

Электронная цифровая подпись



Утверждено "30" мая 2024 г.  
Протокол № 5  
председатель Ученого Совета Прохоренко И.О.  
ученый секретарь Ученого Совета Бунькова Е.Б.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ  
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»**

Специальность 33.05.01 Фармация  
(уровень специалитета)  
Направленность: Фармация  
Форма обучения: очная  
Квалификация (степень) выпускника: Провизор  
Срок обучения: 5 лет

Год поступления 2024

## МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ

### 1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса по дисциплине «Аналитическая химия» (фармацевтический факультет)

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. 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 высшего 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 в области медицины общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных

Навыков (компетенций) и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной профессиональной 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.

### 1.2. Компетенции, вырабатываемые в ходе самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Аналитическая химия» (фармацевтический факультет)

№ п/п	№ компетенции	Формулировка компетенции
1	ОПК-1	Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов
	ОПК-1.1	Применяет основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья
	ОПК-1.2	Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов
	ОПК-1.3	Применяет основные методы физико-химического анализа в изготовлении лекарственных препаратов
	ОПК-1.4	Применяет математические методы и осуществляет математическую обработку данных, полученных в ходе разработки лекарственных средств, а также исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов

### 2. Цели и основные задачи СРС

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой специалиста (или 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 (компетенциями), опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС в плане формирования вышеуказанных компетенций 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 контрольных (и выпускной квалификационной работ), для эффективной подготовки к итоговым зачетам, экзаменам, государственной итоговой аттестации и первичной аккредитации специалиста

### **3. Виды самостоятельной работы**

В образовательном процессе по дисциплине «**Аналитическая химия**» (фармацевтический факультет) выделяется два (один) вид(а) самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная.

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

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

#### **3.1. Составление докладов/устных реферативных сообщений по темам:**

##### **Тема 1. Общие теоретические основы аналитической химии**

- 1 Автопротолиз безводной азотной, уксусной кислот, жидкого аммиака, этилендиамина, н-бутанола.
- 2 Связь между константой кислотности и константой основности сопряженной пары кислота–основание и константой автопротолиза растворителя
- 3 Факторы, от которых зависит поведение кислот и оснований в неводных растворителях
- 4 Влияние диэлектрическая проницаемость растворителя на константы диссоциации кислот и оснований
- 5 Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя. эффект наблюдается в протопфильных растворителях
- 6 Приготовление буферных растворов.
- 7 Изменение рН буферного раствора при разбавлении
- 8 Буферное действие амфолитов

##### **Тема 2. Типы химических равновесий и их роль в аналитической химии**

- 1 Смысл понятия «точность химического анализа»
- 2 Отличаются понятия «сходимость» и «воспроизводимость» «промах». Как выявить наличие «промаха»
- 3 Погрешностью химического анализа?
- 4 Дисперсия, стандартное отклонение и относительное стандартное отклонение выборочной совокупности результатов химического анализа
- 5 Суть метода наименьших квадратов (МНК).
- 6 Определение «предела обнаружения». Что характеризует понятие «предела обнаружения»?

##### **Тема 3. Качественный анализ катионов и анионов. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии**

- 1 Методы концентрирования. Суть. Применение в аналитической химии.
- 2 Методы разделения. Суть. Применение в аналитической химии.
- 3 Качественный анализ катионов

#### 4 Качественный анализ анионов

### **Тема 4. Количественный анализ. Математическая обработка результатов количественного анализа.**

- 1 Кривая титрования. В каких координатах строятся логарифмические и линейные кривые титрования.
- 2 Титрование, скачок титрования, точка эквивалентности, конечная точка титрования
- 3 Сущность прямого, обратного титрования и титрования заместителя.
- 4 Примеры первичных и вторичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании. Напишите уравнения реакций, укажите факторы эквивалентности.
- 5 Изменение вида кривой титрования (величина скачка, положение точки эквивалентности) при изменении: а) концентрации растворов; б) величин констант кислотности или основности; в) температуры

### **Тема 5. Гравиметрический анализ**

- 1 Сущность гравиметрического метода анализа. Применение в фармации
- 2 Виды осадков, осажденная форма
- 3 Химический эквивалент и фактор эквивалентности вещества.
- 4 Способы выражения концентрации стандартных растворов.

### **Тема 6. Инструментальные (физико-химические) и электрохимические методы анализа**

- 1 Спектральный метод анализа. Применение его в анализе лекарственных препаратов и сырья
- 2 Люминесцентный метод анализа. Применение его в анализе лекарственных препаратов и сырья
- 3 Турбидиметрический метод анализа. Применение его в анализе лекарственных препаратов и сырья
- 4 Спектрофотометрический метод анализа. Применение его в анализе лекарственных препаратов и сырья

### **Тема 7. Молекулярный спектральный анализ. Люминесцентный анализ**

- 1 Происхождение спектров испускания (эмиссионных) и спектров поглощения (абсорбционных) атомов и молекул с позиций квантовой теории.
- 2 Диапазоны длин волн получают УФ-, видимые, ИК-спектры?
- 3 Закон Бера и его основные ограничения.
- 4 Блок-схема и опишите принципы работы спектрометра с монохроматором в УФ / видимой области.
- 5 Важные хромофоры в УФ / видимом диапазоне.
- 6 Особенности колебательной спектроскопии, обусловившие ее значимость для аналитической химии.
- 7 Основные узлы современных ИК спектрометров.
- 8 Источники излучения в ИК-спектрометрах при работе с ближним, средним, дальним ИК-диапазонами
- 9 Основной закон, используемый для количественного анализа, и области его применения в ИК-спектроскопии.

