

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет
промышленных технологий и дизайна»

Кафедра химических технологий имени проф. А. А. Хархарова

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Составитель:
А. П. Михайловская

Санкт-Петербург
2023

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

Вариант контрольной работы определяется последней цифрой номера зачетной книжки. Например:

Номер зачетной книжки 1 6 2 8 1 3(5) - вариант 5;

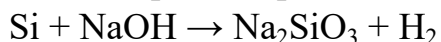
Номер зачетной книжки 1 6 2 8 1 4(0) - вариант 10.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Кириллов, В. В. Неорганическая химия. Теоретические основы: учеб-ник / В. В. Кириллов. – СПб, Лань, 2020. – 352 с.
2. Луканина, Т. Л. Координационные соединения в комплексной хими-ческой переработке древесины [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т. Л. Луканина, А. А. Комиссаренков, А. В. Буров— СПб.: СПбГТУРП, 2010. – 127 с. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201912802, по паролю.

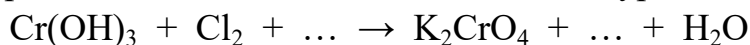
Вариант 1

1. Определите тип гибридизации центрального атома в веществах: BeH_2 , BF_3 , SF_6 . Предположите геометрию молекул.
2. Используя метод молекулярных орбиталей (ММО) определите электронную конфигурацию частиц: O_2^{2+} , O_2 , O_2^{2-} .
3. Назовите координационное соединение $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$, определите внешнюю и внутреннюю сферы, лиганды, комплексообразователь (его степень окисления и координационное число), напишите диссоциацию комплекса. Используя метод валентных связей, определите тип гибридизации, а по теории кристаллического поля определите магнитные свойства и наличие цвета октаэдрического комплекса.
4. Уравняйте методом электронного баланса реакцию, описывающую редокс-процесс в твердой и газообразной фазах:

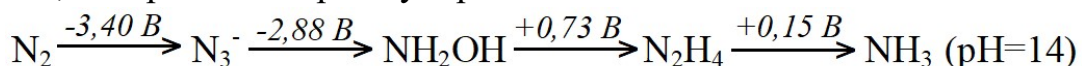


Укажите окислитель и восстановитель.

5. Вставьте пропущенные вещества, определите среду процесса, приведите полуреакции окисления и восстановления, уравняйте:



6. По диаграмме Латимера рассчитайте стандартный ОВП перехода $\text{N}_3^- \rightarrow \text{N}_2\text{H}_4$, постройте диаграмму Фроста:



Определите самую устойчивую и неустойчивые формы, напишите реакцию диспропорционирования (или конпропорционирования).

7. Водный раствор соли металла валентностью III подвергли электролизу, при этом сила тока составляла 4 А, а время пропускания тока – 3 ч. На катоде выделился металл массой 8,44 г. Соль какого металла подвергли электролизу? Составьте уравнения электродных реакций, протекающих на инертных катоде и аноде, напишите уравнение реакции электролиза водного раствора сульфата в ионном и молекулярном виде.

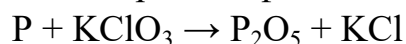
Вариант 2

1. Методом наложения валентных схем определите кратность связи X–O в анионах: CO_3^{2-} , NO_3^- , SO_4^{2-} .

2. Используя метод молекулярных орбиталей (ММО) определите электронную конфигурацию частиц: NO^+ , NO , NO^- .

3. Назовите координационное соединение $\text{Ba}[\text{SnF}_6]$, определите внешнюю и внутреннюю сферы, лиганды, комплексообразователь (его степень окисления и координационное число), напишите диссоциацию комплекса. Используя метод валентных связей, определите тип гибридизации, а по теории кристаллического поля определите магнитные свойства и наличие цвета октаэдрического комплекса.

4. Уравняйте методом электронного баланса реакцию, описывающую редокс-процесс в твердой и газообразной фазах:



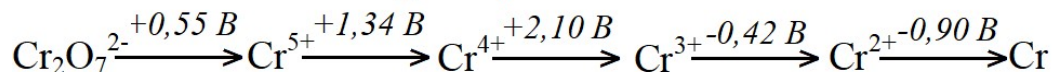
Укажите окислитель и восстановитель.

