

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учебно-методическое объединение по педагогическому образованию

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель Министра образования
Республики Беларусь

Регистрационный № ТД-_____/тип.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Типовая учебная программа по учебной дисциплине

для специальности

1–02 04 01 Биология и химия

СОГЛАСОВАНО

Председатель Учебно-методического
объединения по педагогическому
образованию

_____ А.И. Жук

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления высшего
образования Министерства
образования Республики Беларусь

_____ С.И. Романюк

СОГЛАСОВАНО

Проректор по научно-методической
работе Государственного
учреждения образования
«Республиканский институт высшей
школы»

_____ И.В. Титович

Эксперт-нормоконтролер

Минск 2014

СОСТАВИТЕЛЬ

Н.В. Суханкина, доцент кафедры химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка», кандидат педагогических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра аналитической химии Белорусского государственного университета;

Е.Я. Аршанский, профессор кафедры химии учреждения образования «Витебский государственный университет имени П.М. Машерова», доктор педагогических наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:

Кафедрой химии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»
(протокол № 9 от 25.02.2014г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»
(протокол № 3 от 06.03.2014 г.);

Научно-методическим советом по естественнонаучному образованию Учебно-методического объединения по педагогическому образованию
(протокол № 3 от 27.03.2014 г.)

Ответственный за редакцию: В.Н. Никандров

Ответственный за выпуск: Н.В. Суханкина

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Типовая учебная программа по учебной дисциплине «Аналитическая химия» разработана для учреждений высшего образования Республики Беларусь в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-02 04 01 «Биология и химия».

Целью изучения учебной дисциплины «Аналитическая химия» является получение студентами базовых знаний по всем аспектам современной аналитической химии, разрабатывающей на основе фундаментальных законов естествознания принципиальные методы и приемы аналитических измерений.

К основным задачам учебной дисциплины относится изучение теории и практики основных химических и физико-химических методов качественного и количественного анализа органических и неорганических веществ.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, полученные при изучении учебных дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия». Содержание учебной дисциплины «Аналитическая химия» является базой для дальнейшего изучения учебных дисциплин химического блока – «Методика преподавания химии», «Биологическая химия», а также учебных дисциплин биологического блока путем установления межпредметных связей.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- положения теории растворов электролитов и закона действующих масс;
- сущность и характеристику методов выделения, разделения и концентрирования;
- классификацию и теоретические основы качественных химических методов анализа, групповые и индивидуальные свойства ионов и веществ;
- теоретические основы и возможности применения количественных химических методов анализа (гравиметрического, титриметрического);
- специфику анализа различных объектов, включая вещества и продукты природного и синтетического происхождения;
- общие представления о физико-химических методах анализа, их применении для установления качественного и количественного состава анализируемых объектов;

уметь:

- выбирать оптимальные метод и методику определения качественного и количественного состава анализируемых объектов;

- проводить теоретический расчет аналитических параметров;
- проводить интерпретацию данных, полученных с помощью изучаемых методов для определения химического состава веществ;

владеть:

- основными приемами работы в аналитической лаборатории (операциями осаждения, титрования, взвешивания, экстрагирования, пробоподготовки);
- практическими навыками выполнения разделения и/или анализа объектов;
- навыками работы с аналитическими приборами.

Типовая учебная программа определяет объем материала, который подлежит изучению.

Преподавание учебной дисциплины предусматривает проведение лекций, семинаров, практических и лабораторных занятий, которые должны быть обеспечены техническими средствами обучения, необходимым лабораторным оборудованием и реактивами. Контроль усвоения знаний, навыков и умений осуществляется в виде устного (лабораторные коллоквиумы) и письменного контроля (рекомендуется выполнение 2-х контрольных работ в семестре).

При изучении учебной дисциплины целесообразно применять разнообразные сочетания элементов проблемного и развивающего обучения, личностно ориентированного подхода, модульной и проектной технологии, технологий технических средств обучения, различные формы моделирования и визуализации химических объектов. При этом широко используются специфические для химии методы обучения: химический эксперимент и решение расчетных химических задач.