### **Тема 8. Химические титриметрические методы анализа**

- 1 Кислотно-основное титрование. Его виды, применение
- 2 Окислительно-восстановительное титрование. Его виды, применение
- 3 Осадительное титрование. Его виды, применение
- 4 Перманганатометрия как основной способ анализа многих лекарственных препаратов.

### **Тема 9. Хроматографические методы анализа**

- 1 Бумажные и тонкослойные хроматограммы
- 2 Мертвый объем колонки. Какие объемы он в себя включает.
- 3 Три основных способа детектирования в газовой и жидкостной хроматографии.
- 4 Основные методы количественного хроматографического анализа. В каких случаях используют тот или иной метод?

5 Роль подвижной фазы в газовой и жидкостной хроматографии. Приведите примеры неподвижных фаз в газотвердофазной и газожидкостной хроматографии.

6 Градиентное элюирование в газовой и жидкостной хроматографии.

### 3.2. Решение ситуационных задач:

#### Тема 1. Общие теоретические основы аналитической химии.

**Задача 1. При обследовании пациента обнаружено, что рН плазмы крови равен 7,2. К каким заболеваниям может привести это отклонение рН от нормы и как можно ликвидировать эту патологию?**

- а) Приводит ли это отклонение рН к ацидозу?
- б) Приводит ли это отклонение рН к алкалозу?
- в) Можно ли ликвидировать это отклонение рН при приеме пациентом 0,9% раствора NaCl?
- г) Можно ли ликвидировать это отклонение рН при приеме пациентом раствора NaHCO<sub>3</sub>?
- д) Можно ли ликвидировать это отклонение рН при приеме пациентом раствора NH<sub>4</sub>Cl?

**Ответ:**

Снижение рН плазмы крови по сравнению с нормой (7,40) приводит к ацидозу.

Ликвидировать это снижение рН можно приемом пациентом NaHCO<sub>3</sub>, так как эта соль дает при гидролизе щелочную реакцию среды.

Нельзя применять 0,9% раствор NaCl, имеющий нейтральную реакцию и раствор NH<sub>4</sub>Cl, дающий при гидролизе кислую реакцию среды.

**Задача 2. При обследовании пациента обнаружено, что рН плазмы крови равен 7,6. К каким заболеваниям может привести это отклонение рН от нормы и как можно ликвидировать эту патологию?**

- а) Приводит ли это отклонение рН к ацидозу?
- б) Приводит ли это отклонение рН к алкалозу?
- в) Можно ли ликвидировать это отклонение рН при приеме пациентом 0,9% раствора NaCl?
- г) Можно ли ликвидировать это отклонение рН при приеме пациентом раствора NaHCO<sub>3</sub>?
- д) Можно ли ликвидировать это отклонение рН при приеме пациентом раствора NH<sub>4</sub>Cl?

**Ответ:**

Повышение рН плазмы крови по сравнению с нормой (7,40) приводит к алкалозу.

Ликвидировать это повышение рН можно приемом пациентом NH<sub>4</sub>Cl, так как эта соль дает при гидролизе кислую реакцию среды.

Нельзя применять 0,9% раствор NaCl, имеющий нейтральную реакцию и раствор NaHCO<sub>3</sub>, дающий при гидролизе щелочную реакцию среды.

**Задача 3. При обследовании пациента обнаружено, что рН желудочного сока равен 2,7. К каким заболеваниям может привести это отклонение рН от нормы (0,9 - 2,5) и как можно ликвидировать эту патологию?**

- а) Имеет ли этот пациент повышенную кислотность желудочного сока?
- б) Имеет ли этот пациент пониженную кислотность желудочного сока?
- в) Можно ли ликвидировать это отклонение рН при приеме пациентом раствора NaHCO<sub>3</sub>?
- г) Можно ли ликвидировать это отклонение рН приемом пациентом 0,9% раствора NaCl?
- д) Можно ли ликвидировать это отклонение рН приемом пациентом раствора NH<sub>4</sub>Cl?

**Ответ:**

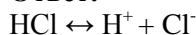
Повышение рН желудочного сока по сравнению с нормой свидетельствует о пониженной кислотности у пациента.

Ликвидировать пониженную кислотность можно приемом раствора NH<sub>4</sub>Cl, так как эта соль дает при гидролизе кислую реакцию среды.

Нельзя применять 0,9% раствор NaCl, имеющий нейтральную реакцию и раствор NaHCO<sub>3</sub>, дающий при гидролизе щелочную реакцию среды.

**Задача 4. Рассчитать рН в 0,025 М растворе хлороводородной кислоты.**

**Ответ:**



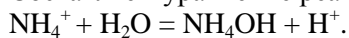
$$[\text{H}^+] = c(\text{HCl}) = 0,025 \text{ моль/л}$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg 0,025 = 1,6$$

**Задача 5. Вычислить  $[H^+]$  и pH 0,005 М  $NH_4NO_3$ , а также степень и константу гидролиза  $NH_4NO_3$ .**

**Ответ:**

Составляем уравнение реакции гидролиза:



Рассчитываем концентрацию  $H^+$ -ионов по формуле:

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_{гид} \cdot C_{соль}}{K_n}}; K_{гид} = 1,76 \cdot 10^{-3}$$

$$[H^+] = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{1,76 \cdot 10^{-3}}} = \sqrt{2,84 \cdot 10^{-12}} = 1,69 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

$$pH = -\lg 1,69 \cdot 10^{-6} = 5,77.$$

Степень гидролиза  $h$  рассчитываем по формуле:

$$h = \frac{[H^+]}{C_{соль}}$$

$$h = \frac{1,69 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-3}} = 3,37 \cdot 10^{-4}$$

Константу гидролиза  $K_r$  рассчитываем по формуле:

$$K_r = \frac{K_{H_2O}}{K_n}$$

$$K_r = \frac{10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-3}} = 5,68 \cdot 10^{-10}$$

**Задача 6. Из 2,500 г  $Na_2CO_3$  приготовили 500,0 мл раствора. Рассчитать для этого раствора: а) молярную концентрацию, б) молярную концентрацию эквивалента, в) титр, г) титр по  $HCl$ .**

**Ответ:**

а) Молярная концентрация - это количество молей вещества, содержащееся в 1 литре раствора.  $n(Na_2CO_3)$  в 500 мл. Тогда в 1 литре или в 1000 мл содержится:

$$n(Na_2CO_3) = \frac{2,500 \cdot 1000}{M_{Na_2CO_3} \cdot 500} = 0,04717 \text{ моль/л.}$$

Таким образом,  $C(Na_2CO_3) = 0,04717$  моль/л.

