

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

**Е.Б. Голушкова, Е.М. Князева,  
Ю.Ю. Мирошниченко,  
Д.О. Перевезенцева, Т.А. Юрмазова**

**СБОРНИК ЗАДАЧ И УПРАЖНЕНИЙ  
ПО ОБЩЕЙ ХИМИИ**

Учебное пособие  
(исправленное и дополненное)

Издательство  
Томского политехнического университета  
2019

УДК 546(076.5)  
ББК 24.1 Я73

**Голушкова Е.Б., Князева Е.М., Мирошниченко Ю.Ю., Перевезенцева Д.О., Юрмазова Т.А.** Сборник задач и упражнений по общей химии. Учебное пособие (исправленное и дополненное). – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2019. – 145 с.

Учебное пособие содержит задания и упражнения по основным разделам общей химии. Каждое задание состоит из двух частей: теоретической и практической направленности. Задачник является частью учебно-методического комплекса кафедры общей химии и химической технологии Томского политехнического университета. Предназначено для студентов химических и нехимических направлений технических университетов.

УДК 546(076.5)  
ББК 24.1 Я73

*Рецензенты*

Доктор химических наук, профессор лаборатории органического синтеза  
Томского государственного университета

**А.А. Бакибаев**

Доктор физико-математических наук, профессор кафедры динамики полетов  
Томского государственного университета

**В.И. Биматов**

ISBN

© Голушкова Е.Б., Князева Е.М., Мирошниченко Ю.Ю.,  
Перевезенцева Д.О., Юрмазова Т.А., 2019  
© Томский политехнический университет, 2019  
© Оформление. Издательство ТПУ, 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Для комплексного методического обеспечения учебного процесса в отделении естественных наук школы базовой инженерной подготовки омского политехнического университета (ТПУ) разработан перечень обязательных и рекомендательных составляющих, один из которых учебно-методический комплекс дисциплины (УМКД). УМКД включают в себя лекционные материалы, лабораторный практикум, пособие для практических занятий и для самостоятельной работы студентов, глоссарий, справочник, наглядные материалы для изучения химии, пособие для решения задач по химии, банк тестовых заданий для входного контроля знаний студентов по дисциплине, а также промежуточного и итогового контроля успеваемости студентов. Недостающим звеном в учебно-методическом комплексе является сборник задач и упражнений по химии.

Пособие было разработано в 2016 году и внедрено в учебный процесс. Новое издание исправлено и дополнено различными типами задач и вопросов. Предлагаемое пособие охватывает основной материал курса химии и предназначено для студентов 1 курса всех направлений ТПУ. Каждый раздел содержит до 100 задач и упражнений, многие из которых представлены в комплексном виде и требуют практических выводов. Каждое задание комбинированного типа содержит теоретическую и практическую части, требует работы с дополнительными учебниками и учебными пособиями. Решение таких заданий исключает возможность краткого немотивированного ответа.

Решение задач позволяет сформировать у студентов навыки самостоятельной работы, поиска и анализа информации, а также обосновывать собственное заключение и выводы, используя теоретические знания.

Разработанный сборник задач и упражнений включает в себя 8 разделов общей химии:

- Классификация и номенклатура неорганических соединений.
- Стехиометрические расчеты.
- Окислительно-восстановительные реакции.

- Способы выражения концентрации растворов.
- Строение вещества.
- Закономерности химических реакций.
- Электрохимические процессы.
- Растворы.

Пособие необходимо для организации и контроля индивидуальной работы студентов. Каждый студент выполняет свой вариант индивидуального домашнего задания и защищает выполненные решения у преподавателя.

Таким образом, решение заданий поможет студентам закрепить знания, полученные на практических и лекционных занятиях.

## РАЗДЕЛ 1

### КЛАССИФИКАЦИЯ И НОМЕНКЛАТУРА НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

#### 1.1. Классификация неорганических соединений

1. Какие соединения называют оксидами? Перечислите типы оксидов, укажите их отличительные признаки. Из приведенного перечня соединений выберите оксиды и укажите тип каждого:  $\text{Na}_2\text{O}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{Cs}_2\text{O}$ ,  $\text{BeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{KO}_2$ ,  $\text{SeO}_3$ .
2. Какие соединения называют пероксидами? Напишите формулы пероксида натрия, калия, бария. Как получают пероксид водорода в лаборатории? Какими химическими свойствами он обладает? Напишите уравнения реакций.
3. Опишите общие способы получения оксидов. На примере оксида железа (III) покажите, как его можно получить из простого вещества, гидроксида, нитрата. К какому типу относится данный оксид?
4. Опишите химические свойства основных оксидов. На примере оксида бария покажите возможность (или невозможность) его взаимодействия с водой, серной кислотой, щелочью, сульфатом меди (II), нитратом калия. Напишите уравнения возможных реакций. Обоснуйте причину отсутствия некоторых взаимодействий.
5. Опишите химические свойства кислотных оксидов. На примере оксида селена (VI) покажите возможность (или невозможность) его взаимодействия с водой, хлорной кислотой, щелочью, нитратом меди (II), оксидом натрия. Напишите уравнения возможных реакций. Обоснуйте причину отсутствия некоторых взаимодействий.

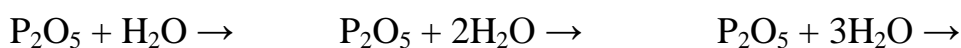
6. Какие свойства оксидов называют амфотерными? Приведите четыре примера амфотерных оксидов. На примере оксида олова (IV) покажите его амфотерность. Напишите уравнения его взаимодействия с серной и соляной кислотами, гидроксидом калия в растворе и расплаве.
7. Какие оксиды называют солеобразующими, а какие безразличными? На какие типы подразделяют солеобразующие оксиды? Что является причиной такой классификации? Приведите примеры безразличных оксидов. Опишите химические свойства одного из них.
8. Среди перечисленных оксидов укажите кислотные, основные, амфотерные и не-солеобразующие:  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{HgO}$ ,  $\text{WO}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Sc}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SeO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{V}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CrO}$ . Напишите уравнения взаимодействия оксида вольфрама (VI) с водой, гидроксидом натрия, оксидом кальция. Назовите образующиеся продукты.
9. Азот образует пять оксидов в степенях окисления от +1 до +5. Напишите формулы оксидов азота и укажите тип каждого. Запишите уравнения взаимодействия оксидов азота с водой, назовите образующиеся при этом продукты. Два оксида азота образуют при определенных условиях димеры. Напишите уравнения димеризации оксидов.
10. Как изменяются химические свойства оксидов металлов в зависимости от их степени окисления? Характерными степенями окисления марганца являются +2, +4, +6 и +7. Составьте формулы оксидов марганца и укажите тип каждого. Ответ подтвердите уравнениями соответствующих химических реакций.
11. Какие гидроксиды называются основными, а какие – амфотерными? Из предложенного ряда выберите амфотерные гидроксиды:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_2\text{Cl}$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{LiOH}$ ,  $\text{Sc}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Bi}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . Напишите уравнения реакций, в которых проявляются их основные и кислотные свойства.

12. Какие соединения называют щелочами? В перечне соединений укажите щелочи:  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Be}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CsOH}$ ,  $\text{RbOH}$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ . Как получают гидроксид калия в промышленности? С какими из перечисленных соединений он может реагировать: серная кислота, гидроксид алюминия, гидроксид железа (II), хлорид натрия, сульфат никеля(II), оксид хлора (I)? Напишите уравнения возможных реакций.

13. Укажите тип следующих гидроксидов по кислотно-основной классификации:  $\text{Mn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Co}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Co}(\text{OH})_3$ ,  $\text{TiOH}$ ,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{RbOH}$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ . На примере одного из амфотерных гидроксидов проиллюстрируйте его химические свойства.

14. Что называется основностью кислоты? Приведите по два примера одно-, двух- и многоосновных кислот. Изобразите их графические формулы. Чему равна основность фосфорноватистой и фосфористой кислот? Напишите уравнения возможных реакций фосфорноватистой и фосфористой кислот с гидроксидом натрия.

15. Приведите примеры орто-, мета- и дикислот. Какова причина отличия состава кислот? Закончите уравнения реакций:



Назовите образующиеся кислоты, укажите их основность, изобразите графические формулы.

16. Какие соединения называются оксосолями? Приведите примеры оксосолей висмута, сурьмы, титана и ванадия. Как получают оксосоли? Напишите уравнения реакций.

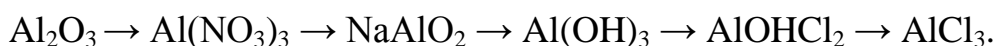
17. Какие соли называются кислыми? Каков общий способ получения кислых солей? Относится ли соединение  $\text{NH}_4\text{Cl}$  к кислым солям? Приведите объяснение. Напишите уравнения реакций получения: а) дигидроортофосфата калия, б) гидросульфида натрия, в) гидросульфата калия. Постройте графические формулы полученных солей.

18. Какие соли называют основными? Каков общий способ получения основных солей? Напишите уравнения реакций получения: а) хлорида гидроксомеди (II), б) нитрата дигидроксожелеза (III), в) сульфата дигидроксоалюминия. Постройте графические формулы полученных солей.

19. Какие соли называют средними? Опишите общие способы получения средних солей. Напишите уравнения реакций получения: а) хлорида меди (II), б) нитрата железа (III), в) сульфата алюминия. Постройте графические формулы полученных солей.

20. Какие соединения называются ангидридами? Напишите формулы ангидридов следующих кислот: а) селеновой кислоты, б) азотистой кислоты, в) хромовой кислоты, г) хлорноватой кислоты, д) бромноватой кислоты. Напишите уравнения взаимодействия данных ангидридов с водой и щелочью.

21. Опишите характерные химические свойства кислотных оксидов. Напишите уравнения реакций следующих превращений:

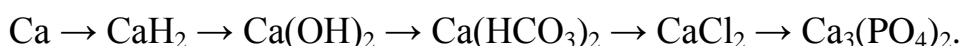


22. Какие оксиды называются несолеобразующими? Каковы их химические свойства? Напишите уравнения реакций следующих превращений:

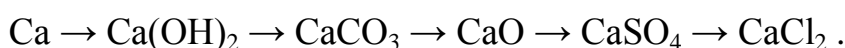


Назовите каждое соединение, укажите класс, к которому оно относится.

23. Опишите общие способы получения кислых солей. Как из кислой соли получить среднюю? Напишите уравнения следующих реакций:



24. Какие гидроксиды называются щелочами? Какие химические свойства характерны для щелочей? Напишите уравнения реакций следующих превращений:





25. Сколько неметаллов в Периодической системе? Какие химические свойства характерны для неметаллов? Напишите уравнения реакций следующих превращений:

фосфор  $\rightarrow$  хлорид фосфора (V)  $\rightarrow$  хлороводород  $\rightarrow$  хлорид цинка  $\rightarrow$  хлорид серебра.

26. Какие свойства характерны для кислотных оксидов? Какой из кислотных оксидов не реагирует с водой? Напишите уравнения реакций следующих превращений:

$C \rightarrow CO_2 \rightarrow Na_2CO_3 \rightarrow BaCO_3 \rightarrow BaCl_2$ .

27. Что такое амфотерность? Чем обусловлена амфотерность? Опишите характерные химические свойства амфотерных оксидов. Напишите уравнения реакций следующих превращений:

$Zn \rightarrow ZnO \rightarrow ZnSO_4 \rightarrow Zn(OH)_2 \rightarrow Na_2ZnO_2$ .

28. Как классифицируются химические реакции? Укажите отличительные признаки и приведите примеры реакций разных типов. Напишите уравнения реакций следующих превращений:

$(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow Cr_2O_3 \rightarrow KCrO_2 \rightarrow Cr(OH)_3 \rightarrow Cr(NO_3)_3 \rightarrow Cr_2O_3$ .

Укажите тип каждой реакции.

29. Опишите характерные химические свойства средних солей. Напишите уравнения реакций следующих превращений:

$Fe \rightarrow FeO \rightarrow FeCl_2 \rightarrow Fe(OH)_2 \rightarrow FeO \rightarrow Fe \rightarrow Fe(NO_3)_3 \rightarrow Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3$ .

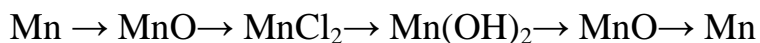
Укажите тип каждой реакции.

30. Опишите характерные химические свойства кислот. Напишите уравнения реакций следующих превращений:

$FeS_2 \rightarrow SO_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 \rightarrow BaSO_4$ .

Укажите тип каждой реакции.

31. Приведите классификацию и укажите отличительные признаки реакций, протекающих без изменения степеней окисления атомов. Напишите уравнения реакций следующих превращений:



Укажите тип каждой реакции.

## 1.2. Номенклатура неорганических соединений

32. Назовите соединения согласно номенклатуре ИЮПАК, укажите их класс, изобразите графические формулы:

$(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{HMnO}_4$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaSiO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{HPO}_3$ . Укажите основность кислот, приведенных выше.

33. Назовите соединения согласно номенклатуре ИЮПАК, укажите их класс, изобразите графические формулы:

$\text{Al(OH)}_2\text{Cl}$ ,  $\text{Mg(HSO}_3)_2$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ,  $\text{NaAlO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$ ,  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{HClO}_4$ .

34. Руководствуясь положением элементов в Периодической системе, составьте формулы высших оксидов селена, хлора, титана, бария, галлия, кремния. Назовите соединения, постройте их графические формулы. Укажите класс, к которому относится каждое соединение.

35. Напишите формулы соединений:

оксид бария, диоксид углерода, гидроксид галлия, хлорная кислота, дихромат аммония, ортофосфат бария, гидросульфат марганца (II), хлорид гидроксомагния, нитрат ртути (I), гексагидроксохромат (III) натрия. Постройте графические формулы первых восьми соединений. Укажите класс, к которому относится каждое из перечисленных соединений.

36. Составьте формулы средних и основных солей, образующихся при взаимодействии гидроксидов железа (II) и алюминия с соляной и серной кислотами. Все приведенные соли назовите, изобразите их графические формулы.

37. Напишите формулы соединений:

оксид хрома (III), триоксид азота, дихромовая кислота, хромат бария, ортофосфат никеля (II), гидросульфид магния, нитрат гидроксобария, хлористая кислота, тетрагидроксоцинкат (II) калия, сульфид ртути (II), гидроксид кадмия. Укажите класс соединения, к которому относится каждое из перечисленных соединений. Изобразите графические формулы первых восьми соединений.

38. Руководствуясь положением элементов в Периодической системе, составьте формулы соединений кислорода с селеном, свинцом, фосфором, барием, галлием, марганцем. Назовите соединения. Укажите тип каждого оксида. Для кислотных оксидов запишите формулы соответствующих кислот.

39. Назовите следующие соединения согласно номенклатуре ИЮПАК:

$Mg(OH)NO_3$ ,  $KH_2PO_4$ ,  $HPO_3$ ,  $WO_3$ ,  $KHSO_3$ ,  $HIO_4$ ,  $Fe_2S_3$ ,  $Cl_2O$ ,  $Na_2SeO_4$ . Постройте графические формулы соединений. Укажите класс соединений для каждого вещества. Напишите реакции получения кислых, основных и средних солей,

40. Напишите формулы соединений:

оксид молибдена (VI), диоксид серы, сульфид марганца (II), гидроксид никеля (II), перхлорат калия, ортофосфат бария, дифосфат аммония, карбонат гидроксо-меди (II), гексагидроксиферрат (III) калия, уксусная кислота. Укажите класс соединения, к которому относится каждое из перечисленных соединений. Изобразите графические формулы восьми первых соединений.

41. Руководствуясь положением элементов в Периодической системе, составьте формулы соединений водорода с хлором, серой, натрием, кальцием, алюминием, кремнием. Приведите названия. К какому классу соединений они относятся?

42. Назовите следующие соединения согласно номенклатуре ИЮПАК:

$(\text{CuOH})_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{HCrO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{OsO}_4$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ . Изобразите графические формулы соединений. Укажите класс соединения, к которому относится каждое из перечисленных соединений.

43. Напишите формулы соединений:

оксид хрома (II), оксид сурьмы (V), гидроксид золота (III), перхлорат аммония, ортофосфат бария, метафосфат кальция, гидросульфит стронция, карбонат гидроксокадмия, тетрагидроксоплюмбат (II) натрия, циановодородная кислота. Укажите класс соединения, к которому относится каждое из перечисленных соединений. Изобразите графические формулы первых восьми соединений.

44. Руководствуясь положением элементов в Периодической системе, составьте формулы соединений водорода с азотом, барием, углеродом, алюминием, селеном. Назовите эти соединения. К какому классу соединений они относятся?

45. Назовите следующие соединения согласно номенклатуре ИЮПАК:

$(\text{MnOH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{PbS}$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{KClO}_4$ ,  $\text{SnO}_2$ ,  $\text{CaSiO}_4$ ,  $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2$ . Изобразите графические формулы соединений. Укажите класс соединения, к которому относится каждое из перечисленных соединений.

46. Напишите формулы соединений:

оксид железа (III), монооксид углерода, гидроксид скандия (III), марганцевая кислота, сульфат хрома (III), роданид калия, гидрометасиликат кальция, хлорид гидроксовисмута (III), тетрагидроксоберилат натрия, ацетат аммония. Укажите класс соединения, к которому относится каждое из перечисленных соединений. Изобразите графические формулы восьми первых соединений.

47. Дайте определения понятиям: простое вещество, химическое соединение, металл, неметалл. Приведите примеры простых веществ, молекулы которых состоят из

двух, трех, четырех, восьми атомов. Запишите уравнения химических реакций, иллюстрирующие свойства основных оксидов.

48. Назовите следующие соединения согласно номенклатуре ИЮПАК:

$(\text{CdOH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Ga}_2\text{O}_3$ ,  $\text{HBrO}_3$ ,  $\text{KNO}_2$ ,  $\text{Au}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaFeO}_4$ . Изобразите графические формулы соединений. Укажите класс соединения, к которому относится каждое из перечисленных соединений.

49. Напишите формулы соединений:

оксид ртути (II), диоксид кремния (II), гидроксид олова (II), бромноватая кислота, силикат магния, ортофосфат железа (II), гидросульфит никеля (II), нитрат дигидроксиалюминия, гексагидроксогерманат (IV) натрия. Изобразите графические формулы соединений. Укажите класс соединения, к которому относится каждое из перечисленных соединений.

50. Напишите уравнения взаимодействий, назовите продукты реакций:

- а) карбоната натрия с серной кислотой;
- б) йодида калия с ацетатом свинца (II);
- в) йодноватой кислоты с гидроксидом кальция;
- г) метафосфорной кислоты с гидроксидом натрия.

Рассчитайте молярные массы нерастворимых веществ.

51. Назовите следующие соединения согласно номенклатуре ИЮПАК:

$(\text{ZnOH})_2\text{SO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{HClO}_2$ ,  $\text{Co}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_3\text{AsO}_4$ . Изобразите графические формулы соединений. Укажите класс соединения, к которому относится каждое из перечисленных соединений.

52. Составьте формулы средних и кислых солей натрия и кальция, образованных: а) угольной кислотой; б) ортофосфорной кислотой; в) сернистой кислотой. Все полученные соли назовите и постройте их графические формулы.

53. Напишите формулы соединений:

оксид ванадия (V), диоксид азота (II), гидрид кальция, селенистая кислота, карбонат олова (II), гидросульфид натрия, хлорид дигидрохромида (III), гидроксид золота (III), нитрит аммония, гексагидроксиалюминат калия. Укажите класс соединения, к которому относится каждое из перечисленных соединений. Постройте графические формулы первых восьми соединений.

54. Напишите уравнения взаимодействий, назовите продукты реакций:

- а) сульфита натрия с серной кислотой;
- б) бромида калия с нитратом серебра;
- в) йодноватой кислоты с гидроксидом калия;
- г) ортофосфорной кислоты с гидроксидом кальция.

Рассчитайте молекулярные массы нерастворимых веществ.

55. Назовите следующие соединения согласно номенклатуре ИЮПАК:

$(\text{PbOH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$ ,  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{HMnO}_4$ ,  $\text{KClO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Постройте графические формулы соединений. Укажите класс соединения, к которому относится каждое из перечисленных соединений.

56. Напишите формулы соединений:

оксид вольфрама (VI), диоксид серы, селенид натрия, гидроксид платины (IV), селеновая кислота, ортофосфат бария, карбонат железа (III), гидрофосфат меди (II), хлорид гидроксомагния, гексагидрохромат (III) натрия. Укажите класс соединения, к которому относится каждое из перечисленных соединений. Постройте графические формулы первых восьми соединений.

57. Назовите следующие соединения согласно номенклатуре ИЮПАК:

$(\text{CrOH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHS}$ ,  $\text{H}_3\text{CrO}_3$ ,  $\text{HgO}$ ,  $\text{HMnO}_4$ ,  $\text{Na}_4\text{SiO}_4$ ,  $\text{SeO}_3$ ,  $\text{CaSiO}_3$ . Постройте графические формулы соединений. Укажите класс соединения, к которому относится каждое из перечисленных соединений.

58. Напишите формулы соединений:

оксид золота (III), оксид мышьяка (V), гидроксид палладия (IV), дифосфорная кислота, хлорит кальция, иодат калия, гидросульфит железа (II), нитрат гидроксида кальция, хлорид гидроксида магния, гексагидроксоферрат (III) железа. Постройте графические формулы первых восьми соединений.

59. Напишите уравнения взаимодействий, назовите продукты реакций:

- а) селеновой кислоты с гидроксидом калия;
- б) хлорной кислоты с гидроксидом кальция;
- в) йодноватой кислоты с гидроксидом натрия;
- г) хромата натрия с хлоридом бария.

Рассчитайте молекулярные массы нерастворимых соединений.

60. Назовите следующие соединения согласно номенклатуре ИЮПАК:

$(\text{BiOH})_2\text{SO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{HClO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{MgHSO}_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{KClO}_3$ . Постройте графические формулы соединений. Запишите уравнения химических реакций получения солей, перечисленных выше.

61. Напишите формулы соединений:

диоксид титана, триоксид серы, сульфид молибдена (II), гидроксид серебра, борная кислота, алюминат кальция, перхлорат калия, гидрокарбонат магния, нитрит гидроксомарганца (II). Укажите класс соединения, к которому относится каждое из перечисленных соединений. Постройте графические формулы первых восьми соединений.

62. Напишите уравнения взаимодействий, назовите продукты реакций:

- а) хлорноватой кислоты с гидроксидом калия;
- б) нитрата свинца (II) с хроматом натрия;
- в) сульфида калия с сульфатом меди (II);
- г) гидроксида алюминия с гидроксидом калия.

Рассчитайте молекулярные массы нерастворимых соединений.

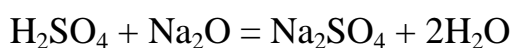
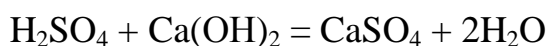
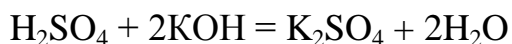
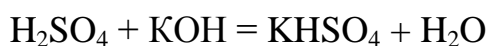
## РАЗДЕЛ 2

### СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

63. Дайте определения понятиям: структурная, стехиометрическая и электронная валентность. Чему равна структурная, стехиометрическая и электронная валентность фосфора в фосфорноватистой и фосфористой кислотах? Ответ поясните.

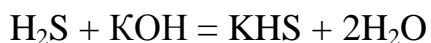
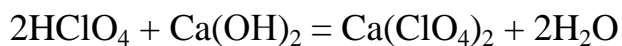
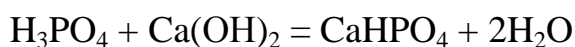
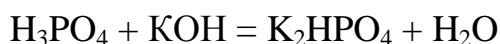
64. Дайте определения понятиям: эквивалент, молярная масса эквивалентов вещества. Рассчитайте молярные массы эквивалентов следующих соединений:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CrCl}_3$ .

65. Дайте определения понятиям: эквивалент, фактор эквивалентности. Рассчитайте молярные массы эквивалентов серной кислоты в следующих реакциях:



66. Дайте определения понятиям: молярная масса, относительная молекулярная масса, эквивалентная масса. Приведите примеры 3 солей, 3 кислот и 3 оснований, эквивалентные массы которых равны молярным массам. Ответ обоснуйте.

67. Сформулируйте закон эквивалентов, кем и когда он был открыт? Рассчитайте молярные массы эквивалентов кислот в следующих реакциях:





68. Каково происхождение слова «стехиометрия»? Какие расчеты в химии называются стехиометрическими? Соединение неизвестного элемента с бромом содержит 20 % элемента. Вычислите молярную массу эквивалентов этого элемента, его атомную массу, если известно, что валентность элемента равна двум. Установите химический символ элемента.
69. Кто и когда сформулировал закон постоянства состава вещества? Какие вещества называются бертоллидами, а какие – дальтонидами? Приведите примеры. Оксид марганца содержит 22,56 % кислорода. Вычислите молярную массу эквивалентов марганца и его валентность. Составьте формулу оксида марганца. К дальтонидам или бертоллидам относится оксид?
70. Сформулируйте правило Дюлонга-Пти. Запишите его математическое выражение. Удельная теплоёмкость металла равна 0,218 Дж/(г·К), а молярная масса его эквивалента – 29,65 г/моль. Вычислите валентность и точную атомную массу металла. Какой это металл?
71. Дайте определение понятиям: удельная теплоемкость, молярная теплоемкость. При окислении 1,51 г металла образовалось 1,88 г оксида. Удельная теплоёмкость металла равна 0,388 Дж/(г·К). Вычислите точную атомную массу металла.
72. Металл массой 40,0 г вытесняет из кислоты 14,6 л водорода при 18 °С и давлении  $1,013 \cdot 10^5$  Па. Удельная теплоёмкость металла равна 0,39 Дж/(г·К). Определите точную атомную массу металла, укажите его название.
73. На окисление 0,3 г элемента требуется 668,4 мл кислорода при температуре 27 °С и давлении 700 мм рт. ст. Удельная теплоемкость элемента равна 1,985 Дж/(г·К). Вычислите эквивалентную массу элемента, его валентность и точную атомную массу.

74. Удельная теплоёмкость металла равна 0,278 Дж/(г·К). При окислении 0,6 г этого металла было получено 0,8 г оксида. Чему равна эквивалентная и атомная масса металла? Рассчитайте погрешность в определении его точной атомной массы.
75. При реакции 0,145 г металла с кислотой получено 221,2 мл водорода при температуре 29 °С и давлении 820 мм рт. ст. Давление паров воды при этой температуре равно 300 мм. рт. ст. Удельная теплоёмкость металла равна 1,087 Дж/(г·К). Вычислите эквивалентную массу металла, его валентность и точную атомную массу.
76. Сформулируйте закон Авогадро и следствия из него. Оксид металла содержит 15,44 % кислорода. Удельная теплоёмкость металла равна 1,074 Дж/(г·К). Вычислите эквивалентную массу металла, его валентность и точную атомную массу.
77. Сформулируйте закон постоянства состава вещества. Какие вещества называются бертоллидами, а какие – дальтонидами? Массовая доля металла в сульфиде равна 74,2 %. Удельная теплоёмкость металла равна 0,145 Дж/(г·К). Рассчитайте эквивалентную массу, валентность и точную атомную массу металла. К дальтонидам или бертоллидам относится сульфид данного металла?
78. На полное взаимодействие 0,943 г фосфористой кислоты потрачено 1,291 г КОН. Вычислите эквивалентную массу  $\text{H}_3\text{PO}_3$  и её основность. Объясните, почему основность кислоты не равна числу атомов водорода в молекуле. Напишите графическую формулу кислоты и уравнение реакции со щёлочью.
79. Какие условия называются нормальными? Чем нормальные условия отличаются от стандартных? Рассчитайте объём водорода (н.у.), выделившийся при взаимодействии 130 г цинка с 120 г расплавленного гидроксида натрия.
80. Перечислите законы, на которых основываются стехиометрические расчеты. Смешали растворы, содержащие 20 г хлорида бария и 20 г сульфата натрия. Рас-

- считайте массу вещества, выпавшего в осадок. Какое вещество и в каком количестве осталось неизрасходованным?
81. Приведите формулировки законов сохранения массы, энергии, заряда. Укажите их практическое применение. При обработке водой 100 г карбида кальция был получен ацетилен объемом 30 л (н.у.). Рассчитайте массовую долю  $\text{CaC}_2$  в карбиде.
82. Сформулируйте закон кратных отношений, кем и когда он был открыт? Сколько граммов цинка требуется для получения 100 мл водорода, измеренного при 20 °С и 780 мм рт. ст., взаимодействием цинка с серной кислотой?
83. Дайте определения понятиям: молярный объем, молярная масса. Укажите их единицы измерения. Рассчитайте массу цинка, содержащего 5% примесей, необходимую для получения 500 мл (н.у.) водорода взаимодействием цинка с раствором гидроксида натрия.
84. Сформулируйте закон сохранения массы вещества, кем и когда он был открыт? Смешали растворы, содержащие 100 г гидроксида натрия и 200 г сульфата меди (II). Рассчитайте массу вещества, выпавшего в осадок. Какое вещество, и в каком количестве осталось неизрасходованным?
85. Какое уравнение связывает давление, объем и массу газообразного вещества? Какова размерность указанных параметров? Как называется данное уравнение? Рассчитайте объем водорода (н.у.), выделившегося при взаимодействии 108 г алюминия с разбавленным раствором, содержащим 196 г серной кислоты.
86. Укажите значения числа Авогадро и молярного объема газа? Что обозначают эти постоянные? Какой объем водорода (н.у.) выделится при взаимодействии 46 г натрия со 100 мл воды? Какая масса гидроксида натрия при этом образуется?

