

654079, Россия, Кемеровская обл.,  
г. Новокузнецк, проезд Коммунаров, 5  
тел./факс: 20-08-81, 20-08-82  
e-mail: licey-11@mail.ru  
www.licey11.ucoz.ru



ИНН4217023667  
КПП 421701001  
ОКАТО 32431000000  
ОГРН 1034217005877

муниципальное бюджетное  
негосударственное общеобразовательное учреждение  
«Лицей №11»

ПРИНЯТО  
педагогическим советом  
МБ НОУ «Лицей №11»  
Протокол №1 30.08.2019г.



Дополнительная  
общеразвивающая программа

**«КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»  
11 КЛАСС**

**направленность: естественно-научная**

Новокузнецк 2019г.

## Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Комплексные соединения» разработана для обучающихся 11 классов. Программа рассчитана на 70 часов (2 часа в неделю).

### Календарный учебный график

Период освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы составляет – 35 недель (70 часов).

Форма проведения занятий - очная, групповая.

Начало учебных занятий – 02 сентября 2019 г.

Окончание учебных занятий – 25 мая 2020 г.

Каникулы: Осенние 28.10.2019 г. – 04.11.2019 г.

Зимние 28.12.2019 г. – 12.01.2020 г.

Продолжительность занятий - 45 минут

### Учебный план дополнительной общеразвивающей программы

Наименование программы	Количество часов в неделю/ в год
Комплексные соединения	2/70
Всего	2/70

Итоговый контроль проводится в виде тестирования (18.05.2020 г - 22.05.2020г).

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа имеет **естественно-научную направленность**.

Программа является междисциплинарной и рассчитана на обучающихся, интересующихся химией и биологией, направлен на углубление и расширение знаний, способствует выработке практических умений в решении задач и написании химических формул комплексных соединений, готовит к сознательному выбору будущей специальности. Привлечение дополнительной информации межпредметного характера о значении комплексных соединений в различных областях народного хозяйства, в быту, в решении проблемы сохранения и укрепления здоровья позволяет заинтересовать школьников бионеорганической химией, повышает познавательную активность, развивает аналитические способности.

Изучение этой темы исключено из школьного курса химии, несмотря на то, что комплексные соединения – наиболее обширный и разнообразный класс неорганических веществ. Кроме того, в биологических системах комплексные соединения являются основной формой действия ионов металлов, выполняющих разнообразные функции. Бывшие выпускники школы, которые на данный момент обучаются в высших учебных заведениях медицинского профиля, отмечают, что на 1-м курсе они испытывают

затруднения в изучении комплексных соединений, т.к. имеют очень скудные представления о них.

Цель программы - изучение состава и строения комплексных соединений, их основных свойств, номенклатуры, координационное число, пространственную структуру, роль в биологических системах; развивать у учащихся познавательный интерес к химии, внутреннюю мотивацию учения; ориентировать школьников на сознательный выбор будущей специальности.

Решение задач программы позволяет:

развивать у учащихся познавательный интерес к химии, внутреннюю мотивацию учения;

ориентировать школьников на сознательный выбор будущей специальности;

формировать представления о роли комплексных соединений в биологических системах и различных областях народного хозяйства; развивать умения решать задачи по химии;

расширять кругозор учащихся; развивать общеучебные умения и навыки: работать с научно-популярной и справочной литературой, сравнивать, выделять главное, систематизировать материал, делать выводы;

использовать и развивать межпредметные связи химии с биологией.

## Содержание программы

**Тема 1. Комплексные соединения.** Строение комплексных соединений.

Координационная теория А. Вернера. (6 часов)

**Тема 2. Классификация, номенклатура, Изомерия комплексных соединений** (6 часов).

Соединения с: а) комплексными катионами; б) комплексными анионами; в) комплексными катионами и анионами.

**Тема 3. Получение комплексных соединений и изучение некоторых их свойств** (4 часа).

Получение комплексных соединений, изучение и сравнение свойств их с простыми солями. На примере хлорида диамминсеребра.

**Тема 4. Равновесие в системах, содержащих комплексные соединения** (4 часа)

Диссоциация комплексных соединений. Константа нестойкости.

**Тема 5 .Химическая связь в комплексных соединениях. Устойчивость комплексных соединений.** (8 часов)

Сущность химической связи в комплексных соединениях и зависимость геометрии комплексных соединений от пространственного расположения гибридизованных орбиталей комплексообразователя. Метод валентных связей в комплексных соединениях. Химическая связь между внутренней и внешней сферами комплексных соединений. Причины, обуславливающие устойчивость и разрушение комплексных соединений.

**Тема 6. Решение задач** (12 часов)

1. Определение концентрации ионов комплексообразователя в растворах.
2. Вычисление зарядов комплексных ионов.