б) Если не оговорено особо, то в основе титрования предполагается реакция:  $Na_2CO_3 + 2HCl = 2NaCl + H_2CO_3$

и фактор эквивалентности равен 1/2.

Молярная масса эквивалента, следовательно, равна  $1/2 M(Na_2CO_3)$ .

$$1/2 M(Na_2CO_3) = \frac{106,0}{2} = 53,00$$

$$c(1/2 Na_2CO_3) = \frac{2,500 \cdot 1000}{500 \cdot 1/2 M_{Na_2CO_3}} = \frac{2,500 \cdot 1000}{500 \cdot 53,00} = 0,09434$$

или

$$c(1/2 Na_2CO_3) = \frac{C(Na_2CO_3)}{1/z} = \frac{0,04717}{1/2} = 0,04717 \cdot 2 = 0,09434$$

в) По определению титр - это масса вещества в граммах, содержащаяся в 1 мл раствора. Тогда

$$T(Na_2CO_3) = \frac{2,500}{500,0} = 0,005000 \text{ г/мл.}$$

г) Титр по определяемому веществу - это количество граммов определяемого вещества, которое эквивалентно 1 мл раствора соды.

Титр раствора  $Na_2CO_3$  по  $HCl$  можно рассчитать, например, исходя из молярной концентрации эквивалента раствора  $Na_2CO_3 \cdot (1/2 Na_2CO_3)$  - число молей эквивалентов  $Na_2CO_3$  в 1 литре или 1000 мл раствора,  $(1/2 Na_2CO_3)/1000$  - число молей эквивалентов  $Na_2CO_3$  в 1 мл раствора.

По закону эквивалентов столько же эквивалентов  $HCl$  соответствует 1 мл раствора соды.

$[C(1/2 Na_2CO_3)/1000] \cdot M(HCl)$  - масса  $HCl$  в граммах, соответствующая 1 мл раствора  $Na_2CO_3$ , т.е. г/мл.

**Тема 2. Типы химических равновесий и их роль в аналитической химии.**

**Задача 7. В лаборатории имеются стандартные растворы: HCl, NaOH, трилона б и индикаторы: фенолфталеин и хромоген черный. Требуется определить жесткость питьевой воды.**

- Чем обусловлена жесткость воды?
- Какой метод титрования Вы выберете для определения жесткости воды?
- Что выберете в качестве титранта?
- Что выберете в качестве индикатора?
- По какой формуле будете рассчитывать жесткость воды.

**Ответ:**

Жесткость воды измеряется количеством миллимолей эквивалента ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в 1 л воды. Для определения жесткости воды следует выбрать метод комплексонометрического титрования. В качестве титранта следует выбрать трилон Б, так как он образует с ионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  прочные внутрикмоплексные соединения.

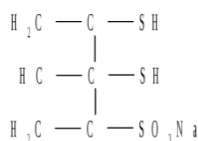
В качестве индикатора следует выбрать хромоген черный, так как он образует с ионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  менее прочные и окрашенные в другой цвет (по сравнению с комплексами трилона Б) комплексы.

Общую жесткость воды можно рассчитать по формуле:

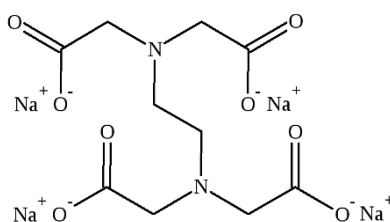
$$C\left(\frac{1}{z}\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}\right) = \frac{C\left(\frac{1}{z}\text{трилонБ}\right) \cdot V(\text{трилонБ}) \cdot 1000}{V(\text{H}_2\text{O})}$$

**Тема 3. Качественный анализ катионов и анионов. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии**

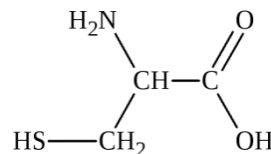
**Задача 8. В больницу поступил пациент с отравлением  $\text{Sr}^{90}$ . Ацидозом. В больнице имеются следующие препараты:**



Унитиол



Трилон Б



Цистеин

Какой из них целесообразно использовать для выведения  $\text{Sr}^{90}$  из организма?

- Как называются препараты, которые используются при отравлениях?
- Можно ли для выведения ионов  $\text{Sr}^{90}$  из организма использовать унитиол?
- Можно ли для выведения ионов  $\text{Sr}^{90}$  из организма использовать цистеин?
- Можно ли для выведения ионов  $\text{Sr}^{90}$  из организма использовать трилон Б?
- Что лежит в основе ликвидации отравления выбранным препаратом?

**Ответ:**

Препараты, используемые при отравлениях, называются антидоты.

Для выведения ионов  $\text{Sr}^{2+}$  из организма нельзя использовать унитиол и цистеин, так как они не связывают ион  $\text{Sr}^{2+}$  в прочные комплексные соединения.

