

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Томский политехнический университет»

Н.Ф. Стась, В.Н. Лисецкий

**Задачи,
упражнения и вопросы
по общей химии**

Издательство ТПУ
Томск 2007

УДК: 54 (076.5)

ББК: 24Я73

С 77

Стась Н.Ф., Лисецкий В.Н. Задачи, упражнения и вопросы по общей химии: Учебное пособие. Третье издание, переработанное. – Томск, 2007. – 107 с

Пособие содержит 920 задач, упражнений и вопросов по традиционным (основные понятия и законы химии, закономерности реакций, строение вещества, растворы, электрохимические процессы) и специальным вопросам общей химии (новые классы неорганических веществ, природные неорганические соединения, очистка веществ, химия воды и водоподготовки, химия и экология и т.д.). Предназначено для студентов химических и нехимических специальностей вузов.

УДК 54 (076.5)

ББК: 24Я73

Рекомендовано к печати Редакционно-издательским советом
Томского политехнического университета

Рецензенты

Доктор химических наук,
профессор кафедры неорганической химии
Томского государственного педагогического университета

Л.П. Ерёмин

Доктор химических наук,
профессор кафедры физической химии
Томского государственного университета

Л.Н. Курина

ISBN

© Томский политехнический университет, 2007

© Оформление. Издательство ТПУ, 2007

© Стась Н.Ф., Лисецкий В.Н., 2007

ВВЕДЕНИЕ

Данное пособие является частью учебного комплекса кафедры общей и неорганической химии Томского политехнического университета. Оно содержит 920 заданий как по общим разделам химии, которые изучаются всеми студентами, так и по разделу специальных тем, изучаемых студентами отдельных направлений в соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта.

Пособие было разработано в начале 90-х гг. и около 15 лет используется в учебном процессе. За это время в содержании и методах обучения химии произошли изменения: сократилось время аудиторных занятий, повысилась значимость самостоятельной работы студентов, появились Государственные образовательные стандарты, разрабатываются и вводятся в учебный процесс информационные технологии обучения, тестовые методики контроля знаний и рейтинговые системы учёта результатов учебной деятельности студентов.

Потребовалась переработка данного пособия, которая проведена при подготовке его к этому третьему изданию. В соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта в нём изменена последовательность изучения материала: раздел «Закономерности химических реакций» изучается после раздела «Строение вещества». Уменьшено число теоретических вопросов и увеличено число расчётных задач. Устаревшая терминология и символика заменены на современную.

Пособие предназначено для индивидуальной самостоятельной работы студентов. Для организации и контроля этой работы в Томском политехническом университете каждый студент выполняет свой вариант индивидуального домашнего задания (ИДЗ). Для студентов химических специальностей вариант ИДЗ содержит 50 заданий. Составлено 250 вариантов индивидуальных домашних заданий, в каждом из которых представлены все основные разделы и главы пропорционально их значимости и объёму материала. Для нехимических специальностей домашнее задание (составлено 500 вариантов) содержит 30 заданий. Варианты домашних заданий составлены с помощью компьютера по специальной программе, которая выбирает номера заданий из каждой главы согласно предписанию. В предписании учитывается соответствие заданий требованиям образовательных стандартов и рабочих программ.

В пособии нет примеров решения задач, так как они изучаются на практических и лабораторных занятиях. Если материал такого занятия не усвоен, то решения задач можно найти в других задачниках по химии. Следует иметь в виду, что издано (Н.Ф. Стась, А.В. Коршунов) «Практическое пособие к решению учебных задач по химии», которое также является частью учебного комплекса кафедры и наиболее полно соответствует содержанию данного задачника.

В некоторых задачниках по химии имеется теоретический материал в форме введения к главам и параграфам. Мы считаем это излишним, поскольку теоретический материал студенты изучают по учебным пособиям, в которых он изложен полнее.

При решении задач и упражнений требуются справочные данные по свойствам химических элементов и соединений. Этих данных здесь нет, но их можно найти в «Справочнике по общей и неорганической химии» (составитель Стась Н.Ф.), который согласуется с настоящим пособием.

При работе над данным пособием просмотрено много учебной литературы. Некоторые задачи и упражнения стали поистине классическими и используются практически всеми авторами. Такие задачи и упражнения включены и в это пособие.

Разделы 1, 2, 3 и 4 полностью, а также главы 1, 2 пятого раздела написал Н.Ф. Стась, он же провёл редактирование пособия и его переработку к требьему изданию; глава 3 пятого раздела написана авторами совместно, а глава 4 пятого раздела – В.Н. Лисецким.

Авторы ответят на все вопросы преподавателей и студентов, касающиеся содержания и использования пособия и других компонентов учебно-методического комплекса. Они с благодарностью примут все замечания, критику и предложения, которые следует направлять по адресу: 634050, Томск, пр. Ленина, 30, ТПУ, кафедра общей и неорганической химии.

Н.Ф. Стась, В.Н. Лисецкий

РАЗДЕЛ 1.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ХИМИИ

Глава 1.1.

Простейшие химические понятия и химическая символика

Химические и физические процессы. Химические соединения и смеси. Вещества природные и получаемые химическим путем. Химические вещества и реакции в промышленности, сельском хозяйстве и в быту. Названия и символы химических элементов. Формулы наиболее распространенных веществ. Атомы и молекулы. Законы сохранения массы, постоянства состава и кратных отношений. Вещества постоянного и непостоянного состава.

1. Какой из двух процессов – кипение воды, ржавление железа – является физическим процессом, а какой – химической реакцией? Ответ мотивировать.

2. Какой из процессов – горение дерева, фильтрование воды – является физическим процессом, а какой – химической реакцией? Ответ мотивировать.

3. Какой из двух процессов – проявление фотопленки, свечение электролампы – является физическим процессом, а какой – химической реакцией? Ответ мотивировать.

4. Какое из двух веществ – дистиллированная вода, воздух – является химическим соединением, а какое – смесью? Ответ мотивировать.

5. Какое из двух веществ – стекло, нефть – является химическим соединением, а какое – смесью? Ответ мотивировать.

6. Какое из двух веществ – гидроксид натрия, железная руда – является химическим соединением, а какое – смесью? Для соединения укажите формулу, а для смеси – состав.

7. Какое из двух веществ – серная кислота, мел – встречается в природе, а какое получают химическим путем? Для вещества, получаемого химическим путём, напишите уравнения реакций получения.

8. Какое из двух веществ – кварц, аммиачная селитра – встречается в природе, а какое получают химическим путем? Для получаемого вещества напишите уравнения реакций получения.

9. Какое из двух веществ – азотная кислота, поваренная соль – встречается в природе, а какое получают химическим путем? Для получаемого вещества напишите уравнения реакций получения.

10. Приведите примеры химических веществ, используемых в промышленности, сельском хозяйстве и в быту.

11. Приведите примеры химических реакций в природе, в промышленности и в быту.

12. Что называется химическим элементом? Как обозначаются химические элементы? Напишите русские и латинские названия химических элементов, обозначаемых символами: Al, At, Be, Bi, Fe, Ra, Cu, Se.

13. Напишите определения понятий «атом» и «химический элемент». Напишите русские и латинские названия химических элементов, обозначаемых символами: Ar, Au, Ag, Mg, Mn, Mo, Ru, Re.

14. Напишите и объясните обозначения (символы) данных химических элементов и укажите, какие из них являются металлами, неметаллами и амфотерными элементами: барий, хлор, германий, олово, рубидий, селен.

15. Напишите и объясните обозначения (символы) данных химических элементов и укажите, какие из них являются металлами, неметаллами и амфотерными элементами: бериллий, литий, медь, фтор, марганец, ксенон.

16. Напишите и объясните обозначения (символы) данных химических элементов и укажите, какие из них являются металлами, неметаллами и амфотерными элементами: титан, цирконий, свинец, сера, стронций, азот.

17. Напишите определения понятий «простое вещество» и «сложное вещество». Напишите формулы данных веществ и укажите, какие из них являются простыми, а какие – сложными: вода, хлор, фосфор, метан, аммиак, серная кислота.

18. Какие вещества называются простыми, а какие – сложными? Среди данных веществ укажите простые и сложные, напишите формулы всех веществ: железо, азотная кислота, бензол, углерод, гидразин, силан.

19. Приведите краткое изложение атомно-молекулярного учения и его истории. Укажите ученых, внесших наибольший вклад в разработку и развитие атомно-молекулярного учения.

20. Приведите краткое изложение атомно-молекулярного учения и определение понятий «атом» и «молекула». Какие экспериментальные факты свидетельствуют о реальном существовании атомов и молекул?

21. Перечислите законы, являющиеся основой атомно-молекулярного учения и приведите их формулировки. Как каждый из законов объясняется с позиций атомно-молекулярного учения?

22. Основой атомно-молекулярного учения являются законы сохранения массы при химических реакциях, постоянства состава химических соединений, кратных и объемных отношений и закон Авогадро. Приведите формулировки этих законов и проиллюстрируйте их примерами.

23. Покажите справедливость закона постоянства состава на примере веществ: H_2O , NH_3 , CO_2 . Справедлив ли этот закон для ZnO , ZnS , TiO_2 ?

24. Покажите проявление закона кратных отношений на примере оксидов азота N_2O , NO , N_2O_3 , NO_2 и N_2O_5 .

25. Приведите определение понятий «молекула» и «формульная единица вещества». Напишите формулы данных веществ и укажите, какие из них являются формулами молекул, а какие – формульными единицами: азотная кислота, поваренная соль, углекислый газ, оксид алюминия.

26. Приведите примеры веществ с молекулярной и немолекулярной структурой. Напишите формулы данных веществ и укажите, какие из них являются формулами молекул, а какие – формульными единицами: оксид углерода (II), сульфат натрия, сахар, оксид кальция.

27. Какое явление называется аллотропией веществ? Приведите примеры аллотропических модификаций (видоизменений) углерода, кислорода, серы, фосфора и карбоната кальция.

28. Можно ли из одного простого вещества получить другое простое вещество химическим путем? Если это невозможно, то объясните причину, а если возможно, то приведите примеры.

29. Какие вещества называются дальтонидами, а какие – бертоллидами? Приведите примеры тех и других.

30. Как разделить смесь порошка железа и серы? меди и йода? Как извлечь цинк из его сплава с медью?

Глава 1.2. Атомная, молекулярная и молярная масса

*Абсолютные и относительные атомные и молекулярные массы.
Моль и молярная масса. Постоянная Авогадро.*

31. Почему абсолютные массы атомов и молекул очень редко используются в химических расчетах? Что используется в качестве единицы измерения относительных атомных и молекулярных масс, чему она равна? Укажите относительную атомную массу натрия, определите относительную молекулярную массу гидроксида натрия и серной кислоты.

32. Как вычисляется абсолютная масса атома или молекулы? Чему равна масса одной молекулы и одного миллиарда молекул кислорода?

33. Приведите название и определение величины, которой измеряется количество вещества. Какое число структурных единиц составляет единицу количества вещества, как называется это число?

34. Приведите определение понятий «относительная молекулярная масса», «моль» и «молярная масса». Определите молярные массы оксида кальция, карбоната кальция, гидроксида кальция.

35. Какие величины имеют названия «моль», «постоянная Авогадро» и «молярная масса»? Определите молярные массы углекислого газа, азотной кислоты, серной кислоты и аммиака.

36. Напишите определения понятий и приведите примеры простых и сложных веществ. Укажите их молекулярные и молярные массы.

37. Объясните следующие расчеты:

$$M_r(\text{CaCO}_3) = A_r(\text{Ca}) + A_r(\text{C}) + 3 \cdot A_r(\text{O}) = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100$$

$$M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 3 \cdot M(\text{H}) + M(\text{P}) + 4 \cdot M(\text{O}) = 3 \cdot 1 + 31 + 4 \cdot 16 = 98 \text{ г/моль}$$

38. Объясните, почему молярные массы веществ различны, а число молекул или формульных единиц, составляющих моль вещества, одинаково? Как называется это число и чему оно равно? В какой массе хлора, хлороводорода и хлорной кислоты содержится число молекул, равное этому числу?

39. Чему равны для азота: а) масса одной молекулы; б) молекулярная масса; в) молярная масса? Сколько молекул содержится в одном, четырнадцати и двадцати восьми граммах этого вещества?

40. Чему равна масса одной молекулы воды? Какое время потребовалось бы для того, чтобы пересчитать все молекулы, содержащиеся в одной капле воды (0,1 г), если отсчитывать по одной молекуле в секунду? Ответ выразите в годах, считая в году 365 суток.

41. Если отсчитывать по 60 молекул в минуту, то сколько лет потребуется для пересчёта всех молекул, содержащихся в 1 кг йода (примите один год равным 365 суток)?

42. Объясните физический смысл постоянной Авогадро. Какой вклад в развитие химии внес ученый, именем которого названо это число?

43. Число Авогадро определено с очень большой точностью. Чему равно точное значение этого числа? Как определено число Авогадро? Каков физический смысл этого числа?

44. Какое количество вещества составляют: а) 1 г водорода; б) 4 кг гидроксида натрия; в) 135 г алюминия?

45. Какое количество вещества составляют: а) 0,8 кг оксида меди (II); б) 220 кг карбоната натрия; в) 56 г гидроксида калия?

46. Какое количество вещества составляют: а) 9,8 г серной кислоты; б) 98 г ортофосфорной кислоты; в) 160 г кислорода?

47. Чему равны массы следующих количеств веществ: а) 1000 моль водорода; б) 10 моль хлорида натрия; в) 200 моль аммиака? Ответ приведите в килограммах.

48. Чему равны массы следующих количеств веществ: а) 5 моль аргона; б) 1 моль железа; в) 0,1 моль золота? Ответ приведите в граммах.

49. Вычислите массы 50 моль магния, 10 моль брома и 0,1 моль перманганата калия. Ответ приведите в килограммах и граммах.

50. Сопоставьте теоретически число молекул, содержащихся в 1 кг гидроксида калия и в 1 кг гидроксида натрия. Где и во сколько раз число молекул больше? Теоретический ответ подтвердите расчетами.

51. Сопоставьте теоретически число молекул, содержащихся в 1 г H_2SO_4 с числом молекул в 1 г HNO_3 . Где и во сколько раз число молекул больше? Теоретический ответ подтвердите расчетами.

52. Взяты одинаковые массы водорода, азота и углекислого газа. Определите соотношение: а) количеств веществ; б) числа молекул веществ.

53. Чему равна масса азота, содержащаяся в нитрате натрия и в нитрате аммония, количество которых одинаково и равно 5 моль?

54. В какой массе сероуглерода CS_2 содержится столько же молекул, сколько их содержится в 3 л воды?

55. Человеку требуется в сутки в среднем 2 л воды. Какое количество (моль) и сколько молекул воды ежедневно потребляет человек?

56. Абсолютная масса молекулы серы при комнатной температуре равна $4,25 \cdot 10^{-22}$ г. Из какого числа атомов состоит молекула серы?

57. Абсолютная масса молекулы фосфора при комнатной температуре равна $2,056 \cdot 10^{-22}$ г. Из какого числа атомов состоит эта молекула?

58. Абсолютная масса молекулы озона равна $8 \cdot 10^{-23}$ г. Из какого числа атомов состоит эта молекула?

59. Было взято 14,3 г кристаллогидрата карбоната натрия. После удаления воды прокаливанием его масса стала равной 5,3 г. Определите формулу этого кристаллогидрата.

60. Определите формулу кристаллогидрата сульфата железа, если его исходная масса равна 277,91 г, а после удаления воды прокаливанием она стала 151,91 г.

Глава 1.3. Основные газовые законы в химии

Уравнение состояния газа. Уравнение Клапейрона. Нормальные условия для газов. Газовые смеси, парциальные давления и закон Дальтона. Закон Авогадро и молярный объем газа. Относительная плотность газа.

61. Какие характеристики газообразного вещества входят в уравнение состояния газа, как оно записывается, кем выведено и каково его другое название? Приведите пример расчета по этому уравнению.

62. В уравнение Клапейрона–Менделеева входит молярная газовая постоянная, которая может быть определена по формуле:

$$R = \frac{P_0 V_0}{T_0}$$

Вычислите численное значение и определите единицу измерения R.

63. Определите численное значение и единицу измерения молярной газовой постоянной в уравнении Клапейрона–Менделеева при выражении объема и давления газа в технических единицах измерения: а) объем выражен в мл, давление в мм рт. ст.; б) объем выражен в л, давление в мм рт. ст.; в) объем выражен в л, давление в атм.

64. Уравнение Клапейрона – Менделеева описывает характеристики идеального газа. Какой газ называется идеальным? В каких случаях характеристики реальных газов близки к характеристикам идеального?

65. Некоторый газ массой 82,8 г занимает объем 32,7 л при 13 °С и давлении 104 кПа. Вычислите молярную массу газа.

66. Газ массой 7 г занимает объем 22,18 л при 20 °С и $0,253 \cdot 10^5$ Па. Вычислите молярную массу газа.

67. В стальном баллоне емкостью 25 л находится водород при 15 °С под давлением 810,4 кПа. Вычислите массу водорода.

68. Какой объем занимает одна тонна водорода при 17 °С, если водород находится под давлением 1000 кПа?

69. Масса одного литра азота при давлении 100 кПа равна 1 г. До какой температуры нагрет азот?

70. При каком давлении масса двадцати литров кислорода при 20 °С равна 100 г?

71. Как записывается уравнение Клапейрона, и в каких расчетах оно используется? Приведите пример расчета по этому уравнению.

72. Какие условия для газов называются нормальными условиями? Объем некоторого газа при 17 °С и 104 кПа равен 480 л. Приведите объем газа к нормальным условиям.

73. Приведите к нормальным условиям 1080 л некоторого газа, нагретого до 127 °С при давлении 10,13 кПа.

74. В реальных процессах участвуют, как правило, не отдельные газы, а их смеси. Какое давление газов в смесях называется парциальным давлением и как оно связано с составом смеси? В сухом воздухе объемные доли газов следующие: N_2 – 78,1 %, O_2 – 20,9 %, Ar – 0,93 %, CO_2 – 0,03 %. Общее давление 101325 Па. Определите парциальные давления газов в воздухе.

75. Смесь состоит из оксидов азота (II) и (IV). Определите объемные доли этих газов в смеси, если их парциальные давления равны 39 990 Па и 66 650 Па.

76. Газовая смесь приготовлена из $0,03 \text{ м}^3$ CH_4 , $0,04 \text{ м}^3$ H_2 и $0,01 \text{ м}^3$ CO . Исходные давления CH_4 , H_2 и CO составляли соответственно 96,0, 84,0 и 108,8 кПа. Определите парциальные давления газов и общее давление смеси.

77. Какой объем займут при нормальных условиях 120 мл азота, собранного над водой при 20 °С и давлении 100 кПа, если давление насыщенного пара воды при 20 °С равно 2,3 кПа?

78. Водород объемом 250 мл находится над водой при 26 °С и давлении 98,7 кПа. Давление насыщенного пара воды при этой температуре равно 3,4 кПа. Вычислите объем водорода при н.у. и его массу.

79. Запишите закон Авогадро и его следствия. Объясните и покажите на примерах значение этого закона в атомно-молекулярном учении.

80. Используя закон Авогадро и его следствие, определите, какой объем при н.у. занимает кислород массой 8,0 г.

81. Какую массу имеет водород, занимающий объем 280 л при н.у.?

82. Масса 600 мл некоторого газа при н.у. равна 1,714 г. Определите молярную массу этого газа.

83. Какую массу имеют 10 моль углекислого газа и какой объем занимает это количество CO_2 при н.у.?

84. Газ массой 2,5 г занимает при н.у. объем 2 л. Чему равны: а) молекулярная масса газа; б) молярная масса; в) абсолютная масса одной молекулы этого газа?

85. Определите соотношение объемов, занимаемых при н.у. водородом и азотом, если даны: а) равные количества этих газов; б) равные массы этих газов.

86. Почему молярный объем аммиака (22,089 л/моль) сильнее отличается от молярного объема идеального газа (22,414 л/моль), нежели молярный объем азота (22,400 л/моль)?

87. Напишите определение понятия «относительная плотность газа». Определите относительную плотность хлора по воздуху и этилена по кислороду.

88. Плотность паров ацетона по воздуху равна 2. Определите молярную массу ацетона.

89. При некоторой температуре плотность паров серы по кислороду равна восьми. Из скольких атомов состоит молекула серы при этой температуре?

90. Плотность по водороду газовой смеси из азота и кислорода равна 15. Определите объемные доли (в %) азота и кислорода в смеси.

Глава 1.4. Валентность и составление формул веществ

Понятие валентности. Валентность и периодическая система. Определение валентности элемента по формуле соединения. Составление формул соединений. Структурные формулы соединений.

91. Напишите определение понятия «стехиометрическая валентность химического элемента». Приведите примеры элементов постоянной и переменной валентности и соответствующих соединений.

92. Какое свойство химического элемента называется его стехиометрической валентностью? Приведите примеры элементов постоянной валентности, равной единице, двум и трем, и формулы соответствующих соединений. Приведите примеры элементов переменной валентности и формулы соответствующих соединений.

93. Как определяется максимальная стехиометрическая валентность элемента? Укажите максимальную валентность фосфора, хлора, серы и ксенона и приведите примеры соответствующих соединений.

94. Чему равна максимальная стехиометрическая валентность олова, сурьмы, селена и брома? Приведите примеры соответствующих соединений.

95. Чему равна максимальная стехиометрическая валентность ванадия, хрома, марганца и рутения? Приведите примеры соответствующих соединений.

96. У многих элементов переменной валентности значения стехиометрической валентности отличаются на число 2. Приведите примеры таких элементов и соответствующих соединений.

97. У многих элементов переменной стехиометрической валентности значения валентности отличаются на число 1. Приведите примеры таких элементов и соответствующих соединений.

98. Определите стехиометрическую валентность серы в соединениях: H_2S , SO_2 , H_2SO_3 , SO_3 , H_2SO_4 , CS_2 .

99. Определите стехиометрическую валентность азота в соединениях: NH_3 , N_2O , NO , N_2O_3 , HNO_2 , NO_2 , N_2O_5 , HNO_3 , NH_4NO_3 , NH_4NO_2 .

100. Определите стехиометрическую валентность хлора в соединениях: NaCl , CaCl_2 , Cl_2O , HClO , HClO_2 , KClO_3 , Cl_2O_7 , HClO_4 .

101. Как изменяется максимальная стехиометрическая валентность химических элементов в периодах? Приведите примеры соединений кремния, фосфора, серы и йода, в которых эти элементы имеют максимальную стехиометрическую валентность.

102. Как связана максимальная стехиометрическая валентность химического элемента с его положением в периодической системе? Приведите примеры соединений германия, фосфора, селена и хлора, в которых эти элементы имеют максимальную стехиометрическую валентность.

103. Как изменяется максимальная стехиометрическая валентность химических элементов с увеличением их атомного номера? Приведите примеры соединений олова, сурьмы, теллура, брома и ксенона, в которых они проявляют максимальную стехиометрическую валентность.

104. Чему равна максимальная стехиометрическая валентность химических элементов, расположенных в одной группе Периодической системы? Покажите на примере соединений, образуемых элементами третьего периода.

105. Чему равна максимальная стехиометрическая валентность химических элементов, расположенных в одной группе Периодической системы? Покажите на примере соединений, образуемых элементами четвертого периода.

106. У некоторых химических элементов максимальная стехиометрическая валентность не соответствует номеру групп, в которых они находятся в Периодической системе. Какие это элементы? Приведите примеры соединений, в которых эти элементы проявляют максимальную стехиометрическую валентность.

107. Руководствуясь положением элементов в Периодической системе, напишите формулы соединений алюминия с водородом, кислородом, азотом, углеродом, серой и фтором.

108. Руководствуясь положением элементов в Периодической системе, напишите формулы соединений фосфора с водородом, кислородом, натрием, серой, фтором.

109. Руководствуясь положением элементов Периодической системе напишите формулы хлоридов и сульфидов кремния, фосфора и магния.

110. Напишите формулы оксидов азота (I, II, III, IV, V), марганца (II, III, IV, VI, VII) и хрома (II, III, VI).

111. Напишите структурные формулы Al_2O_3 , HNO_3 , CaSO_4 , SO_2Cl_2 , NaHCO_3 . Отражает ли структурная формула пространственное строение молекулы или кристаллической решетки вещества? Какую полезную информацию дает структурная формула?

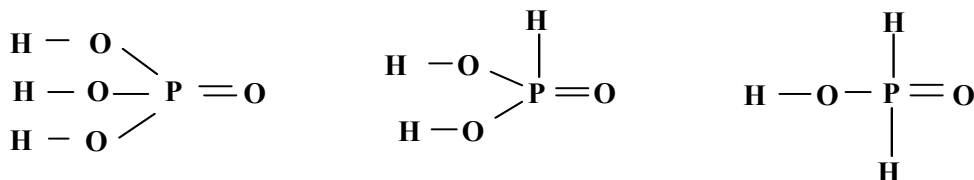
112. Какую информацию дают структурные формулы веществ? Напишите структурные формулы H_2SO_4 , POCl_3 , NaHSO_3 , $\text{Cr}(\text{OH})_2\text{NO}_3$.

113. Что показывает структурная формула вещества? Напишите структурные формулы N_2O_5 , H_2S , $Ca_3(PO_4)_2$, H_2O_2 , $Al(OH)_2Cl$.

114. Покажите с помощью структурных формул валентность элементов в соединениях Cl_2O_7 , $HClO_3$, $Ca(OH)_2$, PF_3 , $Ba(HCO_3)_2$. Отражают ли структурные формулы пространственное расположение атомов в соединениях?

115. Покажите с помощью структурных формул валентность элементов в соединениях SO_3 , $HClO_4$, $Ca(NO_3)_2$, $Ba(OH)_2$, $Fe(OH)_2NO_3$. Отражают ли структурные формулы пространственное расположение атомов в соединениях?

116. Структурные формулы фосфорной (H_3PO_4), фосфористой (H_3PO_3) и фосфорноватистой (H_3PO_2) кислот имеют вид:



Какие выводы об основности этих кислот следуют из сопоставления их обычных и структурных формул?

117. В истории химии был период, когда различали валентность одного и того же элемента по водороду и по кислороду. Как по положению в Периодической системе определяется валентность элемента по водороду и по кислороду и чему должна быть равна сумма этих валентностей? Ответ иллюстрируйте на примере углерода, азота, серы и хлора.

118. Если суммировать максимальную валентность одного и того же элемента в его соединениях с водородом и кислородом, то всегда получается число 8, например NH_3 и N_2O_5 , H_2S и SO_3 , HCl и Cl_2O_7 и т.д. Объясните эту закономерность.

119. В современной химии различают стехиометрическую и электронную валентность химического элемента. Приведите примеры соединений кислорода, в которых его электронная валентность одинакова, а стехиометрическая – разная.

120. Различают стехиометрическую и электронную валентность элемента. Чаще всего она одинакова, но может быть и различной. Чему равна стехиометрическая и электронная валентность азота в хлориде аммония и кислорода в H_2O_2 ?

Глава 1.5. Эквиваленты и закон эквивалентов

Эквиваленты и эквивалентные массы химических элементов. Определение эквивалентных масс, валентности и атомных масс элементов. Эквивалентные массы кислот, оснований и солей.

121. Напишите определения понятий «эквивалент», «эквивалентная масса» и «молярная масса эквивалента» для химического элемента. Как связаны эквивалентная масса, валентность и атомная масса элемента? Приведите примеры.

122. Что является эквивалентом лития, бериллия, бора и углерода в соединениях LiH , BeH_2 , BH_3 , CH_4 . Чему равны их эквивалентные массы и молярные массы эквивалентов в этих соединениях?

123. Что является эквивалентом хрома в оксидах CrO , Cr_2O_3 , CrO_3 ? Чему равны эквивалентные массы и молярные массы эквивалентов хрома в этих соединениях? Ответ приведите в форме таблицы:

Вещество	Эквивалент хрома	Эквивалентная масса хрома	Молярная масса эквивалента хрома

124. Что является эквивалентом ванадия в оксидах VO , V_2O_3 , VO_2 и V_2O_5 ? Чему равны эквивалентные массы и молярные массы эквивалентов ванадия в этих соединениях? Ответ приведите в форме таблицы, приведенной в задаче 123.