5. Вставьте пропущенные вещества, определите среду процесса, приведите полуреакции окисления и восстановления, уравняйте:



6. По диаграмме Латимера рассчитайте стандартный ОВП перехода $\text{Cr}^{+5} \rightarrow \text{Cr}^{+3}$, постройте диаграмму Фроста:

(pH=0)



Определите самую устойчивую и неустойчивые формы, напишите реакцию диспропорционирования (или конпропорционирования).

7. Ток, проходя через раствор серной кислоты, выделяет за 6 мин 5,6 л водорода. Рассчитайте силу тока и напишите уравнения электродных реакций, суммарное уравнение реакции электролиза раствора серной кислоты в ионном и молекулярном виде.

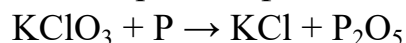
Вариант 3

1. Определите тип гибридизации центрального атома в веществах: BF_3 , PF_5 , IF_7 . Предположите геометрию молекул.

2. Используя метод молекулярных орбиталей (ММО), установите порядок увеличения энергии химической связи в частицах: CO^- ; CO ; CO^+ .

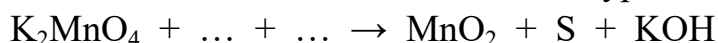
3. Назовите координационное соединение $[\text{V}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$, определите внешнюю и внутреннюю сферы, лиганды, комплексобразователь (его степень окисления и координационное число), напишите диссоциацию комплекса. Используя метод валентных связей, определите тип гибридизации, а по теории кристаллического поля определите магнитные свойства и наличие цвета октаэдрического комплекса.

4. Уравняйте методом электронного баланса реакцию, описывающую редокс-процесс в твердой и газообразной фазах:

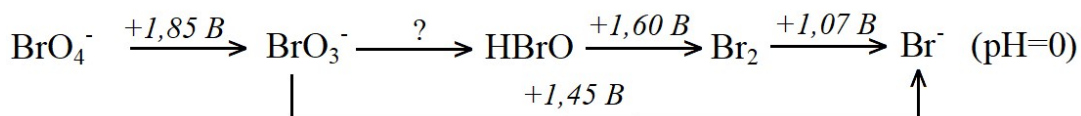


Укажите окислитель и восстановитель.

5. Вставьте пропущенные вещества, определите среду процесса, приведите полуреакции окисления и восстановления, уравняйте:



6. По диаграмме Латимера рассчитайте неизвестное значение E° , постройте диаграмму Фроста:



Определите самую устойчивую и неустойчивые формы, напишите реакцию диспропорционирования (или конпропорционирования).

7. Составьте уравнения электродных реакций, протекающих при электролизе водного раствора хлорида магния на инертных электродах, напишите суммарное уравнение электролиза в ионном и молекулярном виде. Рассчитайте объем хлора, выделяющегося при пропускании тока силой 3 А в течение 4 ч через расплав хлорида магния.

Вариант 4

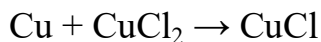
1. Отметьте молекулы, дипольный момент в которых равен 0: HCl , CCl_4 , CH_2Cl_2 , CO . Объясните выбор графически.

2. Распределите электроны на молекулярных орбиталях для молекул H_2 , F_2 , BF . Определите кратность связи каждой молекулы.

3. Назовите координационное соединение $(\text{NH}_4)_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, определите внешнюю и внутреннюю сферы, лиганды, комплексобразователь (его степень окисления и координационное число), напишите диссоциацию комплекса. Используя метод валентных связей, определите тип

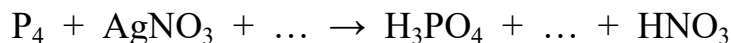
гибридизации, а по теории кристаллического поля определите магнитные свойства и наличие цвета октаэдрического комплекса.