Для выведения ионов  $\text{Sr}^{2+}$  из организма следует применить трилон Б, так как он образует с ионом  $\text{Sr}^{2+}$  прочные внутрикмоплексные соединения.

**Задача 9. В лаборатории имеются стандартные растворы: HCl, NaOH, трилона б и индикаторы: фенолфталеин и хромоген черный. Требуется определить жесткость питьевой воды.**

- Чем обусловлена жесткость воды?
- Какой метод титрования Вы выберете для определения жесткости воды?
- Что выберете в качестве титранта?
- Что выберете в качестве индикатора?
- По какой формуле будете рассчитывать жесткость воды.

**Ответ:**

Жесткость воды измеряется количеством миллимолей эквивалента ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в 1 л воды.

Для определения жесткости воды следует выбрать метод комплексонометрического титрования. В качестве титранта следует выбрать трилон Б, так как он образует с ионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  прочные внутримолекулярные соединения.

В качестве индикатора следует выбрать хромоген черный, так как он образует с ионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  менее прочные и окрашенные в другой цвет (по сравнению с комплексами трилона Б) комплексы.

Общую жесткость воды можно рассчитать по формуле:

$$C\left(\frac{1}{z} \text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}\right) = \frac{C\left(\frac{1}{z} \text{ трилон Б}\right) \cdot V(\text{ трилон Б}) \cdot 1000}{V(\text{H}_2\text{O})}$$

#### Тема 4. Количественный анализ. Математическая обработка результатов количественного анализа.

**Задача 10.** Какова концентрация хлорид-ионов в растворе, полученном при сливании равных объемов растворов, содержащих  $2 \times 10^{-5}$  М хлорида натрия,  $0,33 \times 10^{-4}$  М хлорида калия и  $5,0 \times 10^{-6}$  М соляной кислоты?

**Ответ:**

В каждом растворе концентрация хлорид-ионов равна концентрации соответствующих соединений, т.к. в них диссоциируют ионное соединение хлорид калия и соляная кислота. Сначала преобразуем числа так, чтобы уравнивать показатели степеней, приведя их к наибольшему:

$$2 \times 10^{-5} = 0,2 \times 10^{-4}$$

$$0,33 \times 10^{-4} = 0,33 \times 10^{-4}$$

$$5,0 \times 10^{-6} = 0,050 \times 10^{-4}$$

Результат сложения:  $0,580 \times 10^{-4}$  М

Точность суммы должна определяться числом  $2 \times 10^{-4}$ , с наименьшим числом десятичных знаков.

Поэтому округляем полученную сумму до первой цифры после запятой, т.е. до  $0,6 \times 10^{-4}$ . С учетом разбавления в конечном объеме концентрация хлорид-ионов составляет  $(0,6 \times 10^{-4})/3 = 0,2 \times 10^{-4}$  М.

#### Тема 5. Гравиметрический анализ.

**Задача 11.** Смешали 500 мл 0,002 М раствора хлорида бария и 500 мл 0,001 М раствора сульфата калия. Выпадет ли в этих условиях осадок сульфата бария?  $PP(\text{BaSO}_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}$ .

**Ответ:**

Условие образования осадков: произведение концентрации ионов должно быть больше произведения растворимости ПКИПР.

$$\text{ПКИ} = c(\text{Ba}^{2+}) \cdot c(\text{SO}_4^{2-}).$$

При смешивании равных объемов растворов, концентрации ионов уменьшаются в 2 раза, следовательно:

$$[\text{Ba}^{2+}] = c(\text{BaCl}_2) = 0,001 \text{ моль/л}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = c(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,0005 \text{ моль/л}$$

$$\text{ПКИ} = 0,001 \cdot 0,0005 = 5 \cdot 10^{-7}, \text{ ПКИПР, осадок выпадает.}$$

#### Тема 6. Инструментальные (физико-химические) и электрохимические методы анализа.

**Задача 12.** Можно ли в кислой среде действием дихромата калия окислить: а)  $\text{Fe}^{2+}$  до  $\text{Fe}^{3+}$ ; б)  $\text{Mn}^{2+}$  до  $\text{MnO}_4^-$ ?

**Ответ:**

Для решения вопроса необходимо сравнить стандартные окислительно-восстановительные потенциалы окислительно-восстановительных систем. Более сильным окислителем будет окисленная форма той системы, стандартный окислительно-восстановительный потенциал которой больше.

$$E^{\circ}_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}} = 1,33 \text{ В}$$

$$E^{\circ}_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = 0,77 \text{ В}$$

$$E^{\circ}_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = 1,51 \text{ В}$$

Потенциал системы  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ , больше, чем потенциал системы  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  и меньше, чем потенциал системы  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ , следовательно,  $\text{Fe}^{2+}$  можно окислить до  $\text{Fe}^{3+}$  действием дихромата калия, а  $\text{Mn}^{2+}$  до  $\text{MnO}_4^-$  не окисляется.

#### Тема 7. Молекулярный спектральный анализ. Люминесцентный анализ.

**Задача 13.** Для определения жесткости артезианской воды провели фотоэлектрическое титрование  $20 \text{ см}^3$  ее комплексоном III в присутствии эриохрома черного Т. Были получены следующие результаты титрования:



Объем комплексона III, см <sup>3</sup>	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Светопропускание T, %	100	90	85	80	78,5	80	82	84

Рассчитать жесткость воды, если молярная концентрация эквивалента комплексона III равна 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>.

Ответ:

Анализ выполнен методом фотоэлектрического титрования. Жесткость воды обусловлена наличием в ней солей кальция и магния и выражается в ммоль/дм<sup>3</sup>. Для решения задачи необходимо построить кривую титрования и определить объем, израсходованный на титрование ( $V_{\text{экр.}}$ ).