125. Приведите формулировку и математическое выражение законы эквивалентов. При окислении 16,74 г двухвалентного металла образовалось 21,54 г оксида. Чему равна эквивалентная и атомная масса металла? Какой это металл?

126. При нагревании 0,92 г олова в кислороде образовалось 1,17 г оксида. Вычислите эквивалентную массу и валентность олова и напишите формулу образовавшегося оксида.

127. Массовая доля кислорода в оксиде неизвестного четырехвалентного металла составляет 40,05 %. Вычислите эквивалентную и атомную массы металла, найдите его в Периодической системе, напишите формулу его оксида.

128. Определите эквивалентную и атомную массы трехвалентного металла, если 10,8 г этого металла присоединяют 6,72 л кислорода, измеренного при нормальных условиях.

129. При восстановлении водородом 26,5 г оксида двухвалентного металла образовалось 6,0 г воды. Определите эквивалентную и атомную массы металла и напишите формулу его оксида.

130. Двухвалентный металл образует гидрид, массовая доля водорода в котором составляет 4,76 %. Определите эквивалентную и атомную массы металла, найдите его в Периодической системе, напишите формулу его гидрида.

131. Медь образует два оксида, массовые доли кислорода в которых составляют 11,18 % и 20,11 %. Определите эквивалентные массы и валентность меди в оксидах и напишите формулы оксидов.

132. Свинец образует два оксида, массовые доли кислорода в которых составляют 7,17 % и 13,38 %. Определите эквивалентные массы и валентность свинца в оксидах и напишите формулы оксидов.

133. Хлор образует четыре соединения с фтором, массовая доля которого в первом соединении равна 34,89 %, во втором – 61,65 %, в третьем – 72,82% и в четвертом – 78,96 %. Определите эквивалентные массы и валентность хлора в соединениях и напишите их формулы.

134. Мышьяк образует с серой два соединения, массовая доля серы в которых равны 39,1 % и 51,7 %. Валентность серы равна двум. Определите эквивалентные массы и валентность мышьяка в соединениях и напишите их формулы.

135. Одна и та же масса металла соединяется с 1,591 г галогена и с 70,2 мл кислорода, измеренного при нормальных условиях. Определите эквивалентную и атомную массы галогена. Как называется этот галоген?

136. Определите эквивалентные массы металла и серы, если 1,2 г металла образует 2,0 г оксида и 2,8 г сульфида.

137. Удельная теплоемкость металла равна 0,218 Дж/(г·К), а молярная масса его эквивалента – 29,65 г/моль. Чему равна валентность и атомная масса металла, какой это металл?

138. Удельная теплоемкость металла равна 0,454 Дж/(г·К). Массовая доля этого металла в его оксиде составляет 70,97 %. Определите атомную массу металла, найдите его в Периодической системе.

139. Из металла массой 0,6 г (удельная теплоемкость 0,278 Дж/(г·К)) было получено 0,8 г оксида. Чему равна атомная масса металла, какой это металл, чему равна погрешность в определении атомной массы?

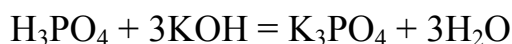
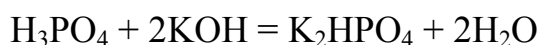
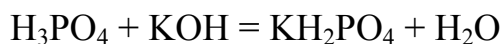
140. Для определения атомной массы элемента было взято его простое вещество массой 0,2698 г, окислением которой было получено 0,3402 г оксида. Удельная теплоемкость простого вещества равна 0,147 Дж/(г·К). Чему равна атомная масса элемента, какой это элемент?

141. Металл массой 40 г вытесняет из кислоты 14,6 л водорода при 18 °С и давлении 1,013 · 10⁵ Па. Удельная теплоемкость металла равна 0,39 Дж/(г·К). Определите атомную массу металла и название металла.

142. При термоллизе (термоллиз – разложение веществ при нагревании) водородного соединения неизвестного элемента было получено 2,162 г простого вещества этого элемента и 14,78 л водорода (при 327 °С и 101325 Па). Удельная теплоемкость простого вещества равна 2,209 Дж/(г·К). Определите эквивалентную массу, валентность и атомную массу элемента и напишите его название.

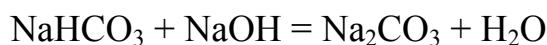
143. Как определяются эквивалентные массы кислот и оснований в реакциях нейтрализации и солей в реакциях замещения металла? Приведите примеры.

144. Определите эквивалентную массу ортофосфорной кислоты в реакциях:



145. Напишите уравнения реакций гидроксида железа (III) с соляной кислотой, при которых образуются: а) хлорид дигидроксожелеза (III); б) хлорид гидроксожелеза (III); в) хлорид железа (III). Определите эквивалентную массу Fe(OH)₃ в каждой реакции.

146. Определите эквивалентную массу гидрокарбоната натрия в реакциях:



147. На нейтрализацию раствора, содержащего 15,75 г HNO₃, израсходовано 10,00 г щёлочи. Определите эквивалентную массу щелочи.

148. На нейтрализацию раствора, содержащего 18,00 г кислоты, израсходовано 11,43 г гидроксида натрия. Определите эквивалентную массу кислоты.

149. Гидроксид калия массой 14,0 г провзаимодействовал с 24,5 г серной кислоты. Чему равна эквивалентная масса H₂SO₄ в этой реакции? Какая соль – средняя или кислая – образовалась в реакции?

150. На полную нейтрализацию 0,943 г фосфористой кислоты H_3PO_3 израсходовано 1,291 г KOH . Вычислите эквивалентную массу кислоты и её основность. Объясните, почему основность этой кислоты не равна числу атомов водорода в молекуле. Напишите уравнение нейтрализации и структурную формулу фосфористой кислоты.

Глава 1.6. Основные классы неорганических веществ

Оксиды основные, кислотные, амфотерные, двойные, несолеобразующие. Гидроксиды – основания, кислоты, амфолиты. Соли средние, кислые, основные, двойные, кристаллогидраты, оксосоли. Отличительные свойства соединений каждого класса. Генетическая связь между оксидами, гидроксидами, солями. Номенклатура соединений.

151. Как можно получить оксид металла: а) из простого вещества; б) из основания; в) из соли? Покажите уравнениями реакций на примере оксидов магния и цинка.

152. Как можно получить оксид неметалла: а) из простого вещества; б) из кислоты; в) из соли? Покажите уравнениями реакций на примере оксидов серы (IV) и углерода (IV).

153. Среди оксидов BaO , Al_2O_3 , Cl_2O_7 найти основной, кислотный и амфотерный. Покажите основность, кислотность и амфотерность соответствующих оксидов уравнениями реакций.

154. Среди гидроксидов $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$ найдите амфотерный и покажите его амфотерность уравнениями реакций.

155. Как практически показать амфотерность оксида хрома (III) и гидроксида хрома (III)? Напишите уравнения соответствующих реакций.

156. Как вывести формулу кислоты, если известен ее ангидрид? Покажите на примере серного (SO_3), сернистого (SO_2), азотного (N_2O_5) и азотистого (N_2O_3) ангидридов.

157. Как вывести формулу ангидрида данной кислоты? Покажите на примере кислот H_2SiO_3 , H_3PO_4 , HClO_4 , H_2CrO_4 .

158. Оксиды CaO , Al_2O_3 и P_2O_5 по внешнему виду неразличимы. Как можно их отличить при помощи химических реакций?

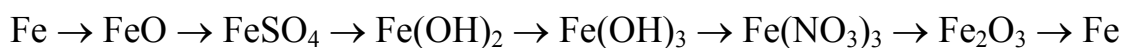
159. Как можно разделить смеси оксидов и гидроксидов: а) BaO и MgO ; б) CdO и ZnO ; в) CO и CO_2 ; г) $\text{Al}(\text{OH})_3$ и $\text{La}(\text{OH})_3$?

160. Если металл переменной валентности образует несколько оксидов и гидроксидов, то как отличаются по свойствам такие оксиды и гидроксиды? Покажите на примере соединений хрома (II, III, VI).

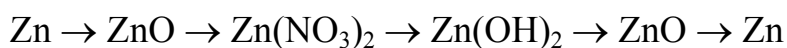
161. Напишите уравнения реакций получения нитрата калия взаимодействием: а) основания с кислотой; б) основного оксида с кислотным; в) основания с кислотным оксидом; г) основного оксида с кислотой.

162. Напишите уравнения реакций получения хлорида магния действием: а) кислоты на металл; б) кислоты на оксид; в) кислоты на основание; г) соли на соль.

163. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:



164. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:



165. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:



166. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:



167. При помощи каких реакций можно получить: а) Fe_2O_3 из FeCl_3 , б) Fe(OH)_3 из Fe_2O_3 , в) Fe(OH)_3 из FeS ?

168. С какими из веществ из числа HNO_3 , HNO_2 , NaOH , BaO , SO_3 , Al_2O_3 , Zn(OH)_2 может взаимодействовать оксид кальция? Напишите уравнения реакций.

169. С каким из веществ из числа N_2O_5 , Zn(OH)_2 , CaO , AgNO_3 , H_3PO_4 , может взаимодействовать соляная кислота? Напишите уравнения реакций.

170. Какие из указанных газов вступают в химические реакции с растворами щелочей: HCl , H_2S , NH_3 , CH_4 , SO_2 , SO_3 ? Напишите уравнения реакций.

171. Напишите названия веществ: NO_2 , HF , H_2SiO_3 , H_4SiO_4 . Напишите формулы веществ, имеющих названия: а) сульфат лития, б) сульфит магния, в) дигидрофосфат калия, г) сульфат гидроксомеди (II).

172. Напишите названия веществ, состав которых выражается формулами: SnO , SnO_2 , HMnO_4 , SiH_4 . Напишите формулы веществ: а) нитрат бария, б) нитрит аммония, в) нитрат гидроксожелеза (III), г) нитрат дигидроксожелеза (III).

173. Напишите формулы всех возможных кальциевых солей соляной, азотной и серной кислот и их названия.

174. Напишите формулы всех возможных натриевых солей серной, сернистой и сероводородной кислот и их названия.

175. Напишите названия веществ: HNO_2 , NH_3 , $\text{Zn}(\text{OH})\text{Cl}$, BiONO_3 . Напишите формулы веществ, имеющих названия: оксид хрома (VI), нитрит кальция, сульфид аммония, гидрокарбонат натрия.

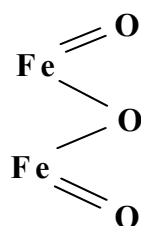
176. Напишите названия данных солей и их структурные формулы: Na_2S , KClO_3 , MgOHCl , KH_2PO_4 , K_2HPO_4 , K_3PO_4 .

177. Напишите обычные и структурные формулы веществ, имеющих названия: а) азотный ангидрид, б) гидросульфат свинца (II), в) сульфат гидроксожелеза (II), г) натриевая селитра, д) хлорид оксосурьмы (III).

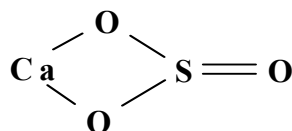
178. Напишите названия данных веществ и их структурные формулы: Cr_2O_3 , $\text{Be}(\text{OH})_2$, HMnO_4 , MgSO_4 , CuCl_2 , $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

179. Напишите названия веществ, имеющих структурные формулы:

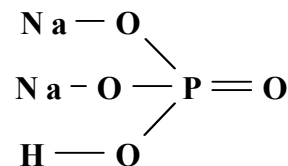
а)



б)



в)

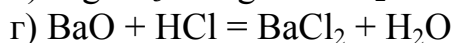
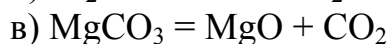
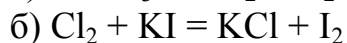
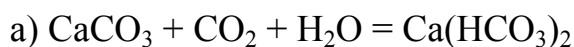


180. Как называются соли $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ и $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$? Каковы формулы веществ, имеющих названия: а) сульфит стронция, б) сульфат дигидроксоалюминия, в) гидрокарбонат магния, г) ортомышьяковая кислота?

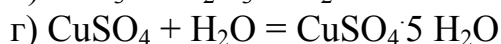
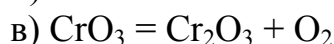
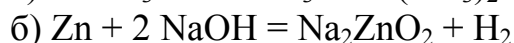
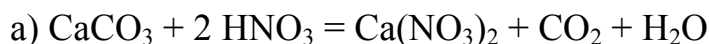
Глава 1.7. Типы химических реакций. Составление уравнений реакций

Типы реакций. Подбор стехиометрических коэффициентов в уравнениях основно-кислотных реакций. Определение степени окисления атомов в соединениях. Окислители и восстановители. Подбор коэффициентов в уравнениях окислительно-восстановительных реакций методами электронного баланса и полуреакций. Эквивалентные массы окислителей и восстановителей.

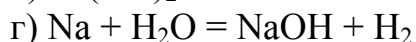
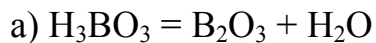
181. Среди данных химических уравнений найдите уравнения реакций присоединения, разложения, замещения и обмена и определите в них стехиометрические коэффициенты:



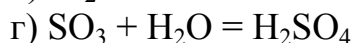
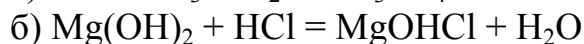
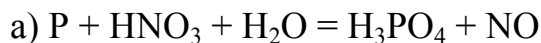
182. Условие в задаче № 181:



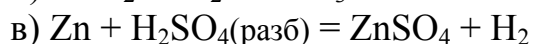
183. Условие в задаче № 181:



184. Среди данных химических уравнений укажите уравнения основно-кислотных и окислительно-восстановительных реакций и определите в них стехиометрические коэффициенты:



185. Условие в задаче № 184:



186. Условие в задаче № 184:

- а) $\text{NO}_2 + \text{KOH} = \text{KNO}_2 + \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- б) $\text{MgOHCl} + \text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- в) $\text{FeO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- г) $\text{KClO}_3 = \text{KCl} + \text{O}_2$

187. Определите стехиометрические коэффициенты в уравнениях реакций, в которых степень окисления атомов не изменяется:

- а) $\text{SiO}_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 = \text{K}_4\text{SiO}_4 + \text{CO}_2$
- б) $\text{Na}_3\text{N} + \text{H}_2\text{O} = \text{NaOH} + \text{NH}_3$
- в) $\text{IF}_5 + \text{KOH} = \text{KIO}_3 + \text{KF} + \text{H}_2\text{O}$

188. Условие в задаче № 187:

- а) $\text{Al}_2\text{S}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{S}$
- б) $\text{HNO}_3 + \text{P}_4\text{O}_{10} = \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{N}_2\text{O}_5$
- в) $\text{ZnSO}_4 + \text{KHCO}_3 = \text{ZnCO}_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

189. Условие в задаче 187:

- а) $\text{Ca}_3\text{P}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{PH}_3$
- б) $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BF}_3 + \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- в) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2$

190. Условие в задаче 187:

- а) $\text{Al}_4\text{C}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{CH}_4$
- б) $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{NaAlO}_2 + \text{CO}_2$
- в) $\text{Na}_2\text{HPO}_4 = \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$

191. Определите степень окисления фосфора в соединениях и ионах: PH_3 , Na_3P , H_3PO_2 , H_3PO_3 , H_3PO_4 , HPO_3 , $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$, HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- , PO_4^{3-} .

192. Определите степень окисления хлора в соединениях и ионах: HCl , FeCl_3 , HClO_4 , ClF_3 , ClF_7 , ClO^- , ClO_2^- , ClO_3^- , ClO_4^- , Cl_2O_7 .

193. Определите степень окисления серы в соединениях и ионах: K_2SO_3 , $\text{Mg}(\text{HS})_2$, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$, NaHSO_4 , SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , H_2S , SO_2 , SF_6 .

194. Определите степень окисления железа в соединениях и ионах: FeO , Fe_2O_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeOHSO_4 , $(\text{FeOH})_2\text{SO}_4$, BaFeO_4 , NaFeO_2 , $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$.

195. Определите степень окисления меди в соединениях и ионах: CuO , Cu_2O , $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$, CuCl_4^{2-} , K_2CuO_2 , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

196. Среди данных веществ укажите окислитель, восстановитель и вещество с окислительно-восстановительной двойственностью, ответ мотивируйте и иллюстрируйте примерами реакций: MnO_2 , Mn , KMnO_4 .

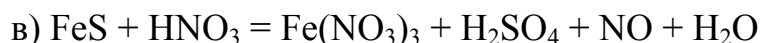
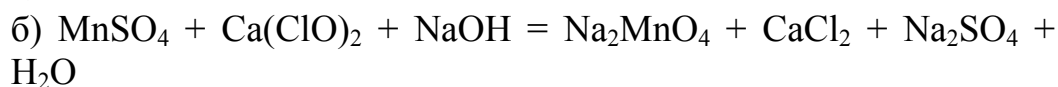
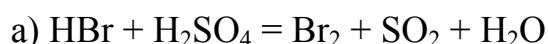
197. Условие в задаче 196 для соединений: SO_2 , H_2S , H_2SO_4 .

198. Условие в задаче 196 для соединений: KI , HIO_4 , I_2 .

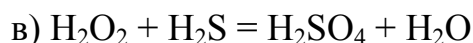
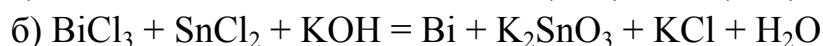
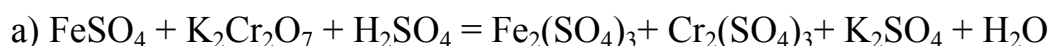
199. Условие в задаче 196 для соединений: Pb , PbO_2 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

200. Условие в задаче 196 для соединений: NH_3 , KNO_2 , KNO_3 .

201. Для каждой реакции: 1) определите ее тип; 2) укажите восстановитель и окислитель; 3) определите коэффициенты методом электронного баланса; 4) методом полуреакций; 5) вычислите эквивалентные массы восстановителя и окислителя:



202. Условие в задаче 201 для реакций:



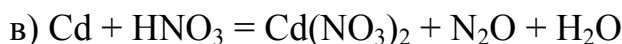
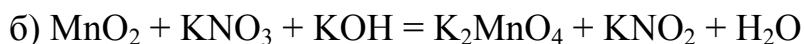
203. Условие в задаче 201 для реакций:



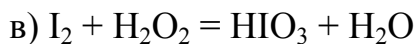
204. Условие в задаче 201 для реакций:



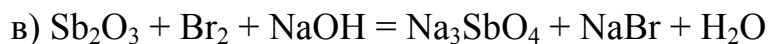
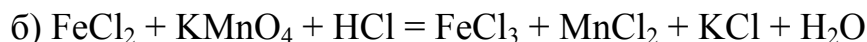
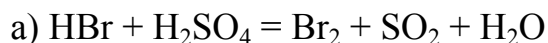
205. Условие в задаче 201:



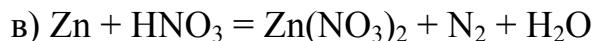
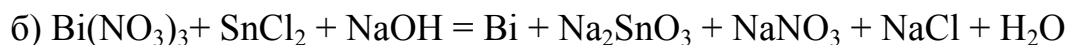
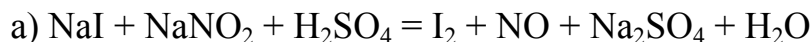
206. Условие в задаче 201 для реакций:



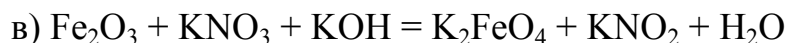
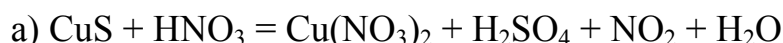
207. Условие в задаче 201 для реакций:



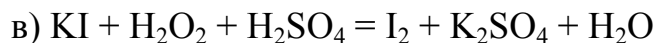
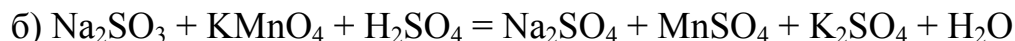
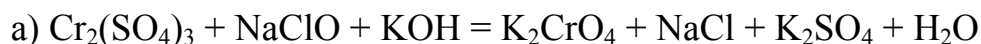
208. Условие в задаче 201 для реакций:



209. Условие в задаче 201 для реакций:



210. Условие в задаче 201 для реакций:



Глава 1.8. Стехиометрические расчеты

Определение состава вещества по его химической формуле.

Определение формул веществ по их количественному составу.

Расчеты по уравнениям реакций. Определение выхода реакции.

Определение состава смесей, сплавов и растворов.

211. Определите массовые доли железа и кислорода в оксидах двухвалентного и трёхвалентного железа.

212. Определите массовые доли калия, марганца и кислорода в перманганате калия.

213. Определите массовые доли азота и водорода в аммиаке и гидразине.

214. Определите в массовых долях (%) состав сульфата натрия.

215. Определите в массовых долях (%) состав обезвоженных хромокалиевых квасцов.

216. Вещество содержит 5,882 % водорода, остальное – кислород; плотность паров этого вещества по воздуху равна 1,1724. Определите формулу вещества.

217. Вещество содержит 75,76 % мышьяка, остальное – кислород. Плотность его пара по воздуху составляет 13,65. Определите формулу вещества.

218. Определите формулу газообразного соединения бора с водородом, если массовая доля бора в нем составляет 78,2 %, а масса одного литра этого газа равна массе 1 л азота.

219. Определите формулу соединения, содержащего 80 % углерода и 20 % водорода, если его относительная плотность по водороду равна 15.

220. Массовые доли углерода и водорода в двух соединениях одинаковы: углерода – 92,3 %, водорода – 7,7 %. Массы 1 л паров этих веществ при н.у. равны 1,17 г и 3,51 г. Определите формулы соединений.

221. Какое количество (моль) и какая масса (кг) карбоната кальция теоретически необходимы для получения 280 кг оксида кальция?

222. Какой объем углекислого газа, приведенного к нормальным условиям, может выделиться при прокаливании 920 г природного минерала доломита $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ в идеальном случае, когда доломит не содержит примесей?

223. Из сульфида железа (II) получен сероводород, на сжигании которого затрачено 306 л кислорода (при н.у.). Чему равна масса FeS ?

224. При взаимодействии цинка с соляной кислотой выделился водород объемом 280 мл (н. у.). Определите массы израсходованного цинка и образовавшегося хлорида цинка.

225. Какая масса нитрата серебра находилась в растворе, если из него при действии хлорида бария получен осадок хлорида серебра массой 0,287 кг?

226. К 10 г гидроксида калия прибавили раствор, содержащий 10 г HNO_3 . Какое вещество взято в избытке, чему равна масса избытка?

227. Какой (кислой, щелочной или нейтральной) будет среда раствора, если к раствору, содержащему 10 г серной кислоты, будет прибавлено 9 г гидроксида натрия?

228. Смешано 7,3 г HCl и 4,0 г NH_3 . Сколько граммов NH_4Cl образовалось? Какой газ был взят в избытке? Чему равна масса газа, оставшегося после реакции, и его объем при н.у.?

229. К раствору, содержащему 0,20 моль FeCl_3 , прибавили 0,24 моль NaOH . Сколько моль Fe(OH)_3 образовалось в результате реакции и сколько моль FeCl_3 осталось в растворе?

230. На сжигание 8 г серы было взято 30 л кислорода (н. у.). Какой объём кислорода остался после реакции?

231. Партия природного известняка содержит 85 % CaCO_3 , остальное – примеси. Какая масса известняка потребуется для получения 571,2 л CO_2 (н. у.) по реакции с соляной кислотой?

232. Какую массу железа можно получить из двух тонн железной руды, содержащей 94 % Fe_2O_3 ?

233. Какой объём воздуха потребуется для сжигания 1 м³ (н. у.) газа, имеющего следующий состав в объёмных процентах: 50 % H_2 , 35 % CH_4 , 8 % CO , 2 % C_2H_4 и 5 % негорючих примесей? Объёмная доля кислорода в воздухе равна 21 %.

234. Напишите уравнение реакции получения сероводорода из сульфида железа (II). Чему равен выход этой реакции в одном из опытов, когда из 0,5 кг FeS было получено 112 л H_2S (объём измерен при н.у.)?

235. Через озонатор пропустили 100 л воздуха (н.у.), при этом был получен озонированный воздух, объём озона в котором в пересчете на чистое вещество составил 1,4 л (н.у.). Чему равен выход озона в процентах от теоретического (объёмное содержание кислорода в воздухе принять равным 21 %)?

236. Чему равно содержание примесей (в масс. %) в техническом цинке, если его навеска массой 20,4 г вытесняет из кислоты, взятой в избытке, 6,272 л водорода (н.у.)?

237. При сжигании 3 кг каменного угля получено 5,3 м³ CO_2 (н.у.). Чему равно содержание углерода (в масс. %) в угле?

238. При прокаливании природного соединения доломита $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ массой 100 г выделился углекислый газ объёмом 21 л (н.у.). Определите содержание (в масс. %) примесей в доломите.

239. При обжиге одной тонны пирита было получено 400 м³ (н. у.) сернистого газа. Определите массовую долю (%) FeS_2 в пирите.

240. При взаимодействии с избытком соляной кислоты 12,0 г смеси кальция с оксидом кальция выделилось 6,19 л водорода при 27 °С и 100,7 кПа. Вычислите массу кальция в смеси.

РАЗДЕЛ 2. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

Глава 2.1. Строение атомов химических элементов

Элементарные частицы в составе атомов. Атомное ядро и ядерные реакции. Атомные орбитали. Квантовые числа. Закономерности состояния электронов в атомах. Электронные и графические формулы атомов. Валентные и невалентные, спаренные и неспаренные электроны в атомах.

241. Какие элементарные частицы входят в состав атомов, какие частицы образуют ядро атома? Выпишите из литературы массы и заряды этих частиц.

242. Приведите основные характеристики протонов, нейтронов и электронов. Какое отношение имеют эти элементарные частицы к атомам?

243. Сравните модели атома Резерфорда, Бора и современную. Что общего во всех трех моделях и чем они отличаются?

244. Какие атомы называются изотопами, изобарами и изотонами? Приведите примеры.

245. Опишите способ вычисления атомной массы химического элемента по его изотопному составу. Вычислите атомную массу хлора, имеющего два изотопа: ${}_{17}^{35}\text{Cl}$ (75,53 %) и ${}_{17}^{37}\text{Cl}$ (24,47 %).

246. Медь существует в природе в виде двух изотопов с массовыми числами 63 и 65, содержание которых составляет 73 и 27 %. Определите среднюю атомную массу меди. Почему полученный результат не совпадает с атомной массой меди, указанной в Периодической системе?

247. Уран имеет три изотопа с массовыми числами 234, 235 и 238, содержание которых в природе составляет 0,0058 %, 0,715 % и 99,28 %. Определите среднюю атомную массу урана. Почему полученный результат не совпадает с атомной массой урана, указанной в Периодической системе?

248. Какие реакции называются ядерными, чем они отличаются от химических? Приведите уравнения ядерных реакций, протекающих на Солнце, и примеры ядерных реакций, осуществленных на Земле.

249. Химический элемент астат был получен в 1940 году при облучении изотопов ${}_{83}^{209}\text{Bi}$ альфа-частицами. Какой изотоп астата образуется в этой ядерной реакции, если возбуждённое ядро атома висмута (после поглощения альфа-частицы) выбрасывает два нейтрона? Напишите уравнение этой ядерной реакции.

250. Один из несуществующих в природе химических элементов резерфордий ${}_{104}^{260}\text{Rf}$ был получен при облучении ${}_{94}^{242}\text{Pu}$ ядрами неона ${}_{10}^{22}\text{Ne}$ в мощном ускорителе (1964 г., Россия, г. Дубна). Какие частицы, кроме атомов резерфордия, образуются в этой ядерной реакции? Напишите её уравнение.

251. Как получают спектры химических элементов? Покажите схематически возникновение спектра водорода. О чём свидетельствует линейчатый вид спектров химических элементов?

252. Какими переходами электронов объясняются линии в сериях Лаймана, Бальмера и Пашена в спектре водорода?

253. Какую энергию надо затратить, чтобы возбудить электрон в атоме водорода, находящийся в основном состоянии (на первом энергетическом уровне), до второго и пятого энергетических уровней?

254. К электронам в атомах относятся: 1) принцип квантования и дискретности энергии; 2) корпускулярно-волновая двойственность; 3) принцип неопределенности. Опишите эти закономерности и сформулируйте основной вывод относительно состояния электронов в атомах, который из них следует.

