

Министерство образования Российской Федерации

Владивостокский государственный университет  
экономики и сервиса

---

Т.К. МИХАЛЬЧЕНКО

## ХИМИЯ

Задачи, упражнения и контрольные задания  
по общей химии для студентов дневной и заочной  
формы обучения

Практикум

Владивосток  
Издательство ВГУЭС  
2003

Рецензенты: Н.К. Шамина, канд. хим. наук,  
профессор (УГПИ)  
Белоус Л.В. канд. хим. наук,  
доцент (ВГУЭС)

Михальченко Т.К.

М 69 ХИМИЯ: Задачи, упражнения и контрольные задания по общей химии. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2003. – 44 с.

Сборник задач и упражнения по общей химии соответствует программе курса химии для инженерно-технических и инженерно-экономических специальностей вузов: Сборник содержит введение, 260 задач, варианты контрольных заданий для студентов заочной формы обучения, список литературы и приложение, состоящее из 6 таблиц. Не содержит теоретического материала и примеров решения типовых задач, так как предлагаемая современная литература и методические пособия содержат достаточно информации, чтобы справиться с контрольным заданием. К задачам расчетного характера даны ответы, что позволит студенту убедиться в правильности их решения.

Для студентов всех форм обучения следующих специальностей: 230100 – Эксплуатация и обслуживание транспортных и технологических машин и оборудования, 201500 – Бытовая радиоэлектронная аппаратура, 201700 – Средства радиоэлектронной борьбы, 071900 – Информационные системы и технологии, 060800 – Экономика и управление на предприятии (по отраслям) дневной и заочной форм обучения.

ББК 24

Печатается по решению РИСО ВГУЭС

Автор: Михальченко Тамара  
Константиновна,  
канд. хим. наук, доцент

© Издательство Владивостокского  
государственного университета  
экономики и сервиса, 2003

## ВВЕДЕНИЕ

Химия, являясь одной из фундаментальных естественно – научных дисциплин, изучает материальный мир, законы его развития и составляет базовую подготовку инженера любой специальности. С успехами химии и смежных с ней наук связано появление новых источников энергии, создание синтетических материалов, расширение сырьевой базы и т.п. Знание химии необходимо не только для понимания основ создания новых материалов и технологических процессов, но и сохранения здоровья людей. Безответственное отношение к этим вопросам, отсутствие элементарной «химической культуры» уже сегодня пагубно отразились на окружающей среде, и поставило человечество на край экологической пропасти. Изучение химии позволяет получить современное научное представление о материи и формах её движения, о веществе как одном из видов движущейся материи, о механизме превращения химических соединений, о свойствах технических материалов и применение химических процессов в современной технике. Необходимо прочно усвоить основные законы и теории химии, овладеть техникой химических расчётов, выработать навыки самостоятельного выполнения химических экспериментов и обобщения наблюдаемых фактов.

Основной вид учебных занятий студентов любой формы обучения – самостоятельная работа над учебным материалом. В курсе химии она складывается из следующих элементов: изучение дисциплины по учебникам и учебным пособиям; выполнения контрольных заданий и тестов; выполнение лабораторного практикума; консультаций; посещение лекций; сдача зачёта или экзамена по всему курсу.

*Работа с книгой.* Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. (Расположение материала курса в программе не всегда совпадает с расположением его в учебнике.) Вникайте в сущность того или иного вопроса, а не пытайтесь запомнить отдельные факты и явления. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений способствует глубокому и прочному усвоению материала.

Изучая курс, обращайтесь к предметному указателю в конце книги. Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект будет полезен при повторении материала в период подготовки к экзамену.

*Контрольные задания.* В процессе изучения курса химии студенты дневного отделения выполняют контрольные работы по отдельным разделам или темам, а студенты заочного отделения выполняют одну контрольную работу по всему курсу.

Решения задач и ответы на теоретические вопросы должны быть коротко, но чётко обоснованы, за исключением тех случаев, когда по

существо вопроса такая мотивировка не требуется, например, когда нужно составить электронную формулу атома, написать уравнение реакции и т.п. При решении задач нужно приводить весь ход решения и математические преобразования.

Контрольная работа должна быть оформлена аккуратно; для замечаний рецензента надо оставлять широкие поля; писать чётко и ясно; *номера и условия задач переписывать в том порядке, в каком они указаны в задании.* В конце работы следует дать список использованной литературы с указанием года издания. Работа должна быть датирована, подписана студентом и представлена в университет на рецензирование.

Если контрольная работа не зачтена, её нужно выполнить повторно в соответствии с указанием рецензентом и выслать на повторное рецензирование вместе с незачтённой работой. Исправления следует выполнять в конце тетради, а не в рецензированном тексте. *Контрольная работа, выполненная не по своему варианту, преподавателем не рецензируется и не зачитывается как сданная.*

# РАЗДЕЛ I

## 1. СТРОЕНИЕ АТОМА

### Контрольные вопросы

1. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 8 и 24. Покажите распределение электронов этих атомов по квантовым ячейкам. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?

2. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 17 и 27. Распределите электроны этих атомов по квантовым ячейкам. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?

3. Какое максимальное число электронов могут занимать  $s$ -,  $p$ -,  $d$ - и  $f$ -орбитали данного энергетического уровня? Почему? Напишите электронную формулу атома элемента с порядковым номером 34.

4. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 26 и 35. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?

5. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше:  $4s$  или  $3d$ ;  $5s$  или  $4p$ ? Почему? Напишите электронную формулу атома элемента, с порядковым номером 24.

6. Изотоп никеля-57 образуется при бомбардировке  $\alpha$ -частицами ядер атомов железа-54. Составьте уравнение этой ядерной реакции и напишите его в сокращенной форме.

7. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше:  $4d$  или  $5s$ ;  $6s$  или  $5p$ ? Почему? Напишите электронную формулу атома элемента с порядковым номером 42.

8. Что такое изотопы? Чем можно объяснить, что у большинства элементов периодической системы атомные массы выражаются дробным числом? Могут ли атомы разных элементов иметь одинаковую массу? Как называются подобные атомы?

9. Изотоп кремния-40 образуется при бомбардировке  $\alpha$ -частицами ядер атомов алюминия-27. Составьте уравнение этой ядерной реакции и напишите его в сокращенной форме.

10. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 14 и 40. Сколько свободных  $d$ -орбиталей у атомов последнего элемента?

11. Изотоп углерода-11 образуется при бомбардировке протонами ядер атомов азота-14. Составьте уравнение этой ядерной реакции и напишите его в сокращенной форме.

12. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 15 и 28. Чему равен максимальный спин  $p$ -электронов у атомов первого и  $d$ -электронов у атомов второго элемента?

13. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 21 и 23. Сколько свободных  $d$ -орбиталей в атомах этих элементов?

14. Сколько и какие значения может принимать магнитное квантовое число  $m_l$  при орбитальном числе  $l = 0, 1, 2$  и  $3$ ? Какие элементы в периодической системе называют  $s$ -,  $p$ -,  $d$ - и  $f$ - элементами? Приведите примеры.

15. Какие значения могут принимать квантовые числа  $n$ ,  $l$ ,  $m_l$  и  $m_s$ , характеризующие состояние электронов в атоме? Какие значения они принимают для внешних электронов атома магния?

## 2. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

### Контрольные вопросы

16. Исходя из положения германия и технеция в периодической системе, составьте формулы мета- и ортогерманиевой кислот, оксида технеция, отвечающие их высшей, степени окисления. Изобразите формулы этих соединений графически.

17. Что такое энергия ионизации? В каких единицах она выражается? Как изменяется восстановительная активность  $s$ - и  $p$ -элементов в группах периодической системы с увеличением порядкового номера? Почему?

18. Что такое электроотрицательность? Как изменяется электроотрицательность  $p$ -элементов в периоде, в группе периодической системы с увеличением порядкового номера? Почему?

19. Исходя из положения германия, молибдена и рения в периодической системе, составьте формулы водородного соединения германия,

оксида молибдена и рениевой кислоты, отвечающие их высшей степени окисления. Изобразите формулы этих соединений графически.

20. Что такое сродство к электрону? В каких единицах оно выражается? Как изменяется окислительная активность неметаллов в периоде и в группе периодической системы с увеличением порядкового номера? Ответ мотивируйте строением атома соответствующего элемента.

21. Составьте формулы оксидов и гидроксидов элементов третьего периода периодической системы, отвечающих их высшей степени окисления. Как изменяется кислотно-основной характер этих соединений при переходе от натрия к хлору? Напишите уравнения реакций, доказывающих амфотерность гидроксида алюминия.

22. Какой из элементов четвертого периода – ванадий или мышьяк – обладает более выраженными металлическими свойствами? Какой из этих элементов образует газообразное соединение с водородом? Ответ мотивируйте, исходя из строения атомов данных элементов.

23. Марганец образует соединения, в которых он проявляет степень окисления +2, +3, +4, +6, +7. Составьте формулы его оксидов и гидроксидов, отвечающих этим степеням окисления. Напишите уравнения реакций, доказывающих амфотерность гидроксида марганца (IV).

24. У какого элемента четвертого периода – хрома или селена – сильнее выражены металлические свойства? Какой из этих элементов образует газообразное соединение с водородом? Ответ мотивируйте строением атомов хрома и селена.

25. Какую низшую степень окисления проявляют хлор, сера, азот и углерод? Почему? Составьте формулы соединений алюминия с данными элементами в этой степени окисления. Как называются соответствующие соединения?

26. У какого из *p*-элементов пятой группы периодической системы – фосфора или сурьмы – сильнее выражены неметаллические свойства? Какое из водородных соединений данных элементов более сильный восстановитель? Ответ мотивируйте строением атома этих элементов.

27. Исходя из положения металла в периодической системе, дайте мотивированный ответ на вопрос: какой из двух гидроксидов более сильное основание:  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  или  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  или  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  или  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ?

28. Исходя из степени окисления атомов соответствующих элементов, дайте мотивированный ответ на вопрос: какой из двух гидроксидов является более сильным основанием:  $\text{CuOH}$  или  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ;  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  или

$\text{Fe}(\text{OH})_3$ ;  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  или  $\text{Sn}(\text{OH})_4$ ? Напишите уравнения реакций, доказывающих амфотерность гидроксида олова (II).

29. Какую низшую степень окисления проявляют водород, фтор, сера и азот? Почему? Составьте формулы соединений кальция с данными элементами в этой их степени окисления. Как называются соответствующие соединения?

30. Какую низшую и высшую степени окисления проявляют кремний, мышьяк, селен и хлор? Почему? Составьте формулы соединений данных элементов, отвечающих этим степеням окисления.

### 3. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ И СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛ

#### Контрольные вопросы

31. Какую химическую связь называют ковалентной? Чем можно объяснить направленность ковалентной связи? Как метод валентных связей (ВС) объясняет строение молекулы воды?