4. Уравняйте методом электронного баланса реакцию, описывающую редокс-процесс в твердой и газообразной фазах:



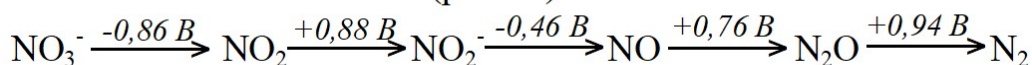
Укажите окислитель и восстановитель.

5. Вставьте пропущенные вещества, определите среду процесса, приведите полуреакции окисления и восстановления, уравняйте:



6. По диаграмме Латимера рассчитайте стандартный ОВП перехода $\text{N}^{+5} \rightarrow \text{N}^{+3}$, постройте диаграмму Фроста:

(pH=14)



Определите самую устойчивую и неустойчивые формы, напишите реакцию диспропорционирования (или конпропорционирования).

7. Электролизом расплава хлорида железа (II) получили 10 г железа, сила тока при этом составляла 15 А. Найдите продолжительность процесса в часах. Составьте уравнения электродных реакций и суммарное уравнение электролиза расплава хлорида железа (II) в ионном и молекулярном виде (электроды инертные).

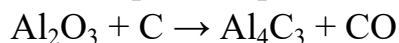
Вариант 5

1. Изобразите структуры молекул HNO_3 , N_2O , HN_3 , H_3PO_4 методом наложения валентных схем.

2. Распределите электроны на молекулярных орбиталях для молекул B_2 , C_2 , BF . Определите кратность связи каждой молекулы.

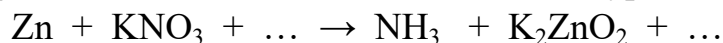
3. Назовите координационное соединение $\text{Ba}[\text{Cu}(\text{OH})_6]$, определите внешнюю и внутреннюю сферы, лиганды, комплексообразователь (его степень окисления и координационное число), напишите диссоциацию комплекса. Используя метод валентных связей, определите тип гибридизации, а по теории кристаллического поля определите магнитные свойства и наличие цвета октаэдрического комплекса.

4. Уравняйте методом электронного баланса реакцию, описывающую редокс-процесс в твердой и газообразной фазах:

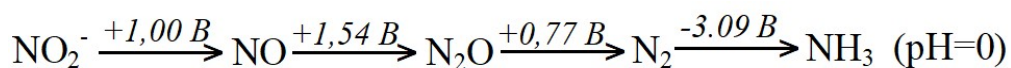


Укажите окислитель и восстановитель.

5. Вставьте пропущенные вещества, определите среду процесса, приведите полуреакции окисления и восстановления, уравняйте:



6. По диаграмме Латимера рассчитайте стандартный ОВП перехода $N^{+1} \rightarrow N^{-3}$, постройте диаграмму Фроста:



Определите самую устойчивую и неустойчивые формы, напишите реакцию диспропорционирования (или конпропорционирования).

7. Электролизом получили серебро массой 0,01 кг. Продолжительность процесса составляла 5 ч. Помимо серебра выделился гремучий газ. Рассчитайте силу Ампера. Напишите уравнения электродных реакций и суммарное уравнение электролиза водного раствора соответствующей соли серебра в ионном и молекулярном виде (электроды инертные).

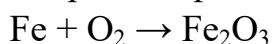
Вариант 6

1. Отметьте молекулы, дипольный момент в которых равен 0: BCl_3 , $CHCl_3$, CO_2 , H_2O . Объясните выбор графически.

2. Объясните уменьшение энергии связи при переходе от молекулы N_2 к иону N_2^+ .

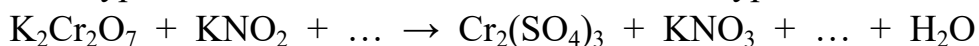
3. Назовите координационное соединение $[Mn(H_2O)_6]SO_4$, определите внешнюю и внутреннюю сферы, лиганды, комплексообразователь (его степень окисления и координационное число), напишите диссоциацию комплекса. Используя метод валентных связей, определите тип гибридизации, а по теории кристаллического поля определите магнитные свойства и наличие цвета октаэдрического комплекса.

