

З А Н Я Т И Е N3

ТЕМА: ХИМИЯ БИОГЕННЫХ d-ЭЛЕМЕНТОВ

Медико-биологическое значение: d-элементы являются в организме человека в основном микроэлементами. Наряду с ферментами, гормонами, витаминами и другими биологически активными веществами микроэлементы участвуют в процессах обмена нуклеиновых кислот, белков, жиров и углеводов; роста; размножения и т.д. Из d-элементов особо важную роль в организме играют железо, кобальт, медь, цинк и молибден. Биологические функции микроэлементов в живом организме связаны главным образом с процессами комплексообразования между аминокислотами, белками, нуклеиновыми кислотами и ионами соответствующих металлов. Соединения d-элементов используются в качестве лекарственных препаратов; в избыточных концентрациях они ядовиты. Металлы и сплавы d-элементов применяются в ортопедической и терапевтической стоматологии.

Данная тема закладывает основу знаний о роли катионов d-элементов в возникновении ряда заболеваний, их влияние на протекание биологических процессов в здоровом и больном организме, что служит теоретической базой для изучения биохимии, фармакологии, терапии и др. клинических дисциплин.

Цель занятия: Систематизация и развитие знаний о химических свойствах d-элементов и их соединений для формирования представлений о химизме действия ферментов, содержащих эти элементы; ознакомление с биологической ролью d-элементов и применением в медицине и стоматологии их соединений; изучение на практике общих свойств катионов d-элементов.

К занятию необходимо:

1. ИЗУЧИТЬ следующие программные вопросы: Химия элементов d – блока. Распространенность в природе. Электронные структуры атомов и катионов. Изменение в группах величины радиусов атомов и ионов, потенциала ионизации. Особенность кислотно-основных, окислительно-восстановительных и комплексообразующих свойств соединений элементов IB – VIIIB групп. Биологическая роль меди, цинка, хрома, молибдена, марганца, железа и кобальта. Соединения серебра, ртути, цинка, марганца, железа и кобальта как лекарственные средства. Цитотоксическое действие комплексов платины.

Металлы и сплавы в стоматологии и требования, предъявляемые к ним. Сплавы и амальгамы золота, серебра и меди в стоматологической практике. Хромоникелевая и хромокобальтовая нержавеющая сталь.

Технический прогресс и охрана окружающей среды. Экологические аспекты действия неорганических веществ (тяжелые металлы, оксиды углерода, азота, серы, радиоактивные изотопы). Проблема профессиональных заболеваний (антракоз, силикоз, сатурнизм, меркуризм и др.) и разработка экологически чистых технологий.

2. ВЫПОЛНИТЬ задания №985, 1028 (а, б, д, е) (см. Н.Л.Глинка "Задачи и упражнения" ... стр.230,234).

3. ПОДГОТОВИТЬСЯ к выполнению учебно-исследовательской работы (УИРС).

Литература:

/2/ гл.7, § 7.1-7.12

/3/ стр. 132-133, 144-152.

Учебно-исследовательская работа (УИРС):

«Некоторые свойства и аналитические реакции ионов d-элементов».

Опыт 1. Гидролиз катионов d-элементов. Приготовьте для выполнения опытов 10 чистых микропробирок в штативе. Запишите в лабораторном журнале таблицу по следующей форме:

Пробирка	Исследуемый катион	Окраска растворов	Окраска индикаторной бумаги	pH раствора
1.	Cr^{3+}			
2.	Mn^{2+}			
3.	Fe^{2+}			
4.	Fe^{3+}			
5.	Co^{2+}			
6.	Ni^{2+}			

Отберите в пробирки 1, 2, 4-6 по 3-4 капли растворов солей указанных катионов. В пробирке 3 приготовьте раствор соли Мора. Запишите в таблицу окраску растворов. Обмакните стеклянную палочку в раствор в пробирке 1 и смочите мокрой палочкой универсальную индикаторную бумагу. Сравните окраску бумаги с цветной шкалой, связывающей окраску с pH раствора. Запишите цвет бумаги и значение pH в таблицу. Ополосните стеклянную палочку водой и повторите опыт с раствором соли в пробирке 2 и т.д.

