

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДЕНА

Ректором БГТУ,
профессором И.М. Жарским

03.03. 2014 г.

Регистрационный № УД- 700 /баз.

ХИМИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

**Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальностей:**

**1-48 01 02 Химическая технология органических веществ,
материалов и изделий;**

1-48 01 05 Химическая технология переработки древесины

Минск 2013

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор БГТУ, профессор

_____ И.М. Жарский

_____ /Регистрационный № УД-_____/баз.

ХИМИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

**Учебная программа учреждения высшего образования по учебной
дисциплине для специальностей:**

**1-48 01 02 Химическая технология органических веществ,
материалов и изделий;**

1-48 01 05 Химическая технология переработки древесины

УДК 54-386 (073)
ББК 24я73
Х-46

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ

Кафедрой общей и неорганической химии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 5 от 16.12.2013 г.);

Учебно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол №3 от 28.02.2014 г.)

СОСТАВИТЕЛЬ

Ашуйко Валерий Аркадьевич, доцент кафедры общей и неорганической химии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат химических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ

Лещев Сергей Михайлович, профессор кафедры аналитической химии Белорусского государственного университета, доктор химических наук, профессор;

Марцуль Владимир Николаевич, заведующий кафедрой промышленной экологии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент

Ответственный за выпуск: В.А. Ашуйко

Х-46 Химия комплексных соединений: учебная программа для высших учебных заведений / сост.: В.А.Ашуйко – Минск: БГТУ, 2013. – 8 с.

УДК 54-386 (073)
ББК 24я73
© Учреждение образования
«Белорусский государственный
технологический университет», 2013
© Ашуйко В.А. 2013

СОСТАВИТЕЛЬ:

В.А.Ашуйко – доцент кафедры общей и неорганической химии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат химических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

С.М. Лецев – профессор кафедры аналитической химии Белорусского государственного университета, доктор химических наук, профессор

В.Н. Марицель – заведующий кафедрой промышленной экологии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», доцент, кандидат технических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и неорганической химии учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 5 от 16.12.13 г.);

Учебно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 3 от 28.02.2014 г.)

Ответственный за редакцию: В.А.Ашуйко

Ответственный за выпуск: В.А.Ашуйко

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования по специальностям: 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий»; 1-48 01 05 «Химическая технология переработки древесины».

Актуальность изучения дисциплины в вузе и ее роль в профессиональной подготовке выпускника

Химия комплексных соединений – один из основных разделов химии, без глубокого понимания которого не может обойтись специалист любого профиля. Координационная химия существенно расширила представления о таких общехимических понятиях, как химическая связь, стереохимия и стереодинамика, изомерия, молекулярный дизайн, катализ, координационные полимеры и супрамолекулярные структуры.

Координационная химия сегодня – это самостоятельный раздел химии, имеющий множество научных направлений. Она рассматривает проблемы, традиционно относящиеся как к неорганической, так и к органической химии.

Синтез разнообразных политопных, макроциклических и полимакроциклических лигандов и координационных соединений на их основе: геликатов, дендримеров, координационных полимеров и соединений с топологически связанными молекулами (катенаны, ротаксаны, узлы) сделал возможным дизайн высокоэффективных катализаторов и сенсоров, использующих распознавание субстрата подобно тому, как это происходит в живых организмах. Синтез функциональных материалов: сорбентов, элементов молекулярной электроники и нелинейной оптики лекарственных препаратов – задачи решаемые современной координационной химией.

Дисциплина «Химия комплексных соединений» дает теоретическую базу для формирования экспериментальных навыков студентов, умения проводить обобщения и использовать полученные знания в своей практической деятельности. Успешное овладение основами данного курса требует от студентов обязательного знания разделов теоретических основ химии, неорганической химии, органической химии, высшей математики, физики, а также умения активно использовать вычислительную технику в решении различных задач.