255. Что изучает и описывает квантовая механика? Какое уравнение является основным уравнением квантовой механики и что описывают волновые функции, получаемые его решением?

256. Объясните физический смысл понятия «атомная орбиталь». Покажите атомные орбитали азота схематически в виде граничных поверхностей электронных облаков.

257. Какие характеристики электронов в атомах определяются с помощью квантовых чисел? Как называются, обозначаются и какие имеют значения квантовые числа?

258. Какие квантовые числа определяют энергию электрона, как она меняется с увеличением их значений? При каких условиях на энергетическое состояние электрона в атоме оказывает влияние магнитное квантовое число?

259. Что в атоме называют энергетическим уровнем и энергетическим подуровнем? Чему равно число энергетических подуровней для данного энергетического уровня? Каким значением главного квантового числа характеризуется энергетический уровень, если он «расщеплен» на 4 подуровня?

260. Какие квантовые числа определяют размер, форму и ориентацию в пространстве атомных орбиталей? Приведите схематическое изображение s-, p- и d-орбиталей.

261. Чем определяется и чему равно число атомных орбиталей на s-, p-, d- и f- энергетических подуровнях?

262. Какую форму имеют s-, p- и d-орбитали? Приведите схематическое изображение p- и d-орбиталей, по-разному ориентированных в пространстве в зависимости от значений магнитного квантового числа.

263. Какие электроны в атомах называется валентными электронами? На каких энергетических уровнях и подуровнях находятся валентные электроны в атомах s-, p-, d- и f-элементов?

264. Для атома фосфора: а) напишите полную электронную формулу; б) валентные электроны покажите электронно-графическим способом; в) определите число неспаренных электронов в нормальном состоянии и возможное число неспаренных электронов в возбужденном состоянии; г) для всех валентных электронов определите и составьте таблицу квантовых чисел.

265. Задание в номере 264 для атома серы.

266. Задание в номере 264 для атома алюминия.

267. Задание в номере 264 для атома кремния.

268. Задание в номере 264 для атома хлора.

269. Задание в номере 264 для атома хрома.

270. Задание в номере 264 для атома ванадия.

Глава 2.2. Периодический закон и Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

Строение атомов и периодический закон. Строение атомов и структура Периодической системы химических элементов. Периодические свойства атомов, химических элементов и их соединений. Характеристика элемента по его атомному номеру.

271. Приведите современную формулировку периодического закона и ту, которая была дана Д.И. Менделеевым. Когда и почему произошло изменение формулировки периодического закона?

272. Открытие каких элементов, предсказанных Менделеевым, было триумфом периодического закона? Как точно совпали свойства этих элементов и их соединений с предсказанными свойствами?

273. Можно ли было объяснить физический смысл периодического закона в то время, когда он был открыт? Как объясняется периодичность в изменении свойств химических элементов в настоящее время?

274. Какой физический смысл имеет атомный номер химического элемента, почему химические свойства элемента определяются его атомным номером в Периодической системе?

275. Чем является (по отношению к периодическому закону) Периодическая система химических элементов? Чем объясняется множество форм Периодической системы?

276. Используются чаще всего две формы Периодической системы: 8-клеточная и 18-клеточная. Каковы их достоинства и недостатки?

277. Опишите структуру Периодической системы. Объясните число химических элементов в каждом периоде.

278. Что общего у элементов одного периода и одной группы? Чем отличаются элементы, находящиеся в одной группе, но в разных подгруппах? Что общего у элементов одного семейства, на какие семейства подразделяются все химические элементы?

279. Покажите, как при заполнении атомных орбиталей электронами образуются периоды Периодической системы. В каких случаях ёмкость заполняемого энергетического уровня и число элементов в периоде: а) совпадают, б) не совпадают? Объясните причину несовпадения.

280. Какие периоды Периодической системы называют малыми, а какие большими? Чем определяется число элементов в каждом из них? Какие периоды и почему содержат одинаковое число электронов?

281. Покажите, сколько элементов будет содержать 7-й период при условии его завершения. Какой атомный номер будет иметь элемент, заканчивающий 7-й период, и аналогом какого элемента он будет?

282. Почему водород помещают в I или в VII группу, а гелий в II или в VIII группу Периодической системы? Какое обоснование можно дать тому и другому варианту?

283. Почему до 1963 г. благородные газы составляли нулевую группу и как их тогда называли? Почему сейчас они размещаются в VIII группе Периодической системы?

284. Как можно по известному атомному номеру элемента определить его место в Периодической системе? Какую информацию о химических свойствах элемента дает знание его места в Периодической системе? Покажите на примере элементов с атомными номерами 20 и 34.

285. Атомные номера химических элементов 19 и 35. Не пользуясь Периодической системой, определите период, группу и подгруппу, в которых находится каждый элемент. Какие выводы о химических свойствах элементов следует из этого?

286. Как изменяются размеры атомов внутри периода, при переходе от одного периода к другому и в пределах одной группы? Какие элементы имеют минимальное и максимальное значения радиуса атома? Как отражается изменение размера атомов на свойствах элементов?

287. Размеры атомов характеризуются орбитальным, ковалентным или металлическим радиусами. Что означает каждый из них? Как изменяются радиусы атомов с увеличением атомного номера элементов и как эти изменения отражаются на их свойствах?

288. Как изменяется с увеличением атомного номера элементов их ионизационный потенциал и как это отражается на их свойствах?

289. Что характеризует ионизационный потенциал и энергия ионизации элемента? Вычислите энергию ионизации лития, потенциал ионизации которого равен 5,19 эВ. Вычислите ионизационный потенциал кислорода, энергия ионизации которого равна 1313,0 кДж /моль. Почему ионизационный потенциал кислорода значительно выше лития? Какие выводы о свойствах элементов можно сделать на основании значений их ионизационных потенциалов?

290. Почему разница в значениях первого и второго ионизационных потенциалов у атомов лития (5,4 эВ и 75,6 эВ) больше, чем у атомов бериллия (9,3 эВ и 18,2 эВ)?

291. Чем отличаются типичные металлы от неметаллов, а амфотерные металлы от типичных металлов? Почему и как изменяются металлические свойства с увеличением атомного номера элементов? Приведите примеры неметаллов, типичных и амфотерных металлов.

292. Как изменяются металлические свойства элементов внутри периода, при переходе от одного периода к другому и в пределах одной группы? Чем объясняется такое изменение металлических свойств?

293. Какая характеристика химического элемента называется сродством к электрону и как она изменяется с возрастанием атомного номера элементов? Какие элементы имеют минимальное и максимальное значение этой величины?

294. Какая характеристика химического элемента называется его относительной электроотрицательностью и как она изменяется с увеличением атомного номера элементов? Какие элементы имеют минимальное и максимальное значение этой характеристики?

295. Как изменяется максимальная валентность химических элементов в периодах и группах и чем объясняется такое изменение?

296. Почему и как изменяются химические свойства оксидов s- и p-элементов в периодах и группах? Покажите на примерах уравнениями реакций.

297. Почему и как изменяются химические свойства гидроксидов s- и p-элементов в периодах и группах? Покажите на примерах уравнениями реакций.

298. Как изменяются химические свойства оксидов и гидроксидов d-элементов в группах? Покажите на примерах уравнениями реакций.

299. Что называется диагональным сходством химических элементов? Приведите примеры и напишите объяснение.

300. Какие химические элементы называются полными и какие – неполными электронными аналогами, в чем состоит сходство и различие их химических свойств?

Глава 2.3. Химическая связь и строение молекул

Характеристики химической связи. Объяснение ковалентной связи методами ВС и МО. Гибридизация, метод ОЭПВО и геометрическая конфигурация частиц. Ковалентно-полярная, ионная и металлическая связь.

§1. Типы и основные характеристики химической связи

301. Определите тип химической связи в азоте, железе, углекислом газе, фториде калия, фосфине, сульфате натрия, кремнии. Ответ мотивировать.

302. Определите тип химической связи в веществах: йодоводород, никель, оксид кремния, оксид магния, нитрат калия, фтор. Ответ мотивировать.

303. Приведите определение понятия «химическая связь», назовите три основных типа химической связи, заполните таблицу:

Тип химической связи	Какие элементы образуют связь	Процессы в электронных оболочках атомов	Образующиеся частицы или вещества	Примеры

304. Объясните закономерность в изменении длины связи в молекулах HF (0,092 нм), HCl (0,128 нм), HBr (0,142 нм), HI (0,162 нм).

305. Объясните закономерность в изменении длины связи Н-Э в молекулах H₂O (0,097 нм), H₂S (0,133 нм), H₂Se (0,147 нм), H₂Te (0,167 нм).

306. Объясните закономерность в изменении длины связи между атомами углерода в молекулах C₂H₆ (0,154 нм), C₂H₄ (0,135 нм) и C₂H₂ (0,120 нм).

307. Объясните закономерность в изменении энергии связи (кДж/моль) между атомами углерода в молекулах C₂H₂ (830), C₂H₄ (635), C₂H₆ (348).

308. Объясните закономерность в изменении энергии связи (кДж/моль) в молекулах HF (561,5), HCl (427,2), HBr (359,9), HI (294,3).

309. Объясните закономерность в изменении энергии связи между атомами углерода и галогена (кДж/моль) в ряду молекул CF₄ (434,7), CCl₄ (292,6), CBr₄ (238,3), Cl₄ (179,7).

310. Какая характеристика химической связи называется валентным углом? Приведите примеры молекул с различной величиной валентного угла.

§2. Объяснение ковалентной связи методом ВС

311. Приведите основные положения метода валентных связей. Опишите по методу ВС образование молекул Cl₂, HCl и HNO₃. Определите в молекуле HNO₃ стехиометрическую валентность и степень окисления азота, электронную валентность азота, кратность связей атома азота с атомами кислорода.

312. Используя метод ВС, объясните, почему у большинства p-элементов переменной валентности её значения различаются на два. Объясните валентность фтора и хлора и напишите формулы четырех соединений, которые образуются при взаимодействии этих веществ.

313. Сколько валентных состояний возможно для атомов фтора, хлора, кислорода, серы и углерода?

314. Какое состояние атома называют основным и возбужденным? В основном или возбужденном состоянии находятся атомы фосфора и серы при образовании молекул PCl₃ и PCl₅, H₂S и SO₃?

315. Объясните, что является главной причиной возникновения химической связи между атомами? На примере молекулы H_2 докажите, что при образовании связи происходит не касание, а перекрывание электронных облаков.

316. Приведите примеры и покажите, как образуется ковалентная связь с кратностью, равной единице, двум и трём. Почему энергия двойной и тройной связи не равна удвоенной или утроенной энергии химической связи, кратность которой равна единице?

317. Приведите примеры молекул, которые содержат: а) только σ -связи ; б) одну σ - и одну π -связи ; в) одну σ - и две π -связи.

318. Определите число σ - и π -связей в молекулах N_2 , C_2H_2 , C_2H_4 и $COCl_2$, покажите схематически образование этих связей.

319. Приведите примеры образования ковалентной связи по донорно-акцепторному механизму. Как в этом случае изменяется стехиометрическая валентность, степень окисления и электронная валентность элемента, который является донором или акцептором?

320. Энергия связи между атомами углерода равна: 326,0 кДж/моль в молекуле C_2H_6 , 585,2 кДж/моль в молекуле C_2H_4 и 501,6 кДж/моль в молекуле бензола. Объясните эти данные по методу ВС.

§3. Объяснение ковалентной химической связи методом молекулярных орбиталей

321. По методу МО объясните образование молекул F_2 и O_2 . Изобразите энергетические диаграммы и напишите электронные формулы этих молекул, определите магнитные свойства и кратность связей. Как изменяется энергия связей при ионизации каждой молекулы?

322. Используя метод МО, объясните образование молекул N_2 и O_2 . Изобразите энергетические диаграммы и напишите электронные формулы этих молекул, определите магнитные свойства и кратность связей. Как изменяется энергия связей при ионизации каждой молекулы?

323. По методу МО проанализируйте возможность существования частиц, содержащих атомы гелия: He_2 , He_2^+ , He_2^- и HeH .

324. По методу МО проанализируйте возможность существования частиц, содержащих атомы неона: Ne_2 , Ne_2^+ , Ne_2^- и NeH .

325. Используя метод молекулярных орбиталей, объясните, почему ионизационные потенциалы атомов водорода (13,6 эВ) и азота (14,5 эВ) ниже, чем молекул H_2 (15,4 эВ) и N_2 (15,6 эВ)?

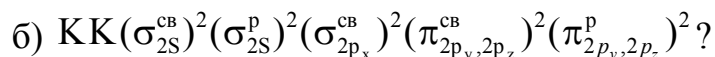
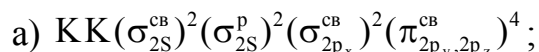
326. Используя метод молекулярных орбиталей, объясните, почему ионизационные потенциалы атомов кислорода (13,6 эВ) и фтора (17,4 эВ) выше, чем молекул O₂ (12,2 эВ) и F₂ (15,8 эВ)?

327. Ионизационный потенциал молекулы CO (14,05 эВ) выше, чем у атомов C (11,26 эВ) и O (13,61 эВ). Используя метод молекулярных орбиталей, объясните эти экспериментальные данные.

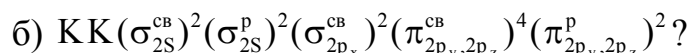
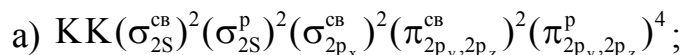
328. Используя метод молекулярных орбиталей, объясните экспериментальные данные по длине и энергии связи в частицах, содержащих атомы кислорода:

Частица	O ₂	O ₂ ⁺	O ₂ ²⁻	O ₂ ²⁻
Длина связи, нм	0,12	0,11	0,1	0,14
	1	2	3	2
Энергия связи, кДж/моль	493	628	407	203

329. Какая из двух данных электронных формул молекулы азота относится к невозбужденной молекуле N₂, а какая – к возбужденной:



330. Какая из двух данных электронных формул молекулы кислорода относится к невозбужденной молекуле, а какая – к возбужденной:



§4. Теория гибридизации и метод отталкивания электронных пар валентной оболочки (метод ОЭПВО)

331. Чем было вызвано появление теории гибридизации, каковы её основные положения? Перечислите основные типы гибридизации с участием s-, p- и d-орбиталей, укажите геометрическую форму частиц (когда все гибридные орбитали связывающие), приведите примеры.

332. Чем определяется пространственное положение гибридных орбиталей и под каким углом по отношению друг к другу они располагаются в случае sp-, sp²-, sp³-, sp³d²-гибридизации? Приведите примеры.

333. Какова форма электронного облака гибридных орбиталей, почему она выгодна для образования связей? По каким данным судят о гибридизации при образовании той или иной частицы?

334. Каким типом гибридизации орбиталей центрального атома сопровождается образование молекул CO_2 , CF_4 , BCl_3 , SF_6 ? Какую геометрическую форму они имеют? Приведите схему образования химических связей в молекуле гексафторида серы.

335. Каким типом гибридизации орбиталей центрального атома сопровождается образование молекул: BeF_2 , BH_3 , SiCl_4 , SeF_6 ? Какую геометрическую форму они имеют? Приведите схему образования химических связей в молекуле гексафторида селена.

336. Метод отталкивания электронных пар валентной оболочки (метод ОЭПВО) представляет набор правил, объясняющих пространственное строение молекул и ионов. Какие правила объясняют: а) уменьшение валентного угла в ряду молекул CH_4 (109°), NH_3 (107°), H_2O (105°) и в ряду молекул NH_3 ($107,3^\circ$), PH_3 ($93,3^\circ$), AsH_3 ($91,8^\circ$), SbH_3 ($91,3^\circ$)?

337. Различают геометрические формы молекул правильные, искаженные и незавершенные. Объясните, от каких факторов зависит та или иная форма молекулы и приведите примеры.

338. Какие геометрические формы молекул возможны в случае sp^3 -, sp^3d - и sp^3d^2 -гибридизации орбиталей центрального атома: а) когда все орбитали – связывающие; б) при наличии одной несвязывающей орбитали; в) при наличии двух несвязывающих орбиталей. Приведите примеры и схематические рисунки молекул.

339. Объясните, почему похожие по составу молекулы CO_2 и SO_2 , BCl_3 и NCl_3 , CF_4 и XeF_4 имеют разную (какую?) геометрическую конфигурацию.

340. Объясните, почему изменяется пространственная конфигурация частиц при переходе от BF_3 к BF_4^- , от NH_3 к NH_4^+ и от H_2O к H_3O^+ .

§5. Ковалентная полярная, ионная и металлическая связь

341. Какова физическая сущность явления, которое называется поляризацией химической связи? Расположите данные ковалентные связи в порядке увеличения их полярности и укажите, к какому атому смещено электронное облако связывающих электронов: N–H (в NH_3), H–S (в H_2S), Li–H (в гидриде лития), H–O (в H_2O), H–I (в йодоводороде).

342. Какими показателями характеризуется ковалентная полярная связь, как они определяются? Приведите примеры этих показателей для химических связей в различных молекулах.

343. Дипольный момент – одна из характеристик полярности химической связи. От чего зависит его величина, как он рассчитывается, в каких единицах измеряется? Как определяется дипольный момент молекулы по дипольным моментам её связей? Приведите примеры.

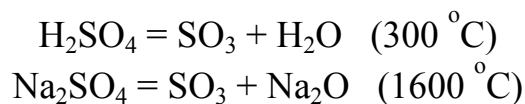
344. Эффективный заряд атома в молекуле – одна из характеристик полярности связи. Можно ли по его величине определить степень ионности связи? В чем совпадает, а в чем не совпадает эффективный заряд атома со степенью его окисления?

345. Объясните, какое значение имеет электроотрицательность элементов при образовании химических связей между ними. В каких единицах выражается электроотрицательность? По разности электроотрицательностей атомов определите степень ионности химических связей в хлоридах элементов третьего периода: NaCl, MgCl₂, AlCl₃, SiCl₄, PCl₃, SCl₄, Cl₂. Какие из этих связей можно считать ионными?

346. Чем объясняется невозможность образования 100%-й ионной связи и чему примерно равна доля ковалентности в наиболее ионных бинарных соединениях? Какое из них имеет максимальную степень ионности?

347. Что называется поляризующим действием данного иона и его собственной поляризуемостью? В какой зависимости находятся эти свойства от величины заряда иона и его радиуса? Какие из ионов имеют большую поляризующую способность: Ba²⁺ или Be²⁺, Al³⁺ или Fe³⁺, K⁺ или Ag⁺? Поляризуемость какого иона больше: F⁻ или I⁻, S²⁻ или Te²⁻?

348. Разложение кислоты на ангидрид и воду всегда происходит при существенно меньшей температуре, чем разложение ее соли, например:



Как связана температура разложения кислоты и соли с явлением поляризации ионов?

349. Карбонаты кальция и кадмия разлагаются на оксиды металлов и CO₂ при различных температурах: 860 °C (CaCO₃) и 300 °C (CdCO₃). Как объясняется это различие с позиций строения вещества?

350. Приведите примеры веществ с металлической связью. Чем отличается эта связь от ковалентной и ионной? Как теория металлической связи объясняет пластичность и электропроводность металлов и уменьшение их электропроводности при повышении температуры?

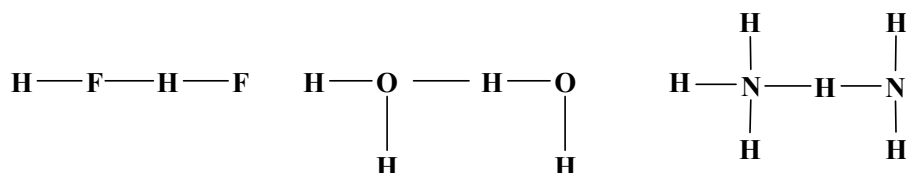
Глава 2.4. Межмолекулярное взаимодействие.

Агрегатное состояние вещества

Межмолекулярная водородная связь. Межмолекулярное (вандерваальсовское) взаимодействие молекул. Ион-дипольное взаимодействие. Агрегатное состояние вещества с позиций химической связи между частицами.

351. Опишите механизм образования межмолекулярных водородных связей. Среди молекул H_2 , SO_3 , PH_3 , H_2S , HF укажите те, между которыми возможно образование водородных связей.

352. Приведены (пунктиром) примеры водородных связей:



Какая из них характеризуется наибольшей энергией этой связи, а какая – наименьшей?

353. Если сравнить температуру кипения галогеноводородов HF ($+19,5^\circ\text{C}$), HCl ($-85,1^\circ\text{C}$), HBr ($-66,8^\circ\text{C}$), HI ($-35,4^\circ\text{C}$), то видна аномалия в поведении фтороводорода. Объясните эту аномалию.

354. Фтороводород растворяется в воде неограниченно, а хлороводород обладает ограниченной растворимостью, что не позволяет получать соляную кислоту с концентрацией выше 37 %. Объясните различную растворимость в воде этих однотипных веществ.

355. Аммиак хорошо растворяется в воде (53 г в 100 г воды при 20°C), а фосфин PH_3 практически не растворяется. Объясните различную растворимость в воде этих однотипных веществ.

356. Серная кислота растворяется в воде неограниченно, а хлороводород имеет ограниченную растворимость, что не позволяет получать соляную кислоту с концентрацией выше 37 %. Объясните это различие.

357. Отличаются ли водородные связи по длине от ковалентных? Что можно сказать о соотношении длины водородной и ковалентной связи в димере H_2F_2 ($\text{H}-\text{F} \cdots \text{H}-\text{F}$)? Ответ мотивировать.

358. Как должна изменяться в зависимости от молекулярной массы температура кипения в ряду однотипных соединений $\text{H}_2\text{O}-\text{H}_2\text{S}-\text{H}_2\text{Se}-\text{H}_2\text{Te}$ и как она изменяется в действительности? Почему вещество с наименьшей молекулярной массой (вода) имеет самую высокую температуру кипения?

359. Как должна изменяться в зависимости от молекулярной массы температура кипения в ряду однотипных соединений $\text{HF}-\text{HCl}-\text{HBr}-\text{HI}$ и как она изменяется в действительности? Почему вещество с наименьшей молекулярной массой имеет самую высокую температуру кипения?

360. Какое значение для жизни и при техническом применении воды имеют водородные связи между её молекулами?

361. Со времени открытия водородной связи прошло уже более 100 лет, но вопрос о её природе не решен. В литературе встречаются следующие утверждения: 1) водородная связь является разновидностью ковалентной; 2) она образуется по донорно-акцепторному механизму; 3) водородная связь объяснима только по методу МО. Приведите доводы, подтверждающие и опровергающие эти утверждения.

362. Какие три вида взаимодействия называются вандерваальсовым взаимодействием, чем оно отличается от химических связей? Приведите примеры всех видов этого взаимодействия и физико-химических процессов, протекание которых объясняется этим взаимодействием.

363. Какова природа сил Ван-дер-Ваальса? Какой вид взаимодействия между частицами приводит к переходу в конденсированное состояние Ne , N_2 , HI , Cl_2 , BF_3 ?

364. Какое межмолекулярное взаимодействие является универсальным и действует между любыми частицами?

365. Объясните природу трех видов вандерваальсовского взаимодействия. Приведите примеры веществ, молекулы которых не способны к ориентационному и индукционному взаимодействиям.

366. За счет каких взаимодействий может осуществляться притяжение между молекулами H_2 и O_2 ; H_2 и H_2O ; H_2O и NH_3 ; HCl и HCl ; HF и HF ? Ответ мотивировать.

367. Ниже приведены температуры кипения (К) благородных газов:

He	Ne	Ar	Kr	Xe	Rn
4,3	27,2	87,3	119,9	165,0	211,2

Чем объясняется повышение температуры кипения с возрастанием атомного номера благородного газа?

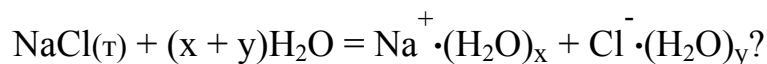
368. Температуры кипения BF_3 , BCl_3 , BBr_3 и BI_3 равны 172, 286, 364 и 483 К, соответственно. Объясните наблюдаемую закономерность.

369. Для приведенных веществ объясните различие во вкладе отдельных видов межмолекулярного взаимодействия в общую энергию этого взаимодействия; проанализируйте зависимость температуры кипения этих веществ от энергии их межмолекулярного взаимодействия:

Вещество	Энергия взаимодействия, кДж/моль				$T_{\text{кип}}$, К
	ориентационного	индукционного	дисперсионного	общая	
Ar	0	0	8,48	8,48	76
CO	0	0	8,74	8,74	81
HCl	3,3	1,0	16,8	21,1	188
NH_3	17,5	1,55	14,7	29,55	239
H_2O	36,3	1,92	8,98	47,2	373

370. Какое взаимодействие называется ион-дипольным? Объясните природу этого взаимодействия и приведите примеры его проявления.

371. Какой вид межмолекулярного взаимодействия описывается схемой



При протекании какого физико-химического процесса происходит это взаимодействие?

372. При растворении аммиака в воде образуется гидрат аммиака $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$; при разбавлении серной кислоты водой образуются гидраты серной кислоты $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; при кристаллизации сульфата меди (II) образуется кристаллогидрат $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; атомы благородных газов при низких температурах образуют с водой соединения – клатраты, например $\text{Ar} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$. Объясните природу взаимодействий, приводящих к образованию этих соединений.

373. Как называется и как записывается самое известное уравнение, с помощью которого можно рассчитывать характеристики реальных газов с учетом межмолекулярного взаимодействия в них?

374. В каких агрегатных состояниях может находиться вещество? Какова последовательность перехода из одного агрегатного состояния в другое при повышении температуры? Каковы отличительные признаки каждого агрегатного состояния?

375. Чем различаются между собой твердое кристаллическое и твердое аморфное состояния? Как классифицируются кристаллические вещества по типу химической связи между частицами? Ответ иллюстрировать примерами.

376. Проведите классификацию данных кристаллических веществ по типу связи между частицами: поваренная соль, алмаз, кремнезем (SiO_2), железо, «сухой лед» (твердый CO_2), графит.

377. Хлорид натрия, сахар и песок в измельченном состоянии внешне неразличимы. С помощью каких опытов их можно идентифицировать (пробовать на вкус нельзя!)?

378. Среди твердых веществ встречаются соединения постоянного (дальтонида) и переменного (бертоллида) состава. Приведите примеры тех и других и объясните причины образования бертоллидов.

379. Объясните сущность и приведите примеры полиморфизма и изоморфизма кристаллических веществ. Сколько полиморфных модификаций имеют оксид кремния (IV), фторид кальция и железо?

380. Какие кристаллы называются идеальными? Какими видами дефектов отличаются реальные кристаллы от идеальных? Как влияют дефекты на физические и химические свойства твердых веществ?

Глава 2.5. Комплексные соединения.

Химическая связь в комплексах

Состав, классификация и номенклатура КС. Способы получения и идентификация, отличие КС от двойных солей. Реакции с участием КС. Объяснение химической связи в комплексах электростатической теорией, методом валентных связей и теорией кристаллического поля.

381. Для соединений $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}](\text{NO}_3)_2$, $\text{K}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4]$, $[\text{CoF}_3(\text{NH}_3)_3]$ укажите их названия, комплексообразователь, его степень окисления и координационное число. Определите заряды комплексов.

382. Для соединений $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$, $[\text{Ti}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$, $[\text{Co}(\text{NO}_2)_3(\text{NH}_3)_3]$ укажите их названия, комплексообразователь, его степень окисления и координационное число. Определите заряды комплексов.

383. Для соединений $\text{K}_2[\text{HgCl}_4]$, $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$, $[\text{Cu}(\text{SCN})_2(\text{NH}_3)_2]$ укажите их названия, комплексообразователь, его степень окисления и координационное число. Определите заряды комплексов.

384. Напишите по названиям формулы соединений, укажите в каж-

дом соединении комплексообразователь, его степень окисления и координационное число, определите заряд комплекса: тетрахлороплатинат (II) аммония; нитрат пентаамминроданокобальта (III); гексабромоплатинат (IV) тетрааквацинка (II).

385. Задание в № 384 для соединений: гексагидроксоалюминат калия; сульфат пентаамминнитратокобальта (III); гексахлороплатинат (IV) гексаакважелеза (II).

386. Задание в № 384 для соединений: гексацианоферрат (III) натрия; бромид гексааминхрома (III); гексафтороманганат (IV) тетраакваникеля (II).

