

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

*по выполнению лабораторных
работ по дисциплине*

Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа.

для студентов направления подготовки
04.03.01 Химия
Химия окружающей среды, химическая экспертиза
и экологическая безопасность

**Ставрополь
2026**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Качественный анализ смеси нитро-ароматических соединений методом тонкослойной хроматографии

Метод тонкослойной хроматографии является экспрессным и не требует дорогостоящего оборудования для проведения эксперимента. Хроматографическое разделение обусловлено переносом компонентов, нанесённых на слой сорбента, подвижной фазой вдоль неподвижной фазы с различными скоростями в соответствии с коэффициентами распределения разделяемых компонентов.

Разделяемые компоненты образуют отдельные пятна, положение которых на хроматограмме характеризуют относительной скоростью перемещения R_f компонентов в тонком слое сорбента. Величина R_f определяется отношением расстояния X , пройденного веществом, к расстоянию L пройденному растворителем от линии старта до линии фронта, которую также называют линией финиша.

$$R_f = \frac{X}{L}$$

Величина R_f в соответствии с определением характеризуется значениями ≤ 1 . Данный параметр зависит от природы сорбента, толщины слоя, качества растворителей и их соотношения в элюенте, способа нанесения пробы, техники проведения эксперимента, температуры и природы разделяемого компонента. Тонкослойная хроматография характеризуется хорошей воспроизводимостью значений и составляет $\pm 0,05 R_f$. Известные соединения, которые используются для сравнения и установления состава смеси, называют эталонными или свидетелями. Разделение смеси двух веществ с параметрами удерживания R_{f1} и R_{f2} - возможно, если $\Delta R_f = R_{f1} - R_{f2} > 0,1$.

Выполнение работы:

1. На расстоянии 0,5 см от края хроматографической пластины и на небольшом расстоянии друг от друга поставить четыре пятна со свидетелями и одно пятно с задачей, полученной от преподавателя.
2. Налить 0,5 мл элюента в стакан, опустить хроматографическую пластину.
3. Проявить хроматограмму УФ-излучением
4. Записать R_f для пятен каждого свидетеля и веществ в смеси. По полученным данным установить состав смеси органических соединений.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Определение содержания хлороводородной и уксусной кислот в растворе при их совместном присутствии

Определение проводят методом потенциометрического кислотно-основного титрования, титрант – стандартный раствор гидроксида натрия.

При титровании смеси сильной хлороводородной и слабой уксусной ($pK_a = 4,75$) кислот на кривой титрования наблюдается два скачка титрования. Вначале титруется хлороводородная, затем уксусная кислота. Однако дифференцированное титрование смеси хлороводородной и уксусной кислот в водном растворе невозможно провести с достаточной точностью из-за отсутствия заметного скачка потенциала в первой точке эквивалентности, отвечающей оттитровыванию хлороводородной кислоты.

Поэтому титруют аликвотные порции анализируемого раствора в водной и водно-ацетоновой средах: при титровании в водном растворе находят объем стандартного раствора щелочи, эквивалентной суммарному содержанию кислот, $V(NaOH)$; при титровании в водно-ацетоновой среде определяют объем раствора щелочи, пошедшей на реакцию с хлороводородной кислотой $V_1(NaOH)$. Раздельное титрование раствора HCl становится возможным вследствие уменьшения степени диссоциации уксусной кислоты в присутствии ацетона.

Расчет массы HCl и CH_3COOH в анализируемом растворе проводят по формулам:

$$m(HCl) = \frac{V_1(NaOH) * C(NaOH) * M(HCl)}{V_{\text{пип}}(HCl + CH_3COOH)} * V_K$$
$$m(CH_3COOH) = \frac{(V(NaOH) - V_1(NaOH)) * C(NaOH) * M(CH_3COOH)}{V_{\text{пип}}(HCl + CH_3COOH)} * V_K$$

где $V_{\text{пип}}(HCl + CH_3COOH)$ – аликвота, равная вместимости пипетки, мл; V_K – вместимость мерной колбы, мл.

Выполнение работы:

1. Получите смесь хлороводородной и уксусной кислот, доведите до метки дистиллированной водой и хорошо перемешайте.
2. Потенциометрическое титрование в водной среде. Заполните бюретку стандартным раствором $NaOH$. В стакан для титрования отберите пипеткой аликвотную часть испытуемого раствора, добавьте 20-30 мл дистиллированной воды. Погрузите в стакан электроды (индикаторный – стеклянный, электрод сравнения – хлоридсеребряный), включите магнитную мешалку и приступите к титрованию. Вначале проведите ориентировочное титрование, приливая по 0,5 мл титранта и измеряя pH раствора. Результаты титрования занесите в табл.1.

Таблица 1 Результаты ориентировочного титрования в водной среде
V(HCl + CH₃COOH)

Объем NaOH, мл	pH	E, мВ

При этом надо обнаружить два скачка потенциала или pH: первый небольшой и второй – основной. Первый скачок на кривой потенциометрического титрования смеси кислот соответствует нейтрализации HCl, второй скачок – нейтрализации CH₃COOH. Отсутствие заметного первого скачка потенциала не позволяет установить точный расход раствора щелочи на титрование хлороводородной кислоты. При повторном (точном) титровании в водной среде определяют вторую точку эквивалентности, стандартный раствор щелочи вблизи второго скачка титрования приливают по 0,5 мл. Результаты титрования занесите в табл.2.

Таблица 2 Результаты точного титрования в водно-ацетоновой среде
V(HCl + CH₃COOH)

Объем NaOH, мл	pH	E, мВ

Постройте график зависимости $\Delta pH/\Delta V$ от V(NaOH) и по положению максимумов определите положение первой и второй точек эквивалентности и объемы титранта в первой точке эквивалентности (V₁) и второй точки эквивалентности (V). Вычислите содержание HCl и CH₃COOH (в г) в анализируемом растворе.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Качественный определение органических красителей кетоцианинового ряда

Определение проводят методом молекулярной абсорбционной спектроскопии в среде органического растворителя.

Кросс-сопряженные циклоалканоны являются одним из примеров кетоцианиновых красителей (рисунок 1), которые также являются примером D- π -A- π -D красителей. Для данного типа соединений характерна сольватохромия и высокие значения коэффициента молекулярного поглощения для соответствующих электронных переходов благодаря эффекту кросс-сопряжения.

Выполнение работы:

1. Получить у преподавателя задачу с кетоцианиновым красителем
2. Поместить 2 мл исследуемого раствора в одну кварцевую кювету и 2 мл растворителя в кювету сравнения.
3. На спектрофотометре UV-Vis Shimadzu 1800 записать спектр поглощения красителя в области от 250 до 600 нм.
4. Отметить характерные области для π - π^* и n- π перехода. Определить максимумы поглощения.
5. На основе полученных данных в сопоставлении с литературными определить краситель в полученной задаче.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4
Количественное определение органического красителя
кетоцианинового ряда

Определение проводят с использованием градуировочного графика методом молекулярной абсорбционной спектроскопии в среде органического растворителя.

Выполнение работы:

1. Получить у преподавателя раствор с кетоцианиновым красителем известной концентрации
2. Отобрать 5 аликвот объёмом от 0,2 до 1 мл, довести объём до 2 мл и на спектрофотометре UV-Vis Shimadzu 1800 записать спектры поглощения красителя в области от 250 до 600 нм для каждой концентрации
3. Построить градуировочный график в координатах $A=f(C)$
4. Получить у преподавателя задачу - раствор кетоцианинового красителя неизвестной концентрации
5. На спектрофотометре UV-Vis Shimadzu 1800 записать спектры поглощения красителя в области от 250 до 600 нм
6. По градуировочному графику определить концентрацию красителя в задачу

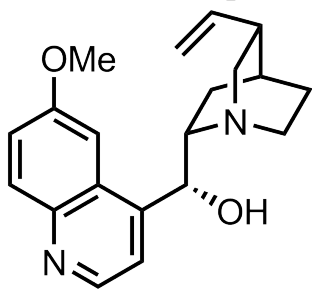
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

Количественное определение флуоресцентного стандарта – хинин сульфата

Определение проводят с использованием градуировочного графика методом молекулярной абсорбционной спектроскопии в среде органического растворителя.