Цели и задачи учебной дисциплины

Освоение выпускниками учреждений высшего образования современных основ химии направлено на повышение качества подготовки к профессиональной деятельности.

Обучение химии в инженерно-техническом учреждениях высшего образования ставит своей целью:

– формирование научного мировоззрения и развития химического мышления будущих специалистов. В основе естественнонаучного мировоззрения лежит учение о строении вещества, поэтому в учебной программе большое внимание уделяется вопросам строения молекул координационных соединений, теориям химической связи в них, изомерии координационных соединений и их стереохимии.

– прочное освоение студентами теоретических положений химии координационных соединений и на их основе дальнейшее изучение координационной химии. Это позволяет понять закономерности протекания химических процессов с участием координационных соединений: энергетику химических реакций, направление и термодинамическую возможность их протекания, скорость и механизм химических реакций, что в конечном итоге позволяет объяснить свойства веществ и их взаимные превращения.

– овладение методами химических расчетов, основами моделирования синтеза различных координационных структур и формирование экспериментальных навыков. Усвоение основных законов и теорий химии дает теоретическую базу для решения практических задач, приобретение навыков самостоятельного проведения химического эксперимента.

Связь с другими дисциплинами

Перечень дисциплин (с указанием разделов) изучение которых необходимо для изучения данной дисциплины.

№№ п/п	Название дисциплины	Раздел
1.	Теоретические основы химии	Строение атома.
2.	Неорганическая химия	Теория химической связи (метод ВС, метод МО, теория кристаллического поля).
3.	Аналитическая химия	Титриметрический анализ. Комплексонометрия.
4.	Органическая химия	Этилен, ацетилен и их производные амины. Нитрилы и некоторые другие.

Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

После изучения дисциплины «Химия комплексных соединений» студенты должны **знать**:

– основы классификации, номенклатуры и строения комплексных соединений;

– основы теорий химической связи (метод ВС и МО), объясняющих строение молекул комплексных веществ и характер изменения их свойств;

– возможности термодинамического анализа при изучении химического равновесия, кинетики и механизмов процессов с участием комплексных соединений;

– особенности процессов, протекающих в водных и неводных растворах, поведение электролитов и неэлектролитов в них. Количественные характеристики образования и диссоциации координационных соединений. Влияние условий (природа растворителя, температура, рН – раствора, концентрация и природа лиганда и др.) на протекание синтеза разных координационных соединений;

– особенности окислительно-восстановительных процессов и способы определения их количественных характеристик.

Студенты должны **уметь**:

– проводить анализ возможности протекания химических реакций с участием комплексных соединений и осуществлять выбор оптимальных условий;

– проводить расчеты по определению степени превращения вещества в химических процессах с использованием их различных количественных характеристик;

– прогнозировать свойства координационных соединений, исходя из условий синтеза, природы комплексообразователя и лигандов.

Студенты должны **владеть**:

– базовыми понятиями теоретических основ координационной химии, на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций;

– навыками обращения с химическими веществами, проведения химического эксперимента, основными методами получения и исследования веществ.

Компетенции студентов

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

Структура содержания учебной дисциплины

Учебные планы предусматривают для изучения дисциплины для специальностей: 1-48 01 02 – Химическая технология органических веществ, материалов и изделий – 68 часов: аудиторных занятий – 34 часа; лекций – 26 часов; лабораторных – 8 часов; 1-48 01 05 – Химическая технология переработки древесины – 62 часа: . аудиторных занятий – 34 часа; лекций – 26 часов; лабораторных – 8 часов.

Программа состоит из одной части. В ней представлены общие закономерности строения комплексных соединений. Особое внимание уделяется условиям протекания синтеза координационных соединений. Уделяется внимание вопросам получения жидких кристаллов, создания на поверхности твердых веществ моно- и полислоиных пленок. Рассмотрены вопросы применения координационных супрамолекулярных структур.

Рекомендуемая форма контроля – зачет.

