

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение дисциплины «Химия» предполагает формирование у студентов базовых знаний и представлений о химической природе веществ, свойствах веществ с акцентированием роли химических свойств и законов при формировании комплекса природоохранных мероприятий; навыков практического применения полученных знаний; овладение методами выполнения расчетов материальных балансов химических реакций, основными методами исследования состава и свойств веществ; приобретение навыков обращения со специальной литературой, поиска сведений и данных в библиотечных и информационно-коммуникационных электронных ресурсах; формирование мотивации к самостоятельному повышению уровня профессиональных навыков. В процессе изучения дисциплины студенты выполняют ряд лабораторных работ, которые составляют основу их практической подготовки. Выполняют домашние задания, являющиеся одной из основных форм репродуктивной самостоятельной работы студента. Программой учебной дисциплины «Химия» студентами специальности «Горное дело» предусмотрено выполнение двух домашних заданий, из которых домашнее задание № 1 относится к разделам «Основные классы неорганических соединений. Номенклатура», «Основные понятия и законы химии», «Строение атома», а домашнее задание № 2 – к разделам «Растворы», «Окислительно-восстановительные реакции», «Химическая термодинамика».

Самостоятельная работа направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, а также выработку навыков самостоятельного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

В методических указаниях описываются действия, которые необходимо выполнить студенту в рамках самостоятельной работы, в том числе при подготовке к лабораторным работам и решении домашних заданий.

Решение и защита домашних заданий №№ 1 и 2, как и выполнение лабораторных работ, является одним из обязательных этапов для получения студентом допуска к контрольному мероприятию – экзамену.

Приведены общие и методические указания к решению домашних заданий, условия задач и примеры решения типичных задач.

### **ЗАДАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ**

Самостоятельная работа – обязательная и неотъемлемая часть учебной работы студента, направленная на:

- систематизацию, закрепление, углубление и расширение полученных теоретических знаний и практических умений;
- формирование умений использовать различные информационные источники: нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, творческой инициативы, ответственности и организованности;
- развитие исследовательских умений.

Самостоятельная работа по дисциплине «Химия» включает подготовку к лабораторным работам, изучение дополнительных материалов, выполнение домашних заданий.

### **Подготовка к лабораторным работам**

Основная цель лабораторных занятий – связать теоретические знания с практической деятельностью, развить навыки самостоятельной работы и применения теоретических знаний для решения практических задач, в частности, приобрести навыки обработки различных видов информации, в том числе с использованием компьютерной техники; углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой; обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

При подготовке к лабораторным работам необходимо ознакомиться с методическими указаниями и уяснить:

- цель работы;
- используемое оборудование и реактивы;

- содержание работы;
- правила техники безопасности;
- порядок выполнения работы;
- результаты, которые должны быть получены в процессе выполнения работы;
- обработку результатов эксперимента;
- требования к отчету по работе.

Результат выполненной лабораторной работы оформляется в виде отчета, который защищается у преподавателя. При защите лабораторной работы студент помимо всего перечисленного выше должен владеть теоретическим материалом по разделу, к которому относится работа. Без этого лабораторная работа не может быть засчитана как защищенная.

Отчет должен содержать:

- титульный лист с указанием темы работы;
- цель работы;
- ход эксперимента;
- экспериментальные данные;
- обработку экспериментальных данных;
- вывод.

Титульный лист работы набирается на компьютере. Сам отчет выполняется вручную на одной стороне листа формата А4. При наличии чертежей они выполняются карандашом на миллиметровой бумаге и вклеиваются. Все листы скрепляются степлером. При наличии у преподавателя замечаний по отчету студент выполняет работу над ошибками и соответствующие листы прикрепляет в конце отчета.

### **Самостоятельное изучение дополнительных материалов**

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все тео-

ретические положения, математические зависимости и их выводы, а также принципы составления уравнений реакций. Рекомендуется вникать в сущность того или иного вопроса, но не пытаться запомнить отдельные факты и явления. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений, способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий химии, новые незнакомые термины и названия, формулы и уравнения реакций, математические зависимости и их выводы и т.п. Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги и к глоссарию (словарю терминов). Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к экзамену.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач. Решение задач – один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала.

**Тематика разделов дисциплины, рекомендуемая к изучению и контрольные вопросы для самопроверки:**

**Раздел 1. Предмет, основные понятия и законы химии**

1. Что такое наука «химия»?
2. Сформулируйте основные положения атомно-молекулярного учения.
3. Что такое атомы?
4. Определите простое и сложное вещество.
5. Дайте определение химического элемента.
6. Что называется веществом?

7. Охарактеризуйте немолекулярные и молекулярные вещества.

8. Что такое относительная атомная масса?
9. Что такое относительная молекулярная масса?
10. Как может быть определена молярная масса для газов?
11. Сформулируйте закон сохранения массы.
12. Дайте определение понятия эквивалента.
13. Что такое моль?
14. Сформулируйте закон простых объемных отношений.
15. Запишите уравнение состояния идеального газа для

1 моль вещества.

16. Сформулируйте закон Дальтона.
17. Что такое парциальное давление компонента газовой смеси?

18. Сформулируйте закон Амаго.
19. Что такое эквивалент?
20. Сформулируйте закон эквивалентов.

## **Раздел 2. Строение атома**

1. Дайте формулировку атомной частицы.  
2. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро атома марганца?

3. Какие нуклиды известны?
3. Что такое изотопы?
4. Что такое электрон?
5. Сформулируйте принцип неопределенности.
6. Запишите уравнение де Бройля.
7. Каков физический смысл волновой функции?
8. Что называется орбиталью?
9. Какое квантовое число определяет ориентацию АО в пространстве?

10. Что определяет главное квантовое число?
11. Что такое спиновое квантовое число?
12. Сформулируйте принцип Паули.
13. Каково максимальное число электронов на d-подуровне?

14. Каково максимальное число электронов на каждом уровне?
15. Сформулируйте правило Хунда.
16. Что такое шкала энергии?
17. Что такое электронная формула?
18. Что такое электронно-графическая формула?
19. Какие элементы относятся к  $f$ -электронному семейству?
20. Какие подуровни являются валентными у атомных частиц  $d$ -элементов?

### **Раздел 3. Периодический закон и Периодическая система элементов Д.И. Менделеева**

1. Дайте современную формулировку периодического закона.
2. Чем является периодическая система элементов?
3. Дайте определение периода.
4. Что называется группой?
5. Сформулируйте физический смысл номера периода.
6. В чем состоит физический смысл номера группы?
7. Что такое подгруппа?
8. Сколько подгрупп входит в группу?
9. Из каких элементов состоят В-группы?
10. Что такое степень окисления?
11. Поясните понятия высшей и низшей степеней окисления.
12. Что называется атомным радиусом?
13. Дайте определение энергии ионизации.
14. Что называется сродством к электрону?
15. Сформулируйте определение электроотрицательности по Л. Полингу.
16. Что такое кислотно-основные свойства веществ?
17. Что такое восстановительная способность элемента и как она изменяется в периоде по мере увеличения заряда ядра атома?
18. Сколько существует неметаллов?
19. Дайте определение оксидов.
20. Что называется кислотой?

#### **Раздел 4. Химическая связь**

1. Что такое химическая связь?
2. Сформулируйте условие образования химической связи.
3. Какие основные типы химической связи существуют?
4. Рассмотрите механизм образования молекулы водорода по Гейтлеру и Лондону.
5. Что такое ковалентная связь?
6. Сформулируйте основные положения метода валентных связей.
7. Рассмотрите принцип написания формул Льюиса.
8. Что такое ординарная связь?
9. Какая связь называется кратной? Чему равна кратность связи?
10. Какая связь называется гомеопольярной ковалентной?
11. Какая связь называется гетеропольярной ковалентной?
12. Какое явление называется поляризацией связи?
13. Чем характеризуется ковалентная связь?
14. Что такое ионная связь?
15. Укажите характерные особенности ионной связи.
16. Что такое металлическая связь?
17. Характеризуется ли металлическая связь направленностью и насыщенностью?
18. Сформулируйте основные положения метода валентных связей.
19. Что такое гибридизация?
20. Чему равно общее число гибридных орбиталей?

#### **Раздел 5. Основы химической термодинамики**

1. Дайте определение химической термодинамики.
2. Определите термодинамическую систему.
3. Какие системы известны по характеру их взаимодействия с окружающей средой?
4. Дайте определение гомогенным и гетерогенным системам.
5. Что такое фаза?
6. Что называется термодинамическими параметрами?
7. Определите функции состояния и функции процесса.

8. Что такое теплота и работа?
9. Как может быть представлена энергия любого вида?
10. Дайте определение теплового эффекта химической реакции.
11. Определите эндо- и экзотермические реакции.
12. Что понимается под внутренней энергией системы?
13. Как называется энергия расширенной системы?
14. Сформулируйте закон Гесса.
15. Что составляет теоретическую основу термохимии?
16. За счет изменения каких функций состояния и при каких условиях возникает энергетический эффект химического процесса?
17. Сформулируйте первое следствие из закона Гесса.
18. Что такое энтальпия образования вещества (частицы)?
19. Сформулируйте второе следствие из закона Гесса.
20. Что такое теплота сгорания вещества?

### **Раздел 6. Химическое равновесие**

1. Чем характеризуется истинное равновесие системы?
2. Какие реакции называются обратимыми?
3. Что относится к внешним параметрам равновесия?
4. Дайте определение константы равновесия.
5. Что не входит в выражение для  $K_c$  для гомогенных реакций в растворе?
6. Что не входит в выражение для  $K_c$  для гетерогенных реакций?
7. В чем измеряется  $K_c$  при выражении молярных концентраций реагентов в моль/л?
8. От чего зависит значение  $K_c$ ?
9. Какими способами обычно выражают константу равновесия идеальных систем?
10. Сформулируйте закон действующих масс.
11. Что такое состояние равновесия?
12. Что такое положение равновесия?
13. Что необходимо для перевода системы из одного состояния равновесия в другое?
14. Что называется смещением химического равновесия?



15. Когда говорят о смещении равновесия вправо?
16. Когда говорят о смещении равновесия влево?
17. Сформулируйте принцип Ле Шателье – Брауна.
18. Как влияет изменение температуры извне на смещение равновесия?
19. Равновесие каких реакций смещает изменение общего давления (посредством изменения объема системы)?
20. Как влияет на смещение равновесия изменение количества вещества реагентов извне?

### **Раздел 7. Основы химической кинетики**

1. Что изучает химическая кинетика?
2. Сформулируйте необходимое условие протекания любой химической реакции.
3. Какие химические реакции являются гомогенными, а какие гетерогенными?
4. Дайте определение скорости химической реакции.
5. В каких случаях скорость реакции совпадает с ее скоростью по одному из компонентов?
6. Что такое кинетические кривые?
7. Сформулируйте закон действующих масс Гульдберга и Вааге.
8. Чему численно равна константа скорости реакции при концентрациях всех реагентов, равных единице?
9. От каких факторов зависит константа скорости реакции?
10. Чему равны показатели степени в кинетическом уравнении простой и сложной реакций?
11. Сформулируйте основной закон кинетики.
12. Что такое молекулярность реакции?
13. Что такое порядок реакции?
14. Чему может быть равен общий порядок простой и сложной реакций?
15. Сформулируйте закон общего давления.
16. Для каких реакций молекулярность и порядок совпадают?

17. В каких основных случаях имеет место несовпадение молекулярности и порядка реакции?
18. Сформулируйте правило Вант-Гоффа.
19. Приведите уравнение Аррениуса в экспоненциальной форме.
20. Что такое катализ?
21. Как называется отрицательный катализ?
22. Сопоставьте энергии активации реакции при каталитическом, некаталитическом процессах и при ингибировании.

### **Раздел 8. Растворы**

1. Дайте определение раствора.
2. Какие теории растворов известны?
3. Что такое массовый коэффициент растворимости?
4. Опишите способы выражения концентрации растворов.
5. Дайте определения электролита в широком и узком смыслах.
6. Сформулируйте основные положения теории электролитической диссоциации.
7. От чего зависит характер диссоциации разбавленных водных растворов?
8. Запишите выражения закона разведения Оствальда.
9. Имеет ли физический смысл понятие константы диссоциации для сильных электролитов? Ответ поясните.
10. Дайте определение коллигативных свойств.
11. Какие свойства растворов относятся к коллигативным?
12. Что такое изотонический коэффициент Вант-Гоффа?
13. В чем различие между математическими выражениями коллигативных свойств для растворов неэлектролитов и электролитов?
14. Что позволяют определить криоскопический и эбулиоскопический методы?
15. Что такое осмотическое давление?
16. Дайте определение водородного показателя.
17. Что такое гидролиз соли?
18. Что такое степень гидролиза?

19. При каком характере гидролиза соли он характеризуется константой гидролиза.

20. От чего зависит реакция среды при обратимом гидролизе по обоим ионам?

21. Какие растворы называются буферными?

22. Что такое буферность?

23. Дайте определение буферной емкости.

24. Что такое произведение растворимости?

25. Запишите общее математическое выражение для произведения растворимости.

### **Раздел 9. Окислительно-восстановительные реакции**

1. Дайте определение ОВР.

2. На какие полуреакции может быть условно разбита окислительно-восстановительная реакция?

3. Что такое окисление?

4. Что такое восстановление?

5. Что такое окислитель?

6. Что такое восстановитель?

7. Какие степени окисления вам известны?

8. Что такое низшая степень окисления?

9. Что такое высшая степень окисления?

10. Что такое промежуточная степень окисления?

11. Сформулируйте правила определения степеней окисления.

12. Чему равна степень окисления в одноатомном ионе?

13. Рассмотрите алгоритм определения стехиометрических коэффициентов в уравнении ОВР методом электронного баланса.

14. Укажите типы ОВР?

15. Дайте определение межмолекулярных ОВР и приведите их примеры.

16. Дайте определение внутримолекулярных ОВР и приведите их примеры.

17. Дайте определение реакций дисмутации и приведите их примеры.

18. Дайте определение реакций конмутации и приведите их примеры.

19. Дайте определение межмолекулярных реакций конпропорционирования.

20. Дайте определение внутримолекулярных реакций конпропорционирования.

#### **Раздел 10. Основы электрохимии**

1. Что такое электрохимия?

2. Что такое электрохимические реакции?

3. Где совершаются электрохимические реакции, и с чем они связаны?

4. Что является предметом электрохимии?

5. Из каких частей состоят все электрохимические системы?

6. Рассмотрите химический источник тока.

7. Рассмотрите электролизер.

8. Что такое электрод?

9. Дайте определение ионно-металлического электрода.

10. Рассмотрите сольватационную теорию электродного потенциала.

11. Что такое стандартный электродный потенциал?

12. Чему численно равен стандартный электродный потенциал?

13. Как можно получить электрохимический ряд активностей металлов?

14. Дайте определение электролиза.

15. Сформулируйте законы Фарадея.

16. Дайте определение коррозии.

17. Какая коррозия называется химической?

18. Определите электрохимическую коррозию.

19. От чего зависит характер катодного процесса при электрохимической коррозии?

20. Рассмотрите методы защиты от коррозии.

## **Общие и методические указания к решению домашних заданий**

### **Общие указания**

К решению домашних заданий следует приступать только после усвоения текста лекций и теоретического материала.

Домашние задания оформляются от руки на листах формата А4 с одной стороны, которые скрепляются степлером. Компьютерный набор выполняется только для титульного листа.

При оформлении домашних заданий следует выполнять следующие правила:

- все задачи должны строго соответствовать номеру варианта, выданному преподавателем;
- номер варианта, номер задания и номер задачи должны быть указаны;
- задачи должны располагаться строго в порядке, приведенном в задании;
- условия задач должны быть переписаны полностью, причем не в общем виде, как это дано в условиях задач, а применительно к решаемому варианту;
- должен быть выполнен весь комплект каждого домашнего задания.