Дигидрат сульфата хинина является распространенным флуоресцентным стандартом, который используется в люминесцентных методах анализа для определения относительного квантового выхода синтезируемых люминесцентных органических структур. Абсолютный квантовый выход для данного соединения в 0.1 М H_2SO_4 при длине волны возбуждения 365 нм составляет 54.6 %, такая же величина абсолютного квантового выхода получена в 0.5 М H_2SO_4 при длине волны возбуждения 350 нм.

Целью данной работы с использованием градуировочного графика определить концентрацию хинина в исследуемом растворе.



Выполнение работы:

1. Получить у преподавателя раствор хинин сульфата в 0.5М H_2SO_4 известной концентрации.
2. Отобрать 5 аликвот объёмом от 0,2 до 1 мл, довести объём до 2 мл и на спектрофлуориметре FluoroMax-4Р записать спектры испускания хинин сульфата в области от 380 до 600 нм при длине волны возбуждения 350 нм для каждой концентрации.
3. Для каждой концентрации записать значения интегральной интенсивности флуоресценции.
4. Построить градуировочный график в координатах $I=f(C)$.
5. Получить у преподавателя задачу - раствор хинин сульфата в 0.5М H_2SO_4 неизвестной концентрации.
6. На спектрофлуориметре FluoroMax-4Р записать спектр испускания для задачи в области от 380 до 600 нм при длине волны возбуждения 350 нм.
7. Зафиксировать значение интегральной интенсивности флуоресценции.
8. По градуировочному графику определить концентрацию хинина в полученной задаче.

Лабораторная работа № 6

Прямая потенциометрия. pH-метрия

Компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5

Цель работы: Освоить метод прямой потенциометрии с использованием ион-селективных электродов (pH-метрия).

Теоретическое введение:

Потенциометрия — метод анализа, основанный на измерении ЭДС электрохимической цепи и ее зависимости от концентрации определяемого иона.

Уравнение Нернста: $E = E^0 + (2.303RT/nF) \cdot \lg a_{\text{иона}}$

Ион-селективные электроды (ИСЭ):

- стеклянный (pH-электрод) — для определения H^+ ;
- кристаллический — для определения F^- , Cl^- , Ag^+ ;
- жидкостный — для определения Ca^{2+} , K^+ , NO_3^- .

pH-метр — прибор для измерения pH растворов, состоящий из pH-электрода, электрода сравнения и высокоомного вольтметра.

Порядок выполнения работы:

1. Включить pH-метр, провести калибровку по буферным растворам (pH 4.01, 7.00, 10.01).
2. Приготовить серию стандартных растворов с известным pH.
3. Измерить pH дистиллированной воды, водопроводной воды и неизвестного раствора.
4. Для неизвестного раствора построить калибровочный график $E = f(pH)$.
5. По графику определить pH неизвестного раствора.

Результаты оформления:

- Условия калибровки pH-метра.
- Результаты измерений pH.
- Калибровочный график.

Контрольные вопросы:

- В чем суть метода прямой потенциометрии?
- Как работает стеклянный pH-электрод?
- Для каких целей применяется pH-метрия в экологических исследованиях?

Лабораторная работа № 7

Потенциометрическое титрование

Компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3

Цель работы: Освоить метод потенциометрического титрования для определения концентрации ионов в растворе.

Теоретическое введение:

Потенциометрическое титрование — метод, в котором точку эквивалентности определяют по скачку потенциала индикаторного электрода.

Преимущества:

- можно титровать мутные и окрашенные растворы;
- высокая точность;
- возможность автоматизации .

Порядок выполнения работы (кисотно-основное титрование):

1. В мерный стакан поместить аликвоту анализируемого раствора (например, HCl неизвестной концентрации).
2. Опустить pH-электрод и электрод сравнения.
3. Титровать раствором NaOH (0.1 М), добавляя по 0.5–1.0 мл и регистрируя pH.
4. Построить кривую титрования $pH = f(V(\text{NaOH}))$.
5. Определить точку эквивалентности по скачку pH.
6. Рассчитать концентрацию HCl.

Результаты оформления:

- Кривая титрования.
- Точка эквивалентности.
- Расчет концентрации.

Контрольные вопросы:

- В чем отличие потенциометрического титрования от прямой потенциометрии?
- Что такое точка эквивалентности и как ее определяют?
- Какие типы потенциометрического титрования вы знаете?

Лабораторная работа № 8

Кулонометрическое определение содержания ионов металлов

Цель работы: Освоить метод кулонометрии для определения концентрации ионов металлов (например, Cu^{2+} , Pb^{2+}).

Теоретическое введение:

Кулонометрия — метод анализа, основанный на измерении количества электричества, затраченного на электрохимическую реакцию.

Законы Фарадея: $m = (Q \cdot M) / (n \cdot F)$, где Q — количество электричества (Кл), M — молярная масса, n — число электронов, F — постоянная Фарадея (96485 Кл/моль).

Порядок выполнения работы:

1. Включить кулонометрическую установку.
2. Приготовить электролит (например, CuSO_4 с добавлением серной кислоты).
3. Провести электролиз при постоянном потенциале (кулонометрическое титрование).
4. Зафиксировать время и ток (или общий заряд Q).
5. По закону Фарадея рассчитать массу и концентрацию определяемого иона.

Результаты оформления:

- Схема кулонометрической установки.
- Параметры электролиза (ток, время, Q).
- Расчет массы и концентрации.

Контрольные вопросы:

- Что такое кулонометрия и на каких законах она основана?
- Каковы преимущества кулонометрии перед гравиметрией?
- Какие методы кулонометрического анализа существуют?

Раздел 3. Спектроскопические методы анализа

Лабораторная работа № 9

Атомно-абсорбционный спектральный анализ

Цель работы: Освоить метод атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС) для определения содержания металлов в водных растворах.

Теоретическое введение:

Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС) — метод количественного определения элементов, основанный на поглощении света свободными атомами в газовой фазе.

Основные узлы ААС:

- источник излучения (лампа с полым катодом);
- атомизатор (пламя или графитовая печь);
- монохроматор;
- детектор.

Закон Бугера-Ламберта-Бера: $A = \varepsilon \cdot l \cdot C$, где A — абсорбционность (оптическая плотность), ε — молярный коэффициент поглощения, l — длина пути, C — концентрация.

Порядок выполнения работы:

1. Приготовить серию стандартных растворов определяемого металла (например, Cu, Pb, Zn, Cd).
2. Провести атомизацию стандартов и измерить абсорбционность.
3. Построить градуировочный график $A = f(C)$.
4. Провести атомизацию анализируемой пробы (например, природная вода).
5. По графику определить концентрацию металла в пробе.

Результаты оформления:

- Условия анализа (длина волны, тип пламени).
- Градуировочный график.
- Результаты анализа пробы.

Контрольные вопросы:

- В чем отличие ААС от атомно-эмиссионной спектроскопии?
 - Для каких элементов применяется ААС?
 - Каковы преимущества и недостатки ААС?
-

Лабораторная работа № 10

Спектрофотометрическое определение содержания ионов в растворе

Компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5

Цель работы: Освоить метод молекулярной абсорбционной спектроскопии (спектрофотометрии) для количественного определения ионов в растворе.

Теоретическое введение:

Спектрофотометрия — метод анализа, основанный на измерении поглощения света в УФ и видимой областях спектра.

Закон Бугера-Ламберта-Бера: $A = \varepsilon \cdot l \cdot C$.

Спектрофотометрические реакции:

- комплексообразование;
- окислительно-восстановительные реакции с образованием окрашенных продуктов.

Порядок выполнения работы (определение Fe^{2+} с о-фенантролином):

1. Приготовить серию стандартных растворов Fe^{2+} (0.1–1.0 мг/мл) с добавлением о-фенантролина.
2. Измерить оптическую плотность растворов при длине волны 510 нм.
3. Построить градуировочный график $A = f(C)$.
4. Провести анализ пробы (неизвестный раствор Fe^{2+}).
5. По графику определить концентрацию Fe^{2+} в пробе.

Результаты оформления:

- Условия анализа (длина волны, толщина кюветы).
- Градуировочный график.
- Результаты анализа пробы.

Контрольные вопросы:

- В чем отличие спектрофотометрии от фотоколориметрии?
- Какие требования предъявляются к спектрофотометрической реакции?
- Для каких целей используется спектрофотометрия в экологическом мониторинге?