32. Какую ковалентную связь называют полярной? Что служит количественной мерой полярности ковалентной связи? Исходя из значений электроотрицательности атомов соответствующих элементов, определите, какая из связей:  $\text{HI}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$  – наиболее полярна.

33. Какой способ образования ковалентной связи называют донорно-акцепторным? Какие химические связи имеются в ионах  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{BF}_4^-$ ? Укажите донор и акцептор.

34. Как метод валентных связей (ВС) объясняет линейное строение молекулы  $\text{BeCl}_2$  и тетраэдрическое  $\text{CH}_4$ ?

35. Какую ковалентную связь называют  $\sigma$  (сигма), какую  $\pi$  (пи) связью? Разбейте на примере строения молекулы азота.

36. Сколько неспаренных электронов имеет атом хлора в нормальном и возбужденном состояниях? Распределите эти электроны по квантовым ячейкам. Чему равна валентность хлора, обусловленная неспаренными электронами?

37. Распределите электроны атома серы по квантовым ячейкам. Сколько неспаренных электронов имеют её атомы в нормальном и возбужденном состояниях? Чему равна валентность серы, обусловленная неспаренными электронами?

38. Что называют электрическим моментом диполя? Какая из молекул  $\text{HCl}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HI}$  имеет наибольший момент диполя? Почему?

39. Какие кристаллические структуры называют ионными, атомными, молекулярными и металлическими? Кристаллы, каких веществ: алмаз, хлорид натрия, диоксид углерода, цинк – имеют указанные структуры?

40. Как метод валентных связей (ВС) объясняет угловое строение молекул  $\text{H}_2\text{S}$  и линейное молекулы  $\text{CO}_2$ ?

41. Нарисуйте энергетическую схему образования молекулы  $\text{He}_2$  и молекулярного иона  $\text{He}_2^+$  по методу молекулярных орбиталей (МО). Как метод МО объясняет устойчивость иона  $\text{He}_2^+$  и невозможность молекулы  $\text{He}_2$ ?

42. Какую химическую связь называют водородной? Между молекулами, каких веществ она образуется? Почему  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{HF}$ , имея меньшую молекулярную массу, плавятся и кипят при более высоких температурах, чем их аналоги?

43. Какую химическую связь называют ионной? Каков механизм её образования? Какие свойства ионной связи отличают её от ковалентной связи? Приведите два примера типичных ионных соединений. Напишите уравнения превращения соответствующих ионов в нейтральные атомы.

44. Что следует понимать под степенью окисления атома? Определите степень окисления атома углерода и его валентность, обусловленную числом неспаренных электронов, в соединениях  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{HCOOH}$ ,  $\text{CO}_2$ .

45. Какие силы молекулярного взаимодействия называют ориентационными, индукционными и дисперсионными? Когда возникают эти силы, и какова их природа?

## 4. ЭНЕРГЕТИКА ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ\* (ТЕРМОХИМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ)

### Контрольные вопросы

46. Вычислите, какое количество теплоты выделится при восстановлении  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  металлическим алюминием, если было получено 335,1 г железа.

*Ответ:* 2543,1 кДж.

47. Газообразный этиловый спирт  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  можно получить при взаимодействии этилена  $\text{C}_2\text{H}_4$  (г)\*\* и водяных паров. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект.

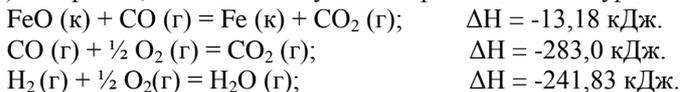
*Ответ:* -45,76 кДж.

---

\* См. табл. 1

\*\* Обозначения – (г), (к), (т), (ж) указывают на состояние вещества соответственно в газообразном, кристаллическом, твердом и жидком

48. Вычислите тепловой эффект реакции восстановления оксида железа (II) водородом, исходя из следующих термохимических уравнений:



*Ответ:* +27,99 кДж.

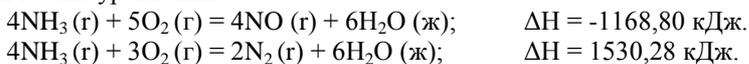
49. При взаимодействии газообразных сероводорода и оксида углерода (IV) образуются пары воды и сероуглерод CS<sub>2</sub> (г). Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект.

*Ответ:* +65,43 кДж.

50. Напишите термохимическое уравнение реакции между CO (г) и водородом, в результате которой образуются CH<sub>4</sub> (г) и H<sub>2</sub>O (г). Сколько теплоты выделится при этой реакции, если было получено 67,2 л метана в пересчете на нормальные условия?

*Ответ:* 618,48 кДж.

51. Тепловой эффект какой реакции равен теплоте образования NO? Вычислите теплоту образования NO, исходя из следующих термохимических уравнений:

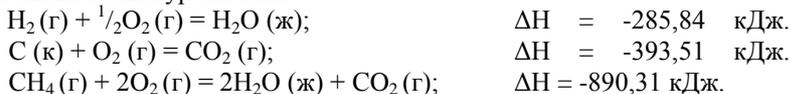


*Ответ:* 90,37 кДж.

52. Кристаллический хлорид аммония образуется при взаимодействии газообразных аммиака и хлорида водорода. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект. Сколько теплоты выделится, если в реакции было израсходовано 10 л аммиака в пересчете на нормальные условия?

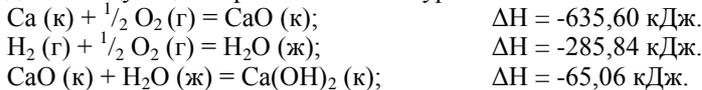
*Ответ:* 78,97 кДж.

53. Тепловой эффект какой реакции равен теплоте образования метана? Вычислите теплоту образования метана, исходя из следующих термохимических уравнений:



*Ответ:* -74,88 кДж.

54. Тепловой эффект какой реакции равен теплоте образования гидроксида кальция? Вычислите теплоту образования гидроксида кальция, исходя из следующих термохимических уравнений:



*Ответ:* -986,50 кДж.

55. Тепловой эффект реакции сгорания жидкого бензола с образованием паров воды и оксида углерода (IV) равен  $-3135,58$  кДж. Составьте термохимическое уравнение этой реакции и вычислите теплоту образования  $C_6H_6$  (ж).

*Ответ:*  $+49,03$  кДж.

56. Вычислите, сколько теплоты выделится при сгорании 165 л (н.у.) ацетилена  $C_2H_2$ , если продуктами сгорания являются оксид углерода (IV) и пары воды?

*Ответ:*  $924,88$  кДж.

57. При сгорании газообразного аммиака образуются пары воды и оксид азота(IV). Сколько теплоты выделится при этой реакции, если было получено 44,8 л NO в пересчете на нормальные условия?

*Ответ:*  $452,37$  кДж.

58. Реакция горения метилового спирта выражается термохимическим уравнением



Вычислите тепловой эффект этой реакции, если известно, что мольная теплота парообразования  $CH_3OH$  (ж) равна  $+37,4$  кДж.

*Ответ:*  $-726,62$  кДж.

59. При сгорании 11,5 г жидкого этилового спирта выделилось  $308,71$  кДж теплоты. Напишите термохимическое уравнение реакции, в результате которой образуются пары воды и оксид углерода (IV). Вычислите теплоту образования  $C_2H_5OH$  (ж).

*Ответ:*  $-277,67$  кДж.

60. Реакция горения бензола выражается термохимическим уравнением



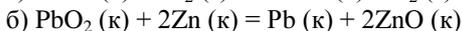
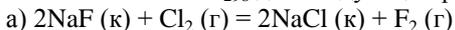
Вычислите тепловой эффект этой реакции, если известно, что мольная теплота парообразования бензола равна  $+33,9$  кДж.

*Ответ:*  $-3135,58$  кДж.

## 5. ХИМИЧЕСКОЕ СРОДСТВО\*

### Контрольные вопросы

61. Вычислите  $\Delta G_{298}^\circ$  для следующих реакций:



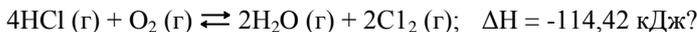
---

\* См. табл. 1, 2, 3

Можно ли получить фтор по реакции (а) и восстановить  $\text{PbO}_2$  цинком по реакции (б)?

*Ответ:* + 313,94 кДж; -417,4 кДж.

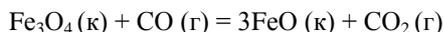
62. При какой температуре наступит равновесие системы:



Хлор или кислород в этой системе является более сильным окислителем, и при каких температурах?

*Ответ:* 891 К.

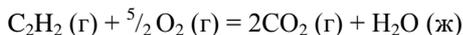
63. Восстановление  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  оксидом углерода идет по уравнению:



Вычислите  $\Delta G^\circ_{298}$  и сделайте вывод о возможности самопроизвольного протекания этой реакции при стандартных условиях. Чему равно  $\Delta S^\circ_{298}$  в этом процессе?

*Ответ:* +24,19 кДж; +31,34 Дж/(моль·К).

64. Реакция горения ацетилена идет по уравнению:



Вычислите  $\Delta G^\circ_{298}$  и  $\Delta S^\circ_{298}$ . Объясните уменьшение энтропии в результате этой реакции.

*Ответ:* -1235,15 кДж; -216,15 Дж/(моль·К)

65. Уменьшается или увеличивается энтропия при переходах:

а) воды в пар; б) графита в алмаз? Почему? Вычислите  $\Delta S^\circ_{298}$  для каждого превращения. Сделайте вывод о количественном изменении энтропии при фазовых и аллотропических превращениях.

*Ответ:* а) 118,78 Дж/(моль·К); б) -3,25 Дж/(моль·К)

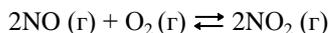
66. Чем можно объяснить, что при стандартных условиях невозможна экзотермическая реакция:



Зная тепловой эффект реакции и, абсолютные стандартные, энтропии соответствующих веществ, определите  $\Delta G^\circ_{298}$  этой реакции.

*Ответ:* +19,91 кДж.

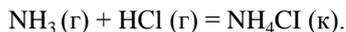
67. Прямая или обратная реакция будет протекать при стандартных условиях в системе:



Ответ мотивируйте, вычислив  $\Delta G^\circ_{298}$  прямой реакции.

*Ответ:* -69,70 кДж.

68. Исходи из значений стандартных теплот образования и стандартных абсолютных энтропий соответствующих веществ, вычислите  $\Delta G^{\circ}_{298}$  реакции, протекающей по уравнению:



Может ли эта реакция при стандартных условиях идти самопроизвольно?

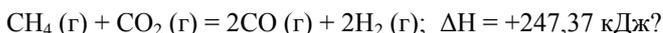
*Ответ:* -92,08 кДж.

69. При какой температуре наступит равновесие системы:



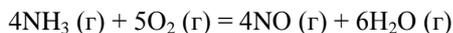
*Ответ:*  $\approx 385,5 \text{ К}$ .