Выполненное домашнее задание следует сдать на проверку преподавателю не позднее указанного им срока. Получив проверенное домашнее задание, студенту следует выполнить работу над ошибками (если они имеются). Работа над ошибками выполняется на дополнительных листах формата А4, которые прикрепляются в конце проверенного домашнего задания. Внесение исправлений в текст проверенного домашнего задания не допускается. После отсутствия у преподавателя замечаний по выполнению домашнего задания следует его защита.

## Методические указания

Часто причинами неверного решения задач являются неумение студентов правильно оценивать погрешности вычислений и незнание ими основных правил приближенных вычислений. Недопустимы как слишком грубое округление приближенных чисел, так и проведение вычислений с точностью большей, чем та, которую допускают данные задачи.

Разница между приближенным числом  $a$  и его точным значением  $x$  называется абсолютной погрешностью  $\Delta a = a - x$ , а отношение  $\frac{\Delta a}{a} = \delta a$  – относительной погрешностью этой приближенной величины.

Относительную погрешность часто выражают в процентах.

Приближенные числа записывают таким образом, чтобы абсолютная погрешность не превышала половины единицы разряда последней цифры приближенного числа. Например, запись  $a = 2,42 \cdot 10^5$  означает, что  $|\Delta a| \leq 0,005 \cdot 10^5$  и  $a = (2,42 \pm 0,005) \cdot 10^5$ .

Исходя из сказанного, при округлении чисел лишние или неверные знаки надо отбрасывать, причем если отбрасываемая цифра больше чем 4, то последняя сохраняемая увеличивается на единицу. Например,  $298,2 \approx 298$ , но  $0,758 \approx 0,76$ . Если отбрасываемая часть состоит только из одной цифры 5, то округление обычно делается так, чтобы последняя цифра осталась четной:  $4,265 \approx 4,26$  и  $4,255 \approx 4,26$ .

Отсюда следует также, что нельзя  $a = 2,42 \cdot 10^5$  записать в виде  $a = 242000$ , так как последняя запись означала бы, что  $|\Delta a| \leq 0,5$ , тогда как в нашем примере  $|\Delta a| \leq 500$ . С другой стороны, например, если рассчитанное значение величины  $a$  оказалось равным 327,003, но известно, что  $|\Delta a| \leq 0,05$ , то последние два знака являются лишними и, значит,  $a = 327,0$ . При этом следует понимать, что отбросить и нуль, записав  $a = 327$ , нельзя, так как это означало бы, что  $|\Delta a| \leq 0,5$ .

При выполнении вычислений надо руководствоваться перечисленными ниже правилами.

а) При сложении и вычитании приближенных чисел в результате следует сохранять столько знаков, сколько их в приближенном данном с наименьшим числом десятичных знаков<sup>1</sup>. Если некоторые слагаемые приближенной суммы имеют больше десятичных знаков, чем другие, то их предварительно следует округлить, сохраняя только одну лишнюю цифру. Например,  $3,30 - 0,07 + 0,0078 + 0,05106 \approx 3,30 - 0,07 + 0,08 + 0,051 \approx 3,29$ .

б) При умножении и делении в результате следует сохранять столько значащих цифр<sup>2</sup>, сколько их имеет приближенное данное с наименьшим числом значащих цифр. Если некоторые данные имеют больше значащих цифр, чем другие, то их предварительно следует округлить, сохраняя только одну лишнюю цифру. Например,  $\frac{1,652}{0,12 \cdot 10^{-3}} \approx \frac{1,65}{0,12 \cdot 10^{-3}} \approx 1,4 \cdot 10^4$ .

в) При вычислении промежуточных результатов следует брать одной цифрой больше, чем рекомендуют правила, приведенные в пп. а, б. При этом в окончательном результате эта «запасная цифра» отбрасывается. Например,  $\frac{1}{298} - \frac{1}{320} \approx 3,356 \cdot 10^{-3} - 3,125 \cdot 10^{-3} \approx 0,231 \cdot 10^{-3}$ , и этот промежуточный результат следует использовать в дальнейших расчетах, в то время как окончательный результат в этом случае равен  $0,23 \cdot 10^{-3}$ .

г) При выполнении расчетов, в которых точность около 1 % является вполне достаточной, логарифмы приближенных чисел должны содержать три десятичных знака (например,  $\lg a = 13,126$ ;  $\lg b = 0,732$ ;  $\lg c = -0,003$ ).

---

<sup>1</sup> «Десятичными знаками» числа называются те цифры, которые расположены справа от знака дроби. Например, в числе 0,043 – три десятичных знака, а в числе 273,2 – один десятичный знак.

<sup>2</sup> «Значащими цифрами» числа называются все его цифры, кроме нулей, расположенных левее первой его цифры, отличной от нуля. Например, в числе 0,043 – две значащие цифры, в числе 0,0430 – три, в числе 273,2 – четыре, в числе 50 – две.

**УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДОМАШНЕГО  
ЗАДАНИЯ № 1**

**Основные классы неорганических  
соединений. Номенклатура**

**Задание I**

По названию вещества, приведенного в таблице, написать его формулу.

*Таблица к заданию I*

Задача	Название вещества	Задача	Название вещества
1	Азотистая кислота	46	Метафосфат натрия
2	Азотная кислота	47	Метафосфорная кислота
3	Ацетат гидроксоцинца(II)	48	Молибдат аммония
4	Ацетат натрия	49	Молибденовая кислота
5	Ацетат свинца(II)	50	Нитрат бария
6	Бромид алюминия	51	Нитрат гидроксокобальта(II)
7	Бромид кобальта(II)	52	Нитрат гидроксохрома(III)
8	Бромноватая кислота	53	Нитрат кобальта(III)
9	Бромноватистая кислота	54	Нитрат свинца(IV)
10	Бромоводородная кислота	55	Нитрит калия
11	Висмутат натрия	56	Нитрит магния
12	Вольфрамат цезия	57	Оксалат аммония
13	Вольфрамовая кислота	58	Ортоборат калия
14	Метагерманат кальция	59	Ортосиликат алюминия
15	Гидрокарбонат калия	60	Ортофосфат бария
16	Гидрокарбонат кальция	61	Ортофосфат гидроксоталлия(III)
17	Гидроксид алюминия	62	Ортофосфат дигидроксохрома(III)
18	Гидросульфат лития	63	Перманганат калия
19	Гидросульфат марганца(II)	64	Перманганат магния
20	Гидросульфид натрия	65	Перманганат натрия
21	Гидросульфит лития	66	Перхлорат лития
22	Гидротеллурид калия	67	Селенат лития
23	Гидроортофосфат цинка(II)	68	Селеноводородная кислота
24	Гидродихромат калия	69	Сернистая кислота
25	Гипобромит стронция	70	Сульфат аммония



*Окончание таблицы к заданию I*

Задача	Название вещества	Задача	Название вещества
26	Гипоидит магния	71	Сульфат бария
27	Гипохлорит кальция	72	Сульфат гидроксожелеза(III)
28	Дисерная кислота	73	Сульфат дигидроксохрома(III)
29	Дифосфорная кислота	74	Сульфат железа(III)
30	Дихромовая кислота	75	Сульфат свинца(IV)
31	Дисульфат аммония	76	Сульфид свинца(II)
32	Дифосфат кальция	77	Тиокарбонат натрия
33	Дихромат аммония	78	Тиосульфат калия
34	Дихромат алюминия	79	Тиоугольная кислота
35	Иодат бария	80	Тритиоугольная кислота
36	Иодид гидроксоцинца(II)	81	Угольная кислота
37	Иодид кобальта(II)	82	Уксусная кислота
38	Иодная кислота	83	Фтороводородная кислота
39	Иодноватая кислота	84	Хлорат кальция
40	Иодноватистая кислота	85	Хлорид железа(III)
41	Карбонат гидроксомагния	86	Хлорит железа(II)
42	Карбонат гидроксомеди(II)	87	Хлорит калия
43	Метаалюминат натрия	88	Хлорная кислота
44	Метаборат натрия	89	Хлорноватистая кислота
45	Метафосфат дигидроксохрома(III)	90	Хромат гидроксоцинца(II)

**Задание II**

Назвать соединения, формулы которых приведены в таблице.

*Таблица к заданию II*

Задача	Формула соединения	Задача	Формула соединения	Задача	Формула соединения
91	$Al(OH)_3$	121	$[Cr(OH)_2]_2SO_4$	151	$K_2CrO_4$
92	$AlOHSO_4$	122	$[Cr(OH)_2]_3PO_4$	152	$K_2Cr_2O_7$

Продолжение таблицы к заданию II

Задача	Формула соединения	Задача	Формула соединения	Задача	Формула соединения
93	$\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$	123	$\text{Cr}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$	153	$\text{K}_3\text{BO}_3$
94	$\text{AlBr}_3$	124	$\text{CrCl}_3$	154	$\text{KClO}_2$
95	$\text{BaCrO}_4$	125	$\text{CrOHSO}_4$	155	$\text{KCN}$
96	$\text{BaCr}_2\text{O}_7$	126	$\text{CrOH}(\text{NO}_3)_2$	156	$\text{KHTe}$
97	$\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2$	127	$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$	157	$\text{K}_2\text{MnO}_4$
98	$\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$	128	$\text{CuCl}_2$	158	$\text{KMnO}_4$
99	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	129	$\text{Fe}(\text{ClO}_2)_2$	159	$\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$
100	$\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$	130	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	160	$\text{Li}_2\text{SeO}_4$
101	$\text{BaSO}_3$	131	$\text{Fe}(\text{HCO}_3)_3$	161	$\text{LiHSO}_4$
102	$\text{BaSO}_4$	132	$\text{FeOHSO}_4$	162	$(\text{MgOH})_2\text{CO}_3$
103	$\text{BiCl}_3$	133	$[\text{Fe}(\text{OH})_2]_2\text{SO}_4$	163	$\text{Mg}(\text{IO})_2$
104	$\text{Ca}(\text{BiO}_3)_2$	134	$\text{H}_2\text{CrO}_4$	164	$\text{MgMnO}_4$
105	$\text{Ca}(\text{ClO})_2$	135	$\text{H}_2\text{CO}_2\text{S}$	165	$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
106	$\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$	136	$\text{H}_2\text{Se}$	166	$\text{NaAlSiO}_4$
107	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	137	$\text{H}_2\text{SO}_3\text{S}$	167	$\text{NaMnO}_4$
108	$\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$	138	$\text{H}_2\text{SO}_3$	168	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$
109	$\text{CaOHCl}$	139	$\text{H}_2\text{SO}_4$	169	$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
110	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	140	$\text{H}_2\text{WO}_4$	170	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
111	$\text{CaC}_2\text{O}_4$	141	$\text{HClO}$	171	$\text{PbOHI}$
112	$\text{CaCrO}_4$	142	$\text{HClO}_3$	172	$\text{PbS}$
113	$\text{CaTe}$	143	$\text{HClO}_4$	173	$\text{Sn}(\text{NO}_3)_4$
114	$(\text{CdOH})_3\text{PO}_4$	144	$\text{HF}$	174	$\text{SnCl}_2$
115	$\text{CdI}_2$	145	$\text{HIO}_3$	175	$\text{SbONO}_3$

*Окончание таблицы к заданию II*

Задача	Формула соединения	Задача	Формула соединения	Задача	Формула соединения
116	$\text{Cd}(\text{HS})_2$	146	$\text{HNO}_2$	176	$\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$
117	$\text{Co}(\text{NO}_3)_3$	147	$\text{HPO}_3$	177	$(\text{ZnOH})_2\text{CrO}_4$
118	$\text{CoBr}_2$	148	$\text{H}_3\text{PO}_4$	178	$\text{ZnCl}_2$
119	$\text{CoI}_2$	149	$\text{HgSO}_4$	179	$\text{Zn}(\text{HSO}_4)_2$
120	$\text{CoTe}$	150	$\text{K}_2\text{CO}_3$	180	$\text{ZrOCl}_2$

**Задание III**

Написать в молекулярной, ионно-молекулярной и краткой ионно-молекулярной формах уравнения реакций между реагентами, приведенными в таблице.

*Таблица к заданию III*

Задача	Реагенты
181	Нитрат свинца(II) + иодид калия
182	Сульфид калия + серная кислота
183	Карбонат калия + хлороводородная кислота
184	Сульфат меди(II)+гидроксид натрия
185	Карбонат кальция + хлороводородная кислота
186	Сульфит натрия + серная кислота
187	Бромид алюминия + нитрат серебра(I)
188	Сульфид натрия + серная кислота
189	Сульфид железа(II) + хлороводородная кислота
190	Формиат калия + азотная кислота
191	Хлорид аммония + гидроксид кальция
192	Хлороводородная кислота + гидроксид бария
193	Фтороводородная кислота + гидроксид калия
194	Гидроксид железа(III) + азотная кислота
195	Уксусная кислота + гидроксид аммония
196	Азотистая кислота + гидроксид аммония
197	Сероводородная кислота + гидроксид аммония
198	Гидрокарбонат натрия + хлороводородная кислота

Окончание таблицы к заданию III

Задача	Реагенты
199	Хлорид железа(III) + гидроксид калия
200	Ацетат свинца(II) + сульфат натрия
201	Нитрат цинка(II) + избыток гидроксида натрия
202	Нитрат цинка(II) + гидроксид натрия
203	Гидроксид кальция + оксид углерода(IV)
204	Нитрат бария + сульфат натрия
205	Хлорид бария + сульфат алюминия
206	Нитрат свинца(II) + сульфат железа(III)
207	Сульфат хрома(III) + гидроксид аммония
208	Карбонат натрия + ортофосфорная кислота
209	Нитрит дигидроксовисмута(III) + азотная кислота
210	Сульфид магния + хлороводородная кислота

Задание IV

Составить молекулярные уравнения реакций, которым соответствуют ионно-молекулярные уравнения, приведенные в таблице.

Таблица к заданию IV

Задача	Ионно-молекулярные уравнения реакций	Задача	Ионно-молекулярные уравнения реакций
211	$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$	226	$Fe(OH)_3 + 3H^+ \rightarrow Fe^{3+} + 3H_2O$
212	$Pb^{2+} + S^{2-} \rightarrow PbS \downarrow$	227	$Cd^{2+} + 2OH^- \rightarrow Cd(OH)_2 \downarrow$
213	$ClO^- + H^+ \rightarrow HClO$	228	$H^+ + NO_2^- \rightarrow HNO_2$
214	$CO_3^{2-} + 2H^+ \rightarrow CO_2 + H_2O$	229	$Zn^{2+} + H_2S \rightarrow ZnS \downarrow + 2H^+$
215	$CH_3COOH + OH^- \rightarrow$ $\rightarrow CH_3COO^- + H_2O$	230	$Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl \downarrow$
216	$SO_3^{2-} + 2H^+ \rightarrow SO_2 \uparrow + H_2O$	231	$HCO_3^- + H^+ \rightarrow CO_2 \uparrow + H_2O$
217	$Pb^{2+} + CrO_4^{2-} \rightarrow PbCrO_4 \downarrow$	232	$Cu^{2+} + 2OH^- \rightarrow Cu(OH)_2 \downarrow$
218	$HCO_3^- + OH^- \rightarrow CO_3^{2-} + H_2O$	233	$Ag^+ + I^- \rightarrow AgI \downarrow$

Окончание таблицы к заданию IV

Задача	Ионно-молекулярные уравнения реакций	Задача	Ионно-молекулярные уравнения реакций
219	$\text{ZnOH}^+ + \text{H}^+ \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$	234	$\text{Sr}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{SrSO}_4 \downarrow$
220	$\text{Mg}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{MgCO}_3 \downarrow$	235	$\text{Sr}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{SrCO}_3 \downarrow$
221	$\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{CuS} \downarrow$	236	$2\text{Ag}^+ + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{SO}_4 \downarrow$
222	$\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow$	237	$\text{Ba}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow$
223	$\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$	238	$\text{Cd}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 \downarrow$
224	$\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{OH}^- \rightarrow [\text{Al}(\text{OH})_4]^-$	239	$\text{CuOH}^+ + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
225	$\text{Pb}^{2+} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{PbI}_2 \downarrow$	240	$\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_4\text{OH}$

Задание V

Закончить и уравнять уравнения реакций между реагентами, приведенными в таблице.