387. Среди данных комплексных соединений укажите: а) катионное, б) анионное, в) соль, г) кислоту, д) основание, е) аквакомплексное, ж) аминоккомплексное, з) ацидокомплексное, и) смешанное; Для всех соединений напишите названия: $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}](\text{NO}_3)_2$; $\text{H}[\text{AuCl}_4]$; $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$; $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4$.

388. Задание в № 387 для соединений: $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$; $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$; $\text{Na}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$; $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]_2(\text{SO}_4)_3$.

389. Задание в № 387 для соединений: $\text{H}_2[\text{Pt}(\text{CN})_6]$; $[\text{Co}(\text{SO}_4)(\text{NH}_3)_5]\text{NO}_3$; $[\text{Pd}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}_2$; $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$.

390. Имеются безводный сульфат меди (II), вода и газообразный аммиак. Напишите уравнения реакций получения из них сульфата тетра-аминмеди (II)?

391. Имеются безводный нитрат ртути (II), безводный иодид калия и вода. Составьте план опыта по получению из них тетрагидродигидратата (II) калия, напишите уравнения реакций.

392. Из сочетания частиц Co^{3+} , NH_3 , NO_2^- , K^+ можно составить формулы семи комплексных соединений. Напишите формулы и названия соединений.

393. При действии серной кислоты на раствор, содержащий вещество состава $\text{Ba}(\text{CN})_2 \cdot \text{Cu}(\text{SCN})_2$ весь барий осаждается в виде BaSO_4 . Напишите формулу вещества как комплексного соединения, его название и уравнение реакции с H_2SO_4 .

394. В растворе находится соединение состава $\text{PtCl}_4 \cdot 3\text{NH}_3$. Для осаждения хлора на один моль этого соединения затрачивается один моль нитрата серебра. Напишите формулу вещества как комплексного соединения, его название и уравнение реакции с нитратом серебра.

395. При добавлении роданида калия к растворам сложных соединений $K_2SO_4 \cdot Fe_2(SO_4)_3$ и $3KCN \cdot Fe(CN)_3$ в первом случае раствор становится кроваво-красным, а во втором цвет не изменяется. Объясните это явление.

396. Сульфат меди при хранении во влажной атмосфере синее, а при нагревании обесцвечивается. Окрашивание свидетельствует об образовании комплексного соединения. Напишите уравнение реакции.

397. В результате обменной реакции между гексацианоферратом (II) калия и сульфатом меди (II) образуется малорастворимое в воде комплексное соединение. Напишите молекулярное и ионное уравнение реакции и название полученного комплексного соединения.

398. К раствору гексацианоферрата (II) калия добавили серную кислоту и раствор перманганата калия, который тут же обесцветился – прошла окислительно-восстановительная реакция. Напишите уравнение реакции и название полученного комплексного соединения.

399. Используя электростатическую теорию, объясните, какой комплекс прочнее: а) $[Co(CN)_6]^{4-}$ или $[Co(CN)_6]^{3-}$; б) $[Co(NH_3)_6]^{2+}$ или $[Co(CN)_6]^{4-}$; в) TiF_6^{2-} или ZrF_6^{2-} ?

400. Задание в № 399 для комплексов: а) $[Zn(NH_3)_4]^{2-}$ или $[Zn(OH)_4]^{2-}$; б) $[Hg(CN)_4]^{2-}$ или $[Hg(SCN)_4]^{2-}$; в) $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$ или $[Cu(NH_3)_4]^+$?

401. Задание в № 399 для комплексов: а) $[Zn(NH_3)_4]^{2+}$ или $[Zn(CN)_4]^{2-}$; б) $[BeCl_4]^{2-}$ или $[BeF_4]^{2-}$; в) $[Ti(CN)_6]^{2-}$ или $[Zr(CN)_6]^{2-}$?

402. Задание в № 399 для комплексов: а) $[Al(OH)_4]^-$ или $[B(OH)_4]^-$; б) $[Cu(CN)_4]^{2-}$ или $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$; в) $[Ag(CN)_2]^-$ или $[Ag(SCN)_2]^-$?

403. Используя метод ВС, объясните образование, электронную структуру и геометрическое строение комплекса $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$, парамагнетизм которого соответствует наличию двух неспаренных электронов.

404. Ион $[NiCl_4]^{2-}$ парамагнитен, так как имеет два неспаренных электрона, а ион $[Ni(CN)_4]^{2-}$ диамагнитен. Каков тип гибридизации орбиталей комплексообразователя в каждом комплексе и каково их пространственно-геометрическое строение?

405. Известно, что ион $[\text{Fe}(\text{CN})_4]^{2-}$ диамагнитен. С помощью метода ВС объясните химическую связь, диамагнетизм и геометрическое строение данного комплекса.

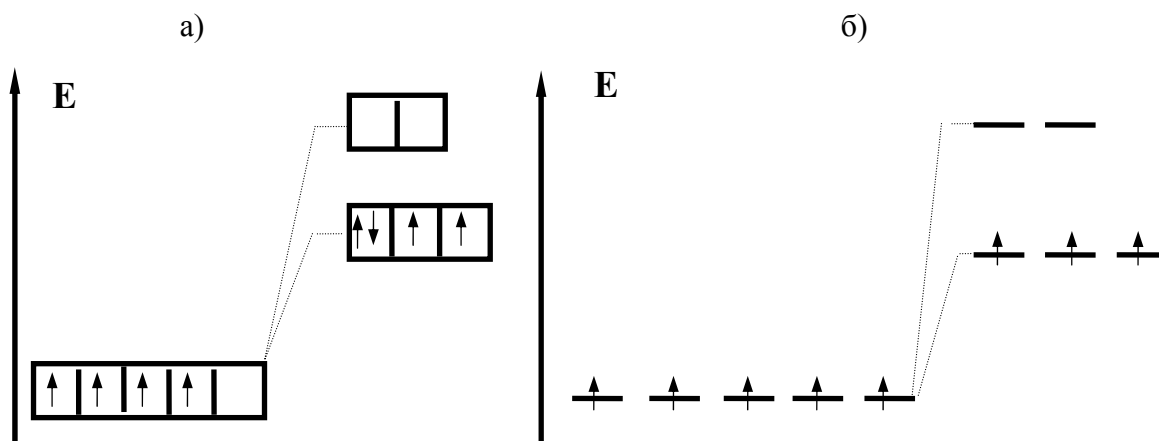
406. Комплекс $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ обладает магнитным моментом, величина которого соответствует одному неспаренному электрону на каждый ион-комплексобразователь. Используя метод ВС, объясните химическую связь в комплексе и его геометрическое строение.

407. Используя теорию кристаллического поля, покажите, как происходит расщепление d-орбиталей иона Cr^{3+} и «заселение» их электронами в комплексном соединении $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{CN})_6]$. Обладает ли это соединение магнитными свойствами, имеет ли оно окраску?

408. Используя теорию кристаллического поля, объясните, почему все комплексные соединения хрома (+3) окрашены, а цинка (+2) бесцветны?

409. Используя теорию кристаллического поля, объясните, почему ион Co^{3+} в комплексе $[\text{CoF}_6]^{3-}$ имеет высокий спин, а в комплексе $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$ – низкий?

410. Используя теорию кристаллического поля, определите, для какого случая – сильного или слабого поля лигандов – наблюдается данное распределение электронов по d-орбиталям комплексообразователя? Под-берите к схемам конкретные примеры:



РАЗДЕЛ 3. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Глава 3.1. Энтальпия и тепловой эффект реакции

Энтальпия образования вещества. Законы Лавуазье–Лапласа и Гесса. Термохимические расчеты по закону Гесса и его следствию. Энтальпия сгорания вещества.

411. Какая функция состояния вещества называется его стандартной энтальпией образования? При взаимодействии 10 г серы с кислородом выделилось 92,8 кДж тепла. Вычислите стандартную энтальпию образования оксида серы (IV), сравните со справочным значением.

412. В реакции 2,24 л водорода с кислородом выделилось 28,6 кДж тепла. Определите энтальпию образования воды, сравните со справочным значением. В каком агрегатном состоянии образовалась вода в этом опыте?

413. Для определения энтальпии образования фторида кальция было взято 2,0 г кальция и достаточное количество фтора. В результате реакции между ними выделился 61 кДж тепла. Вычислите энтальпию образования фторида кальция и ошибку опыта, если справочная величина равна $-1214,6$ кДж/моль.

414. Какое количество и какая масса алюминия, какое количество и какой объем кислорода (при н.у.) участвовали в реакции, в которой выделилось 838 кДж тепла, если энтальпия образования оксида алюминия равна $-1676,0$ кДж/моль?

415. Энтальпия образования оксида кальция равна $-635,5$ кДж/моль. Сколько тепла выделится при сгорании 200 г кальция?

416. Энтальпия образования бромоводорода равна $-36,3$ кДж/моль. Сколько тепла выделяется при взаимодействии 560 л H_2 (н.у.) с 500 г брома?

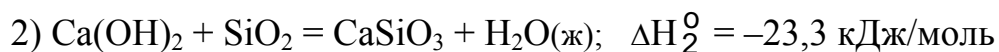
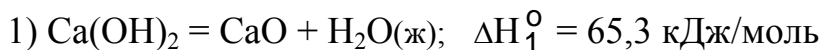
417. Напишите формулировку закона Лавуазье–Лапласа и проиллюстрируйте его на конкретном примере. Почему в учебных пособиях этот закон часто называют постулатом, а иногда следствием закона Гесса?

418. На разложение некоторого количества оксида меди (II) было затрачено 12,8 кДж тепла, при этом образовалось 5,0 г меди. Определите энтальпию образования CuO , сравните со справочным значением.

419. На разложение некоторого количества оксида меди (I) было затрачено 17,0 кДж тепла, при этом образовалось 12,7 г меди. Определите энтальпию образования Cu_2O , сравните со справочным значением.

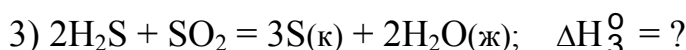
420. На разложение некоторого количества гидрида кальция было затрачено 23,6 кДж тепла. Объем выделившегося водорода, приведенный к н.у., составил 2,8 л. Определите энтальпию образования CaH_2 .

421. Напишите формулировку закона Гесса и его следствия и поясните их на конкретном примере. Исходя из двух термохимических уравнений:

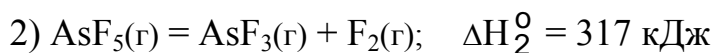
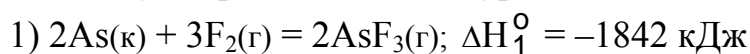


определите энтальпию реакции $\text{CaO} + \text{SiO}_2 = \text{CaSiO}_3$.

422. Какие уравнения называются термохимическими, какие математические операции можно проводить с термохимическими уравнениями? Исходя из термохимических уравнений 1 и 2, вычислите энтальпию третьей реакции (справочником не пользоваться):

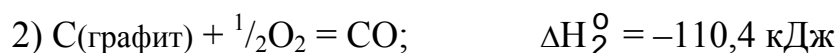


423. Исходя из двух термохимических уравнений:

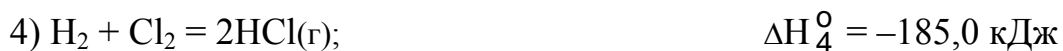
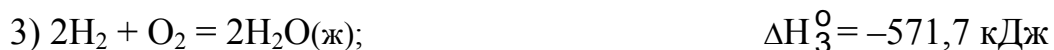
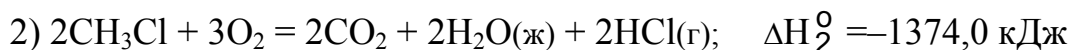


определите энтальпию образования пентафторида мышьяка.

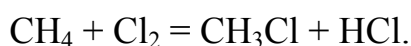
424. Определите энтальпию образования оксида железа (III), исходя из трех термохимических уравнений (справочником не пользоваться):



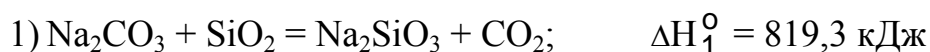
425. Исходя из четырех термохимических уравнений:



и не используя справочных данных, определите энтальпию реакции



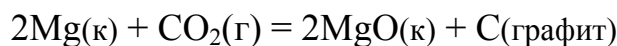
426. Исходя из двух термохимических уравнений:



и не используя справочных данных, определите, сколько потребуется тепла для разложения 200 г карбоната натрия на оксид натрия и углекислый газ.

427. Как формулируется основной закон термохимии и его следствие, как записывается следствие в математическом виде? Напишите термохимическое уравнение реакции горения метана, вычислите энтальпию реакции и количество тепла, выделяющейся при сгорании 1 м³ (н.у.) метана.

428. Известно, что активные металлы горят в атмосфере углекислого газа. Определите энтальпию реакции



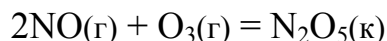
Сколько тепла выделяется при сгорании 1 кг магния по этой реакции?

429. Определите энтальпию реакции разложения бертолетовой соли:



Сколько тепла выделяется (или поглощается?) при разложении одного килограмма бертолетовой соли по этой реакции?

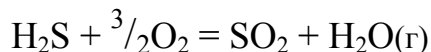
430. Азотный ангидрид можно получить по реакции



Чему равна энтальпия этой реакции? Сколько тепла выделяется или поглощается при получении 1 кг азотного ангидрида по этой реакции?

431. Напишите термохимическое уравнение реакции кальция с жидкой водой, вычислите энтальпию реакции и определите, сколько тепла выделяется или поглощается при получении 1 м³ (н.у.) водорода по этой реакции.

432. Определите энтальпию реакции горения сероводорода:



Сколько тепла выделяется при сгорании одного м³ (н. у.) сероводорода?

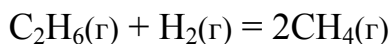
433. Напишите термохимическое уравнение реакции горения ацетилена с образованием газообразной воды, вычислите её энтальпию и количество тепла, которое выделяется при сгорании одного м³ ацетилена (объем измерен при н.у.).

434. Напишите термохимическое уравнение реакции горения этанола, определите энтальпию реакции и количество тепла, выделяющегося при сгорании одного килограмма C_2H_5OH .

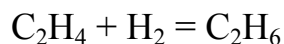
435. Вычислите энтальпию реакции разложения гидроксида кальция на оксиды и определите, сколько тепла выделяется или поглощается при получении одного литра жидкой воды по этой реакции.

436. Вычислите энтальпию реакции разложения карбоната кальция на оксиды; определите, сколько тепла потребуется для получения 100 м^3 (объем измерен при н.у.) углекислого газа по этой реакции.

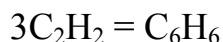
437. Какая характеристика вещества называется стандартной энтальпией (теплотой) сгорания? Используя стандартные энтальпии сгорания этана, метана и водорода, определите тепловой эффект реакции



438. По стандартным энтальпиям сгорания веществ вычислите тепловой эффект реакции гидрирования этилена



439. По стандартным энтальпиям сгорания бензола (-3268 кДж/моль) и ацетилена (-1301 кДж/моль) вычислите тепловой эффект реакции



440. Напишите определение понятия «теплотворная способность топлива». Исходя из энтальпий сгорания метана и водорода, вычислите теплотворную способность газа, содержащего 60 % H_2 и 40 % CH_4 (проценты объемные).

Глава 3.2. Направление химических реакций

*Энтальпийный и энтропийный факторы химической реакции.
Энергия Гиббса химической реакции. Стандартная энергия Гиббса образования вещества.*

441. Как называется наука, изучающая возможность и направление самопроизвольного протекания химических реакций? Какие другие закономерности химических реакций изучает эта наука?

442. По какому принципу определялась возможность самопроизвольного протекания реакций в XIX-м столетии? Какая характеристика используется для этих целей в настоящее время, по какому уравнению она рассчитывается?

443. Почему энергия Гиббса химической реакции является критерием возможности и направления самопроизвольного протекания химических реакций? Почему в общем случае нельзя использовать в качестве такого критерия тепловой эффект реакции или изменение энтропии?

444. Что понимается под энтальпийным и энтропийным факторами химического процесса? Какая характеристика учитывает эти два противоположных фактора, влияющих на направление самопроизвольного протекания реакции?

445. Напишите уравнение, по которому вычисляется энергия Гиббса химической реакции. С какой целью производятся вычисления энергии Гиббса и какие выводы делаются по результатам вычислений?

446. Почему по величине и знаку энергии Гиббса, рассчитываемой по уравнению

$$\Delta G_{\text{T}}^{\circ} = \Delta H_{298}^{\circ} - T \cdot \Delta S_{298}^{\circ},$$

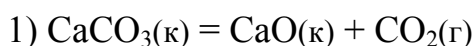
вопрос о возможности и направлении самопроизвольного протекания химической реакции решается приближенно?

447. Определите направление самопроизвольного протекания химических реакций при разных знаках термодинамических функций. Ответ выразите в форме таблицы:

Знак изменения функции			Вывод о возможности самопроизвольного протекания реакции	Пример реакции
ΔH	ΔS	ΔG		

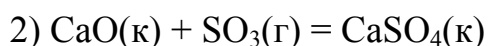
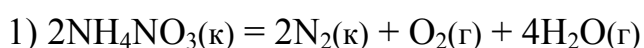
448. Анализом уравнения $\Delta G_{\text{T}}^{\circ} = \Delta H_{298}^{\circ} - T \cdot \Delta S_{298}^{\circ}$ примерами покажите, что при низких температурах в качестве критерия возможности и направления самопроизвольного протекания реакции является можно использовать энтальпию реакции, а при высоких – энтропию реакции.

449. Не проводя расчетов, предскажите знак изменения энтропии при протекании реакций:



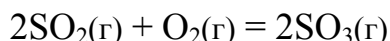
Подтвердите свой прогноз необходимыми расчетами.

450. Не проводя расчетов, предскажите знак изменения энтропии при протекании реакций:



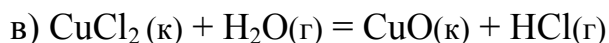
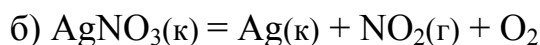
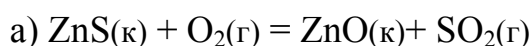
Подтвердите свой прогноз необходимыми расчетами.

451. Критерием возможности самопроизвольного протекания химических реакций в изолированной системе является энтропия реакции, а в неизолированной – энергия Гиббса. Проведите соответствующие расчеты для реакции

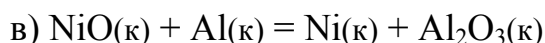
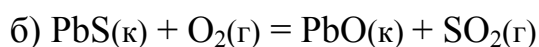
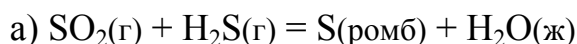


Сделайте вывод о возможности или невозможности ее самопроизвольного протекания при стандартных условиях в изолированной и неизолированной системах.

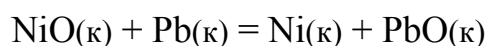
452. Определите расчетами возможность или невозможность самопроизвольного протекания в изолированной и неизолированной системе при стандартных условиях реакций:



453. Определите расчетами возможность или невозможность самопроизвольного протекания в изолированной и неизолированной системе при стандартных условиях реакций:

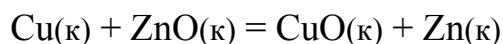


454. Вычислите энергию Гиббса при 527 °С для реакции

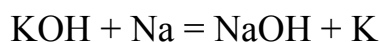


и сделайте вывод о направлении ее самопроизвольного протекания в неизолированной системе.

455. Установите, возможна или невозможна при 127 °С в неизолированной системе реакция



456. Один из промышленных методов получения калия состоит во взаимодействии гидроксида калия с натрием:



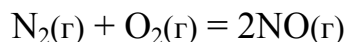
Покажите расчетом, что эта реакция возможна при 800 К.

457. Негашёную известь получают разложением известняка:



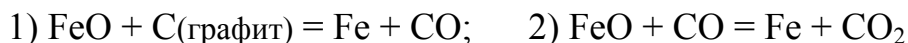
Докажите расчетом, что этот процесс возможен при 1200 К.

458. Оксид азота (II), необходимый для производства азотной кислоты и азотных удобрений, заманчиво получать из воздуха по реакции:



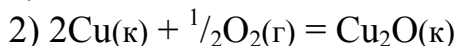
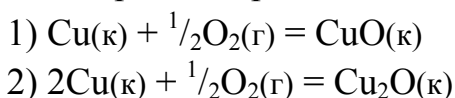
Рассчитайте, при какой температуре эта реакция возможна и оцените техническую осуществимость проведения этой реакции.

459. Восстанавливать железо из оксида железа (II) можно углеродом или оксидом углерода (II):

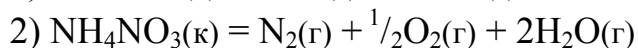
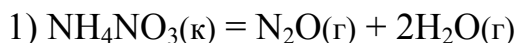


Какая из этих реакций более вероятна при стандартной температуре и при температуре 1000 °С?

460. Соответствующими расчётами определите, какая из реакций окисления меди более вероятна при 300 °С:

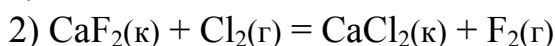
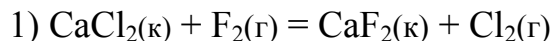


461. Разложение нитрата аммония при нагревании возможно по двум направлениям:



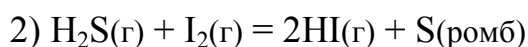
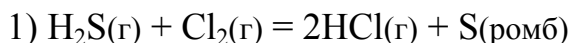
Какое из них более вероятно при 227 °С?

462. Предскажите, какая из реакций и почему возможна при 27 °С:



Докажите свой прогноз расчетами.

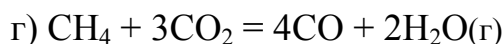
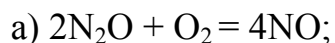
463. Предскажите, какая из двух реакций более вероятна при 27 °С:



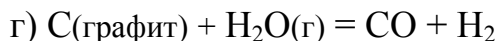
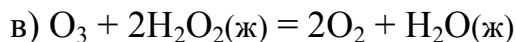
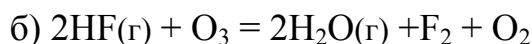
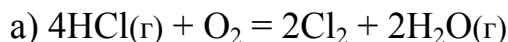
Докажите свой прогноз расчетами.

464. Объясните физико-химический смысл термодинамической характеристики, которая называется стандартной энергией Гиббса образования вещества. Критерием какого химического свойства вещества является эта характеристика? Приведите примеры.

465. Определите направления самопроизвольного протекания данных реакций при стандартных условиях:



466. Определите направления самопроизвольного протекания данных реакций при стандартных условиях:



467. Вычислите энергию Гиббса для реакции $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$ при 1000, 2000, 3000, 5000 и 10000 °С. Постройте график зависимости $\Delta G^\circ_{\text{T}}$ от Т и найдите по графику температуру, выше которой эта реакция может протекать самопроизвольно.

468. Химические соединения подразделяются на термодинамически устойчивые и термодинамически неустойчивые. По какому признаку проводится такое разделение? Почему термодинамически неустойчивые вещества существуют и как их получают? Приведите примеры.

469. Пероксид водорода – термодинамически устойчивое вещество, но, несмотря на это, оно при обычной температуре разлагается. Почему?

470. Почему энергию Гиббса химической реакции часто называют «свободной» энергией? Как экспериментально определяется «свободная» энергия Гиббса окислительно-восстановительных реакций?

Глава 3.3. Скорость химических реакций

Основные понятия химической кинетики. Классификация реакций в химической кинетике. Кинетические уравнения реакций. Правило Вант-Гоффа. Энергия активации и уравнение Аррениуса. Катализ.

471. Приведите определение понятия «скорость химической реакции». Как на практике определяется скорость реакций? Связана ли скорость реакции с энергией Гиббса этой реакции? Почему скорость реакции определяется не вообще, а только на данный момент времени?

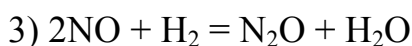
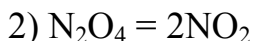
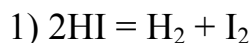
472. Почему в химической кинетике реакции подразделяются на гомогенные и гетерогенные? Приведите примеры тех и других реакций.

473. Почему в химической кинетике проводится классификация реакций на простые и сложные? Приведите примеры простых моно-, би- и тримолекулярных реакций. Приведите примеры сложных последовательных, параллельных и цепных реакций. Можно ли по стехиометрическому уравнению определить, простая или сложная эта реакция?

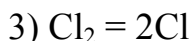
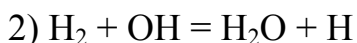
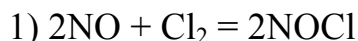
474. Перечислите в порядке понижения значимости факторы, влияющие на скорость химической реакции.

475. Как записываются кинетические уравнения для простых и сложных реакций? Каков физико-химический смысл константы скорости реакции? Перечислите факторы, влияющие и не влияющие на константу скорости реакции.

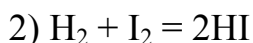
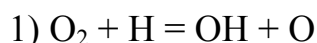
476. Напишите кинетические уравнения простых реакций между газообразными веществами и определите изменение их скоростей при увеличении давления в 2 раза:



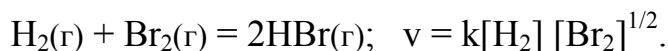
477. Напишите кинетические уравнения простых реакций между газообразными веществами и определите изменение их скоростей при увеличении давления в 3 раза:



478. Напишите кинетические уравнения простых реакций между газообразными веществами и определите изменение их скоростей при увеличении давления в 4 раза:

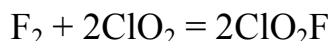


479. Стехиометрическое и кинетическое уравнения реакции записываются имеют вид:



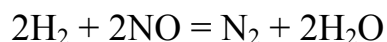
Какая это реакция – простая или сложная? Как изменяется ее скорость при увеличении концентрации в 4 раза: а) только водорода; б) только брома; в) водорода и брома одновременно?

480. Реакция между газообразными веществами



имеет первый порядок по фтору и по ClO_2 . Напишите кинетическое уравнение реакции. Какая она – простая или сложная? Как изменяется её скорость при увеличении давления в три раза?

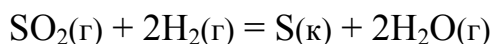
481. Определите кинетическое уравнение реакции



по опытным данным о влиянии концентрации реагентов на её скорость при 1000 К:

концентрация NO (моль/л):	0,12	0,12	0,12	0,02	0,04	0,06
концентрация H ₂ (моль/л):	0,02	0,04	0,06	0,12	0,12	0,12
скорость (усл. ед.):	0,20	0,40	0,60	0,30	1,20	2,70

482. Скорость реакции

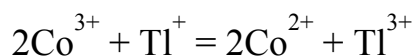


зависит от давления реагирующих веществ следующим образом:

давление SO ₂ (усл. ед.):	200	50	200	100	200
давление H ₂ (усл. ед.):	50	200	100	200	200
скорость (усл. ед.):	35	35	70	70	140

Определите порядок реакции по водороду и оксиду серы (IV), напишите кинетическое уравнение реакции.

483. Для реакции

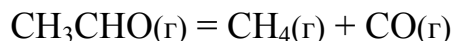


получена в опытах следующая зависимость скорости реакции от концентрации ионов в растворе:

концентрация Co ³⁺ (моль/л):	0,1	0,3	0,4	0,3	0,3
концентрация Tl ⁺ (моль/л):	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
скорость (усл. ед.):	1	3	4	6	9

Выведите кинетическое уравнение данной реакции.

484. Термическое разложение уксусного альдегида проходит по уравнению



При 800 К получены следующие данные по зависимости скорости реакции от концентрации альдегида:

концентрация, моль/л:	0,2	0,4	0,6	0,8
скорость $v \cdot 10^6$, моль/(л·с):	1,8	7,2	16,2	28,8

Определите порядок реакции, напишите её кинетическое уравнение.

485. Для реакции в газовой фазе

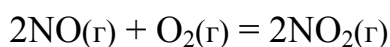


получена следующая зависимость её скорости от концентрации реагирующих веществ:

концентрация А (моль/л):	0,20	0,40	0,50	0,60	0,20	0,20
концентрация В (моль/л):	0,20	0,40	0,20	0,80	0,80	1,00
скорость реакции (усл. ед.):	0,32	0,64	0,32	1,28	1,28	1,60

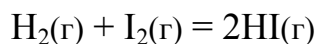
Выведите кинетическое уравнение реакций. Определите, как изменяется её скорость при увеличении давления в 2 раза.