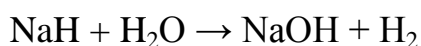
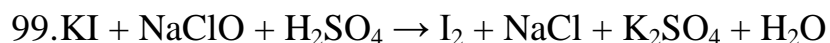
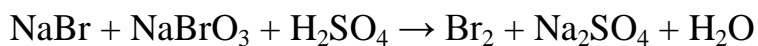
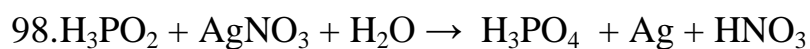
87. Какой закон был открыт в 1808 г.г. Ж.Л. Прустом? Приведите его формулировку. Рассчитайте массу карбоната кальция, содержащего 10 % примесей, необходимую для получения 2 кг оксида кальция. Какой объем (н.у.) углекислого газа при этом выделится?
88. Сформулируйте основные положения атомно-молекулярного учения. При прокаливании 400 г нитрата натрия получили 33,6 л (н.у.) кислорода. Рассчитайте массовую долю примесей в нитрате?
89. В честь каких ученых названы вещества, имеющие постоянный и переменный состав? Приведите примеры таких соединений. Углекислый газ – это вещество постоянного или переменного состава? Ответ поясните. Рассчитайте объем углекислого газа, который можно получить разложением 500 г известняка, содержащего 15 % примесей?
90. Дайте определение понятиям: атом, химический элемент, молекула. Рассчитайте молекулярную массу вещества, масса одной молекулы которого равна  $2 \cdot 10^{-22}$ .
91. Приведите значения температуры ( $^{\circ}\text{C}$ , K) и давления (Па, мм рт. ст., атм) при нормальных условиях. Рассчитайте молекулярную массу газообразного вещества, 2 л которого (н.у.) имеют массу 6,34 г. Напишите формулу газа.
92. Сформулируйте следствия из закона Авогадро. Цинк массой 195 г растворили в избытке водного раствора гидроксида натрия. Рассчитайте объем (н.у.) водорода, выделившийся в результате этой реакции.
93. Чем отличается простейшая формула вещества от молекулярной формулы? Напишите молекулярную и простейшую формулы гидразина. Массовая доля углерода в углеводороде равна 83,72 %. Установите молекулярную формулу углеводорода.

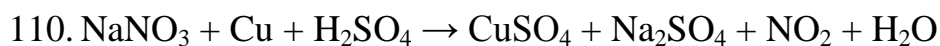
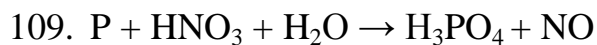
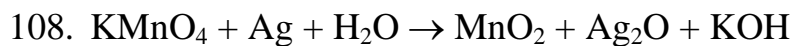
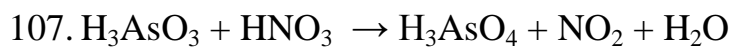
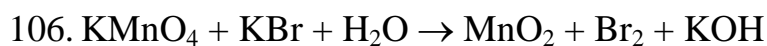
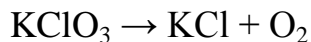
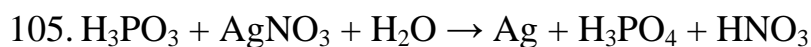
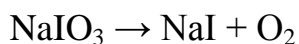
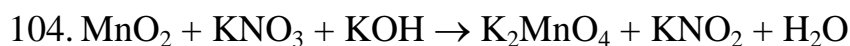
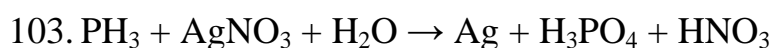
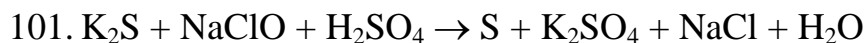
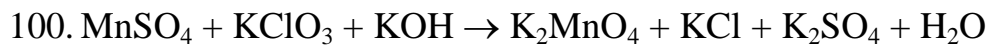
94. Какие ученые внесли основной вклад в развитие атомно-молекулярного учения? Сформулируйте законы атомно-молекулярного учения. Сульфид железа (II) массой 44 г обработали избытком соляной кислоты. Рассчитайте объем (н.у.) газа, выделившийся в результате этой реакции.
95. Приведите формулировку закона постоянства состава. Кем и когда он был открыт? Соединение содержит 34,5 % натрия, 23,3 % фосфора и кислород. Определите молекулярную формулу соединения.
96. Сформулируйте закон Бойля-Мариотта. Приведите его математическое выражение. Рассчитайте молекулярную массу газообразного вещества, 280 мл которого при 18°C и давлении 1520 мм рт. ст. имеют массу 0,65 г.
97. Какой физический смысл имеет плотность вещества и относительная плотность по веществу? Укажите размерность величин. Относительная плотность паров углеводорода по водороду равна 71. При сжигании 2,84 г этого вещества образуется 4,48 л углекислого газа (н.у.) и 3,96 г воды. Выведите молекулярную формулу данного углеводорода.

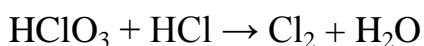
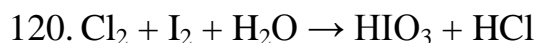
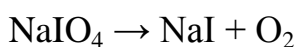
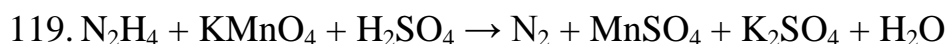
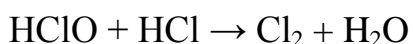
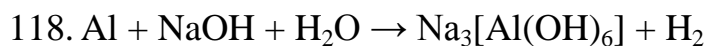
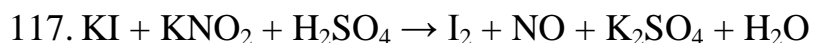
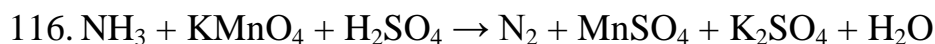
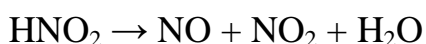
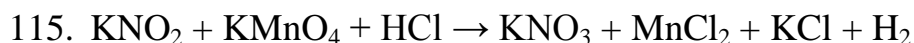
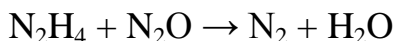
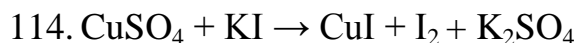
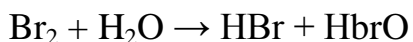
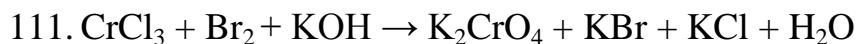
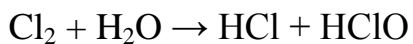
### РАЗДЕЛ 3

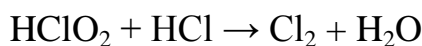
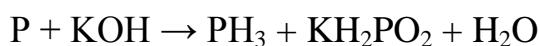
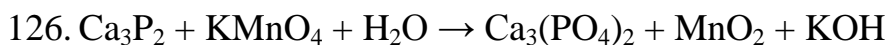
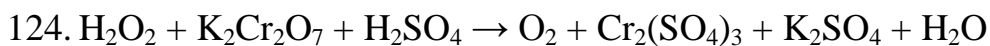
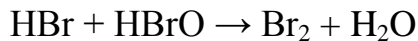
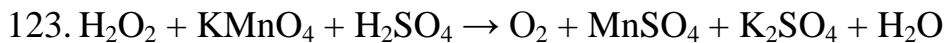
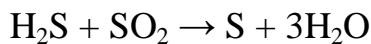
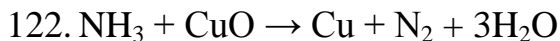
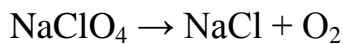
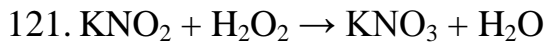
#### ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

Уравняйте реакции методом электронного баланса, укажите окислитель, восстановитель и тип ОВР. Рассчитайте молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя.









## РАЗДЕЛ 4

### СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРОВ

128. Дайте определения понятиям: дисперсная система, дисперсионная среда, дисперсная фаза. Вычислите массу хлорида серебра образующегося при смешении 120 мл 12 %-го раствора хлорида натрия с плотностью 1,086 г/мл и 100 мл 6 %-го раствора нитрата серебра с плотностью 1,05 г/мл.

129. Перечислите и опишите отличительные особенности дисперсных систем по степени взаимодействия между частицами дисперсной фазы. К 400 мл 0,4 М раство-



ра хлорида кальция прибавили избыток раствора карбоната натрия. Рассчитайте массу осадка, образующегося в результате протекания реакции.

130. Приведите классификацию и примеры дисперсных систем по интенсивности межфазного взаимодействия. 0,25 моль хлорида железа (III) растворено в 600 мл воды. Вычислите моляльность полученного раствора.
131. Какие растворы называют гипертоническими, гипотоническими, изотоническими и физиологическими? Приведите примеры их применения. Вычислите массу хлорида натрия, необходимого для приготовления 500 г физиологического раствора с массовой долей хлорида натрия 0,9 %.
132. Приведите классификацию дисперсных систем в зависимости от агрегатного состояния. Нагляднее классификацию записать в виде таблицы с указанием примеров. К какому типу относится дисперсная система, содержащая 23 г  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  и 500 мл воды, какова ее молярная концентрация.
133. Как называются дисперсные системы, содержащие частицы размером менее 1 нм, от 1 до 100 нм, более 100 нм. Вычислите объем воды, необходимый для приготовления 350 мл раствора серной кислоты с молярной концентрацией 2М и плотностью 1,23 г/мл.
134. Какие растворы называются коллоидными? Приведите их отличительные признаки. В чем заключается эффект Тиндаля, где в природе его можно наблюдать? Через 150 мл 10 %-го раствора нитрата серебра плотностью 1,07 г/мл пропустили хлороводород. Вычислите массу полученного осадка.
135. Какое применение находят коллоидные растворы? Приведите примеры их использования. В 100 мл соляной кислоты плотностью 1,075 г/мл и массовой долей 15,5 % растворили 2,2 г гидроксида железа (III). Рассчитайте массовую долю вещества в полученном растворе.

136. К каким видам дисперсных систем относятся взвеси, эмульсии, аэрозоли? Приведите отличительные признаки и примеры для каждой системы. Раствор объемом 300 мл содержит КОН массой 5 г. Вычислите молярную и эквивалентную концентрации данного раствора.
137. К каким видам дисперсных систем относятся золи, гели и суспензии? Приведите отличительные признаки и примеры для каждой системы. Раствор объемом 800 мл содержит  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  массой 25 г. Вычислите молярную концентрацию эквивалентов вещества в этом растворе.
138. Какие системы называются грубодисперсными? Приведите примеры природных грубодисперсных систем. Рассчитайте массы нитрата натрия и воды, которые необходимо взять для приготовления 1,5 кг раствора  $\text{NaNO}_3$  с массовой долей 4 %?
139. Укажите отличительные признаки истинных растворов от коллоидных. Приведите примеры природных истинных и коллоидных растворов. Вычислите массу питьевой соды, которая необходима для приготовления 300 мл раствора с концентрацией 0,25 н.
140. Какое применение находят истинные растворы? Приведите примеры их использования. При упаривании 350 г 25%-го раствора сульфата меди получили раствор массой 50 г. Вычислите массовую долю вещества в полученном растворе.
141. Какие экспериментальные факты свидетельствуют о том, что в ходе процесса растворения происходит взаимодействие частиц растворяемого вещества с молекулами растворителя, не связанное с разрушением их структуры? Что при этом образуется? Из 15 %-го раствора хлорида никеля объемом 600 мл и плотностью 1,07 г/мл, выпарили 50 мл воды. Вычислите массовую долю хлорида никеля в полученном растворе.

142. Дайте определения понятиям «гидраты» и «кристаллогидраты». Вычислите массу буры  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , которая необходима для приготовления 500 мл раствора, титр которого равен 0,02 г/мл?
143. Какие физические и химические процессы протекают при растворении твердых веществ в воде? Сульфат алюминия массой 120 г растворили в 900 мл воды, получили раствор с плотностью 1,04 г/мл. Вычислите эквивалентную концентрацию полученного раствора.
144. Какие физические и химические процессы протекают при растворении газообразных веществ в воде? Растворимость сероводорода в воде при  $20^\circ\text{C}$  равна 2,6 мл в 100 мл воды. Рассчитайте массовую долю сероводорода в насыщенном при этой температуре.
145. Какие факторы и как они влияют на растворимость газообразных веществ? Растворимость хлора в воде при  $0^\circ\text{C}$  равна 461 мл в 100 мл воды. Вычислите массовую долю хлора в насыщенном при этой температуре хлорной воде.
146. Какими тепловыми эффектами сопровождаются процессы растворения твердых, газообразных и жидких веществ. При растворении 15 г хлорида аммония в 250 мл воды температура понизилась на 50 К. Определите энтальпию растворения хлорида аммония, принимая удельную теплоемкость раствора равной удельной теплоемкости воды  $4,18 \text{ Дж}/(\text{г}\cdot\text{К})$ .
147. Запишите основные стадии растворения твердых веществ, какими тепловыми эффектами они сопровождаются. При растворении 10 г гидроксида натрия в 250 мл воды температура повысилась на 9,7 К. Рассчитайте энтальпию растворения гидроксида натрия, принимая удельную теплоемкость раствора равной удельной теплоемкости воды  $4,18 \text{ Дж}/(\text{г}\cdot\text{К})$ .

148. Дайте определения понятиям: раствор, растворенное вещество, растворитель, растворимость, коэффициент растворимости. Вычислите массы медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и воды, которые необходимы для приготовления раствора  $\text{CuSO}_4$  массой 250 г с массовой долей 20%?
149. Какие факторы и как они влияют на растворимость твердых веществ. Вычислите массу гидроксида меди, которую необходимо растворить в 220 мл раствора серной кислоты с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  7,7 % и плотностью 1,05 г/мл для получения 10 %-го раствора сульфата меди.
150. Дайте определения понятиям: насыщенный раствор, ненасыщенный раствор, перенасыщенный раствор. Коэффициент растворимости карбоната калия при  $100^\circ\text{C}$  равен 155, а при  $0^\circ\text{C}$  равен 111. Вычислите массу соли выпадающей в осадок из 550 г насыщенного при  $100^\circ\text{C}$  раствора при охлаждении его до  $0^\circ\text{C}$ .
151. Запишите признаки, отличающие насыщенные растворы от пересыщенных. В насыщенном при  $90^\circ\text{C}$  водном растворе дихромата калия массовая доля  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  равна 45,5%. Определите коэффициент растворимости дихромата калия при данной температуре.
152. Какова растворимость хлорида натрия при  $20^\circ\text{C}$  ? Хлорид натрия массой 300 г растворили в 1,5 л воды при данной температуре. Какой раствор: насыщенный, ненасыщенный или пересыщенный – при этом получили? Вычислите титр полученного раствора.
153. Нитрат свинца (II) растворили в 250 мл воды при  $60^\circ\text{C}$  до получения насыщенного раствора, а затем охладили до  $10^\circ\text{C}$ . Определите массу выпавшей в осадок соли, если коэффициент растворимости  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  при указанных температурах равен 90 и 46 соответственно. Какую массу нитрата свинца (II) необходимо взять для приготовления 430 мл насыщенного раствора?

154. В 25 мл воды при 25 °С растворяется 8,75 г хлорида натрия. Какую массу хлорида натрия необходимо взять для приготовления 250 мл пересыщенного раствора?

155. Дайте определения понятиям: молярная концентрация эквивалентов вещества в растворе, молярная концентрация раствора. Укажите обозначение и размерность соответствующих величин. Заполните пропущенные колонки в таблице.

Формула	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>
концентрация					
См, моль/л	?	0,1	0,25	?	?
Сэк, моль/л	0,2	?	?	0,4	0.15

156. Дайте определения понятиям: моляльность и молярная доля вещества в растворе. Укажите обозначения и размерность соответствующих величин. Вычислите моляльность раствора, молярную долю HCl и воды в 20%-ном растворе соляной кислоты.

157. Дайте определения понятиям и укажите их размерность: молярная концентрация вещества в растворе и титр. Укажите обозначения и размерность соответствующих величин. Заполните пропущенные колонки в таблице.

Формула	NiCl <sub>2</sub>	K <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>	HClO	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> S
концентрация					
См, моль/л	?	0,2	0.1	?	0,1
Т, г/мл	0,075	?	?	0,025	?

158. В 25 мл воды при 25 °С растворяется 8,75 г хлорида натрия. Какую массу хлорида натрия необходимо взять для приготовления 250 мл пересыщенного раствора?

159. Дайте определения понятиям: молярная концентрация раствора, титр, моляльность. Укажите обозначение и размерность соответствующих величин. Карбонат калия массой 50 г растворили в 350 мл воды. Вычислите моляльность, титр, массовую долю вещества в полученном растворе, если плотность этого раствора 1,13 г/мл.
160. Дайте определения понятиям: титр и массовая доля вещества в растворе, моляльность. Укажите обозначения и размерность соответствующих величин. Гидроксид натрия массой 120 г растворили в воде и получили раствор объемом 500 мл. Вычислите титр полученного раствора.
161. Дайте определение понятиям: молярная концентрация эквивалентов вещества, молярная масса эквивалента вещества, фактор эквивалентности. Укажите обозначения и размерность соответствующих величин. Нитрат аммония массой 80 г растворили в воде и получили раствор объемом 500 мл. Вычислите молярную концентрацию эквивалентов вещества в полученном растворе.
162. Дайте определения понятиям: молярную концентрацию эквивалентов в растворе, массовая доля вещества в растворе, моляльность. Укажите обозначение и размерность соответствующих величин. Сульфит натрия массой 140 г растворили в 520 мл воды. Вычислите моляльность, титр, массовую долю вещества в полученном растворе.
163. Дайте определения понятиям: молярная доля вещества в растворе, титр, моляльность. Укажите обозначение и размерность соответствующих величин. Вычислите титр, молярную долю воды, а также молярную долю хлорида никеля в 18% - ном растворе хлорида никеля, с плотностью 1,08 г/мл.
164. Дайте определения понятиям: молярная доля растворителя, молярная концентрацию раствора, моляльность. Укажите обозначение и размерность соответствующих

щих величин. Смешали 150 мл 30 %-го раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,34\text{г/мл}$ ) и 100 мл 10%-го раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,08\text{ г//мл}$ ). Вычислите титр и массовую долю вещества в полученном растворе.

165. В чем заключается метод титрования? Запишите выражение следствия закона эквивалентов, применяемого в объемном анализе. На титрование пробы содержащей 16 мл раствора гидроксида калия потребовалось 20 мл 0,2 н раствора соляной кислоты. Вычислите молярную концентрацию эквивалентов КОН в растворе.

166. Опишите суть расчетов с помощью правила креста (квадрата Пирсона). Рассчитайте объем 25 %-го раствора гидроксида натрия с плотностью 1,43 г/мл, который необходимо прилить к 2 л 16 %-го раствора с плотностью 1,175 г/мл, чтобы получить 20 %-ный раствор.

167. Какие приборы и аналитическую посуду применяют для приготовления растворов? Опишите их назначение. В 30 %-го раствор нитрата серебра объемом 450 мл и плотностью 2.33 г/мл, добавили 60 мл воды. Вычислите массовую долю нитрата серебра в полученном растворе.

168. Опишите основные способы приготовления растворов. Ампула фиксанала содержит  $C(1/5 \text{KMnO}_4) = 0,1\text{ моль/дм}^3$ . Из ампулы приготовили 3 л раствора. Вычислите молярную концентрацию эквивалентов перманганата калия в растворе.

169. Вода является уникальным растворителем, перечислите ее физические и химические свойства. В 460 мл раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , с плотностью 1,12 г/мл содержится 60 г вещества  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Рассчитайте моляльность этого раствора.

170. Какова роль воды в организме человека. Больному ввели 10 мл 10 %-го раствора хлорида кальция ( $\rho = 1.2\text{г/мл}$ ) внутривенно. Какой станет условно молярная концентрация и титр  $\text{CaCl}_2$  в крови, если объем крови 5 л.

171. Какие растворители являются полярными, а какие – неполярными? С помощью какой физической величины можно различить растворители по полярности? Приведите примеры полярных и неполярных растворителей, укажите области их применения. При растворении 113,4 г вещества в 1,5 л воды молярность раствора равна 1,2 моль/кг. Вычислите молярную массу вещества.
172. Перечислите виды титрования. Вычислите объем 0,2 М азотной кислоты, необходимый для нейтрализации 0,3 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
173. Изобразите аналитическую посуду (цилиндр, бюретка, градуированная пипетка, колба для титрования, воронка). Укажите область их применения. К 25%-ному раствору гидроксида калия объемом 400 мл с плотностью 1,23 г/мл, добавили 50 мл воды. Рассчитайте массовую долю вещества в полученном растворе.
174. Дайте определения понятиям: качественный и количественный анализ. При выпаривании 500 г 10 %-го раствора сульфата лития получили раствор массой 200 г. Вычислите массовую долю сульфата лития в полученном растворе.
175. Дайте определения понятиям: титрование, точка эквивалентности, индикатор. На нейтрализацию 10 мл раствора гидроксида натрия потребовалось 17 мл 0,1 н раствора азотной кислоты. Вычислите молярную концентрацию эквивалентов вещества в растворе.
176. Перечислите способы приготовления растворов заданной концентрации. Для нейтрализации 30 мл децимолярного раствора соляной кислоты потребовалось 7 мл раствора щелочи. Вычислите молярную концентрацию эквивалентов щелочи в растворе.
177. Какие индикаторы применяют в кислотно-основном титровании? Перечислите требования предъявляемые к ним. Для нейтрализации 50 мл раствора, содержа-



щего 2,49 г кислоты, потребовалось 25 мл 2 н раствора щелочи. Вычислите эквивалентную концентрацию раствора этой кислоты. Напишите формулу кислоты.

178. Какая мерная посуда применяется в методе титрования? Укажите ее назначение.

На нейтрализацию 10 мл раствора гидроксида натрия потребовалось 17 мл 0,1 н раствора азотной кислоты. Вычислите титр раствора NaOH.

179. Выведите из закона эквивалентов формулу, применяемую в титриметрическом анализе. Для нейтрализации 30 мл раствора децимолярного раствора кислоты потребовалось 7 мл гидроксида бария. Вычислите титр раствора Ba(OH)<sub>2</sub>.

Для нейтрализации 30 мл раствора децимолярного раствора кислоты потребовалось 7 мл гидроксида бария. Вычислите титр раствора Ba(OH)<sub>2</sub>.

180. Опишите методику проведения титриметрического анализа. Для нейтрализации

25 мл раствора, содержащего 1.2 г кислоты, потребовалось 38 мл 0.5 н раствора щелочи. Вычислите эквивалентную концентрацию кислоты в растворе. Напишите формулу кислоты.

181. Какую посуду используют для приготовления растворов? Укажите ее назначение.

Вычислите объем соляной кислоты с молярной концентрацией эквивалентов 0,15 моль/л, который потребуется для нейтрализации 0,25 г Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

182. Какие процессы лежат в основе кислотно-основного титрования? Вычислите

объем 40%-ной серной кислоты ( $\rho = 1,302$  г/мл), который потребуется для приготовления 600 мл сантимолярного раствора этой кислоты.

183. Вычислите объем 25 %-ой серной кислоты ( $\rho = 1,178$  г/мл), который потребуется

для приготовления 350 мл децимолярного раствора этой кислоты.

184. Вычислите объем 12 %-го раствора гидроксида натрия ( $\rho = 1,14$  г/мл), который

потребуется для приготовления 500 мл децимолярного раствора этой щелочи.

185. В чем отличие идеальных растворов от реальных растворов? В каком соотношении необходимо смешать 70 %-ную уксусную кислоту и воду, чтобы получить 9 %-ный раствор  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
186. Дайте определения понятиям: коэффициент растворимости вещества и коэффициент поглощения газа. Приведите примеры. В каком соотношении необходимо смешать 50 %-ную серную кислоту ( $\rho = 1,42$  г/мл) и воду для получения аккумуляторной серной кислоты плотностью 1,28 г/мл.
187. Как изменяется энтальпия и энтропия при растворении твердых веществ в воде. В каком соотношении необходимо смешать 38%-ный раствор хлорида кальция и 4 %-ный раствор хлорида кальция для получения 22%-го раствора  $\text{CaCl}_2$ .
188. Как изменяется энтальпия и энтропия при растворении жидких веществ в воде. Вычислите молярную концентрацию эквивалентов серной кислоты, если массовая доля  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в этом растворе 18 %, а плотность раствора 1,112 г/мл.
189. Как изменяется энтальпия и энтропия при растворении газообразных веществ в воде? Вычислите молярную концентрацию и моляльность раствора ортофосфорной кислоты, если массовая доля  $\text{H}_3\text{PO}_4$  в 500 мл составляет 60%, а плотность раствора равна 1,42 г/мл.
190. Дайте определения понятиям: моляльность, титр, молярная доля вещества в растворе. Укажите обозначения и размерность соответствующих величин. Вычислите молярную концентрацию и моляльность раствора хлорида калия, если массовая доля  $\text{KCl}$  в 700 мл составляет 24 %, а плотность раствора 1,62 г/мл.
191. Дайте определения понятиям и укажите их размерность: молярная концентрация раствора, молярная доля растворителя, массовая доля вещества в растворе. Вычислите титр раствора хлорида лития, если массовая доля  $\text{LiCl}$  в растворе 18 %, а плотность 1,01 г/мл.

192. Перечислите объемные способы выражения концентрации раствора. Вычислите молярные доли хлорида натрия и воды, если молярная концентрация раствора  $\text{NaCl}$  равна 0,5 М, а плотность 1,105 г/мл.
193. Перечислите массовые способы выражения концентрации раствора. Вычислите титр хлорида магния в 500 мл раствора, если молярная концентрация эквивалентов хлорида магния в растворе равна 0,35 н.
194. Классифицируйте кристаллогидраты по составу и устойчивости. Приведите примеры. Рассчитайте массу кристаллогидрата  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , которую необходимо растворить в 600 г воды для получения 10 %-го раствора  $\text{MgSO}_4$ .
195. Дайте определения понятиям «гидраты» и «кристаллогидраты». Рассчитайте массовую долю  $\text{CuSO}_4$  в растворе, приготовленном из 75 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и 600 г воды.
196. Приведите доказательства, свидетельствующие о существовании кристаллогидратов. В каком объеме воды необходимо растворить 10 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  для получения 5 %-го раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .
197. Вычислите моляльность и титр раствора, массовую долю вещества в 0,6 н растворе сульфата цинка объемом 1 л ( $\rho = 1,05$  г/мл).
198. Дайте определения понятиям: молярная концентрация эквивалентов вещества в растворе, титр, моляльность. Укажите обозначения и размерность соответствующих величин. Какой объем 70 %-го раствора нитрата калия ( $\rho = 1,3$  г/мл) необходимо взять, чтобы получить 0,5 л 2 н раствора.

199. Классифицируйте растворы по агрегатному состоянию. Приведите примеры. Вычислите массовую долю сульфата алюминия и его молярную концентрацию эквивалентов в 200 мл раствора с плотностью 1,16 г/мл, если титр этого раствора равен 0,12 г/мл.
200. Классифицируйте растворы по размерам частиц. Приведите примеры. Рассчитайте титр, молярную и эквивалентную концентрации 16%-го раствора сульфата меди, с плотностью 1.18 г/мл.
201. Вычислите объем 2 н раствора серной кислоты, необходимый для полного взаимодействия с 0,75 л 20 %-го раствора карбоната калия плотностью 1,19 г/мл? Вычислите объем газа, который образуется в этой реакции?
202. К 0,45 л 5 %-го раствора хлорида бария ( $\rho = 1,2$  г/мл) прибавлен раствор сульфата алюминия. Вычислите массу образовавшегося осадка.
203. Рассчитайте объем 20 %-го раствора азотной кислоты с плотностью 1,18 г/мл, необходимый для растворения 14 г гидроксида алюминия.
204. Какой объем аммиака (н.у.) необходимо растворить в 0,5 л воды, чтобы получить 12%-ный раствор гидроксида аммония?
205. Вычислите объем 2 н раствора соляной кислоты необходимый для полной нейтрализации 15 г гидроксида аммония.
206. Рассчитайте массу осадка, образующегося при смешении 200 г 10 %-го раствора гидроксида натрия и 150 г 18 %-го раствора сульфата меди.
207. Рассчитайте объем водорода (н.у.), который образуется при взаимодействии 1 г магния с 50 мл 0,25 н раствора соляной кислоты.

208. Рассчитайте объем оксида азота (IV) (н.у.), который образуется при взаимодействии меди с 2 л 3 М раствора азотной кислоты.
209. Рассчитайте объем газа (н.у.), выделившегося при взаимодействии цинка с 0,5 л 4 М раствора соляной кислоты.
210. Вычислите объем газа (н.у.), который образуется при взаимодействии алюминия с 800 мл 0,5 н раствора разбавленной серной кислоты.
211. Вычислите массу осадка, образующегося при смешении 350 мл 0,2 М раствора хлорида натрия и 200 мл 1М нитрата серебра.
212. Вычислите массу хлорида цинка, образующегося, при взаимодействии 80 г цинка с 200 мл 25 %-го раствора соляной кислоты ( $\rho = 1,1$  г/мл).
213. 20 г карбоната натрия растворили в 2,1 л соляной кислоты. Вычислите молярную концентрацию эквивалентов HCl в растворе.
214. При пропускании хлора через 500 мл раствора иодида калия образовалось 75 г йода. Вычислите молярную концентрацию раствора йодида калия.
215. При взаимодействии 25%-го раствора йодида калия ( $\rho = 1,2$  г/мл) с 15%-ным раствором нитрата калия ( $\rho = 1,1$  г/мл) в сернокислой среде выделилось 22,4 л оксида азота (II). Вычислите объемы растворов йодида калия и нитрата калия, необходимые для получения NO.
216. Титр раствора  $\text{HNO}_3$  равен 0,0126 г/мл, титр раствора NaOH равен 0,016 г/мл. Вычислите молярные концентрации растворов. В каком соотношении необходимо смешать эти растворы для их полной нейтрализации?