Таблица к заданию V

Задача	Реагенты	Задача	Реагенты
241	$\text{AgNO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$	286	$\text{H}_2\text{S} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$
242	$\text{AgNO}_3 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow$	287	$\text{HCOOK} + \text{HNO}_3 \rightarrow$
243	$\text{AgNO}_3 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow$	288	$\text{HF} + \text{KOH} \rightarrow$
244	$\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	289	$\text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
245	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{AgNO}_3 \rightarrow$	290	$\text{HNO}_2 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$
246	$\text{AlBr}_3 + \text{AgNO}_3 \rightarrow$	291	$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$
247	$\text{AlI}_3 + \text{AgNO}_3 \rightarrow$	292	$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
248	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow$	293	$\text{KHSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
249	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow$	294	$\text{KOH} + \text{HCN} \rightarrow$
250	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	295	$\text{KOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow$

Продолжение таблицы к заданию V

Задача	Реагенты	Задача	Реагенты
251	$\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow$	296	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + (\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow$
252	$\text{BaCl}_2 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow$	297	$\text{MgCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
253	$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow$	298	$\text{MgOHCl} + \text{HCl} \rightarrow$
254	$\text{BaCl}_2 + \text{CH}_3\text{COOAg} \rightarrow$	299	$\text{MnCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$
255	$\text{BiOH}(\text{NO}_3)_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$	300	$\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
256	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow$	301	$\text{Na}_2\text{S} + \text{NiSO}_4 \rightarrow$
257	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	302	$\text{Na}_2\text{S} + \text{CdSO}_4 \rightarrow$
258	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow$	303	$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
259	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow$	304	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$
260	$\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	305	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCO}_3 \rightarrow$
261	$\text{CaCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow$	306	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$
262	$\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$	307	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow$
263	$\text{CaCO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$	308	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$
264	$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$	309	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
265	$\text{CdCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$	310	$\text{Na}_3\text{PO}_4 + \text{HCl} \rightarrow$
266	$\text{CH}_3\text{COOAg} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$	311	$\text{NaHSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$
267	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$	312	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$
268	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$	313	$\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow$
269	$\text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	314	$\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
270	$\text{HCOOK} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	315	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$
271	$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} + \text{Na}_2\text{CrO}_4 \rightarrow$	316	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow$
272	$(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} + \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	317	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Sr}(\text{OH})_2 \rightarrow$
273	$\text{Gr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaOH} \rightarrow$	318	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$
274	$\text{Gr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$	319	$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 + \text{KOH} \rightarrow$
275	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$	320	$\text{NiSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \rightarrow$
276	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$	321	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow$

Окончание таблицы к заданию V

Задача	Реагенты	Задача	Реагенты
277	$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$	322	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4 \rightarrow$
278	$\text{CuSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$	323	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI} \rightarrow$
279	$\text{CuSO}_4 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$	324	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$
280	$\text{CuSO}_4 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$	325	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{NaCl} \rightarrow$
281	$\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$	326	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
282	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaOH} \rightarrow$	327	$\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
283	$\text{FeCl}_3 + \text{KOH} \rightarrow$	328	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{KOH} \rightarrow$
284	$\text{FeOHCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow$	329	$\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{NaOH}_{\text{изб}} \rightarrow$
285	$\text{FeS} + \text{HCl} \rightarrow$	330	$\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{NaOH} \rightarrow$

**Основные понятия и законы химии  
(задание VI)**

**Задача 331.** Состав минерала гематита выражается соотношением  $m_{\text{Fe}} : m_{\text{O}} = 7 : 3$ . Сколько граммов железа можно получить из 50 г этого минерала?

**Задача 332.** Криолит имеет состав  $\text{AlF}_3 \cdot 3\text{NaF}$ . Вычислить массовую долю фторида алюминия в криолите.

**Задача 333.** Дать название соединения  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  и рассчитать процентное содержание в нем хрома и оксида хрома(VI).

**Задача 334.** Для анализа хлорида меди и определения его количественного состава в раствор, содержащий 0,4 г хлорида меди, влили раствор нитрата серебра. Образовался осадок хлорида серебра массой 0,849 г. Определить количественный состав и вывести формулу хлорида меди.

**Задача 335.** После предварительной очистки боксита был получен безводный продукт, состоящий в основном из оксида алюминия, а также содержащий 0,3 % оксида кремния(IV) и 0,048 % оксида железа(III). Каково процентное содержание кремния и железа в данном продукте?

**Задача 336.** Сколько марганца можно выделить методом алюмотермии из 20 кг пиролюзита, содержащего 87 % оксида марганца (IV)?

**Задача 337.** Дать химическое название минерала карналлита ( $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) и рассчитать массовую долю хлора в нем.

**Задача 338.** Дать название соединения  $(\text{NiOH})_2\text{SO}_4$  и рассчитать массовую долю никеля в нем.

**Задача 339.** Дать химическое название минерала хризокolla ( $\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) и рассчитать процентное содержание меди в нем.

**Задача 340.** Составить формулу сульфата дигидроксожелеза(III) и рассчитать процентное содержание в нем оксида серы(VI).

**Задача 341.** Дать название соединения  $\text{KHSO}_4$  и найти процентное содержание оксида серы(VI) в нем.

**Задача 342.** Написать формулу сульфата железа(III) и рассчитать содержание железа в этом соединении.

**Задача 343.** Определить, сколько серебра и оксида серебра(I) можно получить из 10 кг хлорида серебра(I).

**Задача 344.** Вычислить содержание оксида меди(II) в соединении  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$  и дать название этого соединения.

**Задача 345.** Дать название соединения  $(\text{NiOH})_3\text{PO}_4$  и рассчитать процентное содержание никеля в нем.

**Задача 346.** Вещество состоит из углерода и серы. Для определения его количественного состава взято 0,3045 г этого вещества. Вся сера, содержавшаяся во взятой пробе, переведена в сульфат бария, масса которого 1,867 г. Найти количественный состав вещества и указать его формулу.

**Задача 347.** Бертолетова соль при нагревании разлагается на кислород и хлорид калия. Вычислить количественный состав бертолетовой соли и вывести ее формулу, если при разложении 1,02 г соли получено 0,62 г  $\text{KCl}$ .

**Задача 348.** При разложении некоторого количества вещества, состоящего из меди, углерода, кислорода и водорода, получено 1,432 г  $\text{CuO}$ , 0,396 г  $\text{CO}_2$  и 0,159 г воды. Найти количественный состав и формулу вещества.



**Задача 349.** При анализе образца железной руды массой 125 г в нем обнаружили 58 г магнетита ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). Вычислить массовую долю железа в образце руды.

**Задача 350.** Составить истинную формулу соединения, содержащего 1,59 % водорода, 22,21 % азота и кислород. Молярная масса соединения 63 г/моль.

**Задача 351.** Установить истинную формулу соединения, содержащего 3,03 % водорода, 31,62 % фосфора и кислород. Молярная масса соединения 98 г/моль.

**Задача 352.** Какова истинная формула соединения, содержащего 6,75 % водорода, 39,97 % углерода и кислород? Относительная плотность паров этого вещества по оксиду углерода(IV) равна 4,091.

**Задача 353.** Определить химическую формулу вещества, в состав которого входят пять массовых частей кальция и три массовых части углерода.

**Задача 354.** Вещество состоит из 32,8 % Na, 12,9 % Al, 54,3 % F. Записать формулу вещества.

**Задача 355.** При обжиге пирита выделяется газ, содержащий 40 % серы и 60 % кислорода и имеющий плотность по воздуху при н.у. 2,76. Установить формулу газа.

**Задача 356.** Алюмокалиевые квасцы содержат 8,23 % калия, 5,7 % алюминия, 13,5 % серы, 27,0 % кислорода и 45,5 % воды. Какова их формула?

**Задача 357.** При получении стали особенно нежелательны примеси серы и фосфора. Фосфор в стали содержится в виде кислородного соединения, содержащего 43,66 % фосфора и 56,34 % кислорода. Плотность данного соединения по воздуху в нормальных условиях 4,9. Вывести формулу данного кислородного соединения фосфора.

**Задача 358.** На завод доставлена руда, содержащая 696 т магнитного железняка. Из этой руды выплавляли 504 т железа. Записать формулу магнитного железняка, если известно, что он состоит только из железа и кислорода.

**Задача 359.** Найти формулу кристаллогидрата хлорида бария, зная, что 36,6 г соли при прокаливании теряют в массе 5,4 г.

**Задача 360.** Найти простейшую формулу вещества, содержащего (по массе) 43,4 % натрия, 11,3 % углерода и 45,3 % кислорода.

**Задача 361.** Вещество содержит (по массе) 40,21 % калия, 26,80 % хрома и 32,99 % кислорода. Найти его простейшую формулу.

**Задача 362.** Соединение содержит 46,15 % углерода. Остальное – азот. Плотность по воздуху равна 1,79. Найти истинную формулу соединения.

**Задача 363.** При полном сжигании 2,66 г некоторого вещества получилось 1,54 г  $\text{CO}_2$  и 4,48 г  $\text{SO}_2$ . Найти простейшую формулу вещества.

**Задача 364.** Найти формулу соединения бора с водородом, если при нормальных условиях масса 1 л этого газа равна массе 1 л азота, а содержание бора в веществе 78,2 %.

**Задача 365.** Соединение серы с фтором содержит 62,8 % S и 37,2 % F. Объем данного соединения в газообразной форме 118 мл, при 7 °С и 98,64 кПа, а его масса равна 0,51 г. Какова истинная формула соединения?

**Задача 366.** Найти формулу вещества, содержащего 85,71 % C и 14,29 % H, если плотность этого газа по воздуху равна 4,83.

**Задача 367.** Химическое соединение состоит (по массе) из 25,48 % меди, 12,82 % серы, 25,64 % кислорода и 36,06 % воды. Найти формулу соединения и назвать его.

**Задача 368.** Установить формулу газообразного вещества, содержащего (по массе) 20 % водорода и 80 % углерода, если его плотность по водороду 15.

**Задача 369.** В состав соединения входят углерод, водород и азот. Углерод составляет в нем 79,12 %. Масса азота, полученного из 0,546 г соединения, равна 0,084 г. Молярная масса вещества 182 г/моль. Вывести его истинную формулу.

**Задача 370.** Установить формулу кристаллогидрата, содержащего 8,11 % Al, 28,83 % O, 14,41 % S и 48,65 %  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Задача 371.** Какова формула вещества, содержащего 42,9 %  $\text{SiO}_2$  и 57,1 % MgO?

**Задача 372.** Определить формулу кристаллогидрата, содержащего 16,08 % Na, 4,2 % C, 16,78 % O и 62,94 %  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Задача 373.** Установить формулу кристаллогидрата, содержащего 16,08 % Na, 11,94 % S, 23,89 % O и 47 % H<sub>2</sub>O.

**Задача 374.** Вычислить молярную массу бензола, если 1,1 л его паров при 91 °С и 81313 Па имеет массу 2,31 г.

**Задача 375.** Масса 584 мл газа при 21 °С и нормальном атмосферном давлении равна 1,44 г. Вычислить молярную массу газа.

**Задача 376.** Масса 0,36 л паров вещества при 98 °С и 98,642 кПа равна 1,8 г. Вычислить молярную массу вещества.

**Задача 377.** Масса 454 мл газа при 44 °С и 97309 Па равна 1,19 г. Вычислить молярную массу газа.

**Задача 378.** Вычислить массу 1 м<sup>3</sup> воздуха при 37 °С и 83200 Па.

**Задача 379.** Вычислить объем, который занимает при 27 °С и 760 мм рт. ст. 1 кг воздуха.

**Задача 380.** Баллон емкостью 20 л содержит 3 кг кислорода. Вычислить давление в баллоне при 20 °С.

**Задача 381.** Вычислить, при каком давлении 5 кг азота займут объем 50 л, если температура равна 500 °С.

**Задача 382.** Колба емкостью 0,75 л, наполненная кислородом при 20 °С, имеет массу 132 г. Масса пустой колбы 130,79 г. Вычислить давление кислорода в колбе.

**Задача 383.** Стальной баллон для хранения сжатых газов содержит 64 кг кислорода. Определить массу оксида углерода(IV), которым наполнен такой же баллон при тех же условиях.

**Задача 384.** Некоторый газ собрали в закрытый цилиндр объемом 41 л при температуре 627 °С и давлении 1,2 атм. Масса газа, находящегося в цилиндре, 42,7 г. Найти молярную массу газа и определить, что это за газ, если в его состав входит сера.

**Задача 385.** Для анализа при 25 °С и 779 мм рт. ст. пробу газа отобрали в колбу емкостью 100 мл. Масса колбы с газом 16,392 г, масса пустой колбы 16,124 г. Определить молярную массу газа.

**Задача 386.** Колбу емкостью 232 мл заполнили некоторым газом при температуре 17 °С и давлении 752 мм рт. ст. Масса колбы увеличилась на 0,27 г. Вычислить молярную массу газа.

**Задача 387.** Для анализа состава газа был наполнен газометр емкостью 20 л при давлении 1,025 атм и температуре 17 °С. Масса газометра увеличилась на 10 г. Вычислить молярную массу газа.

**Задача 388.** Цилиндр емкостью 1 л наполнили газом при температуре 21 °С и давлении 1,05 атм. Масса газа, находящегося в цилиндре, 1,48 г. Вычислить молярную массу газа.

**Задача 389.** Установить, при какой температуре находится 0,2 г некоторого газа, занимающего объем 0,32 л, если давление газа 1,5 атм, а его плотность по воздуху 1,52.

**Задача 390.** Какова температура газа, если его давление составляет 30 атм, масса 1,5 кг, объем 170 л, плотность по воздуху 1,08?

**Задача 391.** При давлении 98,7 кПа и температуре 91 °С газ занимает объем 680 мл. Найти объем газа при нормальных условиях.

**Задача 392.** В баллоне находится газ при температуре 27 °С. Определить, какая часть газа останется в баллоне, если при открытом баллоне повысить температуру газа на 100 °С.

**Задача 393.** Давление газа в закрытом сосуде при 12 °С равно 100 кПа. Каким станет давление газа, если нагреть сосуд до 303 К?

**Задача 394.** Объем 0,111 г некоторого вещества 26 мл при 17 °С и 104 кПа. Вычислить молярную массу газа.

**Задача 395.** При –23 °С объем газа 8 л. При какой температуре объем газа станет равным 10 л, если давление оставить неизменным?

**Задача 396.** При 27 °С объем газа равен 600 мл. Какой объем газ займет при увеличении температуры на 30 К, если давление оставить неизменным?

**Задача 397.** Найти массу 1 м<sup>3</sup> воздуха при 17 °С и давлении 624 мм рт. ст.

**Задача 398.** Газ при 10 °С и давлении 960 гПа занимает объем 50 мл. При каком давлении газ будет занимать объем 10 мл, если его температура повысилась на 10 К?

**Задача 399.** Определить молярную массу органического вещества, зная, что 0,39 г его паров при температуре 87 °С и давлении 936 мм рт. ст. занимают объем 120 мл.

**Задача 400.** Вычислить массу  $3 \text{ м}^3$  кислорода при температуре  $27^\circ\text{C}$  и давлении  $780 \text{ мм рт. ст.}$

**Задача 401.** Вычислить массу кислорода, заполнившего газометр емкостью  $14,5 \text{ л}$  при температуре  $17^\circ\text{C}$  и давлении  $16 \text{ атм.}$

**Задача 402.** Определить молярную массу газа,  $0,96 \text{ г}$  которого занимают объем  $0,41 \text{ л}$  при температуре  $27^\circ\text{C}$  и давлении  $1,2 \text{ атм.}$

**Задача 403.** Сосуд емкостью  $5 \text{ л}$  содержит  $7 \text{ г}$  азота при  $273 \text{ К.}$  Определить давление газа. При какой температуре оно станет равным  $1 \text{ атм?}$

**Задача 404.** В сосуде емкостью  $15 \text{ л}$  находится  $21 \text{ г}$  азота при  $400 \text{ К.}$  Определить давление газа.