При анализе наблюдений опыта 1 отметьте, у каких катионов степень гидролиза больше, у каких – меньше. Какой катион – Fe^{2+} или Fe^{3+} – гидролизуется в большей степени? Почему? Постарайтесь сформулировать выводы о зависимости степени гидролиза катионов d-элементов от природы катиона и заряда. Напишите в общем виде ионное уравнение реакции гидролиза катионов (лучше с точки зрения протолитической теории кислот и оснований).

Опыт 2. Образование гидроксидов катионов d-элементов и изучение их свойств. Приготовьте таблицу для записи наблюдений по форме:

Пробирка	Катион	Реактив		
		КОН, недостаток	КОН, избыток	H_2SO_4
1.	Cr^{3+}			
2.	Mn^{2+}			
3.	Fe^{2+}			
4.	Fe^{3+}			
5.	Co^{2+}			
6.	Ni^{2+}			
7.	Cu^{2+}			
8.	Zn^{2+}			
9.	Hg^{2+}			
10.	Hg_2^{2+}			

Отберите в пробирки по 3-4 капли растворов солей, указанных в таблице катионов. Расположите пробирки в штативе в соответствии с номерами. Затем прибавьте в каждую пробирку по 1-2 капли раствора КОН (или NaOH) с = 2 моль/л (КОН, недостаток). Отметьте в таблице цвет образовавшихся осадков гидроксидов (в пробирках с катионами ртути (9 и 10) выпадают оксиды HgO и Hg₂O соответственно). Обратите внимание, что окраска оксидов Mn (II), Fe (II) изменяется с течением времени.

Затем в те же пробирки прибавьте по 2-3 капли раствора КОН (с = 6 моль/л) (концентрированный раствор щелочи, избыток). Отметьте, какие осадки растворились в избытке щелочи. Затем в те же пробирки прибавьте по 8-10 капель раствора H₂SO₄ (с = 3 моль/л). Запишите наблюдения.

По окончании опыта и заполнении таблицы наблюдений пробирки вымойте и приготовьте их для выполнения опыта 3.

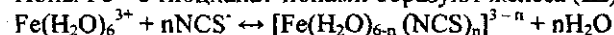
При анализе наблюдений объясните, почему изменялся цвет гидроксидов железа (II) и марганца (II). Какие из гидроксидов обладали заметными кислотными свойствами? Напишите в общем виде реакции образования нерастворимых в воде гидроксидов.

Напишите уравнение реакции растворения гидроксидов цинка и хрома в избытке щелочи.

Опыт 3. *Равновесие хромат ↔ дихромат.* Отберите в пробирку 2-3 капли раствора K₂Cr₂O₇. Запишите, какой цвет имеет раствор. Прибавьте к нему 1 каплю раствора КОН (с = 2 моль/л). Как изменяется цвет раствора? Затем прибавьте в эту же пробирку 2-3 капли раствора H₂SO₄. Что наблюдается? Проведите тот же опыт, взяв первоначально в качестве исходного раствора раствор калия хромата. Запишите наблюдения и уравнения наблюдаемых превращений.

Опыт 4. *Получение тиоцианатных комплексов железа (III) и кобальта (II).*

Ионы Fe³⁺ с тиоцианат-ионами образуют железа (III) тиоцианат:



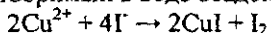
Состав образующегося комплекса непостоянен и в зависимости от концентрации Fe³⁺, NCS⁻ можно колебаться от [Fe(H₂O)₅(NCS)]²⁺ до [Fe(NCS)₆]³⁻. Реакция может быть использована для количественного определения колориметрическим (визуальным) методом.

Кобальт (II) образует с тиоцианат-ионами комплекс сине-голубого цвета, экстрагирующийся в слой амилового спирта.