Лабораторная работа № 11

Люминесцентный анализ органических соединений

Цель работы: Освоить метод молекулярной люминесцентной спектроскопии для качественного и количественного анализа органических соединений.

Теоретическое введение:

Люминесценция — излучение света веществом после поглощения энергии возбуждения (УФ-излучение).

Типы люминесценции:

- флуоресценция (быстрое излучение, 10^{-9} – 10^{-6} с);
- фосфоресценция (медленное излучение, 10^{-4} – 10^0 с).

Преимущества:

- высокая чувствительность (до 10^{-12} М);
- хорошая селективность.

Порядок выполнения работы (определение рибофлавина):

1. Приготовить серию стандартных растворов рибофлавина.
2. Измерить интенсивность флуоресценции при длинах волн возбуждения и излучения ($\lambda_{\text{возб}} = 370$ нм, $\lambda_{\text{изл}} = 525$ нм).
3. Построить градуировочный график $I_{\text{флуор}} = f(C)$.
4. Провести анализ пробы (например, поливитаминный препарат).
5. По графику определить концентрацию рибофлавина.

Результаты оформления:

- Условия анализа (длины волн, интенсивность возбуждения).
- Градуировочный график.
- Результаты анализа пробы.

Контрольные вопросы:

- В чем отличие флуоресценции от фосфоресценции?
- Каковы преимущества люминесцентного метода перед спектрофотометрией?
- Для каких соединений характерна люминесценция?

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по практическим занятиям
по дисциплине

Аналитическая химия.
Физико-химические методы анализа.

для студентов направления подготовки
04.03.01 Химия

Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая
безопасность

Ставрополь 2026

Практическое задание 1

Тема 1. Хроматографические методы, теоретические основы

Цель занятия: Изучить теоретические основы хроматографических методов, освоить расчеты основных хроматографических параметров.

Теоретическое введение:

Хроматография — метод разделения смесей, основанный на различии в скоростях движения компонентов в потоке подвижной фазы при многократном взаимодействии с неподвижной фазой.

Основные параметры хроматограммы:

- **Время удерживания (t_R):** время от момента ввода пробы до выхода пика.
- **Мертвое время (t_M):** время удерживания несорбируемого компонента.
- **Исправленное время удерживания (t'_R):** $t'_R = t_R - t_M$.
- **Фактор емкости (k):** $k = t'_R / t_M$.
- **Селективность (α):** $\alpha = k_2 / k_1$ (для двух соседних пиков).
- **Разрешение (R_s):** $R_s = 2(t_{R2} - t_{R1}) / (w_1 + w_2)$.

Эффективность колонки:

- **Число теоретических тарелок (N):** $N = 16 (t_R / w)^2 = 5.54 (t_R / w_{1/2})^2$.
- **Высота, эквивалентная теоретической тарелке (ВЭТТ):** $H = L / N$.

Уравнение Ван-Деемтера: $H = A + B/u + C \cdot u$

Типовые задания:

1. Рассчитайте число теоретических тарелок и ВЭТТ для колонки длиной 30 см, если время удерживания компонента составляет 12 мин, а ширина пика у основания — 0.6 мин.
2. Для двух соседних пиков с $t_{R1} = 10$ мин, $t_{R2} = 12$ мин и шириной пиков $w_1 = 0.5$ мин, $w_2 = 0.6$ мин рассчитайте разрешение R_s и оцените качество разделения.
3. Постройте график зависимости N от скорости потока газа-носителя (u) по уравнению Ван-Деемтера и определите оптимальную скорость для заданных параметров ($A = 0.2$ см, $B = 1.5$ см²/с, $C = 0.02$ с).

Вопросы для собеседования:

- Что такое теоретическая тарелка и ВЭТТ?

- Какие факторы влияют на эффективность хроматографической колонки?
 - Как скорость потока подвижной фазы влияет на качество разделения?
-

Практическое задание 2

Тема 2. Газовая хроматография. Жидкостная хроматография

Цель занятия: Изучить особенности газовой и жидкостной хроматографии, освоить выбор условий анализа и детекторов.

Теоретическое введение:

Газовая хроматография (ГХ):

- Подвижная фаза — газ-носитель (N_2 , He, H_2).
- Типы: ГЖХ (неподвижная фаза — жидкость) и ГАХ (неподвижная фаза — адсорбент).
- Детекторы: ПИД (органические соединения), ТД (универсальный), ЭЗД (галоиды), ПФД (S, P), МС (идентификация).
- **Head-space (парофазный анализ):** анализ летучих компонентов над пробой.

Жидкостная хроматография (ЖХ):

- Подвижная фаза — жидкость (элюент).
- Варианты: ВЭЖХ (обращенно-фазовая, нормально-фазовая, ионообменная, эксклюзионная).
- Детекторы: УФ-видимый, флуоресцентный, амперометрический, рефрактометрический, МС.

Градиентное элюирование — постепенное изменение состава подвижной фазы для улучшения разделения.

Типовые задания:

1. Выберите детектор для анализа следующих соединений: а) смесь углеводов; б) хлорированные пестициды в воде; в) серосодержащие соединения в нефти. Обоснуйте выбор.
2. Предложите условия ГХ-анализа для разделения смеси этанола, ацетона и бензола (укажите тип колонки, температуру, детектор).
3. Сравните обращенно-фазовую и нормально-фазовую ВЭЖХ: укажите тип неподвижной фазы, состав подвижной фазы и области применения.

4. Оцените возможность применения метода «head-space» для анализа бензола в питьевой воде (ПДК бензола — 0.001 мг/л).

Вопросы для собеседования:

- Каковы основные преимущества и ограничения ГХ?
- В чем отличие ГХ от ВЭЖХ по областям применения?
- Что такое градиентное элюирование и для каких целей оно применяется?

Практическое задание 3

Тема 3. Электрохимические методы, теоретические основы

Цель занятия: Изучить теоретические основы электрохимических методов анализа, освоить расчеты по уравнению Нернста.

Теоретическое введение:

Электрохимические методы основаны на процессах, протекающих на электродах при пропускании тока или в отсутствие тока.

Уравнение Нернста: $E = E^0 + (2.303RT/nF) \cdot \lg a_{\text{окисл}} / a_{\text{восст}}$

При 25°C: $E = E^0 + (0.059/n) \cdot \lg a_{\text{окисл}} / a_{\text{восст}}$

Классификация электрохимических методов:

- **Без наложения тока:** потенциометрия (прямая, титрование).
- **С наложением тока:** вольтамперометрия, амперометрическое титрование, кулонометрия.

Ион-селективные электроды (ИСЭ):

- стеклянные (рН-электрод);
- кристаллические (F^- , Cl^-);
- жидкостные (Ca^{2+} , K^+ , NO_3^-).

Типовые задания:

1. Рассчитайте потенциал медного электрода в растворе $CuSO_4$ с концентрацией 0.01 моль/л при 25°C ($E^0(Cu^{2+}/Cu) = +0.34$ В).
2. При измерении рН раствора с помощью стеклянного электрода получена ЭДС цепи 0.25 В. Рассчитайте рН раствора, если потенциал стандартного водородного электрода равен 0 В (E^0 стеклянного электрода = 0.4 В).
3. Для потенциометрического определения концентрации F^- с использованием фторид-селективного электрода построен

градуировочный график $E = f(\lg C)$. Коэффициент наклона составил 58 мВ/декаду. Рассчитайте концентрацию F^- в пробе, если измеренный потенциал составляет 150 мВ, а для стандартного раствора с концентрацией 10^{-3} М потенциал равен 100 мВ.

4. Определите, можно ли методом прямой потенциометрии определить концентрацию иона Ag^+ в присутствии Cl^- , если $K^{sp}(AgCl) = 1.78 \times 10^{-10}$.

Вопросы для собеседования:

- В чем суть метода прямой потенциометрии?
- Какие типы ион-селективных электродов существуют?
- Как pH влияет на потенциал электрода?

Практическое задание 4

Тема 4. Прямая потенциометрия. Потенциометрическое титрование

Компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5

Цель занятия: Освоить методы прямой потенциометрии и потенциометрического титрования, научиться строить и анализировать кривые титрования.

Теоретическое введение:

Прямая потенциометрия — измерение потенциала индикаторного электрода и определение концентрации иона по градуировочному графику $E = f(\lg C)$.

Потенциометрическое титрование — метод определения точки эквивалентности по скачку потенциала индикаторного электрода при добавлении титранта.