486. Реакция



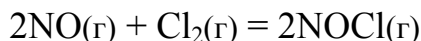
имеет второй порядок по NO и первый по O₂. Скорость этой реакции при концентрациях оксида азота (II) 0,3 моль/л и кислорода 0,15 моль/л равна $1,2 \cdot 10^{-3}$ моль/(л·с). Определите численное значение и единицу измерения константы скорости реакции.

487. Константа скорости простой реакции



при некоторой температуре равна 0,16. Исходные концентрации водорода и йода равны 0,04 и 0,05 моль/л. Определите начальную скорость реакции и скорость её в тот момент, когда концентрация водорода уменьшилась вдвое.

488. В простой тримолекулярной реакции



концентрации оксида азота (II) и хлора до начала реакции были равны 0,4 и 0,3 моль/л. Как изменилась скорость этой реакции, по сравнению с первоначальной, в тот момент, когда провозимодействовала половина оксида азота (II)?

489. Как влияет температура на скорость реакций? Температурный коэффициент скорости некоторой реакции равен 3. Как изменяется скорость этой реакции при повышении температуры от 80 °С до 130 °С?

490. Что показывает температурный коэффициент скорости химической реакции? Во сколько раз увеличивается константа скорости реакции при повышении температуры на 40 градусов, если температурный коэффициент скорости реакции равен трем? Как при этом изменяется скорость реакции?

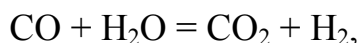
491. Напишите формулировку правила Вант-Гоффа. На сколько градусов следует повысить температуру, чтобы скорость реакции увеличилась в 50 раз, если температурный коэффициент её скорости равен 1,8?

492. Почему правило Вант-Гоффа называется эмпирическим? Вычислите температурный коэффициент скорости реакции, если константа её скорости при 100 °С равна $6 \cdot 10^{-4}$, а при 150 °С она равна $7,2 \cdot 10^{-2}$.

493. Вычислите температурный коэффициент скорости реакции, если константа её скорости при 120 °С равна $5,9 \cdot 10^{-4}$, а при 170 °С – $6,7 \cdot 10^{-2}$.

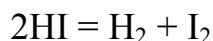
494. Температурный коэффициент скорости одной реакции равен 3, а второй – 4. При некоторой температуре константы скоростей реакций одинаковы. На сколько градусов необходимо повысить температуру, чтобы константа скорости второй реакции превысила константу скорости первой реакции в 5 раз?

495. Как записывается в обычном и логарифмическом виде и какое значение имеет уравнение Аррениуса? Вычислите энергию активации реакции



константа скорости которой при 288 К и 313 К равна $3,1 \cdot 10^{-4}$ и $8,2 \cdot 10^{-3}$.

496. Объясните физико-химический смысл понятия «энергия активации химической реакции». Константа скорости реакции

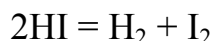


при 673 К равна $2,2 \cdot 10^{-4}$, а при 973 К равна 8,33. Вычислите энергию активации этой реакции.

497. Разложение озона на кислород по уравнению $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2$ характеризуется энергией активации 100 кДж/моль. Чему равна константа скорости этой реакции при 100 °С, если при 0 °С она равна $2 \cdot 10^{-2}$?

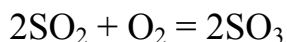
498. Реакция $2\text{NO} = \text{N}_2 + \text{O}_2$ характеризуется большим значением энергии активации (290 кДж/моль), а реакция $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ – небольшим (10 кДж/моль). Как изменяются скорости этих реакций при повышении температуры от 27 °С до 37 °С? Согласуется ли такое изменение скоростей реакций с правилом Вант-Гоффа?

499. Энергия активации для реакции



равна 184 кДж/моль (без катализатора) и 107 кДж/моль (в присутствии катализатора – золота). Во сколько раз увеличивается скорость реакции в присутствии катализатора (при одной и той же температуре)?

500. Приведите примеры химических производств с применением катализаторов. С какой целью в этих производствах используются катализаторы? Реакция

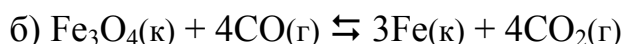
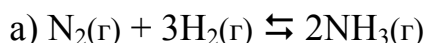


имеет энергию активации 200 кДж/моль без катализатора и 100 кДж/моль в присутствии катализатора. Во сколько раз увеличивается константа скорости этой реакции в присутствии катализатора при температуре 400 К?

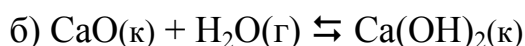
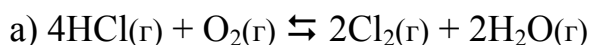
Глава 3.4. Химическое равновесие

Константа химического равновесия и равновесные концентрации веществ. Определение выхода обратимых реакций по константе равновесия. Смещение равновесия. Определение константы равновесия реакции по значению её энергии Гиббса.

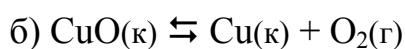
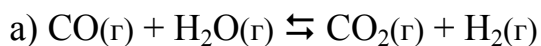
501. Объясните состояние химического равновесия с позиций химической термодинамики и химической кинетики. Напишите выражения закона действующих масс через равновесные концентрации и равновесные давления газов для обратимых реакций:



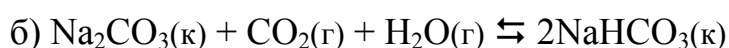
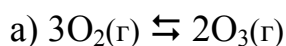
502. Объясните физико-химический смысл константы химического равновесия. Напишите выражения константы равновесия через равновесные концентрации и равновесные парциальные давления газов для обратимых реакций:



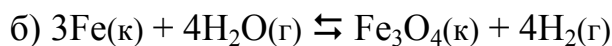
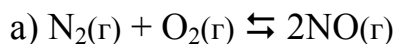
503. Какое состояние обратимой реакции называется состоянием химического равновесия, каковы его признаки? Напишите выражение закона действующих масс через равновесные концентрации и парциальные давления газов для обратимых реакций:



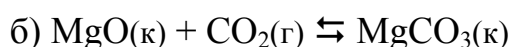
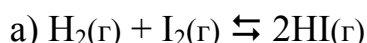
504. Чем отличается истинное химическое равновесие от ложного? Приведите примеры истинных и ложных равновесий. Напишите выражения для константы равновесия через равновесные концентрации и равновесные парциальные давления газов для обратимых реакций:



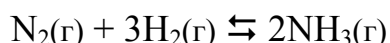
505. Как записывается в математическом виде закон действующих масс для химического равновесия? Напишите его выражение через равновесные концентрации и равновесные парциальные давления для обратимых реакций:



506. Какие факторы влияют на величину константы химического равновесия? Напишите выражения для расчета константы равновесия через равновесные концентрации и равновесные парциальные давления газов для обратимых реакций:

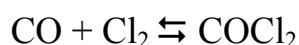


507. При состоянии равновесия обратимой реакции



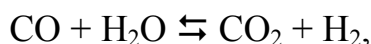
концентрации азота, водорода и аммиака равны 3, 9 и 4 моль/л. Определите константу равновесия и исходные концентрации азота и водорода.

508. При некоторой температуре равновесие реакции



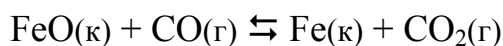
установилось при концентрациях: $[\text{CO}] = 0,2$ моль/л; $[\text{Cl}_2] = 0,3$ моль/л; $[\text{COCl}_2] = 1,2$ моль/л. Вычислите константу равновесия и исходные концентрации оксида углерода (II) и хлора.

509. Исходные концентрации оксида углерода (II) и паров воды одинаковы и равны 0,03 моль/л. Определите равновесные концентрации CO, H₂O и H₂ в системе



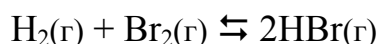
если равновесная концентрация CO₂ равна 0,01 моль/л. Вычислите константу равновесия.

510. Константа равновесия реакции



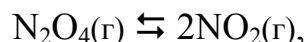
при некоторой температуре равна 0,5. Определите равновесные концентрации CO и CO₂, если исходные концентрации этих веществ были равны 0,05 моль/л для CO и 0,01 моль/л для CO₂.

511. Для реакции



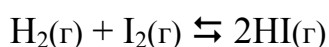
константа равновесия при некоторой температуре равна 1. Определите состав (в объемных %) равновесной смеси, если исходная смесь состояла из трех молей водорода и двух молей брома.

512. Определите константу равновесия реакции



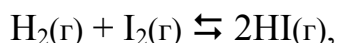
если исходная концентрация N_2O_4 составляла 0,08 моль/л, а к моменту наступления равновесия прореагировало 50 % N_2O_4 .

513. Константа равновесия реакции



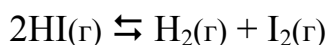
при некоторой температуре равна 40, исходные концентрации водорода и йода одинаковы и составляют 0,01 моль/л. Определите равновесную концентрацию и выход йодоводорода.

514. Сколько моль HI образуется из одного моля I_2 и двух молей H_2 по обратимой реакции



если константа равновесия равна 50? Чему равен выход HI в процентах от теоретического?

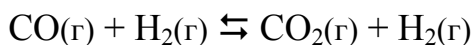
515. Константа равновесия реакции



при некоторой температуре равна $2 \cdot 10^{-2}$. Определите степень разложения HI при этой температуре.

516. Вычислите степень атомизации хлора (разложение молекул на атомы: $\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Cl}$) при некоторой температуре, если исходная концентрация хлора равна 0,04 моль/л, а константа равновесия равна $4,2 \cdot 10^{-4}$.

517. Константа равновесия реакции



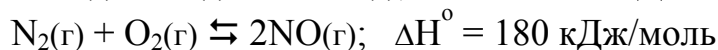
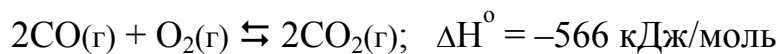
при некоторой температуре равна 1. Определите состав равновесной смеси газов, если исходные концентрации CO и H_2 были равны 1 моль/л.

518. При некоторой температуре константа равновесия реакции



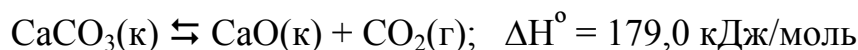
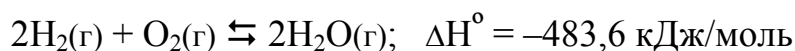
равна 125. Сколько процентов PCl_5 разлагается при этой температуре, если исходная концентрация этого вещества равна 0,3 моль/л?

519. Какое правило описывает влияние внешних воздействий на смещение химического равновесия? В каком направлении смещается равновесие реакций



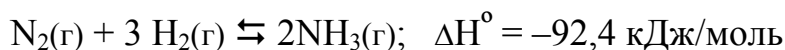
а) при понижении температуры? б) при повышении давления?

520. Принцип смещения химического равновесия (принцип Ле Шателье) имеет несколько формулировок. Приведите формулировку, которую Вы считаете наиболее понятной. Определите направление смещения равновесия реакций



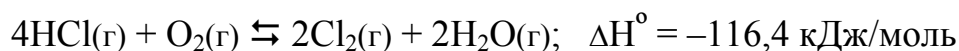
а) при повышении температуры? б) при понижении давления?

531. Промышленное получение аммиака проводится по обратимой реакции



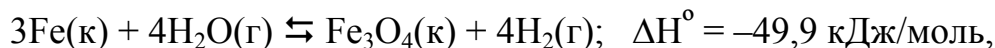
Проанализируйте влияние всех возможных внешних воздействий на направление смещения равновесия этой реакции: а) повышение и понижение температуры; б) повышение и понижение давления; в) повышение и понижение концентрации азота, водорода, аммиака; г) введение катализатора; д) введение сорбента – поглотителя аммиака, водорода, азота.

522. Какие воздействия на обратимую реакцию



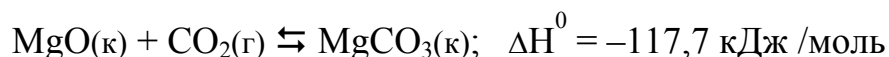
приводят к смещению ее равновесия: а) в сторону реагентов; б) в сторону продуктов реакции?

523. При каких внешних условиях следует проводить обратимую реакцию:



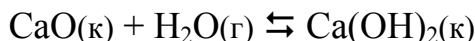
чтобы выход водорода был максимальным?

524. Углекислый газ, выдыхаемый человеком в замкнутых помещениях (космические станции, подводные лодки), можно поглощать оксидом магния по обратимой реакции:



При каких условиях оксид магния будет поглощать CO_2 , а при каких будет идти регенерация (восстановление) поглотителя?

525. По термодинамическим данным вычислите константу химического равновесия реакции



при 300 К и 1000 К и сделайте вывод о влиянии температуры на её величину. Согласуются ли результаты расчетов с принципом Ле Шателье?

526. По термодинамическим данным вычислите константу химического равновесия реакции



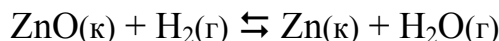
при 0 °С и 100 °С и сделайте вывод о влиянии температуры на состояние равновесия. Согласуется ли он с принципом Ле Шателье?

527. По термодинамическим данным вычислите константу химического равновесия реакции



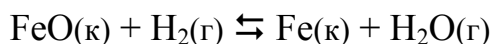
при 500 К и 1000 К и сделайте вывод о влиянии температуры на состояние равновесия. Согласуется ли он с принципом Ле Шателье?

528. По термодинамическим данным вычислите константу химического равновесия реакции



при 300 К и 1000 К и сделайте вывод о влиянии температуры на состояние равновесия. Согласуется ли он с принципом Ле Шателье?

529. По термодинамическим данным вычислите константу химического равновесия реакции



при 500 К и 1000 К и сделайте вывод о влиянии температуры на состояние равновесия. Согласуется ли он с принципом Ле Шателье?

530. По термодинамическим данным вычислите константу химического равновесия реакции



при 400 К. Определите, какая часть (в %) йодоводорода разлагается при этой температуре при начальной концентрации 0,001 моль/л. Соответствуют ли результаты расчетов принципу Ле Шателье?

РАЗДЕЛ 4. РАСТВОРЫ

Глава 4.1. Способы выражения концентрации растворов

Способы выражения концентрации растворов. Переход от одних способов к другим. Расчеты на приготовление растворов. Изменение концентрации раствора при разбавлении или выпаривании. Смешивание растворов. Стехиометрические расчеты по реакциям в растворах.

531. Перечислите наиболее распространенные способы выражения концентрации растворов. Приведите определение и примеры способа, который называется «массовая доля растворенного вещества». Какой объем воды и какая масса гидроксида калия потребуются для приготовления 10 л раствора с массовой долей 40 % (плотность 14000 кг/м³)?

532. Какая масса железного купороса FeSO₄·7H₂O требуется для приготовления 5 кг раствора с массовой долей сульфата железа 10 %?

533. Какой объем (измеренный при н.у.) хлороводорода и какой объем воды потребуются для получения одного литра соляной кислоты с массовой долей HCl 30 %, если плотность раствора равна 1,15 г/мл?

534. Перечислите наиболее распространенные способы выражения концентрации растворов. Приведите определение способов, которые называются «молярная концентрация» и «молярная концентрация эквивалентов растворенного вещества», приведите примеры. В 500 мл серной кислоты содержится 196 г H₂SO₄. Определите молярную концентрацию и молярную концентрацию эквивалентов растворенного вещества.

535. Какая масса сульфата алюминия потребуются для приготовления двух литров децимолярного раствора? Чему будет равна молярная концентрация эквивалентов Al₂(SO₄)₃ в этом растворе?

536. Молярная концентрация NH₃ в концентрированном растворе аммиака, полученном при 15 °С, равна 18. Какой объем NH₃, измеренный при н.у., затрачивается на приготовление одного литра раствора?

537. Какая масса карбоната натрия содержится в 0,5 л раствора, если молярная концентрация эквивалентов Na₂CO₃ в этом растворе равна 0,25 н.? В каком объеме раствора содержится 8 г сульфата меди, если молярная концентрация эквивалентов CuSO₄ в растворе равна 0,1 н.?

538. Приведите определение способа выражения концентрации растворов, который называется «моляльность». В 5 л воды растворено 460 г глицерина C₃H₅(OH)₃. Чему равна моляльность раствора?

539. Перечислите наиболее распространенные способы выражения концентрации растворов. Приведите определение способа, который называется титром. Определите титр растворенного вещества: а) в 0,1 М растворе соляной кислоты; б) в 0,1 н. растворе серной кислоты; в) в растворе азотной кислоты с массовой долей HNO_3 31,5 % ($\rho = 1,19$).

540. Перечислите наиболее распространенные способы выражения концентрации растворов. Приведите определение способа, который называется мольной долей вещества в растворе. Определите мольные доли компонентов в водном растворе глюкозы, массовая доля $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ в котором равна 18 %.

541. Определите массовую долю HNO_3 в растворе, молярная концентрация которого равна 4,65 М, а плотность $\rho = 1,15$.

542. Плотность 26%-го раствора гидроксида калия равна 1,24 г/мл. Чему равна молярная концентрация, моляльность и титр раствора?

543. Вычислите молярную и эквивалентную концентрации, моляльность, титр и мольную долю растворенного вещества для раствора азотной кислоты с массовой долей HNO_3 36 % и плотностью 1,22.

544. Вычислите молярную концентрацию эквивалента (эквивалентную концентрацию) H_2SO_4 в растворе серной кислоты с массовой долей 11,6 %; плотность раствора равна 1,08 кг/л.

545. Из одного килограмма раствора щелочи с массовой долей NaOH 10 % выпарили 200 г воды. Чему равна массовая доля NaOH в новом растворе?

546. Из 400 г раствора некоторой соли с массовой долей 20 % при охлаждении выделилось 50 г растворенного вещества. Чему равна массовая доля этого вещества в оставшемся растворе?

547. Сколько граммов раствора нитрата натрия с массовой долей NaNO_3 30 % необходимо добавить к 300 мл воды, чтобы получить раствор с массовой долей соли 10 %?

548. До какого объема надо разбавить 500 мл 20%-го раствора NaCl ($\rho = 1,152$), чтобы получить раствор с массовой долей хлорида натрия 4,5 % и плотностью 1,029?

549. Какую массу 20%-го раствора гидроксида калия надо прибавить к одному килограмму 50%-го раствора, чтобы получить раствор с массовой долей KOH 25 %?

550. Определите массовую долю $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ в растворе, полученном смешиванием 300 г 10%-го и 500 г 2%-го раствора нитрата кальция.

551. Вычислите, какой объем раствора серной кислоты с массовой долей H_2SO_4 11,6 % (плотность 1,08) и какой объем воды требуется для приготовления 250 мл децимолярного раствора серной кислоты.

552. Вычислите, какой объем раствора соляной кислоты с массовой долей HCl 20 % (плотность 1,10) и какой объем воды требуется для приготовления одного литра раствора с молярной концентрацией эквивалентов HCl 0,1 н.

553. Для нейтрализации 50 мл раствора серной кислоты израсходовано 25 мл раствора щелочи с эквивалентной концентрацией 0,4 н. Определите эквивалентную концентрацию раствора серной кислоты.

554. Какой объем раствора соляной кислоты с эквивалентной концентрацией 0,5 н. необходим для осаждения в виде хлорида серебра всех катионов серебра Ag^+ , содержащихся в 500 мл раствора AgNO_3 с эквивалентной концентрацией 0,2 н.?

555. Для нейтрализации 20 мл раствора щелочи, титр которого равен 0,012, израсходовано 24 мл кислоты, молярная концентрация эквивалента которого равна 0,25 н. Определите эквивалентную массу щелочи. Какая это щелочь?

556. Какой объем 15%-го раствора серной кислоты ($\rho = 1,10$) потребуется для реакции с 24,3 г магния?

557. Какой объем двумолярного раствора серной кислоты потребуется для реакции с 650 мл 20%-го раствора K_2CO_3 ($\rho = 1,189$), какой газ выделится при этом и чему будет равен его объем при н.у.?

558. Какой объем раствора аммиака с массовой долей NH_3 23 % и плотностью 0,916 требуется для реакции с 0,75 л шестимолярного раствора соляной кислоты? Какое вещество образуется в реакции и чему равна его масса?

559. Для осаждения сульфата бария из 100 мл 15%-го раствора BaCl_2 потребовалось 14,4 мл раствора серной кислоты. Вычислите молярную и эквивалентную концентрации и титр раствора H_2SO_4 .

560. К 100 мл раствора с массовой долей хлорида бария 20 % и плотностью 1,203 прибавили раствор сульфата хрома (III) в избытке. Определите массу образовавшегося осадка BaSO_4 .

Глава 4.2. Закономерности растворения. Растворимость. Свойства растворов неэлектролитов

Энтальпия растворения и гидратации вещества. Растворимость. Понижение давления пара, повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания растворов неэлектролитов. Осмотическое давление. Определение молекулярных масс неэлектролитов по свойствам их растворов.

561. При растворении 10 г хлорида аммония в 233 мл воды температура понизилась на 2,8 градуса. Определите энтальпию растворения NH_4Cl , считая удельную теплоемкость раствора равной теплоемкости воды 4,2 Дж/(г·К).

562. При растворении 10 г гидроксида натрия в 250 мл воды температура повысилась на 9,7 градуса. Определите энтальпию растворения NaOH , принимая удельную теплоемкость раствора равной теплоемкости воды 4,2 Дж/(г·К).

563. При растворении в воде 10 г безводного хлорида кальция выделяется 6,82 кДж, а при растворении 10 г кристаллогидрата $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ поглощается 0,87 кДж. Вычислите энтальпию гидратации хлорида кальция.

564. При растворении 4,0 г безводного сульфата меди в 0,2 л воды температура повысилась на 2 градуса. Определите энтальпию гидратации CuSO_4 , если энтальпия растворения кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ равна 11,72 кДж/моль. Удельную теплоемкость раствора принять равной теплоемкости воды 4,2 Дж/(г·К).

565. Энтальпия растворения нитрата аммония равна 26,32 кДж/моль. Какую массу NH_4NO_3 надо растворить в 0,2 л воды, чтобы понизить температуру на 5 градусов? Удельная теплоемкость полученного раствора равна 3,77 Дж/(г·К).

566. Для насыщения 25 г воды требуется 8,75 г хлорида натрия (при 25 °С). Вычислите коэффициент растворимости хлорида натрия.

567. При температуре 20 °С в 50 мл воды растворяется 0,003 моль нитрата цинка. Определите коэффициент растворимости этой соли.

568. В насыщенном при 90 °С растворе массовая доля дихромата калия равна 45,2 %. Определите коэффициент растворимости вещества при этой температуре.

569. Коэффициент растворимости нитрата калия при 20 °С равен 31,6. Чему равна массовая доля KNO_3 в насыщенном при этой температуре растворе?

570. Коэффициент растворимости нитрата калия в воде при $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ равен 55, а при $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 150. Какие массы KNO_3 потребуются для приготовления насыщенных при этих температурах растворов массой 60 г?

571. Коэффициент растворимости карбоната калия при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ равен 155, а при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ – 111. Определите массу K_2CO_3 , кристаллизующегося из 770 г насыщенного при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ раствора при охлаждении его до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

572. Нитрат свинца (II) растворили в 200 мл воды при $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ до получения насыщенного раствора, а затем раствор охладили до $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите массу выпавшей в осадок соли, если коэффициент растворимости $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ при этих температурах равен 90 и 46, соответственно.

573. При охлаждении насыщенного при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ раствора нитрата натрия до $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ выделилось 120 г NaNO_3 . Определите, какой была масса раствора и содержание в нем воды и соли, если коэффициент растворимости NaNO_3 при указанных температурах равен 176 и 88.

574. Коэффициент абсорбции сероводорода в воде при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и давлении 101325 Па равен 2,91. Вычислите массовую долю H_2S в насыщенном растворе сероводородной кислоты при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$?

575. Коэффициент абсорбции углекислого газа в воде равен 0,878. Под каким давлением должен находиться углекислый газ, чтобы при растворении его в воде получился раствор с массовой долей CO_2 1 %?

576. Определите давление насыщенного пара над водным раствором сахара при $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, массовая доля $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ в котором равна 10 % . Ответ выразите в Па и в мм рт. ст.

577. Известно, что при $42\text{ }^{\circ}\text{C}$ давление насыщенного пара воды равно 8199,325 Па (61,5 мм рт. ст.). Как изменится давление, если при этой температуре в 540 мл воды растворить 36 г глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$?

578. Давление пара над раствором 10,5 г неэлектролита в 200 г ацетона равно 21854,40 Па. Давление пара чистого ацетона $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$ при этой температуре равно 23939,35 Па. Определите молекулярную массу неэлектролита.

579. Давление пара воды при $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ равно 47375 Па, а давление пара раствора неэлектролита при этой же температуре – 33310 Па. Какое количество воды приходится на один моль растворенного вещества в этом растворе?

580. При какой температуре замерзает водный раствор этилового спирта, если массовая доля C_2H_5OH в нем равна 25 %?

581. При какой температуре кипит водный раствор глюкозы, если массовая доля $C_6H_{12}O_6$ в нем равна 10 %?

582. При растворении 1,6 г неэлектролита в 250 мл воды был получен раствор, который замерзает при температуре $-0,2$ °С. Определите молекулярную массу растворенного вещества.

583. В одном литре воды растворено 27 г неэлектролита. Раствор закипает при $100,78$ °С. Определите молекулярную массу растворенного вещества.

584. Раствор 9,2 г йода в 100 г метанола закипает при $65,0$ °С, а чистый метанол кипит при $64,7$ °С. Из скольких атомов состоит молекула йода в растворе метанола? Эбуллиоскопическая постоянная метанола равна 0,84.

585. Раствор, содержащий 0,81 г серы в 100 г бензола (эбуллиоскопическая постоянная 2,57) кипит при температуре на $0,081$ °С выше, чем чистый бензол. Из скольких атомов состоит молекула серы?

586. Для приготовления антифриза смешали 30 л воды и 9 л глицерина $C_3H_5(OH)_3$. Плотность глицерина 1261 кг/м³. Чему равна температура замерзания приготовленного антифриза?

587. Вычислите массу этиленгликоля $C_2H_4(OH)_2$, которую необходимо прибавить на каждый литр воды для приготовления антифриза с температурой замерзания -15 °С.

588. Определите осмотическое давление при 20 °С раствора сахара с массовой долей $C_{12}H_{22}O_{11}$ 4 % и плотностью 1,014. Ответ выразите в Па и атм.

589. Определите температуру, при которой осмотическое давление раствора, содержащего 45 г глюкозы $C_6H_{12}O_6$ в одном литре воды, равно 607950 Па.

590. Определите формулу органического соединения, массовые доли углерода, водорода и кислорода в котором равны 39,56 % (С), 7,69 % (Н) и 52,75 % (О), а осмотическое давление раствора, содержащего в одном литре воды 72 г этого соединения, при 0 °С равно $9,00 \cdot 10^5$ Па.

Глава 4.3. Растворы электролитов

Диссоциация кислот, оснований, солей. Константа диссоциации, степень диссоциации и изотонический коэффициент. Сила кислот и оснований. Закон разбавления Оствальда. Кажущаяся степень диссоциации сильных электролитов. Схемы и константы нестойкости комплексных соединений.

591. Какие вещества называются электролитами? По какому признаку, согласно теории электролитической диссоциации, вещества относятся к классам кислот, оснований и солей? Почему кислые и основные соли иногда называют промежуточными соединениями?

592. Какими условиями определяется возможность электролитической диссоциации вещества? Какая величина характеризует ионизирующую способность растворителя, чему равна эта величина для воды, спирта, бензола, жидкого фтороводорода? Покажите схематически на конкретном примере механизм электролитической диссоциации ионного соединения в водном растворе.

593. Объясните, почему водный раствор хлорида натрия проводит электрический ток, а спиртовой раствор этого же вещества при той же концентрации и температуре практически не электропроводен?

594. Приведите названия, определения и обозначения величин, которые применяются для количественной характеристики процесса электролитической диссоциации. Какая из них является постоянной величиной независимо от концентрации раствора?

595. На какие группы подразделяются электролиты по величине константы их диссоциации? Приведите примеры представителей этих групп и напишите уравнения их электролитической диссоциации.

