сущность метода. Приготовление, стандартизация и хранение титранта – раствора тиосульфата натрия. Сущность метода на примере определения содержания меди(II). Объясните направление протекания реакции, используемой для йодиметрического определения меди(II).
21. Броматометрическое титрование. Сущность метода. Титрант метода, его приготовление, стандартизация. Условия проведения титрования, определение конечной точки титрования. Применение броматометрии.
22. Бромометрическое титрование. Сущность метода, титрант метода. Бромид-броматометрическое титрование.
23. Нитритометрическое титрование. Применение нитритометрического титрования для определения органических лекарственных веществ, содержащих аминокруппу. Поясните, как с помощью внешних и внутренних индикаторов фиксируется конечная точка титрования в нитритометрии.
24. Комплексонометрическое титрование. Понятие о комплексонах металлов. Равновесия в водных растворах ЭДТА. Состав и устойчивость комплексонов металлов. Сущность метода комплексонометрического титрования. Кривые титрования, их расчет, построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок на кривой титрования: устойчивость комплексонов, концентрация ионов металла, рН раствора.
25. Индикаторы комплексонометрии (металлохромные индикаторы), принцип их действия, требования, предъявляемые к металлохромным индикаторам. Интервал изменения окраски индикаторов. Примеры металлохромных индикаторов, их выбор.
26. Осадительное титрование. Кривые осадительного титрования, их расчет, построение, анализ. Влияние различных факторов на скачок титрования: концентрация раствора реагента, растворимость осадка.
27. Аргентометрическое титрование. Метод Мора, Фаянса, Фольгарда. Условия определения. Индикатор метода, механизм его действия.

IV. Физико-химические (инструментальные) методы анализа

1. Оптические методы анализа. Классификация оптических методов анализа: по изучаемым объектам, по характеру взаимодействия электромагнитного излучения с веществом, по используемой области электромагнитного спектра, по природе энергетических переходов.
2. Молекулярный спектральный анализ в ультрафиолетовой и видимой области спектра. Основной закон светопоглощения – закон Бугера–Ламберта–Бера. Оптическая плотность и светопропускание. Коэффициент погашения: молярный и удельный.
3. Понятие о происхождении электронных спектров поглощения: особенности электронных спектров поглощения органических и неорганических соединений.
4. Методы абсорбционного анализа: колориметрия, фотометрия, фотоэлектроколориметрия, спектрофотометрия, их сущность. Методы колориметрии: метод стандартных серий, метод уравнивания окрасок, метод разбавления.
5. Количественный фотометрический анализ. Условия фотометрических определений: фотометрическая реакция, аналитическая длина волны, концентрация раствора, толщина поглощающего слоя, раствор сравнения. Методы определения концентрации анализируемого вещества: метод градуировочного графика, метод одного стандарта, метод добавок стандарта, по молярному (или удельному) коэффициенту погашения. Аддитивность оптической плотности. Определение нескольких веществ фотоэлектроколориметрическим методом при их совместном присутствии в растворе.

