МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Урчукова А.Ф

Неорганическая и аналитическая химия

Учебно-методическое пособие для выполнения контрольных работ для обучающихся ЗФО (бакалавриат)

ЧЕРКЕССК, 2026 г.

УДК

ББК

Ш

Рекомендовано к публикации кафедрой общеинженерных и естественнонаучных дисциплин,
протокол № ____ от _____

Публикуется по решению учебно-методического совета СКГА, протокол №_____ от _____

Урчукова А.Ф. Химия. Учебно-методическое пособие для выполнения контрольных работ для обучающихся ЗФО

В методическом пособии представлены общий методический подход, теоретическое обоснование и методические рекомендации по решению типовых задач, контрольные задания.

УДК

ББК

© Урчукова А.Ф., 2018

© ФГБОУ ВО СевКавГГТА, 2026

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Основной формой обучения студента заочной формы обучения является самостоятельная работа над учебным материалом. Для облегчения этой работы кафедры химии вузов организуют чтение лекций, практические занятия и лабораторные работы. Поэтому процесс изучения химии состоит из следующих этапов:

1) проработка установочных и обзорных лекций;

2) самостоятельная работа над учебниками и учебными пособиями;

3) выполнение контрольных работ;

4) лабораторный практикум;

5) зачеты и экзамены.

При самостоятельной работе над учебным материалом необходимо:

1) составлять конспект, записывая в нем законы и формулы, выражающие эти законы, определения основных химических понятий и сущность химических явлений и методов исследования;

2) изучать курс химии систематически, так как в противном случае материал будет усвоен поверхностно;

3) пользоваться каким-то одним учебником или учебным пособием (или ограниченным числом пособий), чтобы не утрачивалась логическая связь между отдельными вопросами, по крайней мере внутри какого-то определенного раздела курса.

Контрольные работы позволяют закрепить теоретический материал курса. В процессе изучения химии студент должен выполнить 2 контрольные работы. Решение задач контрольных работ является проверкой степени усвоения студентом теоретического курса, а рецензии на работу помогают ему доработать и правильно освоить различные разделы курса химии. Перед выполнением контрольной работы необходимо внимательно ознакомиться с примерами решения задач по данной контрольной работе, уравнениями и формулами, а также со справочными материалами, приведенными в конце методических указаний.

В данное пособие включена 1 контрольная работа.

Контрольные работы содержат по 6 задач. Номер варианта определяется последней цифрой номера зачётной книжки

При выполнении контрольных работ необходимо соблюдать следующие правила:

1) указывать на титульном листе номер контрольной работы, наименование дисциплины, фамилию и инициалы студента, шифр и домашний адрес;

2) контрольную работу следует выполнять аккуратно, оставляя поля для замечаний рецензента;

3) задачу своего варианта переписывать полностью, а заданные физические величины выписать отдельно, при этом все числовые величины должны быть переведены в одну систему единиц;

4) для пояснения решения задачи там, где это нужно, аккуратно сделать чертеж;

5) решение задачи и используемые формулы должны сопровождаться пояснениями;

6) в пояснениях к задаче необходимо указывать те основные законы и формулы, на которых базируется решение данной задачи;

7) при получении расчетной формулы для решения конкретной задачи приводить ее вывод;

8) задачу рекомендуется решить сначала в общем виде, т. е. только в буквенных обозначениях, поясняя применяемые при написании формул буквенные обозначения;

9) вычисления следует проводить с помощью подстановки заданных числовых величин в расчетную формулу. Все необходимые числовые значения величин должны быть выражены в СИ;

10) проверить единицы полученных величин по расчетной формуле и тем самым подтвердить ее правильность;

11) константы физических величин и другие справочные данные

выбирать из таблиц;

12) при вычислениях, по возможности, использовать микрокалькулятор, точность расчета определять числом значащих цифр исходных данных;

13) в контрольной работе следует указывать учебники и учебные пособия, которые использовались при решении задач.

Контрольные работы, оформленные без соблюдения указанных правил, а также работы, выполненные не по своему варианту, не засчитывают.

При отправлении работы на повторное рецензирование обязательно представлять работу с первой рецензией.

1.1. Строение вещества.

Современная модель строения атома. Квантовые числа. Строение электронных оболочек атомов. Строение ядра и радиоактивные превращения. Периодический закон и система элементов Д.И. Менделеева. Природа химической связи. Ковалентная связь. Гибридизация орбиталей. Ионная связь. Металлическая связь. Водородная связь.

1.2. Комплексные соединения.

Теория Вернера. Номенклатура комплексных соединений. Химическая связь в комплексных соединениях. Устойчивость комплексных соединений. Классификация комплексных соединений.