596. Для всех данных веществ напишите схемы электролитической диссоциации, для обратимых процессов напишите выражения для расчета константы диссоциации: K_2SO_4 , $Ca(OH)_2$, H_3PO_4 , $KHCO_3$, $Fe(OH)Cl_2$, $Al(OH)_3$. Для амфотерного соединения напишите схемы диссоциации по типу кислоты и основания.

597. Задание в № 596 для веществ: гидроксид бария, ортомышьяковая кислота, гидросульфат калия, хлорид дигидроксожелеза (III), гидроксид цинка.

598. Задание в № 596 для веществ: нитрат кальция, гидроксид стронция, дигидрофосфат натрия, гидроксид бериллия, нитрат гидроксиалюминия.

599. Задание в № 596 для веществ: дихромат калия, серная кислота, гидросульфид калия, нитрат дигидроксоалюминия, гидроксид олова (II).

600. Задание в № 596 для веществ: гидроксид лития, сероводородная кислота, гидрофосфат калия, хлорид дигидроксохрома (III), гидроксид олова (IV).

601. На примере гидроксидов NaOH, HNO₃ и Zn(OH)₂ объясните, почему первый диссоциирует только по типу оснований, второй – по типу кислоты, а третий – по обоим типам одновременно. При каком внешнем воздействии подавляется диссоциация HNO₃ как кислоты и наблюдается диссоциация по типу оснований? Напишите схему диссоциации HNO₃ по типу оснований.

602. Какой смысл имеет понятие «сила кислоты»? Как связана сила кислот с составом и строением их молекул? Какая кислота сильнее: HNO₂ или HNO₃? H₂SO₄ или H₂SeO₄? HPO₃ или H₃PO₄? Напишите схемы диссоциации кислот.

603. Какой смысл имеет понятие «сила кислоты»? Как и почему изменяется сила кислот в рядах:

- а) HF – HCl – HBr – HI; б) HClO₄ – HClO₃ – HClO₂ – HClO;
в) HClO – HBrO – HIO; г) HPO₃ – H₄P₂O₇ – H₃PO₄?

Напишите схемы диссоциации кислот HPO₃ и H₃PO₄.

604. Как зависит от состава веществ сила оснований? Какие основания называются щелочами? Как изменяется сила оснований в ряду



Какое основание сильнее: а) Fe(OH)₂ или Fe(OH)₃? б) Ca(OH)₂ или Zn(OH)₂?

605. Вычислите степень электролитической диссоциации циановодородной кислоты HCN в одномолярном растворе и изотонический коэффициент раствора. Константа диссоциации кислоты равна $4,9 \cdot 10^{-10}$.

606. Степень диссоциации уксусной кислоты CH₃COOH в одномолярном растворе равна 0,42 %, в децимолярном – 1,33 % и в сантимольном – 4,22 %. Вычислите константу диссоциации и сделайте вывод.

607. Слабый электролит имеет степень диссоциации 0,1 % в одномолярном растворе. Вычислите константу диссоциации и по справочным данным определите, какой это электролит.

608. Константа диссоциации сернистой кислоты по первой ступени равна $1,3 \cdot 10^{-2}$, а по второй $0,6 \cdot 10^{-7}$. Чему равна степень диссоциации этой кислоты по ступеням α_1 и α_2 в децимолярном растворе?

609. Гидроксид аммония NH_4OH – слабое основание, константа его диссоциации $K_d = 1,8 \cdot 10^{-5}$. При разбавлении растворов слабых электролитов степень их диссоциации увеличивается (закон разбавления Оствальда). Во сколько раз увеличивается степень диссоциации NH_4OH при разбавлении его одномолярного раствора в 100 раз?

610. Почему определяемая по свойствам растворов сильных электролитов степень электролитической диссоциации называется кажущейся? Раствор хлорида калия, моляльность которого равна единице, замерзает при температуре $-3,36^\circ\text{C}$. Определите изотонический коэффициент раствора и кажущуюся степень диссоциации хлорида калия.

611. Почему определяемая по свойствам растворов сильных электролитов степень электролитической диссоциации называется кажущейся? Определите кажущуюся степень диссоциации NaCl в растворе с эквивалентной концентрацией 0,25 н., если этот раствор изотоничен с раствором глюкозы, молярная концентрация которого равна 0,44 М.

612. Почему определяемая по свойствам растворов сильных электролитов степень электролитической диссоциации называется кажущейся? Хлорид аммония массой 1,07 г растворен в 200 мл воды. Температура кипения раствора равна $100,09^\circ\text{C}$. Определите кажущуюся степень диссоциации NH_4Cl в этом растворе.

613. Почему определяемая по свойствам растворов сильных электролитов степень электролитической диссоциации называется кажущейся? Давление пара раствора, содержащего 0,05 моль сульфата натрия в 450 г воды, равно 100,8 кПа (756,2 мм рт. ст.) при 100°C . Определите кажущуюся степень диссоциации растворенного вещества.

614. Раствор электролита с концентрацией 0,04 М имеет осмотическое давление 217,9 кПа при 0°C . Кажущаяся степень диссоциации растворенного вещества равна 70 %. Определите, на сколько ионов диссоциирует растворенное вещество и приведите примеры таких веществ.

615. Хлорид калия является сильным электролитом, т.е. диссоциирует нацело, следовательно изотонический коэффициент его водных растворов должен быть равен двум, степень диссоциации KCl должна быть равна 100 %, а расчетная температура замерзания раствора с моляльностью 1 моль/кг равна $3,72^\circ\text{C}$ ниже нуля. Но по экспериментальным данным температура замерзания одномолярного водного раствора хлорида калия равна $-3,36^\circ\text{C}$. Объясните это противоречие, определите изотонический коэффициент раствора и кажущуюся степень электролитической диссоциации хлорида калия.

616. Напишите схемы электролитической диссоциации и выражения для констант нестойкости следующих комплексных соединений: $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_3$; $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6]$.

617. Задание в № 616 для соединений: $\text{K}_2[\text{NiCl}_4]$; $[\text{PtF}_2(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$.

618. Задание в № 616 для соединений: $(\text{NH}_4)_2[\text{RuCl}_6]$; $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$.

619. Задание в № 616 для соединений: $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$; $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$.

620. Задание в № 616 для соединений: $\text{K}_3[\text{CoF}_6]$; $[\text{Fe}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_2$.

Глава 4.4.

Равновесия и обменные реакции в растворах электролитов

Ионное произведение воды. Водородный и гидроксильный показатели и среда раствора. Произведение растворимости. Ионные уравнения реакций. Направление ионообменных реакций в растворах электролитов.

621. Какое свойство воды характеризуется ее ионным произведением? Чему равно значение K_w при 22°C и почему оно остается постоянным при растворении в воде кислоты или щелочи?

622. Как вычисляются водородный и гидроксильный показатели раствора? Как связана среда раствора с концентрацией ионов водорода, с водородным и гидроксильным показателями?

623. Вычислите рН и рОН растворов, молярная концентрация ионов H^+ в которых равна: а) 10^{-4} ; б) 10^{-11} ; в) $4 \cdot 10^{-6}$; г) $1,78 \cdot 10^{-7}$; д) $4,92 \cdot 10^{-3}$.

624. Вычислите концентрацию ионов H^+ и OH^- в растворах, водородный показатель которых равен: а) 3,2; б) 5,8; в) 9,1; г) 11,4.

625. Вычислите рН и рОН раствора, в одном литре которого содержится 2 г гидроксида натрия. Щелочь в растворе диссоциирует полностью.

626. Вычислите рН и рОН раствора азотной кислоты, в котором концентрация HNO_3 равна 1 М, а степень ее диссоциации равна 82 %.

627. Вычислите рН и рОН децимолярного раствора уксусной кислоты CH_3COOH , константа диссоциации которой равна $1,754 \cdot 10^{-5}$.

628. Вычислите рН и рОН раствора, полученного растворением 2,24 л аммиака (объем измерен при н.у.) в одном литре воды. Константа диссоциации гидроксида аммония равна $1,77 \cdot 10^{-5}$.

629. В одном литре одномолярной азотной кислоты растворили 38 г гидроксида натрия. Вычислите рН нового раствора.

630. Среда растворов определяется с помощью индикаторов. Составьте таблицу свойств наиболее распространенных индикаторов по форме:

Индикатор	Окраска в среде		рН, при котором изменяется окраска
	кислой	щелочной	

631. Как вычисляется и какой физико-химический смысл имеет произведение растворимости вещества? При 20°C в одном литре воды растворяется 6,5 мг ортофосфата серебра Ag_3PO_4 . Вычислите произведение растворимости этого вещества.

632. Как вычисляется и какой физико-химический смысл имеет произведение растворимости вещества? При 20°C растворимость йодида свинца (II) равна $6,5 \cdot 10^{-4}$ моль/л. Вычислите произведение растворимости PbI_2 .

633. Произведение растворимости карбоната серебра (I) равно $6,15 \cdot 10^{-12}$. Определите растворимость этого вещества, ответ выразите в моль/л и в виде коэффициента растворимости.

634. Произведение растворимости гидроксида цинка равно $4,0 \cdot 10^{-16}$. Чему равны концентрации ионов Zn^{2+} и OH^- в насыщенном растворе этого вещества?

635. Произведение растворимости сульфида железа (II) равно $3,7 \cdot 10^{-19}$. Какой объем воды потребуется для растворения одного грамма этого вещества?

636. Произведение растворимости бромиды серебра равно $6,3 \cdot 10^{-13}$. Какой объем воды потребуется для растворения 1 г этого вещества?

637. Произведение растворимости сульфида магния равно $2 \cdot 10^{-15}$. Выпадет ли осадок MgS при смешивании одинаковых объемов раствора нитрата магния с эквивалентной концентрацией 0,004 н. и раствора сульфида натрия с эквивалентной концентрацией 0,0006 н.?

638. Выпадет ли осадок, если смешать один литр раствора $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ с концентрацией 10^{-3} М с одним литром децимолярного раствора карбоната натрия? Произведение растворимости CdCO_3 равно $2,5 \cdot 10^{-14}$.

639. При каком соотношении концентраций ионов Ba^{2+} и Pb^{2+} их карбонаты выпадают в осадок одновременно при введении в раствор карбоната калия, если произведения растворимости BaCO_3 и PbCO_3 равны $7,0 \cdot 10^{-9}$ и $1,5 \cdot 10^{-13}$?

640. Произведение растворимости BaCrO_4 равно $2,3 \cdot 10^{-10}$, а SrCrO_4 $3,6 \cdot 10^{-5}$. Раствор содержит ионы Ba^{2+} и Sr^{2+} при концентрации $5 \cdot 10^{-4}$ и $5 \cdot 10^{-1}$ моль/л, соответственно. К раствору постепенно прибавляется хромат калия. Какое вещество и при какой концентрации K_2CrO_4 выпадет в осадок первым – BaCrO_4 или SrCrO_4 ?

641. Закончите молекулярные и напишите ионные уравнения:



642. Закончите молекулярные и напишите ионные уравнения:



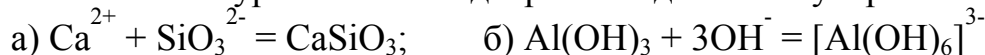
643. Закончите молекулярные и напишите ионные уравнения:



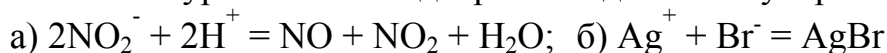
644. К ионным уравнениям подберите по два молекулярных:



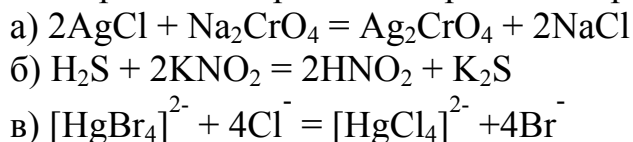
645. К ионным уравнениям подберите по два молекулярных:



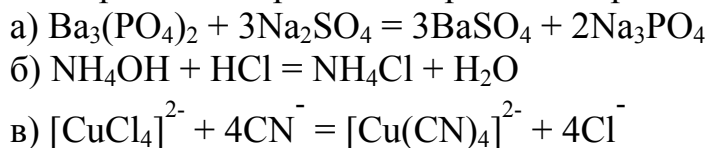
646. К ионным уравнениям подберите по два молекулярных:



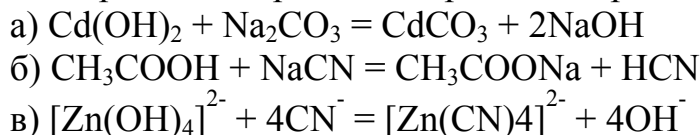
647. Определите направление протекания реакций в растворах:



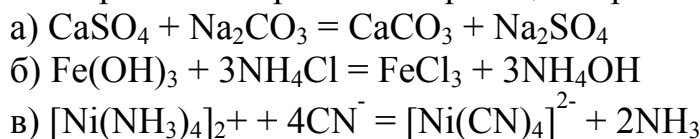
648. Определите направление протекания реакций в растворах:



649. Определите направление протекания реакций в растворах:



650. Определите направление протекания реакций в растворах:



Глава 4.5. Гидролиз солей

Типы гидролиза. Молекулярные и ионные уравнения гидролиза. Объяснение гидролиза с позиций химической термодинамики и строения вещества. Ступенчатый гидролиз. Смещение равновесия гидролиза. Взаимное усиление гидролиза двух солей. Константа и степень гидролиза.

651. Напишите определение процесса, который называется гидролизом солей и примеры различных типов гидролиза. В каких случаях гидролиз является обратимым, а в каких – необратимым процессом?

652. Что является причиной гидролиза солей? Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза данных солей, укажите в каждом случае тип гидролиза и среду раствора: KNO_2 , CuCl_2 , Na_3AsO_4 , Al_2S_3 .

653. Приведите определение химического процесса, который называется гидролизом солей. Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза данных солей, укажите в каждом случае тип гидролиза и среду раствора: K_2CO_3 , NaAlO_2 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, Cr_2S_3 .

654. Задание в № 653 для солей: NH_4CN , K_3PO_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, Fe_2S_3 .

655. Задание в № 653 для солей: NH_4NO_3 , Na_2S , FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$.

656. Задание в № 653 для солей: KClO , $\text{Ba}(\text{CN})_2$, ZnSO_4 , $\text{Al}(\text{NO}_2)_3$.

657. Объясните гидролиз солей с позиций химической термодинамики. Какая соль и почему гидролизуется полнее: а) KF или KNO_2 ; б) CH_3COONa или $\text{CH}_3\text{COONH}_4$? Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза данных солей, укажите среду их растворов.

658. Объясните гидролиз с позиций химической термодинамики. Какая соль и почему гидролизуется полнее: а) KCN или KClO ? б) BeCl_2 или MgCl_2 ? Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза данных солей, укажите среду их растворов.

659. Объясните гидролиз с позиций строения вещества. Как зависит гидролиз соли от радиуса, заряда, поляризующего действия и поляризуемости катиона и аниона? Какая соль и почему гидролизуется полнее: а) FeCl_2 или FeCl_3 ; б) Na_2CO_3 или Na_2SiO_3 ? Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза этих солей, укажите среду их растворов.

660. Объясните механизм гидролиза солей, учитывая, что в водном растворе содержатся гидратированные ионы. За счет образования и разрыва каких связей идет процесс гидролиза? Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза данных солей, укажите в каждом случае тип гидролиза и среду раствора: KNO_2 , Na_2CO_3 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$.

661. У каких солей гидролиз проходит ступенчато? Чем определяется число ступеней и как изменяется полнота гидролиза от первой ступени к последней? Приведите примеры солей, гидролиз которых проходит в две и три ступени, напишите уравнения их гидролиза.

662. Почему гидролиз солей многоосновных кислот или многокислотных оснований оценивается обычно только его первой ступенью? Приведите примеры солей, гидролиз которых проходит в две и три ступени, напишите уравнения их гидролиза.

663. Какой физико-химический смысл имеет константа гидролиза (K_{Γ}) и как она зависит от природы соли, концентрации раствора и температуры? Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза и выражения для константы гидролиза нитрата аммония и нитрита калия.

664. Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза и выражения для констант гидролиза солей: $KClO$ и K_2S .

665. Какой физико-химический смысл имеет степень гидролиза α_{Γ} (h) и как она зависит от концентрации раствора, температуры, введения в раствор щелочи или кислоты?

666. Расположите соли в порядке возрастания степени их гидролиза в растворах одинаковой концентрации при одной и той же температуре: $NaNO_2$, $NaCN$, $NaClO$, $NaClO_2$. Объясните порядок расположения. Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза.

667. Как влияют на состояние равновесия гидролиза соли ее концентрация в растворе и температура? Почему при разбавлении растворов хлорида сурьмы и нитрата висмута происходит выпадение осадка? Напишите молекулярные и ионные уравнения гидролиза этих соединений.

668. Почему малиновая окраска фенолфталеина в растворе ацетата натрия становится более интенсивной при нагревании раствора и снова бледнеет при его охлаждении?

669. Чем объяснить, что гидролиз $FeCl_3$ протекает по третьей ступени только при добавлении раствора этой соли по каплям в кипящую воду?

670. Приведите примеры солей, гидролиз которых уменьшается при введении в раствор ионов H^+ и ионов OH^- ? Напишите уравнения их гидролиза.

671. Объясните, почему приготовление растворов солей олова, сурьмы и висмута ведется с добавлением кислоты. Что происходит с этими растворами при отсутствии в растворе избытка кислоты?

672. Объясните, почему растворы алюминатов и хромитов щелочных металлов устойчивы лишь в присутствии избытка щелочи. Что происходит с этими растворами, если в растворе нет избытка щелочи?

673. Почему соли сульфат хрома и сульфид натрия в отдельности гидролизуются частично, а при совместном присутствии их в растворе – полностью? Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций.

674. Какие из пар солей взаимно усиливают гидролиз: а) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ и ZnCl_2 ; б) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и Na_2CO_3 ; в) AlCl_3 и FeCl_3 ? Объясните причину взаимного усиления гидролиза, напишите уравнения реакций.

675. Напишите уравнение и вычислите константу гидролиза ацетата аммония. Определите степень гидролиза в одномолярном растворе. Можно ли считать гидролиз этого вещества необратимым процессом? Какова среда водного раствора этой соли?

676. Напишите уравнение и вычислите константу гидролиза нитрита аммония. Определите степень гидролиза в одномолярном растворе. Можно ли считать гидролиз этого вещества необратимым процессом? Какова среда водного раствора этой соли?

677. Напишите уравнение и вычислите константу гидролиза нитрата натрия. Определите степень гидролиза в 1 М и в 10^{-3} М растворах. Сделайте вывод о влиянии концентрации соли в растворе на полноту её гидролиза. Вычислите водородный показатель одномолярного раствора.

678. Напишите уравнения и вычислите константы гидролиза Na_2CO_3 по обеим ступеням. Определите степень гидролиза по обеим ступеням в одномолярном растворе. Вычислите водородный показатель раствора. Есть ли необходимость при вычислении рН учитывать вторую степень гидролиза?

679. Напишите уравнения и вычислите константы гидролиза K_2SO_3 по обеим ступеням. Определите степень гидролиза по первой и по второй ступени в одномолярном растворе. Вычислите водородный показатель раствора. Есть ли необходимость при вычислении рН учитывать вторую степень гидролиза?

680. Определите константы гидролиза нитрита натрия и нитрита калия. Вычислите степень гидролиза обеих солей в децимолярных растворах. Определите водородный показатель растворов. Объясните, почему результаты расчетов для двух разных солей абсолютно одинаковые.

РАЗДЕЛ 5. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

Глава 5.1.

Окислительно-восстановительные и электродные потенциалы

Окислительно-восстановительные полуреакции и их стандартные потенциалы. Электродные потенциалы металлов. Ряд напряжений металлов. Формула Нернста. Направление окислительно-восстановительных реакций.

681. Напишите определение и примеры окислительно-восстановительных реакций. Приведите примеры типичных окислителей и восстановителей.

682. Чем отличаются окислительно-восстановительные реакции в растворах электролитов? Напишите примеры окислительно-восстановительных реакций и примеры полуреакций для типичных окислителей и восстановителей.

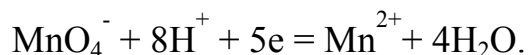
683. Какое свойство вещества характеризуется его окислительно-восстановительным потенциалом? С помощью таблицы стандартных потенциалов приведите примеры самых сильных окислителей и восстановителей.

684. Каким параметром – кинетическим или термодинамическим – является окислительно-восстановительный потенциал полуреакций? Приведите формулу, связывающую потенциал с энергией Гиббса.

685. Каким параметром – кинетическим или термодинамическим – является окислительно-восстановительный потенциал полуреакций? Приведите формулу, связывающую разность потенциалов с константой равновесия.

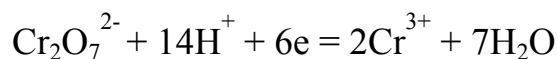
686. Какие условия являются стандартными для определения потенциалов полуреакций? По какому уравнению вычисляется окислительно-восстановительный потенциал, если условия отличаются от стандартных?

687. Найдите в справочной литературе стандартный потенциал полуреакции



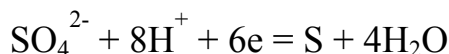
Чему будет равен потенциал этой полуреакции в одномолярном растворе KMnO_4 при $T = 25^\circ\text{C}$ и концентрации H^+ -ионов 5 M и Mn^{2+} -ионов $0,01\text{ M}$?

688. Чему равен потенциал полуреакции



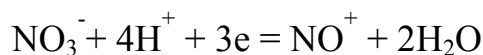
при температуре 25 °С и концентрациях ионов 1,0 М ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$), 5,0 М (H^+), и 0,1 М (Cr^{3+})?

689. Вычислите значение окислительно-восстановительного потенциала 60 %-й H_2SO_4 (плотность 1,50 г/мл) при 25 °С при её восстановлении по полуреакции



Почему полученный результат следует считать приблизительным?

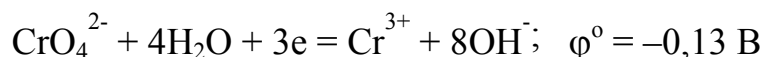
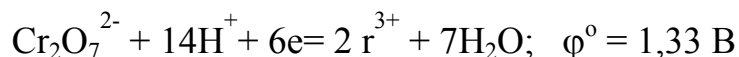
690. Вычислите значение окислительно-восстановительного потенциала 40 %-й HNO_3 (плотность 1,25 г/мл) при 25 °С при её восстановлении соответственно полуреакции



Почему полученный результат следует считать приблизительным?

691. Почему один и тот же окислитель или восстановитель может иметь не одно, а несколько значений окислительно-восстановительного потенциала? Приведите примеры.

692. Сравните полуреакции:



В какой среде целесообразно окислять хром (III) до хрома (VI) и использовать соединения хрома (VI) в качестве окислителя?

693. В какой среде (кислой или щелочной) цинк является более сильным восстановителем? Ответ мотивировать.

694. В какой среде (кислой или щелочной) алюминий является более сильным восстановителем? Ответ мотивировать.

695. В какой среде целесообразно использовать в качестве окислителей перхлораты, хлораты, хлориты и гипохлориты? Ответ мотивировать.

696. Почему при контакте металла с раствором его солей на его поверхности возникает электрический заряд? Как он называется и от каких условий зависит его знак и величина?

697. Почему характеристика восстановительной способности металла по значению его ионизационного и электродного потенциалов не совпадает? Приведите примеры и напишите объяснение.

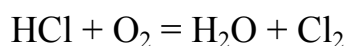
698. По какому принципу расположены металлы в ряду напряжений и какими свойствами обладает этот ряд? Будет ли кадмий вытеснять магний, медь, цинк и серебро из растворов их солей? Какие из металлов вытесняют кадмий из растворов его солей?

699. По какому принципу расположены металлы в ряду напряжений и какими свойствами обладает этот ряд? Будет ли восстанавливаться: а) магний из раствора соли цинком? б) водород из соляной кислоты металлами медью, марганцем, серебром?

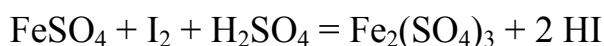
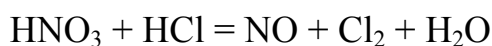
700. Опишите устройство и назначение стандартного водородного электрода. Почему для измерения электродных потенциалов используются компенсационный метод или высокоомный вольтметр?

701. Составьте ряд неметаллов по тому же принципу, по которому составлен электрохимический ряд напряжений металлов. Какими свойствами обладает этот ряд?

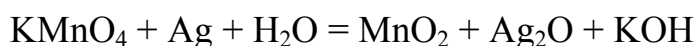
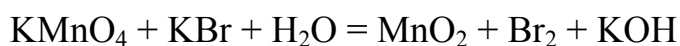
702. Методом полуреакций определите коэффициенты в данных окислительно-восстановительных реакциях; используя стандартные окислительно-восстановительные потенциалы полуреакций, определите возможность и направление их протекания:



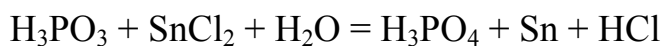
703. Условие в задаче № 702 для реакций:



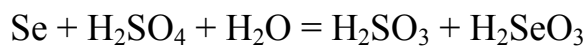
704. Условие в задаче № 702 для реакций:



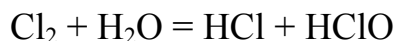
705. Условие в задаче № 702 для реакций:



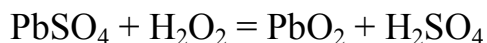
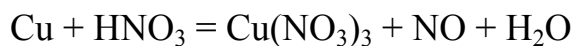
706. Условие в задаче № 702 для реакций:



707. Условие в задаче № 702 для реакций:



708. Условие в задаче № 702 для реакций:



709. Можно ли приготовить раствор, содержащий одновременно:
а) хлорноватую и соляную кислоты? б) хромат калия и бромид калия?

710. Можно ли приготовить раствор, содержащий одновременно:
а) азотную и йодоводородную кислоты? б) сульфат хрома (III) и сульфат железа (III)?

Глава 5.2. Химические источники электроэнергии

Гальванические, концентрационные и топливные элементы. Аккумуляторы.

711. Какие устройства служат для преобразования химической энергии в электрическую? Приведите пример таких устройств и объясните их действие.

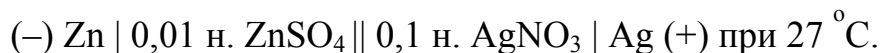
712. Какие условия при работе гальванических элементов называются стандартными? Как устроен и как действует медно-цинковый элемент? Рассчитайте его ЭДС при стандартных условиях.

713. Какая часть гальванического элемента называется электродом? Какой из электродов заряжен положительно, а какой отрицательно, какие химические процессы идут на электродах? Приведите примеры.

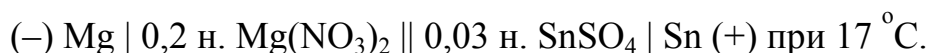
714. Приведите примеры химических реакций, которые можно положить в основу работы гальванических элементов. Для одного примера напишите электрохимическую схему элемента и уравнения реакций на электродах.

715. Какой принцип лежит в основе расчета ЭДС гальванического элемента – кинетический или термодинамический? Приведите примеры расчета.

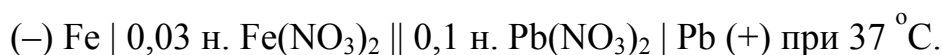
716. Для данного гальванического элемента напишите схемы электродных процессов и уравнение токообразующей реакции в общем виде (ионном и молекулярном), вычислите ЭДС при указанных в схеме концентрациях и температуре:



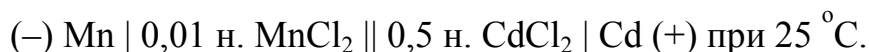
717. Задание в № 716:



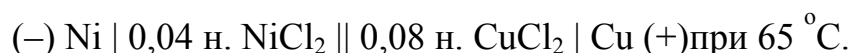
718. Задание в № 716:



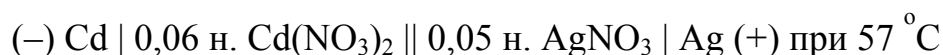
719. Задание в № 716:



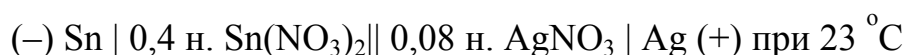
720. Задание в № 716:



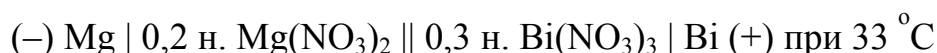
721. Задание в № 716:



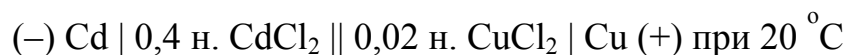
722. Задание в № 716:



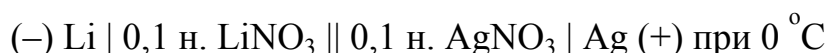
723. Задание в № 716:



724. Задание в № 716:



725. Задание в № 716:



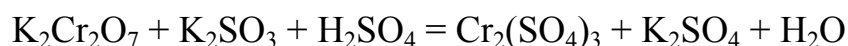
726. Составьте схему гальванического элемента с максимальным значением ЭДС. Вычислите значение ЭДС при стандартных условиях.