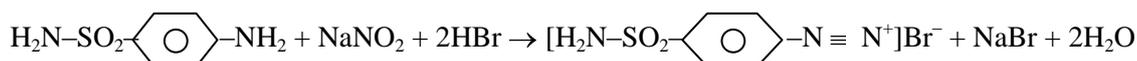
6. Дифференциальный фотоэлектроколориметрический анализ. Сущность метода. Способы определения концентраций: метод градуировочного графика, расчетный метод.
7. Люминесцентный анализ. Механизм возникновения люминесценции, ее виды. Сущность закона Стокса - Ломмеля, правила Левшина. Квантовый и энергетический выход люминесценции. Закон Вавилова для люминесценции. Количественный флуориметрический анализ.
8. Хроматографические методы анализа. Сущность, классификация: по механизму разделения веществ, по агрегатному состоянию фаз, по технике эксперимента, по способу относительного перемещения фаз.
9. Тонкослойная и бумажная хроматография. Сущность методов. Коэффициент подвижности, степень разделения, коэффициент разделения. Материалы и растворители, применяемые в методах тонкослойной и бумажной хроматографии.
10. Ионообменная хроматография. Сущность метода. Иониты. Статическая и динамическая емкость. Ионообменное равновесие. Применение ионообменной хроматографии.
11. Сущность газовой (газо-жидкостной и газо-адсорбционной) хроматографии. Понятие о теории метода. Параметры удерживания. Параметры разделения: степень разделения, коэффициент разделения, число теоретических тарелок.
12. Хроматограмма, ее важнейшие характеристики: высота и ширина хроматографического пика, приведенный и общий удерживаемый объем. Качественная оценка хроматограммы.
13. Методы количественной обработки хроматограмм в газовой хроматографии: абсолютной калибровки, внутренней нормализации, внутреннего стандарта.
14. Кондуктометрический анализ. Принцип метода. Основные понятия. Связь концентрации растворов электролитов с их электрической проводимостью. Прямая кондуктометрия. Определение концентрации анализируемого вещества по данным измерения электропроводности: расчетный метод, метод градуировочного графика. Сущность метода. Типы кривых кондуктометрического титрования. Применение кондуктометрического титрования.
15. Потенциометрический анализ. Принцип метода. Электроды сравнения и индикаторные электроды в потенциометрическом анализе. Определение концентрации вещества в прямой потенциометрии: метод градуировочного графика, метод стандартных добавок. Применение прямой потенциометрии.
16. Потенциометрическое титрование. Сущность метода. Кривые титрования: интегральные, дифференциальные, кривые титрования по методу Грана. Применение потенциометрического титрования.
17. Полярографический анализ. Принцип метода. Полярографические кривые, потенциал полуволны, связь величины диффузионного тока с концентрацией.
18. Количественный полярографический анализ. Определение концентрации анализируемого вещества: метод градуировочного графика, метод добавок, метод стандартных серий. Применение полярографии.
19. Кулонометрический анализ. Принцип метода. Прямая кулонометрия. Сущность прямой кулонометрии при постоянном потенциале. Способы определения количества электричества, прошедшего через раствор, в прямой кулонометрии. Применение прямой кулонометрии.
20. Кулонометрическое титрование. Сущность метода. Условия проведения кулонометрического титрования. Индикация точки эквивалентности. Применение кулонометрического титрования.

Упражнения и задачи

1. Вычислите предел обнаружения ионов меди(II) в виде аммиачного комплекса, если предельная концентрация ионов меди в растворе равна $4 \cdot 10^{-6}$ г/см³, а минимальный объем исследуемого раствора равен 0,05 см³.
2. Приведите математические выражения констант для следующих равновесий:
 1) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \leftrightarrow \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3$; 2) $\text{PbCl}_2 \leftrightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^-$; 3) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
3. Вычислите ионную силу раствора, содержащего в 1 дм³ 0,01 моль хлорида алюминия.
4. Рассчитайте pH: а) 0,2%-ного раствора NaOH; б) раствора, в 250 см³ которого содержится 3 г CH₃COOH; в) раствора аммиака с концентрацией 0,2 моль/дм³.
5. Рассчитайте pH и pOH для водного раствора азотной кислоты с концентрацией 0,01М без учета и с учетом влияния ионной силы раствора.
6. Буферный раствор содержит 0,25 моль/дм³ уксусной кислоты и 0,50 моль/дм³ ацетата натрия. Рассчитайте pH раствора. Как изменится pH при добавлении к 1 дм³ этого раствора 0,25 моль хлороводородной кислоты?
7. Буферный раствор содержит 0,05 моль/дм³ гидроксида аммония и 0,1 моль/дм³ хлорида аммония. Рассчитайте pH раствора. Как изменится pH, если к 1 дм³ этого раствора прибавить 0,001 моль гидроксида натрия?
8. Рассчитайте массу ацетата натрия, которую следует прибавить к 5,0 см³ 0,1 моль/дм³ раствора уксусной кислоты, чтобы получить раствор с pH равным 5,5.
9. Рассчитайте константу гидролиза и значение pH водного раствора ацетата натрия с концентрацией 0,0250 моль/дм³.