1.3. Энергетика химических процессов

Основные понятия. Первое начало термодинамики. Энтальпия. Стандартная энтальпия образования и сгорания. Закон Гесса. Второе начало термодинамики. Энтропия. Направление самопроизвольного протекания процессов. Энергия Гиббса.

1.4. Кинетика химической реакции

Скорость реакции. Зависимость скорости реакции от концентрации. Молекулярность и порядок реакции. Зависимость скорости от температуры. Каталитические реакции. Химическое равновесие.

1.5. Растворы

Общие представления о растворах. Механизм образования растворов. Свойства растворов. Растворы электролитов. Гидролиз солей. Буферные растворы. Дисперсные системы и их классификация.

1.6. Окислительно-восстановительные реакции

Степень окисления. Окислительно-восстановительные реакции. Характерные особенности ОВР. Типы ОВР. Методика составления ОВР.

1.7. Химия элементов

Предмет аналитической химии и значение. Качественный анализ. Количественный анализ. Физико-химические и физические методы анализа частиц.

Комплект заданий для контрольной работы

по дисциплине _ Неорганическая и аналитическая химия_

1. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 9 и 28. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?

2. Напишите электронные формулы атомов фосфора и ванадия. 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?

4. Напишите электронные формулы атомов марганца и селена. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?

5. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: 4s или 3d; 5s или 4p? Почему? Составьте электронную формулу атома элемента с порядковым номером 21.

6. Составьте электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 17 и 29. У последнего происходит провал одного 4s-электрона на 3d-подуровень. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?

7. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: 4d или 5s; 6s или 5p? Почему? Составьте электронную формулу атома элемента, порядковый номер которого 43.

8. Составьте электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 21 и 23. Сколько свободных 3d-орбиталей в атомах этих элементов?

9. Квантовые числа для электронов внешнего энергетического уровня атомов некоторого элемента имеют следующие значения: n = 4, l = 0, ml = 0, ms = ±1/2. Напишите электронную формулу атома этого элемента и определите, сколько свободных 3d-орбиталей он содержит.

10. Какие из электронных формул, отражающих строение невозбужденного атома некоторого элемента неверны:

а) 1s22s22p53s1;

б) 1s22s22p6;

в) 1s22s22p63s23p63d4;

г) 1s22s22p63s23p64s2;

д) 1s22s22p63s23d2.

Почему? Атомам каких элементов отвечают правильно составленные электронные формулы?

11. Исходя из положения германия, цезия и технеция в периодической системе составьте формулы следующих соединений: мета- и ортогерманиевой кислот, дигидрофосфата цезия и оксида технеция, отвечающего его высшей степени окисления. Изобразите графически формулы этих соединений.

12. 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?

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

14. Исходя из положения германия, молибдена и рения в периодической системе составьте формулы следующих соединений: водородного соединения германия, рениевой кислоты и оксида молибдена, отвечающего его высшей степени окисления. Изобразите графически формулы этих соединений.

15. 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.

16. Составьте формулы оксидов и гидроксидов элементов третьего периода периодической системы, отвечающего его высшей степени окисления. Как изменяется химический характер этих соединений при переходе от натрия к хлору?

17. 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.

18. Какие элементы образуют газообразные, соединения с водородом? В каких группах периодической системы находятся эти элементы? Составьте формулы водородных и кислородных соединений хлора, теллура и сурьмы, отвечающих их низшей и высшей степеням окисления.

19. У какого элемента четвертого периода - хрома или селена - сильнее выражены металлические свойства? Какой из этих элементов образует газообразное соединение с водородом? Ответ мотивируйте исходя из строения атомов хрома или селена.

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

21. У какого из р-элементов пятой группы периодической системы - фосфора или сурьмы - сильнее выражены металлические свойства? Какой из водородных соединений данных элементов более сильный восстановитель? Ответ мотивируйте строением атомов этих элементов.

22. Исходя из положения металла в периодической системе дайте мотивированный ответ на вопрос: какой из двух гидроксидов более сильное основание: Ba(OH)2 или Mg(OH)2; Ca(OH)2 или Fe(OH)2; Cd(OH)2 или Sr(OH)2?

23. Почему марганец проявляет металлические свойства, а хлор – не металлические? Ответ мотивируйте строением атомов этих элементов. Напишете формулы оксидов и гидроксидов хлора и марганца.

24. 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?

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

26. К какому семейству относятся элементы, в атомах которых последний электрон поступает на 4f- и на 5f-орбитали? Сколько элементов включает каждое из этих семейств? Как отражается на свойствах этих элементов электронное строение их атомов?