Типовым учебным планом по специальности 1-02 04 01 «Биология и химия» на изучение учебной дисциплины «Аналитическая химия» отводится 238 часов, из них 116 часов – аудиторных (44 часа – лекции, 44 часа – лабораторные занятия, 12 часов – практические занятия, 16 часов – семинары). Рекомендуемая форма текущего контроля – экзамен.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ пп	Наименование разделов и тем	Количество аудиторных часов				
		всего	в том числе			
			лек- ции	лабо- ратор- ные заня- тия	прак- тиче- ские заня- тия	семи- нары
РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ		18	12		6	
1.1.	Основные понятия аналитической химии. Положения теории растворов электролитов и закона действующих масс	6	4		2	
1.2.	Протолитические равновесия	4	2		2	
1.3.	Равновесие в системе осадок-раствор	4	2		2	
1.4.	Окислительно-восстановительные реакции и их использование в химическом анализе	2	2			
1.5.	Комплексообразование в химическом анализе	2	2			
РАЗДЕЛ 2. ПОДГОТОВКА ПРОБЫ К АНАЛИЗУ. МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ		6	4		2	
2.1.	Общие вопросы пробоподготовки и пробоотбора	2	2			
2.2.	Использование ионообменных и сорбционных методов и метода экстракции в анализе.	4	2		2	
РАЗДЕЛ 3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О МЕТОДАХ КАЧЕСТВЕННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ		14	4	8	2	

3.1.	Выявление и идентификация неорганических веществ	12	2	8	2	
3.2.	Анализ органических объектов	2	2			
РАЗДЕЛ 4. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА		58	16	28	8	6
4.1.	Гравиметрический анализ	16	4	8	2	2
4.2.	Титриметрический анализ	42	12	20	6	4
4.2.1	Основные понятия титриметрического анализа	2	2			
4.2.2	Кислотно-основное титрование	16	4	8	2	2
4.2.3	Осадительное титрование	4	2			2
4.2.4	Окислительно-восстановительное титрование	12	2	8	2	
4.2.5	Комплексометрическое титрование	8	2	4	2	
РАЗДЕЛ 5. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДАХ АНАЛИЗА		20	8	8	2	2
5.1.	Общая характеристика физико-химических методов анализа	4	2			2
5.2.	Теоретические основы хроматографии	4	2		2	
5.3.	Оптические методы анализа	6	2	4		
5.4.	Электрохимические методы анализа	6	2	4		
ВСЕГО:		116	44	44	12	16

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Тема 1.1. Основные понятия аналитической химии. Положения теории растворов электролитов и закона действующих масс. Структура аналитической химии, ее место в системе наук, связь с практикой. Понятие об аналитическом сигнале. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции. Типы аналитических реакций и реагентов. Использование законов термодинамики и кинетики для описания реальных гомогенных и гетерогенных систем. Термодинамическая и концентрационная константы равновесия. Основные положения теории Дебая-Хюккеля. Активность электролитов, ионов, коэффициент активности. Влияние ионной силы раствора на коэффициенты активности ионов. Виды констант химического равновесия, используемых в химико-аналитических исследованиях.

Тема 1.2. Протолитические равновесия. Современное представление о кислотах и основаниях. Концентрация и активность ионов гидроксония в водной среде. Использование кислотно-основных процессов в анализе. Влияние природы растворителя на кислотно-основные равновесия в растворе. Описание равновесия в системах: раствор сильного электролита, раствор слабого электролита (одно- и многоосновного), раствор гидролизующихся солей. Кислотно-основные буферные системы и механизм их действия. Буферная емкость.

Тема 1.3. Равновесие в системе осадок-раствор. Константа растворимости как частный случай константы равновесия. Концентрационная и термодинамическая константы растворимости. Растворимость как основная аналитическая характеристика. Факторы, влияющие на растворимость осадков. Количественное осаждение, фракционное осаждение. Механизм образования осадков. Соосаждение. Адсорбция на поверхности осадка и закономерности ее протекания. Окклюзия и изоморфизм. Особенности образования коллоидных систем.