10. В 500 см^3 раствора содержится $5,35 \text{ г}$ хлорида аммония. Рассчитайте степень гидролиза и pH водного раствора соли.
11. Рассчитайте молярную (моль/ дм^3) и массовую (г/ дм^3) растворимость оксалата кальция.
12. Определите, будет ли выпадать осадок сульфата стронция при смешивании равных объемов раствора хлорида стронция и сульфата калия, если их исходные концентрации составляют $5 \cdot 10^{-4}$ моль/ дм^3 .
13. Какой должна быть молярная концентрация карбонат – ионов, чтобы из насыщенного раствора сульфата бария выпал осадок карбоната бария?
14. Рассчитайте растворимость сульфата бария в $0,1 \text{ М}$ растворе хлорида натрия и сравните ее с растворимостью этой соли в чистой воде.
15. Чему равна молярная растворимость карбоната цинка в $0,10$ моль/ дм^3 растворе карбоната натрия (без учета ионной силы раствора)?
16. Определите последовательность выпадения осадков при добавлении $0,1 \text{ М}$ раствора нитрата серебра к раствору, содержащему одинаковое количество моль хлорида, бромида и хромата калия (ответ подтвердите расчетами).
17. Закончите и уравняйте ионно-электронным методом уравнения окислительно-восстановительных реакций:
 а) $\text{MnSO}_4 + \text{NaBiO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$; б) $\text{MnSO}_4 + \text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$; в) $\text{KI} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$;
 г) $\text{KI} + \text{NaNO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 Укажите, для каких целей в качественном анализе используются данные реакции.
18. Рассчитайте значение реального потенциала окислительно-восстановительной пары $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ при $\text{pH}=2$, если $[\text{MnO}_4^-]=0,1$ моль/ дм^3 , а $[\text{Mn}^{2+}]=0,01$ моль/ дм^3 .
19. Сравните полноту окисления иодид - ионов дихромат - ионами и нитрит - ионами в стандартных состояниях веществ.
20. Вычислите величину константы устойчивости комплексного иона диамминсеребра(I), если в $0,100$ моль/ дм^3 растворе этого иона равновесные концентрации комплексообразователя и лигандов соответственно равны: $1,14 \cdot 10^{-3}$ моль/ дм^3 и $2,28 \cdot 10^{-3}$ моль/ дм^3 .
21. Объясните, какой из комплексных ионов: $[\text{HgCl}_4]^{2-}$, $[\text{HgBr}_4]^{2-}$, $[\text{HgI}_4]^{2-}$, наименее прочен и почему. Вычислите равновесную концентрацию ионов ртути(II) в $0,1$ моль/ дм^3 растворе тетраиодомеркураата(II), содержащем $0,2$ моль/ дм^3 иодида калия.
22. Напишите уравнения диссоциации следующих комплексных соединений: $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и приведите выражения констант нестойкости для комплексных ионов. Рассчитайте равновесную концентрацию железа(III) в $0,1 \text{ М}$ растворе $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.
23. Определите концентрации ионов серебра и хлорид-ионов в 1 М растворе $\text{K}[\text{AgCl}_2]$.
24. Сколько аммиака (в моль/ дм^3) необходимо добавить к 1 дм^3 $0,02 \text{ М}$ раствора нитрата серебра, чтобы понизить равновесную концентрацию ионов серебра до 10^{-7} моль/ дм^3 ?
25. Выясните, образуется ли осадок иодида серебра, если к водному раствору комплекса $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ с концентрацией $0,2$ моль/ дм^3 прибавить равный объем $0,2$ моль/ дм^3 водного раствора иодида калия.
26. Вычислите гравиметрический фактор для определения Na_2SO_4 , Mg^{2+} , если их гравиметрические формы имеют формулы: BaSO_4 , $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$.
27. Какой объем $0,1 \text{ М}$ раствора BaCl_2 потребуется для осаждения серы в виде BaSO_4 из навески $1,0 \text{ г}$, содержащей 90% лекарственного препарата дихлотиазид - $\text{C}_{13}\text{N}_3\text{S}_2\text{ClO}_5\text{H}_{18}$ и индифферентные примеси, если осадитель добавляют: в стехиометрическом количестве, в полуторократном избытке?
28. Осадок оксалата кальция CaC_2O_4 массой $1,253 \text{ г}$ промыли на фильтре 500 см^3 $0,001 \text{ М}$ раствора оксалата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$. Рассчитайте, массу оксалата кальция, которая перешла в раствор за счет его растворимости.
29. В лекарственном препарате фуросемиде – $\text{C}_{12}\text{N}_2\text{O}_5\text{SClH}_{11}$, содержится $10,7\%$ серы по массе. Какую навеску препарата надо взять при его анализе, чтобы после перевода серы в ион SO_4^{2-} получить $0,50 \text{ г}$ прокаленного осадка BaSO_4 ?
30. Из раствора сульфата железа(III) осадил железо раствором аммиака в виде гидроксида. Полученный осадок прокалили. Масса прокаленного осадка составила $0,3288 \text{ г}$. Вычислите содержание в растворе Fe^{3+} и $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.
31. При определении хлорид - ионов в виде AgCl желательно, чтобы осадок имел массу $0,5000 \text{ г}$. Какую навеску необходимо взять для анализа, если определяемое вещество содержит 30% хлорид-ионов?
32. На титрование навески концентрированной соляной кислоты массой $0,8250 \text{ г}$ израсходовано $16,04 \text{ см}^3$ раствора гидроксида натрия, с молярной концентрацией $0,5010$ моль/ дм^3 . Вычислите массовую долю кислоты в навеске.
33. Вычислите навеску карбоната калия, если на ее титрование с индикатором фенолфталеином было израсходовано $10,15 \text{ см}^3$ соляной кислоты с молярной концентрацией $0,1200$ моль/ дм^3 .