27. Атомные веса элементов в периодической системе, непрерывно увеличиваются, тогда как их свойства простых веществ изменяются периодически. Чем это можно объяснить?

28. Какова современная формулировка периодического закона? Объясните, почему в периодической системе элементов аргон, кобальт, теллур и торий помещены соответственно перед калием, никелем, йодом и протактинием, хотя и имеют больший атомный вес?

29. Какую низшую и высшую степень окисления проявляют углерод, фосфор, сера и йод? Почему? Составьте формулы соединений данных элементов, отвечающих этим степеням окисления.

30. Какую высшую степень окисления могут проявлять германий, ванадий, марганец и ксенон? Почему? Составьте формулы оксидов данных элементов, отвечающих этой степени окисления.

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

32. Какая ковалентная связь называется неполярной и какая полярной? Что служит количественной мерой полярности ковалентной связи? Составьте электронные схемы строения молекул N_2, H_2O, HI. Какие из них являются диполями?

33. Какой способ образования ковалентной связи называется донорно-акцепторным? Какие химические связи имеются в ионах NH_4^+ и BF_4^-? Укажите донор и акцептор.

34. Как метод валентных связей объясняет линейное строение молекулы $BeCl_2$ и тетраэдрическое - CH_4?

35. Какая ковалентная связь называется σ-связью и какая π-связью? Разберите 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? Как метод валентных связей объясняет строение молекулы хлороводорода?

37. Распределите электроны атома серы по квантовым ячейкам. Сколько неспаренных электронов имеют ее атомы в нормальном и возбужденном состояниях? Чему равна валентность серы, обусловленная неспаренными электронами? Как метод валентных связей объясняет строение молекулы

сероводорода?

38. Что называется дипольным моментом? Какая из молекул HCl, HBr, HI имеет наибольший дипольный момент? Почему?

39. Какие кристаллические структуры называются ионными, молекулярными и металлическими? Кристаллы каких веществ (алмаз, хлорид натрия, диоксид углерода, цинк) имеют указанные структуры?

40. Составьте электронные схемы строения молекул Cl2, H2Se, CCl4. В каких молекулах ковалентная связь является полярной? Как метод валентных связей (ВС) объясняет угловое строение молекулы H2Se?

41. Теплоты образования ΔH°298 оксида и диоксида азота соответственно равны +90,37 кДж и +33,85 кДж. Определите ΔS°298 и ΔG°298 для реакций получения NO и NO2 из простых веществ. Можно ли получить эти оксиды при стандартных условиях? Какой из оксидов образуется при высокой температуре? Почему?

42. При какой температуре наступит равновесие системы 4HCl(г) + O2(г) = 2H2O(г) + 2Cl2(г); ΔH = -114,42 кДж? Что является более сильным окислителем: хлор или кислород и при каких температурах?

43. Восстановление Fe3O4 оксидом углерода идет по уравнению Fe3O4(к) + CO(г) = 3FeO(к) + CO2(г). Вычислите ΔG°298 и сделайте вывод о возможности самопроизвольного протекания этой реакции при стандартных условиях. Чему равно ΔS°298 в этом процессе?

44. Реакция горения ацетилена протекает по уравнению

$C_2H_2(г) + 5/2O_2(г) = 2CO_2(г) + H_2O(ж)$

Вычислите $\Delta G°298$ и $\Delta S°298$, объясните уменьшение энтропии в результате этой реакции.

45. Уменьшается или увеличивается энтропия при переходах: а) воды в пар; б) графита в алмаз? Почему? Вычислите $\Delta S°298$ для каждого превращения. Сделайте вывод о количественном изменении энтропии при фазовых и аллотропических превращениях.

46. Чем можно объяснить, что при стандартных условиях невозможна экзотермическая реакция, протекающая по уравнению

$H_2(г) + CO_2(г) = CO(г) + H_2O(ж)$; $\Delta H = -2,85$ кДж

Зная тепловой эффект реакции и абсолютные стандартные энтропии соответствующих веществ, определите $\Delta G°298$ этой реакции.

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

$2NO(г) + O_2(г) = 2NO_2(г)$

Ответ мотивируйте, вычислив $\Delta G°298$ прямой реакции.

48. Исходя из значений стандартных теплот образований и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ, вычислите $\Delta G°298$ реакции, протекающей по уравнению

$NH_3(г) + HCl(г) = NH_4Cl(к)$

Может ли эта реакция при стандартных условиях идти самопроизвольно?

49. При какой температуре наступит равновесие системы

$CO(г) + 2H_2(г) = CH_3OH(ж)$; $\Delta H = -128,05$ кДж.