217. Углекислый газ, образующийся при сжигании 33,6 л CO (н.у.), пропустили через 100 мл 32 %-го раствора NaOH, плотностью 1352 кг/м<sup>3</sup>. Рассчитайте массовую долю соли в растворе?
218. Углекислый газ, образующийся при сжигании 22,4 л CO (н.у.), пропустили через 200 мл 14 %-го раствора NaOH, плотностью 1145 кг/м<sup>3</sup>. Вычислите массовую долю гидроксида натрия в растворе после реакции.
219. 1 л 3 н раствора ортофосфорной кислоты нейтрализовали 2М раствором карбоната натрия. Вычислите объем раствора карбоната натрия.
220. Вычислите объем газа (измеренный при н.у.), выделившегося при взаимодействии 0,5 л 2 н серной кислоты с 300 мл 1 М раствором гидрокарбоната натрия.
221. Рассчитайте объем 0,1 н дихромата калия, необходимый для выделения йода из 100 мл 1М раствора йодида калия в кислой среде.
222. На титрование 25 мл раствора сульфита натрия было израсходовано 20 мл подкисленного раствора перманганата калия с концентрацией 0,05 н. Вычислите молярную концентрацию раствора Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>.
223. Вычислите массу йода, которую можно получить действием 400 мл 0,1 М раствора дихромата натрия на йодид калия в сернокислой среде.
224. Какую массу йода можно получить при взаимодействии 0,5 л 10 %-го раствора (плотностью 1,1 г/мл) пероксида водорода с йодидом калия в кислой среде?
225. Вычислите массу йода, которую можно получить действием 50 мл 10 %-го раствора дихромата калия ( $\rho = 1,07$  г/мл) на йодид натрия в сернокислой среде.

226. Медный стержень массой 140,8 г выдержали в растворе нитрата серебра, после чего масса составила 171,2 г. Вычислите объем 32%-го раствора азотной кислоты ( $\rho = 1,2$  г/мл), необходимый для растворения серебра, выделившегося на поверхности стержня.
227. При растворении смеси опилок меди, железа и золота в концентрированной азотной кислоте образовалось 6,72 л газа (н.у.) и 8,55 г нерастворяющегося остатка. При растворении такой же массы смеси в хлороводородной кислоте выделилось 3,36 л газа (н.у.). Вычислите массы каждого металла в исходной смеси.
228. Какой объем 37%-го соляной кислоты ( $\rho = 1,19$  г/мл) можно получить из 500 г технической поваренной соли, содержащей 5 % примесей?
229. Вычислите объем 96%-ной серной кислоты ( $\rho = 1,84$  г/мл), который потребуется для взаимодействия с 300 г цинка?
230. На 15 г железа подействовали 250 мл 20 %-ной HCl ( $\rho = 1,10$  г/мл). Рассчитайте массу соли, образовавшейся в растворе.
231. Какой объем газообразного хлороводорода (н.у.) необходимо пропустить через 150 мл 1 М раствора  $\text{KMnO}_4$  для полного обесцвечивания раствора?
232. Вычислите объем 35%-ной соляной кислоты ( $\rho = 1,17$  г/мл), необходимый для взаимодействия с 100 мл 2 М раствором  $\text{KMnO}_4$ .
233. Через 700 мл 20 %-го холодного раствора гидроксида калия пропустили 28 л хлора (н.у.). Вычислите массы KCl и  $\text{KClO}$ , образовавшихся в результате реакции.
234. Хлорноватую кислоту получали взаимодействием 500 г 15 %-го раствора хлората бария с 800 г 20 %-ным раствором  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,14$  г/мл). Вычислите массу  $\text{HClO}_3$ .

235. В результате взаимодействия 100 г раствора хлорноватой кислоты с избытком соляной кислоты образовалось 15,9 л хлора (н.у.). Вычислите массовую долю  $\text{HClO}_3$  в растворе.

236. Какой объем 3 %-го раствора  $\text{HIO}_3$  ( $\rho = 1,02$  г/мл) потребуется для окисления 100 мл 6 %-го раствора  $\text{HI}$  ( $\rho = 1,05$  г/мл)?

## РАЗДЕЛ 5

### СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА

#### 5.1. Строение атома

237. Опишите теорию строения атома, предложенную Н. Бором. На каких постулатах она основывалась? В чем заключаются достоинства и недостатки теории? Используя постулаты Бора, выведите уравнение для расчета радиуса боровской орбиты электрона в водородоподобном атоме. Рассчитайте скорость движения электрона по первой боровской орбите.

238. Опишите суть теорий строения атома, предложенных Томсоном и Резерфордом. В чем заключались недостатки этих теорий? Для атома хлора: а) запишите полную электронную формулу; б) запишите электронно-графическую формулу валентных электронов; в) определите число неспаренных электронов в основном и возбужденном состоянии атома.

239. Сформулируйте гипотезу Де Бройля. Как эта гипотеза определяла природу электрона в атоме? Какие опыты подтвердили предположение ученого? Запишите уравнение, предложенное де Бройлем. Какие характеристики электронов оно объединяет? Рассчитайте длину волны мяча массой 100 кг, движущегося со скоростью 30 м/с.



240. Что изучает квантовая механика? Какие идеи отличают ее от классической механики? Приведите ее основное уравнение. Каков его физический смысл? Для атома фосфора: а) запишите полную электронную формулу; б) запишите краткую электронно-графическую формулу; в) определите число валентных электронов атома.

241. Сформулируйте принцип неопределенности. Кто и когда постулировал этот принцип? Запишите математическое выражение принципа неопределенности?

Электронно-графическая формула элемента имеет вид:  $6s \uparrow \downarrow 5d \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \square$ .

Укажите символ и название этого элемента. Для отмеченного электрона приведите значения квантовых чисел.

242. Дайте определение понятию «атомная орбиталь». Опишите формы представления атомной орбитали. Укажите количество энергетических уровней, заполненных электронами, в атоме ванадия. Перечислите, какие подуровни заполняются электронами в атоме этого химического элемента?

243. Какие элементарные частицы входят в состав атома? Перечислите их массы и заряды. Определите число электронов, протонов и нейтронов для атомов:  $^{12}_6\text{C}$ ;  $^{35}_{17}\text{Cl}$ ,  $^{16}_8\text{O}$ .

244. Приведите основные характеристики протонов, электронов и нейтронов. Определите количество элементарных частиц в атомах хлора, железа, рения.

245. Что такое изотопы, изотоны, изобары? Каков состав ядер изотопов  $^{12}\text{C}$  и  $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{N}$  и  $^{15}\text{N}$ ,  $^{16}\text{O}$  и  $^{18}\text{O}$ ?

246. Опишите метод определения атомной массы элемента по его изотопному составу. Вычислите атомную массу хлора, имеющего два изотопа:  $^{35}_{17}\text{Cl}$  и  $^{37}_{17}\text{Cl}$ , содержание которых составляет 75,5 % и 24,5 % соответственно.

247. Дайте определения атому и иону. Чем различаются электронные конфигурации атома и его одноименного иона. Заполнить пропуски в таблице:

Символ	$^{14}_7\text{N}$	$^{35}_{17}\text{Cl}^-$			
Число протонов	7		18		17
Число нейтронов	7		22	20	20
Число электронов	7	18		18	18
Суммарный заряд	0	-1	0	+2	

248. Какие числа называют квантовыми? Перечислите их названия и обозначения.

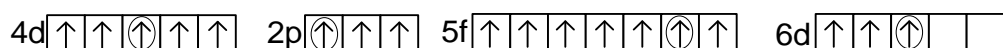
Для какого элемента “последним” (по заполнению в соответствии с правилом Гунда) в электронной оболочке будет электрон с набором квантовых чисел:  $n = 4, l = 1, m_l = 1, m_s = 1/2$ ? Составьте электронно-графическую формулу атома этого элемента.

249. Приведите основные положения квантовой механики. В чем отличие квантовой

механики от классической? Для какого элемента единственный валентный электрон на подуровне характеризуется следующим набором квантовых чисел:  $n = 4, l = 2, m_l = +2, m_s = +1/2$ ? Составьте электронно-графическую формулу для всех валентных электронов атома данного элемента.

250. Что характеризует главное квантовое число? Какие значения оно принимает?

Что общего у электронов с одинаковым значением главного квантового числа? Какое максимальное число электронов может содержать атом в электронном слое с главным квантовым числом  $n = 4$ ? Сколько подуровней будет содержаться на этом энергетическом уровне? Укажите значения главного квантового числа для отмеченных электронов в электронно-графических формулах:



251. Что характеризует спиновое квантовое число? Как определяется суммарный спин атома? Чему равен суммарный спин атомов с порядковыми номерами 15, 22, 35?
252. Какими квантовыми числами характеризуется атомная орбиталь? Как они обозначаются и как характеризуют атомную орбиталь? Какие значения может принимать каждое квантовое число? На какой орбитали, 1s или 2s, электрон имеет большую энергию? Где электрон прочнее связан с ядром?
253. Какое квантовое число определяет форму электронного облака? Через какие значения это выражается? Что общего у электронов с одинаковым значением орбитального квантового числа? Какие из перечисленных подуровней не существуют и почему: 2s, 4f, 2p, 3d, 1p, 2d, 1s, 3f?
254. Что называют энергетическим уровнем и подуровнем? Как определяется число подуровней для одного энергетического уровня? Перечислите энергетические подуровни и число электронов на них для атомов химических элементов, в электронной оболочке которых находится 4 электронных уровня. Сколько химических элементов содержат в электронной оболочке указанное число уровней?
255. Как определяется и чему равно число атомных орбиталей на s-, p-, d- и f-подуровнях? Сколько электронов содержится на каждом подуровне? Могут ли электроны атома Al и его иона на орбиталях: а) 2p; б) 1p; в) 3d? Ответ поясните.
256. Что характеризует магнитное квантовое число? Какие значения может принимать это число? Сколько значений магнитного квантового числа возможно для электронов энергетического подуровня, орбитальное квантовое число которого  $l = 2$ ,  $l = 3$ ? Ответ обоснуйте на примере электронно-графической формулы атома элемента, электронная оболочка которого содержит указанные подуровни.

257. Приведите изображение граничной поверхности s-, p-, d- атомных орбиталей. Составьте таблицу квантовых чисел электронов атома самария, расположенных на f-орбиталях.
258. Что называют электронной конфигурацией атома? Сформулируйте принципы и правила, которые учитывают при их составлении? Атомы и ионы каких элементов имеют электронные конфигурации благородных газов.
259. Сформулируйте принципы наименьшей энергии и запрета Паули. Как в соответствии с этими принципами происходит заполнение электронами атомных орбиталей. Какие из перечисленных атомов и ионов имеют электронные конфигурации, одинаковые с атомом  ${}_{18}\text{Ar}$ :  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{As}^{3-}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ? Ответ подтвердите электронно-графическими формулами приведенных атомов и ионов.
260. Дайте определение понятиям: основное состояние атома, возбужденное состояние атома. Чем отличаются друг от друга указанные состояния атома? Что является причиной перехода атома в возбужденное состояние? Атому какого элемента принадлежит данная электронно-графическая формула:  
 $6s \uparrow\downarrow 5d \uparrow\uparrow\uparrow\uparrow$ ? Как она изменится при переходе атома в возбужденное состояние? Отмеченный электрон охарактеризуйте четырьмя квантовыми числами.
261. Какое явление называют провалом электрона? Почему возникает это явление? На примере электронных формул атомов молибдена, серебра и европия объясните явление провала электрона. Укажите электронные и химические аналоги этих элементов.
262. Какие электроны в атоме называются валентными? Как определяется их число? Могут ли валентные электроны быть спаренными? Для атомов: В, Si, V приведите электронно-графические формулы валентных электронов. Любого электрона в каждом атоме охарактеризовать набором квантовых чисел.

263. Какое состояние атома называют возбужденным? Чем оно отличается от основного? Для атомов каких химических элементов невозможен переход в возбужденное состояние? Приведите электронные формулы атомов серы и меди в основном и возбужденном состояниях.
264. Сформулируйте правила Клечковского. Как это правило используется при составлении электронных формул атомов? Какие подуровни и почему заполняются в атомах после заполнения подуровней 3d, 4f, 5p, 5d? 5f? Ответ поясните.
265. Какие атомные орбитали называют вырожденными? Как определяется число вырожденных атомных орбиталей на s-, p-, d- и f-подуровнях? Каким правилом следует руководствоваться при этом? Ответ обоснуйте на примере электронно-графических формул атомов хлора, галлия и олова.
266. Как связано с принципом Паули определение числа электронов на энергетических уровнях и подуровнях? Выражается ли это какими-либо формулами? Рассчитайте максимальное число электронов, которые могут находиться в оболочках M и N. Укажите символы атомов, содержащие на этих оболочках валентные электроны.
267. Сформулируйте правило Гунда. Как это правило учитывается при составлении электронных формул? В каком случае и почему электронные конфигурации составлены верно:
- а)  $\uparrow\downarrow\uparrow$  б)  $\uparrow\uparrow\downarrow\downarrow$  в)  $\uparrow\uparrow\uparrow$  г)  $\downarrow\downarrow\downarrow$  д)  $\uparrow\downarrow\downarrow\uparrow$
268. Что такое атомные спектры и как они получаются? Для атома вольфрама: а) запишите полную электронную формулу; б) запишите электронно-графическую формулу валентных электронов; в) определите число электронов в основном и возбужденном состоянии атома; г) определите суммарный спин атома в основном и возбужденном состоянии атома; г) для валентных электронов составьте таблицу квантовых чисел.

269. Какой атом может считаться донором, а какой – акцептором электронов? Что определяет эти возможности атома? Даны элементы с зарядами ядер  $Z = 3$  и  $Z = 19$ . Какой из них лучший донор электронов?

## 5.2. Периодический закон и периодическая система

Д.И. Менделеева.

### Периодичность свойств элементов, простых и сложных веществ

270. Приведите современную формулировку Периодического закона Д.И. Менделеева. Объясните ее с точки зрения теории строения атома. Чем отличается формулировка периодического закона, данная Д.И. Менделеевым? Используя периодический закон, предскажите формулы соединений теллура с водородом и кислородом. Дайте общую характеристику этих соединений.
271. Какой смысл имеет атомный номер химического элемента? Почему химические свойства соединений элемента определяются его атомным номером? Запишите символы и названия элементов, краткие электронные конфигурации которых имеют вид: а)  $[\text{He}]2s^22p^4$ ; б)  $[\text{Ne}]3s^23p^1$ ; в)  $[\text{Ar}]4s^23d^6$ .
272. Какие химические элементы называются полными и неполными электронными аналогами? В чем проявляется сходство и различие их химических свойств? Запишите электронные формулы валентных подуровней для одного полного и неполного электронного аналогов селена.
273. Опишите структуру периодической системы. Чем она является по отношению к Периодическому закону? Что общего у элементов одного периода и группы? Чем различаются главные и побочные подгруппы? Ответ иллюстрируйте примерами для элементов третьего периода и пятой группы.
274. Как определить положение элемента в периодической системе по его электронной формуле? Краткая электронная формула элемента  $[\text{Ar}]4s^23d^8$ . Какой это

элемент? Напишите полную электронную формулу и набор квантовых чисел для 8-го электрона на d-подуровне.

275. На рисунке представлена периодическая зависимость значений энергии ионизации атомов от заряда ядер. Атомы каких элементов имеют максимальные значения энергии ионизации, а каких – минимальное? Ответ поясните. Почему  $E_{\text{ион}}$  атомов d-металлов имеет близкие значения?

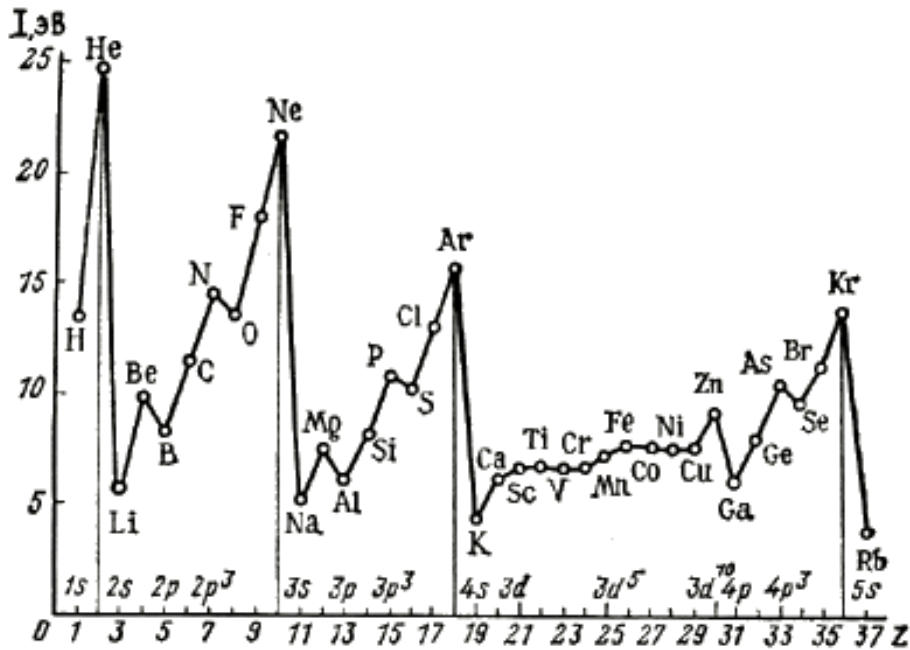


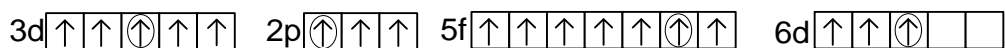
Рис.1. Зависимость энергии ионизации атомов от заряда ядра

276. Что называют электронной формулой атома? Какие виды электронных формул существуют? Как электронная формула атома характеризует положение элемента в ПС? Для представленных различным образом электронных формул а)  $s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$ ; б)  $5s^2 5p^3$ ; в)  $6d \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \square \\ \hline \end{array}$ ; г)  $[\text{Kr}]5s^2 4d^1$ ; д)  $6s^2 4f^2$  укажите название и положение элемента в ПС (период, группу, подгруппу, семейство).

277. Как положение элемента в периодической системе характеризует его электронное строение? Как определить число энергетических уровней и количество ва-

лентных электронов атома? Составьте формулы валентных электронов атомов, расположенных в: а) 3 периоде, V группе, главной подгруппе; б) 5 периоде, VI группе, главной подгруппе; в) 4 периоде, IV группе, побочной подгруппе.

278. Какая электронная формула атома и как позволяет определить положение элемента в периодической системе? Для электронно-графических формул атомов



укажите символ элемента и его положение в ПС (период, группу, подгруппу, семейство). Для отмеченных электронов укажите значения квантовых чисел.

279. Чем различаются элементы главной и побочной подгрупп? Объясните, почему сера и хром, титан и германий находятся в одной группе, но в разных подгруппах периодической системы.

280. Что называют семейством элементов? По какому признаку элементы подразделяют на семейства? Ответ иллюстрируйте примерами. Составьте полные электронные формулы и электронно-графические формулы валентных электронов элементов разных семейств.

281. Какие свойства атомов определяются их электронным строением? В чем проявляется периодичность изменения свойств атомов? Ответ иллюстрируйте примерами для элементов второго периода и второй группы.

282. Что называется диагональным сходством химических элементов? В чем оно проявляется? Среди химических элементов 3-го периода укажите элементы сходные по свойствам: а) с бором б) с углеродом. Ответ подтвердите описанием физических и химических свойств.

283. Что называется энергией ионизации? Как изменяется это свойство для элементов одного периода и группы. Какие свойства вещества зависят от энергии



ионизации атома? Как изменяется энергия ионизации атомов и восстановительная способность в ряду элементов: Bi, Sb, As, P, N?

284. Как связаны между собой энергия и потенциал ионизации. Почему разница в значениях первого и второго потенциалов ионизации лития больше, чем у бериллия?

285. Что такое энергия ионизации и сродство к электрону? Какие атомы обладают наименьшей и наибольшей энергией ионизации, наибольшим сродством к электрону? Какими свойствами обладают простые вещества этих атомов? Ответ подтвердите уравнениями химических реакций.

286. Дайте определение ионизационному потенциалу. Как его величина связана с энергией ионизации? Ионизационный потенциал лития равен 5,39 эв/атом, а фтора 17,42 эв/атом. Объясните такую большую разницу в значениях  $I$  для лития и фтора. Чему равна энергия их ионизации?

287. Дайте определения понятиям: энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность? Какие элементы имеют минимальное и максимальное значение этих величины? По положению в Периодической системе из элементов: As, Bi, N, Sb, P – выберите два, наиболее различающиеся по свойствам, назовите эти свойства и укажите, какой из элементов имеет наибольшую величину показателя свойства.

288. Какое свойство атома называется сродством к электрону? Как это свойство атомов изменяется по периоду и группе? Ответ подтвердите на примере элементов третьего периода и группы.

289. Как изменяется сродство к электрону атомов одного периода и одной группы? Почему для атомов щелочных металлов сродство к электрону имеет положительное значение, а для щелочноземельных – отрицательное?

290. Проанализируйте зависимость сродства к электрону атомов элементов четвертого периода от заряда. Почему радиусы атомов меди и марганца и цинка имеют минимальные значения?

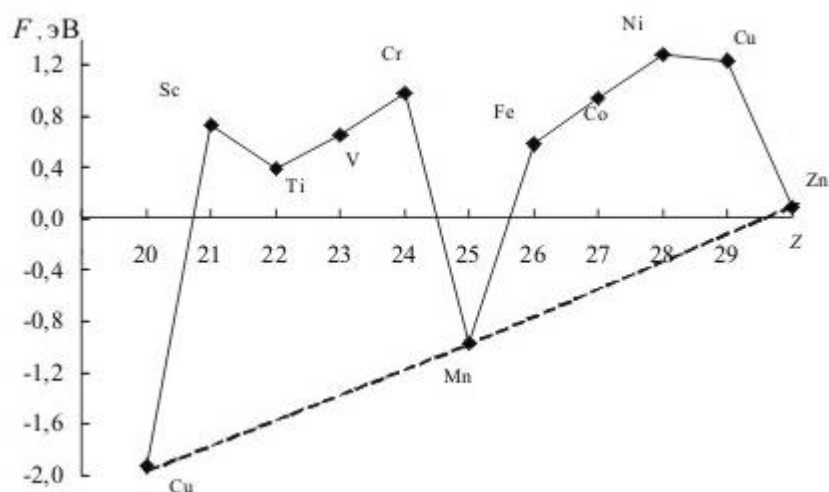


Рис.3. Зависимость сродства к электрону (F) атомов элементов 4 периода от заряда ядра

291. Что такое электроотрицательность? Почему используют относительные значения электроотрицательности? Как изменяется электроотрицательность атомов с увеличением порядкового номера элементов в периодах и группах? Ответ подтвердите на примере второго периода и второй группы.

292. Как изменяются радиусы атомов в пределах одного периода? Чем объясняется закономерность? Какой смысл имеет в понятие «сжатие»? Как влияет «лантаноидное сжатие» на свойства циркония и гафния?

293. Какое свойство атома характеризует электроотрицательность? Какой ученый впервые ввел это понятие? Как рассчитывается электроотрицательность? Какой атом имеет наименьшее значение электроотрицательности?

294. Как определить химические свойства соединений химического элемента, не пользуясь Периодической системой? Атомные номера химических элементов 20 и 40. Укажите период, группу и подгруппу, в которой находится каждый

элемент. Какими свойствами обладают соединения этих элементов. Ответ подтвердите уравнениями химических реакций.

295. Какая характеристика химического элемента называется его относительной электроотрицательностью? Какие элементы имеют минимальное и максимальное значение этой характеристики? Как отражается изменение электроотрицательности на химических свойствах элементов? Используя значения относительной электроотрицательности, составьте правильно формулы соединений р-элементов пятой группы с водородом.
296. Как определяют размеры ионов? Как их размеры согласуются с размерами одноименных атомов? Какое число электронов содержат ионы  $\text{Li}^+$  и  $\text{H}^-$ ? Радиус какого иона больше?
297. Какую информацию дает положение химического элемента в периодической системе? Руководствуясь положением элементов в периодической системе, напишите: а) формулы высших оксидов фосфора, хрома, и бария, б) соответствующих гидроксидов (кислот или оснований). На примере химических реакций подтвердите их свойства.
298. Как определяют размеры атомов? Как изменяются размеры атомов внутри периода, при переходе от одного периода к другому и в пределах одной группы? Укажите атомы с наибольшим и наименьшим орбитальным радиусом среди элементов главных подгрупп периодической системы.
299. Как измеряют или рассчитывают размеры атома? Какие виды радиусов атомов вы знаете, и чем они отличаются? Среди элементов: Pb, Sn, Ge, Si, C – укажите два, максимально различающиеся по величине атомного радиуса, электроотрицательности и восстановительной способности.

300. Размеры атомов характеризуются орбитальным, ковалентным или металлическим радиусами. Что означает каждый из них? Как изменяются радиусы атомов с увеличением атомного номера элементов? Какие элементы имеют минимальное и максимальное значения радиуса атома? Как отражается изменение размера атомов на свойствах элементов и их соединений? Ответ подтвердите на примере элементов второго периода и группы.
301. Как изменяются металлические свойства элементов внутри периода, при переходе от одного периода к другому и в пределах одной группы? Чем объясняется такое изменение металлических свойств? Ответ подтвердите на примере элементов 3 периода и группы.
302. Как объяснить различие между атомными и ионными радиусами? Что больше и почему: радиус атома натрия или катиона натрия, радиус атома хлора или аниона хлора?
303. Чем отличаются типичные металлы от неметаллов, а амфотерные металлы от типичных металлов с точки зрения теории строения атомов? Почему изменяются металлические свойства с увеличением атомного номера элементов? Каков характер данной зависимости? Ответ иллюстрируйте примерами химических реакций, подтверждающих свойства химических элементов.
304. Почему металлические свойства элементов усиливаются в группах, но ослабевают в периодах Периодической системы? В чём отличие металлов от неметаллов? В атоме элемента находится 4 электронных слоя и 7 внешних электронов. Какой это элемент? Какими свойствами обладают соединения этого элемента?
305. Является ли стехиометрическая валентность элемента периодическим свойством? Покажите графически ее изменение с увеличением порядкового номера элементов 3 периода? В атоме элемента находится 5 электронных слоев и 6

внешних электронов. Каково значение высшей и низшей валентности этого элемента?

306. Проанализируйте зависимость радиусов атомов f-металлов от заряда ядра. Почему радиусы атомов гадолиния и лютеция выпадают из общей закономерности? Как это сказывается на физических свойствах этих металлов?

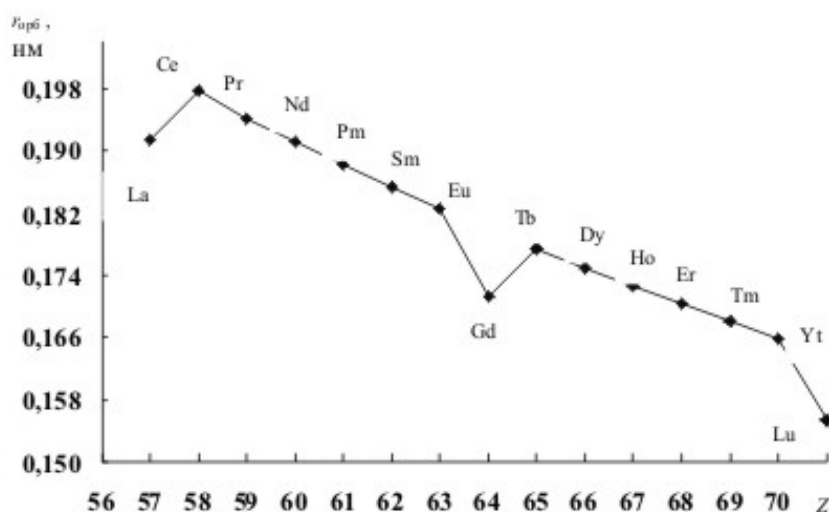


Рис. 2. Зависимость орбитального радиуса (радиусы внешних орбиталей) f-элементов 6-го периода от заряда ядра

307. Как изменяются основно-кислотные свойства оксидов и гидроксидов с увеличением атомного номера элементов в периодах и в группах? Ответ подтвердите примерами реакций соединений элементов второго периода и группы. Составьте формулы и сравните характер высших оксидов и гидроксидов следующих химических элементов: а) Si, Ge и Pb; б) Mg, Al, P.

308. В чем причина изменения химических свойства оксидов s- и p-элементов в периодах и группах? Каков характер этих изменений? Ответ иллюстрируйте примерами уравнений реакций. Составьте формулы и сравните характер высших оксидов следующих химических элементов: а) S, Se и Te; б) Na, Al, Si.

309. Что является причиной изменения химических свойства гидроксидов s- и p-элементов в периодах и группах? Каков характер этих изменений? Ответ иллюстрируйте примерами уравнений реакций. Составьте формулы и сравните характер гидроксидов следующих химических элементов: а) Be, Mg и Ca; б) Li, Be, B.
310. Как изменяются химические свойства оксидов и гидроксидов d-элементов в группах? Ответ подтвердите уравнениями химических реакций. Какой из двух гидроксидов и почему проявляет в большей степени основные свойства: а) CuOH или Cu(OH)<sub>2</sub>; б) CuOH или KOH; в) Cu(OH)<sub>2</sub> или Ca(OH)<sub>2</sub>?
311. Для элементов Ga, Ge, As напишите формулы оксидов и гидроксидов в высших степенях окисления. Как изменяются свойства оксидов в этом ряду? Какими свойствами (кислотными, основными или амфотерными) будут обладать их высшие гидроксиды? Напишите уравнения взаимодействия гидроксида галлия с серной кислотой и щелочью.
312. Укажите высшие степени окисления селена, германия и мышьяка. Напишите формулы их оксидов в указанных степенях окисления. Какими свойствам будет обладать каждый из оксидов. Напишите по два уравнения реакций, подтверждающих их свойства.
313. Выпишите значения температур плавления d-металлов четвертого периода. Какой из металлов имеет максимальное значение  $t_{пл}$ ? Почему температура плавления марганца имеет аномально низкое значение? Приведите объяснение с позиций строения вещества.
314. Выпишите значения температур плавления d-металлов шестого периода. Какой из металлов имеет максимальное значение  $t_{пл}$ ? Почему температура плавления ртути имеет аномально низкое значение? Приведите объяснение с позиций строения вещества.