34. Какой объем соляной кислоты с молярной концентрацией $0,2 \text{ моль/дм}^3$ ($F_{0,2}=0,9825$) надо разбавить водой до $2,0 \text{ дм}^3$, чтобы получить раствор кислоты с молярной концентрацией $0,0500 \text{ моль/дм}^3$?
35. Приведите расчеты и объясните, как приготовить $500,0 \text{ см}^3$ раствора хлороводородной кислоты с приблизительной молярной концентрацией $0,10 \text{ моль/дм}^3$ из раствора с плотностью $1,198 \text{ г/см}^3$.
36. Рассчитайте молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалента раствора, содержащего $2,5000 \text{ г}$ карбоната натрия в 500 см^3 раствора. Вычислите титр раствора и титриметрический фактор пересчета раствора по соляной кислоте, если в процессе титрования протекает реакция:
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.
37. К раствору хлорида аммония прибавили $20,00 \text{ см}^3$ раствора NaOH с $t(\text{NaOH})=0,004000 \text{ г/см}^3$. Кипячением из раствора удалили аммиак, а избыток NaOH оттитровали $9,75 \text{ см}^3$ соляной кислоты с $c(\text{HCl})=0,09985 \text{ М}$. Вычислите массу аммиака в анализируемом растворе. Укажите вариант титрования.
38. На титрование навески дигидрата щавелевой кислоты ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) массой $0,8040 \text{ г}$ идет $15,04 \text{ см}^3$ раствора гидроксида натрия. Определите молярную концентрацию раствора гидроксида натрия, его титр и титриметрический фактор пересчета по $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Укажите метод титрования.
39. Рассчитайте объем концентрированного раствора гидроксида натрия с плотностью $1,525 \text{ г/см}^3$, необходимый для приготовления 500 см^3 титранта с приблизительной молярной концентрацией $0,05 \text{ моль/дм}^3$.
40. Вычислите молярную концентрацию соляной кислоты, если на титрование $0,0976 \text{ г}$ декагидрата тетрабората натрия ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$) было затрачено $21,55 \text{ см}^3$ раствора этой кислоты.
41. $20,00 \text{ см}^3$ $0,1000 \text{ моль/дм}^3$ соляной кислоты титруют раствором гидроксида калия с такой же концентрацией. Рассчитайте рН раствора в начальный момент титрования, а также при добавлении $18,00$; $20,00$; $20,02 \text{ см}^3$ титранта.
42. $100,0 \text{ см}^3$ $0,0200 \text{ моль/дм}^3$ раствора муравьиной кислоты титруют раствором гидроксида натрия с такой же концентрацией. Рассчитайте рН раствора в начальный момент титрования, а также при добавлении $99,0$; $100,0$ и $100,1 \text{ см}^3$ раствора титранта.
43. $20,00 \text{ см}^3$ $0,1000 \text{ моль/дм}^3$ раствора аммиака титруют соляной кислотой с такой же концентрацией. Рассчитайте рН раствора в начальный момент титрования, а также при добавлении $19,80$; $20,00$ и $20,02 \text{ см}^3$ раствора титранта.