Примерный тематический план дисциплины «Химия комплексных соединений»

Наименование темы	Лекции	Лабораторные занятия
Введение	1	–
1. Основные понятия и определения	3	–
2. Общее строение и номенклатура комплексных соединений	2	–
3. Классификация и изомерия комплексных соединений	4	–
4. Лиганды комплексных соединений	4	–
5. Химическая связь в комплексных соединениях	4	–
6. Растворы комплексных соединений	2	4
7. Химические свойства комплексных соединений	4	4
8. Применение	2	–
Итого	26	8

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Введение

Предмет «Химия комплексных соединений» и ее место среди других химических наук. Роль химии комплексных соединений в создании нанотехнологий, направленном синтезе наночастиц, мономолекулярных пленок.

1. Основные понятия и определения

Донорные атомы. Дентатность и амбидентатность. Топичность. Координационный полиэдр.

2. Общее строение и номенклатура комплексных соединений

Комплексные соединения. Комплексообразователь. Лиганды, их классификация и дентатность. Координационное число атома (иона) – комплексообразователя. Внутренняя и внешняя сфера комплексного соединения. Номенклатура комплексных соединений. Типы комплексных соединений. Внутренние комплексные соединения (внутрикомплексные (нейтральные)). Комплексоны металлов. Комплексы с макроциклическими лигандами.

3. Классификация и изомерия комплексных соединений

Классификация комплексов по типу координируемых лигандов. Аммиакаты. Аквакомплексы и гидроксокомплексы. Ацидокомплексы. Анионгалогенаты и катионгалогенаты. Гидридные комплексы Карбонилы металлов. Особые группы комплексных соединений: комплексы с ненасыщенными молекулами (π -комплексы); циклические комплексные соединения (хелаты), многоядерные комплексные соединения. Кластеры.

Изомерия комплексных соединений: геометрическая, оптическая, гидратная, связевая изомерия, ионизационная. Трансформационная изомерия. Координационная изомерия и полимерия. Конформационная изомерия.

Комплексные соединения с координационными числами от 2 до 10 и выше.

4. Лиганды комплексных соединений

Лиганды комплексных соединений. Молекулы воды и гидроксид-ионы. Амины. Органические нитрилы. Фосфиты. Триалкинфосфиты. Тиоэфиры, меркаптаны, этилен, ацетилен и их производные. Галогенид-, цианид-, роданид-ионы и др. Взаимное влияние лигандов во внутренней сфере комплексных соединений. Правила Пейроне и Иергенсена. Закономерности трансвлияния и цисвлияния.

5. Химическая связь в комплексных соединениях

Химическая связь в комплексных соединениях, электростатические представления. Теория валентных связей. Концепция отталкивания

электронных пар валентной оболочки. Теория кристаллического поля. Метод молекулярных орбиталей. Молекулы с дефицитом электронов.

Хелатный эффект. Хелатные соединения. Изомерия хелатных комплексов.

6. Растворы комплексных соединений

Равновесие в растворах комплексных соединений. Ступенчатый характер равновесий. Константы нестойкости и устойчивости комплексных ионов. Кислотно-основные свойства комплексных соединений. Факторы, влияющие на их кислотные свойства. Кислотно-основные равновесия в растворах гидратокомплексов. Полимеризация гидроксокомплексов. Основность комплексов.

7. Химические свойства комплексных соединений

Механизмы реакций координационных соединений. Реакционная способность координированных лигандов комплексных соединений. Окислительно-восстановительные свойства комплексных соединений. Типы окислительно-восстановительных превращений комплексных соединений. Влияние процессов комплексообразования на величину электродных потенциалов.