Тема 1.4. Окислительно-восстановительные реакции и их использование в химическом анализе. Связь константы равновесия окислительно-восстановительной реакции со стандартными окислительно-восстановительными потенциалами систем. Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительной реакции. Использование

окислительно-восстановительных реакций при подготовке пробы к анализу, в качественном и количественном химическом анализе. Основные неорганические и органические окислители и восстановители. Методы предварительного окисления и восстановления определяемого компонента.

Тема 1.5. Комплексообразование в химическом анализе. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе. Константы устойчивости комплексов. Типы комплексных соединений, используемых в химическом анализе: хелатные комплексные соединения металлов, аминок-, ацидо-, гидроксокомплексы. Инертные и лабильные комплексы. Примеры использования процессов комплексообразования в химическом анализе: осаждение катионов и анионов из растворов, растворение осадков, разделение методом фракционного осаждения, открытие ионов по изменению окраски раствора в результате образования окрашенных комплексов, маскировка ионов, концентрирование веществ.

РАЗДЕЛ 2. ПОДГОТОВКА ПРОБЫ К АНАЛИЗУ. МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

Тема 2.1. Общие вопросы пробоподготовки и пробоотбора. Проба и объект анализа. Проба и метод анализа. Отбор проб газообразных, жидких и твердых объектов. Методы разложения проб: «мокрые» и «сухие». Методы разделения и концентрирования: процессы и реакции, лежащие в основе методов. Классификация методов: испарение, озоление, осаждение и соосаждение; экстракция, сорбционные, электрохимические и хроматографические методы. Сочетание разделения и концентрирования с методами определения. Принципы выбора метода.

Тема 2.2. Использование ионообменных и сорбционных методов и метода экстракции в анализе. Суть метода жидкостной экстракции. Закон распределения Нэрнста. Основные типы соединений, используемых в экстракции. Классы экстрагентов. Сорбционные методы: классификация по механизму взаимодействия вещества с сорбентом, способу осуществления процесса. Количественное описание сорбционных процессов.

РАЗДЕЛ 3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О МЕТОДАХ КАЧЕСТВЕННОГО ОБНАРУЖЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ

Тема 3.1. Выявление и идентификация неорганических веществ. Аналитические задачи и выбор метода обнаружения и идентификации неорганических соединений. Понятие о дробном и систематическом анализе. Понятие о физических методах обнаружения и идентификации неорганических соединений. Микрорентгенофлуоресцентный анализ. Пирохимический анализ. Капельный анализ. Понятие о хроматографических методах качественного анализа.

Тема 3.2. Анализ органических объектов. Определение состава, строения и идентификация органических соединений химическими, физико-химическими и физическими методами. Представление о качественном элементном анализе и анализе функциональных групп. Общая схема выделения биологически активных соединений из природных объектов, пробоподготовки и установления их строения. Представление об анализе природных и синтетических высокомолекулярных соединений, полимерных материалов.

РАЗДЕЛ 4. ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА

Тема 4.1. Гравиметрический анализ. Сущность, значение, достоинства и ограничения прямых и косвенных гравиметрических методов. Важнейшие неорганические и органические осадители. Общая схема гравиметрического анализа. Практическое применение метода.

Тема 4.2. Титриметрический анализ.

4.2.1. Основные понятия титриметрического анализа. Классификация методов титриметрического анализа. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Виды титриметрических определений: прямое, обратное и косвенное титрование. Способы выражения состава растворов в титриметрии. Приготовление растворов-титрантов. Виды кривых титрования. Точка стехиометричности (эквивалентности) и конечная точка титрования. Расчеты в титриметрическом анализе.

4.2.2. Кислотно-основное титрование. Алкалиметрия и ацидиметрия. Приготовление и стандартизация растворов титрантов. Расчет и построение кривых кислотно-основного титрования. Кислотно-основные индикаторы. Теории индикаторов. Выбор индикатора. Погрешности титрования при

определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований. Кислотно-основное титрование в неводных средах. Практическое применение метода.