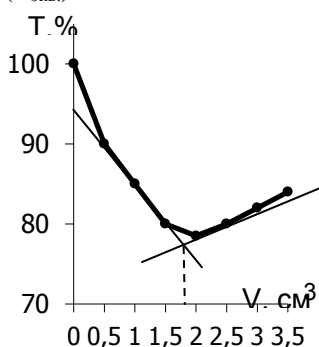


Рисунок 1 – Кривая фотоколориметрического титрования воды раствором комплексона. Методом касательных определяем:  $V_{\text{экр.}} = 1,75 \text{ см}^3$ . Рассчитываем жесткость по закону эквивалентов:

$$C(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = C_{\text{компл.}} \cdot V_{\text{компл.}}$$

$$C(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}) = \frac{C_{\text{компл.}} \cdot V_{\text{компл.}}}{V(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,1 \cdot 1,75}{20} = 0,00875 \text{ моль/дм}^3 = 8,75 \text{ ммоль/дм}^3.$$

**Задача 14.** Для определения натрия в молоке 5 см<sup>3</sup> его разбавили в мерной колбе на 100 см<sup>3</sup> и эмиссионной пламенной фотометрией проанализировали его и два стандартных раствора. В результате анализа были получены следующие данные:

$C(\text{Na}^+)$ , мкг/см <sup>3</sup>	15	30	$x$
$I$ , мкА	42,5	70,5	61

Рассчитать содержание натрия в молоке (мг/дм<sup>3</sup>).

Ответ:

В эмиссионной пламенной фотометрии величина фототока  $I$  тем больше, чем больше концентрация раствора. Из условия задачи видно, что  $I_{1\text{ст.}} > I_x > I_{2\text{ст.}}$ , т.е. один стандартный раствор имеет большую концентрацию, а другой – меньшую, чем анализируемый раствор. В этом случае для решения используют метод ограничивающих растворов: готовят серию стандартных растворов и измеряют величины силы фототока  $I$  этих растворов и пробы в одинаковых условиях. Затем выбирают два стандартных раствора – «ограничивающие растворы» – так, чтобы  $C_1 < C_x < C_2$  и  $I_{1\text{ст.}} > I_x > I_{2\text{ст.}}$ .

Расчет неизвестной концентрации проводят по формуле:

$$C_x = C_1 + \frac{(C_2 - C_1) \cdot (I_x - I_1)}{I_2 - I_1}.$$

$$C_x = 15 + \frac{(30 - 15) \cdot (61 - 42,5)}{70,5 - 42,5} = 24,91 \text{ мкг/см}^3.$$

Так как проба молока была разбавлена, содержание натрия в молоке равно:

$$C_{\text{Na}^+} = C_x \cdot \frac{V_{\text{м.к.}}}{V_{\text{ал.ч.}}} = 24,91 \cdot \frac{100}{5} = 498,2 \text{ мкг/см}^3 = 498,2 \text{ мг/дм}^3.$$

**Тема 8. Химические титриметрические методы анализа.**

**Задача 15.** В лаборатории имеются стандартные растворы: HCl, NaOH, KMnO<sub>4</sub> и индикаторы: метилрот и фенолфталеин. Требуется определить концентрацию ионов Fe<sup>2+</sup> в питьевой воде.

а) Какой метод титрования Вы выберете для определения концентрации ионов Fe<sup>2+</sup>?

б) Что выберете в качестве титранта?

- в) Что выберете в качестве индикатора?  
 г) Как Вы обосновываете выбор индикатора?  
 д) По какой формуле будете рассчитывать концентрацию ионов  $Fe^{2+}$  в питьевой воде?

**Ответ:**

Для определения концентрации ионов  $Fe^{2+}$  следует выбрать метод оксидиметрии, так как ионы  $Fe^{2+}$  являются восстановителями.

В качестве титранта следует использовать  $KMnO_4$ , который является сильным окислителем.

В качестве индикатора следует использовать стандартный раствор  $KMnO_4$ , так как в кислой среде ионы  $MnO_4^-$  восстанавливаются до бесцветных ионов  $Mn^{2+}$ .

Концентрацию ионов  $Fe^{2+}$  в питьевой воде рассчитывают по формуле:

$$C\left(\frac{1}{z} Fe^{2+}\right) = \frac{C\left(\frac{1}{z} KMnO_4\right) \cdot V(KMnO_4)}{V(H_2O)}$$

**Задача 16. В лаборатории имеются стандартные растворы:  $I_2$ ,  $NaOH$ ,  $KMnO_4$  и индикаторы: хромоген черный и лакмус. Требуется определить концентрацию  $HCl$  в растворе.**

- а) Какой метод титрования Вы выберете?  
 б) Что выберете в качестве титранта?  
 в) Что выберете в качестве индикатора?  
 г) Как Вы обосновываете выбор индикатора?  
 д) По какой формуле будете рассчитывать концентрацию  $HCl$  в растворе?

**Ответ:**

Для определения концентрации  $HCl$  в растворе следует выбрать метод нейтрализации.

В качестве титранта следует использовать стандартный раствор щелочи  $NaOH$ , так как щелочь нейтрализует раствор кислоты.

В качестве индикатора следует выбрать кислотно-основной индикатор лакмус, так как интервал изменения его окраски включает в себя значения  $pH$  в точке эквивалентности.