**Тема 7. Комплексные соединения в биологических системах** (8 часов)

Комплексные соединения – основная форма присутствия ионов металлов в биологических системах. Функции ионов металлов в живых системах: каталитическая, транспортная, перенос электронов, передача нервных импульсов, регуляторная.

Основные аспекты бионеорганической химии некоторых металлов в биологических системах:

- роль железа и меди в энергетике клетки: металлопорфирины гем – белки, медьсодержащие оксидазы;
- магний и фотосинтез: металлопорфирин хлорофилл;
- фиксация атмосферного азота при помощи нитрогеназы – комплекса белков, содержащих железо и молибден;

• многофункциональные ионы ( $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ): кобаламин, его производное витамин  $\text{B}_{12}$ ; роль кальция в функционировании костно-мышечной системы и свертывании крови; роль ионов  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$  в распространении нервных импульсов.

#### **Тема 8. Применение комплексных соединений (4 часа)**

Применение комплексных соединений в сельском хозяйстве, производстве минеральных красок, пиротехнике.

#### **Тема 9. Значение комплексных соединений.(2 часа)**

Значение комплексных соединений в быту и других областях( аналитическая химия, технология, биохимия, медицина) и их огромная значимость в природе.

#### **Тема 10.История развития химии комплексных соединений (4часа).**

Старый мир комплексов (с древних времен до начала 18 века). История открытия комплексных соединений в России и за рубежом. Современный период развития координационной химии.

#### **Тема 11 . Химический практикум (10 часов).**

Практическая работа 1. Образование комплексного катиона тетрааминмеди(2) и комплексного аниона тетраiodомеркурата (2)

Практическая работа 2. Гидратная изомерия аквакомплекса хлорида хрома (3)

Практическая работа 3. Устойчивость и разрушение аммиаката серебра.

Практическая работа 4.Получение искусственного волокна.

Практическая работа 5. Образование комплексного катиона диаммин серебра и комплексного аниона тетраiodовисмутата (3).

Практическая работа 6.Изучение свойств желтой кровяной соли.

Практическая работа 7.Изучение свойств красной кровяной соли.

Практическая работа 8.Обнаружение иона железа  $3+$  в растворе хлорида железа (3).

Практическая работа 9. Гидратная изомерия аквакомплекса хлорида кобальта(3).

Практическая работа 10. Качественные реакции на органические вещества( крахмал, глицерин). Обнаружение иона железа (2) в продуктах питания.

## Л и т е р а т у р а

*Васильев В.П., Кочергина Л.А., Орлова Т.Д.* Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач. М.: Дрофа, 2004;

*Глинка Н.Л.* Общая химия. Л.: Химия. Высшая школа, 2005;

*Гольбрайх З.Е.* Сборник задач и упражнений по химии. М.: Высшая школа, 2006;

*Коттон Ф., Уилкинсон Дж.* Основы неорганической химии. М.: Мир, 2001;

*Лидин Р.А.* Справочник по общей и неорганической химии. М.: Просвещение, 2007;

*Николаев Л.А.* Металлы в живых организмах. М.: Просвещение, 2010.

## Практическая часть.

### Получение комплексных соединений

#### 1. Получение турбулевой сини.

К 1мл свежеприготовленного 0.5н раствора двухвалентного железа прилить несколько капель 0.5н раствора гексацианоферрата(III) калия (красной кровяной соли). Выпадает тёмно-синий осадок « турбулева синь». Написать уравнение реакции.

#### 2. Получение берлинской лазури.

К 1мл 0.5н раствора хлорида (III) прилить несколько капель 0.5н раствора гексацианоферрата (II) калия (жёлтой кровяной соли). Выпадает осадок «берлинская лазурь». Написать уравнение реакции.

#### 3. Получение сульфат тетраамминмеди (II).

15г растёртого медного купороса растворить в 38мл 15%-ного раствора аммиака. Если после растворения соли выпадет осадок, его отфильтровать. К фильтрату медленно прилить 23мл эталона и оставить в холодном месте на несколько часов для кристаллизации. Выпавшие кристаллы отфильтровать и промыть на фильтре смесью спирта и концентрированного раствора аммиака (1:1), а затем смесью спирта и эфира (1:1). Кристаллы высушить на воздухе между листами фильтровальной бумаги.

#### 4. Получение комплексных соединений цинка.

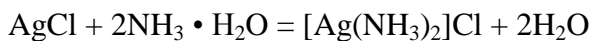
К нескольким каплям 0.5н раствора сульфата цинка прилить по каплям 2н раствор аммиака до образования белого осадка. Растворить осадок в избытке аммиака. Написать уравнение реакции.

#### Применение реакции комплексообразования.

1. Реакции комплексообразования широко применяют в качественном анализе для обнаружения, маскирования, растворения, разделения ионов. Например, обнаружение отдельных ионов осуществляют по появлению осадка или по изменению цвета раствора в результате получения соответствующего комплекса.