44. К $35,0 \text{ см}^3$ $0,07 \text{ моль/дм}^3$ раствора сульфата церия(IV) прибавили: $30,0$; $35,0$; $40,0 \text{ см}^3$ раствора сульфата железа(II) с молярной концентрацией $0,07 \text{ моль/дм}^3$. Рассчитайте реальные окислительно-восстановительные потенциалы полученных растворов.
45. Навеску оксалата натрия массой $0,1000 \text{ г}$ обработали раствором серной кислоты, нагрели полученный раствор до 70°C и оттитровали $17,00 \text{ см}^3$ раствора перманганата калия. Вычислите молярную концентрацию эквивалента титранта.
46. Навеску раствора пероксида водорода $10,00 \text{ г}$ разбавили водой в мерной колбе на $100,0 \text{ см}^3$. На титрование $10,00 \text{ см}^3$ этого раствора израсходовано $18,00 \text{ см}^3$ $0,1000 \text{ моль/дм}^3$ раствора перманганата калия с $F_{0,1}=0,9900$. Рассчитайте массовую долю пероксида водорода в образце. Напишите уравнение реакции, укажите вариант титрования.
47. Какой объем раствора йода в йодиде калия с молярной концентрацией эквивалента $0,1000 \text{ моль/дм}^3$ потребуется для приготовления $600,0 \text{ см}^3$ раствора с титриметрическим фактором пересчета по тиосульфату натрия, равным $7,905 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$?
48. Навеску дихромата калия массой $0,1233 \text{ г}$ растворили в разбавленной серной кислоте. К полученному раствору добавили избыток йодида калия. Вычислите титр раствора тиосульфата натрия, если на титрование выделившегося йода было израсходовано $20,00 \text{ см}^3$ титранта. Напишите уравнения реакций, укажите вариант титрования.
49. Рассчитайте массовую долю меди в растворе сульфата меди(II), если к $15,00 \text{ см}^3$ добавлен йодид калия и выделившийся йод оттитрован $10,00 \text{ см}^3$ $0,1000 \text{ моль/дм}^3$ тиосульфата натрия с $F_{0,1}=1,094$. Напишите уравнения реакций, укажите вариант титрования.
50. К 1500 см^3 раствора бромата калия с молярной концентрацией эквивалента $0,1 \text{ моль/дм}^3$ с $F_{0,1}=1,0074$ добавили 100 см^3 дистиллированной воды. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента и титр полученного раствора.
51. Рассчитайте содержание фенола в растворе, если к 100 см^3 его прибавили $50,00 \text{ см}^3$ $0,009818 \text{ моль/дм}^3$ раствора бромата калия в кислой среде в присутствии избытка бромида калия. После бромирования и дробавления йодида калия выделившийся йод оттитрован $15,00 \text{ см}^3$ $0,01001 \text{ см}^3$ раствора тиосульфата натрия. Напишите уравнения реакций. Укажите вариант титрования, поясните условия титрования.
52. В основе нитритометрического определения белого стрептоцида лежит следующее уравнение:



- Какой объем раствора нитрита натрия с титром $0,006900 \text{ г/см}^3$ пойдет на титрование навески стрептоцида массой $0,2458 \text{ г}$ (молярная масса стрептоцида $163,2 \text{ г/моль}$)?
53. Навеску гептагидрата сульфата магния массой $0,1300 \text{ г}$ растворили в дистиллированной воде и оттитровали $15,00 \text{ см}^3$ раствора ЭДТА. Вычислите молярную концентрацию ЭДТА и титриметрический фактор пересчета по цинку.
 54. К $25,0 \text{ см}^3$ $0,0400 \text{ моль/дм}^3$ раствора сульфата цинка прибавили в процессе титрования $18,0$; $20,0$; $22,0 \text{ см}^3$ раствора ЭДТА с молярной концентрацией $0,0500 \text{ моль/дм}^3$. Рассчитайте pZn в полученных растворах.
 55. Раствор солей кальция и магния разбавили водой до $100,0 \text{ см}^3$. На титрование $20,00 \text{ см}^3$ аликвоты с эриохромом черным Т израсходовали $18,45 \text{ см}^3$ $0,01020 \text{ М}$ ЭДТА, а на титрование такой же аликвоты с мурексидом затратили $8,22 \text{ см}^3$ ЭДТА. Определите массу кальция и магния в исходном растворе.
 56. К $25,00 \text{ см}^3$ $0,1000 \text{ моль/дм}^3$ раствора хлорида натрия прибавлено в процессе титрования $20,00$; $25,00$; $30,00 \text{ см}^3$ $0,1000 \text{ моль/дм}^3$ раствора нитрата серебра. Рассчитайте pCl полученных растворов.
 57. Рассчитайте молярную концентрацию раствора нитрата серебра и его титриметрический фактор пересчета по хлориду калия, если в $400,0 \text{ см}^3$ раствора содержится $3,2560 \text{ г}$ соли.
 58. Рассчитайте объем $0,0500 \text{ моль/дм}^3$ раствора нитрата серебра с $F_{0,05}=1,0080$, израсходованный на титрование $10,00 \text{ см}^3$ изотонического $0,9\%$ -ного раствора хлорида натрия (пл. $1/\text{г/мл}$) по методу Фаянса. Напишите уравнение реакции, укажите вариант титрования.
 59. Для анализа бромида калия на степень его чистоты $2,0600 \text{ г}$ препарата растворили в воде в мерной колбе емкостью $100,00 \text{ см}^3$. К $25,0 \text{ см}^3$ полученного раствора прибавили $50,0 \text{ см}^3$ $0,1000 \text{ моль/дм}^3$ раствора нитрата серебра. На титрование его избытка израсходовано $20,0 \text{ см}^3$ раствора тиоцианата аммония ($t(\text{NH}_4\text{SCN}/\text{Ag})=0,01203 \text{ г/см}^3$). Рассчитайте массовую долю примесей в образце. Напишите уравнения реакций. Укажите вариант титрования.
 60. Оптическая плотность раствора при некоторой длине волны найдена равной $A = 0,562$. Рассчитайте пропускание (T) того же раствора.
 61. Навеску перманганата калия $0,1471 \text{ г}$ растворили дистиллированной водой в мерной колбе емкостью 5 дм^3 . При 350 нм оптическая плотность полученного раствора равна $0,736$ при толщине слоя 1 см . Рассчитайте молярный и удельный коэффициент погашения раствора перманганата калия при указанной длине волны.
 62. Удельный показатель погашения комплекса железа(II) с 1,10-фенантролином в растворе в пересчете на катионы железа(II) равен $E^{1\%}=1988$ при длине волны 508 нм . Рассчитайте наименьшую концентрацию в моль/дм^3 указанного комплекса, определяемую фотометрически. Толщина поглощающего слоя $l=1 \text{ см}$.