315. Где в Периодической системе проходит граница Цинтля. Как особенности кристаллохимического строения простых веществ связаны с положением элементов относительно границы Цинтля?
316. Для элементов шестой группы главной подгруппы укажите, как с увеличением атомного номера изменяются: орбитальный радиус атома, энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность, устойчивость высшей степени окисления, металлические свойства простых веществ.
317. Для элементов седьмой группы главной подгруппы укажите, как с увеличением атомного номера изменяются: орбитальный радиус атома, энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность, степени окисления.
318. Для элементов второго периода укажите, как с увеличением атомного номера изменяются: орбитальный радиус атома, энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность, степени окисления, металлические свойства простых веществ.
319. Для d-металлов четвертого периода Sc-Ti-V-Cr-Mn укажите, как с увеличением атомного номера изменяются: орбитальный радиус атома, энергия ионизации, сродство к электрону, электроотрицательность, степени окисления.

### 5.3. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

320. Перечислите основные типы химической связи. Укажите их особенности. В приведенных соединениях: NaCl, BCl<sub>3</sub>, HCl, Cl<sub>2</sub>, Na определите тип химической связи. Ответ поясните.
321. Какая связь называется ковалентной? Укажите особенности соединений с ковалентной связью. Среди перечисленных соединений укажите соединения с кова-

лентной полярной и неполярной связью:  $O_2$ ;  $HCl$ ;  $PCl_3$ ;  $N_2$ ;  $NH_3$ ;  $KI$ ;  $Na_2SO_4$ ;  $NH_4Cl$ ;  $O_3$ .

322. Какая связь называется ионной, чем она отличается от ковалентной полярной связи? Приведите характерные свойства соединений с ионной связью. Определите тип химической связи в веществах:  $HI$ ;  $Ni$ ;  $SiO_2$ ;  $MgO$ ;  $KNO_3$ ;  $F_2$ . Ответ поясните.
323. Какая связь называется металлической, каковы особенности соединений с металлической связью? Чем объясняется высокая электропроводность и теплопроводность металлов? Среди перечисленных соединений, укажите вещества с металлической связью: никель, азот, рутений, графит, селен, висмут, уран, германий, бор, полоний, индий. Ответ поясните.
324. Какая связь называется водородной? Каков механизм образования водородной связи? Объясните, почему для молекул  $H_2O$  и  $HF$  образование водородных связей характерно, а для подобных им молекул  $H_2S$  и  $HCl$  не характерно.
325. Перечислите особенности водородной связи? Приведите примеры влияния водородных связей на свойства веществ. Как и почему изменяется температура кипения в ряду:  $H_2O$ ;  $H_2S$ ;  $H_2Se$ ;  $H_2Te$ .
326. Перечислите виды сил Ван-дер-Ваальса. Какое взаимодействие является наиболее слабым? Какой вид межмолекулярного взаимодействия является универсальным и действует между любыми частицами? За счет каких взаимодействий может осуществляться притяжение между молекулами:  $NH_3$  и  $NF_3$ ;  $NF_3$  и  $BF_3$ ;  $HCl$  и  $HCl$ ;  $HF$  и  $HF$ ? Ответ поясните.
327. Приведите примеры межмолекулярных взаимодействий, чем они различаются, дайте им определение. Какое взаимодействие возникает при растворении кислорода в воде?



328. Перечислите типы кристаллических решеток. Какие свойства характерны для соединений с атомной кристаллической решеткой. Определите тип кристаллической решетки для каждого вещества:  $\text{Cu}$ ;  $\text{N}_2$ ;  $\text{NaBr}$ ;  $\text{Si}$ ;  $\text{NO}$ ?
329. Покажите образование химических связей в молекулах кислорода и азота методом валентных связей. Чему равна кратность связи в молекулах? В какой молекуле энергия связи больше? Почему?
330. Какие свойства характерны для соединений с молекулярной кристаллической решеткой. Определите тип кристаллической решетки для каждого вещества:  $\text{Mg}$ ;  $\text{NO}_2$ ;  $\text{KI}$ ;  $\text{SiO}_2$ ;  $\text{O}_2$ ?
331. Изобразите кристаллические решетки, характерные для металлов. Как они называются и обозначаются? Какой тип кристаллической решетки характерен для металлического натрия в твердом состоянии?
332. Перечислите свойства ковалентной связи. Объясните, в каких случаях образуется ковалентная полярная, а в каких неполярная ковалентная связь? Из числа приведенных формул:  $\text{F}_2$ ;  $\text{NaF}$ ;  $\text{HF}$ ;  $\text{HCl}$ ;  $\text{Cl}_2$ ;  $\text{Na}_2\text{O}$ ;  $\text{BaI}_2$  укажите молекулы с ковалентной полярной связью.
333. Дайте определение понятиям: энергия и длина химической связи. Укажите их единицы измерения. Как изменяются данные характеристики в ряду молекул:  $\text{HF}$ ;  $\text{HCl}$ ;  $\text{HBr}$ ;  $\text{HI}$ . Приведите их числовые значения. Объясните характер изменения величин.
334. Объясните, как энергия связи зависит от длины и кратности связи. Как и почему изменяется энергия связи в ряду молекул:  $\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{H}_2\text{S}$ ;  $\text{H}_2\text{Se}$ ;  $\text{H}_2\text{Te}$ ;  $\text{F}_2$ ;  $\text{O}_2$ ;  $\text{N}_2$ ? Ответ подтвердите справочными значениями энергии связи.

335. Покажите образование химической связи в молекуле оксида азота (II) методом валентных связей. Чему равна кратность связи в молекуле? Объясните, почему молекула NO способна образовывать димер?
336. Объясните образование  $\sigma$ - и  $\pi$ -связей. Перекрытием каких атомных орбиталей они могут быть образованы? Методом ВС покажите образование молекулы  $S_2$ . Изобразите пространственное перекрытие атомных орбиталей.
337. Что характеризует полярность химической связи? От чего она зависит? Расположите молекулы в порядке увеличения их полярности связи:  $PCl_3$ ;  $H_2S$ ;  $H_2O$ ;  $HBr$ . Укажите, к какому атому смещена электронная плотность.
338. Как обозначается и рассчитывается дипольный момент связи? Укажите единицы измерения дипольного момента. Рассчитайте дипольный момент связи в молекулах фтороводорода и хлороводорода. В какой молекуле дипольный момент больше? Как будет изменяться дипольный момент в ряду галогеноводородов? Ответ поясните.
339. Как рассчитывается дипольный момент молекулы? Объясните, почему при наличии полярных связей между атомами одни молекулы являются полярными, например,  $H_2O$  и  $NH_3$ , а другие нет:  $CO_2$ ;  $BF_3$ ;  $CCl_4$ .
340. Сформулируйте основные положения метода отталкивания электронных пар валентных орбиталей (ОЭПВО). Объясните, почему при наличии полярных связей между атомами одни молекулы являются полярными, а другие нет. Сравните молекулы  $BF_3$  и  $NF_3$ . Какая из этих молекул полярна? Ответ мотивируйте.
341. Дайте определение понятию насыщенность ковалентной связи. Чем объясняется способность многих атомов к образованию числа связей, превышающих число неспаренных электронов в них? Приведите объяснение на примере атомов селена, фосфора и брома.

342. Какое состояние атома называют основным и возбужденным? В основном или возбужденном состоянии находятся атомы фосфора и серы при образовании молекул:  $\text{PCl}_3$ ;  $\text{PCl}_5$ ;  $\text{H}_2\text{S}$ ;  $\text{SO}_3$ ;  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ? Ответ поясните.
343. Сформулируйте основные положения метода валентных связей. Могут ли образоваться ковалентные связи перекрыванием атомных орбиталей: s и  $p_x$ , s и  $p_x$ ,  $p_x$  и  $p_x$ ,  $d_{xy}$  и  $d_{xy}$ ? Ответ подтвердите рисунками. Укажите тип перекрывания атомных орбиталей.
344. В чем заключается обменный механизм образования ковалентной связи? Сколько связей образуется по обменному механизму в молекулах:  $\text{F}_2$ ; C; NO; BN? Ответ подтвердите схемами ВС.
345. В чем заключается донорно-акцепторный механизм образования ковалентной связи? Сколько связей образуется по донорно-акцепторному механизму в молекулах и ионах:  $\text{N}_2$ ; CO;  $\text{BF}_4^-$ ;  $\text{NH}_4^+$ ? Ответ подтвердите схемами ВС.
346. Сформулируйте основные положения теории гибридизации. Как определяется тип гибридизации при образовании химических связей? Определите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, геометрию и валентный угол в молекуле  $\text{SF}_6$ . Ответ подтвердите схемой ВС. Изобразите пространственное строение молекулы.
347. Дайте определение понятию «гибридизация». Изобразите форму гибридной атомной орбитали. Определите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, геометрию и валентный угол в молекуле  $\text{IF}_7$ . Ответ подтвердите схемой ВС. Изобразите пространственное строение молекулы.
348. Используя метод валентных связей, покажите образование молекулы  $\text{OF}_2$ . Изобразите пространственную конфигурацию молекулы, укажите валентный угол. Какова геометрическая форма молекулы?

349. Как несвязывающие электронные пары влияют на геометрическую форму молекулы? Дайте объяснение. Определите тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома, геометрическую форму и валентный угол в молекулах  $\text{NH}_3$  и  $\text{PF}_3$ . Ответ подтвердите схемами ВС. Изобразите пространственное строение молекул.
350. Как и почему изменяется пространственная конфигурация частиц при переходе от  $\text{BF}_3$  к  $\text{BF}_4^-$ ; от  $\text{NH}_3$  к  $\text{NH}_4^+$  и от  $\text{H}_2\text{O}$  к  $\text{H}_3\text{O}^+$ ? Ответ подтвердите схемами ВС.
351. С помощью схемы ВС покажите образование молекулы  $\text{ClF}_3$ . Укажите число несвязывающих атомных орбиталей. Изобразите пространственную конфигурацию молекулы, укажите валентные углы. Полярна ли каждая из связей? Полярна ли молекула в целом?
352. С помощью схемы ВС покажите образование молекулы  $\text{PF}_3$ . Укажите число несвязывающих атомных орбиталей. Изобразите пространственную конфигурацию молекулы, укажите валентные углы. Полярна ли каждая из связей? Полярна ли молекула в целом?
353. С помощью схемы ВС покажите строение молекулы  $\text{ClF}_5$ . Укажите число несвязывающих атомных орбиталей. Какова форма молекулы? Полярна ли каждая из связей? Полярна ли молекула в целом?
354. Используя метод валентных связей, покажите образование молекулы  $\text{SiF}_4$ . Изобразите пространственную конфигурацию молекулы, укажите валентный угол. Какова геометрическая форма молекулы?
355. С помощью схемы ВС покажите строение молекулы  $\text{SF}_4$ . Укажите число несвязывающих атомных орбиталей. Какова форма молекулы? Полярна ли каждая из связей? Полярна ли молекула в целом?

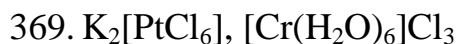
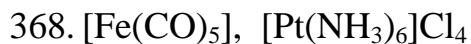
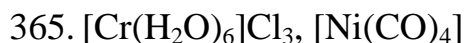
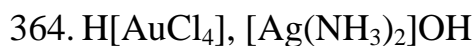
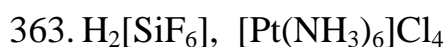
356. Используя метод валентных связей, покажите образование молекулы  $SF_6$ . Изобразите пространственную конфигурацию молекулы, укажите валентный угол. Какова геометрическая форма молекулы?
357. Сформулируйте основные положения метода молекулярных орбиталей. Постройте диаграмму МО для молекулы  $N_2$ . Запишите электронную формулу молекулы. Рассчитайте порядок связи. Объясните магнитные свойства молекулы. Какую частицу: атом азота или молекулу азота легче ионизовать? Ответ поясните.
358. Как метод молекулярных орбиталей объясняет образование связывающих и разрыхляющих МО? Постройте диаграмму МО для молекулы  $O_2$ . Запишите электронную формулу молекулы. Рассчитайте порядок связи. Объясните магнитные свойства. Какую частицу: атом кислорода или молекулу кислорода легче ионизовать? Ответ поясните.
359. Как метод МО объясняет образование  $\sigma$ - и  $\pi$ -молекулярных орбиталей? Приведите рисунки. Покажите методом молекулярных орбиталей образование молекулы  $O_2$  и молекулярного иона  $O_2^-$ . Сравните характеристики частиц: порядок связи, магнитные свойства, энергию связи.
360. Приведите основные принципы построения диаграмм МО. Постройте диаграмму молекулярных орбиталей для цианид иона  $CN^-$ . Рассчитайте порядок связи, объясните магнитные свойства иона.
361. Как метод молекулярных орбиталей объясняет наличие магнитных свойств у молекул? Методом молекулярных орбиталей покажите образование молекулы  $F_2$ . Постройте энергетическую диаграмму, определите магнитные свойства вещества и порядок связи в нем. Как изменится энергия связи при отрыве электрона от молекулы фтора?

362. С помощью схемы ВС покажите образование молекулы  $\text{PF}_5$ . Изобразите пространственную конфигурацию молекулы, укажите валентные углы.

#### 5.4. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Для приведенных формул комплексных соединений:

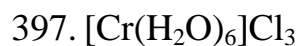
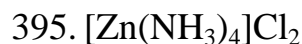
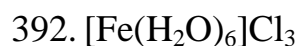
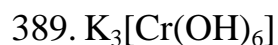
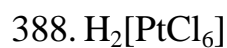
- а) укажите внутреннюю и внешнюю координационные сферы, комплексообразователь и лиганды;
- б) определите заряд комплекса, степень окисления и координационное число комплексообразователя;
- в) классифицируйте соединения;
- г) приведите названия;
- д) напишите уравнения первичной и вторичной диссоциации и выражения констант равновесия.



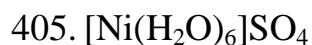
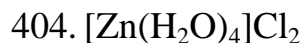
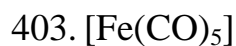
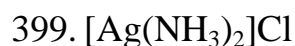
372.  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$
373.  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$
374.  $\text{Na}_4[\text{CoCl}_6]$ ,  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$
375.  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Br}_2$ ,  $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$
376.  $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{H}_2\text{O})_3]\text{Cl}_3$
377.  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$
378.  $\text{Li}[\text{AlH}_4]$ ,  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_2$
379.  $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_5\text{H}_2\text{O}]\text{I}_3$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6]$
380.  $\text{Na}[\text{AuCl}_4]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$
381.  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]\text{Cl}_2$ ,  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6][\text{Fe}(\text{CN})_6]$
382.  $[\text{PtCl}_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_2](\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{K}_4[\text{MnCl}_6]$
383.  $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_5\text{I}]\text{I}_2$ ,  $\text{H}[\text{AuCl}_4]$
384.  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ ,  $\text{H}_2[\text{PtCl}_6]$
385.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{H}_2\text{O}]\text{Cl}_3$ ,  $\text{H}_2[\text{Be}(\text{OH})_4]$
386.  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{H}_2\text{O}]\text{Cl}_4$ ,  $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$
387.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}_3$ ,  $\text{K}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$

Для приведенного комплексного соединения:

- а) покажите его образование методом валентных связей;
- б) укажите тип гибридизации атомных орбиталей комплексообразователя и форму комплекса;
- в) приведите пространственное изображение комплекса;
- г) укажите его магнитные свойства;
- д) внутри- или внешнеорбитальным является комплекс;
- е) методом ТКП покажите характер расщепления орбиталей комплексообразователя;
- ж) опишите свойства комплекса (магнитные, спиновые, наличие или отсутствие окраски).







## РАЗДЕЛ 6

### 6.1. ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ

406. Какая характеристика называется стандартной энтальпией образования вещества? Чему равна энтальпия образования простого вещества? Приведите примеры. Вычислите стандартную энтальпию образования аммиака, используя термохимическое уравнение  $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = 2\text{NH}_3(\text{г})$ ;  $\Delta H^\circ = -92$  кДж.

407. Дайте определение понятию энтальпия. Как связана величина изменения энтальпии системы с тепловым эффектом реакции? Рассчитайте стандартную энтальпию образования пропана  $\text{C}_3\text{H}_8$ , если стандартная энтальпия реакции его сгорания  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{г}) + 5\text{O}_2(\text{г}) = 3\text{CO}_2(\text{г}) + 4\text{H}_2\text{O}$  равна  $\Delta H^\circ_{298} = -2043,86$  кДж.

408. Дайте определения понятиям: энтальпия образования вещества и энтальпия химической реакции. Каковы связаны между собой энтальпия образования и энтальпия разложения вещества? Рассчитайте стандартную энтальпию образования хлорида аммония, если при разложении 214 грамм этого вещества было затрачено 1257,6 кДж энергии.
409. Дайте определения понятиям: термодинамическая система, параметры и функции состояния термодинамической системы. Какие из приведенных характеристик являются параметрами, а какие – функциями состояния: температура, внутренняя энергия, энтропия, объем, плотность, давление, масса, намагниченность, энтальпия, энергия Гиббса? Вычислите стандартную энтальпию образования этана, если при сгорании 112 литров этого газа выделилось 423,4 кДж тепла.
410. Приведите формулировку первого закона термодинамики. Чему равен тепловой эффект при постоянном объеме и постоянном давлении? На разложение некоторого количества гидроксида магния было затрачено 9,3 кДж тепла. При этом образовалось 0,4 г оксида магния. Рассчитайте стандартную энтальпию образования гидроксида магния.
411. Приведите формулировку закона Лавуазье–Лапласа. Как практически может использоваться этот закон. Фторид кальция широко применяется как один из компонентов металлургических флюсов, специальных стекол, эмалей, керамики, оптических и лазерных материалов. Вычислите энтальпию образования этого вещества и составьте термохимическое уравнение процесса его получения из простых веществ, если известно, что при взаимодействии 2 г Са с достаточным количеством фтора выделилось 61 кДж тепла.
412. Дайте определение понятию термодинамическая система. Укажите виды термодинамических систем. Приведите пример. Рассчитайте энтальпию реакции го-

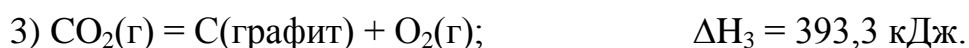
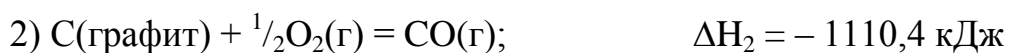
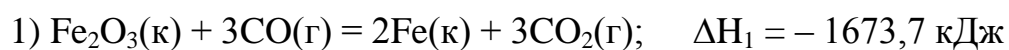
рения метана. Составьте термохимическое уравнение этой реакции. Вычислите количество теплоты, выделяющейся при сгорании  $1 \text{ м}^3$  (н.у.) метана.

413. Что такое термодинамическая система? Какие ее виды различают? Приведите примеры. Вычислите тепловой эффект реакции:

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж}) + \text{O}_2(\text{г}) = \text{CH}_3\text{COOH}(\text{ж}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$ . Рассчитайте количество тепла, выделяющееся при образовании 6 кг уксусной кислоты.

414. Какая характеристика называется стандартной энтальпией химической реакции. При каких условиях она определяется? Как ее рассчитывают? Вычислите стандартную энтальпию реакции  $\text{C}_3\text{H}_8(\text{г}) + 5\text{O}_2(\text{г}) = 3\text{CO}_2(\text{г}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{г})$ . Сколько теплоты выделится при сгорании  $1 \text{ м}^3$  (н.у.) пропана.

415. Какие уравнения называют термохимическими? В чем заключается их особенность? Какие операции можно проводить с термохимическими уравнениями? Вычислите стандартную энтальпию образования  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , исходя из трех термохимических уравнений (справочником не пользоваться):

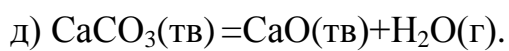
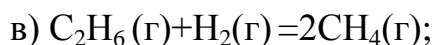
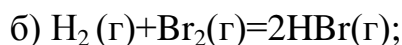
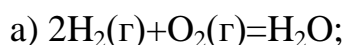


416. Что такое термодинамика и какие явления она изучает? Дайте определение и приведите примеры термодинамических процессов: изотермического, изобарического, изохорического и адиабатического. Составьте термохимическое уравнение реакции разложения гидроксида меди (II), если известно, что для разложения 294 г этого вещества было затрачено 1332,9 кДж тепла.

417. Как классифицируют химические реакции по величине теплового эффекта? Приведите примеры. Зависит ли тепловой эффект от температуры? Вычислите тепловой эффект реакции  $\text{H}_2\text{S}(\text{г}) + 3/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{SO}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ . Является ли этот процесс эндотермическим или экзотермическим?

418. Что называют тепловым эффектом реакции? Применяя математическое выражение первого закона термодинамики, покажите, что тепловой эффект при постоянном давлении есть изменение энтальпии, а тепловой эффект при постоянном объеме – изменение внутренней энергии химической реакции. Рассчитайте тепловой эффект реакции сгорания пропана  $C_3H_8(g) + 5O_2(g) = 3CO_2(g) + 4H_2O(g)$ , если в реакцию вступает 44,8 л этого вещества.

419. Какие химические реакции называются экзотермическими и эндотермическими? Приведите примеры. Как, не проводя расчетов, указать ее тип по величине теплового эффекта? Из перечисленных реакций укажите экзотермические и эндотермические:

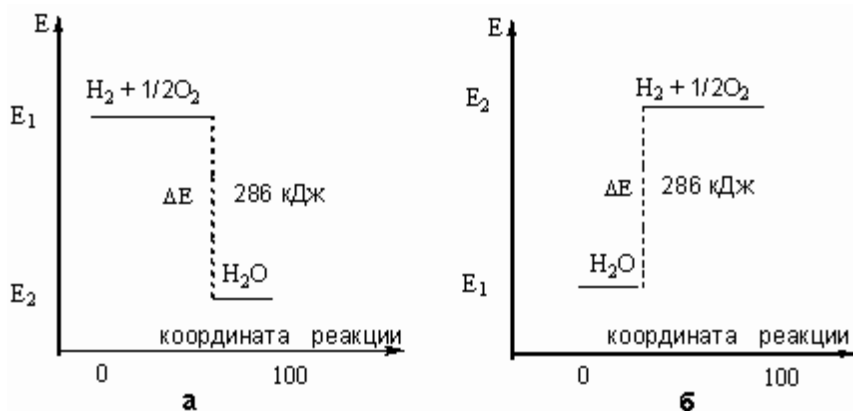


Ответ подтвердите расчетами.

420. Перечислите термодинамические функции. Какой смысл имеет каждая функция? Составить термохимическое уравнение реакции разложения хлорида аммония. Рассчитайте количество теплоты, которое потребуется для разложения 1 кг хлорида аммония.

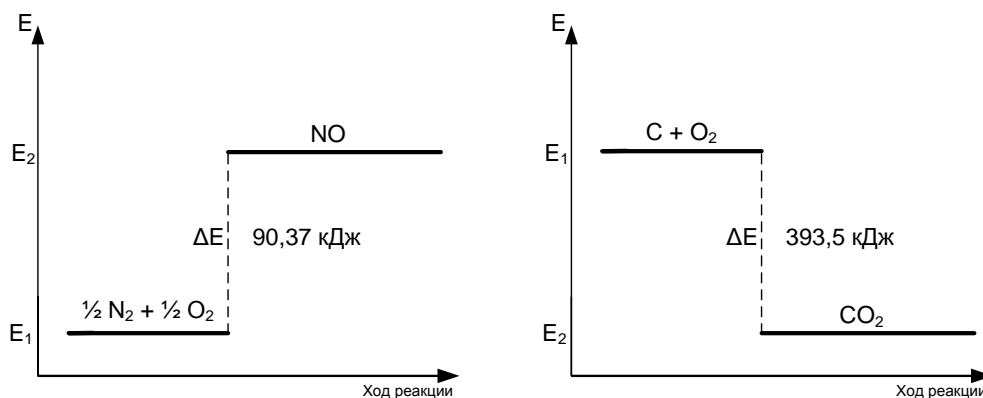
421. Что такое внутренняя энергия системы? Имеет ли она абсолютное значение? Ответ поясните. Какова связана внутренняя энергия с энтальпией? Термитная смесь, используемая для сварки рельсов и при отливке крупных деталей, состоит из порошка алюминия и  $Fe_2O_3$ . Рассчитайте энтальпию реакции между этими веществами. Вычислите количество тепла, которое можно получить при использовании 1 кг этой смеси.

422. Какие функции называются функциями состояния системы? Перечислите функции состояния системы. От чего они зависят? В чем их отличие от параметров системы? На рисунке представлены энергетические диаграммы процессов горения водорода и разложения воды под действием электрического тока:



Какой из процессов является экзотермическим, а какой – эндотермическим? Ответ поясните. Рассчитайте объемы реагентов, если в результате экзотермического процесса выделилось 1144 кДж теплоты.

423. Сформулируйте закон Гесса. Каково значение данного закона? На рисунке представлены энергетические диаграммы процессов окисления углерода и азота:



Какой из процессов является экзотермическим, а какой – эндотермическим? Ответ поясните. Рассчитайте объемы реагентов и продуктов экзотермического процесса, если в результате его протекания выделилось 1500 кДж теплоты.

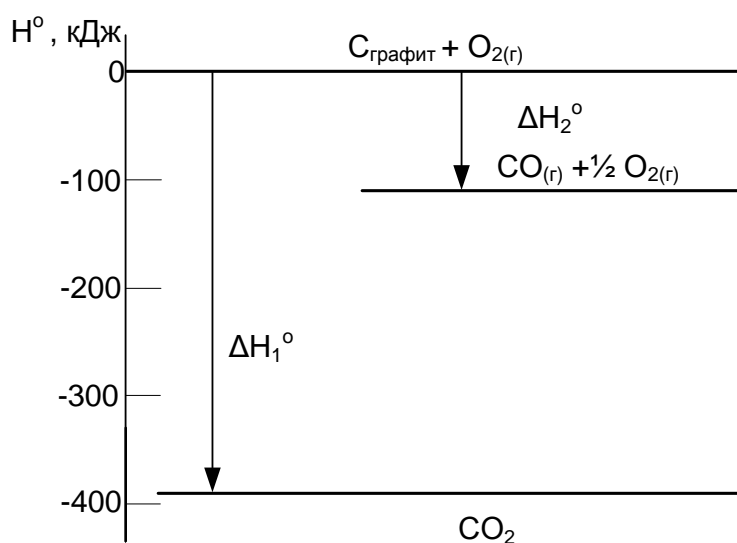
424. «Энтальпия – это экстенсивная и аддитивная функция состояния». Какой смысл имеют термины «экстенсивный» и «аддитивный»? Ацетилено-кислородная

сварка черных металлов происходит при очень высокой температуре, которая развивается при сгорании ацетилена. Это обусловлено большим значением теплоты сгорания ацетилена. Рассчитайте стандартную энтальпию сгорания ацетилена.

425. Какими энергетическими эффектами характеризуются фазовые и полиморфные превращения? Приведите примеры. Укажите, какие из приведенных процессов экзотермические: а) переход кристаллической сурьмы в аморфную; б) переход карбина в графит; в) испарение брома; г) сублимация йода; д) таяние льда.

426. Дайте определение понятиям: внутренняя энергия, теплота, работа. Какими характеристиками термодинамической системы они являются? Для эстафеты олимпийского огня зимних олимпийских игр в Сочи в 2014 году использовали факел с емкостью, заполненной пропан-бутановой смесью (соотношение газов 80:20 объем. % общей массой массой 60 г. Вычислите количество тепла, выделяющееся в окружающую среду при горении одного такого факела.

427. Дайте определение понятиям: «теплота образования», «теплота разложения», «теплота растворения», «теплота сгорания», «теплота нейтрализации». На рисунке представлена энергетическая диаграмма реакций окисления углерода:



Укажите тип реакций по тепловому эффекту. Составьте термохимические уравнения реакций. Используя составленные термохимические уравнения, рассчитайте тепловой эффект реакции  $CO_{(г)} + \frac{1}{2} O_{2(г)} = CO_{2(г)}$ .

428. Какое состояние вещества называют стандартным? От чего оно зависит? Газовые выбросы тепловых станций и двигателей внутреннего сгорания содержат оксиды азота, образование которых можно выразить уравнениями:



Рассчитайте стандартные энтальпии этих реакций и укажите, какая из них – экзотермическая, какая – эндотермическая.

429. Дайте определение понятиям: «теплота образования», «теплота сгорания». Как рассчитывается теплота сгорания? Определите количество теплоты, которое можно получить при сгорании газовой смеси, состоящей из 30 % пропана и 70 % бутана (указаны объемные проценты).

430. Дайте определение понятиям: энтальпия растворения, теплота растворения. Как определяется тепловой эффект процесса растворения? Почему растворение одних веществ сопровождается понижением температуры, а других – ее повышением. При растворении 15 г нитрата натрия температура в калориметре понизилась на 2 К. Определить удельную энтальпию растворения  $\text{NaNO}_3$ , принимая удельную теплоемкость раствора равной удельной теплоемкости воды (4,18 Дж/(г·К)).

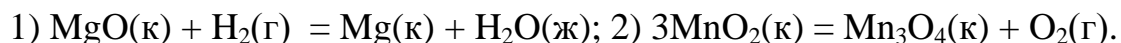
431. Что называют теплотой сгорания и удельной теплотой сгорания топлива? Как рассчитывается удельная теплота сгорания для твердого и газообразного топлива? Вычислите удельную теплоту сгорания каменного угля, содержащего 15 % примесей.

432. Что называют теплотворной способностью топлива? Приведите единицы измерения этой величины. Как значение теплотворной способности топлива влияет на его расход? Можно ли по величине теплотворной способности топлива определить его качество? Рассчитайте количество тепла, которое можно получить из 1 м<sup>3</sup> природного газа, содержащего 85 % метана.