8. Применение

Применение комплексных соединений. Аналитическая и органическая химия. Катализ. Красители. Пигменты и другие области применения.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Примерная тематика лабораторных занятий

1. Техника безопасности. Комплексные соединения.
2. Синтез комплексных соединений:
 - Работа 1. Получение тетраамин меди (II) сульфата.
 - Работа 2. Получение гексаммин кобальт (III) хлорид.
 - Работа 2. Получение триоксалатохромат (III) калия
3. Определение содержания ионов Mg^{2+} в растворе титрованием с использованием комплексона.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы организации самостоятельной работы студентов:

- индивидуальные задания, в т.ч. разноуровневые;
- отчеты по лабораторным работам.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для диагностики знаний используются следующие средства: тесты, контрольные работы, отчеты по индивидуальным и лабораторным работам, зачет.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

а) основная

1. Кукушкин, Ю.Н. Химия координационных соединений / Ю.Н. Кукушкин. – М.: Высшая школа, 1985. – 455 с.
2. Координационная химия: учеб. пособие / В.В. Скопенко [и др.]. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 488 с.

б) дополнительная

3. Гринберг, А.А. Введение в химию комплексных соединений / А.А. Гринберг. – 4-е изд., исправленное. – Л.: Химия, 1971. – 631 с.
4. Кукушкин, В.Ю. Теория и практика синтеза координационных соединений / В.Ю. Кукушкин, Ю.Н. Кукушкин; под ред. акад. Н.М. Жаворонкова. – Л.: Наука, 1990. – 260 с.
5. Дятлова, Н.М. Комплексоны / Н.М. Дятлова, В.Я. Темкина, Р.П. Ластовский; под ред. д.х.н. М. Ластовского. – М.: Химия, 1970. – 417 с.
6. Берсукер, И.Б. Электронное строение и свойства координационных соединений: Введение в теорию / И.Б. Берсукер. – 3-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1986. – 288 с.
7. Макашев, Ю.А. Соединения в квадратных скобках / Ю.А. Макашев, В.М. Замяткина. – Л.: Химия, 1976. – 216 с.
8. Комплексоны в биологии и медицине: обзорная информация / Химическая промышленность, серия «Реактивы и особо чистые вещества». – М.: НИИТЭХИМ, 1986. – 50 с.
9. Кукушкин, Ю.Н. Соединения высшего порядка / Ю.Н. Кукушкин. – Л.: Химия, 1991. – 112 с.
10. Комплексные соединения: метод. указания по курсу «Общая и неорганическая химия» для студ. спец. 25.03 «Технология электрохимических производств» / Л.Н. Новикова, В.Б. Дроздович, И.Г. Гунько. – Минск: БГТУ, 1993. – 30 с.
11. Волков, А.И. Большой химический справочник / А.И. Волков, И.М. Жарский. – Минск: Современная школа, 2005. – 608 с.
12. Гликина, Ф.Б. Химия комплексных соединений / Ф.Б. Гликина, Н.Г. Ключников. – М.: Просвещение, 1972. – 167 с.
13. Костромина, Н.А. Химия координационных соединений / Н.А. Костромина, В.Н. Кумок, Н.А. Скорик; – под ред. проф. Н.А. Костроминой. – М.: Высшая школа, 1990. – 431 с.
14. Бек, М. Исследование комплексообразования новейшими методами / М. Бек, И. Надьпал. – М.: Мир, 1989. – 408 с.
15. Пешкова, В.М. Методы абсорбционной спектроскопии в аналитической химии / В.М. Пешкова, М.И. Громова. – М.: Высшая школа, 1976. – 279 с.

Учебное издание

ХИМИЯ КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Учебная программа для высших учебных заведений

Составитель: **Ашуйко** Валерий Аркадьевич

Ответственный за выпуск Ашуйко В.А.

Подписано в печать 03.03.2014. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 0,8. Уч.-изд. л. 1,0.
Тираж 8 экз. Заказ .

Учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220006. Минск, Свердлова, 13а.
ЛИ №/ 02330/0549423 от 08.04.2009.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Центр издательско-полиграфических и информационных технологий
учреждения образования «Белорусский государственный технологический
университет».
ЛИ №/ 02330/0549423 от 08.04.2009.
ЛП №/ 02330/0150477 от 16.01.2009.