Концентрацию  $HCl$  в растворе рассчитывают по формуле:

$$C\left(\frac{1}{z} HCl\right) = \frac{C\left(\frac{1}{z} NaOH\right) \cdot V(NaOH)}{V(HCl)}$$

**Задача 17. В лаборатории имеются стандартные растворы:  $HCl$ ,  $NaOH$ ,  $KMnO_4$  и индикаторы: метилрот и фенолфталеин. Требуется определить концентрацию соды  $Na_2CO_3$  в воде.**

- а) Какой метод титрования Вы выберете?  
 б) Что выберете в качестве титранта?  
 в) Что выберете в качестве индикатора?  
 г) Как Вы обосновываете выбор индикатора?  
 д) По какой формуле будете рассчитывать концентрацию  $Na_2CO_3$  в воде?

**Ответ:**

Для определения концентрации соды  $Na_2CO_3$  в растворе следует выбрать метод нейтрализации.

В качестве титранта следует использовать стандартный раствор  $HCl$ , так как ионы  $Na_2CO_3$  при гидролизе дают щелочную реакцию среды.

В качестве индикатора для фиксирования точки эквивалентности следует выбрать метилрот, так как интервал перехода окраски этого индикатора находится в кислой среде, которая имеет место и в точке эквивалентности.

Концентрацию  $Na_2CO_3$  в воде рассчитывают по формуле:

$$C\left(\frac{1}{z} Na_2CO_3\right) = \frac{C\left(\frac{1}{z} HCl\right) \cdot V(HCl)}{V(Na_2CO_3)}$$

**Задача 18. Определить массу  $Na_2CO_3$  в 250,0 мл раствора, если на титрование 25,00 мл этого раствора с индикатором метиловым оранжевым израсходовано 20,20 мл раствора  $HCl$  с концентрацией 0,1010 моль/л.**

**Ответ:**

Прямое титрование. Навеска определяемого вещества или аликвотная часть анализируемого раствора титруется непосредственно титрантом. Определяем молярную массу эквивалента  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . С данным индикатором титрование идет по реакции:



Фактор эквивалентности  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  равен  $1/2$ .

Закон эквивалентов в этом случае имеет вид:

$$n(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{HCl}) \text{ и } M(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) = 53,00 \text{ г/моль}(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot 1/2 M(\text{Na}_2\text{CO}_3).$$

Количество вещества эквивалентов  $\text{HCl}$  равно:

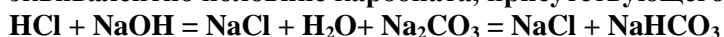
$$n(\text{HCl}) = C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}).$$

Объем титранта переводится в литры и, учитывая, что на титрование взята аликвотная часть исследуемого раствора, равная отношению  $V_{\text{колбы}}/V_{\text{пипетки}} = 250/25$ , получаем:

$$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = C(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot 250/25 = 0,1010 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 10^{-3} \cdot 52,99 \cdot 10 = 1,081 \text{ г}.$$

**Задача 19.** Из водного раствора, объемом 100 мл, содержащего смесь гидроксида и карбоната натрия, отобрали аликвотную часть - 20 мл раствора для определения щелочи и карбоната при их совместном присутствии методом ацидиметрического титрования раствором  $\text{HCl}$  с молярной концентрацией титранта  $c(\text{HCl})=0,1000$  моль/л. Титрование проводили в присутствии двух индикаторов: вначале - по фенолфталеину, затем - по метиловому оранжевому.

Вначале оттитровывается (по фенолфталеину) вся щелочь и карбонат до бикарбоната (что эквивалентно половине карбоната, присутствующего в растворе):



На это расходуется объем титранта, равный  $V_1(\text{HCl})$ .

При дальнейшем прибавлении раствора  $\text{HCl}$  оттитровывается (по метиловому оранжевому) бикарбонат (что эквивалентно второй половине карбоната, присутствующего в исходном растворе):



Общий объем титранта, израсходованного на оба титрования, составляет  $V_2(\text{HCl})$ .

Рассчитайте концентрацию, титр, и массу гидроксида натрия и карбоната натрия в исходном растворе, если на титрование аликвоты 20 мл раствора затрачено  $V_1=18$  мл и  $V_2=22$  мл раствора титранта.

**Ответ:**

1) Рассчитаем объем раствора титранта, затраченного отдельно на титрование карбоната натрия и гидроксида натрия. На титрование бикарбоната, что эквивалентно титрованию половине карбоната, присутствующего в исходном растворе, затрачено  $V_2 - V_1 = 22 - 18 = 4$  мл раствора титранта. Следовательно, на титрование всего карбоната израсходовано в два раза больше титранта, т.е.  $2(V_2 - V_1) = 2 \cdot 4 = 8$  мл.

На титрование щелочи потребовался объем титранта  $V_2 - 2(V_2 - V_1) = 22 - 8 = 14$  мл.

2) Рассчитаем концентрацию, титр и массу карбоната натрия в анализируемом растворе, исходя из закона эквивалентов. Количество эквивалентов карбоната натрия и  $\text{HCl}$  равны между собой:

$n(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{HCl})$ . Поскольку количество эквивалента вещества в растворе равно произведению молярной концентрации эквивалента на объем раствора, то

$$c(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) V(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) = c(\text{HCl}) V(\text{HCl}).$$

Отсюда находим молярную концентрацию эквивалента карбоната натрия в растворе:

$$c(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) = c(\text{HCl}) V(\text{HCl}) / V(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c(\text{HCl}) \cdot 2(V_2 - V_1) / V(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,1 \cdot 8 / 20 = 0,0400 \text{ моль/л}.$$

Молярная концентрация карбоната натрия в растворе равна

$$c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) / 2 = 0,0400 / 2 = 0,0200 \text{ моль/л}.$$

Рассчитаем титр раствора по карбонату натрия:

$$T(\text{Na}_2\text{CO}_3) = c(\text{Na}_2\text{CO}_3) M(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot 10^{-3} = 0,02 \cdot 105,989 \cdot 10^{-3} = 0,002120 \text{ г/моль}.$$

Рассчитаем массу карбоната натрия в  $V=100$  мл исходного раствора:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = T(\text{Na}_2\text{CO}_3) V = 0,002120 \cdot 100 = 0,2120 \text{ г}.$$

3) Аналогично рассчитаем концентрацию, титр и массу гидроксида натрия в исходном растворе.