70. При какой температуре наступит равновесие системы:



*Ответ:*  $\approx 961,9 \text{ К}$ .

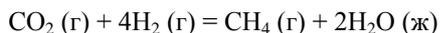
71. На основании стандартных теплот образования и, абсолютных стандартных, энтропий соответствующих веществ вычислите  $\Delta G^{\circ}_{298}$  реакции, протекающей по уравнению:



Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

*Ответ:* -957,77 кДж.

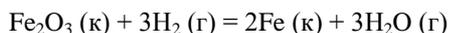
72. На основании стандартных теплот образования и, абсолютных стандартных, энтропий соответствующих веществ вычислите  $\Delta G^{\circ}_{298}$  реакции, протекающей по уравнению:



Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

*Ответ:* -130,89 кДж.

73. Вычислите  $\Delta H^{\circ}$ ,  $\Delta S^{\circ}$  и  $\Delta G^{\circ}_T$  реакции, протекающей по уравнению:



Возможна ли реакция установления  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  водородом при температурах 500 и 2000 К.?

*Ответ:* +96,61 кДж; 138,83 Дж/К; 27,2 кДж; -181,05 кДж.

74. Какие из карбонатов:  $\text{BeCO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$  или  $\text{BaCO}_3$  – можно получить по реакции взаимодействия соответствующих оксидов с  $\text{CO}_2$ ? Какая реакция идет наиболее энергично? Вывод сделайте, вычислив  $\Delta G^{\circ}_{298}$  реакций.

*Ответ:* +31,24 кДж; -130,17 кДж; -216,02 кДж.

## 6. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА И РАВНОВЕСИЕ

### Контрольные вопросы

75. Определите изменение скорости прямых газовых реакций при увеличении давления в 2 раза:



76. Окисление серы и её оксида(IV) протекает по уравнениям:



Как изменятся скорости этих реакций, если объемы каждой из систем уменьшить в четыре раза?

77. Напишите выражение для константы равновесия гомогенной системы  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ . Как изменится скорость прямой реакции – образования аммиака, если увеличить концентрацию водорода в 3 раза?

78. Реакция идет по уравнению  $\text{N}_2 + \text{O}_3 = 2\text{NO}$ . Концентрации исходных веществ до начала реакции были:  $[\text{N}_2] = 0,049$  моль/л;  $[\text{O}_2] = 0,01$  моль/л. Вычислите концентрацию этих веществ в момент, когда  $[\text{NO}] = 0,005$  моль/л.

*Ответ:*  $[\text{N}_2] = 0,0465$  моль/л;  $[\text{O}_2] = 0,0075$  моль/л.

79. Реакция идет по уравнению  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ . Концентрации участвующих в ней веществ были:  $[\text{N}_2] = 0,80$  моль/л;  $[\text{H}_2] = 1,5$  моль/л;  $[\text{NH}_3] = 0,10$  моль/л. Вычислите концентрацию водорода и аммиака, когда  $[\text{N}_2] = 0,5$  моль/л.

*Ответ:*  $[\text{NH}_3] = 0,70$  моль/л;  $[\text{H}_2] = 0,60$  моль/л.

80. Реакция идет по уравнению  $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$ . Константа скорости этой реакции при некоторой температуре равна 0,16. Исходные концентрации реагирующих веществ:  $[\text{H}_2] = 0,04$  моль/л;  $[\text{I}_2] = 0,05$  моль/л. Вычислите начальную скорость реакции и её скорость, когда  $[\text{H}_2] = 0,03$  моль/л.

*Ответ:*  $3,2 \cdot 10^{-4}$ ;  $1,92 \cdot 10^{-4}$ .

81. Вычислите, во сколько раз уменьшится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, если понизить температуру от 120 до 80°C. Температурный коэффициент скорости реакции 3.

82. Как изменится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, при повышении температуры на 60°C, если температурный коэффициент скорости данной реакции 2?

83. В гомогенной системе  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$  равновесные концентрации реагирующих веществ:  $[\text{CO}] = 0,2$  моль/л;  $[\text{Cl}_2] = 0,3$  моль/л;

$[\text{COCl}_2] = 1,2$  моль/л. Вычислите константу равновесия системы и исходные концентрации хлора и оксида углерода (II).

*Ответ:*  $K = 20$ ;  $[\text{Cl}_2]_{\text{исх.}} = 1,5$  моль/л.;  $[\text{CO}]_{\text{исх.}} = 1,4$  моль/л.

84. В гомогенной системе:  $\text{A} + 2\text{B} \rightleftharpoons \text{C}$  равновесные концентрации реагирующих газов:  $[\text{A}] = 0,06$  моль/л;  $[\text{B}] = 0,12$  моль/л;  $[\text{C}] = 0,216$  моль/л. Вычислите константу равновесия системы и исходные концентрации веществ А и В.

*Ответ:*  $K = 2,5$ ;  $[\text{A}]_{\text{исх.}} = 0,276$  моль/л;  $[\text{B}]_{\text{исх.}} = 0,552$  моль/л.

85. В гомогенной газовой системе:  $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$  равновесие установилось при концентрациях:  $[\text{B}] = 0,05$  моль/л. и  $[\text{C}] = 0,02$  моль/л. Константа равновесия системы равна 0,04. Вычислите исходные концентрации веществ А и В.

*Ответ:*  $[\text{A}]_{\text{исх.}} = 0,22$  моль/л;  $[\text{B}]_{\text{исх.}} = 0,07$  моль/л.

86. Константа скорости реакции разложения  $\text{N}_2\text{O}$ , протекающей по уравнению  $2\text{N}_2\text{O} = 2\text{N}_2 + \text{O}_2$ , равна  $5 \cdot 10^{-4}$ . Начальная концентрация  $\text{N}_2\text{O} = 6,0$  моль/л. Вычислите начальную скорость реакции и её скорость, когда разложится 50%  $\text{N}_2\text{O}$ .

*Ответ:*  $1,8 \cdot 10^{-2}$ ;  $4,5 \cdot 10^{-3}$ .

87. Напишите выражение для константы равновесия гетерогенной системы  $\text{CO}_2(\text{г}) + \text{C}(\text{т}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{г})$ . Как изменится скорость прямой реакции – образования  $\text{CO}$ , если концентрацию  $\text{CO}_2$  уменьшить в четыре раза? Как следует изменить давление, чтобы повысить выход  $\text{CO}$ ?

88. Напишите выражение для константы равновесия гетерогенной системы:  $\text{C}(\text{т}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2$ . Как следует изменить концентрацию и давление, чтобы сместить равновесие в сторону обратной реакции – образования водяных паров?

89. Равновесие гомогенной системы  $4\text{HCl}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{Cl}_2(\text{г})$  установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ:  $[\text{H}_2\text{O}]_{\text{р}} = 0,14$  моль/л;  $[\text{Cl}_2]_{\text{р}} = 0,14$  моль/л;  $[\text{HCl}]_{\text{р}} = 0,20$  моль/л;  $[\text{O}_2] = 0,32$  моль/л. Вычислите исходные концентрации хлороводорода и кислорода.

*Ответ:*  $[\text{HCl}]_{\text{исх.}} = 0,48$  моль/л;  $[\text{O}_2]_{\text{исх.}} = 0,39$  моль/л.

90. Вычислите константу равновесия для гомогенной системы  $\text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \leftrightarrow \text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г})$  если равновесные концентрации реагирующих веществ:  $[\text{CO}]_{\text{р}} = 0,004$  моль/л;  $[\text{H}_2\text{O}]_{\text{р}} = 0,064$  моль/л;  $[\text{CO}_2]_{\text{р}} = 0,016$  моль/л;  $[\text{H}_2]_{\text{р}} = 0,016$  моль/л. Чему равны исходные концентрации воды и  $\text{CO}$ ?

*Ответ:*  $K = 1$ ;  $[\text{H}_2\text{O}]_{\text{исх.}} = 0,08$  моль/л;  $[\text{CO}]_{\text{исх.}} = 0,02$  моль/л.

## 7. СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРА

### Контрольные вопросы

91. Вычислите молярную и эквивалентную (нормальную) концентрации 20%-ного раствора хлорида кальция плотностью  $1,178 \text{ г/см}^3$ .

*Ответ:* 2,1М; 4,2 н.

92. Чему равна эквивалентная (нормальная) концентрация 30%-ного раствора NaOH плотностью  $1,328 \text{ г/см}^3$ ? К 1 л этого раствора прибавили 5 л воды. Вычислите процентную концентрацию полученного раствора.

*Ответ:* 9,96 н.; 6,3%.

93. К 3 л 10%-ного раствора  $\text{HNO}_3$  плотностью  $1,054 \text{ г/см}^3$  прибавили 5 л 2%-ного раствора той же кислоты плотностью  $1,009 \text{ г/см}^3$ . Вычислите процентную и молярную концентрацию полученного раствора, объем которого равен 8 л.

*Ответ:* 5,0%; 0,82 М.

94. Вычислить эквивалентную (нормальную) и молярную концентрации 20,8%-ного раствора  $\text{HNO}_3$  плотностью  $1,12 \text{ г/см}^3$ . Сколько граммов кислоты содержится в 4 л этого раствора?

*Ответ:* 3,70 н; 4,17 М; 931,8 г.

95. Вычислите молярную, эквивалентную (нормальную) и моляльную концентрации 16%-ного раствор хлорида алюминия плотностью  $1,149 \text{ г/см}^3$ .

*Ответ:* 1,38 М; 4,14 н; 1,43 м.

96. Какой объем 20,01%-ного раствора HCl (пл.  $1,100 \text{ г/см}^3$ ) требуется для приготовления 1 л 10,17%-ного раствора (пл.  $1,050 \text{ г/см}^3$ )?

*Ответ:*  $485,38 \text{ см}^3$ .

97. Смешали  $10 \text{ см}^3$  10%-ного раствора  $\text{HNO}_3$  (пл.  $1,056 \text{ г/см}^3$ ) и  $100 \text{ см}^3$  30%-ного раствора  $\text{HNO}_3$  (пл.  $1,184 \text{ г/см}^3$ ). Вычислите процентную концентрацию полученного раствора.

*Ответ:* 28,38%.

98. Какой объем 50%-ного раствора KOH (пл.  $1,538 \text{ г/см}^3$ ) требуется для приготовления 3 л 6%-ного раствора (пл.  $1,048 \text{ г/см}^3$ )?

*Ответ:*  $245,5 \text{ см}^3$ .

99. Какой объем 10%-ного раствора карбоната натрия (пл.  $1,105 \text{ г/см}^3$ ) требуется для приготовления 5 л 2%-ного раствора (пл.  $1,02 \text{ г/см}^3$ )?

*Ответ:*  $923,1 \text{ см}^3$ .