4.2.3. Осадительное титрование. Расчет и построение кривых титрования. Способы фиксации конечной точки титрования. Аргентометрия: метод Мора, метод Фольгарда, метод Фаянса. Практическое применение метода.

4.2.4. Окислительно-восстановительное титрование. Расчет и построение кривых титрование. Факторы, влияющие на характер кривых титрования. Способы фиксации конечной точки титрования; окислительно-восстановительные индикаторы. Перманганатометрия. Дихроматометрия. Система йод - иодид как окислитель или восстановитель. Практическое применение метода.

4.2.5. Комплексометрическое титрование. Неорганические и органические титранты в комплексометрии. Особенности использования аминополикарбонновых кислот в комплексометрии. Способы комплексометрического титрования: прямое, обратное и косвенное. Важнейшие универсальные и специфические металлохромные индикаторы. Селективность титрования и способы ее повышения. Практическое применение комплексометрического титрования. Определение общей жесткости воды.

РАЗДЕЛ 5. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДАХ АНАЛИЗА

Тема 5.1. Общая характеристика физико-химических методов анализа. Достоинства, ограничения, области применения оптических, электрохимических, хроматографических методов анализа. Основные приемы определения и расчета концентраций в физико-химических методах. Прямые измерения (метод градуировочного графика, метод молярного свойства, метод добавок); косвенные измерения (метод титрования).

Тема 5.2. Теоретические основы хроматографии. Основные понятия. Классификация хроматографических методов. Способы осуществления хроматографического процесса. Особенности капиллярных колонок. Способы элюирования веществ. Параметры удерживания. Детекторы. Понятие о газовой хроматографии. Качественный и количественный хроматографический анализ. Понятие о жидкостной хроматографии.

Тема 5.3. Оптические методы анализа. Спектр электромагнитного излучения. Энергия фотонов, частота, волновое число, длина волны; связь между ними. Классификация спектроскопических методов по природе частиц, взаимодействующих с излучением (атомные, молекулярные); характеру процесса (абсорбционные, эмиссионные); диапазону электромагнитного излучения. Основные законы испускания и поглощения электромагнитного излучения. Связь аналитического сигнала с концентрацией определяемого компонента.

Тема 5.4. Электрохимические методы анализа. Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Измерение потенциала. Ионметрия.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ****Основная**

1. Васильев, В.П. Аналитическая химия. Сборник вопросов упражнений и задач / В.П. Васильев, Л.А. Кочергина, Т.Д. Орлова. – М.: Дрофа, 2004. – 320 с.
2. Жебентяев, А.И. Аналитическая химия. Химические методы анализа: учеб. пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2011. – 542 с.
3. Мечковский, С.А. Аналитическая химия: учеб. пособие для биолог. спец. вузов / С.А. Мечковский. – Мн.: Университетское, 1991. – 334 с.
4. Суханкина, Н.В. Аналитическая химия. Титриметрический анализ: лабораторный практикум / Н.В. Суханкина. – Мн.: БГПУ, 2006. – 48 с.
5. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ / Ю.Я. Харитонов. – Высшая школа, 2005. – 615 с.
6. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа / Ю.Я. Харитонов. – Высшая школа, 2005. – 559 с.

Дополнительная

1. Дорохова, Е.Н. Задачи и вопросы по аналитической химии / Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2001. – 216 с.
2. Золотов, Ю.А. Основы аналитической химии: учебник для вузов. В 2-х кн. Кн. 1. / Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева. – М.: Высшая школа, 2004. – 395 с.
3. Золотов, Ю.А. Основы аналитической химии: учебник для вузов. В 2-х кн. Кн. 2. / Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева. – М.: Высшая школа, 2004. – 505 с.
4. Кунце, У. Основы качественного и количественного анализа; пер. с нем. / У. Кунце, Г. Шведт Г. – М.: Мир, 1997. – 424 с.
5. Москвин, Л.Н. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии / Л.Н. Москвин, Л.Г. Царицына. – Л.: Химия, 1991. – 256 с.
6. Сабадвари Ф., Робинсон А. История аналитической химии / Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 304 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Целями самостоятельной работы студентов являются:

- активизация учебно-познавательной деятельности обучающихся;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного приобретения и обобщения знаний;
- формирование у обучающихся умений и навыков самостоятельного применения знаний на практике;
- саморазвитие и самосовершенствование.