50. Эндотермическая реакция взаимодействия метана с диоксидом углерода протекает по уравнению

$CH_4(г) + CO_2(г) = 2CO(г) + 2H_2(г)$; $\Delta H = +247,37$ кДж.

При какой температуре начнется эта реакция?

51. Окисление серы и ее диоксида протекают по уравнениям: а) S(к) + O2(г) = SO2(г); б) 2SO2(г) + O2(г) = 2SO3(г). Как изменятся скорости этих реакций, если объемы каждой из систем уменьшить в четыре раза?

52. Напишите выражение для константы равновесия гомогенной системы N2 + 3H2 = 2NH3. Как изменится скорость прямой реакции - образования аммиака, если увеличить концентрацию водорода в 3 раза?

53. Реакция идет по уравнению N2 + O2 = 2NO. Концентрации исходных веществ до начала реакции были: [N2] = 0,049 моль/л; [O2] = 0,01 моль/л. Вычислите концентрацию этих веществ в момент, когда [NO] стала равной 0,005 моль/л.

54. Реакция идет по уравнению N2 + 3H2 = 2NH3. Концентрации участвующих в ней веществ были: [N2] = 0,80 моль/л; [H2] = 1,5 моль/л; [NH3] = 0,10 моль/л. Вычислите концентрацию водорода и аммиака, когда [N2] стала равной 0,50 моль/л.

55. Реакция идет по уравнению H2 + J2 = 2HJ. Константа скорости этой реакции при 508°С равна 0,16. Исходные концентрации реагирующих веществ были: [H2] = 0,04 моль/л; [J2] = 0,05 моль/л. Вычислите начальную скорость реакции и скорость ее, когда [H2] стала равной 0,03 моль/л.

56. Вычислите, во сколько раз уменьшится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, если понизить температуру со 120 до 80°С. Температурный коэффициент скорости реакции равен трем.

57. Как изменится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, при повышении температуры на 60°С, если температурный коэффициент скорости данной реакции равен двум?

58. Как изменится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, при понижении температуры на 30°С, если температурный коэффициент скорости данной реакции равен трем?

59. Напишите выражение для константы равновесия гомогенной системы 2SO2 + O2 = 2SO3. Как изменится скорость прямой реакции - образования серного ангидрида, если увеличить концентрацию SO2 в 3 раза?

60. Напишите выражение для константы равновесия гомогенной системы $CH_4 + CO_2 = 2CO + 2H_2$. Как следует изменить температуру и давление, чтобы повысить выход водорода? Прямая реакция - образования: водорода эндотермическая.

Варианты контрольных заданий

Номер варианта определяется последней цифрой номера зачётной книжки

Вариант № 1: 1, 11, 21, 31, 41, 51

Вариант № 2: 2, 12, 22, 32, 42, 52

Вариант № 3: 3, 13, 23, 33, 43, 53

Вариант № 4: 4, 14, 24, 34, 44, 54

Вариант № 5: 5, 15, 25, 35, 45, 55

Вариант № 6: 6, 16, 26, 36, 46, 56

Вариант № 7: 7, 17, 27, 37, 47, 57

Вариант № 8: 8, 18, 28, 38, 48, 58

Вариант № 9: 9, 19, 29, 39, 49, 59

Вариант № 10: 10, 20, 30, 40, 50, 60

Литература

Аналитическая химия : учебное пособие / А. И. Апарнев, Т. П. Александрова, А. А. Казакова, О. В. Карунина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2015. — 92 c. — ISBN 978-5-7782-2710-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/91705.html — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Аналитическая химия : учебное пособие / Т. П. Александрова, А. И. Апарнев, А. А. Казакова, О. В. Карунина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 76 c. — ISBN 978-5-7782-2951-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/91322.html. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Апарнев, А. И. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа : учебное пособие / А. И. Апарнев, А. А. Казакова, Т. П. Александрова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 139 c. — ISBN 978-5-7782-3611-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/91180.html. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Полуэктова, В. А. Аналитическая химия. Химические методы анализа : учебное пособие / В. А. Полуэктова. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2018. — 131 c. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/92239.html. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Список дополнительной литературы

Кочкаров, Ж. А. Неорганическая химия в уравнениях реакций : учебное пособие /

Ж. А. Кочкаров. — Нальчик : Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова, 2011. — 306 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/110226.html. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Рябов, М. А. Общая, неорганическая и аналитическая химия : конспект лекций / М. А. Рябов, Р. В. Линко. — Москва : Российский университет дружбы народов, 2018. — 95 с. — ISBN 978-5-209-08528-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/104226.html. — Режим доступа: для авторизир. пользователей