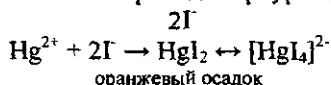
К 2-3 каплям раствора соли железа (III) прибавьте 2-3 капли раствора калия (или аммония) тиоцианата. Запишите наблюдения.

Опыт 5. *Взаимодействие катионов Cu²⁺, Zn²⁺, Hg²⁺, Hg₂²⁺ с иодид-ионами.*

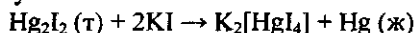
Медь (II) легко окисляет иодид-ионы. Образовавшиеся ионы меди (I) с ионами I⁻ дают нерастворимый в воде осадок меди (I) иодида:



Ионы Zn^{2+} с ионами I^- не реагируют, а ионы Hg^{2+} образуют с избытком иодид-ионов комплексные тетраиодомеркурат (II)-ион:



При взаимодействии KI с соединениями ртути (I) образуется осадок – ртуть (I) иодида Hg_2I_2 грязно-зеленого цвета. Осадок растворим в избытке реактива с образованием калия тетраиодомеркурата (II) и черного осадка металлической ртути:



Легкое образование тетраиодомеркурата (II)-иона доказывает мягкость катиона ртути (II).

В четыре пробирки отберите по 1-2 капли растворов солей указанных катионов и прилейте к ним по 1-2 капли раствора KI . Запишите, что наблюдаете в каждой из пробирок. Затем прибавьте в те же пробирки еще по 3-4 капли раствора KI (избыток). Запишите новые наблюдения. Желтый цвет смеси в пробирке с медью объясняется выделившимся диодом. Прибавьте в эту пробирку 1 каплю раствора натрия тиосульфата. Что наблюдаете (запишите)? Затем прибавьте еще 3-4 капли раствора $Na_2S_2O_3$. Пронаблюдайте, какие явления при этом происходят. Результаты запишите.

Анализируя данные опытов, сформулируйте вывод о способности катионов d-элементов к комплексообразованию. Отметьте реакции, которые, по вашему мнению, можно рекомендовать как специфические качественные реакции на соответствующие катионы. Напишите уравнения этих реакций, используя формулы образующихся осадков, приведенные в описании опытов.

Вопросы для самоконтроля подготовленности к занятию и защиты работы:

1. Напишите электронные формулы атомов марганца, железа, кобальта, цинка, ртути. Подчеркните валентные электроны. Почему эти элементы относятся к d-элементам?

2. Как изменяются основные атомные параметры (радиус атома, потенциал ионизации, сродство к электрону) d-элементов в группах, в периодах?

3. Запишите химические формулы важнейших соединений (оксид, гидроксид, соли - простые и комплексные) меди, серебра, цинка, ртути, марганца, железа, кобальта. Сформулируйте закономерность - как изменяются кислотно-основные свойства соединений с повышением СО элемента.

4. Приведите известные примеры использования калия перманганата для различных целей. На чем основано его применение?

5. Как видно из проделанных опытов для меди характерны две степени окисления: +1 и +2. Может ли медь катализировать реакции с переносом электронов?

6. Может ли цинк катализировать окислительно-восстановительные реакции?

7. Сульфат меди применяется в медицине как рвотное средство. Опишите аналитические эффекты, которые будут наблюдаться при добавлении к этому веществу:

а) избытка раствора концентрированного аммиака; б) раствора хлорида бария в слабощелочной среде.

Напишите уравнения химических реакций.

8. В медицинской практике используется раствор AgNO_3 .

а) каков pH этого раствора?

б) какие окислительно-восстановительные свойства имеет ион серебра? Чем объяснить бактерицидное действие раствора нитрата серебра?

9. Соединения ртути обладают сильным антисептическим эффектом. Почему ее препараты не используются для лечения внутренних инфекционных болезней человека? Каков механизм токсического действия соединений ртути?

10. Какова биологическая роль соединений железа и кобальта в организме? В каких степенях окисления встречается кобальт в соединениях в живых организмах?