100. На нейтрализацию  $31\text{ см}^3$   $0,16\text{ н}$  раствора щелочи требуется  $217\text{ см}^3$  раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Чему равны нормальность и титр раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

*Ответ:*  $0,023\text{ н}$ ;  $1,127 \cdot 10^{-3}\text{ г/см}^3$ .

101. Какой объем  $0,3\text{ н}$  раствора кислоты требуется для нейтрализации раствора, содержащего  $0,32\text{ г}$   $\text{NaOH}$  в  $40\text{ см}^3$ ?

*Ответ:*  $26,6\text{ см}^3$ .

102. На нейтрализацию  $1\text{ л}$  раствора, содержащего  $1,4\text{ г}$   $\text{KOH}$ , требуется  $50\text{ см}^3$  раствора кислоты. Вычислите нормальность раствора кислоты.

*Ответ:*  $0,53\text{ н}$ .

103. Какая масса  $\text{HNO}_3$  содержалась в растворе, если на нейтрализацию его потребовалось  $35\text{ см}^3$   $0,4\text{ н}$  раствора  $\text{NaOH}$ ? Каков титр раствора  $\text{NaOH}$ ?

*Ответ:*  $0,882\text{ г}$ ;  $0,016\text{ г/см}^3$ .

104. Какую массу  $\text{NaNO}_3$  нужно растворить в  $400\text{ г}$  воды, чтобы приготовить  $20\%$ -ный раствор? *Ответ:*  $100\text{ г}$ .

105. Смешали  $300\text{ г}$   $20\%$ -ного раствора и  $500\text{ г}$   $40\%$ -ного раствора  $\text{NaCl}$ . Чему равна процентная концентрация полученного раствора?

*Ответ:*  $32,5\%$ .

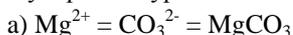
## 8. ИОННО-МОЛЕКУЛЯРЫЕ (ИОННЫЕ) РЕАКЦИИ ОБМЕНА\*

### Контрольные вопросы

106. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а)  $\text{NaHCO}_3$  и  $\text{NaOH}$ ; б)  $\text{K}_2\text{SiO}_3$  и  $\text{HCl}$ ; в)  $\text{BaCl}_2$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

107. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а)  $\text{K}_2\text{S}$  и  $\text{HCl}$ ; б)  $\text{FeSO}_4$  и  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ; в)  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  и  $\text{KOH}$ .

108. Составьте по три молекулярных уравнения реакций, которые выражаются ионно-молекулярными уравнениями:



---

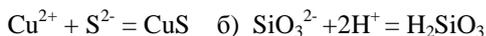
\* См. табл. 4

109. Какое из веществ:  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  – будет взаимодействовать с гидроксидом калия? Выразите эти реакции молекулярными и ионно-молекулярными уравнениями.

110. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а)  $\text{KHCO}_3$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; б)  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  и  $\text{NaOH}$ ; в)  $\text{CaCl}_2$  и  $\text{AgNO}_3$ .

111. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между а)  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{H}_2\text{S}$ ; б)  $\text{BaCO}_3$  и  $\text{HNO}_3$ ; в)  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{KOH}$ .

112. Составьте по три молекулярных уравнения реакций, которые выражаются ионно-молекулярными уравнениями:



113. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между а)  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  и  $\text{HCl}$ ;

б)  $\text{BeSO}_4$  и  $\text{KOH}$ ; в)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ .

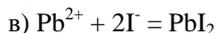
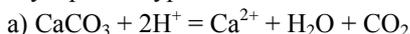
114. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между а)  $\text{Sn}(\text{OH})_2$  и  $\text{HCl}$ ;

б)  $\text{BeSO}_4$  и  $\text{KOH}$ ; в)  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ .

115. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействий в растворах между: а)  $\text{AgNO}_3$  и  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ;

б)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{KI}$ ; в)  $\text{CdSO}_4$  и  $\text{N}_2\text{S}$ .

116. Составьте молекулярные уравнения реакций, которые выражаются ионно-молекулярными уравнениями:



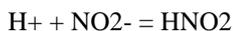
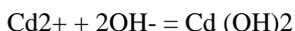
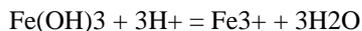
117. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а)  $\text{Be}(\text{OH})_2$  и  $\text{NaOH}$ ;

б)  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  и  $\text{HNO}_3$ ; в)  $\text{ZnOHNO}_3$  и  $\text{HNO}_3$ .

118. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  и  $\text{CaCl}_2$ ;

б)  $\text{K}_2\text{CO}_3$  и  $\text{BaCl}_2$ ; в)  $\text{Zn}(\text{OH})_2$  и  $\text{KOH}$ .

119. Составьте молекулярные уравнения реакций, которые выражаются ионно-молекулярными уравнениями:



120. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а) CdS и HCl; б) Cr(OH)<sub>3</sub> и NaOH;

в) Ba(OH)<sub>2</sub> и CoCl<sub>2</sub>

## 9. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

### Контрольные вопросы

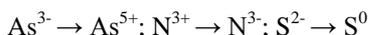
121. Исходя из степени окисления хлора в соединениях HCl, HClO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub> определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме:  $KBr + KBrO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Br_2 + K_2SO_4 + H_2O$

122. Реакции выражаются схемами:

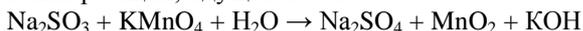


Составьте электронные уравнения. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Для каждой реакции укажите, какое вещество является окислителем, какое – восстановителем; какое вещество окисляется, какое – восстанавливается.

123. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:



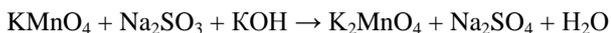
На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме:



124. Исходя из степени окисления фосфора в соединениях PH<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>3</sub>, определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме:

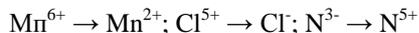


125. Реакции выражаются схемами:

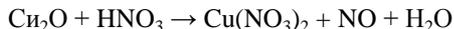


Составьте электронные уравнения. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Для каждой реакции укажите, какое вещество является окислителем, какое – восстановителем; какое вещество окисляется, какое – восстанавливается.

126. Составьте электронные уравнения и укажите, какой процесс – окисление или восстановление – происходит при следующих превращениях:



На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме:

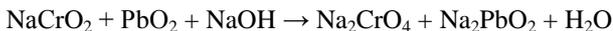


127. Реакции выражаются схемами:

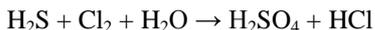


Составьте электронные уравнения. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Для каждой реакции укажите, какое вещество является окислителем, какое – восстановителем; какое вещество окисляется, какое – восстанавливается.

128. Исходя из степени окисления хрома, йода и серы в соединениях  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{KI}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_3$ , определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме:

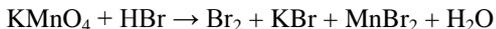
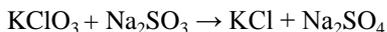


129. Реакции выражаются схемами:



Составьте электронные уравнения. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Для каждой реакции укажите, какое вещество является окислителем, какое – восстановителем; какое вещество окисляется, какое – восстанавливается.

130. Реакции выражаются схемами:



Составьте электронные уравнения. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Для каждой реакции укажите, какое вещество яв-

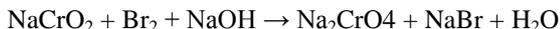
ляется окислителем, какое – восстановителем; какое вещество окисляется, какое – восстанавливается.

131. Реакции выражаются схемами:



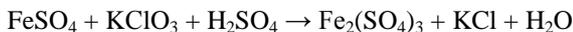
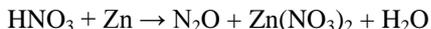
Составьте электронные уравнения. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Для каждой реакции укажите, какое вещество является окислителем, какое – восстановителем; какое вещество окисляется, какое – восстанавливается.

132. Реакции выражаются схемами:



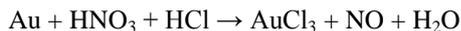
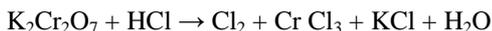
Составьте электронные уравнения. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Для каждой реакции укажите, какое вещество является окислителем, какое – восстановителем; какое вещество окисляется, какое – восстанавливается.

133. Реакции выражаются схемами:



Составьте электронные уравнения. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Для каждой реакции укажите, какое вещество является окислителем, какое – восстановителем; какое вещество окисляется, какое – восстанавливается.

134. Реакции выражаются схемами:



Составьте электронные уравнения. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Для каждой реакции укажите, какое вещество является окислителем, какое – восстановителем; какое вещество окисляется, какое – восстанавливается.

135. Могут ли происходить окислительно-восстановительные реакции между веществами: а)  $\text{NH}_3$  и  $\text{KMnO}_4$ ; б)  $\text{HNO}_2$  и  $\text{HI}$ ; в)  $\text{HCl}$  и  $\text{H}_2\text{Se}$ ? Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме:



## 10. ЭЛЕКТРОННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ И ЭЛЕКТРОДВИЖУЩИЕ СИЛЫ\*

### Контрольные вопросы

136. В два сосуда с голубым раствором медного купороса поместили в первый цинковую пластинку, а во второй серебряную. В каком сосуде цвет раствора постепенно пропадает? Почему? Составьте электронные и молекулярные уравнения соответствующей реакции.

137. Увеличится, уменьшится или останется без изменения масса цинковой пластинки при взаимодействии ее с растворами: а)  $\text{CuSO}_4$ ;

б)  $\text{MgSO}_4$ ; в)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ? Почему? Составьте электронные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.

138. При какой концентрации ионов  $\text{Zn}^{2+}$  (в моль/л) потенциал цинкового электрода будет на 0,015В меньше его стандартного электродного потенциала?

*Ответ:* 0,30 моль/л.

139. Увеличится, уменьшится или останется, без изменения масса кадмиевой пластинки при взаимодействии ее с растворами: а)  $\text{AgNO}_3$ ; б)  $\text{ZnSO}_4$ ; в)  $\text{NiSO}_4$ ? Почему? Составьте электронные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.

140. Марганцевый электрод в растворе его соли имеет потенциал -1,23 В. Вычислите концентрацию ионов  $\text{Mn}^{2+}$  (в моль/л).

*Ответ:*  $1,89 \cdot 10^{-2}$  моль/л.

141. Потенциал серебряного электрода в растворе  $\text{AgNO}_3$  составил 95% от значения его стандартного, электродного потенциала. Чему равна концентрация ионов  $\text{Ag}^+$  (в моль/л)?

*Ответ:* 0,20 моль/л.

142. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС медно-кадмиевого гальванического элемента, в котором  $[\text{Cd}^{2+}] = 0,8$  моль/л, а  $[\text{Cu}^{2+}] = 0,01$  моль/л. *Ответ:* 0,68 В.

143. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых медь была бы катодом, а в другом – анодом. Напишите для каждого из этих элементов электронные уравнения реакций, протекающих на катоде и на аноде.