 63. Какова концентрация гидротартрата адреналина для инъекций в растворе, если оптическая плотность исследуемого раствора, измеренная в кювете с $l = 1 \text{ см}$, равна $0,400$, а стандартный раствор, содержащий $9,1 \cdot 10^{-5} \text{ г/см}^3$ вещества, имеет оптическую плотность $0,360$, измеренную в той же кювете и при той же $\lambda = 530 \text{ нм}$?
 64. Максимум поглощения спиртового раствора витамина D_2 (кальциферол $M = 392 \text{ г/моль}$) лежит при 264 нм , молярный коэффициент поглощения равен $18\,200$. Какой интервал концентраций (г/дм^3) можно использовать для анализа, если желательно, что бы оптическая плотность растворов лежала в пределах $0,400-0,900$ при толщине слоя 1 см ?
 65. Молярный коэффициент погашения комплекса серебра(I) с дитизоном в растворе при длине волны 462 нм равен $\epsilon = 30500 \text{ дм}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$. Рассчитайте минимальную концентрацию в моль/дм^3 комплекса серебра(I) с дитизоном, которую можно определить фотометрическим методом. Толщина поглощающего слоя $l = 1 \text{ см}$.
 66. Рассчитайте массу рутина (витамин P, $M=610 \text{ г/моль}$), которая содержится в 250 см^3 раствора, если оптическая плотность этого раствора при $\lambda=258 \text{ нм}$ и толщине кюветы 5 см равна $0,780$, а стандартного $6,1 \cdot 10^{-5} \text{ М}$ раствора – $0,650$. Чему равны значения молярного и удельного коэффициентов погашения рутина?
 67. Оптическая плотность стандартного раствора рибофлавина ($M=376 \text{ г/моль}$) с концентрацией $2,5 \cdot 10^{-2} \text{ мг/см}^3$ при толщине кюветы 1 см составила $0,324$. Рассчитайте молярную концентрацию рибофлавина и его массу в 50 см^3 анализируемого раствора, если при его фотометрировании в тех же условиях получено значение оптической плотности $0,486$.
 68. При анализе раствора рибофлавина показание флуориметра составляет $0,42$, а контрольного раствора – $0,07$. Чему равна концентрация раствора рибофлавина, если при флуориметрировании его стандартного раствора с содержанием рибофлавина 2 мкг/см^3 показания флуориметра составило $0,78$, а контрольного раствора – $0,05$?
 69. При анализе раствора тиамин показание флуориметра составляет $0,38$, а контрольного раствора – $0,06$. Чему равна концентрация раствора тиамин, если при флуориметрировании его стандартного раствора с содержанием тиамин 1 мкг/см^3 показания флуориметра составило $0,68$, а контрольного раствора – $0,04$?
 70. При хроматографировании на пластинках «Силуфол» и при использовании в качестве подвижной фазы смеси хлороформ-метанол амидопирин, бутадиион и димедрол имеют величины R_f равные $0,60$; $0,05$; $0,95$ соответственно. Какие из перечисленных лекарственных веществ содержатся в неизвестной смеси, если