**Задача 405.** Определить массу  $1 \text{ л}$  газа при нормальных условиях, если плотность его по воздуху  $1,52.$

**Задача 406.** В сосуде емкостью  $15 \text{ л}$  находится  $21 \text{ г}$  азота при  $273 \text{ К.}$  Определить давление газа.

**Задача 407.** Масса  $1 \text{ л}$  некоторого газа при нормальных условиях  $2,86 \text{ г.}$  Определить молярную массу газа и его плотность по воздуху.

**Задача 408.** Масса  $2,8 \text{ л}$  газа при нормальных условиях составляет  $2 \text{ г.}$  Определить молярную массу газа и его плотность по воздуху.

**Задача 409.** Определить массу  $190 \text{ мл}$  паров бензола при температуре  $97^\circ\text{C}$  и давлении  $740 \text{ мм рт. ст.}$

**Задача 410.** Какой объем занимают  $4,2 \text{ г}$  азота при температуре  $16^\circ\text{C}$  и давлении  $771 \text{ мм рт. ст.}?$

**Задача 411.** Вычислить молярную массу неизвестного газа и его плотность по воздуху, зная, что масса  $0,5 \text{ л}$  этого газа при нормальных условиях  $0,5804 \text{ г.}$

**Задача 412.** Определить молярную массу эфира, зная, что масса  $312 \text{ мл}$  его паров при температуре  $47^\circ\text{C}$  и давлении  $1 \text{ атм}$  равна  $0,925 \text{ г.}$

**Задача 413.** Найти массу  $1 \text{ л}$  воздуха при температуре  $40^\circ\text{C}$  и давлении  $939 \text{ мм рт. ст.}$

**Задача 414.** Определить молярную массу вещества, если масса  $312 \text{ мл}$  его паров при температуре  $40^\circ\text{C}$  и давлении  $939 \text{ мм рт. ст.}$  равна  $1,79 \text{ г.}$

**Задача 415.** 52,5 г азота занимают при температуре 7 °С объем 41 л. Определить давление газа.

**Задача 416.** Определить молярную массу газа, 0,96 г которого занимают объем 0,41 л при температуре 27 °С и давлении 1,2 атм.

**Задача 417.** Вычислить массу кислорода, заполнившего газометр емкостью 14,5 л при температуре 17 °С и давлении 16 атм.

**Задача 418.** В закрытом сосуде емкостью 3 л смешаны 0,5 л азота и 2,5 л водорода. Их начальное давление равно 103,5 и 93,7 кПа соответственно. Определить парциальные давления газов и общее давление смеси.

**Задача 419.** Смешали 2 л оксида углерода(IV) ( $p_{\text{CO}_2} = 1$  атм) и 5,6 л азота ( $p_{\text{N}_2} = 96,9$  кПа). Каковы парциальные давления газов в смеси и общее ее давление?

**Задача 420.** Вычислить объемные доли (в процентах) неона и аргона в смеси, если их парциальные давления соответственно 203,4 и 24,6 кПа.

**Задача 421.** Вычислить объемные доли (в процентах) оксидов углерода(II) и (IV), парциальные давления которых соответственно 0,24 и 0,17 кПа.

**Задача 422.** В сосуде емкостью 6 л находится азот под давлением  $3 \cdot 10^6$  Па. После добавления кислорода давление смеси увеличилось до  $3,4 \cdot 10^6$  Па. Какова объемная доля кислорода в смеси?

**Задача 423.** В результате реакции 4,45 г металла с водородом образовалось 5,1 г гидроксида. Определить эквивалентную массу металла.

**Задача 424.** Для реакции 0,44 г металла с бромом потребовалось 3,91 г брома. Определить эквивалентную массу металла.

**Задача 425.** Определить эквивалентную массу двухвалентного металла и назвать его, если для полного сгорания 3,2 г металла потребовалось 0,26 л кислорода, измеренных при нормальных условиях.

**Задача 426.** При взаимодействии пластинки металла массой 10,2 г с раствором сульфата меди (II) масса пластинки увеличилась на 1,41 г. Вычислить эквивалентную массу металла.

**Задача 427.** В оксиде свинца содержится 7,14 % (по массе) кислорода. Определить эквивалентную массу свинца.

**Задача 428.** Вычислить эквивалентную массу металла, 2 г которого соединяются с 1,39 г серы или с 6,95 г брома.

**Задача 429.** Сколько литров водорода, приведенного к нормальным условиям, потребуется для восстановления 112 г оксида металла, содержащего 71,43 % металла? Какова эквивалентная масса металла?

**Задача 430.** Вычислить эквивалентную массу кислоты, если на нейтрализацию 0,234 г ее потребовалось 28,9 мл раствора гидроксида натрия концентрацией 0,1 моль/л.

**Задача 431.** Одним из способов получения металлов является восстановление их оксидов водородом. Рассчитать эквивалентную массу металла, если известно, что на восстановление 3,4 г оксида металла потребовалось столько водорода, сколько его выделяется при реакции 6,54 г цинка с кислотой.

**Задача 432.** Вычислить эквивалентную массу металла, если из 4,93 г хлорида металла по реакции с нитратом серебра получилось 8,61 г хлорида серебра.

**Задача 433.** Одной из операций при получении стали бессемеровским методом является соединение основных оксидов металлов с оксидом кремния(IV) по уравнению  $MnO + SiO_2 \rightarrow MnSiO_3$ . При использовании 100 г шлака, содержащего 25 % оксида кремния(IV), эквивалентная масса которого 15 г/моль, образовалось 109,2 г силиката марганца(II). Рассчитать эквивалентную массу силиката марганца.

**Задача 434.** Установлено, что 1,0 г некоторого металла соединяется с 8,89 г брома или с 1,78 г серы. Найти эквивалентные массы брома и металла, зная, что эквивалентная масса серы равна 16,0 г/моль.

**Задача 435.** Определить эквивалентную массу щелочи, зная, что 0,2 г ее взаимодействуют с 0,271 г хлорного железа, эквивалентная масса которого 54,08 г/моль.

**Задача 436.** При восстановлении 1,252 г оксида металла получено 1 г металла. Определить эквивалентные массы металла и его оксида.

**Задача 437.** При синтезе аммиака израсходовано 22,4 мл азота, приведенного к нормальным условиям. Сколько аммиака может быть при этом теоретически получено?

**Задача 438.** При сжигании 3 кг каменного угля получили 5,3 м<sup>3</sup> CO<sub>2</sub>, приведенного к нормальным условиям. Какова массовая доля углерода в данном образце каменного угля?

**Задача 439.** Какой объем воздуха, приведенного к нормальным условиям, потребуется для обжига пирита по реакции  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ , чтобы получить 1000 м<sup>3</sup> оксида серы(IV). Объемное содержание кислорода в воздухе 21 %.

**Задача 440.** Вычислить, какой объем воздуха, приведенного к нормальным условиям, потребуется для обжига 2 т пирита, содержащего 92 % FeS<sub>2</sub>. Объемное содержание кислорода в воздухе 21 %.

**Задача 441.** Какая масса раствора серной кислоты концентрацией 70 % потребуется для получения ортофосфорной кислоты из 200 кг фосфорита, содержащего 70 % Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, по реакции  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{CaSO}_4$ ?

**Задача 442.** Основной минерал, содержащий олово, – касситерит (SnO<sub>2</sub>). Металлическое олово из него получают восстановлением коксом. При этом выделяется оксид углерода(IV). Какой объем оксида углерода(IV) выделится при восстановлении 3,02 кг касситерита, если процесс вести при температуре 127 °С и давлении 1,5 атм?

**Задача 443.** При действии воды на карбид кальция образовалось 50 л ацетилена, измеренных при температуре 17 °С и давлении 1,5 атм. Какова масса полученного ацетилена?

**Задача 444.** Горячий KOH реагирует с хлором по реакции  $6\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ . Сколько KOH потребуется для взаимодействия с 0,8 л хлора при 7 °С и 98,64 кПа?

**Задача 445.** При прокаливании пирита (FeS<sub>2</sub>) массой 20 т был получен оксид серы(IV) объемом 7000 м<sup>3</sup>, приведенный к нормальным условиям. Определить чистоту пирита и объем воздуха,



необходимый для обжига пирита? Объемное содержание кислорода в воздухе 21 %.

**Задача 446.** Сколько граммов кальция вступило в реакцию с водой, если объем выделившегося водорода при 25 °С и 99,3 кПа равен 480 мл?

**Задача 447.** Порошок латуни (сплав меди с цинком) массой 10 г обработали избытком соляной кислоты и получили 1,3 л водорода, измеренного при 18 °С и 90000 Па. Каков процентный состав сплава?

**Задача 448.** В электрической печи из 20 кг технического оксида кальция было получено 16 кг карбида кальция по реакции:  $\text{CaO} + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO} \uparrow$ . Определить массовую долю примесей в оксиде кальция и теоретический объем CO при температуре 546 °С и давлении 101,3 кПа, а также массу необходимого для реакции углерода.

**Задача 449.** Для получения оксида магния из металлического магния потребовалось 5 л воздуха, измеренных при температуре 27 °С и давлении 1,3 атм. В воздухе содержится 21 % кислорода. Сколько оксида магния можно при этом получить?

**Задача 450.** Составить уравнение реакции горения сероуглерода и вычислить измеренный при 100 °С и 780 мм рт. ст. объем газообразных продуктов, которые получаются сжиганием 25 г  $\text{CS}_2$ .

## Строение атома

### Задание VII

Составить электронные и электронно-графические формулы атомов элементов, указанных в таблице, в основном состоянии и электронно-графические формулы во всех возможных возбужденных состояниях. Указать, к какому электронному семейству относятся эти элементы.

Таблица к заданию VII

Задача	Элемент	Задача	Элемент	Задача	Элемент	Задача	Элемент	Задача	Элемент
451	Li	465	In	479	Se	493	Y	507	Sg
452	Na	466	Tl	480	Te	494	La	508	Tc
453	Rb	467	C	481	Po	495	Ac	509	Re
454	Cs	468	Si	482	F	496	Ti	510	Bh
455	Fr	469	Ge	483	Cl	497	Zr	511	Fe
456	Be	470	Sn	484	I	498	Hf	512	Co
457	Mg	471	Pb	485	At	499	Rf	513	Ni
458	Ca	472	N	486	Cu	500	V	514	Ru
459	Sr	473	P	487	Ag	501	Nb	515	Rh
460	Ba	474	As	488	Au	502	Ta	516	Pd
461	Ra	475	Sb	489	Zn	503	Db	517	Os
462	B	476	Bi	490	Cd	504	Cr	518	Ir
463	Al	477	O	491	Hg	505	Mo	519	Pt
464	Ga	478	S	492	Sc	506	W	520	Hs

## Задание VIII

Составьте электронные и электронно-графические формулы ионов, указанных в таблице.

Таблица к заданию VIII

Задача	Ион	Задача	Ион	Задача	Ион	Задача	Ион	Задача	Ион
521	Li <sup>+</sup>	535	Sn <sup>4+</sup>	549	Te <sup>2-</sup>	563	Cu <sup>+</sup>	577	Mo <sup>2+</sup>
522	Na <sup>+</sup>	536	N <sup>3+</sup>	550	Te <sup>6+</sup>	564	Ag <sup>+</sup>	578	Mo <sup>3+</sup>
523	K <sup>+</sup>	537	N <sup>3-</sup>	551	Po <sup>6+</sup>	565	Zn <sup>2+</sup>	579	Mo <sup>6+</sup>
524	Mg <sup>2+</sup>	538	N <sup>5+</sup>	552	Po <sup>4+</sup>	566	Cd <sup>2+</sup>	580	W <sup>6+</sup>
525	Ca <sup>2+</sup>	539	P <sup>3+</sup>	553	F <sup>-</sup>	567	Sc <sup>3+</sup>	581	W <sup>3+</sup>
526	Ba <sup>2+</sup>	540	P <sup>3-</sup>	554	Cl <sup>-</sup>	568	Y <sup>3+</sup>	582	Mn <sup>2+</sup>

Окончание таблицы к заданию VIII

Задача	Ион	Задача	Ион	Задача	Ион	Задача	Ион	Задача	Ион
527	Al <sup>3+</sup>	541	As <sup>5+</sup>	555	Cl <sup>+</sup>	569	La <sup>3+</sup>	583	Mn <sup>3+</sup>
528	Ga <sup>3+</sup>	542	As <sup>3+</sup>	556	Cl <sup>3+</sup>	570	Ti <sup>4+</sup>	584	Mn <sup>4+</sup>
529	In <sup>3+</sup>	543	Sb <sup>3+</sup>	557	Cl <sup>5+</sup>	571	Zr <sup>4+</sup>	585	Mn <sup>6+</sup>
530	C <sup>4+</sup>	544	Sb <sup>3-</sup>	558	Cl <sup>7+</sup>	572	V <sup>3+</sup>	586	Mn <sup>7+</sup>
531	C <sup>4-</sup>	545	Bi <sup>3+</sup>	559	Br <sup>+</sup>	573	V <sup>5+</sup>	587	Fe <sup>2+</sup>
532	Si <sup>4+</sup>	546	O <sup>2-</sup>	560	Br <sup>-</sup>	574	Nb <sup>3+</sup>	588	Fe <sup>3+</sup>
533	Si <sup>4-</sup>	547	S <sup>4+</sup>	561	I <sup>7+</sup>	575	Cr <sup>3+</sup>	589	Co <sup>2+</sup>
534	Ge <sup>4+</sup>	548	S <sup>2-</sup>	562	I <sup>-</sup>	576	Cr <sup>6+</sup>	590	Ni <sup>2+</sup>

**ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДОМАШНЕГО  
ЗАДАНИЯ № 1**

**Основные классы неорганических  
соединений. Номенклатура**

**Задание I**

**Пример 1.** Напишите формулу ортокремниевой кислоты.

**Ответ:** H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub>.

**Пример 2.** Напишите формулу нитрата дигидроксоалюминия.

**Ответ:** Al(OH)<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>.

**Пример 3.** Напишите формулу дигидроортофосфата калия.

**Ответ:** KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.

## Задание II

**Пример 4.** Напишите название соединения, формула которого  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

**Ответ:** гидроксид железа(III).

**Пример 5.** Напишите название соединения, формула которого  $\text{HBrO}$ .

**Ответ:** бромноватистая кислота.

**Пример 6.** Напишите название соединения, формула которого  $(\text{NiOH})_2\text{SO}_4$ .

**Ответ:** сульфат гидроксоникеля(II).

**Пример 7.** Напишите название соединения, формула которого  $\text{BiOCl}$ .

**Ответ:** хлорид висмутила.

## Задание III

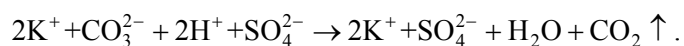
**Пример 8.** Написать в молекулярной, ионно-молекулярной и краткой ионно-молекулярной формах уравнение реакции между карбонатом натрия и серной кислотой.

### *Решение*

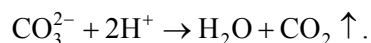
Уравнение реакции в молекулярной форме имеет вид



Уравнение реакции в ионно-молекулярной форме имеет вид



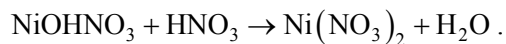
Взаимно уничтожая подобные члены, получаем краткое ионно-молекулярное уравнение



**Пример 9.** Написать в молекулярной, ионно-молекулярной и краткой ионно-молекулярной формах уравнение реакции между нитратом гидроксоникеля(II) и азотной кислотой.