727. Составьте схемы двух гальванических элементов, в одном из которых медь является анодом, а во втором – катодом. Вычислите ЭДС этих элементов при стандартных условиях.

728. Составьте схему гальванического элемента для осуществления электрохимическим путем реакции:



729. Составьте схему гальванического элемента для осуществления электрохимическим путем реакции:



730. Вычислите ЭДС концентрационного элемента, составленного из двух водородных электродов, погруженных в растворы кислот с $\text{pH} = 2$ и $\text{pH} = 4$.

731. Какие устройства называются концентрационными элементами? Вычислите ЭДС концентрационного элемента, в котором медные электроды находятся в растворах сульфата меди с массовой долей растворённого вещества 0,1 % и 5,0 %.

732. Какие устройства называются топливными элементами? Приведите электрохимическую схему водородно-кислородного топливного элемента. Какая химическая реакция является источником электроэнергии в этом элементе?

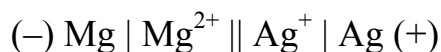
733. Какие устройства называются аккумуляторами? Какие реакции протекают в автомобильных свинцовых аккумуляторах при их заряде и разряде?

734. Вычислите кажущуюся степень диссоциации хлорида цинка в 0,07 М растворе, если электродный потенциал цинка в этом растворе равен 0,81 В.

735. Электродный потенциал серебра в насыщенном растворе хромата серебра равен 0,59 В. Определите растворимость Ag_2CrO_4 в моль/л.

736. Электродный потенциал серебра в насыщенном растворе хлорида серебра равен 0,51 В. Вычислите произведение растворимости AgCl .

737. Вычислите энергию Гиббса реакции, протекающей при стандартных условиях в гальваническом элементе



738. Вычислите константу равновесия реакции, протекающей при стандартных условиях в гальваническом элементе



739. Известна электрохимическая схема гальванического элемента



концентрация FeSO_4 (1 М) и температура (25°C). При какой концентрации сульфата кадмия ЭДС данного гальванического элемента будет равна нулю?

740. Какие изменения концентраций растворов солей в гальванических элементах приводят к увеличению и уменьшению их ЭДС?

Глава 5.3. Электролиз

Сущность электролиза. Потенциал разложения. Перенапряжение. Катодные и анодные процессы при электролизе. Количественная характеристика электролиза. Выход по току. Практическое применение электролиза.

741. Приведите определение процесса электролиза. Изобразите устройство для его осуществления. Опишите катодные и анодные процессы при электролизе. Приведите пример электролиза.

742. Какая характеристика электролиза называется напряжением разложения? Какими двумя способами рассчитывается теоретическая величина напряжения разложения? Приведите пример.

743. Почти всегда при электролизе реальное напряжение разложения больше теоретического. Как называется разность между практической и теоретической величиной напряжения разложения? Какое отрицательное и какое положительное значение имеет эта разность?

744. При электролизе каких электролитов на катоде выделяются только металлы, а каких – только водород? Почему при электролизе солей некоторых металлов (каких?) на катоде выделяются металл и водород одновременно?

745. В каких случаях при электролизе водных растворов солей на аноде наблюдается разрядка анионов, в каких случаях выделяется кислород, в каких случаях идет окисление самого анода?

746. Опишите и объясните последовательность восстановления катионов и окисления анионов при электролизе расплавов и водных растворов электролитов. Приведите примеры.

747. Какими формулами выражаются количественные характеристики электролиза? Приведите пример электролиза и его количественного расчета.

748. Количественная характеристика электролиза описывается формулами:

$$1) m = k_{эл} Q; \quad 2) m = k_{эл} I \tau; \quad 3) m = \frac{M_{эк} I t}{F}$$

где m – масса вещества, $k_{эл}$ – электрохимическая эквивалентная масса вещества, I – сила тока, τ – время, $M_{эк}$ – эквивалентная масса вещества, F – постоянная Фарадея. Докажите идентичность всех трех формул.

749. Каков физический смысл постоянной Фарадея и чему она равна? Каков физический смысл электрохимической эквивалентной массы вещества и чему она равна для меди, серебра и гидроксида натрия?

750. Почему масса вещества, получаемого при электролизе, всегда меньше той, которая рассчитывается по затраченному электричеству? Как называется отношение получаемой массы вещества к теоретической?

751. Электролиз раствора сульфата меди (II) проводили 12 ч при силе тока 20 А. Выход по току составил 90 %. Напишите уравнения электродных процессов и общей реакции, вычислите массу полученной меди.

752. Что происходит на электродах и в электролите при электролизе раствора сульфата цинка? Определите массу цинка, которая выделяется при электролизе в течение 10 ч при силе тока 50 А, если выход по току равен 50 %.

753. Через раствор сульфата железа (II) пропускали ток силой 20 А в течение 5 ч. Напишите уравнения реакций на инертных электродах и общей реакции, определите массу полученного железа, если его выход по току равен 70 %.

754. При электролизе раствора сульфата меди (II) на аноде выделилось 5,64 л кислорода (н. у.) Опишите электролиз, вычислите массу выделившейся на катоде меди, приняв выход по току 100 %.

755. Электролиз раствора сульфата цинка проводился в электролизёре с нерастворимым анодом в течение 6,7 ч. Выделилось 5,6 л кислорода, измеренного при н.у. Вычислите силу тока и массу выделившегося на катоде цинка, если выход по току составил 70 %.

756. Электролиз раствора сульфата калия проводили в электролизёре с графитовыми электродами в течение 10 ч при силе тока 26,8 А. Напишите уравнения процессов на электродах и в растворе, вычислите объем выделившихся на электродах веществ (при н.у.), приняв их выход по току равным 100 %.

757. Какие реакции протекают при электролизе с инертными электродами водного раствора КОН? Какие вещества и в каком объеме (при н.у.) можно получить при электролизе этого раствора, если пропустить ток силой 13,4 А в течение двух часов (выход по току равен 100 %)?

758. Какие реакции протекают при электролизе с инертными электродами водного раствора сульфата натрия? Какая масса H_2SO_4 образуется около анода, если на аноде выделяется 11,2 л кислорода, измеренного при н.у.? Какой продукт выделяется на катоде, чему равны его масса и объем при н.у.?

759. Через раствор, содержащий 1 моль FeSO_4 , 0,5 моль AlCl_3 , 1 моль Na_2SO_4 и 2 моль $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, пропускали ток силой 15 А в течение 300 ч. Вычислите массы выделившихся на катоде веществ.

760. Какой металл выделился на катоде при электролизе в течение одного часа при силе тока 1 А, если в растворе была соль двухвалентного металла, а масса катода увеличилась на 2,219 г?

761. За 3 мин электролиза при силе тока 10 А на катоде выделилось 0,554 г металла, а на аноде 209 мл Cl_2 (н. у.). Какое соединение находилось в растворе?

762. При прохождении через раствор соли трехвалентного металла постоянного электрического тока силой 1,5 А в течение 30 мин на катоде выделилось 1,071 г металла. Определите, какой это металл, если его выход по току равен 100 %.

763. За 10 мин электролиза раствора платиновой соли током 5 А выделилось 1,517 г платины. Определите эквивалентную массу платины.

764. Сколько кулонов электричества прошло через электролизёр с раствором AgNO_3 , если масса анода, изготовленного из серебра, уменьшилась на 2,3 г?

765. Какое время должен продолжаться электролиз раствора сульфата никеля (II) при силе тока 3 А, чтобы количество выделившегося на катоде металла составило один моль его эквивалента?

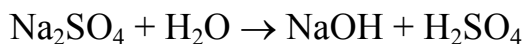
766. Какое время должен продолжаться электролиз раствора $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ при силе тока 1,5 А для того, чтобы нарастить слой хрома толщиной 0,05 мм на изношенную цилиндрическую деталь длиной 100 и диаметром 50 мм, если выход хрома по току равен 90 %?

767. Какое время должен продолжаться электролиз растворимого соединения золота (III) при силе тока 0,5 А, чтобы толщина золота на изделии площадью 2 см² была равна 8 мкм?

768. Неочищенная медь содержит примеси цинка и серебра. Как можно очистить эту медь с помощью электролиза? Что произойдет с примесями при электролитическом рафинировании меди?

769. Имеется смесь солей KCl и $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. Объясните, как можно с помощью электролиза получить из этой смеси практически чистый нитрат калия.

770. Гидролиз сульфата натрия по схеме



невозможен. Объясните, почему его можно осуществить при обычных условиях с помощью электролиза.

Глава 5.4. Коррозия металлов

Классификация коррозионных процессов. Влияние природы металлов и внешних условий на протекание коррозии. Защита от коррозии.

771. На какие виды подразделяется коррозия в зависимости от механизма процесса и формы коррозионных разрушений? На каждый вид коррозии приведите примеры. Какое значение имеет коррозия?

772. Какая коррозия называется химической, а какая – электрохимической? В каких единицах измеряется скорость коррозии?

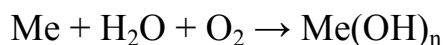
773. Какое явление называется пассивностью металлов и каков механизм ее возникновения? Приведите примеры металлов, склонных к пассивированию.

774. Какому виду коррозии подвергается выхлопная труба автомобиля, работающего на бензине с примесью серы? Напишите уравнение реакции.

775. При пропускании чистого СО по никелевой трубе, она через некоторое время прокорродировала. Какая это коррозия? Напишите уравнение реакции.

776. Три стальные бочки, изготовленные из железа, заполнены: одна – керосином, вторая – чистой родниковой водой, третья – концентрированным раствором соды. Какие виды коррозии наблюдаются в каждом случае? Какая бочка быстрее прокорродирует? Напишите уравнения реакций коррозии.

777. По величине и знаку энергии Гиббса определите, какие из металлов (Au, Cu, Mg) будут корродировать во влажном воздухе при 25 °С по уравнению:



778. На железную пластинку нанесли три капли раствора с равной концентрацией HCl, NaCl и NaOH. Под какой каплей коррозия будет протекать быстрее всего, а под какой – медленнее? Ответ поясните схемами и уравнениями соответствующих процессов.

779. Почему на участках теплотрасс, проходящих вблизи трамвайных путей, трубы приходится менять чаще, чем на других участках?

780. Из деревянного забора выдернули наполовину забитый гвоздь. Какая часть гвоздя больше пострадала от коррозии? Приведите схему коррозии.

781. В соляную кислоту опущены две стальные пружины: одна в свободном состоянии, а другая сжата и закручена ниткой. Какая пружина корродирует быстрее? Что изменится, если нитку заменить на медную проволоку?

782. Отверстия в медном самоваре и железном котелке запаяли оловом. Через некоторое время котелок прохудился, а самовар нет. Почему? Ответ иллюстрируйте схемами коррозионных процессов и уравнениями реакций.

783. Для придания красивого внешнего вида и защиты от коррозии железо обычно покрывают цинком, оловом, хромом, кадмием, никелем. Какое покрытие наиболее надежно защищает железо от коррозии? Расположите металлы в порядке убывания защитного эффекта.

784. Алюминий склепан с медью. Какой из металлов будет подвергаться коррозии, если эта пара попадет в кислотную среду? Составьте схему образующегося при этом гальванического элемента. Вычислите ЭДС и энергию Гиббса этого элемента при стандартных условиях.

785. Обычная сталь содержит вкрапления графита. Нарисуйте схему микрогальванического элемента, который образуется при работе стального изделия во влажной кислой среде.

786. Алюминиевый бак заклепан стальными заклепками. Как будет протекать коррозия, если бак заполнить раствором гидроксида калия? Соляной кислотой?

787. Почему железо очень интенсивно корродирует в кислых растворах и слабо корродирует в растворах, рН которых выше 10, а алюминий – наоборот?

788. Железный гвоздь поместили в разбавленный раствор серной кислоты, в результате началось выделение пузырьков газа с поверхности. После добавления сульфата меди газ стал выделяться быстрее, а после добавления фосфорной кислоты выделение газа прекратилось. Объясните наблюдаемые явления.

789. Водород получают в лабораториях взаимодействием цинка с разбавленной серной кислотой. Для ускорения реакции в кислоту добавляют небольшое количество медного купороса. Почему при этом наблюдается ускорение реакции?

790. Две железные пластинки покрасили в серебристый цвет: одну краской с алюминиевой пудрой, а другую – с цинковой. При испытаниях на коррозионную устойчивость выяснилось, что краска с цинковой

пудрой – лучше. Почему? Составьте схемы коррозионных гальванических элементов, которые образуются при нарушении покрытия.

791. Известно, что покрытие цинком эффективно защищает сталь от коррозии. Почему же ведра и тазы оцинковывают, а автомат Калашникова воронят? Какая защита стали от коррозии называется воронением?

792. Чем отличается защита от коррозии с помощью пассиваторов от защиты с помощью ингибиторов? Приведите примеры пассивирования поверхности и примеры ингибиторов коррозии.

793. Почему для перекачивания серной и соляной кислот часто используют свинцовые трубопроводы, ведь свинец в ряду напряжений стоит до водорода? Пригодны ли эти трубопроводы для перекачивания азотной кислоты?

794. Почему в железной бочке можно хранить концентрированную и нельзя хранить разбавленную серную кислоту? Почему никель устойчив в щелочных растворах?

795. Для защиты от коррозии используют протекторную и катодную защиту. Объясните, чем определяется выбор металла для протектора в первом случае и какова роль электрического тока от внешнего источника во втором случае.

796. Раньше для защиты морских буровых от коррозии использовали протекторы из цинка, а в последнее время протекторы делают из стали. Как удастся стальной протектор сделать анодом? Какое явление лежит в основе этого вида защиты от коррозии?

797. Почему протекторная защита очень эффективна для корпуса парохода и малоэффективна для кузова автомобиля? Предложите схему наиболее эффективной, на Ваш взгляд, протекторной защиты автомобиля. Какой материал можно использовать для изготовления протектора?

798. Зачем при удалении ржавчины с железных изделий соляной кислотой в раствор добавляют уротропин? Напишите уравнения реакций ржавчины с соляной кислотой.

799. Почему позолоту куполов церквей приходится обновлять довольно часто? Ведь известно, что чистое золото практически не подвержено коррозии даже на протяжении нескольких тысячелетий.

800. Как долго прослужит стальная труба, лежащая под трамвайными путями, если при движении трамвая по ней проходит блуждающий ток силой 100 А в течение 30 с? Толщина трубы 9 мм, площадь анодной зоны 20 см^2 , плотность стали $7,6 \text{ г/см}^3$, интенсивность движения – 100 трамваев в сутки.

РАЗДЕЛ 6. Специальные вопросы химии

Глава 6.1. Новые классы неорганических веществ

Гидриды, карбиды, нитриды, силициды, фосфиды и арсениды. Пероксиды, надпероксиды и озониды. Персульфиды, пернитриды и перкарбиды. Галогенангидриды, сульфоангидриды, сульфокислоты и сульфосоли.

801. Среди данных соединений найти гидриды и написать уравнения их гидролиза и взаимодействия с соляной кислотой: HI, KH, NH₃, BaH₂, H₂Se, B₂H₆.

802. По какой химической реакции из гидридов щелочных металлов выделяется водород? Какой объем водорода (м³), измеренный при н.у., можно получить из 1 кг гидрида лития?

803. Каким уравнением описывается взаимодействие гидридов натрия и алюминия, к какому классу соединений относится получаемое вещество и как оно называется? Какие свойства (кислотные или основные) проявляют NaH и AlH₃ в этой реакции?

804. Какие соединения называются карбидами, какие карбиды называются метанидами? Какие вещества образуются при взаимодействии с водой карбида бериллия Be₂C и карбида алюминия Al₄C₃?

805. Какие соединения называются нитридами? Напишите уравнения реакций нитридов натрия и кальция с водой.

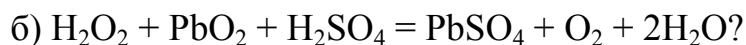
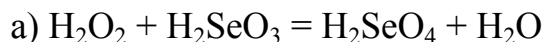
806. Напишите формулы производных аммиака, образующихся при полном и неполном замещении атомов водорода в его молекуле на атомы калия, соединения назвать.

807. Напишите уравнения взаимодействия с водой соединений кремния с хлором и магния с кремнием. Какое из этих соединений и почему относится, а какое не относится к силицидам?

808. Какие соединения называются фосфидами и арсенидами? Напишите уравнения реакций фосфида и арсенида кальция с H₂O и соляной кислотой.

809. Напишите названия и структурные формулы соединений Na₂O₂, RbO₂, CsO₃, BaO₂. Какую электронную валентность и степень окисления имеет кислород в этих соединениях?

810. Какую окислительно-восстановительную функцию выполняет пероксид водорода в реакциях:



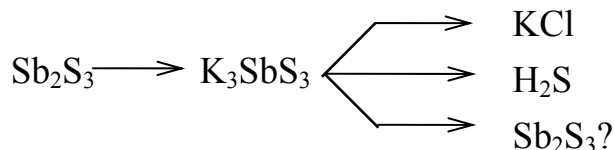
811. Какие соединения называются персульфидами? Напишите уравнение взаимодействия дисульфида железа с кислородом, какое практическое значение имеет эта реакция?

812. Приведите формулы и названия соединений азота и углерода с водородом, относящиеся к пернитридам и перкарбидам.

813. По какому признаку относятся к галогенангидридам тетрахлорид серы, дихлорид-диоксид серы и хлорсульфоновая кислота? Напишите уравнения их гидролиза.

814. Среди данных сульфидов – BaS , SnS , SnS_2 , As_2S_3 – укажите сульфоангидриды и напишите уравнения их реакций с раствором сульфида аммония.

815. Напишите уравнения реакций для осуществления следующих превращений:



Глава 6.2.

Природные неорганические соединения (минералы)

Классификация, состав и названия минералов. Характерные свойства. Использование в технике и химической технологии.

816. Приведите примеры и названия минералов, которые являются оксидами и солями кислородосодержащих кислот.

817. Приведите примеры и названия сульфидных минералов.

818. Приведите примеры и названия минералов, которые относятся к галогенидам, селенидам и арсенидам.

819. К каким классам минералов относятся минералы FeS_2 (пирит), Ag_2Se (науманнит), CaF_2 (флюорит), Al_2O_3 (корунд), NaNO_3 (чилийская селитра) и $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$ (оливин)?

820. К каким классам минералов относятся минералы NaCl (галит), NiAs (никелин), FeO(OH) (гетит), SiO₂ (кварц), CaCO₃ (кальцит), CaSO₄·2H₂O (гипс), CaAl₂·Si₂O₈ (анортит)?

821. Состав сложных минералов принято выражать в виде соединений оксидов. Например, состав аквамарина Be₃Al₂Si₆O₁₈ выражается также формулой 3BeO·Al₂O₃·6SiO₂. Выразите подобным образом состав шпинели MgAl₂O₄, граната Mg₃Al₂(SiO₄)₃ и слюды KAl₂[AlSi₃O₁₀](OH)₂.

822. Выразите в виде соединений оксидов состав магнетита Fe₃O₄, полевого шпата KAlSi₃O₈, форстерита Mg₂SiO₄ и пироба Mg₃Al₂(SiO₄)₃.

823. Чем является данный ряд минералов:

- | | |
|--|---|
| 1) Тальк Mg(Si ₄ O ₁₀)(OH) ₂ | 6) Топаз Al ₂ (SiO ₄)(F,OH) ₂ |
| 2) Ортоклаз K(AlSi ₃ O ₈) | 7) Флюорит CaF ₂ |
| 3) Гипс CaSO ₄ ·2H ₂ O | 8) Корунд Al ₂ O ₃ |
| 4) Кварц SiO ₂ | 9) Апатит Ca ₅ (PO ₄) ₃ F |
| 5) Кальцит CaCO ₃ | 10) Алмаз C? |

824. Кроме кислорода, встречающегося почти во всех минералах, в состав многих минералов входят еще два химических элемента. Какие это элементы? Приведите примеры минералов, в которых эти два элемента присутствуют раздельно и совместно.

825. Приведите примеры минералов, являющихся драгоценными и полудрагоценными камнями, укажите их состав.

826. Как называется и какой имеет состав минерал, используемый для отделки дворцов, вокзалов и станций метро?

827. Кварц и каолин в природе образуются в результате «выветривания» горных пород. Напишите химическое уравнение процесса выветривания, с какой скоростью идет этот процесс?

828. Минералы кальцит (известняк) и кварц (кремнезем) используются при получении стекла. Какое третье вещество, получаемое химическим путем, используется при варке стекла? Напишите уравнение реакции.

829. В технологии получения хрома из хромита первой стадией технологического процесса является окисление хромита кислородом воздуха. Напишите уравнение соответствующей реакции и укажите условия ее проведения.

830. Для получения из пиролюзита растворимых соединений его сплавляют со щелочами в присутствии кислорода или других окислителей. Напишите уравнения соответствующих реакций.

Глава 6.3. Способы очистки веществ

Квалификация чистоты веществ. Классические и современные способы очистки газов, воды и твёрдых веществ от примесей.

831. Что означают относящиеся к химическим веществам обозначения: «ч», «ч.д.а.», «х.ч.», «ос.ч.»?

832. При какой квалификации одно и то же вещество содержит больше примесей: «ч» или «ч.д.а.»? «ч.д.а.» или «х.ч.»?

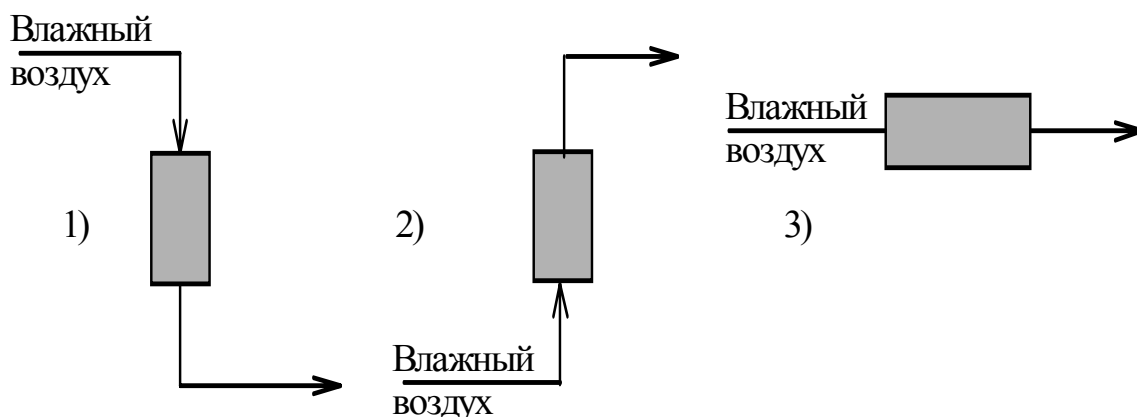
833. Какими способами очищают от примесей газы?

834. Для очистки газов от примесей их пропускают через колонки, заполненные твердыми поглотителями или через склянки с жидкими поглотителями примесей. Сколько колонок и склянок потребуется для очистки водорода от примесей кислорода, сероводорода и паров воды и какими поглотителями они будут заполнены?

835. Какими поглотителями или сорбентами можно очистить углекислый газ (CO_2) от примесей сернистого газа (SO_2) и паров воды?

836. Какими поглотителями или сорбентами можно очистить аммиак от примесей CO_2 и паров H_2O ?

837. Рассмотрите схемы трех колонок для осушки воздуха фосфорным ангидридом. На какой колонне осушка будет наиболее полной?



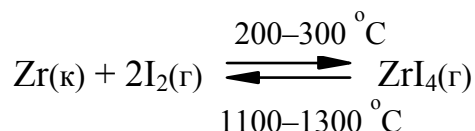
838. Какими способами очищают воду от взвешенных и от растворимых примесей?

839. Как очищают от примесей твердые, но растворимые в воде вещества, например соли?

840. Какими способами очищают от примесей металлы?

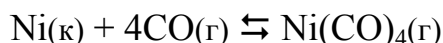
841. Медь очищают от примесей электролизом. Опишите этот процесс. Что происходит при этом с примесями цинка и серебра?

842. Приведено уравнение обратимой реакции



Почему эта и подобная ей реакции используются для получения металлов высокой чистоты? Как называется метод очистки с помощью таких реакций?

843. Приведено уравнение обратимой реакции:



Как называется получаемое соединение? Почему эта и подобные ей реакции используются для получения металлов высокой чистоты? Как называется метод очистки с помощью таких реакций?

844. Кремний, германий и ряд других веществ особой чистоты получают методом зонной плавки. Опишите этот метод, на каком физико-химическом явлении он основан?

845. На каких физико-химических явлениях основаны адсорбционные методы получения особо чистых веществ и методы ионного обмена? Приведите примеры использования этих методов.

Глава 6.4. Качественный анализ

Классификация катионов и анионов на аналитические группы. Характерные качественные реакции на отдельные наиболее распространенные катионы и анионы.

846. Что используется в качественном анализе для обнаружения элементов или ионов, находящихся в анализируемом веществе? Приведите примеры.

847. На какое число аналитических групп классифицируются катионы, какие катионы входят в каждую группу, с помощью каких групповых реактивов можно разделять катионы на группы? Почему нет группового реактива на катионы шестой аналитической группы?

848. На какое число аналитических групп классифицируются анионы, какие анионы входят в каждую группу, с помощью каких групповых реактивов можно разделять анионы на группы?

849. Объясните действие групповых реактивов – HCl и H₂SO₄ – на катионы первой и второй аналитических групп, напишите ионные уравнения реакций.

850. Объясните действие группового реактива гидроксида натрия на катионы третьей и четвертой аналитических групп, напишите уравнения реакций в ионном виде.

851. Объясните действие группового реактива аммиака на катионы пятой аналитической группы, напишите уравнения реакций в ионном виде.

852. Объясните действие групповых реактивов – BaCl₂ и AgNO₃ – на анионы первой и второй аналитических групп, напишите уравнения реакций в ионном виде. Почему нет общего реактива на анионы третьей аналитической группы?

853. При добавлении к анализируемому раствору соляной кислоты образуется белый осадок, растворяющийся в аммиаке. Какой ион присутствует в растворе? Напишите уравнения реакций.

854. При добавлении к анализируемому раствору соляной кислоты образуется белый осадок, растворяющийся в горячей воде. Какой ион присутствует в растворе? Напишите уравнение реакции.

855. Какой из катионов третьей аналитической группы обнаруживается по образованию в щелочной среде осадка, растворяющегося при добавлении бромной воды и нагревании? Напишите уравнения реакций.

856. Какой катион третьей аналитической группы обнаруживается с помощью окислительно-восстановительной реакции в щелочной среде, где окислителем является соль висмута (III)? Напишите уравнение соответствующей реакции.

857. С помощью каких специфических реакций можно обнаружить в растворе катионы Fe²⁺? Напишите уравнения этих реакций.

858. С помощью каких специфических реакций можно обнаружить в растворе катионы Fe³⁺? Напишите уравнения этих реакций.

859. Какой ион можно обнаружить в растворе с помощью комплексного соединения $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$? Напишите уравнение соответствующей реакции. Как называется этот реактив?

860. Какой ион можно обнаружить в растворе с помощью однозамещенной кислой калиевой соли ортосурьмяной кислоты? Напишите уравнение соответствующей реакции.

Глава 6.5. Химия воды и водоподготовка

Строение молекул воды. Свойства воды. Состав природных вод. Процессы водоподготовки. Жесткость воды и ее устранение.

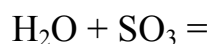
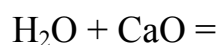
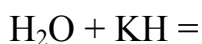
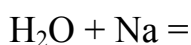
861. Опишите состав и строение молекулы воды. Чему равны в ней массовые доли водорода и кислорода? Каков механизм образования химических связей в молекуле H_2O ? Почему она полярная, чему равен ее дипольный момент?