---

\* См. табл. 5

144. При какой концентрации ионов  $\text{Cu}^{2+}$  (моль/л) значение потенциала медного электрода становится равным стандартному потенциалу водородного электрода?

*Ответ:*  $1,89 \cdot 10^{-12}$  моль/л.

145. Какой гальванический элемент называется концентрационным? Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из серебряных электродов, опущенных: первый в 0,01 н, а второй в 0,1 н растворы  $\text{AgNO}_3$ .

*Ответ:* 0,059 В.

146. При каком условии будет работать гальванический элемент, электроды которого сделаны из одного и того же металла? Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, в котором один никелевый электрод находится в 0,001 М растворе, а другой такой же электрод – в 0,01 М растворе сульфата никеля.

*Ответ:* 0,0295 В.

147. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из свинцовой и магниевой пластин, опущенных в растворы своих солей с концентрацией  $[\text{Pb}^{2+}] = [\text{Mg}^{2+}] = 0,01$  моль/л. Изменится ли ЭДС этого элемента, если концентрацию каждого из ионов увеличить в одинаковое число раз?

*Ответ:* 2,244 В.

148. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых никель является катодом, а в другом – анодом. Напишите для каждого из этих элементов электронные уравнения реакций, протекающих на катоде и на аноде.

149. Железная и серебряная пластины соединены внешним проводником и погружены в раствор серной кислоты. Составьте схему данного гальванического элемента и напишите электронные уравнения процессов, происходящих на аноде и на катоде.

150. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из пластин кадмия и магния, опущенных в растворы своих солей с концентрацией  $[\text{Mg}^{2+}] = [\text{Cd}^{2+}] = 1$  моль/л. Изменится ли значение ЭДС, если концентрацию каждого из ионов понизить до 0,01 моль/л.?

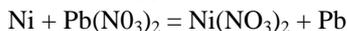
*Ответ:* 1,967В.

151. Составьте схему гальванического элемента, состоящего из пластин цинка и железа, погруженных в растворы их солей. Напишите электронные уравнения процессов, протекающих на аноде и на катоде.

Какой концентрации надо было бы взять ионы железа (моль/л), чтобы ЭДС элемента стала равной нулю, если  $[Zn^{2+}] = 0,001$  моль/л?

*Ответ:*  $7,3 \cdot 10^{-15}$  моль/л.

152. Составьте, схему гальванического элемента, в основе которого лежит реакция, протекающая по уравнению



Напишите электронные уравнения анодного и катодного процессов. Вычислите ЭДС этого элемента, если  $[Ni^{2+}] = 0,01$  моль/л;  $[Pb^{2+}] = 0,0001$  моль/л.

*Ответ:* 0,064 В.

153. Какие Химические процессы протекают на электродах при зарядке и разрядке свинцового аккумулятора?

154. Какие химические процессы, протекают на электродах при зарядке и разрядке кадмий-никелевого аккумулятора?

155. Какие химические процессы протекают на электродах при зарядке и разрядке железо-никелевого аккумулятора?

## 11. ЭЛЕКТРОЛИЗ

### Контрольные вопросы

156. Электролиз раствора  $K_2SO_4$  проводили при силе тока 5 А в течение 3 ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах. Какая масса воды при этом разложилась и чему равен объем газов (н.у.), выделившихся на катоде и аноде?

*Ответ:* 5,03 г; 6,266 л; 3,133 л.

157. При электролизе соли некоторого металла в течение 1,5 ч при силе тока 1,8А на катоде выделилось 1,75 г этого металла. Вычислите молярную массу эквивалента металла.

*Ответ:* 17,37 г/моль.

158. При электролизе раствора  $CuSO_4$  на аноде выделилось 168 см<sup>3</sup> газа (н.у.). Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах, и вычислите, какая масса меди выделилась на катоде.

*Ответ:* 0,953 г.

159. Электролиз раствора  $Na_2SO_4$  проводили в течение 5 часов, при силе тока 7 А. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах. Какая масса воды при этом разложилась и чему равен объем газов (н.у.), выделившихся на катоде и аноде?

*Ответ:* 11,75г; 14,62л; 7,31л.

160. Электролиз раствора нитрата серебра проводили при силе тока 2 А в течение 4 ч. Составьте электронные уравнения процессов, проис-

ходящих на электродах. Какая масса серебра выделилась на катоде, и каков объем газа (н.у.), выделившегося на аноде?

*Ответ:* 32,20 г; 1,67 л.

161. Электролиз раствора сульфата некоторого металла проводили при силе тока 6 А в течение 45 мин, в результате, чего на катоде выдѣлилось 5,49 г металла. Вычислите молярную массу эквивалента металла.

*Ответ:* 32,7 г/моль.

162. Насколько уменьшится масса серебряного анода, если электролиз раствора  $\text{AgNO}_3$  проводить при силе тока 2А в течение 38 мин 20 с? Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на графитовых электродах.

*Ответ:* 4,47 г.

163. Электролиз раствора сульфата цинка проводили в течение 5 ч, в результате чего выдѣлилось 6 л кислорода (н.у.). Составьте уравнения электродных процессов и вычислите силу тока.

*Ответ:* 5,74 А.

164. Электролиз раствора  $\text{CuSO}_4$  проводили с медным анодом, в течение 4 ч. при силе тока 50А. При этом выдѣлилось 224 г меди. Вычислите выход по току (отношение массы выдѣлившегося вещества к теоретически возможной). Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах в случае медного и угольного анода.

*Ответ:* 94,48%

165. Электролиз раствора  $\text{NaI}$  проводили при силе тока 6А в течение 2,5 ч. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на угольных электродах, вычислите массу вещества, выдѣлившегося на катоде и аноде?

*Ответ:* 0,56 г; 71,0 г.

166. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на угольных электродах при электролизе раствора  $\text{AgNO}_3$ . Если электролиз проводить с серебряным анодом, то его масса уменьшается на 5,4 г. Определите расход электричества при этом.

*Ответ:* 4830 Кл.

167. Электролиз раствора  $\text{CuSO}_4$  проводили в течение 15 мин. при силе тока 2,5 А. Выдѣлилось 0,72 г меди. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах в случае медного и угольного анода. Вычислите выход по току (отношение массы выдѣлившегося вещества к теоретически возможной величине).

*Ответ:* 97,3%.

168. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на графитовых электродах при электролизе расплавов и водных растворов  $\text{NaCl}$  и  $\text{KOH}$ . Сколько литров (н.у.) газа выдѣлится на аноде при

электролизе гидроксида калия, если электролиз проводить в течение 30 мин при силе тока 0,5 А?

*Ответ:* 0,052 л.

169. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на графитовых электродах при электролизе раствора КВг. Какая масса вещества выделяется на катоде и аноде, если электролиз проводить в течение 1ч 35мин при силе тока 15 А?

*Ответ:* 0,886г; 70,79г.

170. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на угольных электродах при электролизе раствора  $\text{CuCl}_2$ . Вычислите массу меди, выделившейся на катоде, если на аноде выделилось 560 мл газа (н.у.).

*Ответ:* 1,588 г.

171. При электролизе соли трехвалентного металла при силе тока 1,5 А в течение 30 мин на катоде выделилось 1,071 г металла. Вычислите атомную массу металла.

*Ответ:* 114,82.

172. При электролизе растворов  $\text{MgSO}_4$  и  $\text{ZnCl}_2$ , соединенных последовательно с источником тока, на одном из катодов выделилось 0,25 г водорода. Какая масса вещества выделится на другом катоде; на анодах?

*Ответ:* 8,17 г; 2,0 г; 8,86г.

173. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на угольных электродах при электролизе раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Вычислите массу вещества, выделяющегося на катоде, если на аноде выделяется 1,12 л газа (н.у.). Какая масса  $\text{H}_2\text{SO}_4$  образуется при этом возле анода?

*Ответ:* 0,2 г; 9,8 г.

174. При электролизе раствора соли кадмия израсходовано 3434 Кл электричества. Выделилось 2 г кадмия. Чему равна молярная масса эквивалента кадмия?

*Ответ:* 56,26 г/моль.

175. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих на электродах при электролизе раствора КОН. Чему равна сила тока, если в течение 1 ч 15 мин 20с на аноде выделилось 6,4 г газа? Сколько литров газа (н.у.) выделилось при этом на катоде?

*Ответ:* 17,08 А.; 8,96 л.

## 12. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ

### Контрольные вопросы

176. Как происходит атмосферная коррозия луженого и оцинкованного железа при нарушении покрытия? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процесса.

177. Медь не вытесняет водород из разбавленных кислот. Почему? Однако если к медной пластинке, опущенной в кислоту, прикоснуться цинковой, то на меди начинается бурное выделение водорода. Дайте этому объяснение. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов. Напишите уравнение протекающей химической реакции.

178. Как происходит атмосферная коррозия луженого железа и луженой Меди при нарушении покрытия? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.

179. Если пластинку из чистого цинка опустить в разбавленную кислоту, то начинающееся выделение водорода вскоре почти прекращается. Однако, при прикосновении к цинку медной палочкой, на последней начинается бурное выделение водорода. Дайте этому объяснение, составив электронные уравнения анодного и катодного процесса. Напишите уравнение протекающей химической реакции.

180. В чем сущность протекторной защиты металлов от коррозии? Приведите пример протекторной защиты железа в электролите, содержащем растворенный кислород. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.

181. Железное изделие покрыли никелем. Какое это покрытие – анодное или катодное? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия; при нарушении покрытия во влажном воздухе и в хлороводородной (соляной) кислоте. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

182. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов с кислородной и водородной деполяризацией при коррозии пары магний – никель. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

183. В раствор хлороводородной (соляной) кислоты поместили цинковую пластинку и цинковую пластинку, частично покрытую медью. В каком случае процесс коррозии цинка происходит интенсивнее? Ответ мотивируйте, составив электронные уравнения соответствующих процессов.

184. Почему химически чистое железо более стойко против коррозии, чем техническое железо? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, происходящих при коррозии технического железа во влажном воздухе и в кислой среде.

185. Какие покрытия металлов называются анодными и катодными? Назовите несколько металлов, которые могут служить для анодного и катодного покрытия железа. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, происходящих при коррозии железа, покрытого медью, во влажном воздухе и в кислой среде.

186. Железное изделие покрыли кадмием. Какое это покрытие – анодное или катодное? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении покрытия во влажном воздухе и в хлороводородной (соляной) кислоте. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

187. Железное изделие покрыли свинцом. Какое это покрытие – анодное или катодное? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении покрытия во влажном воздухе и в хлороводородной (соляной) кислоте. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

188. Две железные пластинки, частично покрытые одна оловом, другая медью, находятся во влажном воздухе. На какой из этих пластинок быстрее образуется ржавчина? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этих пластинок. Какой состав продуктов коррозии железа?

189. Какой металл целесообразней выбрать для протекторной защиты от коррозии свинцовой оболочки кабеля: цинк, магний или хром? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов атмосферной коррозии. Какой состав продуктов коррозии?