**Решение**

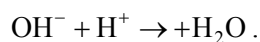
Уравнение реакции в молекулярной форме имеет вид



Уравнение реакции в ионно-молекулярной форме имеет вид



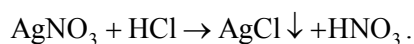
Взаимно уничтожая подобные члены, получаем краткое ионно-молекулярное уравнение



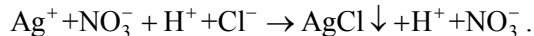
**Пример 10.** Написать в молекулярной, ионно-молекулярной и краткой ионно-молекулярной формах уравнение реакции между нитратом серебра(I) и хлороводородной кислотой.

**Решение**

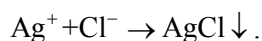
Уравнение реакции в молекулярной форме имеет вид



Уравнение реакции в ионно-молекулярной форме имеет вид

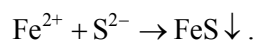


Взаимно уничтожая подобные члены, получаем краткое ионно-молекулярное уравнение

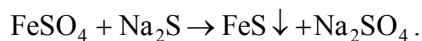


#### Задание IV

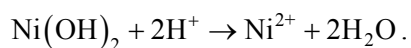
**Пример 11.** Составить молекулярное уравнение реакции, которой соответствует ионно-молекулярное уравнение



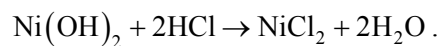
Одно из возможных соответствующих молекулярных уравнений имеет вид



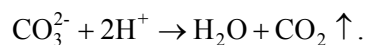
**Пример 12.** Составить молекулярное уравнение реакции, которой соответствует ионно-молекулярное уравнение



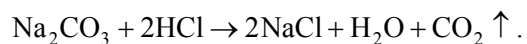
Одно из возможных соответствующих молекулярных уравнений имеет вид



**Пример 13.** Составить молекулярное уравнение реакции, которой соответствует ионно-молекулярное уравнение

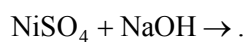


Одно из возможных соответствующих молекулярных уравнений имеет вид

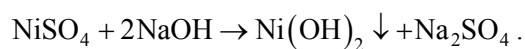


#### Задание V

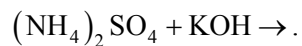
**Пример 14.** Закончить и уравнять уравнение реакции



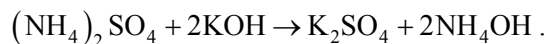
Уравнение реакции имеет вид



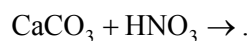
**Пример 15.** Закончить и уравнять уравнение реакции



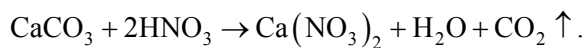
Уравнение реакции имеет вид



**Пример 16.** Закончить и уравнять уравнение реакции



Уравнение реакции имеет вид



#### Основные понятия и законы химии (задание VI)

**Пример 17.** Определить массовую долю алюминия в его оксиде и вычислить, сколько алюминия теоретически можно выделить из 15 т боксита с содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  87 %.

#### *Решение*

Найдем молярную массу  $\text{Al}_2\text{O}_3$  :

$$M_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 2M_{\text{Al}} + 3M_{\text{O}},$$

$$M_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 16 = 102 \text{ г/моль} .$$

Примем количество вещества  $\text{Al}_2\text{O}_3$  равным 1 моль, тогда количество вещества алюминия будет равно 2 моль. Масса оксида

алюминия составит 102 г, а масса алюминия  $2 \cdot 27 = 54$  г. Вычислим массовую долю алюминия в его оксиде:

$$\omega_{\text{Al}} = \frac{m_{\text{Al}}}{m_{\text{Al}_2\text{O}_3}},$$
$$\omega_{\text{Al}} = \frac{54}{102} = 0,529.$$

Вычислим массу  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в бокситах и массу алюминия, которую можно получить из 15 т боксита:

$$m_{\text{Al}_2\text{O}_3} = m_{\text{бокситов}} \omega_{\text{Al}_2\text{O}_3},$$
$$m_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 15 \cdot \frac{87}{100} = 13,05 \text{ т};$$
$$m_{\text{Al}} = m_{\text{Al}_2\text{O}_3} \omega_{\text{Al}},$$
$$m_{\text{Al}} = 13,05 \cdot 0,529 = 6,9 \text{ т}.$$

**Ответ:**  $\omega_{\text{Al}} = 0,529$ ;  $m_{\text{Al}} = 6,9$  т.

**Пример 18.** При прокаливании 10 г некоторого вещества было получено 6,436 г  $\text{CuO}$  и 3,564 г  $\text{CO}_2$ . Определить формулу вещества.

**Решение**

1. Найдем количество вещества оксида меди(II):

$$n_{\text{Cu}} = \frac{m_{\text{CuO}}}{M_{\text{CuO}}},$$
$$n_{\text{Cu}} = \frac{6,436}{79,5} = 0,081 \text{ моль}.$$

В 1 моль  $\text{CuO}$  содержится по 1 моль  $\text{Cu}$  и  $\text{O}$ , следовательно,  $n_{\text{Cu}} = n_{\text{O}} = n_{\text{CuO}} = 0,081$  моль.



2. Найдем количество вещества оксида углерода(IV):

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}},$$

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{3,564}{44} = 0,081 \text{ моль}.$$

В 1 моль  $\text{CO}_2$  содержится 1 моль С и 2 моль О, следовательно,

$$n_{\text{C}} = n_{\text{CO}_2} = 0,081 \text{ моль}, \quad n_{\text{O}} = 2 \cdot 0,081 = 0,162 \text{ моль}.$$

3. Общее количество вещества кислорода  $n_{\text{O}} = 0,081 + 0,162 = 0,243$  моль.

4. Запишем соотношение количества вещества элементов:

$$n_{\text{Cu}} : n_{\text{C}} : n_{\text{O}} = 0,081 : 0,081 : 0,243 = 1 : 1 : 3.$$

Полученные целые числа представляют собой стехиометрические индексы формулы вещества. Следовательно, химическая формула искомого вещества  $\text{CuCO}_3$ .

**Ответ:**  $\text{CuCO}_3$ .

**Пример 19.** Соединение серы с фтором содержит 62,8 % серы и 37,2 % фтора. Данное соединение при объеме 118 мл в газообразном состоянии (температура 7 °С, давление 96,34 кПа) имеет массу 0,51 г. Какова истинная формула соединения?

**Решение**

1. Рассчитаем истинную молярную массу соединения по уравнению Клапейрона – Менделеева:

$$M_{\text{ист}} = \frac{mRT}{pV},$$

$$M_{\text{ист}} = \frac{0,51 \cdot 8,31 \cdot 280}{96340 \cdot 118 \cdot 10^{-6}} = 102 \text{ г / моль}.$$

2. Пусть  $x$  и  $y$  – количество атомов соответственно серы и фтора в молекуле  $S_xF_y$ . Зная процентное содержание элементов в соединении и их молярные массы, вычислим отношение  $x : y$ :

$$x : y = \frac{\omega_{\%S}}{M_S} : \frac{\omega_{\%F}}{M_F},$$

$$x : y = \frac{62,8}{32} : \frac{37,2}{19} = 1,96 : 1,91 = 1 : 1.$$

3. Таким образом, простейшая формула соединения SF, а его молярная масса  $M = 32 + 19 = 51$  г / моль. Так как соотношение истинной и простейшей молярных масс  $M_{\text{ист}} / M_{\text{SF}} = 102 / 51 = 2$ , то в искомой формуле содержится в 2 раза больше атомов каждого вида. Значит, истинная формула соединения  $S_2F_2$ .

**Ответ:**  $S_2F_2$ .

**Пример 20.** При окислении 2,81 г кадмия получено 3,21 г оксида кадмия. Вычислить эквивалентную массу кадмия и определить его степень окисления в оксиде.

**Решение**

1. По массе кадмия и массе его оксида найдем массу кислорода:

$$m_O = m_{\text{окс}} - m_{\text{Cd}},$$

$$m_O = 3,21 - 2,81 = 0,4 \text{ г}.$$

2. Составим пропорцию согласно закону эквивалентов:

$$\frac{m_{\text{Cd}}}{m_O} = \frac{\mathcal{E}_{\text{Cd}}}{\mathcal{E}_O},$$

$$\mathcal{E}_{\text{Cd}} = \mathcal{E}_O \frac{m_{\text{Cd}}}{m_O},$$

$$\mathcal{E}_{\text{Cd}} = 8 \cdot \frac{2,81}{0,4} = 56,2 \text{ г / моль} .$$

3. Сравнивая численные значения эквивалентной массы и молярной массы кадмия, найдем его степень окисления в оксиде  $Z = M_{\text{Cd}} / \mathcal{E}_{\text{Cd}} = 112,4 / 56,2 = 2$ .

**Ответ:**  $\mathcal{E}_{\text{Cd}} = 56,2 \text{ г / моль}$  ;  $Z = 2$  .

**Пример 21.** Общее давление смеси аргона и водорода составляет 108,6 кПа. Какова объемная доля аргона, если парциальное давление водорода 105,2 кПа?

**Решение**

1. Исходя из закона Дальтона, определим парциальное давление аргона:

$$p_{\text{Ar}} = p_{\text{общ}} - p_{\text{H}_2} ,$$

$$p_{\text{Ar}} = 108,6 - 105,2 = 3,4 \text{ кПа} .$$

2. Объемную долю аргона находим по выражению

$$\varphi_{\text{Ar}} = \frac{p_{\text{Ar}}}{p_{\text{общ}}} ,$$

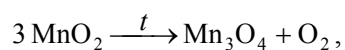
$$\varphi_{\text{Ar}} = \frac{3,4}{108,6} = 0,03 .$$

**Ответ:** 0,03.

**Пример 22.** Оксид марганца(IV) при прокаливании теряет кислород, образуя  $\text{Mn}_3\text{O}_4$  . Какой объем кислорода при температуре 27 °С и давлении 1,1 атм выделится из 0,58 кг  $\text{MnO}_2$  ?

**Решение**

1. Запишем уравнение реакции



из которого следует, что 3 моль  $\text{MnO}_2$  дают 1 моль кислорода.

Найдем количество вещества  $\text{MnO}_2$ :

$$n_{\text{MnO}_2} = \frac{m_{\text{MnO}_2}}{M_{\text{MnO}_2}},$$
$$n_{\text{MnO}_2} = \frac{580}{87} = 6,67 \text{ моль}.$$

Следовательно, количество вещества выделившегося кислорода составит

$$n_{\text{O}_2} = \frac{n_{\text{MnO}_2}}{3},$$
$$n_{\text{O}_2} = \frac{6,67}{3} = 2,223 \text{ моль}.$$

2. Учитывая, что 1 атм = 101325 Па, по уравнению Клапейрона – Менделеева получим

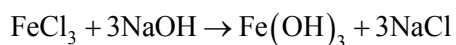
$$V_{\text{O}_2} = \frac{nRT}{P},$$
$$V_{\text{O}_2} = \frac{2,223 \cdot 8,31 \cdot 300}{1,1 \cdot 101325} = 0,05 \text{ м}^3.$$

**Ответ:** 0,05 м<sup>3</sup>.

**Пример 23.** К раствору, содержащему 0,2 моль хлорида железа(III), прибавили 0,24 моль гидроксида натрия. Какое количество вещества гидроксида железа(III) при этом получилось?

**Решение**

Из уравнения реакции



следует, что 1 моль  $\text{FeCl}_3$  взаимодействует с 3 моль  $\text{NaOH}$ . Следовательно, для реакции с 0,2 моль хлорида железа(III) требуется  $0,2 \cdot 3 = 0,6$  моль гидроксида натрия.

По условию задачи количество вещества  $\text{NaOH}$  составляет 0,24 моль, т.е. он находится в недостатке. Поэтому дальнейший расчет ведем по гидроксиду натрия. Составим пропорцию:

$$\begin{array}{l} 3 \text{ моль NaOH} - 1 \text{ моль FeCl}_3 \\ 0,24 \text{ моль NaOH} - x \text{ моль FeCl}_3, \end{array}$$

из которой количество вещества гидроксида железа(III)

$$n_{\text{Fe(OH)}_3} = \frac{0,24 \cdot 1}{3} = 0,08 \text{ моль}.$$

**Ответ:** 0,08 моль.

## Строение атома

### Задание VII

**Пример 24.** Составить электронную и электронно-графическую формулы атома брома в основном состоянии и электронно-графические формулы во всех возможных возбужденных состояниях. Указать, к какому электронному семейству относится бром.

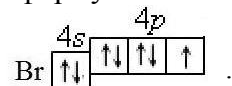
#### *Решение*

1. Порядковый номер брома – 35, следовательно, атом брома имеет 35 электронов. Бром находится в IV периоде периодической системы, следовательно, атомные орбитали с  $n$ , равными 1; 2 и 3 заполнены полностью. Бром относится к  $p$ -элементам, следовательно, заполнен  $4s$ -подуровень. В ряду  $4p$ -элементов бром – пятый элемент, следовательно, на  $4p$ -подуровне – пять электронов. Таким образом,

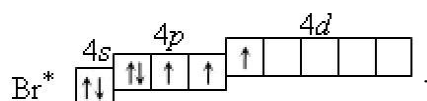
электронная формула<sup>3</sup> брома имеет вид  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$ .

2. Электронно-графическая формула – это условное изображение распределения **валентных электронов** по энергетическим подуровням и атомным орбиталям с помощью квантовых ячеек и стрелок, обозначающих электроны.

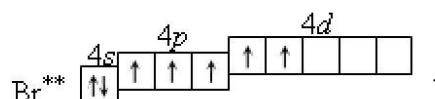
В атоме брома, находящемся в основном состоянии, валентными электронами являются  $4s$ - и  $4p$ - электроны. Его электронно-графическая формула имеет вид



3. При затрате некоторой энергии один из спаренных  $4p$ -электронов перейдет на свободную  $4d$ -орбиталь. Электронно-графическая формула атома брома в первом возбужденном состоянии имеет вид



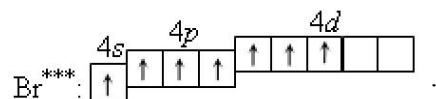
4. При передаче атому брома еще некоторого количества энергии второй спаренный  $p$ -электрон также перейдет на свободную  $d$ -орбиталь. Электронно-графическая формула атома брома во втором возбужденном состоянии имеет вид



5. При передаче атому брома еще некоторого количества энергии один из спаренных  $s$ -электронов также перейдет на свобод-

<sup>3</sup> При написании электронных формул следует помнить, что они являются изображением распределения электронов в атоме по энергетическим уровням и подуровням, состоящим из фрагментов  $nl^x$ . В отличие от порядка заполнения энергетических подуровней в них принято сначала последовательно записывать все состояния с данным значением  $n$ , а затем переходить к состояниям с более высоким значением  $n$ .

ную  $d$ -орбиталь. Электронно-графическая формула атома брома в третьем возбужденном состоянии имеет вид



### Задание VIII

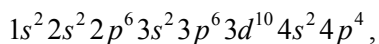
#### Пример 25.

Составить электронные и электронно-графические формулы ионов  $\text{Se}^{2-}$  и  $\text{Se}^{4+}$ .

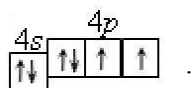
#### Решение

1. Составим электронную и электронно-графическую формулы атома селена (см. пример 24).

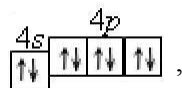
Электронная формула атома селена имеет вид:



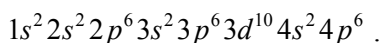
а его электронно-графическая формула –



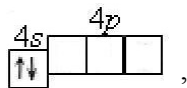
2. Атом селена электронейтрален. Поэтому для превращения его в ион  $\text{Se}^{2-}$  необходимо добавить два электрона на  $4p$ -орбиталь. Тогда электронно-графическая формула  $\text{Se}^{2-}$  имеет вид



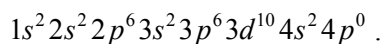
а электронная формула –



3. Для превращения атома селена в ион  $\text{Se}^{4+}$  необходимо убрать четыре электрона с  $4p$ -орбитали. Тогда электронно-графическая формула  $\text{Se}^{4+}$  имеет вид



а электронная формула –



## УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ № 2

### Растворы

#### Задание I

Выразить концентрацию указанного в таблице раствора всеми возможными способами.