2. Для устранения мешающего действия некоторых ионов проводят их маскирование. Например, катионы  $Fe^{3+}$ , мешающие обнаружению в исследуемом растворе других катионов, маскируют, связывая его в бесцветный комплексный ион с фторид-ионами  $F^-$  :  
 $Fe^{3+} + 6F^- = [FeF_6]^{3-}$

3. Для перевода малорастворимых соединений в растворимые и разделения некоторых ионов также используют реакции комплексообразования. Например, осадок  $AgCl$  растворяется в избытке раствора  $NH_3 \cdot H_2O$  в отличие от осадка  $AgBr$ :

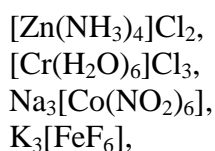


4. Комплексные соединения используют и количественном анализе при определении содержания компонентов в исследуемых веществах. Существует широко распространённый метод титриметрического анализа- комплексометрия, а также физико-химического анализа- фотоэлектроколориметрия, основанная на определении содержания компонентов по интенсивности окраски комплексных соединений.

5. Комплексные соединения используют в качестве катализаторов при получении полимеров и химической переработки нефти, производство смс, лаков, красителей. Устранение жесткости воды, очистка природных и сточных вод. Извлечение некоторых металлов из руд (меди, вольфрама, серебра, золота, образованием легкорастворимых, летучих комплексов).

#### Вопросы и задачи.

1. Напишите формулу гексахлороплатинат (IV) калия, составьте уравнение диссоциации и поясните состав молекулы.
2. Назовите следующие комплексные соединения:



Напишите уравнения диссоциации.

3. Составьте уравнения реакции между:
- Гидроксидом хрома (III) и избытком гидроксида калия
  - Хлоридом серебра и избытком раствора аммиака.
  - Раствором сульфата цинка и раствором красной кровяной соли ( $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ).

Назовите полученные соединения. Уравнения запишите в ионной форме.

4. Напишите формулы веществ, определите заряд внутренней и внешней сферы.  
 Тетрафторокупрат (II) калия  
 Тетрааквадисульфатоферрат (II) аммония  
 Бромиддиакватетрааммин хрома (III).
5.  $K_{\text{H}}$  соли  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{SO}_4$   $1,25 \cdot 10^{-5}$ . Рассчитайте концентрацию ионов комплексобразователя в 0.1н растворе этой соли.

### Константы неустойчивости некоторых комплексных ионов.

Уравнение диссоциации комплексного иона	Константа неустойчивости
$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+ + 2\text{CN}^-$	$1,0 \cdot 10^{-21}$
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3$	$5,89 \cdot 10^{-8}$
$[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	$1,00 \cdot 10^{-18}$
$[\text{AlF}_6]^{3-} \rightleftharpoons \text{Al}^{3+} + 6\text{F}^-$	$1,45 \cdot 10^{-25}$
$[\text{Au}(\text{CN})_2]^- \rightleftharpoons \text{Au}^+ + 2\text{CN}^-$	$5,01 \cdot 10^{-39}$
$[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$7,66 \cdot 10^{-18}$
$[\text{CdI}_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 4\text{I}^-$	$7,94 \cdot 10^{-7}$
$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$2,75 \cdot 10^{-7}$
$[\text{Co}(\text{CNS})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + 4\text{CNS}^-$	$5,50 \cdot 10^{-3}$
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + 6\text{NH}_3$	$4,07 \cdot 10^{-5}$
$[\text{Cu}(\text{CN})_2]^- \rightleftharpoons \text{Cu}^+ + 2\text{CN}^-$	$1,00 \cdot 10^{-24}$
$[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-} \rightleftharpoons \text{Cu}^+ + 4\text{CN}^-$	$5,13 \cdot 10^{-31}$
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$9,33 \cdot 10^{-13}$
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 6\text{CN}^-$	$1,00 \cdot 10^{-24}$
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^-$	$1,00 \cdot 10^{-31}$
$[\text{HgCl}_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + 4\text{Cl}^-$	$6,03 \cdot 10^{-16}$
$[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$3,02 \cdot 10^{-42}$
$[\text{Hg}(\text{CNS})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + 4\text{CNS}^-$	$1,29 \cdot 10^{-22}$
$[\text{HgI}_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + 4\text{I}^-$	$1,38 \cdot 10^{-30}$
$[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$1,00 \cdot 10^{-22}$
$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + 6\text{NH}_3$	$9,77 \cdot 10^{-9}$
$[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$1,00 \cdot 10^{-16}$
$[\text{Zn}(\text{CNS})_2]^{2-} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 4\text{CNS}^-$	$5,00 \cdot 10^{-2}$
$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$2,00 \cdot 10^{-9}$
$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^-$	$7,08 \cdot 10^{-16}$