433. Что такое калориметрия? Приведите примеры методов, используемых в калориметрии. Рассчитайте количество выделившейся при реакции теплоты, если в калориметре, содержащем 10 г воды, температура поднялась на 80 °С (теплоемкость калориметра пренебречь).
434. Что называют калорийностью? Как определяется и в чем обычно выражается калорийность пищи? Приведите примеры продуктов с разной калорийностью. Рассчитайте количество энергии, которое получит человек при употреблении в пищу 100 г глюкозы  $C_6H_{12}O_6$  (для расчетов использовать справочные данные).
435. Что называют удельной энтальпией растворения? Почему при определении теплоты растворения на 1 моль различных растворенных веществ берется различное количество растворителя? Рассчитайте тепловой эффект, полученный при растворении 30 г хлорида кальция  $CaCl_2$  в воде (для расчетов используйте справочные данные).
436. Какая термодинамическая функция называется энтропией? Что она характеризует и в чем измеряется? Как связана энтропия с термодинамической вероятностью системы? Укажите знак изменения энтропии процессов: а) сублимации йода; б) перехода белого олова в серое; в) испарения воды; г) образование кристаллов. Дайте пояснения.
437. Что понимается под термодинамической вероятностью? Какая существует связь между энтропией и термодинамической вероятностью? Приведите примеры процессов перехода системы из а) более упорядоченного в менее упорядоченное состояние; б) менее упорядоченного в более упорядоченное состояние. Не проводя расчетов, определите знак изменения энтропии в ходе процессов:
- а)  $2SO_2(г) + O_2(г) = 2SO_3(г)$ ;
- б)  $MgO(к) + H_2(г) = Mg(к) + H_2O(ж)$ ;
- в)  $CH_3COOH = CH_3COO^- + H^+$ .



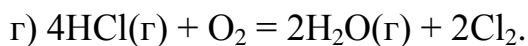
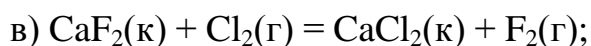
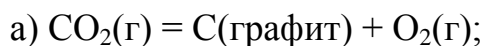
438. Приведите несколько формулировок второго закона термодинамики. Запишите его математическое выражение. Для каких систем справедлив этот закон? Вычислите энтропию реакций:



439. Какие процессы называют самопроизвольными? Приведите примеры. Что является критерием самопроизвольного протекания процесса? Рассчитайте энтропию реакции, протекающей в нейтрализаторах автомобилей (дожигателей CO):  
 $\text{CO}(\text{г}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}).$

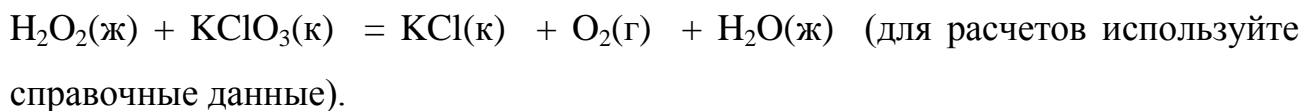
440. Сформулируйте третий закон термодинамики. Какие следствия из него вытекают? Вычислите изменение энтропии (для расчетов используйте справочные данные) при протекании реакции  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{к}) + 3\text{CO}(\text{г}) = 2\text{Fe}(\text{к}) + 3\text{CO}_2(\text{г}).$

441. Как рассчитывается изменение энтропии реакции? В каких случаях энтропия системы возрастает, в каких – уменьшается? Без проведения расчетов определите знак изменения энтропии реакций:



Для реакций б и в свой ответ подтвердите расчетами.

442. В каких системах: открытых, закрытых или изолированных, как правило, протекают химические процессы? Может ли система, в которой протекает химическая реакция, быть изолированной? Изменением каких термодинамических функций сопровождается протекание химической реакции? Рассчитайте изменение энтропии при протекании реакции:



443. Какая термодинамическая функция является критерием направленности протекания процесса в изолированной системе? На каком законе основываются эти определения? Приведите его формулировку. Определите возможность самопроизвольного протекания реакции:  $2\text{Fe}(к) + \text{O}_2(г) = 2\text{FeO}(к)$  в изолированной и открытой системах. Ответ мотивируйте.
444. Как влияет на изменение энтропии системы температура? Укажите характер изменения энтропии при переходе вещества: а) из жидкого состояния в твердое; б) из жидкого состояния в газообразное; в) из аморфного состояния в кристаллическое. Приводит ли к изменению энтропии изменение числа атомов в молекуле или усложнение молекулы? Уменьшится или увеличится энтропия при переходе воды в пар, графита в алмаз, кислорода в озон? Вычислите  $\Delta S_{298}^0$  для каждого превращения. Сделайте вывод о количественном изменении энтропии при фазовых переходах.
445. В прошлом столетии, руководствуясь правилом Бергго-Томсена, считали, что самопроизвольно могут протекать все экзотермические реакции. Справедливо ли это в настоящее время? Как определяют возможность протекания химических реакций? Какие термодинамические функции при этом необходимо рассчитать? По каким признакам химической реакции можно предположить возможность ее протекания? Используя термодинамические данные, рассчитайте, при какой температуре становится возможным протекание процесса:  $\text{H}_2(г) + \text{CO}_2(г) = \text{CO}(г) + \text{H}_2\text{O}(ж)$ .
446. Дайте определение понятиям: стандартная энергия Гиббса образования вещества, стандартная энергия Гиббса химической реакции? Чему равна стандартная энергия Гиббса простых веществ? Приведите её примеры. Что можно сказать о веществе, зная эту величину? Вычислите энергию Гиббса и установите, в каком направлении может протекать при 25 °С реакция:  
 $\text{Cu}(к) + \text{PbO}(к) = \text{Pb}(к) + \text{CuO}(к)$ .

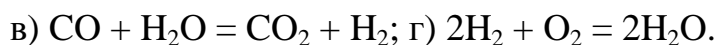
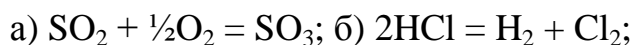
447. Какой фактор называют энтальпийным, а какой – энтропийным? Что характеризует каждый фактор? Какая функция термодинамической системы их объединяет? Рассчитайте энтропийный фактор реакции сгорания метана до водяного пара и оксида углерода (IV) в стандартных состояниях реагентов при 298 К. Сравните его с энтальпийным фактором при этих же условиях.
448. Какую энергию называют свободной, а какую связанной? Почему? Вычислите энергию Гиббса при 500 °С для системы:
- $$\text{NiO(к)} + \text{Pb(ж)} = \text{Ni(к)} + \text{PbO(к)}$$
449. Какая функция характеризует термодинамическую устойчивость веществ? Приведите примеры термодинамически неустойчивых веществ. Объясните, почему они существуют. Используя справочные данные для соединений  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Te}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ : а) укажите наиболее термодинамически устойчивое вещество; б) укажите вещества, которые могут быть получены из простых веществ прямым синтезом; в) расположите вещества ряд по мере убывания их термодинамической устойчивости.
450. При каких температурах преобладающую роль в определении величины энергии Гиббса и направления реакции играет энтальпийный, а при каких температурах – энтропийный фактор? Рассчитайте энтропийный фактор реакции разложения гидроксида кальция до водяного пара и оксида кальция в стандартных состояниях веществ при 298 К и сравните его с энтальпийным фактором при этих же условиях.
451. Можно ли предсказать влияние температуры на направление какой-либо реакции, если известен ее тепловой эффект? Ответ подтвердите на примере реакции. Вычислите энергию Гиббса для реакции  $\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{NO}(\text{г})$  при 1000, 3000, 6000 и 10000 °С. Постройте график зависимости  $\Delta G^0_{\text{T}}$  от температуры и по нему определите температуру, выше которой эта реакция протекает самопроизвольно.

452. Что служит критерием самопроизвольного протекания химических реакций? Как определяется возможность и направление самопроизвольного протекания реакции. Возможно ли самопроизвольное окисление алюминия по уравнению  $4\text{Al(к)} + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{к})$  при температуре 10 К.
453. Что определяет свободная энергия системы? Почему она называется свободной? Через какую термодинамическую функцию она выражается? Определить изменение энергии Гиббса реакции:  $2\text{NaNO}_3(\text{к}) = 2\text{NaNO}_2(\text{к}) + \text{O}_2(\text{г})$  при температуре 300К.
454. Как определяют изменение энергии Гиббса при стандартной температуре? Приведите уравнение, по которому можно рассчитать изменение энергии Гиббса при любой температуре. Вычислите изменение энергии Гиббса реакции:  $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{к}) + 3\text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(\text{к}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{г})$  при стандартной температуре. В каком направлении протекает реакция?
455. Дайте определение понятию термодинамическая устойчивость вещества. Как определяется термодинамическая устойчивость вещества? Используя справочные данные для соединений  $\text{NH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{BiH}_3$ :
- укажите наиболее термодинамически устойчивое вещество;
  - укажите вещество, которое можно получить из простых веществ прямым синтезом;
  - расположите вещества в ряд по мере убывания их стабильности.
456. Какая термодинамическая функция называется энергией Гиббса? Почему энергию Гиббса называют изобарно-изотермическим потенциалом? Вычислите изменение энергии Гиббса и сделайте вывод о направлении протекания процесса при стандартных условиях для реакции  $\text{CaCO}_3(\text{к}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г})$ .

457. Чем отличаются стандартные от нормальных условий? Рассчитайте, при каких температурах возможно получение оксида азота (II) из атмосферного азота и кислорода по реакции:  $N_2(г) + O_2(г) = 2NO(г)$ .

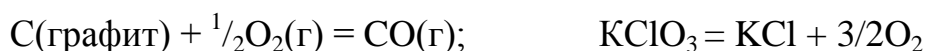
458. В чем состоит физический смысл изобарно-изотермического потенциала? Напишите уравнение, показывающее связь между этим термодинамическим потенциалом и другими термодинамическими функциями. Карборунд получают по реакции:  $SiO_2(к) + 3C(к) = SiC(к) + 2CO(г)$ . Рассчитайте при какой температуре возможно самопроизвольное протекание этого процесса.

459. Приведите уравнение, по которому рассчитывается энергия Гиббса. Вычислите энергию Гиббса нижеприведенных реакций при 298 К:



Укажите, какие из них будут протекать в прямом, а какие – в обратном направлении.

460. Приведите выражение уравнения Гиббса. Какие термодинамические функции связывает это уравнение? Как это уравнение позволяет оценивать возможность протекания экзотермических и эндотермических процессов? Определите возможность протекания следующих реакций:



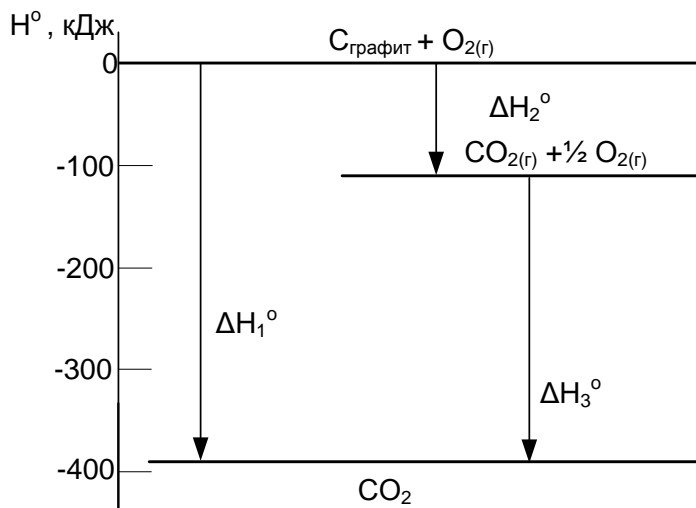
а) при стандартной температуре; б) при температуре более 1000 К.

461. При каких температурах (низких, высоких) будут протекать экзо- и эндотермические реакции? Фосфор получают обжигом смеси ортофосфата кальция, угля и песка в электропечах без доступа воздуха. Рассчитайте температуру, при которой возможен данный процесс.

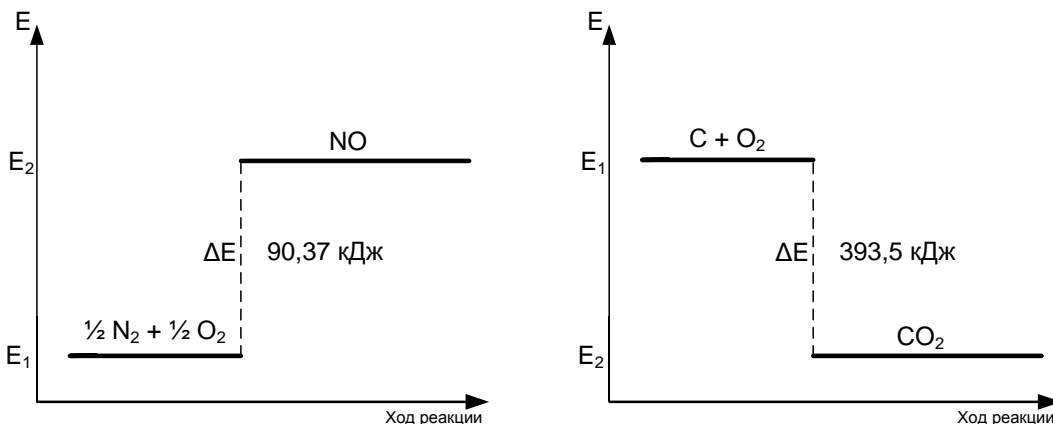
462. Рассчитайте изменение энтропии при испарении 200 г диэтилового эфира  $(C_2H_5)_2O$ , если при атмосферном давлении  $P = 101$  кПа его температура кипения равна 307,7 К, а молярная теплота испарения 27,2 кДж.
463. Как по величине энергии Гиббса определяется возможность и направление протекания реакций? Какие факторы влияют на возможность протекания процесса? Может ли направление протекания процесса зависеть только от температуры процесса? Какая из реакций наиболее вероятна при 30 °С:
- 1)  $O_3(к) = N_2O(г) + 2H_2O(г)$ ;
  - 2)  $NH_4NO_3(к) = N_2(г) + \frac{1}{2}O_2(г) + 2H_2O(г)$ .
464. Сформулируйте следствия, вытекающие из закона Гесса. Каково их практическое значение? Составьте термохимическое уравнение реакции разложения хлорида аммония. Рассчитайте количество теплоты, которое потребуется для разложения 5 кг хлорида аммония.
465. Какие расчеты называют термодинамическими? Для чего они проводятся? Какие законы и следствия лежат в основе этих расчетов? На основе термодинамических расчетов, установите, возможно ли при температурах 298 и 3000 К восстановление диоксида титана до свободного металла по схеме:  $TiO_2(к) + 2C(графит) = Ti(к) + 2CO(г)$ .
466. Может ли температура быть главным фактором, определяющим возможность самопроизвольного протекания процессов? Приведите примеры таких реакций. Как рассчитать температуру, при которой реакция будет протекать? Укажите области температур, при которых реакция  $ZnS(к) = Zn(к) + S(к)$  может самопроизвольно протекать в прямом и обратном направлениях.
467. Дайте определение термодинамическим функциям: энтальпия, энтропия, энергия Гиббса. Как связаны они между собой? Объясните, почему при стандартных

условиях невозможна реакция  $\text{H}_2(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г}) = \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ . Как повлияет увеличение температуры на направление процесса?

468. Дайте определение термодинамическим функциям: внутренняя энергия и энтальпия, Как связаны они между собой? На рисунке представлена энтальпийная диаграмма процесса окисления графита и угарного газа. Составьте термохимические уравнения этих процессов. Рассчитайте  $\Delta H_3^\circ$ .



469. Какие из перечисленных характеристик: температура, энтропия, масса, плотность, свободная энергия, внутренняя энергия, теплота являются функциями состояния, а какие – параметрами состояния системы. На рисунке представлены энергетические диаграммы процессов окисления углерода и азота:



Какой из процессов является экзотермическим, а какой – эндотермическим? Ответ поясните. Рассчитайте объемы реагентов и продуктов эндотермического процесса, если в результате его протекания поглотилось 125 кДж тепла.

## 6.2. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

470. Какие реакции называются обратимыми, а какие – необратимыми? Закончите уравнения реакций:



Укажите, какие из них являются обратимыми, а какие – необратимыми. Ответ поясните. Для обратимых реакций напишите выражения констант равновесия. Для необратимых – укажите причины их протекания.

471. Дайте определение понятию «константа химического равновесия». Зависит ли ее величина от природы реагентов, температуры, давления, концентрации реагирующих веществ? Ответ поясните. Напишите выражения констант равновесия следующих реакций:



Что произойдет с константой равновесия второй реакции, если: 1) увеличить концентрацию CO; 2) увеличить удельную поверхность FeO; 3) уменьшить температуру?

472. Какие из перечисленных факторов влияют на величину константы равновесия: температура, давление, изменение концентраций реагентов и продуктов, катализатор? Ответ обоснуйте. Напишите выражения констант равновесия следующих реакций:



Как повлияют на величину константы равновесия первой реакции: 1) измельчение углерода; 2) увеличение концентрации углекислого газа; 3) увеличение давления CO<sub>2</sub>?

473. В состоянии равновесия  $\text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$  реакционная смесь имеет следующий объемный состав: 21 % CO<sub>2</sub>, 42 % H<sub>2</sub>, 17 % CO, 20 % H<sub>2</sub>O. Общее давление в системе равно 98,5 кПа. Рассчитайте K<sub>p</sub> и K<sub>c</sub> для реакции.



474. Какие виды равновесий вы знаете? Укажите их отличительные признаки.

Напишите выражения констант равновесия следующих реакций:



Как влияют на значение константы равновесия увеличение концентрации реагентов, температура и катализатор? В какую сторону сместится равновесие первой реакции при увеличении поверхности углерода?

475. Какие реакции называются обратимыми, а какие – необратимыми? Приведите примеры необратимых реакций. Напишите выражения констант равновесия следующих реакций:



Как влияют на значение константы равновесия первой реакции измельчение  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , увеличение температуры и увеличение концентрации аммиака?

476. Сформулируйте кинетический и термодинамический подходы к состоянию равновесия. Напишите выражения констант равновесия следующих реакций:



Как влияют на значение константы равновесия второй реакции увеличение концентрации реагентов, температура и катализатор?

477. Сформулируйте закон действующих масс для состояния равновесия. Напишите выражения констант равновесия следующих реакций:



Как влияют на значение константы равновесия второй реакции увеличение концентрации реагентов, температура и катализатор? Ответ поясните.

478. В состоянии равновесия объемный состав реакционной смеси для реакции  $2\text{CO}_2\text{(г)} \rightleftharpoons 2\text{CO(г)} + \text{O}_2\text{(г)}$  имеет следующее значение: 87,72 %  $\text{CO}_2$ , 8,42 %  $\text{CO}$ , 3,86 %  $\text{O}_2$ . Общее давление в системе равно  $1,013 \cdot 10^5$  Па. Рассчитайте  $K_p$  и  $K_c$  для этой реакции.

479. Как связаны между собой константы равновесия, выраженные через концентрации и через парциальные давления? Для приведенных выражений констант равновесия напишите уравнения соответствующих обратимых реакций. Укажите агрегатное состояние всех веществ.

$$K = \frac{[H_2]^3}{[C_2H_6]} \quad K = \frac{[H_2][I_2]}{[HI]^2} \quad K = \frac{[CO]^2}{[CO_2]}$$

480. Какие реакции называются обратимыми? Чему равно изменение энергии Гиббса в состоянии равновесия? Для приведенных выражений констант равновесия напишите уравнения соответствующих обратимых реакций. Укажите агрегатное состояние всех веществ.

$$K = \frac{[H_2O]^2[Cl_2]^2}{[HCl]^4[O_2]} \quad K = \frac{[CO][H_2]^2}{[CH_3OH]} \quad K = \frac{[CO][H_2]}{[H_2O]}$$

481. Укажите признаки истинного химического равновесия. Для приведенных выражений констант равновесия напишите уравнения соответствующих обратимых реакций. Укажите агрегатное состояние всех веществ.

$$K = \frac{[C_4H_8][H_2]}{[C_4H_{10}]} \quad K = \frac{[H_2O]^2}{[H_2]^2[O_2]} \quad K = \frac{1}{[NH_3][HCl]}$$

482. Чем отличается истинное равновесие от ложного (заторможенного) равновесия. Приведите примеры данных видов равновесий. Для приведенных выражений констант равновесия напишите уравнения соответствующих обратимых реакций. Укажите агрегатное состояние всех веществ.

$$K = \frac{[C_3H_6][H_2]}{[C_3H_8]} \quad K = \frac{[H_2S]}{[H_2]} \quad K = [NH_3][HCl]$$

483. Приведите определение состояния равновесия с позиции химической термодинамики. Константа равновесия реакции  $N_2(г) + 3H_2(г) \rightleftharpoons 2NH_3(г)$  при 673 К равна 0,1. Равновесные концентрации водорода и аммиака, соответственно, равны

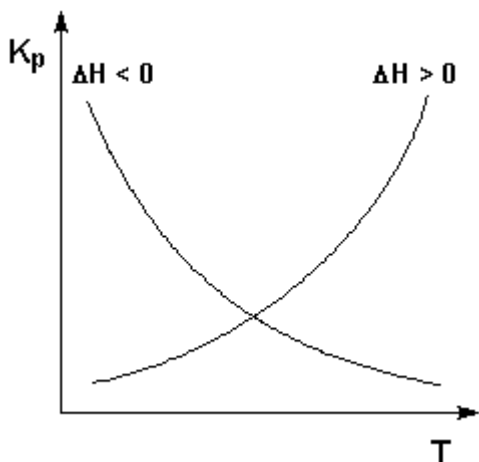
0,6 моль/л и 0,18 моль/л. Рассчитайте равновесную и начальную концентрации азота.

484. Что характеризуют константы, обозначаемые  $K_c$  и  $K_p$ ? Как связаны между собой эти характеристики? Начальные концентрации азота и водорода в реакции  $N_2(г) + 3H_2(г) \rightleftharpoons 2NH_3(г)$  были равны 1,5 и 2,5 моль/л. Вычислите концентрации  $N_2$  и  $H_2$  в тот момент, когда концентрация аммиака стала равной 0,5 моль/л.

485. Приведите определение состояния равновесия с позиции химической кинетики. Выведите выражение константы равновесия через скорости прямой и обратной реакции. Начальные концентрации  $CO$  и  $H_2O$  равны 3 и 2 моль/л. Вычислите константу равновесия реакции  $CO(г) + H_2O(г) \rightleftharpoons CO_2(г) + H_2(г)$ , если к моменту наступления равновесия прореагировало 50 % воды.

486. Как связана константа равновесия с термодинамическими функциями? Приведите уравнение, демонстрирующее эту связь. Начальные концентрации  $NO$  и  $Cl_2$  были равны 0,5 и 0,3 моль/л. Вычислите константу равновесия реакции  $2NO(г) + Cl_2(г) \rightleftharpoons 2NOCl(г)$ , если к моменту наступления равновесия прореагировало 25 %  $NO$ . Рассчитайте энергию Гиббса реакции при 300 К.

487. Приведены графики зависимостей константы равновесия от температуры для экзотермических и эндотермических реакций:



Объясните полученные зависимости.

Константа равновесия реакции  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  при  $400\text{ }^\circ\text{C}$  равна 0,1. Равновесные концентрации водорода и аммиака равны 0,2 и 0,08 моль/л. Вычислите начальные концентрации азота и водорода.

488. Какая величина количественно характеризует состояние равновесия? Как она связана с энергией Гиббса? В сосуде ёмкостью 8,5 л установилось равновесие:  $\text{CO}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{г})$ . Состав равновесной смеси: 11 г CO, 38 г  $\text{Cl}_2$ , 42 г  $\text{COCl}_2$ . Вычислите константу равновесия и энергию Гиббса реакции при 300 К.

489. Вещества А и В количеством 3 и 4 моль находятся в сосуде ёмкостью 2 л. Вещества реагируют друг с другом следующим образом:  $5\text{A} + 3\text{B} \rightleftharpoons \text{A}_5\text{B}_3$ . Прореагировало 1,6 моль вещества А. Рассчитайте количество израсходованного вещества В и полученного продукта ( $\text{A}_5\text{B}_3$ ). Вычислите константу равновесия.

490. Как по величине константы равновесия сделать вывод о преимущественном направлении протекания процесса: в прямом направлении или обратном? Ответ поясните. В обратимой реакции:  $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{г})$  начальные концентрации  $\text{N}_2$  и  $\text{H}_2$  составляют 6 и 10 моль/л, соответственно. Равновесная концентрация  $\text{NH}_3$  равна 6 моль/л. Рассчитайте константу равновесия и энергию Гиббса реакции при 300 К.

491. Какие реакции называются обратимыми? Чем они отличаются от необратимых? Для реакции:  $2\text{Cl}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightleftharpoons 4\text{HCl}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$  равновесные концентрации всех веществ равны 8 моль/л. Чему равны начальные концентрации хлора и воды? Рассчитайте константу равновесия?

492. Какое состояние называется равновесным с точки зрения химической термодинамики? Рассчитайте изменение энергии Гиббса при  $250\text{ }^\circ\text{C}$  реакции  $4\text{HCl}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{Cl}_2(\text{г})$ , если константа равновесия реакции при этой температуре равна 480.

493. Какие реакции в химии называются практически и абсолютно необратимыми? Приведите примеры необратимых. В обратимой реакции  $\text{Ni(к)} + 4\text{CO(г)} \rightleftharpoons \text{Ni(CO)}_4\text{(г)}$  начальная концентрация CO равна 10 моль/л. К моменту установления равновесия прореагировало 80 % этого вещества. Рассчитайте константу равновесия и энергию Гиббса реакции при 298 К.
494. В чем отличие математического выражения закона действующих масс для гомо- и гетерогенных реакций? Для гомогенной реакции  $\text{NO}_2\text{(г)} + \text{NO(г)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_3\text{(г)}$  начальные концентрации  $\text{NO}_2$  и  $\text{NO}$  равны 0,5 и 0,2 моль/л. К моменту наступления равновесия прореагировало 20 %  $\text{NO}$ . Рассчитайте константу равновесия реакции.
495. Почему равновесие называется динамическим? Приведите пояснение. В реакции  $2\text{NO(г)} + \text{O}_2\text{(г)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2\text{(г)}$  начальные концентрации  $\text{NO}$  и  $\text{O}_2$  равны соответственно 0,02 и 0,01 моль/л, а равновесная концентрация  $\text{NO}_2$  составила 0,015 моль/л. Рассчитайте константу равновесия.
496. Поясните, почему константа равновесия характеризует полноту протекания реакции к моменту достижения состояния равновесия? Химическое равновесие в системе  $\text{COCl}_2\text{(г)} \rightleftharpoons \text{CO(г)} + \text{Cl}_2\text{(г)}$  установилось при значениях равновесных концентраций всех веществ равных 2 моль/л. Рассчитайте константу равновесия и начальные концентрации реагентов.
497. Сформулируйте признаки истинного состояния равновесия. Химическое равновесие в системе  $2\text{NO(г)} + \text{O}_2\text{(г)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_2\text{(г)}$  установилось при значениях равновесных концентраций всех веществ равных 8 моль/л. Рассчитайте константу равновесия и начальные концентрации реагентов.
498. Химическое равновесие в системе  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$  установилось при концентрациях веществ 2, 4 и 10 моль/л соответственно. Рассчитайте константу равно-

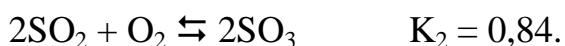
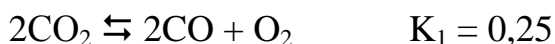
весия реакции, после добавления в реакционную смесь хлора с концентрацией 2 моль/л.

499. Объясните, почему концентрация реагентов и катализатор не влияют на значение константы равновесия? Рассчитайте равновесную концентрацию водорода в реакции  $2\text{HI}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{г})$ , если начальная концентрация йодоводорода составляла 0,55 моль/л, а константа равновесия равна 0,12.

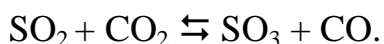
500. Приведите математические выражения для расчета констант равновесия, выраженных через равновесные концентрации и парциальные давления. При каком условии эти константы равны? При некоторой температуре константа равновесия реакции  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  составила 0,26. Равновесная концентрация оксида азота (IV) равна 0,28 моль/л. Рассчитайте начальную и равновесную концентрации  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

501. Какие ученые и в каком году сформулировали закон действующих масс для химического равновесия? Приведите математическое выражение ЗДМ. Константа равновесия реакции  $2\text{A} \rightleftharpoons \text{B}$  равна 0,5. Начальная концентрация вещества А равна 0,2 моль/л. Рассчитайте равновесные концентрации веществ.

502. При некоторой температуре значения констант равновесия гомогенных реакций равны:



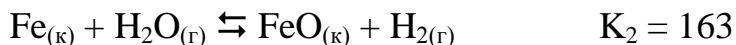
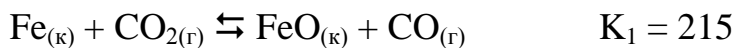
Рассчитайте константу равновесия процесса:



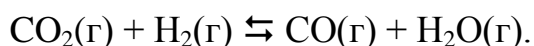
Укажите, в каком направлении преимущественно протекает реакция? Ответ поясните.

503. Какое состояние системы называется химическим равновесием? Используя термодинамические данные, вычислите температуру, при которой константа равновесия реакции  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  равна 1.

504. При некоторой температуре значения констант равновесия реакций равны:



Рассчитайте константу равновесия процесса:



Укажите, в каком направлении преимущественно протекает реакция? Ответ поясните.

505. Какое значение и почему достигает энергия Гиббса в состоянии истинного химического равновесия? По термодинамическим данным вычислите константу равновесия реакции при 300 К  $\text{PCl}_5(\text{г}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г})$ . Сделайте вывод об устойчивости  $\text{PCl}_5$  при данной температуре.

506. По термодинамическим данным вычислите константу равновесия реакции  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$  при 300 К. Сделайте вывод об устойчивости  $\text{N}_2\text{O}_4$  при данной температуре.

507. Какое влияние оказывают на значение константы равновесия температура, концентрация реагентов, катализатор? Константа равновесия реакции  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  при 400 °С равна 0,1. Вычислите изменение энергии Гиббса при данной температуре. Сделайте вывод о полноте протекания реакции.

508. Напишите уравнение изотермы. Какие количественные характеристики состояния равновесия оно связывает? Используя термодинамические данные, вычислите температуру, при которой константа равновесия реакции  $\text{CO}_{(\text{г})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})}$  равна 1.