Типы потенциометрического титрования:

- кислотно-основное;
- окислительно-восстановительное;
- осадительное;
- комплексонометрическое.

Точка эквивалентности определяется:

- по максимуму на кривой $\Delta E / \Delta V = f(V)$;
- по точке перегиба на кривой $E = f(V)$.

Типовые задания:

1. По данным потенциометрического титрования HCl раствором NaOH постройте кривую титрования и определите точку эквивалентности:

V(NaOH), мл	0	5	10	15	20	22	24	26	28	30
pH	1.2	1.5	1.8	2.2	2.8	3.5	4.8	7.0	9.5	11.2

2. Рассчитайте концентрацию HCl в анализируемом растворе, если на титрование 25.00 мл пробы израсходовано 22.50 мл раствора NaOH с концентрацией 0.1025 M.
3. Для осадительного потенциометрического титрования Cl⁻ раствором AgNO₃ построена кривая E = f(V). Скачок потенциала наблюдается при объеме титранта 18.50 мл. Рассчитайте массу Cl⁻ в пробе (M(Cl) = 35.45 г/моль).

Вопросы для собеседования:

- В чем отличие прямой потенциометрии от потенциометрического титрования?
- Какие существуют способы определения точки эквивалентности?
- Каковы преимущества потенциометрического титрования перед визуальным?

Практическое задание 5

Тема 5. Кулонометрия. Вольтамперометрия

Компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3

Цель занятия: Изучить теоретические основы кулонометрии и вольтамперометрии, освоить расчеты по законам Фарадея.

Теоретическое введение:

Кулонометрия — метод анализа, основанный на измерении количества электричества, затраченного на электрохимическую реакцию.

Законы Фарадея: $m = (Q \cdot M) / (n \cdot F)$

где Q — количество электричества (Кл), M — молярная масса, n — число электронов, F — постоянная Фарадея (96485 Кл/моль).

Виды кулонометрии:

- кулонометрия при постоянном потенциале;
- кулонометрическое титрование (при постоянном токе).

Вольтамперометрия — метод, основанный на измерении тока как функции приложенного потенциала.

Вольтамперограммы: $I = f(E)$. Характеристики: потенциал полуволны $E_{1/2}$, предельный диффузионный ток $I_{пр}$.

Уравнение Ильковича для полярографии: $I_{пр} = 607 \cdot n \cdot C \cdot D^{1/2} \cdot m^{2/3} \cdot t^{1/6}$

Типовые задания:

1. Рассчитайте массу меди, выделившейся на катоде, если через раствор CuSO_4 пропускали ток силой 0.5 А в течение 30 минут ($M(\text{Cu}) = 63.55$ г/моль, $n = 2$).
2. При кулонометрическом титровании ионов As(III) электрогенерированным I_2 на титрование 10.00 мл раствора израсходовано количество электричества 50 Кл. Рассчитайте концентрацию As(III) в растворе ($M(\text{As}) = 74.92$ г/моль, реакция: $\text{As}^{3+} \rightarrow \text{As}^{5+} + 2e$).
3. В вольтамперометрическом определении свинца получены следующие данные: для стандартных растворов Pb^{2+} концентрацией $1.0 \cdot 10^{-5}$ М и $3.0 \cdot 10^{-5}$ М предельные диффузионные токи составили 0.8 мкА и 2.4 мкА соответственно. Для пробы измерен ток 1.6 мкА. Рассчитайте концентрацию Pb^{2+} в пробе.
4. Определите потенциал полуволны для восстановления Cd^{2+} на ртутном капельном электроде, если стандартный потенциал $E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0.403$ В.

Вопросы для собеседования:

- В чем суть кулонометрии и на каких законах она основана?
- Чем вольтамперометрия отличается от полярографии?
- Каковы преимущества и ограничения каждого метода?

Практическое задание 6

Тема 6. Спектроскопические методы, теоретические основы

Цель занятия: Изучить теоретические основы спектроскопических методов, освоить расчеты по закону Бугера-Ламберта-Бера.

Теоретическое введение:

Спектроскопические методы основаны на взаимодействии вещества с электромагнитным излучением.

Закон Бугера-Ламберта-Бера: $A = \varepsilon \cdot l \cdot C$

где A — оптическая плотность (абсорбционность), ε — молярный коэффициент поглощения, l — длина оптического пути (см), C — концентрация (моль/л).

Связь оптической плотности и пропускания: $A = -\lg T$

Классификация методов:

- **Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС)** — регистрация излучения возбужденных атомов.
- **Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС)** — измерение поглощения излучения свободными атомами.
- **Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия)** — измерение поглощения в УФ и видимой областях.
- **Молекулярная люминесцентная спектроскопия** — измерение флуоресценции и фосфоресценции.

Типовые задания:

1. Раствор с концентрацией 0.02 М имеет оптическую плотность 0.5 при длине волны 450 нм и толщине кюветы 1 см. Рассчитайте молярный коэффициент поглощения ε .
2. Оптическая плотность раствора неизвестной концентрации составляет 0.75. При измерении стандартного раствора с концентрацией $1.0 \cdot 10^{-4}$ М оптическая плотность составила 0.50. Рассчитайте концентрацию неизвестного раствора.
3. При спектрофотометрическом определении Fe^{2+} с о-фенантролином приготовлены стандартные растворы с концентрациями $0.5 \cdot 10^{-4}$, $1.0 \cdot 10^{-4}$, $1.5 \cdot 10^{-4}$ и $2.0 \cdot 10^{-4}$ М. Оптические плотности соответственно: 0.25, 0.50, 0.75, 1.00. Постройте градуировочный график и определите концентрацию Fe^{2+} в пробе, если ее оптическая плотность составляет 0.60.
4. Рассчитайте коэффициент пропускания (T , %) для раствора с оптической плотностью $A = 0.8$.

Вопросы для собеседования:

- Каков физический смысл оптической плотности?
- Что такое молярный коэффициент поглощения и от чего он зависит?
- В чем отличие спектрофотометрии от фотоколориметрии?

Практическое задание 7

Тема 7. Атомно-эмиссионный и атомно-абсорбционный методы

Компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5

Цель занятия: Изучить особенности атомно-эмиссионного и атомно-абсорбционного методов анализа, освоить выбор условий анализа и интерпретацию спектров.

Теоретическое введение:

Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС):

- Источники излучения: лампы с полым катодом (ЛПК) — элемент-специфичные.
- Атомизаторы: пламенный (воздух-ацетилен, закись азота-ацетилен), электротермический (графитовая печь).
- Чувствительность: 10^{-6} – 10^{-12} М (графитовая печь).

Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС):

- Источники возбуждения: пламя, дуга, искра, индуктивно-связанная плазма (ИСП).
- Спектры испускания — характеристические линии каждого элемента.

Сравнение ААС и АЭС:

Параметр	ААС	АЭС
Принцип	Поглощение излучения	Испускание излучения
Источник	ЛПК	Плазма/дуга
Определяемые элементы	Металлы	Металлы, неметаллы

Параметр	ААС	АЭС
Чувствительность	Высокая (для большинства металлов)	Высокая (ИСП)

Типовые задания:

1. Выберите метод (ААС или АЭС) для определения: а) Pb в питьевой воде (ПДК 0.01 мг/л); б) Na и K в минеральной воде; в) P в удобрениях. Обоснуйте выбор.
2. При ААС-определении Cu в воде приготовлены стандартные растворы с концентрациями 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 мг/л. Абсорбционности соответственно: 0.10, 0.20, 0.30, 0.40. Постройте градуировочный график и определите концентрацию Cu в пробе, если абсорбционность пробы составляет 0.25.
3. В атомно-эмиссионном спектре образца обнаружены линии при длинах волн 589.0, 589.6 нм (Na), 766.5 нм (K), 422.7 нм (Ca). Идентифицируйте элементы и укажите, какой метод можно использовать для их количественного определения.

Вопросы для собеседования:

- В чем отличие ААС от АЭС?
- Как работает лампа с полым катодом?
- Каковы преимущества ИСП-АЭС перед пламенной АЭС?

Практическое задание 8

Тема 8. Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия)

Компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5

Цель занятия: Освоить методику спектрофотометрического определения веществ с использованием фотометрических реакций.

Теоретическое введение:

Спектрофотометрия — метод определения веществ по поглощению света в УФ и видимой областях (200–800 нм).