190. Если опустить в разбавленную серную кислоту пластинку из чистого железа, то выделение на ней водорода идет медленно и, со временем, почти прекращается. Однако, если цинковой палочкой прикоснуться к железной пластинке, то на последней начинается бурное выделение водорода. Почему? Какой металл при этом растворяется? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.

191. Цинковую и железную пластинки опустили в раствор сульфата меди. Составьте электронные и ионно-молекулярные уравнения реакций происходящих на каждой из этих пластинок. Какие процессы будут проходить на пластинках, если наружные концы их соединить проводником?

192. Как влияет pH среды на скорость коррозии железа и цинка? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процесса атмосферной коррозии этих металлов.

193. В раствор электролита, содержащего растворенный кислород, опустили цинковую пластинку и железную пластинку, частично покрытую медью. В каком случае процесс коррозии цинка проходит интенсивнее? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.

194. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов с кислородной и водородной деполяризацией при коррозии пары алюминий – железо. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

195. Как протекает атмосферная коррозия железа, покрытого слоем никеля, если покрытие нарушено? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов. Каков состав продуктов коррозии?

### 13. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

#### Контрольные вопросы

196. Определите, чему равны заряд комплексного иона, степень окисления и координационное число комплексообразователя в соединениях  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$ ,  $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ . Напишите уравнения диссоциации этих соединений в водных растворах.

197. Составьте координационные формулы следующих комплексных соединений платины:  $\text{PtCl}_4 \cdot 6\text{NH}_3$ ;  $\text{PtCl}_4 \cdot 4\text{NH}_3$ ;  $\text{PtCl}_4 \cdot 2\text{NH}_3$ . Координационное число платины(IV) равно шести. Напишите уравнения диссоциации этих соединений в водных растворах. Какое из соединений является комплексным неэлектролитом?

198. Составьте координационные формулы следующих комплексных соединений кобальта:  $\text{CoCl}_3 \cdot 6\text{NH}_3$ ;  $\text{CoCl}_3 \cdot 5\text{NH}_3$ ;  $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$ . Координационное число кобальта (III) равно шести. Напишите уравнения диссоциации этих соединений в водных растворах.

199. Определите, чему равны заряд комплексного иона, степень окисления и координационное число сурьмы в соединениях  $\text{Rb}[\text{SbBr}_6]$ ;  $\text{K}[\text{SbCl}_6]$ ;  $\text{Na}[\text{Sb}(\text{SO}_4)_2]$ . Как диссоциируют эти соединения в водных растворах?

200. Составьте координационные формулы следующих комплексных соединений серебра:  $\text{AgCl} \cdot 2\text{NH}_3$ ;  $\text{AgCN} \cdot \text{KCN}$ ;  $\text{AgNO}_2 \cdot \text{NaNO}_2$ . Координационное число серебра равно двум. Напишите уравнения диссоциации этих соединений в водных растворах.

201. Определите, чему равны заряд комплексного иона, степень окисления и координационное число комплексообразователя в соединениях  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{K}_4[\text{TiCl}_8]$ ,  $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$ . Как диссоциируют эти соединения в водных растворах?

202. Из сочетания частиц  $\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{K}^+$  можно составить семь координационных формул комплексных соединений кобальта, одна из которых  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_2)_3$ . Составьте формулы других шести соединений и напишите уравнения их диссоциации в водных растворах.

203. Определите, чему равен заряд следующих комплексных ионов:  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{HgBr}_4]$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , если комплексообразователями являются  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ . Напишите формулы соединений, содержащих эти комплексные ионы.

204. Определите, чему равен заряд комплексных ионов  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_3]$ ,  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)\text{Cl}_3]$ ,  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ , если комплексообразователями

являются  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ . Напишите формулы комплексных соединений, содержащих эти ионы.

205. Из сочетания частиц  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}^-$  и  $\text{K}^+$  можно составить семь координационных формул комплексных соединений хрома, одна из которых  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ . Составьте формулы других шести соединений и напишите уравнения их диссоциации в водных растворах.

206. Составьте координационные формулы следующих комплексных соединений кобальта:  $3\text{NaNO}_2 \cdot \text{Co}(\text{NO}_2)_3$ ,  $\text{CoCl}_3 \cdot 3\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $2\text{KNO}_2 \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{Co}(\text{NO}_2)_3$ . Координационное число кобальта (III) равно шести. Напишите уравнения диссоциации этих соединений в водных растворах.

207. Напишите выражения для констант нестойкости комплексных ионов  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ ,  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ ,  $[\text{PtCl}_6]^{2-}$ . Чему равны степень окисления и координационное число комплексообразователей в этих ионах?

208. Константы нестойкости комплексных ионов  $[\text{Co}(\text{CN})_4]^{2-}$ ,  $[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$ ,  $[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-}$  соответственно равны  $8 \cdot 10^{-20}$ ,  $4 \cdot 10^{-41}$ ,  $1,4 \cdot 10^{-17}$ . В каком растворе, содержащем эти ионы, при равной молярной концентрации ионов  $\text{CN}^-$  больше? Напишите выражения для констант нестойкости указанных комплексных ионов.

209. Напишите выражения для констант нестойкости следующих комплексных ионов:  $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ ,  $[\text{Al}(\text{NH}_3)_2]^+$ ,  $[\text{Ag}(\text{SCN})_2]^-$ . Зная, что они соответственно равны  $1,0 \cdot 10^{-21}$ ,  $6,8 \cdot 10^{-8}$ ,  $2,0 \cdot 10^{-11}$ , укажите, в каком растворе, содержащем эти ионы, при равной молярной концентрации больше ионов  $\text{Ag}^+$ .

210. При прибавлении раствора KCN к раствору  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  образуется растворимое комплексное соединение  $\text{K}_2[\text{Zn}(\text{CN})_4]$ . Напишите молекулярное и ионно-молекулярное уравнения реакции. Константа нестойкости, какого иона,  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  или  $[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-}$ , больше? Почему?

## 14. ОБЩИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

### Контрольные вопросы

211. Напишите уравнения реакций натрия с водородом, кислородом, азотом и серой. Какую степень окисления приобретают атомы окислителя в каждой из этих реакций?

212. Как получают металлический натрий? Составьте электронные уравнения процессов, проходящих на электродах при электролизе расплава NaOH.

213. Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций:

а) кальция с водой; б) магния с азотной кислотой, учитывая, что окислитель приобретает низшую степень окисления.

214. Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций:  
а) бериллия с раствором щелочи; б) магния с концентрированной серной кислотой, учитывая, что окислитель приобретает низшую степень окисления.

215. Какие соединения магния и кальция применяются в качестве вяжущих строительных материалов? Чем обусловлены их вяжущие свойства?

216. Чем можно объяснить большую восстановительную способность щелочных металлов. При сплавлении гидроксида натрия с металлическим натрием последний восстанавливает водород щелочи в гидрид-ион. Составьте электронные и молекулярные уравнения этой реакции.

217. Составьте уравнения реакций, которые нужно провести для осуществления следующих превращений:



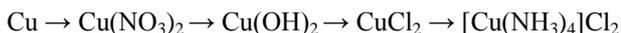
218. Какой процесс называется алюминотермией? Составьте электронные и молекулярные уравнения реакции, на которой основано применение термита (смесь Al и  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ).

219. Какая степень окисления наиболее характерна для олова и для свинца? Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций олова и свинца с концентрированной азотной кислотой.

220. Чем можно объяснить восстановительные свойства соединений олова (II) и окислительные свинца (IV)? На основании электронных уравнений составьте уравнения реакций: а)  $\text{SnCl}_2$  с  $\text{HgCl}_2$ ; б)  $\text{PbO}_2$  с  $\text{HCl}$  конц.

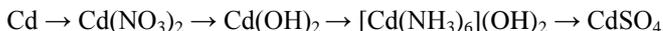
221. Серебро не взаимодействует с разбавленной серной кислотой, тогда как в концентрированной оно растворяется. Чем это можно объяснить? Составьте электронные и молекулярные уравнения соответствующей реакции.

222. Составьте уравнения реакций, которые надо провести для осуществления следующих превращений:



223. Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций, цинка: а) с раствором гидроксида натрия; б) с концентрированной серной кислотой, учитывая восстановление серы до нулевой степени окисления.

224. Составьте уравнения реакций, которые надо провести для осуществления следующих превращений:



225. При действии на титан концентрированной хлороводородной (соляной) кислотой образуется хлорид титана(III), а при действии азотной – осадок метатитановой кислоты. Составьте электронные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.

226. Какую степень окисления проявляют медь, серебро и золото в соединениях? Какая степень окисления наиболее характерна для каждого из них? Иодид калия восстанавливает ионы меди (II) в соединения меди, со степенью окисления +1. Составьте электронные и молекулярные уравнения взаимодействия KI с сульфатом меди.

227. Оксид титана (IV) и оксид циркония (IV) при сплавлении взаимодействуют со щелочами. О каких свойствах оксидов говорят эти реакции? Напишите уравнения реакций между: а)  $TiO_2$  и  $CaO$ ; б)  $ZrO_2$  и  $NaOH$ . В первой реакции образуется метатитанат, а во второй – ортоцирконат соответствующих металлов.

228. Кусок латуни обработали азотной кислотой. Раствор разделили на две части. К одной из них прибавили избыток раствора аммиака, к другой – избыток раствора щелочи. Какие соединения цинка и меди образуются при этом? Составьте уравнения соответствующих реакций.

229. Какую степень окисления проявляет ванадий в соединениях? Составьте формулы оксидов ванадия, отвечающих этим степеням окисления. Как меняются кислотно-основные свойства оксидов ванадия при переходе от низшей к высшей степени окисления? Составьте уравнения реакций: а)  $V_2O_3$  с  $H_2SO_4$ ; б)  $V_2O_5$  с  $NaOH$ .

230. При внесении цинка в подкисленный серной кислотой раствор метаванадата аммония  $NH_4VO_3$  желтая окраска постепенно переходит в фиолетовую за счет образования сульфата ванадия (II). Составьте электронные и молекулярные уравнения реакции.

231. Составьте электронные и молекулярные уравнения реакций: а) растворения молибдена в азотной кислоте; б) растворения, вольфрама в щелочи в присутствии кислорода. Учтите, что молибден и вольфрам приобретают высшую степень окисления.

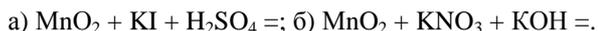
232. К подкисленному серной кислотой раствору дихромата калия  $K_2Cr_2O_7$  прибавили порошок алюминия. Через некоторое время оранжевая окраска раствора перешла в зеленую. Составьте электронные и молекулярные уравнения реакции.

233. Марганец азотной кислотой окисляется до низшей степени окисления, а рений приобретает высшую степень окисления. Какие соединения при этом получаются? Составьте электронные и молекулярные уравнения соответствующих реакций.