509. Почему константа равновесия указывается при определенной температуре? Какое влияние на значение константы равновесия оказывает температура? Константа равновесия реакции:  $4\text{HCl}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2(\text{г})$  при  $250^\circ\text{C}$  равна 490. Вычислите изменение энергии Гиббса при данной температуре. Сделайте вывод о полноте протекания реакции.
510. В сосуде ёмкостью 8,5 л установилось равновесие  $\text{CO}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{COCl}_2(\text{г})$  при следующем составе равновесной смеси 11 г CO, 38 г  $\text{Cl}_2$ , 42 г  $\text{COCl}_2$ . Вычислите константу равновесия.
511. Вещества А и В количеством 3 и 4 моль, соответственно, находятся в сосуде ёмкостью 2 л. Вещества реагируют друг с другом следующим образом:  $2\text{A} + 3\text{B} \rightleftharpoons \text{A}_2\text{B}_3$ . Прореагировало 1 моль вещества А. Рассчитайте количество израсходованного вещества В, полученного продукта  $\text{A}_2\text{B}_3$  и константу равновесия.
512. Проблема «связывания» атмосферного азота была решена Габером в 1913 г, который подобрал условия практического осуществления процесса. Какие параметры и как влияют на смещение равновесия реакции  $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{г})$ ;  $\Delta\text{H}^\circ = -92$  кДж в сторону увеличения выхода продукта? Дайте обоснованный ответ.
513. Перечислите признаки истинного химического равновесия. Как нужно изменить условия протекания реакции для повышения выхода  $\text{NO}_2$  в реакции  $\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$ ;  $\Delta\text{H}^\circ = 23$  кДж? Дайте обоснованный ответ.
514. Сформулируйте принцип Ле Шателье. Для реакции  $\text{C}(\text{к}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г})$ ;  $\Delta\text{H}^\circ = 132$  кДж укажите направление смещения равновесия при увеличении: температуры, давления, концентрации воды и CO. Дайте обоснованный ответ.

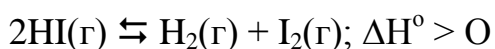
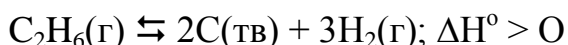
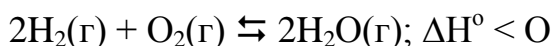


515. Температурный коэффициент прямой реакции  $\text{PCl}_3 \rightleftharpoons \text{PCl}_5 + \text{Cl}_2$ ;  $\Delta_r H^\circ = 92,5$  кДж равен 2,5, а обратной 3,2. В какую сторону сместится равновесие реакции при повышении температуры на 30 °? Ответ подтвердите расчетом скоростей.

516. Укажите условия смещения равновесия реакции:

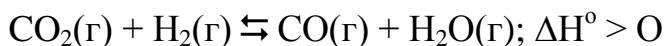
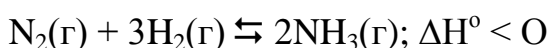
$\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{C}_4\text{H}_8(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г})$ ;  $\Delta H^\circ > 0$  в сторону образования продуктов. Как влияет на смещение равновесия введение катализатора в систему? Дайте обоснованный ответ.

517. Сформулируйте принцип Ле Шателье. В какой из реакций одновременное понижение давления и повышение температуры вызывает смещение химического равновесия вправо:



Дайте обоснованный ответ. Запишите для этой реакции выражение константы равновесия.

518. В какой из реакций повышение давления вызовет смещение равновесия в сторону исходных веществ:



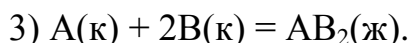
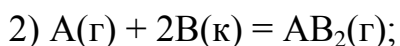
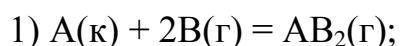
Дайте обоснованный ответ. Запишите для этой реакции выражение константы равновесия.

519. Изменение каких параметров вызовет увеличение выхода продуктов реакции  $\text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$ ;  $\Delta H^\circ > 0$ ? Как влияет на смещение равновесия введение катализатора в систему? Дайте обоснованный ответ.
520. Проанализируйте влияние каждого фактора на смещение равновесия в реакции:  
 $\text{Fe}(\text{к}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{FeO}(\text{к}) + \text{H}_2(\text{г})$ ;  $\Delta H^\circ > 0$   
а) добавление катализатора; б) увеличение концентрации водорода;  
в) уменьшение давления; г) увеличение концентрации водяного пара;  
е) увеличение площади поверхности железа. Дайте обоснованный ответ.
521. В какой из реакций изменение давления не вызовет смещение равновесия:  
 $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$                        $\text{C}_2\text{H}_6(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{C}(\text{тв}) + 3\text{H}_2(\text{г})$   
 $\text{H}_2(\text{г}) + \text{S}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}(\text{г})$                        $2\text{HI}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{г})$   
Дайте обоснованный ответ. Запишите для этой реакции выражение константы равновесия.
522. Как влияет понижение температуры и повышение давления на смещение равновесия реакций:  
 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{ж}) \rightleftharpoons 2\text{NO}(\text{г})$ ;  $\Delta H^\circ = -58,4 \text{ кДж}$ ;  
 $\text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г})$ ;  $\Delta H^\circ = -41,2 \text{ кДж}$ ;  
 $\text{COCl}_2(\text{г}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г})$ ;  $\Delta H^\circ = -112,5 \text{ кДж}$ .  
Дайте обоснованный ответ.
523. Проанализируйте влияние каждого фактора на смещение равновесия в системе  
 $3\text{Fe}(\text{к}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{г}) \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{к}) + 4\text{H}_2(\text{г})$ ;  $\Delta H^\circ > 0$  а) добавление катализатора; б) увеличение концентрации водорода; в) уменьшение давления; г) увеличение концентрации водяного пара; е) увеличение площади поверхности железа. Дайте обоснованный ответ.

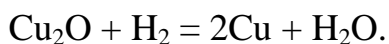
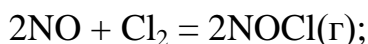
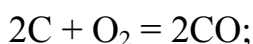
### 6.3. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

524. Каков физический смысл константы скорости химической реакции? Какие параметры влияют, а какие не оказывают влияние на ее значение? Выведите единицы измерения констант скоростей первого и второго порядков.

525. Дайте определение понятиям: скорость химической реакции, молекулярность, механизм реакции. Напишите кинетические уравнения простых реакций:



526. Какие реакции в химической кинетики называются гомогенными, а какие – гетерогенными? Среди приведенных реакций укажите гомогенные и гетерогенные:



Ответ поясните.

527. Дайте определение средней и истинной скорости химической реакции. Перечислите в порядке увеличения значимости факторы, влияющие на скорость. Запишите кинетическое уравнение простой реакции:  $2A(г) + B(г) = A_2B(г)$ . Постройте график зависимости скорости реакции от концентрации вещества А.

528. Дайте определение понятиям: механизм химической реакции, элементарная реакция, бимолекулярная реакция. Реакция  $F_2(г) + 2ClO_2(г) = 2ClO_2F(г)$  имеет первый порядок и по фтору, и по диоксиду хлора. Запишите кинетическое уравнение реакции. Каков механизм реакции – простой или сложный? Ответ поясните. Как изменится скорость реакции при увеличении давления в 2 раза?

529. Что является объектом изучения химической кинетики? Дайте определения основным понятиям: термохимическая реакция, мономолекулярная реакция, последовательный механизм. Запишите кинетические уравнения элементарных газовых реакций и определите изменение скоростей этих реакций при увеличении давления в 2 раза:



530. Взаимодействие брома с водородом протекает по цепному механизму. Дайте определение цепному механизму, укажите основные стадии его протекания. Кинетическое уравнение реакции  $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{Br}_{2(\text{г})} = 2\text{HBr}_{(\text{г})}$  имеет вид:  $V = kC_{\text{H}_2} \cdot C_{\text{H}_2}^{1/2}$ . Как изменится скорость её протекания при увеличении концентрации водорода и брома в 3 раза?

531. Как связаны между собой порядок и молекулярность реакции? Реакция:  $2\text{N}_2\text{O}_5(\text{г}) = 4\text{NO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$  является реакцией первого порядка. Как изменяется ее скорость при увеличении давления в 5 раз? Постройте график зависимости скорости реакции от концентрации оксида азота (V).

532. Сформулируйте закон действующих масс для химической кинетики. Кинетическое уравнение реакции  $2\text{N}_2\text{O} = 2\text{N}_2 + \text{O}_2$  имеет вид:  $V = k C^2(\text{N}_2\text{O})$ . Какая это реакция – простая или сложная? Как изменяется её скорость: а) при уменьшении давления в 4 раза; б) при увеличении концентрации  $\text{N}_2\text{O}$  в 3 раза?

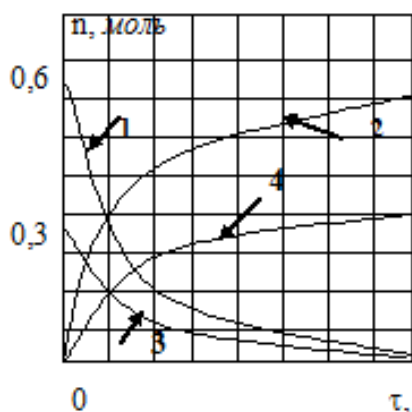
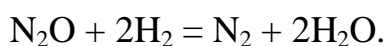
533. Что называется молекулярностью реакции? В каком случае молекулярность равна порядку реакции? Запишите кинетическое уравнение простой реакции:  $2\text{A}(\text{г}) + \text{B}(\text{г}) = \text{A}_2\text{B}(\text{г})$ . Чему равны частные порядки по веществам и общий порядок реакции порядок? Во сколько раз необходимо увеличить давление, чтобы скорость реакции возросла в 1000 раз?

534. Что называется порядком реакции? Какие значения он может принимать? Напишите кинетическое уравнение простой реакции:  $A(g) + B(g) = AB(g)$ . Чему равны частные порядки по веществам и общий порядок реакции порядок? Во сколько раз необходимо увеличить давление, чтобы скорость реакции возросла в 100 раз?
535. Какую зависимость характеризует кинетическое уравнение? Чем отличается кинетическое уравнение простой реакции от сложной? Запишите кинетическое уравнение простой реакции:  $NO_2 + CO = NO + CO_2$ . Чему равен её порядок? Как изменится её скорость: а) при увеличении давления в 4 раза; б) при увеличении только концентрации  $CO$  в 5 раз?
536. Перечислите факторы, влияющие на скорость химической реакции, укажите их влияние на скорость. Запишите кинетическое уравнение простой реакции  $2NO_2(g) = 2NO(g) + O_2(g)$ . Как изменится её скорость: а) при увеличении давления в 3 раза; б) при уменьшении концентрации  $NO_2$  в пять раз?
537. Реакция  $A + B = C$  является простой, бимолекулярной. Что означают эти термины? Начальные концентрации веществ  $A$  и  $B$  соответственно равны 2,5 и 1,5 моль/л. Константа скорости реакции равна 0,8 л/моль·с. Вычислите концентрацию вещества  $A$  и скорость реакции к моменту, когда концентрация вещества  $B$  составит 0,5 моль/л.
538. Каков физический смысл константы скорости реакции? Каковы единицы измерения константы скорости реакции первого порядка? Реакция  $2A + B = A_2B$  является простой, тримолекулярной. Начальные концентрации веществ  $A$  и  $B$  соответственно равны 2,5 и 1,5 моль/л. Константа скорости реакции равна 0,8 л<sup>2</sup>/моль<sup>2</sup>·сек. Вычислите концентрацию вещества  $A$  и скорость реакции к моменту, когда концентрация вещества  $B$  составит 0,5 моль/л.

539. Каковы особенности параллельных, последовательных и сопряженных реакций? Приведите примеры указанных реакций. Напишите кинетические уравнения для простых реакций:

- 1)  $A(ж) + 2B(ж) = 2C(ж)$       2)  $A(г) + 2B(ж) = 2C(г)$   
 3)  $A(г) + 2B(г) = 2C(г)$       5)  $A(ж) + 2B(г) = 2C(ж)$

540. На рисунке изображены кинетические кривые веществ, участвующих в реакции:



Установите соответствие вещество – номер кинетической кривой:

Вещество	Номер кривой
$N_2O$	
$H_2$	
$N_2$	
$H_2O$	

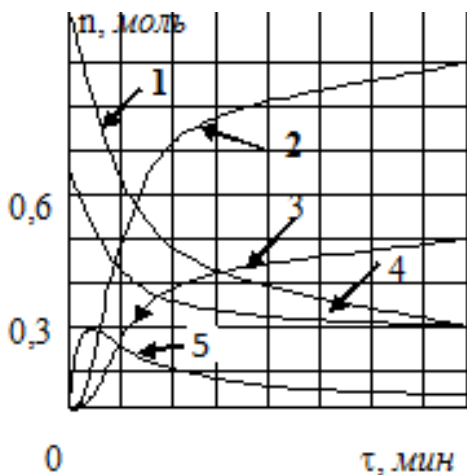
Ответ обоснуйте.

541. Приведите формулировку закона действующих масс. Запишите кинетическое уравнение простой реакции:  $2A(г) + B(г) = A_2B(г)$ . Постройте график зависимости скорости реакции от концентрации вещества В.

542. Перечислите факторы, влияющие на скорость гомогенных, газофазных реакций. Концентрации оксида азота (II) и хлора до начала реакции:  $2NO + Cl_2 = 2NOCl$

составляли 0,4 и 0,3 моль/л, соответственно. Прореагировала половина оксида азота (II). Рассчитайте, во сколько раз уменьшилась скорость реакции.

543. На рисунке изображены кинетические кривые веществ, участвующих в реакциях:  $2A + B = C$   $C = 2D + E$



Установите соответствие:

Вещество	Номер кривой
A	
B	
C	
D	
E	

Ответ обоснуйте.

544. Экспериментально установлено, что скорость реакции:



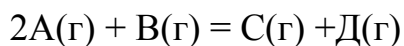
1) возрастает в 4 раза при увеличении концентрации A в 2 раза;

2) не зависит от концентрации B;

3) возрастает в 2 раза при увеличении концентрации C в 2 раза.

Напишите кинетическое уравнение. Каков механизм реакции – простой или сложный? Ответ поясните.

545. Экспериментально установлено, что скорость реакции:

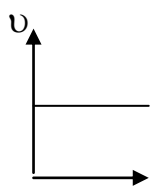


1) возрастает в 4 раза при увеличении концентрации А в 2 раза;

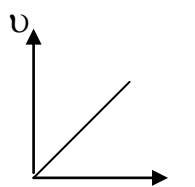
2) возрастает в 2 раза при увеличении концентрации В в 2 раза;

Напишите кинетическое уравнение. Каков механизм реакции – простой или сложный? Ответ поясните.

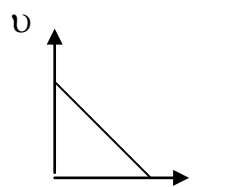
546. Что понимают под механизмом химической реакции? Укажите особенности последовательных и параллельных реакций. Реакция:  $A(\text{г}) + 2B(\text{г}) = 2C(\text{г})$  является простой. Какой график отражает зависимость скорости этой реакции от концентрации вещества А и вещества В?



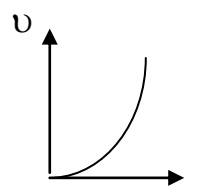
1)



2)



3)



4)

Напишите кинетическое уравнение этой реакции. Чему равен общий порядок реакции?

547. На основании экспериментальных данных выведите кинетическое уравнение реакции  $2A + B = 3C$ . Рассчитайте константу скорости реакции, определите её размерность. Каков механизм реакции: простой или сложный? Ответ поясните.

Концентрация А (моль/л)	0,10	0,20	0,20	0,10
Концентрация В (моль/л)	0,10	0,10	0,20	0,05
Скорость (моль/л·с)	0,004	0,016	0,016	0,004

548. На основании экспериментальных данных, представленных в таблице, выведите кинетическое уравнение реакции  $A + 2B = 3C$ . Рассчитайте константу скорости реакции, определите её размерность. Постройте график зависимости скорости реакции от концентрации вещества А.



$C_A$	0,5	0,5	1,0
$C_B$	1,0	0,5	1,0
$\nu$	$10^{-2}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-2}$

549. В таблице приведены относительные значения скорости реакции при различных концентрациях реагентов.

$C_A$	0,1	0,1	0,05	0,05
$C_B$	0,1	0,05	0,05	0,1
$\nu$	0,008	0,002	0,001	?

Выведите кинетическое уравнение реакции, рассчитайте константу скорости и общий порядок реакции. Дайте определения понятиям: частый кинетический порядок по веществу и общий порядок реакции. Какие значения могут принимать частные порядки? Какое число должно стоять в свободной клетке?

550. Для реакции  $A + B \rightarrow C$  получены следующие экспериментальные данные:

$C_A$	0,1	0,1	0,05	0,15
$C_B$	0,05	0,15	0,15	0,05
$\nu$	0,004	0,012	0,003	?

Выведите кинетическое уравнение реакции, рассчитайте константу скорости и общий порядок реакции. Какое число должно стоять в свободной клетке? Какие уравнения называются кинетическими? Чем отличаются кинетические уравнения простых и сложных реакций?

551. В таблице приведены относительные значения скорости элементарной реакции при различных концентрациях реагентов.

$C_A$	0,1	0,1	0,05	0,2
$C_B$	0,1	0,05	0,05	?
$\nu$	0,008	0,002	0,001	0,016

Выведите кинетическое уравнение реакции и рассчитайте константу скорости. Какое число должно стоять в свободной клетке? Что означает термин «элементарная реакция»?

552. В таблице приведены относительные значения скорости реакции  $2\text{NO} + \text{Cl}_2 = 2\text{NOCl}$  при различных значениях давления реагентов.

P (NO)	0,5	1,0	0,5
P (Cl <sub>2</sub> )	0,5	1,0	1,0
$\nu$	5	40	10

Выведите кинетическое уравнение реакции и рассчитайте константу скорости. Каков механизм реакции: простой или сложный? Ответ поясните. Дайте определение понятию «механизм реакции».

553. В газовой фазе оксид азота (II) и водород при 1000 К реагирует по уравнению:  $2\text{H}_2 + 2\text{NO} = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ . Экспериментальные данные о влиянии концентрации реагирующих веществ на скорость следующие:

C (NO)	0,012	0,012	0,012	0,002	0,004	0,006
C (H <sub>2</sub> )	0,002	0,004	0,006	0,012	0,013	0,012
$\nu$	0,20	0,40	0,60	0,30	1,20	2,70

Выведите кинетическое уравнение реакции и рассчитайте константу скорости. Каков физический смысл константы скорости реакции? Как концентрация реагентов влияет на константу скорости?

554. Для реакции в растворе между ионами:  $2\text{Fe}^{3+} + \text{Sn}^{2+} = 2\text{Fe}^{2+} + \text{Sn}^{4+}$  получены следующие экспериментальные данные:

C (Fe <sup>3+</sup> )	0,2	0,6	0,8	0,6	0,6
C (Sn <sup>2+</sup> )	0,2	0,2	0,2	0,4	0,6
$\nu$	2	6	8	12	18

Рассчитайте частные порядки по реагентам, запишите кинетическое уравнение реакции. Каков механизм реакции: простой или сложный? Ответ поясните. Постройте график зависимости скорости реакции от концентрации  $\text{Fe}^{3+}$ .

555. В таблице ниже приведены результаты изучения скорости реакции между веществами А и В:

C (A)	0,10	0,20	0,20	0,10
C (B)	0,10	0,10	0,20	0,05
$\nu$	0,004	0,016	0,016	0,004

Определите частные порядки реакции по веществам А и В. Рассчитайте константу скорости. Выведите размерность константы скорости данной реакции. Может ли быть дробным числом общий порядок реакции? Ответ поясните.

556. В таблице приведены относительные значения скорости реакции при различных концентрациях реагентов.

$C_A$	0,12	0,12	0,06	0,04
$C_B$	0,8	0,2	0,4	0,8
$\nu$	0,60	0,15	?	0,20

Рассчитайте: константу скорости реакции, частные порядки по веществам, общий порядок реакции и число, пропущенное в таблице. Дайте определение понятию «скорость химической реакции». Всегда ли увеличение концентрации реагентов приводит к увеличению скорости химической реакции? Ответ поясните.

557. Для газовой реакции  $A + B \rightarrow C$  получены следующие экспериментальные данные:

$P_A$	20	40	60	80
$P_B$	80	40	40	20
$\nu$	0,4	0,4	0,6	?

Рассчитайте: константу скорости реакции, частные порядки по веществам, общий порядок реакции и число, пропущенное в таблице. Какие параметры влияют, а какие не оказывают влияние на константу скорости реакции? Ответ поясните.

558. Для реакции  $\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$  получены следующие экспериментальные данные:

$P_A$ , кПа	12	24	36	48
$P_B$ , кПа	4	4	?	2
$\nu$	0,2	0,4	0,15	0,4

Рассчитайте: константу скорости реакции, частные порядки по веществам, общий порядок реакции и число, пропущенное в таблице. Каков механизм данной реакции: простой или сложный? Ответ поясните. Постройте график зависимости скорости реакции от концентрации  $\text{N}_2\text{O}$ .

559. Для реакции:  $2\text{H}_2 + 2\text{NO} = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  получены значения скорости реакции при различных концентрациях реагентов.

$C(\text{NO})$	0,012	0,012	0,012	0,002	0,004	0,006
$C(\text{H}_2)$	0,002	0,004	0,006	0,012	0,012	0,012
$\nu$	0,20	0,40	0,60	0,30	1,20	2,70

Вычислите скорость реакции при концентрациях  $\text{NO}$  и  $\text{H}_2$  равных 0,012 моль/л. Какие факторы оказывают влияние на скорость химической реакции? Кратко опишите влияние каждого из них.

560. Какое влияние на жизнедеятельность человека оказывает озоновый слой? Напишите стадийный механизм разложения озона. Какие вещества ускоряют этот процесс? Разложение озона на кислород согласно уравнению:  $2\text{O}_3 = 3\text{O}_2$  характеризуется энергией активации 100 кДж/моль. Вычислите, чему равна константа скорости этой реакции при 100 °С, если при 0 °С она равна  $2 \cdot 10^{-2}$ ?

561. Сформулируйте правило Вант-Гоффа. Почему оно имеет ограниченное применение? Рассчитайте, на сколько градусов следует повысить температуру системы, чтобы скорость протекающей в ней реакции увеличилась в 50 раз, если температурный коэффициент скорости реакции равен 1,8.
562. Перечислите факторы, влияющие на скорость гетерогенных реакций. Во сколько раз увеличится константа скорости реакции при повышении температуры на 40 градусов, если ее температурный коэффициент равен трем? Как при этом изменится скорость реакции?
563. Какие факторы, согласно теории активных столкновений, влияют на скорость реакции? Температурный коэффициент скорости реакции равен 3. Вычислите, во сколько раз возрастет скорость реакции при повышении температуры на 30 градусов?
564. В каком интервале температур справедливо правило Вант-Гоффа? Зависит ли температурный коэффициент от температуры? Ответ поясните. При повышении температуры на 50 градусов скорость реакции возросла в 1200 раз. Вычислите температурный коэффициент реакции.
565. Почему правило Вант-Гоффа называют эмпирическим? Какова этимология слова «эмпирический»? При 150 °С некоторая реакция заканчивается за 16 минут. Рассчитайте, через какое время закончится эта реакция, если ее провести при 200 °С, температурный коэффициент равен 2,5?
566. Что такое энергия активации? Укажите единицы её измерения. Для каких реакций энергия активации практически равна 0? Рассчитайте энергию активации реакции и ее температурный коэффициент, если при 398 и 600 °С константы скорости равны соответственно  $2,1 \cdot 10^{-4}$  и 0,625.

567. Объясните физико-химический смысл понятия "энергия активации химической реакции". Напишите уравнение Аррениуса. Константа скорости реакции  $2\text{HI} = \text{H}_2 + \text{I}_2$  при 673 К равна  $2,2 \cdot 10^{-4}$ , а при 973 К равна 8,33. Рассчитайте энергию активации реакции.
568. Приведите пример графического определения активации. Скорость химической реакции возросла в 2,2 раза при повышении температуры от 380 К до 390 К. Вычислите энергию активации реакции.
569. Укажите пределы изменения величины энергии активации. С какими скоростями протекают реакции с высокой энергией активации? При каких условиях могут осуществляться реакции с высокой энергией активации? Реакция имеет энергию активации 25,5 кДж/моль. Вычислите, во сколько раз возрастет скорость реакции при повышении температуры: а) от 10 до 30 °С; б) от 20 °С до 60 °С?
570. В каких пределах лежат значения энергии активации? Приведите примеры реакций с низкими и высокими значениями энергии активации. Константа скорости реакции при 40 °С равна 0,003, а при 80 °С 0,4. Вычислите энергию активации и константу скорости реакции при 30 °С.
571. Изобразите энергетический профиль эндотермической реакции. Как называется точка на вершине энергетического барьера? Энергия активации разложения тиосерной кислоты 65,96 кДж/моль. При 30 °С реакция проходит за 45 с. Вычислите время протекания реакции при 20 °С.
572. Напишите уравнение Аррениуса в экспоненциальной и логарифмической форме. Вычислите, за какое время закончится реакция при 70 °С, если при 40 °С она заканчивается за 1,5 часа и температурный коэффициент реакции равен 2?

573. Изобразите энергетический профиль экзотермической реакции. Как называется точка на вершине энергетического барьера? Константа скорости реакции  $2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$  при 600 К равна  $8,4 \cdot 10^1$  л/моль·сек, а при 640 К –  $4,1 \cdot 10^2$  л/моль·сек. Вычислите энергию активации реакции и найдите зависимость скорости реакции от температуры.
574. Каким образом скорость реакции зависит от величины энергии активации? При каких значениях энергии активации для протекания реакции требуется нагревание? Энергия активации реакции  $2\text{HI} = \text{H}_2 + \text{I}_2$  равна 184 кДж/моль, а константа скорости реакции при 556 К равна  $3,5 \cdot 10^7$  л/моль·сек. Вычислите константу скорости реакции при 780 К.
575. Изобразите энергетический профиль экзотермической реакции. Укажите на рисунке энергию активации прямой реакции и энтальпию процесса. Скорость химической реакции возросла в 2 раза при повышении температуры от 280 К до 290 К. Вычислите энергию активации реакции.
576. Что понимают под активными соударениями реагирующих частиц? Как эта характеристика учитывается в уравнении Аррениуса? Реакция имеет энергию активации 125,5 кДж/моль. Рассчитайте, во сколько раз возрастет скорость реакции при повышении температуры: а) от 20 °С до 30 °С; б) от 20 °С до 120 °С?
577. Дайте определения понятиям: катализ, катализатор, ингибитор. Энергия активации реакции при 300 К без катализатора равна 184 кДж/моль, а с катализатором – 96 кДж/моль. Рассчитайте, во сколько раз возрастет скорость реакции при введении катализатора?
578. Напишите уравнение Аррениуса. Какой физический смысл имеет предэкспоненциальный множитель? Реакция имеет энергию активации 35,5 кДж/моль. Рассчитайте, во сколько раз возрастет скорость реакции при повышении температуры от 20 °С до 100 °С?

579. Изобразите энергетический профиль реакции без катализатора и с катализатором. Как катализатор влияет на механизм реакции? Константа скорости реакции при 60 К равна  $8,4 \cdot 10^2$  л/моль·с, а при 90 К –  $49,6 \cdot 10^5$  л/ моль·сек. Рассчитайте энергию активации реакции.

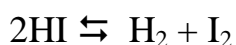
580. Какое влияние оказывают на константу скорости реакции температура, концентрация реагентов и катализатор? Ответ поясните. Рассчитайте, как изменится скорость реакции при изменении температуры от 295 К до 325 К, если температурный коэффициент реакции равен 2,5?

581. Приведены значения констант скоростей прямой и обратной реакции:  $2\text{HI} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{I}_2$

Т, К	$k_{\text{прямой реакции}}$ (МОЛЬ/Л·С)	$k_{\text{обратной реакции}}$ (МОЛЬ/Л·С)
556	$3,52 \cdot 10^{-7}$	$4,44 \cdot 10^{-5}$
575	$1,22 \cdot 10^{-6}$	$1,32 \cdot 10^{-4}$
629	$3,02 \cdot 10^{-5}$	$2,52 \cdot 10^{-3}$

Вычислите энергии активации прямой и обратной реакций. Вычислите изменение энтальпии реакции как разность энергии активации прямой и обратной реакции.

582. Приведены значения констант скоростей прямой и обратной реакции:



Т, К	$k_{\text{прямой реакции}}$ (МОЛЬ/Л·С)	$k_{\text{обратной реакции}}$ (МОЛЬ/Л·С)
629	$3,02 \cdot 10^{-5}$	$2,52 \cdot 10^{-3}$
647	$8,59 \cdot 10^{-5}$	$5,23 \cdot 10^{-3}$
666	$2,20 \cdot 10^{-4}$	$1,41 \cdot 10^{-2}$

Вычислите энергии активации прямой и обратной реакций. Вычислите изменение энтальпии реакции как разность энергии активации прямой и обратной реакции.

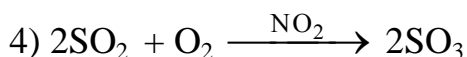
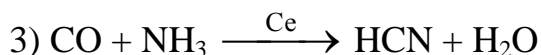
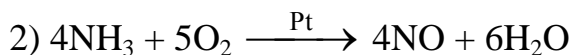
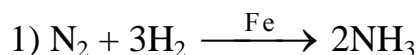


583. Как температура влияет на скорость химической реакции? Приведите уравнения, характеризующие эту зависимость. При 20 °С реакция заканчивается за 18 секунд, а при 30 °С за 6 секунд. За какое время закончится реакция при 10 °С?

584. Дайте определения понятиям: гомогенный, гетерогенный, ферментативный катализ. При 300 °С катализатор снижает энергию активации реакции от 100 кДж/моль до 46 кДж/моль при неизменном значении предэкспоненциального множителя. Во сколько раз увеличится скорость реакции?