Фотометрические реакции:

- комплексообразование (Fe^{2+} с о-фенантролином, Ni^{2+} с диметилглиоксимом);
- окисление/восстановление с образованием окрашенных продуктов;
- образование ионных ассоциатов (красители).

Аналитические характеристики:

- Длина волны максимума поглощения (λ_{max});
- Молярный коэффициент поглощения (ϵ);
- Чувствительность ($\epsilon \geq 10^4$ — высокая).

Типовые задания:

1. Для определения ионов Fe^{3+} с сульфосалициловой кислотой приготовлены стандартные растворы с концентрациями 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 мг/л. Оптические плотности при $\lambda = 510$ нм ($l = 1$ см): 0.125, 0.250, 0.375, 0.500, 0.625. Рассчитайте концентрацию Fe^{3+} в пробе, если $A_{\text{пробы}} = 0.300$.
2. Для реакции $\text{Cu}^{2+} + \text{NH}_3 \rightarrow [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ (синий комплекс) молярный коэффициент поглощения при $\lambda = 620$ нм составляет $\epsilon = 50 \text{ М}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$. Определите концентрацию Cu^{2+} в растворе, если оптическая плотность при $l = 1$ см составляет $A = 0.250$.
3. При определении нитрит-иона NO_2^- по реакции Грисса (диазотирование-азосочетание) для стандартного раствора с концентрацией $1.0 \cdot 10^{-5} \text{ М}$ получена оптическая плотность 0.35. Для пробы объемом 50 мл после добавления реактивов и доведения до 100 мл оптическая плотность составила 0.50. Рассчитайте концентрацию NO_2^- в исходной пробе (в мг/л).

Вопросы для собеседования:

- Какие требования предъявляются к фотометрической реакции?
- Что такое «аналитическая длина волны» и как ее выбирают?
- Как влияет pH на спектрофотометрические измерения?

Практическое задание 9

Тема 9. Молекулярная люминесцентная спектроскопия

Компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3, ОПК-5

Цель занятия: Изучить метод люминесцентной спектроскопии, освоить принципы количественного определения.

Теоретическое введение:

Люминесценция — излучение света веществом после поглощения энергии возбуждения.

Типы:

- **Флуоресценция:** быстрое излучение ($\tau \approx 10^{-9} - 10^{-6}$ с), разрешено по спину.
- **Фосфоресценция:** медленное излучение ($\tau \approx 10^{-4} - 10^0$ с), запрещено по спину.

Закон Варбурга: $I_{\text{флуор}} = k \cdot I_{\text{возб}} \cdot C$ (при малых концентрациях).

Степенное тушение: $I_0/I = 1 + K \cdot C$ (квадратурное тушение).

Длины волн:

- $\lambda_{\text{возбуждения}}$ — для возбуждения флуоресценции;
- $\lambda_{\text{излучения}}$ — для регистрации флуоресценции (всегда $> \lambda_{\text{возбуждения}}$ — правило Стокса).

Типовые задания:

1. При определении рибофлавина в растворе получены данные: для стандарта 0.5 мкг/мл $I_{\text{флуор}} = 100$ усл. ед., для неизвестной пробы $I_{\text{флуор}} = 150$ усл. ед. Рассчитайте концентрацию рибофлавина.
2. Влияние примеси (тушителя) на флуоресценцию описывается уравнением Штерна-Фольмера: $I_0/I = 1 + K \cdot C$. Постройте график зависимости $I_0/I = f(C)$ и определите константу тушения K для системы рибофлавин — аскорбиновая кислота.
3. При определении флуоресценции Al^{3+} с кверцетином для стандартных растворов с концентрацией 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 мкг/мл получены значения интенсивности 20, 40, 60, 80 усл. ед. Определите концентрацию Al^{3+} в пробе, если $I_{\text{пробы}} = 50$ усл. ед.

Вопросы для собеседования:

- В чем отличие флуоресценции от фосфоресценции?
 - Каковы преимущества люминесцентного анализа перед спектрофотометрией?
 - Какие вещества обладают собственной люминесценцией?
-

Практическое занятие 10. Тема 10. Современные гибридные методы анализа

Цель занятия: Изучить принципы гибридных методов анализа (хромато-масс-спектрометрия, капиллярный электрофорез), научиться выбирать методы для решения комплексных задач.

Теоретическое введение:

Гибридные методы — сочетание метода разделения с высокочувствительным методом детектирования.

Хромато-масс-спектрометрия:

- **ГХ-МС:** разделение летучих соединений + масс-спектрометрическая идентификация.
- **ЖХ-МС:** для нелетучих, термически нестабильных веществ.
- Ионизация: EI (электронный удар), CI (химическая), ESI (электрораспыление), APCI (химическая при атмосферном давлении).

Капиллярный электрофорез (КЭ): разделение заряженных частиц в капилляре под действием электрического поля.

Выбор метода:

- Летучие, термостабильные соединения → ГХ-МС.
- Нелетучие, полярные, термолабильные → ВЭЖХ-МС.
- Заряженные соединения → КЭ.
- Высокая чувствительность и идентификация → хромато-МС.

Типовые задания:

1. Предложите метод анализа для следующих объектов: а) пестициды в воде; б) антибиотики в продуктах питания; в) аминокислоты в лекарственном препарате. Обоснуйте выбор.
2. Для ГХ-МС анализа хлорированных пестицидов в почве: предложите схему пробоподготовки (экстракция, очистка, концентрирование), укажите тип колонки (неполярная/полярная), детектор.
3. Опишите принцип работы электрораспылительной ионизации (ESI) в ЖХ-МС. Для каких соединений она предпочтительна?
4. Сравните капиллярный электрофорез и ВЭЖХ: преимущества и ограничения.

Вопросы для собеседования:

- Что такое гибридный метод анализа?
 - В чем отличие ГХ-МС от ЖХ-МС?
 - Каковы основные преимущества масс-спектрометрического детектора перед другими детекторами?
-

4. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Оценка	Критерий
«5» (отлично)	Задание выполнено полностью, верно, в установленный срок. Студент демонстрирует глубокие теоретические знания, свободно отвечает на вопросы. Работа оформлена аккуратно.
«4» (хорошо)	Задание выполнено полностью, но допущены незначительные неточности в расчетах или оформлении. Студент показывает знание основного материала, но испытывает затруднения при ответе на дополнительные вопросы.
«3» (удовлетворительно)	Задание выполнено с ошибками, не в полном объеме или с помощью преподавателя. Студент слабо ориентируется в теоретическом материале.
«2» (неудовлетворительно)	Задание не выполнено или выполнено полностью неверно. Студент не подготовлен к занятию.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература:

1. Основы аналитической химии : учебник : в 2 т. / под ред. Ю. А. Золотова. — 5-е изд., стер. — Москва : Академия, 2012. — Т. 1. — 384 с.; Т. 2. — 416 с.
2. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы : учеб. пособие / под ред. Ю. А. Золотова. — М. : Высшая школа, 2002. — 412 с.

Дополнительная литература:

1. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика : учебник : в 2 кн. — 4-е изд., стер. — М. : Высшая школа, 2008.
2. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. — Изд. 6-е. — М. : Химия, 1989. — 448 с.

Программное обеспечение:

- Пакет офисных программ Р7-Офис.

Список основных вопросов по хроматографическим методам анализа

Определение хроматографии. Понятие о подвижной и неподвижной фазах. Классификация методов по агрегатному состоянию фаз, механизму удержания, по технике выполнения. Способы получения хроматограмм (фронтальный, вытеснительный, элюентный). Параметры удерживания. Основное уравнение хроматографии. Селективность и эффективность хроматографического разделения. Теория теоретических тарелок. Кинетическая теория. Разрешение как фактор оптимизации хроматографического процесса. Качественный и количественный хроматографический анализ.

Газовая хроматография. Газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография. Сорбенты и носители, требования к ним. Схема газового хроматографа. Колонки. Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность. Область применения газовой хроматографии.

Жидкостная хроматография. Виды жидкостной хроматографии. Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии. Схема жидкостного хроматографа. Детекторы, их чувствительность и селективность.

Адсорбционно-жидкостная хроматография. Нормально-фазовый и обращено-фазовый варианты. Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора. Модифицированные силикагели как сорбенты. Подвижные фазы и принципы их выбора. Области применения адсорбционно-жидкостной хроматографии.