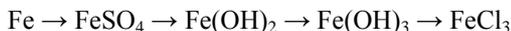
234. Хлор окисляет манганат калия  $K_2MnO_4$ . Какое соединение при этом получается? Как меняется окраска, раствора в результате этой реакции? Составьте электронные и молекулярные уравнения реакции.

235. Как меняется степень окисления марганца при восстановлении  $KMnO_4$  в кислой, нейтральной и щелочной средах? Составьте электронные и молекулярные уравнения реакции между  $KMnO_4$  и  $KNO_2$  в нейтральной среде.

236. Почему оксид марганца (IV) может проявлять и окислительные, и восстановительные свойства? Исходя из электронных уравнений, составьте уравнения реакций:



237. Составьте уравнения реакций, которые надо провести для осуществления следующих превращений:



238. Могут ли в растворе существовать совместно следующие вещества: а)  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{SnCl}_2$ ; б)  $\text{FeSO}_4$  и  $\text{NaOH}$ ; в)  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{K}_3[\text{Fe(CN)}_6]$ ? Для взаимодействующих веществ составьте уравнения реакций.

239. Составьте уравнения реакций, которые надо провести для осуществления превращений:



Уравнения окислительно-восстановительных реакций напишите на основании электронных уравнений.

240. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций, которые надо провести для осуществления следующих превращений:



К окислительно-восстановительным реакциям составьте электронные уравнения.

## 15. ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ. ПОЛИМЕРЫ

### Контрольные вопросы

241. Укажите формулы углеводородов легкокипящих фракций перегонки нефти (до керосина), принимая углеводороды предельными.

242. Как из карбида кальция и воды, применив реакцию Кучерова, получить уксусный альдегид, а затем винилуксусную кислоту (винилацетат). Напишите уравнения соответствующих реакций. Составьте схему полимеризации винилацетата.

243. Какие полимерные материалы используются для производства подземных трубопроводов, оболочек кабелей и различных пленок?

244. Как можно получить винилхлорид, имея карбид кальция, хлорид натрия, серную кислоту и воду? Напишите уравнения соответствующих реакций. Составьте схему полимеризации винилхлорида.

245. Полимером, какого непредельного углеводорода является натуральный каучук? Напишите структурную формулу этого углеводорода. Как называют процесс превращения каучука в резину? Чем по строению и свойствам различаются каучук и резина?

246. Какие полимеры используются в качестве диэлектриков в электротехнике?

247. Какие полимеры входят в состав антифрикционных материалов?

248. Какие углеводороды называют диеновыми (диолефины или алкадиены)? Приведите пример. Какая общая формула выражает состав этих углеводородов? Составьте схему полимеризации бутадиена (дивинила).

249. Какие углеводороды называют олефинами (алкенами)? Приведите пример. Какая общая формула выражает состав этих углеводородов? Составьте схему получения полиэтилена.

250. Какая общая формула выражает состав этиленовых углеводородов (олефинов или алкенов)? Какие химические реакции наиболее характерны для них? Что такое полимеризация, поликонденсация? Чем отличаются друг от друга эти реакции?

251. Каковы различия в составах предельных и непредельных углеводородов? Составьте схему образования каучука из дивинила и стирола. Что такое вулканизация?

252. Какие соединения называют аминокислотами? Напишите формулу простейшей аминокислоты. Составьте схему поликонденсации аминокaproновой кислоты. Как называют образующийся при этом полимер?

253. Какие соединения называют альдегидами? Что такое формалин? Какое свойство альдегидов лежит в основе реакции серебряного зеркала? Составьте схему получения фенолоформальдегидной смолы.

254. Какие виды полимеров используются при изготовлении автомобилей?

255. Назовите основные методы получения высокомолекулярных соединений, охарактеризуйте их.

256. Как различают по строению и свойствам полимеры нерегулярной и регулярной структуры?

257. Напишите уравнение реакции дегидратации пропилового спирта. Составьте схему полимеризации полученного углеводорода.

258. Какие полимеры называют стереорегулярными? Чем объясняется более высокая температура плавления и большая механическая прочность стереорегулярных полимеров по сравнению с нерегулярными полимерами?

259. Как получают в промышленности стирол? Приведите схему его полимеризации. Изобразите с помощью схем линейную и трехмерную структуры полимеров.

260. Какие полимеры называются термопластичными, терморезистивными? Укажите три состояния полимеров. Чем характеризуется переход из одного состояния в другое?

## РАЗДЕЛ II

### ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ для студентов заочной формы обучения

Каждый студент выполняет вариант контрольного задания, обозначенный двумя последними цифрами номера студенческого билета (шифра). Например, номер студенческого билета СТ-03-235, две последние цифры 35, им соответствует вариант 35.

№ варианта	Номера задач данного варианта										
01	1	31	45	61	91	135	147	166	196	211	241
02	2	32	46	62	92	134	148	167	197	212	242
03	3	33	47	63	93	133	149	167	198	213	243
04	4	34	48	64	94	132	150	169	199	214	244
05	5	35	49	65	95	131	146	170	200	215	245
06	6	36	51	66	96	130	145	171	201	216	246
07	7	37	52	67	97	129	144	172	202	217	247
08	8	38	53	68	98	128	143	173	293	218	248
09	9	39	54	69	99	127	142	174	204	219	249
10	10	40	56	70	100	126	141	175	205	220	250
11	11	41	57	71	101	125	140	176	206	221	251
12	12	42	58	72	102	124	139	177	207	222	252
13	13	43	59	73	103	123	138	178	208	223	253
14	14	44	60	74	104	122	137	179	209	224	254
15	15	31	45	75	105	121	136	180	210	225	255
16	16	32	46	76	106	130	151	181	199	226	256
17	17	33	47	77	107	126	152	182	198	227	257
18	18	34	48	78	108	124	153	183	197	228	258
19	19	35	49	79	109	120	154	184	196	229	259
20	20	36	50	80	110	131	155	185	200	230	260

21	21	37	51	81	111	135	156	186	201	231	243
22	22	38	52	82	112	127	157	187	209	232	245
23	23	39	53	83	113	132	158	188	202	233	248
24	24	40	54	84	114	134	159	189	203	234	250
25	25	41	55	85	115	133	160	190	204	235	251
26	26	42	56	86	116	123	161	191	205	236	256
27	27	43	57	87	117	128	162	192	206	237	244
28	28	44	58	88	118	125	163	193	207	238	258
29	29	45	60	89	119	121	164	194	210	239	242
30	30	40	59	90	120	129	165	195	208	240	241
31	1	31	46	75	104	121	142	166	202	222	250
32	16	32	60	90	106	127	141	167	201	221	249
33	2	45	61	76	91	126	140	168	200	220	248
34	15	33	47	89	92	125	139	169	199	219	247
35	3	44	48	77	107	124	138	170	198	218	246
36	14	34	63	88	93	123	137	171	197	217	245
37	4	43	49	78	108	122	136	172	196	216	244
38	13	42	64	89	94	135	155	173	203	215	243
39	5	35	50	79	109	134	154	174	204	214	242
40	12	41	65	87	95	133	153	175	205	213	241
41	6	36	51	80	110	132	152	186	206	212	260
42	11	40	66	86	96	131	151	187	207	211	259
43	7	37	52	81	97	130	150	188	208	223	258
44	10	39	67	85	111	129	149	189	209	224	257
45	8	31	54	82	98	128	148	190	210	225	256
46	9	37	68	84	99	127	147	191	202	226	255
47	17	45	55	83	112	126	146	192	203	227	254
48	30	38	69	75	113	125	145	193	204	228	253
49	18	44	56	76	100	123	144	194	205	229	252

50	29	39	70	77	114	124	143	195	206	230	251
51	19	40	57	79	101	121	156	184	207	231	250
52	28	41	71	80	115	122	157	185	208	232	249
53	20	31	58	81	102	126	158	186	209	233	248
54	27	42	72	82	116	122	159	187	210	234	247
55	21	32	59	83	103	128	160	189	196	235	246
56	25	43	73	84	117	129	161	190	197	236	245
57	22	34	60	85	104	130	162	191	198	237	243
58	24	45	74	86	105	131	163	192	199	238	242
59	23	35	46	87	118	132	164	193	200	239	241
60	15	37	61	88	119	137	165	194	201	240	260
61	5	34	64	78	97	124	139	179	199	214	243
62	4	38	67	82	111	133	138	184	198	218	246
63	16	42	71	86	96	127	137	187	197	222	249
64	2	45	74	90	110	131	136	191	203	226	252
65	1	33	63	75	95	135	142	195	196	230	255
66	10	37	66	79	109	121	141	178	202	222	258
67	9	41	70	83	94	125	140	183	201	226	260
68	8	44	73	87	108	128	143	186	200	230	242
69	7	32	46	77	93	132	148	190	204	233	245
70	6	36	50	81	107	123	147	194	205	237	248
71	15	40	54	85	92	126	146	177	206	240	251
72	14	43	58	89	106	129	145	182	207	213	241
73	13	31	49	76	91	134	143	185	208	217	244
74	12	35	52	80	112	122	149	189	209	221	247
75	11	39	55	84	98	130	150	193	210	225	253
76	17	32	59	88	113	127	151	176	201	229	256
77	30	36	62	82	99	125	149	181	208	232	248
78	18	40	66	83	100	128	152	188	209	236	250

79	19	44	67	81	114	132	153	180	210	239	252
80	3	31	74	84	101	135	155	192	206	212	260
81	20	35	48	79	114	127	159	195	202	216	245
82	21	39	51	85	102	126	162	194	199	220	254
83	22	43	56	78	115	128	157	193	198	224	251
84	23	33	53	86	103	129	156	192	197	228	246
85	24	34	65	77	116	125	158	188	196	231	245
86	15	37	70	87	104	130	160	187	203	235	244
87	25	41	61	76	117	135	161	189	201	238	243
88	26	44	58	88	105	134	163	190	204	211	242
89	27	39	54	75	118	122	165	191	205	215	241
90	28	37	47	89	93	123	166	187	206	219	251
91	5	31	65	90	119	121	167	185	207	223	250
92	4	38	74	75	97	131	175	186	208	227	249
93	29	41	60	87	120	132	174	184	209	234	248
94	7	32	51	77	109	133	172	183	210	212	247
95	8	35	48	82	99	128	171	182	200	217	255
96	6	42	69	88	110	127	170	181	199	221	254
97	10	34	63	78	101	134	169	180	198	225	253
98	5	43	56	81	114	122	163	176	197	232	252
99	11	31	71	83	98	124	161	177	203	229	259
100	9	45	67	79	113	126	166	178	202	233	258
00	3	38	72	87	111	131	158	180	201	239	257

# ЛИТЕРАТУРА

## Основная

Коровин Н.В. Общая химия: Учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 2000. – 558с.: ил.