585. Какой вклад С. Аррениус внес в развитие теории химической кинетики? При 100 °С реакция заканчивается за 4 с, а при 70 °С за 108 с. Чему равен температурный коэффициент реакции?

586. Какие процессы называются каталитическими? Дайте определения понятиям: катализатор, ингибитор, гомогенный и гетерогенный катализ. В какой реакции имеет место гомогенный катализ?



587. Дайте определения понятиям: механизм химической реакции, лимитирующая стадия реакции, молекулярность реакции. Константа скорости реакции:  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$  при 288 К равна  $3,1 \cdot 10^{-4}$ , а энергия активации 169200 Дж/моль. Рассчитайте константу скорости этой реакции при 323 К.

## РАЗДЕЛ 7

### ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

#### 7.1. Гальванические элементы

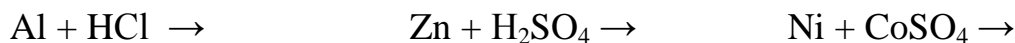
588. Опишите механизм возникновения электродного потенциала на поверхности металла, погруженного в раствор собственной соли. Вычислите электродный потенциал меди в растворе ее соли, в котором концентрация ионов  $\text{Cu}^{2+}$  равна 0,001М.
589. Запишите процессы, в результате которых образуется двойной электрический слой на поверхности металл – раствор. Вычислите электродный потенциал цинка в растворе сульфата цинка, если концентрация ионов  $\text{Zn}^{2+}$  в растворе равна 0,002 н, при 25 °С.
590. Какие факторы и как влияют на величину электродного потенциала. Вычислите электродный потенциал никеля в 1 М растворе хлорида никеля при температурах 298 К и 300 К.
591. Приведите схему водородного электрода, опишите принцип его действия. Какое значение имеет стандартный потенциал водородного электрода? Составьте электрохимические схемы  $\text{Mg} - \text{H}_2$  и  $\text{Ag} - \text{H}_2$  гальванических элементов. Укажите анод и катод. Вычислите ЭДС этих элементов.
592. Дать определение стандартному электродному потенциалу. Укажите условия, при которых он измеряется. Как рассчитывают потенциал электрода в не стандартных условиях? Вычислите электродный потенциал медного электрода при стандартных условиях и при концентрациях раствора сульфата меди равных 0,2 М и 2 М. Как концентрация влияет на изменение величины электродного потенциала?

593. Дайте определения понятиям: электродный потенциал, стандартный электродный потенциал. Вычислите электродный потенциал кадмия в растворе его соли при 23 °С, в котором концентрация ионов  $\text{Cd}^{2+}$  равна 0,02 М.

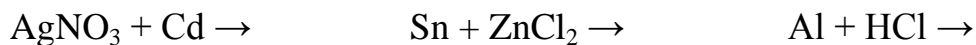
594. Опишите научные достижения и экспериментальные открытия А. Вольта в области электрохимии. Закончите уравнения возможных реакций. Для протекающих ОВР вычислите ЭДС при стандартных условиях:



595. Что такое ряд напряжений металлов? Какие ученые и их экспериментальные открытия помогли создать эту последовательность? Закончите уравнения возможных реакций. Для возможных ОВР вычислите ЭДС при стандартных условиях:



596. Какое важное открытие было сделано Н.Н. Бекетовым? Закончите уравнения возможных реакций. Для возможных ОВР вычислите ЭДС при стандартных условиях:



597. Что лежит в основе расположения металлов в ряду напряжения? Какие свойства металлов закономерно изменяются в этом ряду? Каково практическое значение ряда напряжений металлов? Запишите уравнения возможных реакций и вычислите ЭДС при стандартных условиях:



598. Приведите примеры электродов первого и второго рода, укажите их отличия. Гальванический элемент состоит из металлического свинца, погруженного в 0,1 М раствор нитрата свинца, и металлического цинка, погруженного в 0,01 М раствор нитрата цинка. Запишите схему гальванического элемента, токообразующую реакцию, катодные и анодные процессы, вычислите ЭДС.
599. Дайте определения понятиям: электрод, гальванический элемент, катод, анод. Гальванический элемент состоит из медного и никелевого электродов, погруженных в растворы электролитов сульфатов меди и никеля с концентрациями 1 М и 0,1 М соответственно. Запишите схему гальванического элемента, вычислите ЭДС.
600. В чем отличие гальванических элементов от электролиза? Гальванический элемент состоит из никелевого и цинкового электродов, погруженных в растворы электролитов хлоридов цинка и никеля с концентрациями 0,01 М и 0,1 М соответственно. Запишите схему гальванического элемента, токообразующую реакцию, катодные и анодные процессы и вычислите ЭДС.
601. Дайте определения понятиям: стандартный электродный потенциал, гальванический элемент, электрод. Гальванический элемент состоит из металлического железа, погруженного в 0,1 М раствор  $\text{FeCl}_3$ , и металлического хрома, погруженного в 0,1 М раствор  $\text{CrCl}_3$ . Запишите схему гальванического элемента, токообразующую реакцию, катодные и анодные процессы и вычислите ЭДС.
602. Опишите принцип действия гальванического элемента. Гальванический элемент состоит из Hg и Pb, погруженных в растворы солей этих же металлов нитратов ртути (II) и свинца с концентрациями 0,01 М и 0,2 М, соответственно. Запишите схему гальванического элемента, токообразующую реакцию, катодные и анодные процессы и вычислите ЭДС.

603. Приведите схему водородного электрода, укажите принцип его действия. Гальванический элемент состоит из электродов Al и Co, погруженных в сантиметровые растворы электролитов хлоридов алюминия и кобальта соответственно. Запишите схему гальванического элемента, токообразующую реакцию, катодные и анодные процессы и вычислите ЭДС.
604. Приведите схему и опишите работу гальванического элемента Даниеля – Якоби. Для процесса окисления рассчитайте электродный потенциал металла в растворе соли, в котором концентрация электролитов равна 0,01 моль/л.
605. Дайте определения понятиям: ЭДС, ёмкость гальванического элемента, энергия гальванического элемента. Для реакции  $Zn + FeSO_4 = ZnSO_4 + Fe$  запишите схему гальванического элемента? Укажите катод и анод. Запишите процессы, протекающие на катоде и аноде.
606. Опишите устройство и принцип действия свинцового аккумулятора (процессы разрядки, зарядки, концентрацию кислоты). Каковы преимущества и недостатки свинцового аккумулятора? Вычислите ЭДС свинцового аккумулятора при 18 °С.
607. Опишите устройство и принцип действия работы кислородно-водородного топливного элемента. Укажите преимущества и недостатки топливных элементов. Вычислите ЭДС при 5 °С водородно-кислородного топливного элемента.
608. Опишите устройство и принцип действия щелочного аккумулятора. Каковы преимущества и недостатки при использовании железо-никелевого аккумулятора? Вычислите ЭДС при 20 °С щелочного железо - никелевого аккумулятора.
609. Для гальванического элемента  $Ti | Ti^{2+} (1M) || Cr^{3+} (1M) | Cr$ , напишите уравнения электродных процессов, укажите катод и анод. Составьте уравнение токо-

образующей реакции, укажите направление движения электронов во внешней цепи, вычислите ЭДС при температуре 27 °С.

610. Для гальванического элемента  $\text{Al} \mid \text{Al}^{3+} (0,1\text{M}) \parallel \text{Fe}^{2+} (0,01\text{M}) \mid \text{Fe}$ , напишите уравнения электродных процессов. Какой электрод является катодом, анодом. Составьте уравнение токообразующей реакции, укажите направления движения электронов во внешней цепи при температуре, вычислите ЭДС 30 °С.
611. Для гальванического элемента  $\text{Mg} \mid \text{Mg}^{2+} (0,5\text{M}) \parallel \text{Mn}^{2+} (1\text{M}) \mid \text{Mn}$ , напишите уравнения электродных процессов. Какой электрод является катодом, анодом. Составьте уравнение токообразующей реакции, укажите направления движения электронов во внешней цепи, вычислите ЭДС при температуре 20 °С.
612. Для гальванического элемента  $\text{Cd} \mid \text{Cd}^{2+} (0,01\text{M}) \parallel \text{Ni}^{2+} (0,02\text{M}) \mid \text{Ni}$ , напишите уравнения электродных процессов. Какой электрод является катодом, анодом. Составьте уравнение токообразующей реакции, укажите направления движения электронов во внешней цепи, вычислите ЭДС при температуре 35 °С.
613. Вычислите ЭДС и константу равновесия при 298 К концентрационного гальванического элемента, составленного из серебряных электродов, погруженных в 0,0001 М и 0,01 М растворы  $\text{AgNO}_3$ .
614. Составьте схемы и напишите уравнения электродных процессов двух гальванических элементов, в одном из которых никель является анодом, а в другом – катодом. Запишите катодные и анодные процессы, токообразующие реакции, вычислите ЭДС этих гальванических элементов.
615. Рассчитайте ЭДС и константу равновесия при 298 К концентрационного гальванического элемента, составленного из медных электродов, погруженных в 0,001 М и 0,1 М растворы  $\text{CuCl}_2$ .

616. Составьте схему гальванического элемента, образованного Cr и Fe, погруженными в растворы электролитов с концентрацией ионов хрома 0,1 М и железа 0,01 М. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, вычислите ЭДС этого элемента при температуре 0°C и энергию Гиббса при этой температуре.
617. Составьте схему гальванического элемента, образованного Al и Mn погруженными в сантимольярные растворы электролитов. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, вычислите ЭДС этого элемента при температуре 5 °C и энергию Гиббса при этой температуре.
618. Составьте схему гальванического элемента, образованного Cu и Sn, погруженными в раствор электролитов с концентрацией ионов меди 0,01 М и олова 0,1 М. Напишите уравнения катодного и анодного процессов, вычислите ЭДС этого элемента при температуре 10°C и энергию Гиббса при этой температуре.
619. Рассчитайте ЭДС и константу равновесия при 298 К концентрационного гальванического элемента, составленного из цинковых электродов, погруженных в 0,0001 М и 0,1 М растворы ZnSO<sub>4</sub>.
620. ЭДС концентрационного элемента, составленного из двух цинковых электродов, равна 0,029 В. Концентрация сульфата цинка в первом растворе равна 0,1 моль/л. Какова концентрация ионов цинка во втором растворе, если температура раствора составляет 20 °C?
621. Металлы Cu, Cd, Ni попарно помещены в разбавленный раствор серной кислоты и соединены проводником. В паре с каким металлом кадмий является анодом. Запишите схему гальванического элемента, токообразующую реакцию, катодные и анодные процессы и вычислите ЭДС.
622. Металлы Mn, Fe, Sn попарно помещены в разбавленный раствор серной кислоты и соединены проводником. В паре с каким металлом железо является катодом.

дом. Запишите схему гальванического элемента, токообразующую реакцию, катодные и анодные процессы и вычислите ЭДС.

623. Металлы Al, Fe, Sn попарно помещены в разбавленный раствор серной кислоты и соединены проводником. В паре с каким металлом железо является катодом. Запишите схему гальванического элемента, токообразующую реакцию, катодные и анодные процессы и вычислите ЭДС.

624. Металлы Ag, Cd, Zn попарно помещены в разбавленный раствор серной кислоты и соединены проводником. В паре с каким металлом кадмий является катодом. Запишите схему гальванического элемента, токообразующую реакцию, катодные и анодные процессы и вычислите ЭДС.

## 7.2. Электролиз

625. Дайте определения понятиям: электролиз, электролизер, катод, анод. Напишите процессы, протекающие при электролизе растворов  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

626. Водный раствор, содержащий ионы электролитов  $\text{Br}^-$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  одинаковой концентрации, подвергли электролизу с инертными электродами. Укажите, какие частицы способны подвергаться окислению, а какие – восстановлению. Составьте уравнения возможных анодных и катодных процессов с указанием последовательности их протекания.

627. Водный раствор, содержащий ионы электролитов  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{Cl}^-$  одинаковой концентрации, подвергли электролизу с инертными электродами. Укажите, какие частицы способны подвергаться окислению, а какие – восстановлению. Составьте уравнения возможных анодных и катодных процессов с указанием последовательности их протекания.



628. При электролизе водных растворов солей все металлы с электродным потенциалом  $\varphi^0 > -0,41$  В выделяются на катоде, а если  $\varphi^0 < -0,41$  В, то на катоде выделяется водород. Обоснуйте теоретически величину, равную  $-0,41$  В. Напишите процессы на электродах, протекающие при электролизе растворов  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ .
629. Объясните причины поляризации электродов в процессе электролиза. Напишите процессы, протекающие при электролизе водных растворов  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{AgNO}_3$ .
630. Какие процессы протекают на электродах при электрохимическом рафинировании металлов. Приведите схему электролизера. Описание его работы объясните на примере рафинирования меди.
631. Напишите процессы, протекающие при электролизе раствора хлорида натрия в диафрагменном электролизере и в электролизе без диафрагмы? Какие продукты образуются в том и другом случае?
632. Напишите процессы, проходящие при электролизе водных растворов и расплавов соединений  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{SnCl}_2$ , с инертными электродами.
633. Напишите процессы, проходящие при электролизе растворов и расплавов соединений  $\text{NaF}$ ,  $\text{CaS}$  с инертными электродами.
634. Напишите процессы, проходящие при электролизе водных растворов и расплавов соединений  $\text{NiBr}_2$ ,  $\text{ZnF}_2$  с инертными электродами.
635. Напишите процессы, проходящие при электролизе водных растворов соединений  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuSO}_4$  с активным анодом.
636. Напишите процессы, проходящие при электролизе растворов и расплавов соединений  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  с инертными электродами.

637. Запишите уравнения токообразующей реакции и процессов протекающих на катоде и аноде электролиза водного раствора  $KCl$ . Вычислите объем газа, выделяющегося у катода, если время процесса равно 65 ч, сила тока 20 А, в выход по току равен 80 %.
638. Запишите уравнения токообразующей реакции и процессов протекающих на катоде и аноде электролиза водного раствора  $CaCl_2$ . Вычислите объем газа, выделяющегося на аноде, если электролиз проводили в течении 30 ч при силе тока 98 А, выход по току составил 75 %.
639. Запишите уравнения токообразующей реакции и процессов, протекающих на катоде и аноде электролиза водного раствора  $NiSO_4$ . Вычислите объем кислорода, если время процесса равно 12 ч, сила тока 100 А, выход по току равен 95 %.
640. При электролизе раствора  $CuCl_2$  током 0,5 А масса катода возросла на 0,87 г. Выход металла по току составляет 85 %. Рассчитайте, какое количество электричества и в течение какого времени было пропущено. Запишите уравнения катодного и анодного процессов.
641. При электролизе раствора  $AgNO_3$  током 2А масса катода возросла на 1,6 г. Выход металла по току 75 %, рассчитайте, какое количество электричества и в течении какого времени пропущено. Вычислите рН раствора в около катодном и около анодном пространстве до и после электролиза.
642. При электролизе раствора  $Pb(NO_3)_2$  током 1.5А масса катода возросла на 0,7 г. Выход по току равен 90 %. Рассчитайте, какое количество электричества и в течении какого времени пропущено. Вычислите рН раствора в околокатодном и околоанодном пространстве до и после электролиза.

643. 1 кг 6 %-го раствора нитрата серебра подвергнут электролизу в течении 1 часа. . Выход по току составил 87%. Запишите уравнения катодного и анодного процессов. Рассчитайте, какое количество электричества было пропущено через электролит.
644. При пропускании постоянного тока силой в 6,4 А в течение 30 минут через расплав хлорида неизвестного металла на катоде выделилось 1,07 г трехвалентного металла. Определите состав соли, который подвергли электролизу.
645. При пропускании постоянного тока силой в 4,3 А в течение 15 минут через расплав хлорида неизвестного металла на катоде выделилось 1.3 г двухвалентного металла. Определите состав соли, который подвергли электролизу.
646. При проведении электролиза водного раствора нитрата ртути, который длился 5 ч 20 минут, силу тока поддерживали постоянной. Через 35 минут с момента начала электролиза на катоде началось выделение газа. Определите массовое содержание соли в исходном растворе, если за время электролиза масса раствора уменьшилась в 1,3 раза.
647. К 220 г 15 %-го раствора сульфата меди прилили 190 г 29 %-го раствора хлорида калия и полученный раствор подвергли электролизу с инертными электродами. Электролиз закончили, когда массовая доля сульфат-ионов в растворе стала равна 6 %. Вычислите массы продуктов, выделившихся на электродах, и количество электричества, прошедшего через раствор.
648. При электролизе водного раствора хлорида цинка на катоде выделился цинк массой 136,5 г, а на аноде – хлор объемом 56,44 л (н.у.). Вычислите выход цинка, если выход хлора составил 90 % от теоретически возможного.
649. Рассчитайте массу медного купороса, помещенного в электролизёр, если при электролизе его водного раствора выделился кислород объемом 5,71 (н.у.), выход которого ставил 85 % от теоретически возможного.

650. Через последовательно включенные в цепь постоянного тока растворы нитрата серебра (I), сульфата меди (II) и хлорида золота (III) пропускали ток силой в течение 40 мин. Рассчитайте массы металлов, осевших на катоде.
651. Через последовательно включенные в цепь постоянного тока растворы нитрата меди (II), сульфата железа (III) и хлорида никеля (II) пропускали ток силой в течение 30 мин. Рассчитайте массы металлов, образующихся на катоде.
652. При электролизе водного раствора хлорида лития в течении 10 часов при силе тока 1000 А получено 75 л 9 %- го раствора гидроксида лития ( $\rho = 1,107$  г/мл). Запишите уравнения реакции и процессы, которые протекают при электролизе хлорида лития, рассчитайте выход LiOH в % от теоретического.
653. При электролизе раствора хлорида бария получили 20 %-ный раствор Ba(OH)<sub>2</sub>. Рассчитайте массу полученного раствора при времени электролиза 1 час, силе тока 10А, если выход по току составил 90%.

### 7.3. Коррозия металлов

654. Если пластинку из чистого цинка опустить в разбавленную кислоту, то начавшееся выделение водорода вскоре почти прекращается. Однако, при прикосновении к цинку медной палочкой на последней начинается бурное выделение водорода. Дайте объяснение происходящему. Напишите уравнения анодного и катодного процессов и уравнения протекающей химической реакции.
655. Медь не вытесняет водород из разбавленных кислот. Почему? Однако, если к медной пластинке, опущенной в раствор кислоты, прикоснуться цинковой проволокой, то на меди начинается бурное выделение водорода. Напишите уравнения анодного и катодного процессов. Напишите уравнение протекающей химической реакции.

656. Опишите причины возникновения коррозии металлов. Обычная сталь содержит карбид железа  $\text{Fe}_3\text{C}$ . Составьте схему микрогальванического элемента, который образуется при работе стального изделия во влажной кислой среде.
657. Рассчитайте энергию Гиббса и укажите возможность газовой коррозии изделия из углеродистой стали, протекающей по реакции:  $\text{Fe}(\text{т}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) = \text{FeO}(\text{т}) + \text{H}_2(\text{г})$ , если это изделие эксплуатируется при  $800\text{ }^\circ\text{C}$  в присутствии водяного пара с относительным давлением  $P(\text{H}_2\text{O}) = 4$  и  $P(\text{H}_2) = 1$ .
658. Рассчитайте энергию Гиббса и укажите термодинамическую возможность газовой коррозии изделия из углеродистой стали ( $\text{Fe}$ ) до  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  под действием кислорода, находящегося под относительным давлением  $P(\text{O}_2) = 0,15$  при температуре  $260\text{ }^\circ\text{C}$ .
659. Для предохранения нефте- и газопроводов от коррозии используется электрохимическая (катодная) защита. Объясните принцип ее работы. Составьте схему катодной защиты стальной трубы от коррозии во влажной почве.
660. К какому типу коррозии относят атмосферную коррозию и почему? Запишите уравнения реакции и процессов, которые протекают на катоде и аноде при атмосферной коррозии луженого и оцинкованного железа при нарушении покрытия?
661. На железную пластинку массой  $3\text{ г}$  нанесено никелевое покрытие. Механическое повреждение покрытия привело к коррозии и возникновению коррозионного тока силой  $2 \cdot 10^{-4}\text{ А}$ . Вычислите массу прородировавшего за два месяца металла. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.
662. В чем сущность протекторной защиты металлов от коррозии? Приведите пример протекторной защиты железа в электролите, содержащем растворенный кислород. Запишите схемы процессов протекающих на катоде и аноде.

663. Железное изделие покрыли никелем. Какое это покрытие – анодное или катодное? Почему? Составьте схемы уравнений анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении покрытия во влажном воздухе и в соляной кислоте. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?
664. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов с кислородной и водородной деполяризацией при коррозии пары магний – никель. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?
665. В раствор соляной кислоты поместили цинковую пластинку и цинковую пластинку, частично покрытую медью. В каком случае процесс коррозии цинка происходит интенсивнее? Ответ мотивируйте, запишите схемы процессов протекающих на катоде и аноде.
666. Почему химически чистое железо более стойко против коррозии, чем техническое железо? Составьте схемы электродных процессов на катоде и аноде, происходящих при коррозии технического железа во влажном воздухе и в кислой среде.
667. Какое покрытие металла называется анодным, а какое – катодным? Укажите несколько металлов, которые могут применяться для анодного и катодного покрытий железа. Составьте схемы электродных процессов на катоде и аноде, происходящих при коррозии железа, покрытого медью, во влажном воздухе и в кислой среде.
668. Железное изделие покрыли свинцом. Какое это покрытие: анодное или катодное? Составьте схемы электродных процессов на катоде и аноде, происходящих при нарушении целостности покрытия во влажном воздухе и в кислоте. Рассчитайте объемы газов, участвующих в процессах коррозии в том и в другом случае, если растворяется 250 г железа.

669. Железное изделие покрыли кадмием. Какое это покрытие – анодное или катодное? Почему? Составьте схемы анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении покрытия во влажном воздухе и в соляной кислоте. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?
670. Две железные пластинки, частично покрытые одна оловом, другая медью, находятся во влажном воздухе. На какой из этих пластинок быстрее образуется ржавчина? Ответ объясните. Составьте схемы анодного и катодного процессов коррозии этих пластинок. Каков состав продуктов коррозии железа?
671. Какой металл целесообразней выбрать для протекторной защиты от коррозии свинцовой оболочки кабеля: цинк, медь или висмут? Дайте объяснение? Составьте схемы уравнений анодного и катодного процессов. Каков состав продуктов коррозии?
672. Если опустить в разбавленную серную кислоту пластинку из чистого железа, то выделение на ней водорода идет медленно и со временем почти прекращается. Но, если цинковой палочкой прикоснуться к железной пластинке, то на последней начинается бурное выделение водорода. Дайте этому факту объяснение? Какой металл при этом растворяется? Составьте схемы электродных процессов на катоде и аноде.
673. Цинковую и железную пластинки опустили в раствор сульфата меди. Составьте электронные и ионно-молекулярные уравнения реакций, происходящих на каждой из этих пластинок. Какие процессы будут проходить на пластинках, если наружные концы их соединить проводником?
674. Олово опаяно серебром. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии при попадании этой пары металлов в щелочную среду с  $\text{pH} = 9$ . Рассчитайте электродные потенциалы всех возможных катодных процессов при заданном значении  $\text{pH}$  и обоснуйте выбор деполяризатора.

675. В раствор электролита, содержащего растворенный кислород, опустили две цинковые пластинки, первая без примесей, а во второй присутствует примесь меди. В каком случае процесс коррозии цинка проходит интенсивнее? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.
676. Как происходит атмосферная коррозия луженого железа и луженой меди при нарушении покрытия? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов с кислородной и водородной деполяризацией.
677. Как протекает атмосферная коррозия железа, покрытого слоем никеля, при нарушении целостности покрытия? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов. Каков состав продуктов коррозии?
678. В изделии, изготовленном из висмута, находится небольшая примесь германия. Будет ли происходить разрушение висмута в случае кислородной деполяризации при  $\text{pH} < 7$ . Укажите условия, при которых коррозия ослабляется и усиливается. Рассчитайте разность потенциалов при коррозии, напишите схемы уравнений реакций коррозионного разрушения.
679. В результате коррозии стальной конструкции образовалось 350 г конечного продукта коррозии этого металла. Рассчитайте объем газа, выделившегося на катоде за сутки и количество образовавшегося электричества.
680. Рассчитайте энергию Гиббса реакции, протекающей при коррозии хромированного оловянного изделия, в случае разрушения покрытия в среде с  $\text{pH} = 9$ . Запишите схемы уравнений, протекающих на катодных и на анодных участках. Определите тип покрытия.
681. Рассчитайте энергию Гиббса реакции, протекающей при коррозии оцинкованного железного изделия, в случае его разрушения в среде с  $\text{pH} = 2$ . Запишите схемы уравнений, протекающих на катодных и на анодных участках. Определите тип покрытия.



682. Рассчитайте энергию Гиббса реакции, протекающей при коррозии железного изделия с медным покрытием, при разрушении этого покрытия в среде с  $\text{pH} = 8$ . Запишите схемы реакций, протекающих на катодных и на анодных участках. Определите тип покрытия.
683. При повреждении магниевое покрытие на железе в условиях кислой среды протекает коррозия металла. За 24 часа в результате коррозии, образовалось 40 Кл электричества. Рассчитайте массу металла, растворившегося на аноде, и объём газа, выделившегося на катоде.
684. При работе гальванического элемента, образующегося в результате коррозии алюминия, находящегося в контакте с хромом во влажном воздухе, за 3 ч его работы, выделилось 45 Кл электричества. Рассчитайте на сколько уменьшилась масса алюминия и сколько литров газа растворилось на катоде.
685. Напишите уравнения электрохимической коррозии железа с кислородной деполаризацией. Каков конечный продукт окисления железа? Напишите уравнения всех происходящих процессов. Рассчитайте энергию Гиббса и определите термодинамическую возможность коррозионного процесса. Рассчитайте разность потенциалов при  $\text{pH} < 7$ .
686. Напишите уравнения электрохимической коррозии цинка с водородной деполаризацией. Напишите уравнения всех происходящих процессов. Рассчитайте энергию Гиббса и термодинамическую возможность коррозионного процесса. Рассчитайте разность потенциалов при  $\text{pH} > 7$ .
687. Напишите уравнения электрохимической коррозии хрома с кислородной деполаризацией. Каков конечный продукт окисления хрома? Напишите уравнения всех происходящих процессов. Рассчитайте энергию Гиббса и термодинамическую возможность коррозионного процесса. Рассчитайте разность потенциалов при  $\text{pH} < 7$ .

## РАЗДЕЛ 8. Растворы

### 8.1. РАСТВОРЫ НЕЭЛЕКТРОЛИТОВ

688. Дайте определение понятиям: процесс кипения, процесс кристаллизации, температура кипения и температура кристаллизации. Понижение температуры кристаллизации раствора, содержащего 0,052 г камфоры в 26 г бензола, равно 0,067 °. Криоскопическая константа бензола равна 5,1. Рассчитайте молекулярную массу камфоры.
689. Сформулируйте 2-е следствие из закона Рауля. Запишите его математическое выражение. Укажите смысл всех величин, входящих в это выражение. Для приготовления антифриза в 30 л воды растворили 9 л глицерина  $C_3H_8O_3$  с плотностью 1,3 г/мл. Вычислите температуру кристаллизации приготовленного антифриза.
690. Какие свойства растворов называют коллигативными? В чем их отличительная особенность? Перечислите коллигативные свойства растворов. Вычислите температуру кристаллизации раствора, содержащего 20 г сахара в 400 г воды.
691. Сформулируйте второй закон Рауля для процесса кристаллизации раствора. Запишите его математическое выражение. Каков физический смысл криоскопической постоянной? При какой температуре кристаллизуется раствор, содержащий в 6 литрах воды 500 г этиленгликоля  $C_2H_6O_2$ .
692. Приведите диаграмму состояния воды. Объясните, почему растворы кристаллизуются при более низкой температуре, чем чистый растворитель. Раствор, содержащий 1,05 г неэлектролита в 30 г воды, кристаллизуется при  $-0,7$  °C. Вычислите молекулярную массу неэлектролита.

693. Приведите диаграмму состояния воды. Объясните, почему температура кристаллизации воды при нормальном давлении равна  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ? Вычислите температуру кристаллизации раствора, содержащего 20 г этиленгликоля  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$  в 500 г воды.
694. Сформулируйте второй закон Рауля для процесса кипения раствора. Запишите его математическое выражение. Каков физический смысл эбулиоскопической постоянной? Вычислите температуру кипения 4 %-го водного раствора этилового спирта?
695. Почему раствор кипит при более высокой температуре, а кристаллизуется при более низкой температуре, чем чистый растворитель? Рассчитайте температуру кипения раствора, содержащего 1 г нитробензола  $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$  в 20 г бензола. Эбулиоскопическая константа бензола равна 2,57. Температура кипения чистого бензола равна  $80,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
696. Каков физический смысл эбулиоскопической постоянной? Данная константа является характеристикой раствора или растворителя? Определите температуру кипения раствора, содержащего 20 г сахара  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  в 400 г воды.
697. Почему законы Рауля и Вант-Гоффа справедливы только для разбавленных растворов неэлектролитов? Рассчитайте температуру кипения раствора, содержащего в 6 литрах воды 500 г этиленгликоля  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ .
698. Чем отличается идеальный раствор от идеального газа? Рассчитайте температуру кипения и кристаллизации 10 %-го водного раствора этиленгликоля  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$ .
699. Каким образом молекулярная масса растворенного вещества влияет на повышение температуры кипения раствора? Раствор, содержащий 1,05 г неэлектролита в 30 г воды, закипает на  $0,29\text{ }^{\circ}$  выше, чем вода. Вычислите молекулярную массу неэлектролита.