Ионообменная хроматография. Строение и физико-химические свойства ионообменников. Ионообменное равновесие. Селективность ионного обмена и факторы, определяющие его. Области применения ионообменной хроматографии. Ионная хроматография как вариант высокоэффективной ионообменной хроматографии. Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии. Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки. Ионохроматографическое определение катионов и анионов. Ион-парная и лиганд-обменная хроматография. Общие принципы. Подвижные и неподвижные фазы. Области применения.

Эксклюзионная хроматография. Общие принципы метода. Подвижные и неподвижные фазы. Особенности механизма разделения. Определяемые вещества и области применения метода.

Планарная хроматография. Общие принципы разделения. Способы получения хроматограмм (восходящий, нисходящий, круговой, двумерной). Реагенты для проявления хроматограмм. Бумажная хроматография. Механизм разделения. Подвижные фазы. Преимущества и недостатки. Тонкослойная хроматография. Механизмы разделения. Сорбенты и неподвижные фазы. Области применения.

Список основных вопросов по электрохимическим методам анализа

Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.

Прямая потенциометрия. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы. Индикаторные электроды. Ионометрия. Классификация ионо-селективных электродов: электроды с гомогенными и гетерогенными матрицами, стеклянные электроды, электроды с подвижными носителями, ферментные и газочувствительные электроды. Электродная функция, коэффициент селективности, время отклика. Примеры практического применения.

Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Использование реакций: кислотно-основных, осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления. Примеры практического применения.

Вольтамперометрия. Сущность метода. Классификация вольтамперометрических методов. Индикаторные электроды. Преимущества и недостатки ртутного электрода. Применение твердых электродов. Характеристики вольтамперной кривой. Емкостной, миграционный и диффузионный токи. Предельный диффузионный ток. Полярография. Уравнение Ильковича. Уравнение полярографической волны Ильковича-Гейровского. Потенциал полуволны. Факторы влияющие на величину потенциала полуволны. Современные виды вольтамперометрии: прямая и инверсионная, переменноточковая, хроноамперометрия с линейной разверткой (осцилополярография). Преимущества и ограничения по сравнению с классической полярографией.

Амперометрическое титрование. Сущность метода. Индикаторные электроды. Выбор потенциала индикаторного электрода. Амперометрическое

титрование с одним и двумя поляризованными электродами. Виды кривых титрования. Примеры практического применения вольтамперометрических методов и амперометрического титрования. Регистрация и расшифровка полярограммы индивидуального депольаризатора – иона металла. Определение концентраций веществ методом градуировочного графика и методом добавок с использованием классической, осциллографической, переменноточковой вольтамперометрии.

Кулонометрия. Теоретические основы. Закон Фарадея. Способы определения количества электричества. Прямая кулонометрия и кулонометрическое титрование. Кулонометрия при постоянном токе и постоянном потенциале. Внешняя и внутренняя генерация кулонометрического титранта. Титрование электроактивных и электронеактивных компонентов. Определение конечной точки титрования. Преимущества и ограничения кулонометрического титрования по сравнению с другими титриметрическими методами. Примеры практического применения.

Список основных вопросов по спектроскопическим методам анализа

Спектр электромагнитного излучения. Энергия фотонов, длина волны, частота, волновое число: термины, символы, единицы измерения. Составляющие внутренней энергии частиц и соответствующие им диапазоны электромагнитного излучения. Основные типы взаимодействия вещества с излучением: эмиссия (тепловая, люминесценция), поглощение, рассеивание. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса, диапазону электромагнитного излучения.

Спектры атомов. Основные состояния атомов, характеристики состояний. Энергетические переходы, правила отбора. Вероятности электронных переходов и время жизни возбужденных состояний. Характеристики спектральных линий: положение в спектре, интенсивность, полуширина. Причины уширения спектральных линий.

Спектры молекул, их особенности. Схемы электронных уровней молекулы. Электронные, колебательные и вращательные спектры молекул. Зависимость вида спектра от агрегатного состояния вещества.

Основные законы испускания и поглощения электромагнитного излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента. Основные способы определения концентрации в спектроскопических методах.

Аппаратура. Способы монохроматизации лучистой энергии. Классификация спектральных приборов, их характеристики: дисперсия разрешающая способность, светосила. Приемники излучения: фотоэмульсия, фотоэлементы, фотоумножители, полупроводниковые приемники. Инструментальные помехи. Шумы и отношение сигнал-шум.

Атомно-эмиссионный метод. Принципиальная схема атомно-эмиссионного спектрометра. Источники атомизации и возбуждения (атомизаторы): электрические разряды (дуговые, искровые, пониженного давления), пламенная, плазменные источники, лазеры. Основные характеристики атомизаторов: температура, состав атмосферы атомизатора, концентрация электронов.

Физические и физико-химические процессы в атомизаторах. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Особенности подготовки пробы и её введения в атомизаторы различного типа. Качественный и количественный анализ методом АЭС.

Атомно-абсорбционный метод. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрометра. Атомизаторы. Источники излучения, их характеристики. Спектральные и физико-химические помехи, способы их устранения. Возможности, достоинства и недостатки метода по сравнению с АЭС.

Молекулярная абсорбционная спектроскопия (спектрофотометрия). Связь химической структуры соединения со спектром поглощения. Способы получения окрашенных соединений. Фотометрические аналитические реагенты, требования к ним. Способы определения концентрации веществ. Измерение высоких, низких оптических плотностей (дифференциальный метод). Анализ многокомпонентных систем. Спектрофотометрия как метод исследования реакций в растворах, сопровождающихся изменением спектров поглощения. Метрологические характеристики и аналитические возможности. Примеры практического применения. Принципиальная схема прибора. Главные причины отклонения от основного закона светопоглощения (инструментальные и физико-химические).

Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения, механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Схема Яблонского. Закон Стокса-Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина. Принципиальная схема прибора. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. Метрологические характеристики и возможности метода по сравнению с методом спектрофотометрии. Преимущества люминесцентной спектроскопии при идентификации органических соединений. Примеры использования.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

*по организации самостоятельной работы
по дисциплине*

**Модуль: Аналитическая химия.
Физико-химические методы анализа.**

для студентов направления подготовки
04.03.01 Химия

Химия окружающей среды, химическая экспертиза
и экологическая безопасность

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса
2. Цели и основные задачи СРС
3. Виды самостоятельной работы
4. Организация СРС
5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы
6. Самостоятельная работа студента – необходимое звено становления исследователя и специалиста
7. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы
8. Методические рекомендации для студентов по изучению дисциплины
9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА КАК ВАЖНЕЙШАЯ ФОРМА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов (далее СРС). В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования - "подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности".

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение и систематизацию официальных государственных документов - законов, постановлений, указов, нормативно-

инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем "Консультант-плюс", "Гарант", глобальной сети "Интернет";

- изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;
- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных современных проблем.

2. ЦЕЛИ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ СРС

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой специалиста и бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

3. ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В образовательном процессе высшего профессионального образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Тесная взаимосвязь этих видов работ предусматривает дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.):

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание рефератов;
- подготовка к семинарам и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- подготовка рецензий на статью, пособие;
- выполнение микроисследований;
- подготовка практических разработок;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов.

(В зависимости от особенностей факультета перечисленные виды работ могут быть расширены, заменены на специфические).

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- коллоквиум как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин: (в часы консультаций, предусмотренных учебным планом);
- прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);
- прием и защита лабораторных работ (во время проведения л/р);
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин (руководство, консультирование и защита курсовых работ (в часы, предусмотренные учебным планом);
- выполнение учебно-исследовательской работы (руководство, консультирование и защита УИРС);

- прохождение и оформление результатов практик (руководство и оценка уровня сформированности профессиональных умений и навыков);
- выполнение выпускной квалификационной работы (руководство, консультирование и защита выпускных квалификационных работ) и др.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ СРС

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Организацию самостоятельной работы студентов обеспечивают: факультет, кафедра, учебный и методический отделы, преподаватель, библиотека, ТСО, ИВТ, издательство и др.

Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя студент должен:

- освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по данной дисциплине.
- планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.

- самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.
- выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

студент может:

сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого ГОС ВПО/ГОС СПО по данной дисциплине:

- самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;
- предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки;
- в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;
- предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;
- использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;
- использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

5. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и семинарских занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы знаний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для математических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности.