4. Уравняйте методом электронного баланса реакцию, описывающую редокс-процесс в твердой и газообразной фазах:



Укажите окислитель и восстановитель.

5. Вставьте пропущенные вещества, определите среду процесса, приведите полуреакции окисления и восстановления, уравняйте:



6. По диаграмме Латимера рассчитайте стандартный ОВП перехода $C^{+1} \rightarrow C^{-4}$, постройте диаграмму Фроста:

(pH=14)



Определите самую устойчивую и неустойчивые формы, напишите реакцию диспропорционирования (или конпропорционирования).

7. Через водный раствор нитрата никеля пропускали электрический ток силой 15 А в течение 1,5 ч. Определите массу никеля, полученного в результате электролиза. Составьте уравнения электродных реакций и

суммарное уравнение электролиза водного раствора нитрата никеля в ионном и молекулярном виде (электроды инертные).

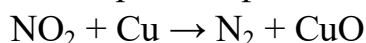
Вариант 7

1. Сравните степень ионности связи Mn–O в оксидах марганца (IV) и (VII).

2. Используя метод молекулярных орбиталей, определите кратность связи в молекуле C₂ и в ионе CN[–].

3. Назовите координационное соединение [Cr(NH₃)₆]Cl₃, определите внешнюю и внутреннюю сферы, лиганды, комплексообразователь (его степень окисления и координационное число), напишите диссоциацию комплекса. Используя метод валентных связей, определите тип гибридизации, а по теории кристаллического поля определите магнитные свойства и наличие цвета октаэдрического комплекса.

4. Уравняйте методом электронного баланса реакцию, описывающую редокс-процесс в твердой и газообразной фазах:

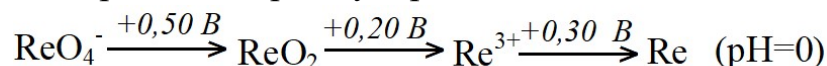


Укажите окислитель и восстановитель.

5. Вставьте пропущенные вещества, определите среду процесса, приведите полуреакции окисления и восстановления, уравняйте:



6. По диаграмме Латимера рассчитайте стандартный ОВП перехода $\text{Re}^{+7} \rightarrow \text{Re}^{+3}$, постройте диаграмму Фроста:



Определите самую устойчивую и неустойчивые формы, напишите реакцию диспропорционирования (или конпропорционирования).

7. Электролизом получили свинец массой 9 г, сила тока при этом составляла 5 А, продолжительность процесса 2 ч. Определите выход по току. Составьте уравнения электродных потенциалов реакций, протекающих при электролизе водного раствора нитрата свинца с угольным и свинцовым анодами, напишите уравнения реакций в ионном и молекулярном виде.

Вариант 8

1. Методом Гиллеспи определите геометрию молекул CO₂, TiCl₄, PCl₅. Подтвердите расчетами число свободных пар центрального атома.

2. Используя метод молекулярных орбиталей (ММО), установите порядок уменьшения энергии химической связи в частицах: NF⁺; NF[–]; NF.

3. Назовите координационное соединение K₃[Mn(CN)₆], определите внешнюю и внутреннюю сферы, лиганды, комплексообразователь (его степень окисления и координационное число), напишите диссоциацию

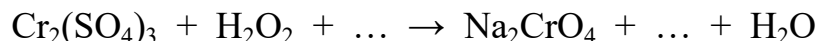
комплекса. Используя метод валентных связей, определите тип гибридизации, а по теории кристаллического поля определите магнитные свойства и наличие цвета октаэдрического комплекса.

4. Уравняйте методом электронного баланса реакцию, описывающую редокс-процесс в твердой и газообразной фазах:

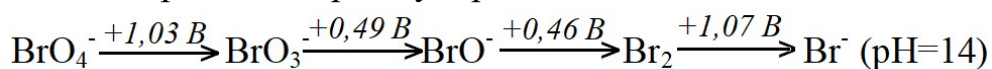


Укажите окислитель и восстановитель.