*Таблица к заданию I*

Задача	Вещество	Концентрация раствора	Плотность раствора, г / см <sup>3</sup>
1	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	15 %	1,1
2	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	2,79 моль / л	1,115
3	BaCl <sub>2</sub>	1,69 моль / л	1,28
4	AlCl <sub>3</sub>	0,55 %	1,007
5	CaCl <sub>2</sub>	22 %	1,203
6	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,39 моль / л	1,019
7	HCl	0,4 мол. %	1,002
8	KOH	3 мол. %	1,073
9	NaOH	13 %	1,142
10	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,18 моль / кг	1,033



Окончание таблицы к заданию I

Задача	Вещество	Концентрация раствора	Плотность раствора, г / см <sup>3</sup>
11	CdCl <sub>2</sub>	0,5 моль / л	1,08
12	MnCl <sub>2</sub>	10 %	1,086
13	Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,25 моль / л	1,174
14	KOH	34 %	1,336
15	MgSO <sub>4</sub>	20 %	1,219
16	NaCl	7,1 мол. %	1,147
17	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3,4 мол. %	1,109
18	KOH	6,3 мол. %	1,147
19	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	5,9 мол. %	1,18
20	KOH	8,107 моль / л	1,336
21	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	30 %	1,328
22	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	30 %	1,181
23	NaBr	26 %	1,21
24	NaCl	15 %	1,109
25	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40 %	1,303
26	ZnSO <sub>4</sub>	87 г / л	1,084
27	KOH	560 г / л	1,411
28	CuSO <sub>4</sub>	1,033 моль / кг	1,0
29	NH <sub>4</sub> OH	9 %	0,961
30	BaCl <sub>2</sub>	10 %	1,091

Примечание: в таблице все концентрации с размерностью моль / л являются молярными концентрациями.

**Задание II**

**Задача 31.** Какой объем воды надо добавить к 200 мл 52-процентного раствора гидроксида натрия, плотность которого

1,35 г/см<sup>3</sup>, чтобы получить раствор с молярной концентрацией 2,78 моль/л?

**Задача 32.** Какой объем раствора гидроксида калия с молярной концентрацией эквивалентов 12 моль/л надо взять, чтобы приготовить 500 мл 15-процентного раствора гидроксида калия с плотностью 1,14 г/см<sup>3</sup>?

**Задача 33.** . Раствор серной кислоты с молярной концентрацией 3 моль/л имеет плотность 1,18 г/см<sup>3</sup>. Сколько воды надо добавить к 118 г этого раствора, чтобы получить раствор с концентрацией 12%?

**Задача 34.** Сколько воды надо добавить к 125 мл 26-процентного раствора соляной кислоты плотностью 1,13 г/см<sup>3</sup>, чтобы получить раствор с концентрацией 14,5%?

**Задача 35.** Сколько воды надо добавить к 150 г раствора хлорида бария в воде (молярная концентрация эквивалентов 2 моль/л, плотность 1,2 г/см<sup>3</sup>), чтобы получить раствор с концентрацией 8%?

**Задача 36.** Сколько миллилитров раствора хлорида калия с молярной концентрацией 2,25 моль/л надо взять, чтобы приготовить 1,5 л 6-процентного раствора с плотностью 1,04 г/см<sup>3</sup>?

**Задача 37.** Какой объем раствора соляной кислоты (концентрация 38%, плотность 1,189 г/см<sup>3</sup>) потребуется для приготовления 250 мл раствора с молярной концентрацией эквивалентов 0,08 моль/л?

**Задача 38.** Сколько миллилитров раствора серной кислоты (концентрация 96%, плотность 1,84 г/см<sup>3</sup>) потребуется для приготовления 2 л раствора с молярной концентрацией эквивалентов 0,25 моль/л?

**Задача 39.** Сколько граммов гидроксида калия надо взять для приготовления 2 л раствора с концентрацией 10% и плотностью 1,09 г/см<sup>3</sup>?

**Задача 40.** Какой объем раствора серной кислоты (концентрация 98 %, плотность  $1,837 \text{ г/см}^3$ ) надо взять для приготовления 500 мл раствора с молярной концентрацией эквивалентов  $0,1 \text{ моль/л}$ ?

**Задача 41.** Какой объем раствора ортофосфорной кислоты с молярной концентрацией эквивалентов  $3 \text{ моль/л}$  надо взять для приготовления 1 л раствора с молярной концентрацией  $0,5 \text{ моль/л}$ ?

**Задача 42.** Сколько миллилитров воды надо прибавить к 300 мл раствора гидроксида калия (концентрация 25 %, плотность  $1,236 \text{ г/см}^3$ ), чтобы получить 8-процентный раствор?

**Задача 43.** Какой объем азотной кислоты (концентрация 56 %, плотность  $1,345 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для приготовления 1 л раствора с молярной концентрацией  $0,1 \text{ моль/л}$ ?

**Задача 44.** Сколько миллилитров воды надо прибавить к 100 мл раствора серной кислоты (концентрация 48 %, плотность  $1,376 \text{ г/см}^3$ ), чтобы получить раствор с молярной концентрацией эквивалентов  $0,5 \text{ моль/л}$ ?

**Задача 45.** До какого объема надо разбавить 200 мл раствора хлорида натрия с молярной концентрацией эквивалентов  $1 \text{ моль/л}$ , чтобы получить раствор с концентрацией 4,5 % и плотностью  $1,029 \text{ г/см}^3$ ?

**Задача 46.** Сколько граммов сульфата натрия надо прибавить к 1 л раствора сульфата натрия (концентрация 10 %, плотность  $1,09 \text{ г/см}^3$ ), чтобы получить 15-процентный раствор?

**Задача 47.** Сколько воды надо прибавить к 200 мл раствора азотной кислоты (концентрация 32 %, плотность  $1,193 \text{ г/см}^3$ ), чтобы получить 10-процентный раствор?

**Задача 48.** Сколько раствора соляной кислоты (концентрация 36 %, плотность  $1,179 \text{ г/см}^3$ ) потребуется для приготовления 1 л раствора с молярной концентрацией эквивалентов  $0,5 \text{ моль/л}$ ?

**Задача 49.** Сколько граммов гидроксида натрия надо взять для приготовления 2 л раствора с концентрацией 10 % и плотностью  $1,080 \text{ г/см}^3$  ?

**Задача 50.** Как приготовить 1 л раствора КОН с молярной концентрацией эквивалентов 1 моль / л из 49-процентного раствора той же щелочи плотностью  $1,5 \text{ г/см}^3$  ?

**Задача 51.** Имеется раствор серной кислоты (концентрация 80 %, плотность  $1,732 \text{ г/см}^3$ ). Как из него приготовить 2 л раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  с молярной концентрацией 6 моль / л ?

**Задача 52.** Сколько серной кислоты (концентрация 60 %, плотность  $1,503 \text{ г/см}^3$ ) надо взять для приготовления 10 л ее раствора с молярной концентрацией эквивалентов 0,1 моль / л ?

**Задача 53.** Смешали 100 мл раствора серной кислоты с молярной концентрацией эквивалентов 1,5 моль / л и 100 мл раствора серной кислоты с молярной концентрацией эквивалентов 0,5 моль / л. Рассчитать молярную концентрацию полученного раствора.

**Задача 54.** К 100 мл раствора гидроксида натрия (концентрация 10 %, плотность  $1,109 \text{ г/см}^3$ ) прибавили 200 мл раствора NaOH (концентрация 20 %, плотность  $1,219 \text{ г/см}^3$ ). Рассчитать молярную концентрацию эквивалентов полученного раствора.

**Задача 55.** Смешали два раствора нитрата натрия с молярными концентрациями 0,8 и 0,2 моль / л в пропорции 2:1. Рассчитать молярную концентрацию полученного раствора.

**Задача 56.** Смешали 2 л раствора сульфата меди(II) с концентрацией 2 % и плотностью  $1,02 \text{ г/см}^3$  и 1 л раствора хлорида меди (II) с молярной концентрацией эквивалентов 0,1 моль / л. Рассчитать молярную концентрацию меди в полученном растворе.

**Задача 57.** К 50 мл раствора NaCl с концентрацией 10 г / л прибавили 100 мл раствора NaCl с концентрацией 2 г / л. Рассчитать молярную концентрацию полученного раствора.

**Задача 58.** Смешали 4 мл серной кислоты (концентрация 40 %, плотность  $1,303 \text{ г/см}^3$ ) и 200 мл серной кислоты с молярной концентрацией  $0,001 \text{ моль/л}$ . Рассчитать молярную концентрацию эквивалентов полученного раствора.

**Задача 59.** Смешали 8 л раствора соляной кислоты с молярной концентрацией  $4 \text{ моль/л}$  и 11 л раствора той же кислоты с концентрацией  $2 \text{ г/л}$ . Рассчитать концентрацию полученного раствора в граммах на литр.

**Задача 60.** Смешали 10 мл раствора  $\text{HCl}$  (концентрация 10 %, плотность  $1,047 \text{ г/см}^3$ ) и 10 мл раствора  $\text{HCl}$  (концентрация 6 %, плотность  $1,028 \text{ г/см}^3$ ). Рассчитать массовую долю и молярную концентрацию соляной кислоты в полученном растворе.

### Задание III

Определить рН водного раствора сильного электролита, приведенного в таблице.

*Таблица к заданию III*

Задача	Электролит	Концентрация раствора	Плотность раствора, $\text{г/см}^3$
61	$\text{Ca(OH)}_2$	0,07 %	1,00
62	$\text{Ba(OH)}_2$	0,5 %	1,003
63	$\text{H}_2\text{SO}_4$	0,01 мол. %	1,0
64	$\text{HCl}$	1,36 %	1,005
65	$\text{H}_2\text{SO}_4$	1,73 %	1,012
66	$\text{KOH}$	0,577 %	1,003
67	$\text{HCl}$	1,0 %	1,003
68	$\text{HNO}_3$	3,0 %	1,01
69	$\text{Ba(OH)}_2$	5,0 %	1,04

*Окончание таблицы к заданию III*

Задача	Электролит	Концентрация раствора	Плотность раствора, г / см <sup>3</sup>
70	HCl	0,3 %	1,0
71	KOH	5,8 г / л	1,004
72	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,05 г / л	1,0
73	KOH	0,6 г / л	1,0
74	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,5 %	1,0
75	NaOH	0,5 %	1,0
76	KOH	4 г / л	1,0
77	NaOH	5 г / л	1,0
78	LiOH	0,8 г / л	1,0
79	NaOH	0,1 г / л	1,0
80	RbOH	1,0 %	1,0
81	CsOH	0,5 %	1,0
82	HCl	0,02 мол. %	1,0
83	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,6 %	1,003
84	HNO <sub>3</sub>	0,7 мол. %	1,0
85	HClO <sub>4</sub>	0,08 мол. %	1,0
86	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,3 %	1,001
87	HNO <sub>3</sub>	0,05 г / л	1,0
88	HNO <sub>3</sub>	0,6 г / л	1,0
89	Ca(OH) <sub>2</sub>	0,03 %	1,0
90	Sr(OH) <sub>2</sub>	0,3 %	1,001

#### Задание IV

Определить рН и степень диссоциации водного раствора слабого электролита, приведенного в таблице, при температуре 25 °С.

*Таблица к заданию IV*

Задача	Электролит	Концентрация раствора	Плотность раствора, г / см <sup>3</sup>	Константа диссоциации по первой ступени
91	Гидроксид аммония NH <sub>4</sub> OH	2,0 %	0,989	1,77 · 10 <sup>-5</sup>
92	Уксусная кислота CH <sub>3</sub> COOH	0,12 %	1,0	1,75 · 10 <sup>-5</sup>
93	Муравьиная кислота НСООН	4,5 %	1,01	1,77 · 10 <sup>-4</sup>
94	Уксусная кислота CH <sub>3</sub> COOH	2,0 %	1,001	1,75 · 10 <sup>-5</sup>
95	Гидроксид аммония NH <sub>4</sub> OH	2,35 %	0,988	1,77 · 10 <sup>-5</sup>
96	Гидразин N <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	5,0 %	1,01	1,7 · 10 <sup>-6</sup>
97	Фенол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	5,0 %	1,02	1,01 · 10 <sup>-10</sup>
98	Диметиламин (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> OH	2,0 г / л	–	6,0 · 10 <sup>-4</sup>
99	Фенол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	9,4 г / л	–	1,01 · 10 <sup>-10</sup>
100	Гидроксид аммония NH <sub>4</sub> OH	0,1 %	1,0	1,77 · 10 <sup>-5</sup>
101	Анилин C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>3</sub> OH	0,56 г / л	–	3,82 · 10 <sup>-10</sup>
102	Муравьиная кислота НСООН	2,3 %	1,005	1,77 · 10 <sup>-4</sup>
103	Уксусная кислота CH <sub>3</sub> COOH	1,0 %	1,0	1,75 · 10 <sup>-5</sup>
104	Муравьиная кислота НСООН	3,0 %	1,007	1,77 · 10 <sup>-4</sup>

Окончание таблицы к заданию IV

Задача	Электролит	Концентрация раствора	Плотность раствора, г / см <sup>3</sup>	Константа диссоциации по первой ступени
105	Сероводородная кислота H <sub>2</sub> S	10 г / л	–	1,1 · 10 <sup>-7</sup>
106	Гидроксид аммония NH <sub>4</sub> OH	0,5 %	1,0	1,77 · 10 <sup>-5</sup>
107	Ортофосфорная кислота H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1,0 %	1,005	7,11 · 10 <sup>-3</sup>
108	Бензойная кислота C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	2,0 %	1,003	6,3 · 10 <sup>-5</sup>
109	Муравьиная кислота НСООН	4,0 %	1,01	1,77 · 10 <sup>-4</sup>
110	Азотистая кислота HNO <sub>2</sub>	2,0 %	1,01	6,9 · 10 <sup>-4</sup>
111	Винная кислота C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>6</sub>	1,0 %	1,02	1,3 · 10 <sup>-3</sup>
112	Ортоборная кислота H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	5,0 %	1,03	5,83 · 10 <sup>-10</sup>
113	Бромноватистая кислота HBrO	0,1 %	1,0	2,2 · 10 <sup>-9</sup>
114	Фенол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	6,5 г / л	–	1,01 · 10 <sup>-10</sup>
115	Угольная кислота H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	8,0 %	1,05	4,45 · 10 <sup>-7</sup>
116	Ортоборная кислота H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	10 %	1,04	5,83 · 10 <sup>-10</sup>
117	Бензиламин C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> NH <sub>3</sub> OH	5,0 г / л	–	2,35 · 10 <sup>-5</sup>
118	Ортоборная кислота H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	1,5 %	1,01	5,83 · 10 <sup>-10</sup>
119	Диэтиламин (C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> OH	2,8 г / л	–	9,6 · 10 <sup>-4</sup>
120	Этанолаимн C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ONH <sub>3</sub> OH	1,6 г / л	–	3,0 · 10 <sup>-5</sup>



### Задание V

Составить ионные и молекулярные уравнения реакции гидролиза (для многоосновных кислот и многокислотных оснований только по первой ступени) солей, приведенных в таблице.