2. Наличие умений, навыков умственного труда:

а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой;

б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации.

3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе.

4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение - это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию.

5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе.

6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним.

7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой.

Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Эффективность усвоения поступающей информации зависит от работоспособности человека в тот или иной момент его деятельности.

Работоспособность - способность человека к труду с высокой степенью напряженности в течение определенного времени. Различают внутренние и внешние факторы работоспособности.

К внутренним факторам работоспособности относятся интеллектуальные особенности, воля, состояние здоровья.

К внешним:

- организация рабочего места, режим труда и отдыха;
- уровень организации труда - умение получить справку и пользоваться информацией;
- величина умственной нагрузки.

Выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский выделил следующие условия продуктивности умственной деятельности:

- во всякий труд нужно входить постепенно;
- мерность и ритм работы. Разным людям присущ более или менее разный темп работы;
- привычная последовательность и систематичность деятельности;
- правильное чередование труда и отдыха.

Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменой дела. В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является *утреннее время (с 8 до 14 часов)*, причем максимальная работоспособность приходится на период с 10 до 13 часов, затем *послеобеденное* - (с 16 до 19 часов) и *вечернее* (с 20 до 24 часов). Очень трудный для понимания материал лучше изучать в начале каждого отрезка времени (лучше всего утреннего) после хорошего отдыха. Через 1-1,5 часа нужны перерывы по 10 - 15 мин, через 3 - 4 часа работы отдых должен быть продолжительным - около часа.

Составной частью научной организации умственного труда является овладение техникой умственного труда.

Физически здоровый молодой человек, обладающий хорошей подготовкой и нормальными способностями, должен, будучи студентом, отдавать *учению 9-10 часов в день* (из них 6 часов в вузе и 3 - 4 часа дома). Любой предмет нельзя изучить за несколько дней перед экзаменом. Если студент в году работает систематически, то он быстро все вспомнит, восстановит забытое. Если же подготовка шла аврально, то у студента не будет даже общего представления о предмете, он забудет все сданное.

Следует взять за правило: *учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра.*

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3 - 5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные

дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр.

Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха. Вначале для того, чтобы организовать ритмичную работу, требуется сознательное напряжение воли. Как только человек втянулся в работу, принуждение снижается, возникает привычка, работа становится потребностью.

Если порядок в работе и ее ритм установлены правильно, то студент изо дня в день может работать, не снижая своей производительности и не перегружая себя. Правильная смена одного вида работы другим позволяет отдыхать, не прекращая работы.

Таким образом, первая задача организации внеаудиторной самостоятельной работы – это составление расписания, которое должно отражать время занятий, их характер (теоретический курс, практические занятия, графические работы, чтение), перерывы на обед, ужин, отдых, сон, проезд и т.д. Расписание не предопределяет содержания работы, ее содержание неизбежно будет изменяться в течение семестра. Порядок же следует закрепить на весь семестр и приложить все усилия, чтобы поддерживать его неизменным (кроме исправления ошибок в планировании, которые могут возникнуть из-за недооценки объема работы или переоценки своих сил).

При однообразной работе человек утомляется больше, чем при работе разного характера. Однако не всегда целесообразно заниматься многими учебными дисциплинами в один и тот же день, так как при каждом переходе нужно вновь сосредоточить внимание, что может привести к потере времени. Наиболее целесообразно ежедневно работать не более чем над двумя-тремя дисциплинами.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (черчение, построение графиков и т.п.).

Самостоятельные занятия потребуют интенсивного умственного труда, который необходимо не только правильно организовать, но и стимулировать. При этом очень важно уметь поддерживать устойчивое внимание к изучаемому материалу. Выработка внимания требует значительных волевых усилий. Именно поэтому, если студент замечает, что он часто отвлекается во время самостоятельных занятий, ему надо заставить себя сосредоточиться. Подобную процедуру необходимо проделывать постоянно, так как это является тренировкой внимания. Устойчивое внимание появляется тогда, когда человек относится к делу с интересом.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА - НЕОБХОДИМОЕ ЗВЕНО СТАНОВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ И СПЕЦИАЛИСТА

Прогресс науки и техники, информационных технологий приводит к значительному увеличению научной информации, что предъявляет более высокие требования не только к моральным, нравственным свойствам человека, но и в особенности, постоянно возрастающие требования в области образования – обновление, модернизация общих и профессиональных знаний, умений специалиста.

Всякое образование должно выступать как динамический процесс, присущий человеку и продолжающийся всю его жизнь. Овладение научной мыслью и языком науки является необходимой составляющей в самоорганизации будущего специалиста исследователя. Под этим понимается не столько накопление знаний, сколько овладение научно обоснованными способами их приобретения. В этом, вообще говоря, состоит основная задача вуза.

Специфика вузовского учебного процесса, в организации которого самостоятельной работе студента отводятся все больше места, состоит в том, что он является как будто бы последним и самым адекватным звеном для реализации этой задачи. Ибо во время учебы в вузе происходит выработка стиля, навыков учебной (познавательной) деятельности, рациональный характер которых будет способствовать постоянному обновлению знаний высококвалифицированного выпускника вуза.

Однако до этого пути существуют определенные трудности, в частности, переход студента от синтетического процесса обучения в средней школе, к аналитическому в высшей. Это связано как с новым содержанием обучения (расширение общего образования и углубление профессиональной подготовки), так и с новыми, неизвестными до сих пор формами: обучения (лекции, семинары, лабораторные занятия и т.д.). Студент получает не только знания, предусмотренные программой и учебными пособиями, но он также должен познакомиться со способами приобретения знаний так, чтобы суметь оценить, что мы знаем, откуда мы это знаем и как этого знания мы достигли. Ко всему этому приходят через собственную самостоятельную работу.

Это и потому, что самостоятельно приобретенные знания являются более оперативными, они становятся личной собственностью, а также мотивом поведения, развивают интеллектуальные черты, внимание, наблюдательность, критичность, умение оценивать. Роль преподавателя в

основном заключается в руководстве накопления знаний (по отношению к первокурсникам), а в последующие годы учебы, на старших курсах, в совместном установлении проблем и заботе о самостоятельных поисках студента, а также контролирования за их деятельностью. Отметим, что нельзя ограничиваться только приобретением знаний предусмотренных программой изучаемой дисциплины, надо постоянно углублять полученные знания, сосредотачивая их на какой-нибудь узкой определенной области, соответствующей интересам студента. Углубленное изучение всех предметов, предусмотренных программой, на практике является возможным, и хорошая организация работы позволяет экономить время, что создает условия для глубокого, систематического, заинтересованного изучения самостоятельно выбранной студентом темы.

Конечно, все советы, примеры, рекомендации в этой области, даваемые преподавателем, или определенными публикациями, или другими источниками, не гарантируют никакого успеха без проявления собственной активности в этом деле, т.е. они не дают готовых рецептов, а должны способствовать анализу собственной работы, ее целей, организации в соответствии с индивидуальными особенностями. Учитывая личные возможности, существующие условия жизни и работы, навыки, на основе этих рекомендаций, возможно, выработать индивидуально обоснованную совокупность методов, способов, найти свой стиль или усовершенствовать его, чтобы изучив определенный материал, иметь время оценить его значимость, пригодность и возможности его применения, чтобы, в конечном счете, обеспечить успешность своей учебы с будущей профессиональной деятельности

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ФОРМАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

С первых же сентябрьских дней на студента обрушивается громадный объем информации, которую необходимо усвоить. Нужный материал содержится не только в лекциях (запомнить его – это только малая часть задачи), но и в учебниках, книгах, статьях. Порой возникает необходимость привлекать информационные ресурсы Интернет.

Система вузовского обучения подразумевает значительно большую самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности. Вчерашнему школьнику сделать это бывает весьма непросто: если в школе ежедневный контроль со стороны учителя заставлял постоянно и систематически готовиться к занятиям, то в вузе вопрос об уровне знаний вплотную встает перед студентом только в период сессии. Такая ситуация оборачивается для некоторых соблазном весь семестр посвятить свободному времяпрепровождению («когда будет нужно – выучу!»), а когда приходит пора экзаменов, материала, подлежащего усвоению, оказывается так много, что никакая память не способна с ним справиться в оставшийся промежуток времени.