5. Вставьте пропущенные вещества, определите среду процесса, приведите полуреакции окисления и восстановления, уравняйте:



6. По диаграмме Латимера рассчитайте стандартный ОВП перехода $\text{Br}^{+1} \rightarrow \text{Br}^{-1}$, постройте диаграмму Фроста:



Определите самую устойчивую и неустойчивые формы, напишите реакцию диспропорционирования (или конпропорционирования).

7. При электролизе на инертных электродах водного раствора хлорида кобальта за 10 мин на катоде выделилось 2,5 г металла. Амперметр при этом показывал значение 16 А. Рассчитайте выход металла по току. Напишите уравнения реакций, которые протекали на электродах, и составьте суммарное уравнение электролиза водного раствора хлорида кобальта в ионном и молекулярном виде.

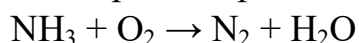
Вариант 9

1. Методом Гиллеспи определите геометрию молекул CO_2 , CH_2O , H_2SO_4 . Подтвердите расчетами число свободных пар центрального атома.

2. Используя метод молекулярных орбиталей (ММО) определите, как изменяется длина связи и энергия связи в ряду CN^+ , CN , CN^- .

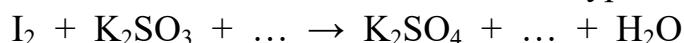
3. Назовите координационное соединение $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$, определите внешнюю и внутреннюю сферы, лиганды, комплексообразователь (его степень окисления и координационное число), напишите диссоциацию комплекса. Используя метод валентных связей, определите тип гибридизации, а по теории кристаллического поля определите магнитные свойства и наличие цвета октаэдрического комплекса.

4. Уравняйте методом электронного баланса реакцию, описывающую редокс-процесс в твердой и газообразной фазах:

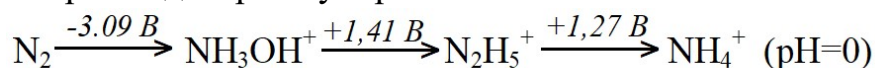


Укажите окислитель и восстановитель.

5. Вставьте пропущенные вещества, определите среду процесса, приведите полуреакции окисления и восстановления, уравняйте:



6. По диаграмме Латимера рассчитайте стандартный ОВП перехода $N^{-1} \rightarrow N^{-3}$, постройте диаграмму Фроста:



Определите самую устойчивую и неустойчивые формы, напишите реакцию диспропорционирования (или конпропорционирования).

7. Напишите уравнения анодного и катодного процессов (электроды инертные), а также суммарные уравнения электролиза раствора серной кислоты в ионном и молекулярном виде. Рассчитайте объема выделившегося водорода, если известно, что сила тока 4 А, продолжительность процесса 4 ч.

Вариант 10

1. Расположите соединения в порядке возрастания степени ионности связи X–Cl: $AsCl_3$, PCl_3 , BCl_3 .

2. На основе метода молекулярных орбиталей (ММО) установите, какие из перечисленных частиц не существуют: Li_2 , He_2 ; He_2^+ ; Be_2 ; Be_2^+ , Ne_2 .

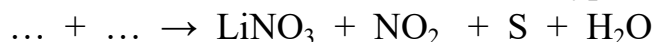
3. Назовите координационное соединение $Na_2[Sn(OH)_6]$, определите внешнюю и внутреннюю сферы, лиганды, комплексообразователь (его степень окисления и координационное число), напишите диссоциацию комплекса. Используя метод валентных связей, определите тип гибридизации, а по теории кристаллического поля определите магнитные свойства и наличие цвета октаэдрического комплекса.

4. Уравняйте методом электронного баланса реакцию, описывающую редокс-процесс в твердой и газообразной фазах:

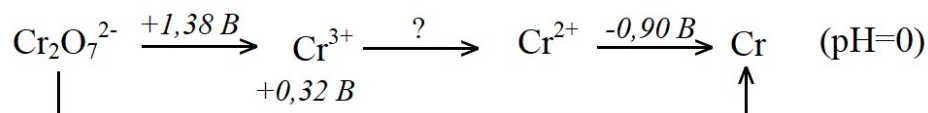


Укажите окислитель и восстановитель.