Очевидно, что

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}), \quad c(\text{NaOH}) V(\text{NaOH}) = c(\text{HCl}) V(\text{HCl}).$$

Молярная концентрация гидроксида натрия

$$c(\text{NaOH})=c(\text{HCl})V(\text{HCl})/V(\text{NaOH})=c(\text{HCl})[V_2-2(V_2-V_1)]/V(\text{NaOH})=0,1 \cdot 14/20=0,0700 \text{ моль/л.}$$

Титр раствора по гидроксиду натрия

$$T(\text{NaOH})=c(\text{NaOH})M(\text{NaOH}) \cdot 10^{-3}=0,07 \cdot 39,9971 \cdot 10^{-3}=0,002800 \text{ г/мл.}$$

Масса гидроксида натрия в исходном растворе объемом  $V=100$  мл:

$$m(\text{NaOH})=T(\text{NaOH})V=0,002800 \cdot 100=0,2800 \text{ г.}$$

### Тема 9. Хроматографические методы анализа.

**Задача 20.** Для хроматографического определения никеля на бумаге, пропитанной раствором диметилглиоксима, приготовили три стандартных раствора. Для этого навеску  $0,2480 \text{ NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  растворили в мерной колбе на  $50$  мл. Затем из этой колбы взяли  $5,0$ ;  $10,0$  и  $20,0$  мл и разбавили в колбах на  $50$  мл. Исследуемый раствор также разбавили в мерной колбе на  $50$  мл.

Постройте калибровочный график в координатах  $h - C_{\text{Ni}}$  и определите содержание никеля (мг) в исследуемом растворе, если высота пиков стандартных растворов равна  $h_1 = 25,5$ ;  $h_2 = 37,5$ ;  $h_3 = 61,3$ , а высота пика исследуемого раствора равна  $h_x = 49,0$  мм.

**Ответ:**

Находим массу никеля в навеске  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , учитывая, что  $M(\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$  и  $M(\text{Ni})$  – молярные массы  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Ni}$  соответственно равны  $238$  г/моль и  $59$  г/моль. Тогда масса никеля в исследуемой навеске  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  составит:

$$m_{\text{Ni}} = (59 \cdot 0,248) / 238 = 0,0615 \text{ г}$$

$0,0615 \text{ г} - 50$  мл содержание никеля в первой колбе  $0,00615$  г/50мл

Xг - 5 мл

$0,0615 \text{ г} - 50$  мл содержание никеля во второй колбе  $0,0123$  г/50мл

Xг - 10 мл

$0,0615 - 50$  мл содержание никеля в третьей колбе  $0,0246$  г/50 мл

Xг - 20 мл

На основании проведенных расчетов строим график в координатах:  $h$ , мм – содержание никеля ( $C$ , г/50 мл). На график наносим высоту пика исследуемого раствора  $h=49$  мм и находим содержание никеля в исследуемом растворе  $C = 18,45$  мг/50мл.

### 3.3. Подготовка круглого стола по теме: Аналитическая химия – как основополагающая дисциплина для освоения будущей специальности

#### 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, электронная информационно-образовательная среда ВУЗа и сам обучающийся.

#### 5. Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Аналитическая химия» (фармацевтический факультет) для очной формы обучения

№ п/п темы	Название темы занятия	Вид СРС
	СРС (по видам учебных занятий)-120	
1	Общие теоретические основы аналитической химии	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
2	Типы химических равновесий и их роль в аналитической химии	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач

3	Качественный анализ катионов и анионов. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
4	Количественный анализ. Математическая обработка результатов количественного анализа.	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
5	Гравиметрический анализ	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
6	Инструментальные (физико-химические) и электрохимические методы анализа	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
7	Молекулярный спектральный анализ. Люминесцентный анализ	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
8	Химические титриметрические методы анализа	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
9	Хроматографические методы анализа	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач, подготовка круглого стола
	СРС по промежуточной аттестации -34	Подготовка к экзамену
	СРС (ИТОГО) - 154	

## **6. Критерии оценивания самостоятельной работы студентов по дисциплине «Аналитическая химия» (фармацевтический факультет)**

### **Для оценки докладов/реферативных сообщений:**

- Оценка «отлично» выставляется, если реферативное сообщение/доклад соответствует всем требованиям оформления, представлен широкий библиографический список. Содержание отражает собственный аргументированный взгляд студента на проблему. Тема раскрыта всесторонне, отмечается способность студента к интегрированию и обобщению данных первоисточников, присутствует логика изложения материала. Имеется иллюстративное сопровождение текста.
- Оценка «хорошо» выставляется, если реферативное сообщение/доклад соответствует всем требованиям оформления, представлен достаточный библиографический список. Содержание \ отражает аргументированный взгляд студента на проблему, однако отсутствует собственное видение проблемы. Тема раскрыта всесторонне, присутствует логика изложения материала.
- Оценка «удовлетворительно» выставляется, если реферативное сообщение/доклад не полностью соответствует требованиям оформления, не представлен достаточный библиографический список. Аргументация взгляда на проблему не достаточно убедительна и не охватывает полностью современное состояние проблемы. Вместе с тем присутствует логика изложения материала.
- Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если тема реферативного сообщения/доклада не раскрыта, отсутствует убедительная аргументация по теме работы, использовано не достаточное для раскрытия темы реферативного сообщения количество литературных источников.