Работа с книгой

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Различают два вида чтения; первичное и вторичное. *Первичное* - это внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятого слова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения.

Задача *вторичного* чтения - полное усвоение смысла целого (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

Правила самостоятельной работы с литературой

Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя

научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).
- Сам такой перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и дипломных работ, а что Вас интересует за рамками официальной учебной деятельности, то есть что может расширить Вашу общую культуру...).
- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит очень сэкономить время).
- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.
- При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...
- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).
- Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).
- Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...
- «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

• Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае студент (или молодой ученый) будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею... Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

1. информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких **видов чтения**:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;
2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;
3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;
4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;
5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Практические занятия

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Самопроверка

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на

практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзаменам и зачетам

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий, особенно по математике - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе,

неутомительные занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачетам и экзаменам

- Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное – это уже технические детали (главное – это ориентировка в материале!).
- Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.
- Готовить «шпаргалки» полезно, но пользоваться ими рискованно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету, что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации. Если студент самостоятельно подготовил такие «шпаргалки», то, скорее всего, он и экзамены сдавать будет более уверенно, так как у него уже сформирована общая ориентировка в сложном материале.
- Как это ни парадоксально, но использование «шпаргалок» часто позволяет отвечающему студенту лучше демонстрировать свои познания (точнее – ориентировку в знаниях, что намного важнее знания «запомненного» и «тут же забытого» после сдачи экзамена).
- Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Реферат – раскрытие сущности исследуемой проблемы, включающее обращение к различным точкам зрения на вопрос, а также изложение собственных взглядов на нее.

Структура и содержание реферата

Структура реферата включает в себя следующие элементы:

- титульный лист;
- оглавление;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список литературы и источников;
- приложение.

Титульный лист – это информация о выходных данных вашей работы. Он является первой страницей научной работы и заполняется по строго определенным правилам. Титульный лист не нумеруется.

В *оглавлении* текста последовательно излагаются названия пунктов реферата с указанием страницы, с которой начинается каждый пункт. Заголовки оглавления должны точно повторять заголовки в тексте. Сокращать или давать их в другой формулировке, последовательности и соподчиненности по сравнению с заголовками в тексте нельзя. Заголовки одинаковых ступеней рубрикации необходимо располагать друг под другом. Заголовки каждой последующей ступени смещают на три–пять знаков вправо по отношению к заголовкам предыдущей ступени. Все заголовки начинают с прописной буквы без точки на конце. Последнее слово каждого заголовка соединяют отточием с соответствующим ему номером страницы в правом столбце оглавления.

Введение к работе. Здесь обычно обосновываются актуальность выбранной темы, цель и содержание поставленных задач, формулируются объект и предмет исследования, указывается избранный метод (или методы) исследования.

Содержание глав основной части должно точно соответствовать теме реферата и полностью её раскрывать. Эти главы должны показать умение автора сжато, логично и аргументировано излагать материал. Важно понимать, что каждая глава должна представлять собой законченное произведение. Её следует начинать постановкой рассматриваемой задачи, а завершать четкими, аргументированными выводами. Все приводимые в работе данные обязательно следует сопровождать подстрочной ссылкой на источник, описание которого должно приводиться в соответствии с требованиями библиографических стандартов. Как правило, основная часть реферата состоит из 2–3 глав, которые в случае необходимости разбиваются на параграфы.

Реферат заканчивается заключительной частью, которая так и называется «*заключение*». Этот синтез – последовательное, логически стройное изложение полученных итогов и их соотношение с общей целью и конкретными задачами, поставленными и сформулированными во введении. После заключения помещается *библиографический список использованной литературы*, куда включаются оригинальные тексты, монографические исследования, научные статьи, учебные пособия и др. Каждый включенный в такой список литературный источник должен иметь отражение в тексте реферата. Если автор реферата делает ссылку на какие-либо заимствованные факты или цитирует работы других авторов, то он должен обязательно указать в подстрочной ссылке, откуда взяты приведенные материалы. Список литературы должен включать не менее 5 источников.

Объем реферата должен составлять не менее 10 страниц машинописного текста. Объем приложений не ограничивается.

Общие требования к оформлению реферата

Текст реферата должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа белой односортной бумаги формата А4 (210х297 мм) через полтора интервала (размер шрифта – 14) с применением черных чернил с полями вокруг текста. Размер левого поля 30 мм, правого – 10 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм. При таких полях каждая страница должна содержать приблизительно 1800 знаков (30 строк, по 60 знаков в строке, считая каждый знак препинания и пробел между словами также за печатный знак).

Текст перепечатывается в строго последовательном порядке. Не допускаются разного рода текстовые вставки и дополнения, помещаемые на отдельных страницах или на оборотной стороне листа, и переносы кусков текста в другие места. Все сноски и подстрочные примечания перепечатываются (через один интервал) на той странице, к которой они относятся. Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в правом углу верхнего поля листа (на первой и второй странице цифру, обозначающую порядковый номер, не ставят).

Приложение для рефератов являются желательным, но необязательным элементом. В приложение обычно входят различные таблицы, графики, схемы, рисунки и т.п. Приложения помещают после списка использованных библиографических источников в порядке их упоминания в тексте. Каждое приложение следует начинать с нового листа. Приложение не входит в параметры минимального объема работы

Критерии оценки самостоятельной работы студентов

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы студентов разработаны с учетом требований ФГОС ВО. Задания, выносимые на самостоятельную работу студентов, оцениваются по шкале «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка «**отлично**» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически

стройно его излагает, умеет делать выводы, причем не затрудняется с ответом при прогнозировании важнейших реакций с участием химических соединений, показывает высокий уровень владения основными физико-химическими методами анализа в соответствии с программными требованиями, ответы на вопросы логически выстроены и убедительны.

Оценка «**хорошо**» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу использует принципы качественного и количественного анализа, не допуская существенных неточностей, демонстрирует высокий уровень владения навыками установления качественного и количественного соединения на основе современных физико-химических методов.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, если он показывает достаточно небольшое количество ошибок, не препятствующих общему установлению качественного и количественного состава соединения, отвечает на вопросы в основном полно при слабой логической оформленности высказывания.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные аналитические ошибки, не может логически правильно передать информацию.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Основы аналитической химии : Практическое руководство : учеб. пособие для вузов / [Ю. А. Барбалат, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова. - М. : Высшая школа, 2001. - 463с. : ил. - ISBN 5-06-003833-5
2. Основы аналитической химии : учебник для вузов : в 2 т. / [Н. В. Алов, Ю. А. Барбалат, А. Г. Борзенко и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова, Т.2. - 5-е изд., стер. - Москва : Академия, 2012. - 416 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Предм. указ.: с. 401-404. - ISBN 978-5-7695-9125-9
3. Основы аналитической химии : учебник для вузов : в 2 т. / [Т. А. Большова, Г. Д. Брыкина, А. В. Гармаш и др.] ; под ред. Ю. А. Золотова, Т.1. - 5-е изд., стер. - Москва : Академия, 2012. - 384 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Предм. указ.: с. 377-380. - ISBN 978-5-7695-9124-2
4. Основы аналитической химии. Задачи и вопросы : [учеб. пособие] / В.И. Фадеева, Ю.А. Барбалат, А.В. Гармаш и др. ; под ред. Ю.А. Золотова. - М. : Высшая школа, 2002. - 412 с. : ил. - На учебнике гриф: Доп.МО. - ISBN 50-06-004029-1

Дополнительная литература

1. Лурье, Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. - Изд. 6-е перераб. и доп. - М. : Химия, 1989. - 448 с. : ил. - Предм. указ.: с. 436-447. - ISBN 5-7245-0000-0
2. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика : учебник : В 2 кн. / Ю.Я. Харитонов, Кн. 1., Общие теоретические основы. Качественный анализ. - 4-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2008. - 615 с. : ил. - На учебнике гриф: Рек.МО. - Библиогр.: с. 593-594. - ISBN 978-5-06-003835-4
3. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия. Аналитика : учебник : В 2 кн. / Ю.Я. Харитонов, Кн. 2., Качественный анализ. Физико-химические(инструментальные) методы анализа. - 4-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2008. - 559 с. : ил. - На учебнике гриф: Рек.МО. - Прил.: с. 518-530. - Библиогр.: с. 516-517. - ISBN 978-5-06-003965-8