5. Вставьте пропущенные вещества, определите среду процесса, приведите полуреакции окисления и восстановления, уравняйте:



6. По диаграмме Латимера рассчитайте неизвестное значение E° , постройте диаграмму Фроста:



Определите самую устойчивую и неустойчивые формы, напишите реакцию диспропорционирования (или конпропорционирования).

7. Через электролизер, содержащий раствор гидроксида натрия пропустили ток силой 6 А в течение 24 ч. Какой объем гремучего газа выделяется в результате электролиза. Напишите уравнения реакций, протекающих на инертных катоде и аноде, а также суммарное уравнение реакции электролиза водного раствора гидроксида натрия в ионном и молекулярном виде.

ВОПРОСЫ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Модель возникновения химической связи.
2. Взаимодействия между заряженными частицами.
3. Движущая сила процесса образования химической связи Гайтлера и Лондона.
4. Типы химической связи с позиции распределения электронной плотности между взаимодействующими атомами.
5. Основные положения метода валентных связей.
6. Возбужденные состояния атомов. Механизмы образования ковалентной связи.
7. Свойства ковалентной связи: энергия и длина связи.
8. Максимальная валентность атома.
9. Кратность связи, наложение валентных схем.
10. Направленность связей и теория гибридизации атомных орбиталей.
11. Геометрия молекулы, метод Гиллеспи.
12. Степень ионности ковалентной связи.
13. Дипольный момент молекулы.
14. Поляризуемость ковалентной связи.
15. Основные положения метода молекулярных орбиталей.
16. Связывающие и разрыхляющие молекулярные орбитали.
17. Энергетическая диаграмма ММО двухатомных молекул.
18. Кратность связи по ММО.
19. Парамагнетики и диамагнетики согласно ММО.
20. Определение «координационные соединения».
21. Ионизация переходных металлов.
22. Координационная теория Вернера.
23. Построение формул координационных соединений.
24. Дентантность лигандов.
25. Изомерия лигандов.
26. Геометрическая изомерия внутренней сферы.
27. Оптическая изомерия внутренней сферы.
28. Междусферная изомерия.
29. Ступенчатая константа образования комплекса.
30. Полная константа образования комплекса.
31. Строение комплексных соединений по МВС.
32. Строение комплексных соединений по МВС.
33. Магнитные свойства координационных соединений.
34. Теория кристаллического поля.
35. Сильное и слабое поле лигандов.
36. Цветность координационных соединений.
37. Понятие о хелатных комплексах.

38. Кристаллогидраты как комплексные соединения.
39. Основные окислители и восстановители.
40. Соединения с окислительно-восстановительной двойственностью.
41. Основные типы окислительно-восстановительных реакций.
42. Редокс-процессы в газообразных и твердых фазах.
43. Редокс-процессы в растворах.
44. Определение среды в окислительной-восстановительных реакциях.
45. Выявление реально существующих ионных частиц в растворе методом полуреакций.
46. Окислительно-восстановительные электроды.
47. Количественная оценка редокс-процессов.
48. Представление стандартных электронных потенциалов диаграммами Латимера.
49. Зависимость стандартного электронного потенциала от степени окисления Red-Ox форм (диаграммы Фроста).
50. Зависимость электродного потенциала от pH с учетом фазовых систем (диаграммы Пурбе).
51. Связь между рядом напряжений металлов и периодической системой.
52. Факторы, от которых зависят значения электродных потенциалов. Уравнение Нернста.
53. Окислительно-восстановительные свойства воды.
54. Влияние комплексообразования на протекание редокс-процессов.
55. Гальванический элемент. Концентрационный элемент. Топливный элемент.
56. Коррозия металлов.
57. Электролиз в растворах. Полуреакции, протекающие на электродах.
58. Электролиз: законы Фарадея.
59. Химические источники тока.
60. Электродные потенциалы.