Самостоятельная работа выполняется по заданию и при методическом руководстве лица из числа профессорско-преподавательского состава (далее – преподаватель) и контролируется на определенном этапе обучения преподавателем.

Самостоятельная работа, как важная составная часть учебного процесса, обеспечивается мотивацией, доступностью и качеством научно-методического и материально-технического обеспечения образовательного процесса, сопровождается системой контроля и способствует усилению практической направленности обучения.

При выполнении самостоятельной работы должны быть созданы условия, обеспечивающие активную роль студентов в самостоятельном получении знаний и систематическом применении их на практике.

Принципы планирования и организации самостоятельной работы студентов:

- соответствие объема самостоятельной работы реальному бюджету времени обучающегося, выделяемого на самостоятельную работу;
- равномерность проведения самостоятельной работы в течение семестра;
- увеличение удельного веса самостоятельной работы от семестра к семестру;
- системность и регулярность проведения контроля самостоятельной работы.

Обязательными условиями эффективной организации самостоятельной работы по учебной дисциплине являются:

- наличие научно-методического обеспечения самостоятельной работы по учебной дисциплине;
- использование рейтинговой системы оценки знаний по учебной дисциплине.

Научно-методическое обеспечение самостоятельной работы по учебной дисциплине включает:

- перечень заданий и контрольных мероприятий самостоятельной работы по учебной дисциплине;

- учебную, справочную, методическую, иную литературу и ее перечень;

- учебно-методические комплексы, в том числе электронные;

- доступ для каждого обучающегося к библиотечным фондам, электронным средствам обучения, электронным информационным ресурсам (локального доступа, удаленного доступа) по учебной дисциплине;

- фонды оценочных средств: типовые задания, контрольные работы, тесты, алгоритмы выполнения заданий, примеры решения задач, тестовые задания для самопроверки и самоконтроля, тематика рефератов, методические разработки по инновационным формам обучения и диагностики компетенций;

Время, отведенное на самостоятельную работу, используется студентами на:

проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;

- выполнение типовых расчетов;

- решение задач;

- составление алгоритмов, схем;

- выполнение исследовательских и творческих заданий;

- подготовку сообщений, тематических докладов, рефератов, презентаций;

- выполнение практических заданий;

- конспектирование учебной литературы;

- подготовку отчетов;

- составление обзора научной (научно-технической) литературы по заданной теме;

- выполнение патентно-информационного поиска;

- аналитическую обработку текста (аннотирование, реферирование, рецензирование, составление резюме);

- подготовку докладов;

- подготовку презентаций;

- составление тестов;

- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников.

Таким образом, задания для самостоятельной работы по учебной дисциплине рекомендуется делить на три модуля:

- задания, формирующие достаточные знания по изученному учебному материалу на уровне узнавания;

- задания, формирующие компетенции на уровне воспроизведения;

- задания, формирующие компетенции на уровне применения полученных знаний.

Каждый модуль заданий для самостоятельной работы включает в обязательном порядке задачи профессионально-направленного содержания.

Контроль самостоятельной работы может осуществляться в виде:

- контрольной работы;
- теста;
- коллоквиума;
- экспресс-опросов на аудиторных занятиях.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТА

Для контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по учебной дисциплине «Аналитическая химия» можно использовать следующие средства:

- устный опрос при получении студентом допуска к проведению лабораторных работ;
- защита лабораторных работ;
- опрос по выяснению знаний по теме (коллоквиум);
- дифференцированные тесты по отдельным разделам и темам учебной дисциплины;
- контрольные работы.