Таблица к заданию V

Задача	Соль	Задача	Соль	Задача	Соль
121	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	136	$\text{FeCl}_3$	151	$\text{NaCN}$
122	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$	137	$\text{FeBr}_3$	152	$\text{NaNO}_2$
123	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3$	138	$\text{Ga}(\text{NO}_3)_3$	153	$\text{NH}_4\text{Cl}$
124	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	139	$\text{HCOOK}$	154	$\text{NH}_4\text{NO}_2$
125	$\text{Al}_2\text{S}_3$	140	$\text{HCOONH}_4$	155	$\text{NiSO}_4$
126	$\text{AlCl}_3$	141	$\text{K}_2\text{SiO}_3$	156	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
127	$\text{Be}(\text{NO}_3)_2$	142	$\text{K}_2\text{SO}_3$	157	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
128	$\text{CdCl}_2$	143	$\text{LiCN}$	158	$\text{Rb}_2\text{S}$
129	$\text{CH}_3\text{COONH}_4$	144	$\text{MgCl}_2$	159	$\text{SbCl}_3$
130	$\text{CoCl}_2$	145	$\text{MgSO}_4$	160	$\text{SnCl}_2$
131	$\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$	146	$\text{MnCl}_2$	161	$\text{SnBr}_2$
132	$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$	147	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	162	$\text{SnSO}_4$
133	$\text{CrCl}_3$	148	$\text{Na}_2\text{S}$	163	$\text{SrSO}_3$
134	$\text{CsF}$	149	$\text{Na}_2\text{SiO}_3$	164	$\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
135	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	150	$\text{NaAlO}_2$	165	$\text{ZnBr}_2$

### Окислительно-восстановительные реакции (задание VI)

Дописать схемы окислительно-восстановительных реакций, приведенных в таблице, и расставить стехиометрические коэффициенты.

Таблица к заданию VI

Задача	Схема окислительно-восстановительных реакций
166	$\text{MnO}_2 + \text{KClO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{KCl} + \dots$
167	$\text{HgS} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{S} \downarrow + \text{NO} \uparrow + \dots$
168	$\text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
169	$\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{MnO}_2 \downarrow + \text{KCl} + \dots$
170	$\text{K}[\text{Cr}(\text{OH})_4] + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \dots$
171	$\text{Cl}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
172	$\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KMnO}_4 + \dots$
173	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NO}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{Ca}(\text{NO}_2)_2 + \dots$
174	$\text{I}_2 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{IO}_3)_2 + \text{BaI}_2 + \dots$
175	$\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \dots$
176	$\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 \uparrow + \dots$
177	$\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} \uparrow + \dots$
178	$\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \dots$
179	$\text{KNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{KNO}_3 + \dots$
180	$\text{KNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{KNO}_3 + \dots$
181	$\text{K}_2[\text{Sn}(\text{OH})_4] + \text{KOH} + \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{K}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6] + \text{Bi} + \dots$
182	$\text{SnCl}_2 + \text{HCl} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2[\text{SnCl}_6] + \text{NO} \uparrow + \dots$
183	$\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \dots$
184	$\text{Cu}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NO}_2 \uparrow + \dots$
185	$\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} + \dots$
186	$\text{CrCl}_3 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \dots$
187	$\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{I}_2 + \dots$
188	$\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \dots$
189	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \dots$
190	$\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2 + \text{O}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \dots$
191	$\text{NaCrO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \dots$
192	$\text{HBr} + \text{HBrO}_3 \rightarrow \text{Br}_2 + \dots$

Окончание таблицы к заданию VI

Задача	Схема окислительно-восстановительных реакций
193	$\text{CrO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \uparrow + \dots$
194	$\text{KMnO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 \downarrow + \dots$
195	$\text{FeS}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO} \uparrow + \dots$

**Химическая термодинамика  
(задание VII)**

Для реакций, уравнения которых приведены в таблице, рассчитайте (при температуре 298 К) стандартные энтальпии  $\Delta H_{r,298}^0$ , энтропии  $\Delta S_{r,298}^0$  и энергии Гиббса  $\Delta G_{r,298}^0$ . Необходимые для расчета данные приведены в Приложении. Объясните знаки изменения  $\Delta H_{r,298}^0$  и  $\Delta S_{r,298}^0$ . Возможно ли протекание реакций при стандартных условиях и температуре 298 К в изолированной и неизолированной системах?

Таблица к заданию VII

Задача	Уравнение реакции	Задача	Уравнение реакции
196	$\text{CH}_3\text{CHO}_{(r)} \rightleftharpoons \text{CH}_4_{(r)} + \text{CO}_{(r)}$	211	$2\text{NO}_{(r)} + \text{O}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(r)}$
197	$2\text{NO}_{(r)} + 2\text{H}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{N}_{2(r)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(r)}$	212	$\text{C}_2\text{Cl}_{4(r)} + \text{Cl}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{Cl}_{6(r)}$
198	$4\text{H}_{2(r)} + 2\text{NO}_{2(r)} \rightleftharpoons 4\text{H}_2\text{O}_{(r)} + \text{N}_{2(r)}$	213	$2\text{NO}_{(r)} + \text{Cl}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{NOCl}_{(r)}$
199	$2\text{NO}_{(r)} + \text{H}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{(r)} + \text{H}_2\text{O}_{(r)}$	214	$\text{CO}_{(r)} + \text{Cl}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(r)}$
200	$\text{H}_2\text{O}_{2(r)} + \text{H}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(r)}$	215	$\text{H}_{2(r)} + \text{Br}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{HBr}_{(r)}$
201	$\text{CdO}_{(тв)} + \text{H}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{Cd}_{(тв)} + \text{H}_2\text{O}_{(r)}$	216	$\text{H}_{2(r)} + \text{I}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{HI}_{(r)}$
202	$2\text{NO}_{(r)} + \text{Br}_{2(r)} \rightleftharpoons 2\text{NOBr}_{(r)}$	217	$\text{Fe}_{(тв)} + \text{Cl}_{2(r)} \rightleftharpoons \text{FeCl}_{2(тв)}$
203	$\text{CO}_{(r)} + \text{H}_2\text{O}_{(r)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(r)} + \text{H}_{2(r)}$	218	$2\text{N}_2\text{O}_{5(r)} \rightleftharpoons 4\text{NO}_{2(r)} + \text{O}_{2(r)}$

Окончание таблицы к заданию VII

Задача	Уравнение реакции	Задача	Уравнение реакции
204	$\text{FeO}_{(тв)} + \text{H}_{2(г)} \rightleftharpoons \text{Fe}_{(тв)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$	219	$\text{HCHO}_{(г)} \rightleftharpoons \text{H}_{2(г)} + \text{CO}_{(г)}$
205	$\text{CCl}_{4(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(г)} + 4\text{HCl}_{(г)}$	220	$\text{C}_{(тв)} + \text{CO}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(г)}$
206	$2\text{H}_2\text{S}_{(г)} + 3\text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(г)} + 2\text{SO}_{2(г)}$	221	$2\text{O}_{3(г)} \rightleftharpoons 3\text{O}_{2(г)}$
207	$4\text{NH}_{3(г)} + 3\text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{N}_{2(г)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(г)}$	222	$\text{N}_{2(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons \text{NO}_{(г)}$
208	$\text{CH}_{4(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{CO}_{(г)} + 3\text{H}_{2(г)}$	223	$2\text{H}_2\text{S}_{(г)} \rightleftharpoons 2\text{H}_{2(г)} + \text{S}_{2(г)}$
209	$2\text{ZnS}_{(тв)} + 3\text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{ZnO}_{(тв)} + 2\text{SO}_{2(г)}$	224	$\text{N}_{2(г)} + \text{C}_2\text{H}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{HCN}_{(г)}$
210	$\text{C}_2\text{H}_{4(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(г)}$	225	$\text{CO}_{(г)} + 2\text{H}_{2(г)} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(г)}$

**ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДОМАШНЕГО  
ЗАДАНИЯ № 2**

**Растворы**

**Задание I**

**Пример 1.** Раствор серной кислоты в воде с концентрацией 16 % (по массе) имеет плотность  $\rho = 1,109 \text{ г/см}^3$ . Выразить концентрацию этого раствора всеми возможными способами.

**Решение**

1. Выделим мысленно 1 кг раствора и определим его объем:

$$V_{\text{р-ра}} = \frac{m_{\text{р-ра}}}{\rho},$$

$$V_{\text{р-ра}} = \frac{1000}{1,109} = 902 \text{ мл} = 0,902 \text{ л}.$$

2. Определим массу серной кислоты по формуле

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{\omega_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{100} m_{\text{p-ра}},$$

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{16}{100} 1000 = 160 \text{ г}.$$

3. Рассчитаем массовую концентрацию серной кислоты в 1 л раствора по формуле

$$c_{\text{г/л}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V_{\text{p-ра}}},$$

$$c_{\text{г/л}} = \frac{160}{0,902} = 177,4 \text{ г / л}.$$

4. Найдем количество вещества серной кислоты:

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4}},$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{160}{98} = 1,63 \text{ моль}.$$

5. Вычислим молярную концентрацию раствора серной кислоты по формуле

$$c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V_{\text{p-ра}}},$$

$$c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1,63}{0,902} = 1,81 \text{ моль / л}.$$

6. Найдем массу растворителя ( $\text{H}_2\text{O}$ ):

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{p-ра}} - m_{\text{H}_2\text{SO}_4},$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 - 160 = 840 \text{ г} = 0,84 \text{ кг}.$$

7. Вычислим моляльную концентрацию раствора серной кислоты по формуле

$$c_{m \text{ H}_2\text{SO}_4} = \frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{m_{\text{H}_2\text{O}}},$$

$$c_{m \text{ H}_2\text{SO}_4} = \frac{1,63}{0,84} = 1,94 \text{ моль / кг}.$$

8. Найдем количество вещества воды:

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{O}}}{M_{\text{H}_2\text{O}}},$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{840}{18} = 46,67 \text{ моль}.$$

9. Вычислим молярную долю серной кислоты по формуле

$$X_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{n_{\text{H}_2\text{SO}_4} + n_{\text{H}_2\text{O}}},$$

$$X_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1,63}{1,63 + 46,67} = 0,03.$$

10. Определим молярную концентрацию эквивалентов (нормальную концентрацию) раствора серной кислоты по формуле

$$c_{\text{экв H}_2\text{SO}_4} \equiv c_{N \text{ H}_2\text{SO}_4} = z c_{\text{H}_2\text{SO}_4},$$

$$c_{\text{экв H}_2\text{SO}_4} \equiv c_{N \text{ H}_2\text{SO}_4} = 2 \cdot 1,81 = 3,62 \text{ моль / л}$$

( $z = 2$ , так как серная кислота двухосновная).

**Ответ:**  $c_{\text{г/л}} = 177,4 \text{ г / л}$ ;  $c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 1,81 \text{ моль / л}$ ;  $c_{m \text{ H}_2\text{SO}_4} = 1,94 \text{ моль / кг}$ ;  $X_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,03$ ;  $c_{\text{экв H}_2\text{SO}_4} \equiv c_{N \text{ H}_2\text{SO}_4} = 3,62 \text{ моль / л}$ .

## Задание II

**Пример 2.** Какой объем раствора серной кислоты с концентрацией 10 % ( $\rho = 1,066 \text{ г / см}^3$ ) требуется для приготовления 200 мл раствора с молярной концентрацией эквивалентов 1 моль / л ?

### Решение

1. Найдем массу серной кислоты, содержащейся в 200 мл раствора с молярной концентрацией эквивалентов 1 моль / л. Для этого вычислим молярную концентрацию раствора

$$c = c_{\text{эkv}} / z, \quad c = 1 / 2 = 0,5 \text{ моль / л};$$

количество вещества серной кислоты

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = c_{\text{H}_2\text{SO}_4} V_{\text{р-ра}}, \quad n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,5 \cdot 0,2 = 0,1 \text{ моль}$$

и ее массу

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = n_{\text{H}_2\text{SO}_4} M_{\text{H}_2\text{SO}_4}, \quad m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,1 \cdot 98 = 9,8 \text{ г}.$$

2. Вычислим необходимый объем 10-процентного раствора серной кислоты:

$$V_{\text{р-ра}} = \frac{m_{\text{р-ра}}}{\rho} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4} 100}{\omega_{\text{H}_2\text{SO}_4} \rho},$$

$$V_{\text{р-ра}} = \frac{9,8 \cdot 100}{10 \cdot 1,066} = 91,9 \text{ см}^3.$$

**Ответ:** 91,9 см<sup>3</sup>.

**Пример 3.** Какой объем воды следует добавить к  $V_1 = 500$  мл раствора, содержащего 40 г сульфата никеля(II), чтобы понизить его концентрацию до 0,05 моль / л ?

### Решение

Вычислим объем раствора ( $V_2$ ) с молярной концентрацией 0,05 моль / л:

$$V_2 = \frac{n_{\text{NiSO}_4}}{c_{\text{NiSO}_4}} = \frac{m_{\text{NiSO}_4}}{M_{\text{NiSO}_4} c_{\text{NiSO}_4}}, \quad V_2 = \frac{40}{156,7 \cdot 0,05} = 5,1 \text{ л}$$

и объем воды:

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = V_2 - V_1, \quad V_{\text{H}_2\text{O}} = 5,1 - 0,5 = 4,6 \text{ л.}$$

**Ответ:** 4,6 л.

**Пример 4.** Найти молярную концентрацию раствора карбоната натрия, полученного при смешивании 600 мл 2,15-процентного раствора ( $\rho = 1,02 \text{ г / см}^3$ ) и 200 мл 8,82-процентного раствора ( $\rho = 1,09 \text{ г / см}^3$ ).

### Решение

Определим количество вещества карбоната натрия в каждом из смешиваемых растворов:

$$n_{1 \text{ Na}_2\text{CO}_3} = \frac{m_{1 \text{ Na}_2\text{CO}_3}}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} = \frac{\omega_1 m_{\text{р-ра } 1}}{100 M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} = \frac{\omega_1 \rho_1 V_{\text{р-ра } 1}}{100 M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}},$$

$$n_{1(\text{Na}_2\text{CO}_3)} = \frac{2,15 \cdot 1,02 \cdot 600}{100 \cdot 160} = 0,082 \text{ моль};$$

$$n_{2 \text{ Na}_2\text{CO}_3} = \frac{m_{2 \text{ Na}_2\text{CO}_3}}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} = \frac{\omega_2 m_{\text{р-ра } 2}}{100 M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} = \frac{\omega_2 \rho_2 V_{\text{р-ра } 2}}{100 M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}},$$

$$n_{2 \text{ Na}_2\text{CO}_3} = \frac{8,82 \cdot 1,09 \cdot 200}{100 \cdot 160} = 0,12 \text{ моль.}$$

Тогда молярная концентрация полученного раствора



$$c_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{n_1 \text{Na}_2\text{CO}_3 + n_2 \text{Na}_2\text{CO}_3}{V_1 + V_2},$$

$$c_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = \frac{(0,082 + 0,12)}{(0,6 + 0,2)} = 0,25 \text{ моль / л.}$$

**Ответ:** 0,25 моль / л.

### Задание III

**Пример 5.** Вычислить pH раствора серной кислоты с концентрацией 0,3 % ( $\rho = 1,0 \text{ г / см}^3$ ).

#### Решение

1. Перейдем к молярной концентрации серной кислоты. Для этого выделим мысленно 100 г раствора, тогда масса серной кислоты составит 0,3 г. Молярную концентрацию серной кислоты определим по выражению

$$c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{n_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{V_{\text{р-ра}}} = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4} \rho}{M_{\text{H}_2\text{SO}_4} m_{\text{р-ра}}},$$

$$c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{0,3 \cdot 1,0}{98 \cdot 100} = 3,06 \cdot 10^{-5} \text{ моль / см}^3 = 3,06 \cdot 10^{-2} \text{ моль / л.}$$

2. Серная кислота является сильной двухосновной кислотой, для которой концентрация ионов водорода определяется по выражению

$$[\text{H}^+] = 2c_{\text{H}_2\text{SO}_4},$$

т.е.

$$[\text{H}^+] = 2 \cdot 3,06 \cdot 10^{-2} = 6,12 \cdot 10^{-2} \text{ моль / л.}$$

3. Известно, что рН – отрицательный десятичный логарифм концентрации ионов водорода, т.е.  $\text{pH} = -\lg(6,12 \cdot 10^{-2}) = 1,21$ .

**Ответ:** 1,21.

#### Задание IV

**Пример 6.** Найти рН и степень электролитической диссоциации раствора ортоборной кислоты с молярной долей 0,0025 ( $\rho = 1,0 \text{ г/см}^3$ ) при 25 °С.