при ее хроматографировании в тех же условиях получено два пятна на расстоянии 4,8 см и 4 см от стартовой линии, а растворитель прошел 8,0 см?

71. При хроматографировании на бумаге величины R_f составили для фенобарбитала 0,5, для барбитала 0,7 для этаминала Na 0,95. Какой из указанных барбитуратов присутствует в исследуемом растворе, если в тех же условиях при пробеге растворителя 12 см пятно оказалось на расстоянии 8,2 см от старта? Нарисуйте вид хроматограммы.

72. К 100 см³ 0,1 М соляной кислоты добавили 5 г катионита в Na⁺-форме. После установления равновесия содержание ионов водорода уменьшилось до 0,0015 моль. Определите статическую емкость катионита для ионов водорода.

73. Определите массовую долю (в %) компонентов газовой смеси по следующим данным:

Компоненты смеси	Пропан	Бутан	Пентан
S, мм ²	175	203	182
K	0,68	0,66	0,69

74. При анализе бинарной смеси, содержащей ацетон и бензол, методом ТЖХ получена хроматограмма со следующими данными: ацетон: высота пика 10 см, ширина у основания 12 мм; бензол: высота пика 14 см, ширина у основания 20 мм. Рассчитайте массовую долю ацетона и бензола в анализируемой смеси.

75. При анализе вещества в смеси методом внутреннего стандарта были получены следующие данные: нормировочный коэффициент $k=0,798$; $S(\text{вещества})=5,36 \text{ см}^2$; $m(\text{стандарта})=0,0042 \text{ г}$; $S(\text{стандарта})=5,08 \text{ см}^2$; $m(\text{пробы})=0,023 \text{ г}$. Определите массовую долю вещества в пробе.

76. Удельная электрическая проводимость раствора, в 1,5 дм³ которого находится 2,81 г уксусной кислоты, равна 0,241 См·м⁻¹. Определите степень и константу диссоциации уксусной кислоты в данном растворе.

77. Вычислите константу растворимости лекарственного вещества – дигидрохлорида декалина ($R_3N^{2+} \cdot 2Cl^-$) при 25°C, если предельная молярная электрическая проводимость его равна 2,209 См·м²·моль⁻¹, удельная электрическая проводимость его насыщенного раствора равна $2 \cdot 10^{-3} \text{ См} \cdot \text{м}^{-1}$, а воды, используемой для приготовления раствора, равна $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ См} \cdot \text{м}^{-1}$.

78. Рассчитайте потенциал стеклянного электрода в растворе с pH=5,0 по отношению к хлорсеребряному электроду. Константа стеклянного электрода равна 0,350 В. $\varphi^0(\text{AgCl}/\text{Ag})=+0,222 \text{ В}$. Составьте схему гальванического элемента.

79. Вычислите потенциал медного электрода, помещенного в раствор, относительно насыщенного хлорсеребряного электрода, если в 300 см³ раствора содержится 2,42 г $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. $\varphi^0(\text{AgCl}/\text{Ag})=0,201 \text{ В}$. Приведите схему гальванического элемента.

80. Вычислите константу растворимости хлорида серебра при 20°C, если реальный электродный потенциал серебряного электрода, опущенного в насыщенный раствор хлорида серебра равен 0,518 В относительно стандартного водородного электрода. Приведите схему гальванического элемента.

81. Рассчитайте величину диффузионного тока восстановления ионов цинка на ртутном капаящем электроде в $3 \cdot 10^{-3} \text{ М}$ растворе хлорида цинка, если $D = 7,2 \cdot 10^{-6}$, $m = 3$, $t = 4$. Назовите указанные выше величины.

82. При полярографировании 10,0 см³ раствора никотинамида получена волна высотой 38 мм. После добавления к этому раствору 1,50 см³ стандартного раствора, содержащего 2,00 мг/см³ никотинамида, волна увеличилась до 80,5 мм. Рассчитайте содержание препарата (мг/см³) в анализируемом растворе.

83. Рассчитайте массу железа(III) в 100 см³ анализируемого раствора, если на полное восстановление его до железа(II) при постоянном потенциале потребовалось такое же количество электричества, какое необходимо для выделения в медном кулонометре 1,658 г меди.

84. Определение тиосульфата натрия в растворе проводили методом кулонометрического титрования электрогенерированным иодом при постоянном токе $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ А}$ в течение 5 мин 25 секунд. Рассчитайте массу натрия тиосульфата в анализируемом растворе. Напишите уравнения реакций и предложите способ фиксирования точки эквивалентности.

Экзаменационные вопросы утверждены на заседании кафедры
протокол № ____ от « ____ » _____ 20__ г.

Зав. кафедрой фундаментальной и клинической биохимии,
профессор

И.М. Быков