Коровин Н.В. Лабораторные работы по химии: Учебное пособие для студ. вузов / Н.В. Коровин, Э.И. Мингулина, Н.Г. Рыжова; Под ред. Н.В. Коровина. – 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2001. – 255с.: ил.

Лучинский Г.П. Курс химии: Учебник для инженерно-технических (нехимических) вузов / Г.П. Лучинский. – М.: Высш. шк., 1985. – 416с.

Павлов Н.Н. Общая и неорганическая химия: Учеб. Для вузов. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Дрофа, 2002. – 458 с.: ил.

Фролов В.И., Курохтина Т.М., Дымова З.Н. и др. Практикум по общей и неорганической химии: Пособие для студентов вузов /Под ред. Н.Н. Павлова, В.И. Фролова.– 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Дрофа, 2002. – 304 с.: ил.

## Дополнительная

Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: Учебник для студ. химико-технологических спец. вузов / Н.С.Ахметов. – 4-е изд., испр. – М.: Высш. шк.: Академия, 2001. – 743с.: ил.

Ахметов Н.С. и др. Лабораторные и семинарские занятия по общей и неорганической химии: Учебное пособие / М.К. Азизова, Н.С. Ахметов, Л.И. Бадыгина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк.: Академия, 1999. – 368с.: ил.

Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов / Н.Л. Глинка; Под ред. канд. хим. наук В.А. Рабинович. – 27-е изд., стереотип. – СПб.: Химия, 1988. – 704с.

Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии: Учебное пособие для вузов / Н.Л. Глинка; Под ред. В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной. – 26-е изд., стер. – Л.: Химия, 1988. – 272с.

Коржуков Н.Г. Неорганическая химия: Учебное пособие для студ. вузов / Н.Г. Коржуков; Под ред. Г.М. Курдюмова. – М.: МИСИС, 2001. – 367с.

Угай Я.А. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2000. – 527с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

**Стандартные теплоты образования  $\Delta H^{\circ}_{298}$   
некоторых веществ (энтальпии)**

Вещество	Со- стояние	$\Delta H^{\circ}_{298}$ кДж/моль	Вещество	Со- стояние	$\Delta H^{\circ}_{298}$ , кДж/моль
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	г	+226,75	CO	г	-110,52
CS <sub>2</sub>	г	+115,28	CH <sub>3</sub> OH	г	-201,17
NO	г	+90,37	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	г	-235,31
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	г	+82,93	H <sub>2</sub> O	г	-241,83
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	г	+52,28	H <sub>2</sub> O	ж	-285,84
H <sub>2</sub> S	г	-20,15	NH <sub>4</sub> Cl	к	-315,39
NH <sub>3</sub>	г	-46,19	CO <sub>2</sub>	г	-393,51
CH <sub>4</sub>	г	-74,85	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	к	-822,10
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	г	-84,67	Ca(OH) <sub>2</sub>	к	-986,50
HCl	г	-92,31	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	к	-1669,80

Таблица 2

**Стандартная энергия Гиббса образования  $\Delta G^{\circ}_{298}$   
некоторых веществ**

Вещество	Состоя- ние	$\Delta G^{\circ}_{298}$ , кДж/моль	Вещество	Со- стояние	$\Delta G^{\circ}_{298}$ , кДж/моль
1	2	3	4	5	6
BaCO <sub>3</sub>	к	-1138,8	FeO	к	-244,3
CaCO <sub>3</sub>	к	-1128,75	H <sub>2</sub> O	ж	-237,3
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	к	-1014,2	H <sub>2</sub> O	г	-228,59
BeCO <sub>3</sub>	к	-944,75	PbO <sub>2</sub>	к	-219,0
CaO	к	-604,2	CO	г	-137,27
BeO	к	-581,61	CH <sub>4</sub>	г	-50,79

1	2	3	4	5	6
BaO	к	-528,4	NO <sub>2</sub>	г	+51,84
CO <sub>2</sub>	г	-394,38	NO	г	+86,69
NaCl	к	-384,03	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	г	+209,20
ZnO	к	-318,2			

Таблица 3

Стандартные абсолютные энтропии S<sup>°</sup><sub>298</sub> некоторых веществ

Вещество	Состояние	S <sup>°</sup> <sub>298</sub> , Дж/(моль*К)	Вещество	Состояние	S <sup>°</sup> <sub>298</sub> , Дж/ моль*К)
C	Алмаз	2,44	H <sub>2</sub> O	г	188,72
C	Графит	5,69	N <sub>2</sub>	г	191,49
Fe	к	27,2	NH <sub>3</sub>	г	192,50
Ti	к	30,7	CO	г	197,91
S	Ромб.	30,9	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	г	200,82
TiO <sub>2</sub>	к	50,3	O <sub>2</sub>	г	205,03
FeO	к	54,0	H <sub>2</sub> S	г	205,64
H <sub>2</sub> O	ж	69,94	NO	г	210,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	к	89,96	CO <sub>2</sub>	г	213,65
NH <sub>4</sub> Cl	к	94,5	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	г	219,45
CH <sub>3</sub> OH	ж	126,8	Cl <sub>2</sub>	г	222,95
H <sub>2</sub>	г	130,59	NO <sub>2</sub>	г	240,46
Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	к	146,4	PCl <sub>3</sub>	г	311,66
CH <sub>4</sub>	г	186,19	PCl <sub>5</sub>	г	352,71
HCl	г	186,68			

Таблица 4

## Растворимость солей и оснований в воде

Анионы	Катионы																		
	Li <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Bi <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	P	M	-	P	P	P	P
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	M	P	P	M	-	P	P	P	P
I <sup>-</sup>	P	P	P	-	H	P	P	P	P	H	P	P	P	H	-	P	P	-	P
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	P	-	P	P
CHCOO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	-	-	P	-	P
S <sup>2-</sup>	P	P	P	H	H	-	P	P	P	H	H	-	H	H	H	-	H	H	H
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	-	H	-	H
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	M	P	M	H	H	P	-	P	P	H	-	P	P	P	P
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	-	H	H	H	H	H	H	-	-	-	H	H	-	H	-	H
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	-	-	-	H	H	H	H	H	-	H	-	H	-	-	H	H	H
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	H	H	P	M	M	H	H	H	-	-	H	H	P	H	-	-
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	H	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
OH <sup>-</sup>	P	P	P	H	-	H	M	M	P	H	-	H	H	H	H	H	H	H	H

P – растворимое, M – малорастворимое, H – практически не растворимое вещество, прочерк означает, что вещество не существует или разлагается водой.

Таблица 5

## Стандартные электродные потенциалы (E°) некоторых металлов (ряд напряжений)

Электрод	E°, В	Электрод	E°, В
1	2	3	4
Li <sup>+</sup> /Li	-3,045	Cd <sup>2+</sup> /Cd	-0,403
Rb <sup>+</sup> /Rb	-2,925	Co <sup>2+</sup> /Co	-0,277
K <sup>+</sup> /K	-2,924	Ni <sup>2+</sup> /Ni	-0,25

1	2	3	4
Cs <sup>+</sup> /Cs	-2,923	Sn <sup>2+</sup> /Sn	-0,136
Ba <sup>2+</sup> /Ba	-2,90	Pb <sup>2+</sup> /Pb	-0,127
Ca <sup>2+</sup> /Ca	-2,87	Fe <sup>3+</sup> /Fe	-0,037
Na <sup>+</sup> /Na	-2,714	2H <sup>+</sup> /H <sub>2</sub>	-0,000
Mg <sup>2+</sup> /Mg	-2,37	Sb <sup>3+</sup> /Sb	+0,20
Al <sup>3+</sup> /Al	-1,70	Bi <sup>3+</sup> /Bi	+0,215
Ti <sup>2+</sup> /Ti	-1,603	Cu <sup>2+</sup> /Cu	+0,34
Zr <sup>4+</sup> /Zr	-1,58	Cu <sup>+</sup> /Cu	+0,52
Mn <sup>2+</sup> /Mn	-1,18	Hg <sub>2</sub> <sup>3+</sup> /2Hg	+0,79
V <sup>2+</sup> /V	-1,18	Ag <sup>+</sup> /Ag	+0,80
Cr <sup>2+</sup> /Cr	-0,913	Hg <sup>2+</sup> /Hg	+0,85
Zn <sup>2+</sup> /Zn	-0,763	Pt <sup>2+</sup> /Pt	+1,19
Cr <sup>3+</sup> /Cr	-0,74	Au <sup>3+</sup> /Au	+1,50
Fe <sup>2+</sup> /Fe	-0,44	Au <sup>+</sup> /Au	+1,70

Таблица 6

**Константы диссоциации некоторых слабых электролитов**

Название кислоты	Формула	Константа диссоциации
Азотистая	HNO <sub>2</sub>	$5,1 \cdot 10^{-4}$
Сернистая	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	$K_1 = 1,7 \cdot 10^{-2}$ ; $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$
Синильная	HCN	$K = 7,2 \cdot 10^{-10}$
Угольная	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	$K_1 = 4,5 \cdot 10^{-7}$ ; $K_2 = 4,8 \cdot 10^{-11}$
Уксусная	CH <sub>3</sub> COOH	$K = 1,8 \cdot 10^{-5}$
Фосфорная	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	$K_1 = 7,7 \cdot 10^{-3}$ ; $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ; $K_3 = 1,3 \cdot 10^{-12}$
Аммиак	NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O	$K = 1,76 \cdot 10^{-5}$

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	1
Раздел I .....	5
1. Строение атома .....	5
2. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева .....	6
3. Химическая связь и строение молекул .....	8
4. Энергетика химических процессов (термохимические расчеты).....	9
5. Химическое сродство .....	11
6. Химическая кинетика и равновесие .....	14
7. Способы выражения концентрации раствора .....	16
8. Ионно-молекулярные (ионные) реакции обмена .....	17
9. Окислительно-восстановительные реакции .....	19
10. Электронные потенциалы и электродвижущие силы .....	22
11. Электролиз.....	24
12. Коррозия металлов.....	26
13. Комплексные соединения .....	29
14. Общие свойства металлов .....	30
15. Органические соединения. Полимеры .....	33
Раздел II .....	35
ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ .....	35
ЛИТЕРАТУРА .....	39
Приложение.....	40

Учебное издание

Михальченко Тамара Константиновна

## ХИМИЯ

Задачи, упражнения и контрольные задания по общей химии

В авторской редакции

Компьютерная верстка М.А. Портновой

Лицензия на издательскую деятельность ИД № 03816 от 22.01.2001

Подписано в печать 20.11.2003. Формат 60×84/16.

Бумага писчая. Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,56.

Уч.-изд. л. 2,0. Тираж 300 экз. Заказ

---

Издательство Владивостокского государственного университета  
экономики и сервиса

690600, Владивосток, ул. Гоголя, 41

Отпечатано в типографии ВГУЭС

690600, Владивосток, ул. Державина, 57