#### Решение

1. Выделим мысленно 1 кг раствора. Запишем

$$m_{\text{р-ра}} = m_1 + m_2 = n_1 M_1 + n_2 M_2,$$

где индекс 1 относится к растворителю, т.е. к воде, а индекс 2 – к растворенному веществу, т.е. к  $\text{H}_3\text{BO}_3$ . Так как  $M_1 = 18 \text{ г/моль}$ ,  $M_2 = 61,8 \text{ г/моль}$  и

$$X_2 = \frac{n_2}{n_2 + n_1} \Rightarrow n_1 = n_2 \frac{1 - X_2}{X_2} = n_2 \frac{1 - 0,0025}{0,0025} = 399n_2,$$

то

$$m_{\text{р-ра}} = 399n_2 M_1 + n_2 M_2.$$

Вычислим

$$n_2 = \frac{m_{\text{р-ра}}}{399M_1 + M_2},$$

$$n_2 = \frac{1000}{399 \cdot 18 + 61,8} = 0,138 \text{ моль}.$$

2. Так как плотность раствора  $1 \text{ г} / \text{см}^3$ , то его объем соответствует 1 л, и молярная концентрация численно равна количеству вещества борной кислоты, т.е.  $c_{\text{H}_3\text{BO}_3} = 0,138 \text{ моль} / \text{л}$ .

3. Константа диссоциации ортоборной кислоты по первой ступени  $K_{\text{дисс}} = 7,1 \cdot 10^{-10}$ . (Второй и третьей степенями диссоциации борной кислоты пренебрегаем.) Исходя из того, что  $c_{\text{H}_3\text{BO}_3} / K_{\text{дисс}} > 100$  воспользуемся упрощенным уравнением Оствальда

$$\alpha = \sqrt{\frac{K_{\text{дисс}}}{c}},$$

т.е. для конкретно рассматриваемого случая имеем

$$\alpha = \sqrt{\frac{7,1 \cdot 10^{-10}}{0,138}} = 7,2 \cdot 10^{-5}.$$

4. Концентрацию ионов водорода определим по выражению

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{дисс}} \text{H}_3\text{BO}_3 c_{\text{H}_3\text{BO}_3}},$$
$$[\text{H}^+] = \sqrt{7,1 \cdot 10^{-10} \cdot 0,138} = 9,9 \cdot 10^{-6} \text{ моль} / \text{л}.$$

Тогда  $\text{pH} = -\lg(9,9 \cdot 10^{-6}) = 5$ .

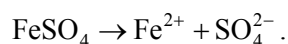
**Ответ:**  $\text{pH} = 5$ ;  $\alpha = 7,2 \cdot 10^{-5}$ .

#### Задание V

**Пример 7.** Составить ионное и молекулярное уравнения реакции гидролиза сульфата железа(II) по первой ступени.

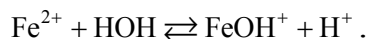
#### Решение

Запишем уравнение диссоциации соли

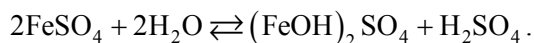


Иону  $\text{Fe}^{2+}$  соответствует слабое основание  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , иону  $\text{SO}_4^{2-}$  – сильная кислота  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Следовательно, гидролиз идет по катиону.

Составим ионное уравнение реакции гидролиза (по первой ступени)



Составим молекулярное уравнение реакции гидролиза, добавляя к ионам противоионы, и уравнием его



**Пример 8.** Составить ионное и молекулярное уравнения реакции гидролиза карбоната калия по первой ступени.

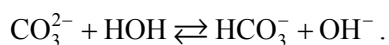
**Решение**

Запишем уравнение диссоциации соли

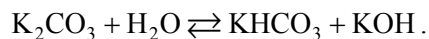


Иону  $\text{K}^+$  соответствует сильное основание  $\text{KOH}$ , иону  $\text{CO}_3^{2-}$  – слабая кислота  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Следовательно, гидролиз идет по аниону.

Составим ионное уравнение реакции гидролиза (по первой ступени)



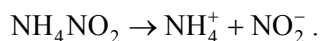
Составим молекулярное уравнение реакции гидролиза, добавляя к ионам противоионы, и уравнием его



**Пример 9.** Составить ионное и молекулярное уравнения реакции гидролиза нитрита аммония.

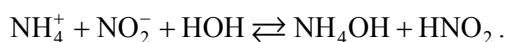
### **Решение**

Запишем уравнение диссоциации соли

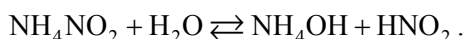


Иону  $\text{NH}_4^+$  соответствует слабое основание  $\text{NH}_4\text{OH}$ , иону  $\text{NO}_2^-$  – слабая кислота  $\text{HNO}_2$ . Следовательно, гидролиз идет как по катиону, так и по аниону.

Составим ионное уравнение реакции гидролиза



Составим молекулярное уравнение реакции гидролиза, добавляя к ионам противоионы, и уравниваем его



## **5.2. Окислительно-восстановительные реакции (задание VI)**

**Пример 10.** Дописать схему окислительно-восстановительной реакции



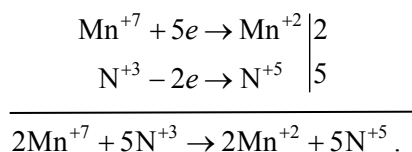
и расставить стехиометрические коэффициенты.

### **Решение**

В данной реакции перманганат калия является окислителем, а нитрит натрия – восстановителем. Реакция протекает в кислой среде (серная кислота), поэтому марганец в степени окисления (CO) +7 восстанавливается до марганца в CO +2, а азот, как видно из условия задачи, из CO +3 окисляется до CO +5, образуя нитрат натрия. Образующиеся в реакции ионы марганца и калия связываются анионами  $\text{SO}_4^{2-}$ , образующимися при диссоциации серной кислоты. Все атомы водорода из серной кислоты переходят в воду. С учетом сказанного схема реакции имеет следующий вид:



Для расстановки стехиометрических коэффициентов составим электронный баланс



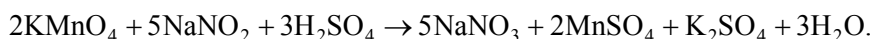
Расставим полученные коэффициенты в левую и правую части исходного уравнения. Подберем остальные коэффициенты в следующем порядке:

- перед соединениями, содержащими атомы металлов (в нашем случае перед  $\text{K}_2\text{SO}_4$ );

- перед формулой вещества, создающего среду (в нашем случае перед  $\text{H}_2\text{SO}_4$ );

- перед формулой воды.

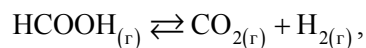
Окончательно уравнение рассматриваемой окислительно-восстановительной реакции имеет следующий вид:



Проверку следует вести по кислороду (по 30 атомов слева и справа).

### Химическая термодинамика (задание VII)

**Пример 11.** Для реакции, уравнение которой



рассчитайте (при температуре 298 К) стандартные энтальпии  $\Delta H_{r,298}^0$ , энтропии  $\Delta S_{r,298}^0$  и энергии Гиббса  $\Delta G_{r,298}^0$ . Необходимые для расчета данные приведены в Приложении. Объясните знаки изменения  $\Delta H_{r,298}^0$  и  $\Delta S_{r,298}^0$ . Возможно ли протекание реакции при

стандартных условиях и температуре 298 К в изолированной и не-изолированной системах?

**Решение**

1. Стандартную энтальпию реакции определим на основании первого следствия из закона Гесса по выражению

$$\Delta H_{r,298}^0 = (\Delta H_{f,298,\text{CO}_2}^0 + \Delta H_{f,298,\text{H}_2}^0) - \Delta H_{f,298,\text{HCOOH}}^0,$$

$$\Delta H_{r,298}^0 = (-393,51 + 0) - (-378,80) = -14,71 \text{ кДж / моль}.$$

2. Стандартную энтропию реакции определим как функцию состояния по выражению

$$\Delta S_{r,298}^0 = (S_{298,\text{CO}_2}^0 + S_{298,\text{H}_2}^0) - S_{298,\text{HCOOH}}^0,$$

$$\Delta S_{r,298}^0 = (213,66 + 130,52) - 248,77 = 95,41 \text{ Дж / (моль} \cdot \text{К)}.$$

3. Стандартную энергию Гиббса реакции определим по выражению

$$\Delta G_{r,298}^0 = \Delta H_{r,298}^0 - T \Delta S_{r,298}^0,$$

$$\Delta G_{r,298}^0 = -14,71 - 298 \cdot 95,41 \cdot 10^{-3} = -43,14 \text{ кДж / моль}.$$

4.  $\Delta H_{r,298}^0 < 0$ , т.е. реакция экзотермическая;  $\Delta S_{r,298}^0 > 0$ , т.е. система переходит из более упорядоченного в менее упорядоченное состояние;  $\Delta S_{r,298}^0 > 0$ , т.е. при стандартных условиях и температуре 298 К в изолированной системе возможно самопроизвольное протекание прямой стадии реакции;  $\Delta G_{r,298}^0 < 0$ , т.е. при стандартных условиях и температуре 298 К в неизолированной системе возможно самопроизвольное протекание прямой стадии реакции.

**Ответ:**  $\Delta H_{r,298}^0 = -14,71 \text{ кДж / моль}$ ;  $\Delta S_{r,298}^0 = 95,41 \text{ Дж / (моль} \cdot \text{К)}$ ;  $\Delta G_{r,298}^0 = -43,14 \text{ кДж / моль}$ .

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### Основная литература

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия / Н.С. Ахметов. – СПб: Лань, 2014. – 752 с. <https://e.lanbook.com/book/50684>
2. Глинка Н.Л. Общая химия / Н.Л. Глинка. – М.: КНОРУС, 2016. – 752 с. <http://av.disus.ru/metodichka/1725028-1-obschaya-himiya-uchebnoe-posobie-izdanie-stereotipnoe-knorus-moskva-2014-udk-540758-bbk-241ya73-g54-glinka-g54-obschaya-himiya-uche.php>
3. Зайцев О.С. Химия. Учебник / О.С. Зайцев. – М.: Юрайт, 2015. – 470 с. <http://avidreaders.ru/book/himiya-uchebnik-dlya-akademicheskogo-bakalavriata.html>

### Дополнительная литература

1. Карапетьянц М.Х. Общая и неорганическая химия / М.Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. – М.: Либроком, 2015. – 592 с. <http://mexalib.com/view/19044>
2. Коровин Н.В. Общая химия / Н.В. Коровин. – М.: Academia, 2011. – 496 с. <http://potrekeram.ru/1-korovin-n-v-obschaya-himiya-skachat.html>
3. Суворов А.В. Общая химия / А.В. Суворов, А.Б. Никольский. – СПб.: Химиздат, 2007. – 624 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5938081297.html>

### Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>.
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации «ГЕОИНФОМАРК»: <http://www.geoinform.ru>.
3. Информационно-аналитический центр «Минерал»: <http://www.mineral.ru>.
4. Консультант Плюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru).



5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>.
6. Научная электронная библиотека «Scopus»: <https://www.scopus.com>.
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>.
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>; <https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru](http://www.garant.ru).
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>.
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>.
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru>.
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>.
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»: [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт»: <http://rucont.ru>.
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru>.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
**Термодинамические свойства некоторых веществ**

Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$ ,	$S_{298}^0$ ,	Вещество	$\Delta H_{f,298}^0$ ,	$S_{298}^0$ ,
	$\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$		$\frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
$\text{Br}_{2(r)}$	30,91	245,37	$\text{HCHO}_{(r)}$	-115,90	218,78
$\text{C}_{(тв)}$	0,00	5,74	$\text{HCN}_{(r)}$	132,00	201,71
$\text{CH}_{4(r)}$	-74,85	186,27	$\text{HCl}_{(r)}$	-92,31	186,79
$\text{CH}_3\text{CHO}_{(r)}$	-166,00	264,20	$\text{HI}_{(r)}$	26,36	206,48
$\text{CH}_3\text{OH}_{(r)}$	-201,00	239,76	$\text{H}_{2(r)}$	0,00	130,52
$\text{CCl}_{4(r)}$	-10,42	310,12	$\text{H}_2\text{O}_{(r)}$	-241,81	188,72
$\text{CO}_{(r)}$	-110,53	197,55	$\text{H}_2\text{O}_{2(r)}$	-135,88	234,41
$\text{COCl}_{2(r)}$	-219,50	283,64	$\text{H}_2\text{S}_{(r)}$	-20,60	205,70
$\text{CO}_{2(r)}$	-393,51	213,66	$\text{I}_{2(r)}$	62,43	260,60
$\text{C}_2\text{Cl}_{4(r)}$	19,61	340,92	$\text{NH}_{3(r)}$	-45,94	192,66
$\text{C}_2\text{Cl}_{6(r)}$	27,13	398,52	$\text{NO}_{(r)}$	91,26	210,64
$\text{C}_2\text{H}_{2(r)}$	226,75	200,82	$\text{NOBr}_{(r)}$	81,84	272,63
$\text{C}_2\text{H}_{4(r)}$	52,30	219,45	$\text{NOCl}_{(r)}$	52,59	263,50
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(r)}$	-234,80	281,38	$\text{NO}_{2(r)}$	34,19	240,06
$\text{Cd}_{(тв)}$	0,00	51,76	$\text{N}_{2(r)}$	0,00	191,50
$\text{CdO}_{(тв)}$	-258,99	54,81	$\text{N}_2\text{O}_{(r)}$	82,01	219,83
$\text{ClO}_{2(r)}$	104,60	257,02	$\text{N}_2\text{O}_{5(r)}$	13,30	355,65
$\text{Cl}_{2(r)}$	0,00	222,98	$\text{O}_{2(r)}$	0,00	205,04
$\text{F}_{2(r)}$	0,00	202,67	$\text{O}_{3(r)}$	142,26	238,82
$\text{Fe}_{(тв)}$	0,00	27,15	$\text{SO}_{2(r)}$	-296,90	248,07
$\text{FeCl}_{2(тв)}$	-341,01	119,66	$\text{S}_{2(r)}$	128,37	228,03
$\text{FeO}_{(тв)}$	-264,85	60,75	$\text{ZnO}_{(тв)}$	-348,11	43,51
$\text{HBr}_{(r)}$	-36,38	198,58	$\text{ZnS}_{(тв)}$	-205,18	57,66

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>ЗАДАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ</b> .....	4
Подготовка к лабораторным работам .....	4
Самостоятельное изучение дополнительных материалов .....	5
Общие и методические указания к решению домашних заданий .....	15
Общие указания .....	15
Методические указания.....	16
<b>УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ № 1</b> .....	18
Основные классы неорганических соединений. Номенклатура... ..	18
Задание I .....	18
Задание II .....	19
Задание III.....	21
Задание IV .....	22
Задание V.....	23
Основные понятия и законы химии (задание VI) .....	25
Строение атома.....	35
Задание VII.....	35
Задание VIII.....	36
<b>ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ № 1</b> .....	37
Основные классы неорганических соединений. Номенклатура... ..	37
Задание I .....	37
Задание II .....	38
Задание III.....	38
Задание IV .....	40
Задание V.....	40
Основные понятия и законы химии (задание VI) .....	41
Строение атома.....	47
Задание VII.....	47
Задание VIII.....	49
<b>УСЛОВИЯ ЗАДАЧ ДОМАШНЕГО ЗАДАНИЯ № 2</b> .....	50
Растворы.....	50
Задание I .....	50

Задание II .....	51
Задание III .....	55
Задание IV .....	57
Задание V .....	59
Окислительно-восстановительные реакции (задание VI) .....	59
Химическая термодинамика (задание VII) .....	61
<b>ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДОМАШНЕГО</b>	
<b>ЗАДАНИЯ № 2 .....</b>	<b>62</b>
Растворы .....	62
Задание I .....	62
Задание II .....	65
Задание III .....	67
Задание IV .....	68
Задание V .....	69
5.2. Окислительно-восстановительные реакции (задание VI) .....	71
Химическая термодинамика (задание VII) .....	72
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>74</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>76</b>