862. Почему вода плавится и кипит при более высокой температуре, чем ее аналог сероводород? Почему вода в твердом состоянии (лед) имеет меньшую плотность, чем в жидком? Какое значение имеет эта аномалия для жизни на Земле?

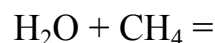
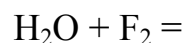
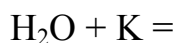
863. Чем отличается от обычной воды тяжелая вода? Насколько она распространена в природе? Как ее получают в промышленности?

864. Почему вода способна растворять очень многие вещества? Почему растворение веществ в воде сопровождается тепловыми и другими явлениями, характерными для химических реакций?

865. Опишите химические свойства воды, напишите продукты реакций:



866. Опишите химические свойства воды, напишите продукты реакций:



867. При растворении многих веществ в воде происходит их гидролиз. Напишите уравнения гидролиза данных веществ: ZnCl_2 , Na_2CO_3 , Al_2S_3 , SiCl_4 .

868. Охарактеризуйте состав природных вод. С какой целью производится водоподготовка природных вод, и из каких основных операций она состоит?

869. Как в процессе водоподготовки производится ее осветление и обескремнивание?

870. Почему нежелательно присутствие кислорода в воде, используемой для технических целей? Какими методами производится удаление кислорода и других растворенных газов из воды?

871. Присутствие каких примесей в воде придает ей жесткость? В чем состоит различие между временной и постоянной жесткостью? Какими методами производится удаление из воды солей жесткости?

872. В каких единицах измеряется жесткость воды? При кипячении 200 мл воды, содержащей гидрокарбонат кальция, выпал осадок массой 3,2 мг. Чему равна жесткость воды?

873. Чему равна временная жесткость воды, если на реакцию с гидрокарбонатом, содержащимся в 100 мл этой воды, потребовалось 4,7 мл децинормального раствора соляной кислоты?

874. Какую массу соды требуется добавить к 1 м^3 воды для устранения общей жесткости, равной 5,3 мг-экв/л?

875. Чему приблизительно равно общее солесодержание природных вод – пресных и соленых? Опишите химический и ионный методы обессоливания природных вод.

Глава 6.6. Общие свойства металлов

Положение металлов в Периодической системе. Химическая связь в металлах. Ряд напряжений и свойства металлов. Получение и применение металлов.

876. Где проходит граница между металлами и неметаллами в Периодической системе? Как и почему изменяются металлические свойства химических элементов в периодах и в группах?

877. По каким признакам металлы подразделяются на легкие и тяжелые, тугоплавкие и легкоплавкие, на активные, средней активности и малоактивные? Приведите примеры металлов: самого легкого, самого тяжелого, наиболее и наименее активного, с самой низкой и самой высокой температурой плавления.

878. На какие три вида подразделяются металлические сплавы, как идентифицируется каждый вид сплава?

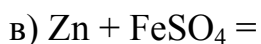
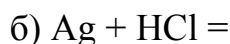
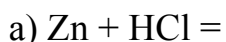
879. В чем состоит главное и наиболее общее химическое свойство металлов? Объяснение иллюстрируйте уравнениями реакций.

880. Почему атомы металлов (сравнительно с неметаллами) легко отдают валентные электроны, переходят в положительно заряженные ионы и являются восстановителями? Приведите примеры реакций металлов с неметаллами, водой, щелочами, кислотами и солями.

881. При реакции с водой одновалентного металла массой 15,6 г выделилось 4,48 л газа (н. у.). Определите, какой это металл.

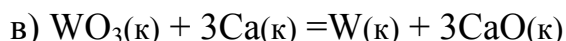
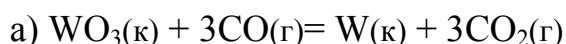
882. По какому признаку составлен электрохимический ряд напряжений металлов? Приведите этот ряд и опишите его свойства.

883. Напишите продукты возможных реакций, объясните возможность их протекания:

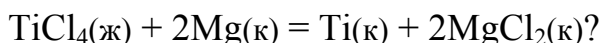


884. Приведите примеры получения металлов пирометаллургическим и гидрометаллургическим методами, напишите уравнения соответствующих реакций.

885. Рассчитайте, какие из приведенных реакций могут происходить при стандартных условиях и при 1000 °С:



886. Рассчитайте, возможно ли получение титана из его хлорида при стандартных условиях по реакции



887. Приведите примеры получения металлов гидрометаллургическим и электрометаллургическим методами.

888. Опишите способы рафинирования (очистки от примесей) металлов: перегонка в вакууме, зонная плавка, терморазложение летучих соединений, электролиз. Приведите примеры.

889. Опишите и объясните общие физические свойства металлов.

890. Электро- и теплопроводность металлов объясняется зонной теорией. Объясните этой теорией отличие металлов от полупроводников и изоляторов.

Глава 6.7. Взаимодействие металлов с водой, кислотами, щелочами и растворами солей

Общие закономерности и конкретные примеры взаимодействия металлов с водой, наиболее распространёнными кислотами, щелочами и растворами солей

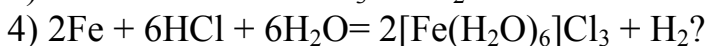
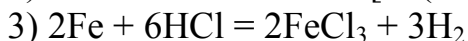
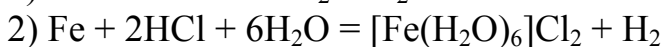
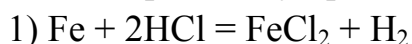
Взаимодействие металлов с водой и с разбавленными и концентрированными кислотами. Реакции металлов со щелочами и растворами солей.

891. Почему с водой могут вступать в химическое взаимодействие только те металлы, которые в ряду напряжений расположены левее кадмия? Напишите уравнения реакций с водой калия, бария и железа.

892. Почему магний взаимодействует с горячей водой, но не взаимодействует с холодной? Почему алюминий не взаимодействует ни с холодной, ни с горячей водой?

893. Почему с соляной и серной кислотами при стандартных условиях взаимодействуют только те металлы, которые в ряду напряжений расположены до водорода? Почему свинец не взаимодействует с разбавленными HCl и H₂SO₄, но взаимодействует с их концентрированными растворами? Напишите уравнения реакций.

894. Какое уравнение взаимодействия железа с соляной кислотой соответствует наиболее вероятному протеканию реакции:



895. Почему при взаимодействии металлов с концентрированной серной кислотой образуется смесь продуктов её восстановления? Какие вещества входят в эту смесь? Напишите уравнения возможных реакций цинка с концентрированной серной кислотой и укажите среди них наиболее вероятную.

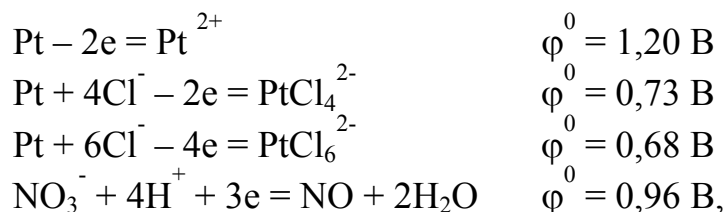
896. Какую массу меди необходимо загрузить в аппарат Киппа для получения 33,6 л (при н. у.) оксида серы (IV), если концентрированная серная кислота в реакции с медью восстанавливается только до SO_2 ?

897. Опишите закономерности взаимодействия металлов с азотной кислотой. Напишите уравнения всех возможных реакций магния с азотной кислотой и укажите среди них наиболее вероятную.

898. Какая масса кальция взаимодействует с одним литром азотной кислоты (массовая доля HNO_3 равна 4 %, а плотность раствора $\rho = 1,02$), если азотная кислота в этой реакции восстанавливается максимально?

899. Вольфрамовые спирали для электроламп изготавливают так: сначала тонкую вольфрамовую нить наматывают на молибденовую проволоку, а затем молибден «растворяют». Чем его «растворяют»?

900. При взаимодействии платины с «царской водкой» наблюдается выделение оксида азота (II), а окисление платины возможно до ионов Pt^{2+} , PtCl_4^{2-} или PtCl_6^{2-} . Исходя из потенциалов полуреакций:



напишите уравнение наиболее вероятной реакции.

901. С помощью какой смеси кислот переводят в растворимые соединения металлы (W, Nb, Ta), не взаимодействующие с «царской водкой»? Напишите уравнения реакций.

902. Известно, что со щелочами взаимодействуют амфотерные металлы. Объясните амфотерность металлов. Напишите уравнения реакций хрома и цинка с раствором и расплавом гидроксида натрия.

903. Пористый никелевый катализатор («никель Ренея») получают сплавлением никеля с алюминием, после чего сплав обрабатывают раствором щелочи. Какой объём 30%-го раствора NaOH ($\rho = 1,33$) требуется для обработки одного килограмма сплава, содержащего 40 % никеля?

904. Напишите продукты возможных реакций металлов с растворами солей:



905. В каком случае реакция металла с солью невозможна, но возможна с продуктами гидролиза соли:



Напишите уравнения реакций гидролиза соли, взаимодействия металла с продуктом гидролиза и суммарное уравнение.

Глава 6.8. Химия и экология

Атмосферные загрязнения. Озоновый слой в атмосфере. Кислотные дожди. Опасная "тройка металлов". Круговорот химических элементов в природе. Способы кардинального решения экологических проблем.

906. В результате каких химических процессов в верхних слоях атмосферы образуется озоновый слой? Какое значение для Земли имеет этот слой?

907. Какие атмосферные загрязнения вызывают разрушение защитного озонового слоя Земли? Как взаимодействует озон с фреонами, оксидами азота, оксидом углерода (II)?

908. Почему непрерывно возрастает содержание углекислого газа в атмосфере? Почему для нашей планеты опасно накопление в воздухе этого газа?

909. Что является причиной неуклонного возрастания содержания угарного газа (CO) в атмосфере? Чем опасно это вещество? Почему окисление этого вещества до углекислого газа происходит в атмосфере крайне медленно?

910. Какое соединение серы, выбрасываемое в атмосферу в огромных количествах, нарушает экологическое равновесие в природе? Какие производства выбрасывают в атмосферу наибольшее количество этого вещества?

911. Почему сернистый газ, выбрасываемый в атмосферу, пагубно действует на металлы и строительные конструкции? Почему он снижает продуктивность сельхозкультур и уменьшает количество рыбы в озёрах и реках?

912. Какова причина выпадения «кислотных дождей»? Чем опасны кислотные дожди?

913. Какие три металла наиболее опасны для человека и окружающей среды, что является источником загрязнения этими металлами почвы, воды и воздуха?

914. Как происходит круговорот азота в природе?

915. Как происходит круговорот кислорода в природе?

916. Как происходит круговорот углерода в природе?

917. Как происходит круговорот серы в природе?

918. Как происходит круговорот фосфора в природе?

919. Решение каких общих проблем, связанных с производством химических веществ, способствует оздоровлению окружающей среды?

920. Решение каких экологических проблем учёные связывают с переходом человечества на водородную энергетику? В чём состоит сущность водородной энергетики?

Ответы

Раздел 1. Основные понятия и законы химии

40. $2,99 \cdot 10^{-26}$ кг; $1,06 \cdot 10^{14}$ лет. 41. $7,5 \cdot 10^{16}$ лет. 44. а) 0,5 моль; б) 100 моль; в) 5 моль. 45. а) 10 моль; б) 2000 моль; в) 1 моль. 46. а) 0,1 моль; б) 1 моль; в) 5 моль. 47. а) 2 кг; б) 0,585 кг; в) 3,4 кг. 48. а) 200 г; б) 55,84 г; в) 19,7 г; 49. 1215 г; 1598 г; 15,8 г; 50. В гидроксиде калия больше, чем в гидроксиде натрия, в 1,4 раза. 51. В серной кислоте больше, чем в азотной кислоте, в 1,56 раз. 52. Соотношение количеств и числа молекул водорода, азота и углекислого газа одинаково и равно 1:0,07:0,045. 53. 70 г и 140 г. 54. 12,7 кг. 55. 111,1 моль, $6,69 \cdot 10^{25}$ молекул. 56. S₈. 57. P₄. 58. O₃. 59. Na₂CO₃·10H₂O. 60. FeSO₄·7H₂O. 63. R = 62364 (мл·мм. рт. ст)/моль·К = 62,4 (л·мм рт. ст)/моль·К = 0,082 (л·атм)/моль·К. 65. 58 г/моль. 66. 30,4 г/моль. 67. 16,9 г. 68. 1205 м³. 69. 337 К. 70. 380 кПа. 72. 463,8 л. 73. 73,7 л. 74. 79048,1 Па (азот), 21153,7 Па (кислород), 94,1 Па (аргон), 30,4 Па (CO₂). 75. 37,5 % (NO) и 62,5 % (NO₂). 76. Парциальное давление 57,6 кПа (CH₄), 67,2 кПа (H₂), 21,6 кПа (CO); общее давление смеси 146,4 кПа. 77. 0,107 л. 78. 214,8 мл, 19,2 мг. 80. 5,6 л. 81. 25 г. 82. 64 г/моль. 83. 440 г, 224 л. 84. а) 28; б) 28 г/моль; в) $4,65 \cdot 10^{-26}$ кг. 85. а) 1:1; б) 14:1. 87. 2,445; 0,875. 88. 58 г/моль. 89. S₈. 90. 50 % (N₂) и 50 % (O₂). 125. Fe 126. SnO₂ 127. TiO₂ 128. 9 и 27. 129. CuO 130. CaH₂. 131. Cu₂O и CuO. 132. PbO и PbO₂. 133. ClF, ClF₃, ClF₅, ClF₇. 134. As₂S₃ и As₂S₅. 135. Иод. 136. 12 и 16. 137. Sn. 138. Ni. 139. Mo, 0,063 %. 140. W. 141. Zn. 142. В. 147. 40. 148. 72. 149. Кислая. 150. Двухосновная. 211. 77,7 % и 22,3 %; 70 % и 30 %. 212. 24,7 %, 34,8 %, 40,5 %. 213. 82,35 % и 17,65 %; 87,5 % и 12,5 %. 214. 32,3 % Na + 22,5 % S + 45,2 % O. 215. 12,72 % K, 22,61 % S, 18,37 % Cr, 46,30 % O. 216. H₂O₂. 217. As₄O₆. 218. B₂H₆. 219. C₂H₆. 220. C₂H₂ и C₆H₆. 221. 5000 моль; 500 кг. 222. 224 л. 223. 801 г. 224. 0,8 г, 1,7 г. 225. 0,7 кг. 226. KOH; 1,12 г. 227. Щелочная. 228. 10,7 г; NH₃; 0,6 г. 229. 0,08 моль; 0,12 моль. 230. 24,4 л. 231. 3 кг. 232. 1320 кг. 233. 5 м³. 234. 72 %. 235. 10 %. 236. 10,3 %. 237. 94,6 % 238. 13,8 %. 239. 78,6 %. 240. 10 г.

Раздел 2. Строение вещества

253. 984,2 кДж; 1259,7 кДж. 281. 32; 118 – аналог радона. 289. 500,76 кДж/моль; 13,08 эВ/атом.

Раздел 3. Закономерности химических реакций

411. -296,96 кДж/моль. 412. 286,0 кДж/моль. 413. -1217,6 кДж/моль; 0,25 %. 414. 1 моль и 27 г алюминия; 0,75 моль и 16,8 л кислорода. 415. 3177,5 кДж. 416. 227 кДж. 418. -126,56 кДж/моль.

419. -170 кДж/моль. **420.** $-188,8$ кДж/моль. **421.** $-88,6$ кДж.
422. $-233,6$ кДж. **423.** -1238 кДж/моль. **424.** -852 кДж/моль.
425. $-104,15$ кДж. **426.** $2005,3$ кДж. **427.** $-890,2$ кДж; 39741 кДж.
428. $-810,1$ кДж; 16887 кДж. **429.** $-44,7$ кДж; $810,1$ кДж. **430.** $-365,4$
кДж; выделяется 2687 кДж. **431.** -416 кДж; выделяется $18571,4$ кДж.
432. $-517,7$ кДж; 23112 кДж. **433.** $-12955,6$ кДж; 56055 кДж.
434. $-1415,3$ кДж; 30767 кДж. **435.** $65,8$ кДж; поглощается $365,5$ кДж.
436. $177,4$ кДж; 794000 кДж. **437.** $1868,9$ кДж. **438.** $52,9$ кДж.
439. 635 кДж. **440.** $22374,2$ кДж/м³. **458.** Выше 7030 К. **459.** При стан-
дартной температуре более вероятна вторая реакция, а при 1000 К –
первая. **460.** Вторая. **461.** Первое. **467.** Выше 7000 К. **476.** Увеличивается
в четыре (а), два (б) и в восемь (в) раз. **477.** Увеличивается в 27 (а), 9 (б)
и 3 (в) раза. **478.** Увеличивается в 16 (а), 16 (б), и 64 (в) раза. **479.** Слож-
ная; увеличивается в 4 (а), 2 (б) и 8 (в) раз. **480.** Сложная; увеличивается
в 9 раз. **485.** Увеличится в 2 раза. **486.** $88,9 \cdot 10^{-3}$ моль⁻¹ · с⁻¹. **487.** $3,2 \cdot 10^{-4}$.
488. Уменьшится в 6 раз. **489.** Увеличится в 243 раза. **490.** Скорость ре-
акции и константа скорости увеличатся в 81 раз. **491.** На 67 град.
492. $2,6$. **493.** $2,6$. **494.** 56 град. **495.** $94,7$ кДж/моль. **496.** $191,3$ кДж/моль.
497. 2700 . **498.** Увеличивается в $3,7$ и в $1,14$ раз. **499.** Увеличивается в
 $8,64 \cdot 10^{13}$ раз. **500.** Увеличивается в $1,3 \cdot 10^{13}$ раз. **507.** $0,0073$; 5 моль/л
(N₂); 15 моль/л (H₂). **508.** 20 ; $1,4$ моль/л (CO); $1,5$ моль/л (Cl₂).
509. $0,02$ моль/л (CO); $0,02$ моль/л (H₂); $0,01$ моль/л (H₂O); $0,25$ (кон-
станта равновесия). **510.** $0,02$ моль/л (CO) и $0,04$ моль/л (CO₂). **511.** H₂ –
 36 %, Br₂ – 16 %, HBr – 48 %. **512.** $0,16$. **513.** $0,0173$ моль/л; 86 %.
514. $1,962$ моль; $98,1$ %. **515.** 22 %. **516.** $4,86$ %. **517.** В равновесной сме-
си содержится по $0,25$ моль каждого газа; объемное содержание каждо-
го газа 25 %. **518.** $99,76$ %. **525.** $1,8 \cdot 10^{13}$ (при 300 К); $1,6 \cdot 10^5$ (при 1000 К).
526. $0,6$ (при 0 °С); $71,4$ (при 100 °С). **527.** $1,2 \cdot 10^{-46}$ (при 500 К); $2,3 \cdot 10^{-21}$
(при 1000 К). **528.** $9,6 \cdot 10^{-17}$ (при 300 К); $1,8 \cdot 10^{-3}$ (при 1000 К). **529.** $0,077$
(при 500 К); $1,23$ (при 1000 К). **530.** 46 %.

Раздел 4. Растворы

531. $8,4$ л H₂O и $5,6$ кг КОН. **532.** $914,4$. **533.** $211,7$ л (HCl) и 805 мл
(H₂O). **534.** 4 М; 8 н. **535.** $68,4$ г; $0,6$ М. **536.** $403,2$ л. **537.** $6,63$ г; 1 л.
538. 1 . **539.** а) $3,7 \cdot 10^{-3}$; б) $4,9 \cdot 10^{-3}$; в) $0,38$. **540.** Вода – $0,98$; глюкоза –
 $0,02$; **541.** $25,5$ %. **542.** $5,8$; $6,3$; $0,32$. **543.** C_М = C_{эж} = $7,0$ н.; C_м = $9,0$;
T = $0,44$; C_N = $0,14$. **544.** $2,6$. **545.** $12,5$ %. **546.** $8,57$ %. **547.** 150 г.
548. 2488 мл. **549.** 5 кг. **550.** 16 %. **551.** 20 мл; 230 мл. **552.** 17 мл; 983 мл.
553. $0,2$ н. **554.** 200 мл. **555.** 40 . **556.** 594 мл. **557.** 550 мл; CO₂; 25 л.
558. 362 мл; NH₄Cl; 240 г. **559.** 13 М; 26 н.; $1,276$. **560.** $27,9$ г.

561. 15,3 кДж/моль. **562.** -42,4 кДж/моль. **563.** -94,75 кДж/моль.
564. -80,1 кДж/моль. **565.** 12 г. **566.** 35 г. **567.** 1,1 г. **568.** 82,5.
569. 24,0 %. **570.** 21,0 г; 36,0 г. **571.** 133г. **572.** 88 г. **573.** 386, 246 и 140 г.
574. 0,41 %. **575.** 587,2 кПа. **576.** 100738 Па. **577.** Понизится до
8141,93 Па. **578.** 32,4. **579.** 2,3 моль. **580.** -13,4 °С. **581.** 100,32 °С. **582.**
58. **583.** 180. **584.** 2. **585.** 8. **586.** -7,6 °С. **587.** 0,5 кг. **588.** 292179,6 Па; 2,9
атм. **589.** 292,5 К. **590.** C₆H₁₄O₆. **605.** 2,2·10⁻³ %; 1,0022. **606.** 1,764·10⁻⁵.
607. 5·10⁻¹⁰; HCN. **608.** 36 %; 0,077 %. **609.** В 10 раз. **610.** 1,8; 80 %.
611 76 %. **612** 73 %. **613** 75 %. 614. На 2 иона. **623.** а) 4 и 10; б) 11 и 3;
в) 2 и 12; г) 6,7 и 7,3; д) 2,3 и 11,7. **624.** а) 6,3·10⁻⁴ и 1,6·10⁻¹¹; б) 1,6·10⁻⁶ и
6·10⁻⁹; в) 7,9·10⁻¹⁰ и 1,3·10⁻⁵; г) 4·10⁻¹² и 2,5·10⁻³ моль/л. **625.** 12,7; 1,3.
626. 0,086; 13,914. **627.** 2,9; 11,1. **628.** 11,1; 2,9. **629.** 1,3. **631.** 6,5·10⁻²⁰.
632. 2,7·10⁻¹⁰. **633.** 1,8·10⁻⁴ моль/л. 3,15·10⁻³. **634.** 7,3·10⁻⁶ и 1,5·10⁻⁵
моль/л. **635.** 18630 м³. **636.** 6,7·10³ л. **637.** Да. **638.** Да. **639.** [Pb²⁺]:[Ba²⁺] =
217:1. **640.** BaCrO₄; 1,5·10⁻⁵ моль/л. **675.** 3,1·10⁻⁵; 1,8 %. **676.** 8,1·10⁻⁷;
0,20 %. **677.** 1,4·10⁻¹¹; 3,8·10⁻⁴ %; 1,2·10⁻² %; 8,6. **678.** 2,1·10⁻⁴; 2,2·10⁻⁸;
1,4 %; 1,5·10⁻² %; 12,1. **679.** 1,6·10⁻⁷; 6,25·10⁻¹³; 0,04 %; 7,9·10⁻⁵ %; 10,6.
680. 1,4·10⁻¹¹; 1,2·10⁻³ %; 8,1.

Раздел 5. Электрохимические процессы

687. 1,69 В. **688.** 1,45 В. **689.** 0,47 В. **690.** 1,5 В. **716.** 1,57 В.
717. 2,45 В. **718.** 0,33 В. **719.** 0,82 В. **720.** 0,60 В. **721.** 1,17 В. **722.** 0,89 В.
723. 2,57 В. **724.** 0,70 В. **725.** 3,84 В. **726.** 4,73 В. **730.** 0,118 В.
731. 0,05 В. **734.** 80 %. **735.** 1,66·10⁻². **736.** 1,7·10⁻¹⁰. **737.** -610 кДж/моль.
738. 1026. **739.** 0,9 М. **749.** 3,29·10⁻⁴; 1,12·10⁻³; 4,15·10⁻⁴. **751.** 256 г. **752.**
303 г. **753.** 73 г. **754.** 32 г. **755.** 5,7 А; 32,5 г. **756.** 224 л (H₂); 112 л (O₂).
757. 11,2 л (H₂); 5,6л (O₂). **758.** 49 г; H₂; 2 г; 22,4 л. **759.** 127 г (Cu);
56 г (Fe); 10,8 г (H₂). **760.** Sn. **761.** SnCl₄. **762.** Bi. **763.** 48,8. **764.** 2058.
765. 6 ч 42 мин 5 с. **766.** 15,3 ч. **767.** 30,3 с. **800.** 15 суток.

Раздел 6. Специальные вопросы химии

802. 1,41. **872.** 12,9 мэкв/л. **873.** 4,7 мэкв/л. **874.** 5,3 г. **881.** Калий.
885. При стандартных условиях возможна реакция в, а при 1000 К – все
реакции. **886.** Да. **896.** 95,25 г. **898.** 10,36 г. **903.** 7,52 л.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Раздел 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ХИМИИ.....	5
Глава 1.1. Простейшие химические понятия и химическая символика.....	5
Глава 1.2. Атомная, молекулярная и молярная масса.....	8
Глава 1.3. Основные газовые законы в химии.....	10
Глава 1.4. Валентность и составление формул веществ.....	13
Глава 1.5. Эквиваленты и закон эквивалентов.....	16
Глава 1.6. Основные классы неорганических веществ.....	19
Глава 1.7. Типы химических реакций. Составление уравнений реакций.....	22
Глава 1.8. Стехиометрические расчёты.....	25
Раздел 2. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА.....	28
Глава 2.1. Строение атомов химических элементов.....	28
Глава 2.2. Периодический закон и Периодическая система элементов Д.И. Менделеева.....	30
Глава 2.3. Химическая связь и строение молекул.....	33
§ 1. Типы и основные характеристики химической связи....	33
§ 2. Объяснение ковалентной связи методом ВС.....	34
§ 3. Объяснение ковалентной связи методом МО.....	35
§ 4. Теория гибридизации и метод ОЭПВО.....	36
§ 5. Ковалентная полярная, ионная и металлическая связь	37
Глава 2.4. Межмолекулярное взаимодействие. Агрегатное состояние вещества.....	39
Глава 2.5. Комплексные соединения. Химическая связь в комплексах.....	42
РАЗДЕЛ 3. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ	46
Глава 3.1. Энтальпия и тепловой эффект реакции.....	46
Глава 3.2. Направление химических реакций.....	49
Глава 3.3. Скорость химических реакций.....	53
Глава 3.4. Химическое равновесие.....	58
Раздел 4. РАСТВОРЫ.....	63
Глава 4.1. Способы выражения концентрации растворов.....	63
Глава 4.2. Закономерности растворения. Растворимость. Свойства растворов неэлектролитов.....	66
Глава 4.3. Растворы электролитов.....	69

Глава 4.4. Равновесия и обменные реакции в растворах электролитов	72
Глава 4.5. Гидролиз солей.....	75
Раздел 5. Электрохимические процессы.....	78
Глава 5.1. Окислительно-восстановительные и электродные потенциалы.....	78
Глава 5.2. Химические источники электроэнергии.....	81
Глава 5.3. Электролиз.....	84
Глава 5.4. Коррозия металлов.....	87
Раздел 6. Специальные вопросы химии	90
Глава 6.1. Новые классы неорганических веществ.....	90
Глава 6.2. Природные неорганические соединения (минералы)	91
Глава 6.3. Способы очистки веществ.....	93
Глава 6.4. Качественный анализ.....	94
Глава 6.5. Химия воды и водоподготовка.....	96
Глава 6.6. Общие свойства металлов.....	97
Глава 6.7. Взаимодействие металлов с водой, кислотами, щелочами и растворами солей.....	99
Глава 6.8. Химия и экология.....	101
Ответы.....	103

Николай Федорович Стась
Владимир Николаевич Лисецкий

Задачи, упражнения и вопросы по общей химии

Учебное пособие

Редактор О.Н. Свинцова

Подписано к печати 26.02.07. Формат 60x84/16. Бумага офсетная.

Печать RISO. Усл. печ. л. 6,05 .Уч.-изд. л. 5,47

Тираж 300 экз. Заказ № Цена свободная

Издательство ТПУ. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.