### **Для оценки решения ситуационной задачи:**

Оценка «отлично» выставляется, если задача решена грамотно, ответы на вопросы сформулированы четко. Эталонный ответ полностью соответствует решению студента, которое хорошо обосновано теоретически.

Оценка «хорошо» выставляется, если задача решена, ответы на вопросы сформулированы не достаточно четко. Решение студента в целом соответствует эталонному ответу, но не достаточно хорошо обосновано теоретически.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если задача решена не полностью, ответы не содержат всех необходимых обоснований решения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задача не решена или имеет грубые теоретические ошибки в ответе на поставленные вопросы

### **Для оценки проведения круглого стола:**

**Отлично:** все компетенции, предусмотренные в рамках дисциплины (в объеме, знаний, умений и владений) освоены полностью. Уровень освоения компетенции – повышенный. Обучающийся активно решает поставленные задачи, демонстрируя свободное владение предусмотренными навыками и умениями на основе использования полученных знаний.

**Хорошо:** все компетенции, предусмотренные в рамках дисциплины (в объеме, знаний, умений и владений) освоены полностью. Уровень освоения компетенции – достаточный. Обучающийся решает поставленные задачи, иногда допуская ошибки, не принципиального характера, легко

исправляет их самостоятельно при наводящих вопросах преподавателя; демонстрирует владение предусмотренными навыками и умениями на основе использования полученных знаний.

**Удовлетворительно:** все компетенции, предусмотренные в рамках дисциплины (в объеме, знаний, умений и владений) освоены полностью. Уровень освоения компетенции – пороговый.

Обучающийся при решении поставленные задачи, часто допускает ошибки, не принципиального характера, исправляет их при наличии большого количества наводящих вопросах со стороны преподавателя; не всегда полученные знания может в полном объеме применить при демонстрации предусмотренных программой дисциплины навыками и умениями.

**Неудовлетворительно:** все компетенции, предусмотренные в рамках дисциплины (в объеме, знаний, умений и владений) не освоены или освоены частично. Уровень освоения компетенции – подпороговый. Обучающийся при решении поставленные задачи, допускает ошибки принципиального характера, не может их исправить даже при наличии большого количества наводящих вопросах со стороны преподавателя; знания по дисциплине фрагментарны и обучающийся не может в полном объеме применить их при демонстрации предусмотренных программой дисциплины навыками и умениям

## МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА ДЛЯ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

### 1. Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы по дисциплине «Аналитическая химия» (фармацевтический факультет)

В процессе самостоятельной работы студент приобретает необходимые для будущей специальности компетенции, 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 и компетенциями в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по дисциплине «**Аналитическая химия**»
- 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 (ФГОС ВО) 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, его компетентность. 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.

### 2. 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, ЭИОС, ЭБС и др. ресурсы.

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 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 насколько 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.

1. утверждений автора без привлечения фактического материала;
2. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

3. 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, неустойчивые 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 продемонстрировать 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, желательные аргументированные точки зрения.

#### **Правила написания научных текстов (рефератов):**

- Важно разобраться сначала, какова истинная цель Вашего научного текста - это поможет Вам разумно распределить свои силы, время и.

- Важно разобраться, кто будет «читателем» Вашей работы.
- Писать серьезные работы следует тогда, когда есть о чем писать и когда есть настроение поделиться своими рассуждениями.
- Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремясь структурировать свой текст. Каждый раз надо представлять, что ваш текст будет кто-то читать и ему захочется сориентироваться в нем, быстро находить ответы на интересующие вопросы (заодно представьте себя на месте такого человека). Понятно, что работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без выделения крупным шрифтом наиболее важным мест и т. п.), у культурного читателя должна вызывать брезгливость и даже жалость к автору (исключения составляют некоторые древние тексты, когда и жанр был иной и к текстам относились иначе, да и самих текстов было гораздо меньше – не то, что в эпоху «информационного взрыва» и соответствующего «информационного мусора»).
- Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых норм.
- Как создать у себя подходящее творческое настроение для работы над научным текстом (как найти «вдохновение»)? Во-первых, должна быть идея, а для этого нужно научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке.

### 3. Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Аналитическая химия» (фармацевтический факультет) для очной формы обучения

№ п/п темы	Название темы занятия	Вид СРС
	СРС (по видам учебных занятий)-120	
1	Общие теоретические основы аналитической химии	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
2	Типы химических равновесий и их роль в аналитической химии	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
3	Качественный анализ катионов и анионов. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
4	Количественный анализ. Математическая обработка результатов количественного анализа.	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
5	Гравиметрический анализ	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
6	Инструментальные (физико-химические) и электрохимические методы анализа	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
7	Молекулярный спектральный анализ. Люминесцентный анализ	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
8	Химические титриметрические методы анализа	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач
9	Хроматографические методы анализа	Доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач, подготовка круглого стола
	СРС по промежуточной аттестации -34	Подготовка к экзамену
	СРС (ИТОГО) - 154	

### 4. Критерии оценивания самостоятельной работы студентов по дисциплине «Аналитическая химия» (фармацевтический факультет)

Самостоятельная работа студентов предусмотрена программой для всех форм обучения и организуется в соответствии с рабочей программой дисциплины. Контроль выполнения заданий на СРС осуществляется преподавателем на каждом практическом занятии.

Оценка	Критерии оценки
<b>Зачтено</b>	Выставляется студенту, если работа выполнена самостоятельно, содержание соответствует теме исследования, оформление соответствует предъявляемым требованиям и студент может кратко пояснить качественное содержание работы.
<b>Не зачтено</b>	Выставляется студенту, если имеются признаки одного из следующих пунктов: оформление не соответствует предъявляемым требованиям, содержание работы не соответствует теме, студент не может пояснить содержание работы, не может ответить на поставленные вопросы