700. Каков физический смысл эбуллиоскопической постоянной? Каково прикладное значение эбуллиоскопии? Раствор, содержащий 0,162 г серы, в 20 г бензола кипит при температуре на  $0,081^{\circ}$  выше, чем чистый бензол. Рассчитайте молекулярную массу серы. Сколько атомов содержится в одной молекуле серы?
701. Перечислите факторы, влияющие на температуру кипения раствора. Почему повышение температуры кипения раствора является коллигативным свойством? Повышение температуры кипения раствора, содержащего 0,052 г камфоры в 26 г бензола равно  $2,6^{\circ}$ . Эбуллиоскопическая постоянная бензола составляет 2.57. Рассчитайте молекулярную массу камфоры.
702. Как парциальное давление насыщенного пара растворителя над раствором влияет на процесс кристаллизации? При какой температуре будет кристаллизоваться раствор, содержащий в 6 литрах воды 500 г глицерина.
703. Как с помощью криоскопического метода определить молярную массу растворенного вещества? В чем заключается суть метода? Рассчитайте массу глюкозы  $C_6H_{12}O_6$ , растворенной в 5 литрах воды, если этот раствор кристаллизуется при  $-0,946^{\circ}C$ .
704. Каков физический смысл эбуллиоскопической константы. Рассчитайте массу глюкозы, растворенной в 5 литрах воды, если этот раствор закипает при  $100,266^{\circ}C$ .
705. Перечислите факторы, влияющие на температуру кристаллизации раствора. Почему понижение температуры кристаллизации раствора является коллигативным свойством? При какой температуре будет кристаллизоваться раствор, содержащий в 8 литрах воды 500 г этиленгликоля  $C_2H_6O_2$ . Криоскопическая константа воды равна 1,85.

706. Что такое антифриз? Укажите области применения антифризов. Какие жидкости в качестве базовых используют для изготовления антифризов? Вычислите количество этиленгликоля  $C_2H_6O_2$ , которое необходимо прибавить к одному килограмму воды для приготовления антифриза с температурой кристаллизации  $-15\text{ }^\circ\text{C}$ .
707. Какие растворы называются изотоническими? Вычислите осмотическое давление раствора в 1 литре которого содержится 0,5 моль неэлектролита: а) при  $0\text{ }^\circ\text{C}$ ; б) при  $38\text{ }^\circ\text{C}$ .
708. Сформулируйте закон Вант–Гоффа. Какое давление называется осмотическим? Вычислите осмотическое давление раствора в 1 литре которого содержится 0,75 моль неэлектролита: а) при  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ; б) при  $50\text{ }^\circ\text{C}$ .
709. Какое явление называется осмосом? Объясните причину его происхождения? Вычислите осмотическое давление раствора при  $30\text{ }^\circ\text{C}$ , содержащего в 3 л воды 57,2 г глицерина  $C_3H_8O_3$ .
710. Охарактеризуйте явление осмоса и объясните природу осмотического давления. Вычислите осмотическое давление раствора при  $70\text{ }^\circ\text{C}$ , содержащего в 5 л воды 3,1 г этиленгликоля  $C_2H_6O_2$ .
711. Какие растворы называются гипертоническими, гипотоническими. Рассчитайте осмотическое давление раствора неэлектролита, при  $100\text{ }^\circ\text{C}$  и  $50\text{ }^\circ\text{C}$ . содержащего  $1,505 \cdot 10^{23}$  молекул в 3 л раствора
712. Какова роль осмоса в природе? Приведите примеры. Осмотическое давление сахара  $C_{12}H_{22}O_{11}$  при  $100\text{ }^\circ\text{C}$  равно  $906,3\text{ кПа}$ . Вычислите массу сахара, содержащуюся в 1 л раствора.

713. Дайте определения понятиям: осмос, осмотическое давление, диффузия. Какие факторы влияют на величину осмотического давления? В 0,5 л раствора содержится 2 г неэлектролита. Осмотическое давление этого раствора при 0 °С равно  $0,51 \cdot 10^5$  Па. Вычислите молярную массу неэлектролита.
714. Почему осмотическое давление у семян и растений засушливых зон выше, чем у болотных растений? В 3 л раствора содержится 10 г неэлектролита. Осмотическое давление этого раствора при 50 °С равно 97,25 кПа. Вычислите молярную массу неэлектролита.
715. Какие растворы называют изотоническими? Что такое гемолиз и плазмолиз? В 0,5 л раствора содержится 3 г неэлектролита. Осмотическое давление этого раствора при 0 °С равно 299,964 кПа. Вычислите молярную массу неэлектролита.
716. Какие растворы называются гипертоническими, гипотоническими? При 50 °С осмотическое давление глюкозы  $C_6H_{12}O_6$  равно 957,3 кПа. Вычислите массу глюкозы, содержащуюся в 1 л раствора.
717. Какова роль осмоса в организме человека? Приведите примеры. При 15 °С осмотическое давление глицерина  $C_3H_8O_3$  равно 906,3 кПа. Вычислите массу глицерина, содержащегося в 0,5 л раствора.
718. Приведите примеры, иллюстрирующие применение осмоса в промышленности. Осмотическое давление раствора, содержащего в 1 л 72 г маннита, равно  $9 \cdot 10^5$  Па при 0 °С. Определите формулу маннита, если массовые доли углерода, водорода и кислорода, входящего в его состав равны 39,56 %, 7,69 % и 52,75 %.
719. Приведите примеры, иллюстрирующие биологическую роль осмоса. При какой температуре осмотическое давление раствора, содержащего 37,2 г анилина  $C_6H_5NH_2$  в 5 л раствора, достигнет 198,1 кПа.

720. Дайте определения понятиям: испарение, конденсация, давление насыщенного пара растворителя над растворителем и раствором. Давление пара воды при 50 °С равно 12,3 кПа. Вычислите давление пара растворителя над раствором, содержащим 50 г этиленгликоля  $C_2H_6O_2$  в 900 г воды.
721. Сформулируйте 1-й закон Рауля, напишите его математическое выражение. Давление пара воды при 50 °С равно 12,3 кПа. Вычислите давление пара над раствором, содержащим 4,6 г глицерина  $C_3H_8O_3$  в 500 г воды.
722. Давление пара воды при 10 °С равно 1,2 кПа. Вычислите давление пара над раствором, содержащим 4,6 г глицерина в 900 г воды.
723. Почему давление насыщенного пара над чистым растворителем больше давления насыщенного пара растворителя над раствором? Давление пара воды при 10 °С равно 1,2 кПа. Вычислите давление пара над раствором, содержащим 50 г этиленгликоля  $C_2H_6O_2$  в 900 г воды.
724. От каких факторов зависит давление насыщенного пара растворителя над раствором? Давление пара воды при 100 °С равно  $1,013 \cdot 10^5$  Па. Вычислите давление пара над 10 %-ным раствором мочевины  $(NH_2)_2CO$ .
725. Дайте определение понятиям: насыщенный пар, раствор, давление насыщенного пара растворителя над раствором. Давление пара воды при 50 °С равно 12,3 кПа. Вычислите давление пара над 10 %-ным раствором мочевины  $(NH_2)_2CO$ .
726. Для каких растворов выполняются законы Рауля? Давление пара воды при 10 °С равно 1,2 кПа. В каком объеме воды следует растворить 16 г метилового спирта для получения раствора, давление пара над которым составит 1,12 кПа при той же температуре?

727. Запишите математическое выражение закона Рауля, по которому можно вычислить относительное понижение давления насыщенного пара. Назовите все физические величины, входящие в уравнение. Давление пара воды при  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  равно  $1,2\text{ кПа}$ . В каком объеме воды следует растворить  $2,3\text{ г}$  этилового спирта для получения раствора, давление пара над которым составит  $1,08\text{ кПа}$  при той же температуре?
728. Дайте определение понятиям: насыщенный пар, раствор, давление насыщенного пара растворителя над раствором. Давление пара над раствором  $10,5\text{ г}$  неэлектролита в  $200\text{ г}$  ацетона равно  $21,8\text{ кПа}$ . Давление пара ацетона  $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$  при этой же температуре равно  $23,9\text{ кПа}$ . Вычислите молярную массу неэлектролита.
729. Почему давление насыщенного пара над чистым растворителем больше давления насыщенного пара растворителя над раствором? Давление пара над раствором, содержащим  $10,5\text{ г}$  неэлектролита в  $200\text{ г}$  ацетона, равно  $22,4\text{ кПа}$ . Давление пара ацетона  $(\text{CH}_3)_2\text{CO}$  при этой же температуре равно  $23,9\text{ кПа}$ . Рассчитайте молярную массу неэлектролита.
730. Массовая доля неэлектролита в водном растворе равна  $63\%$ . Вычислите молярную массу неэлектролита, если при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  давление водяного пара над его раствором равно  $14\text{ кПа}$ . Давление пара воды при данной температуре равно  $2,3\text{ кПа}$ .
731. При каком давлении кристаллизуется любая жидкость? Массовая доля неэлектролита в водном растворе равна  $6\%$ . Вычислите молярную массу неэлектролита, если при  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  давление водяного пара над его раствором равно  $79,9\text{ кПа}$ . Давление пара воды при данной температуре равно  $2,3\text{ кПа}$ .



732. Давление пара раствора, содержащего 155 г анилина  $C_6H_5NH_2$  в 201 г эфира при некоторой температуре равно 42,9 кПа. Давление пара эфира при некоторой температуре равно 86,4 кПа. Вычислите молярную массу эфира.
733. При каком давлении кипит любая жидкость? Рассчитайте давление пара растворителя над раствором, содержащем  $1,2 \cdot 10^{23}$  молекул неэлектролита в 100 г воды при 100 °С. Давление пара воды при 100 °С равно  $1,013 \cdot 10^5$  Па.
734. Вычислите давление пара растворителя над раствором, содержащем  $9,03 \cdot 10^{23}$  молекул неэлектролита в 100 г воды при 100 °С

## 8.2. РАСТВОРЫ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

735. Моляльность раствора нитрата железа (III) равна 2 моль/кг  $H_2O$ . Степень диссоциации соли в растворе при 25 °С составляет 80 %. Рассчитайте изотонический коэффициент нитрата железа (III) в растворе и температуру кипения раствора.
736. Раствор йодата калия, в 500 мл которого содержится 5,35 г соли, имеет при 17,5 °С осмотическое давление, равное  $2,2 \cdot 10^5$  Па. Рассчитайте кажущуюся степень диссоциации соли в растворе.
737. Кажущаяся степень диссоциации хлорида калия в 0,1 М растворе равна 80 %. Вычислите осмотическое давление этого раствора при 20 °С?
738. Раствор, содержащий 0,5 г карбоната натрия в 200 г воды, кристаллизуется при температуре  $-0,13$  °С. Рассчитайте кажущуюся степень диссоциации соли.
739. В равных объемах воды растворено 0,5 моль сахара и 0,2 моль хлорида кальция. Температуры кристаллизации обоих растворов одинаковы. Рассчитайте кажущуюся степень диссоциации хлорида кальция в растворе.

740. Осмотическое давление 0,05 М раствора карбоната калия при 0 °С равно 272,6 кПа. Вычислите кажущуюся степень диссоциации соли в растворе.
741. Рассчитайте понижение давления пара над раствором, содержащим 14,2 г сульфата натрия в 900 г воды, при 70°С. Кажущаяся степень диссоциации сульфата натрия равна 70 %.
742. Раствор, содержащий 2,1 г гидроксида калия в 250 г воды, кристаллизуется при -0,519 °С. Рассчитайте кажущуюся степень диссоциации щелочи в растворе.
743. При 0 °С осмотическое давление 0,1 н раствора карбоната калия равно 272,8 кПа. Вычислите кажущуюся степень диссоциации соли в растворе.
744. Кажущаяся степень диссоциации хлорида калия в 0,1 н растворе равна 80 %. Рассчитайте осмотическое давление этого раствора при 10 °С?
745. При какой температуре закипит раствор хлорида натрия, если он кристаллизуется при -10 °С.
746. Температура кристаллизации 0,4-моляльного раствора хлорида натрия равна – 1,39 °С. Давление насыщенного пара растворителя составляет 3,1 кПа. Вычислите давление насыщенного пара растворителя над раствором.
747. Раствор нитрата калия с массовой долей растворенного вещества равной 8,4 % закипает при 100,8 °С. Рассчитайте кажущуюся степень диссоциации.
748. Раствор, 1 л которого содержит 34,2 г сахара, изотоничен 0,06 М раствору нитрата калия. Вычислите кажущуюся степень диссоциации нитрата калия в растворе.

749. Раствор, содержащий 0,1 моль электролита в 125 г воды, начинает кристаллизоваться при  $-2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Кажущаяся степень диссоциации электролита равна 60 %. На сколько ионов диссоциирует молекула электролита?
750. Кажущаяся степень диссоциации сульфата алюминия в растворе равна 70%. Рассчитайте температуру кристаллизации этого раствора.
751. Моляльность раствора хлорида алюминия равна 0,5 моль/кг. Рассчитайте температуру кипения раствора, если известно, что концентрация ионов хлора в растворе составляет 1,2 моль/кг.
752. Моляльность раствора хлорида бария равна 0,1 моль/кг. Рассчитайте температуру кипения раствора, если известно, что концентрация хлорид-ионов в растворе составляет 0,018 моль/кг.
753. Моляльность раствора хлорида калия равна 0,1 моль/кг. Рассчитайте температуру кристаллизации раствора, если известно, что концентрация хлорид-ионов в растворе составляет 0,09 моль/кг.
754. Раствор, полученный растворением 3,4 г хлорида цинка в 500 г воды, кристаллизуется при  $-0,24\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Вычислите кажущуюся степень диссоциации соли в этом растворе.
755. Вычислите температуры кристаллизации и кипения раствора, содержащего 3,4 г хлорида бария в 100 г воды, если кажущаяся степень кристаллизации соли в растворе составляет 75 %.
756. Рассчитайте, при какой концентрации уксусной кислоты степень её диссоциации составит 2 %?

757. Рассчитайте степень диссоциации синильной кислоты в деци- и сантимолярных растворах. Согласуются ли полученные данные с законом разбавления Оствальда?
758. В растворе кислоты  $HA$  на каждую пару ионов  $H^+$  и  $A^-$  приходится две недиссоциированные молекулы кислоты. Рассчитайте степень диссоциации кислоты.
759. Рассчитайте, при какой концентрации азотистой кислоты степень её диссоциации равна 20 %?
760. Рассчитайте степень диссоциации фтороводородной кислоты в 0,1 М и 0,01 М растворах. Согласуются ли полученные данные с законом разбавления Оствальда?
761. Рассчитайте константу диссоциации уксусной кислоты в 0,1 н растворе, если степень её диссоциации равна 1,32 %.
762. Чему равен изотонический коэффициент раствора хлорида магния, если степень его диссоциации равна 75 %?
763. Степень диссоциации муравьиной кислоты в растворе равна 3 %. Чему равна концентрация катионов водорода в этом растворе?
764. Вычислите рН децимолярных растворов соляной кислоты и гидроксида бария.
765. Вычислите рН децимолярных растворов синильной кислоты и гидроксида аммония.
766. Вычислите рН децимолярных растворов синильной кислоты и гидроксида аммония.

767. Вычислите водородный показатель сантимольярных растворов гидроксида бария и аммония.

768. Рассчитайте массу гидроксида натрия, содержащуюся в 250 мл раствора, водородный показатель которого равен 12.

769. Рассчитайте рН и рОН растворов с известной концентрацией ионов. Значения занесите в таблицу.

	Концентрация ионов (моль/л)	Значение рН	Значение рОН
1)	$[\text{OH}^-] = 10^{-5}$		
2)	$[\text{H}^+] = 10^{-5}$		
3)	$[\text{H}^+] = 10^{-9}$		
4)	$[\text{OH}^-] = 10^{-4}$		
5)	$[\text{H}^+] = 10^{-7}$		

770. Рассчитайте концентрацию ионов растворов с известным значением рН. ионов. Значения занесите в таблицу.

	Значение рН	Концентрация ионов $\text{H}^+$ (моль/л)	Концентрация ионов $\text{OH}^-$ (моль/л)
1)	6		
2)	12		
3)	3		
4)	10		
5)	7		

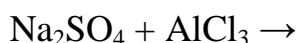
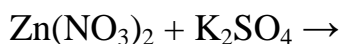
771. Вычислите водородный показатель сантимольярных растворов серной и плавиковой кислот.

772. Коэффициент растворимости фторида кальция при 25 °С равен 0,0016 г на 100 г воды. Рассчитайте произведение растворимости фторида кальция.
773. При комнатной температуре растворимость  $\text{PbI}_2$  равна  $1,7 \cdot 10^{-3}$  г/л. Вычислите произведение растворимости соли.
774. Вычислите растворимость гидроксида цинка в моль/л.
775. Вычислите растворимость ортофосфата кальция в моль/л.
776. Вычислите растворимость гидроксида алюминия в моль/л.
777. Рассчитайте объем воды, необходимый для растворения 1 г сульфида меди (II).
778. Рассчитайте объем воды, необходимый для растворения 10 г гидроксида магния.
779. При некоторой температуре растворимость йодида висмута равна  $1,3 \cdot 10^{-5}$  моль/л. Рассчитайте произведение растворимости этой соли.
780. При некоторой температуре в 10 л воды растворяется  $2 \cdot 10^{-3}$  моль фторида кальция. Рассчитайте произведение растворимости этой соли.
781. Рассчитайте произведение растворимости карбоната бария, если известно, что при комнатной температуре в 200 мл его насыщенного раствора содержится  $2,76 \cdot 10^{-3}$  г  $\text{BaCO}_3$ .
782. Определите, выпадет ли осадок  $\text{MgS}$  при смешении одинаковых объемов 0,004 н раствора нитрата магния и 0,006 н раствора сульфида натрия.

783. Определите, выпадет ли осадок  $\text{AgCl}$  при смешении одинаковых объемов 0,1 н раствора нитрата серебра и 0,5 н раствора хлорида натрия.
784. Определите, выпадет ли осадок  $\text{FeS}$  при смешении 50 мл 0,03 н раствора хлорида железа и 100 мл 0,1 н раствора сульфида натрия.

### 8.3. ИОННЫЕ РЕАКЦИИ. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

785. Приведите определения понятиям: электролит, неэлектролит. Приведите примеры. Напишите уравнения ступенчатой диссоциации ортофосфорной кислоты. Напишите выражения констант диссоциации и укажите их числовые значения. Концентрация каких ионов будет наибольшей в растворе фосфорной кислоты. Дайте объяснение.
786. Дайте определение понятию «кислота» с точки зрения теории кислот и оснований Аррениуса, Бренстеда-Лоури, Льюиса. Напишите уравнения ступенчатой диссоциации сероводородной кислоты. Укажите значения констант диссоциации. Укажите, концентрация каких ионов наименьшая в растворе кислоты. Дайте объяснение.
787. Какие химические процессы называются обратимыми, а какие – необратимыми? В каких случаях происходит необратимое взаимодействие веществ? Между растворами каких веществ взаимодействие протекает необратимо? Напишите уравнения химических реакций в молекулярном и ионном виде.



788. Какие количественные характеристики являются критерием силы кислот и оснований? Приведите их обозначения и определения. Каковы единицы измерения данных величин? Какие из перечисленных кислот относятся к сильным, а какие – к слабым электролитам:  $\text{HBr}$ ,  $\text{HNO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SeO}_4$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HClO}$ ,  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{HIO}_3$ ,  $\text{HCN}$ . Для слабых электролитов напишите уравнения их диссоциации.
789. Дайте определение понятию «основание» с точки зрения теории кислот и оснований Аррениуса, Бренстеда-Лоури, Льюиса. Какие из перечисленных оснований относятся к сильным, а какие – к слабым электролитам:  $\text{KOH}$ ,  $\text{La}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ga}(\text{OH})_3$ ,  $\text{TlOH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CsOH}$ ,  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ac}(\text{OH})_3$ . Напишите уравнения диссоциации сильных оснований.
790. Сформулируйте основные положения теории электролитической диссоциации. Напишите уравнения диссоциации солей:  $\text{CuOHCl}$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{KHSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ . Сколько моль ионов образуется при диссоциации сульфата алюминия и дихромата натрия?
791. Какой процесс называется «диссоциацией»? В чем отличие диссоциации в водном растворе сильных и слабых электролитов? Какие молекулы и ионы существуют в растворе ортофосфорной кислоты? Ответ поясните. Расположите все ионы в порядке возрастания их концентрации.
792. Приведите определение понятию «константа диссоциации». Как влияют на её значение концентрация раствора, природа электролита и температура? Дайте обоснованный ответ. Рассчитайте концентрацию катионов и анионов в сантиметлярных растворах: 1) сульфата алюминия, 2) хлорида цинка, 3) ортофосфата натрия (без учета гидролиза солей).
793. Приведите обозначения и определения количественных характеристик раствора. Как они связаны между собой? Напишите уравнения диссоциации солей: 1)



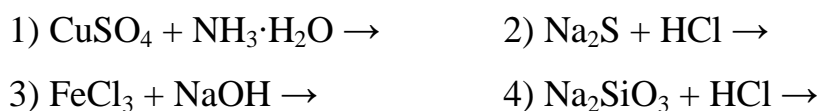
сульфат натрия; 2) карбонат натрия; 3) фосфат натрия; 4) хлорид натрия? При диссоциации какой соли в растворе образуется наибольшее количество ионов?

794. Что называется степенью диссоциации? Какие параметры влияют на ее величину? Какие из перечисленных действий вызовут увеличение степени диссоциации уксусной кислоты в водном растворе: повышении концентрации  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , разбавлении водой, добавлении в раствор  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , добавлении в раствор серной кислоты? Ответ поясните.

795. Как называются вещества не диссоциирующие в водных растворах на ионы? Приведите примеры таких веществ среди кислот, оснований и солей. К каждому ионному уравнению подберите по два молекулярных:



796. Чем отличаются сильные и слабые электролиты? Какие количественные характеристики являются критерием силы электролита? Закончите уравнения реакций, напишите их в ионном виде:

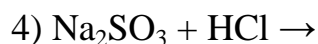
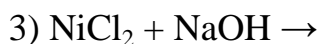
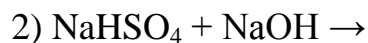


797. Какие реакции называются практически, а какие – абсолютно необратимыми? Приведите примеры реакций. Между растворами каких соединений возможно протекание необратимых реакций:

- 1) хлорида кальция и нитрата магния;
- 2) сульфида натрия и азотной кислоты;
- 3) нитрата алюминия и хлорида калия;
- 4) сульфата цинка и хлорида натрия;
- 5) хромата натрия и нитрата свинца(II).

Напишите уравнения возможных реакций в молекулярном и ионном виде.

798. Как называются вещества, способные диссоциировать в водных растворах на ионы? Приведите примеры таких веществ среди кислот, оснований и солей. Закончите уравнения реакций и напишите их в ионном виде:



799. Какой ученый разработал теорию электролитической диссоциации? Приведите её основные положения. Между какими ионами может происходить взаимодействие:  $\text{Na}^+$  и  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{H}^+$  и  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$  и  $\text{OH}^-$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  и  $\text{PO}_4^{3-}$ . Напишите уравнения возможных реакций в ионном и молекулярном виде.

800. Какое взаимодействие между частицами называется гидролизом? Какие виды гидролиза солей существуют? Напишите уравнения гидролиза солей в молекулярном и ионном виде:  $\text{NaF}$ ,  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{S}_3$ . Укажите тип гидролиза и среду каждого раствора.

801. Объясните с позиции явления поляризации, какие соли способны гидролизываться по катиону. Из предложенного ряда солей выберите те, гидролиз которых протекает по катиону:  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{KI}$ ,  $\text{KClO}$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Напишите уравнения гидролиза в ионном и молекулярном виде.

802. Какие факторы влияют на смещение равновесия гидролиза? Напишите уравнения ступенчатого гидролиза хлорида хрома (III). Укажите, каким образом можно уменьшить гидролиз данной соли. Рассмотрите влияние каждого фактора..

803. Приведите примеры солей, которые могут гидролизываться только по первой ступени, по двум и по трем ступеням. Напишите уравнения ступенчатого гидролиза силиката натрия. Укажите факторы, влияющие на смещение равновесия гидролиза данной соли.

804. Из имеющихся ионов:  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  составьте формулы солей, которые а) не гидролизуются в водных растворах, б) гидролизуются по катиону, в) гидролизуются по аниону, г) гидролизуются по катиону и аниону. Напишите уравнения гидролиза.
805. Из имеющихся ионов:  $\text{I}^-$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  составьте формулы солей, которые а) не гидролизуются в водных растворах, б) гидролизуются по катиону, в) гидролизуются по аниону, г) гидролизуются по катиону и аниону. Напишите уравнения гидролиза.
806. Приведите формулировку принципа Ле Шателье. Почему его можно применить к процессу гидролиза? Объясните, какое влияние оказывает изменение температуры на гидролиз солей. Напишите уравнения гидролиза ортофосфата натрия в ионном и молекулярном виде. В каком направлении сместится равновесие гидролиза при: 1) увеличении температуры; 2) разбавлении раствора; 3) подкислении и подщелачивании раствора?
807. К гидролизу каких солей не применим принцип Ле Шателье? Объясните, какое влияние оказывает изменение характера среды на смещение равновесия гидролиза. Напишите уравнения гидролиза сульфата кадмия в ионном и молекулярном виде. В каком направлении сместится равновесие гидролиза при: 1) увеличении температуры; 2) разбавлении раствора; 3) подкислении и подщелачивании раствора?
808. Объясните, какие соли могут подвергаться гидролизу по катиону. Каков характер среды водных растворов данных солей? Напишите уравнения гидролиза нитрата бериллия в ионном и молекулярном виде. В каком направлении сместится равновесие гидролиза при: 1) увеличении температуры; 2) разбавлении раствора; 3) подкислении и подщелачивании раствора?

809. Объясните, какие соли гидролизуются по аниону. Каков характер среды водных растворов данных солей? Напишите уравнения гидролиза нитрата аммония в ионном и молекулярном виде. В каком направлении сместится равновесие гидролиза при: 1) увеличении температуры; 2) разбавлении раствора; 3) подкислении и подщелачивании раствора?
810. Что происходит при сливании водных растворов карбоната калия и хлорида алюминия? Какое вещество выпадает в осадок? Напишите соответствующее уравнение реакции. Какое практическое применение находит данный процесс?
811. Почему нельзя приготовить водные растворы следующих солей: карбоната алюминия, сульфита хрома (III), сульфида алюминия? Что происходит с этими солями в воде? Напишите уравнения реакций.
812. Напишите уравнения ступенчатого гидролиза ортофосфата калия и рассчитайте степени гидролиза соли в одномолярном растворе по первой и второй ступеням. Сравните полученные значения. Какой вывод следует сделать из сопоставления величин?
813. Напишите уравнения ступенчатого гидролиза силиката калия и рассчитайте степени гидролиза соли в децимолярном растворе по первой и второй ступеням. Сравните полученные значения. Какой вывод следует сделать из сопоставления величин?
814. Напишите уравнения гидролиза фторида калия в ионном и молекулярном виде. Рассчитайте степени гидролиза соли в деци- и сантимольярном растворах. Сравните полученные значения. Какой вывод следует сделать из сопоставления величин?
815. Напишите уравнения гидролиза сульфида натрия в ионном и молекулярном виде. Рассчитайте степень гидролиза сульфида натрия в сантимольярном растворе.

816. Напишите уравнения гидролиза гипохлорита натрия в ионном и молекулярном виде. Рассчитайте степени гидролиза соли в деци- и сантимольярном растворах. Сравните полученные значения. Какой вывод следует сделать из сопоставления величин?
817. Напишите уравнения гидролиза сульфита натрия в ионном и молекулярном виде. Рассчитайте степень гидролиза сульфита натрия в санти- и децимольярных растворах. Сделайте вывод о влиянии разбавления на величину степени гидролиза соли.
818. Напишите уравнения гидролиза ортофосфата калия в ионном и молекулярном виде. Рассчитайте степень гидролиза ортофосфата калия в санти- и децимольярных растворах. Сделайте вывод о влиянии разбавления на величину степени гидролиза соли.
819. Напишите уравнения гидролиза сульфида натрия в ионном и молекулярном виде. Рассчитайте степень гидролиза сульфида натрия в децимольярном растворе по первой и второй ступеням. По какой ступени гидролиз протекает преимущественно?
820. Напишите уравнения гидролиза хлорида аммония в ионном и молекулярном виде. Рассчитайте степень гидролиза хлорида аммония в децимольярном растворе.
821. Напишите уравнения гидролиза хлорида аммония в ионном и молекулярном виде. Рассчитайте степень гидролиза хлорида аммония в санти- и децимольярных растворах. Сделайте вывод о влиянии разбавления на величину степени гидролиза соли.
822. Вычислите степень гидролиза сульфида и сульфита натрия в децимольярном растворе. Какая соль и почему будет в большей степени подвержена гидролизу?

823. Вычислите степень гидролиза ортофосфата натрия в 0,1 М растворе по трем ступеням. По какой ступени гидролиз соли идет преимущественно?
824. Вычислите рН сантимольного раствора сульфида натрия.
825. Вычислите рН децимольного раствора сульфита натрия.
826. Вычислите рН сантимольного раствора хлорида аммония.
827. Вычислите рН децимольного раствора нитрита калия.
828. Вычислите рН децимольного раствора нитрата аммония.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Общая и неорганическая химия: учебник / Н. С. Ахметов. – 7-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 2009. – 743 с.
2. Угай А.Я. Общая и неорганическая химия. – М.: Высшая школа, 1997. – 527 с.
3. Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. – М.: Химия, 2013. – 632 с.
4. Смолова Л.М. Руководство к практическим занятиям по общей химии: учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010.  
Схема доступа:<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m283.pdf>
5. Стась Н.Ф. Справочник по общей и неорганической химии. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012. – 83 с. Схема доступа:  
<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m250.pdf>.
6. Стась Н. Ф., Коршунов А. В. Решение задач по общей химии – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. Схема доступа:  
<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m232.pdf>
7. Глинка Н. Л. Общая химия: учебник для бакалавров – Москва: Юрайт, 2013.  
Схема доступа;  
<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2442.pdf>

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
<b>Раздел 1. Классификация и номенклатура неорганических соединений</b>	<b>5</b>
1.1. Классификация неорганических соединений	5
1.2. Номенклатура неорганических соединений	10
<b>Раздел 2. Стехиометрические расчеты</b>	<b>16</b>
<b>Раздел 3. Окислительно-восстановительные реакции</b>	<b>21</b>
<b>Раздел 4. Способы выражения концентрации растворов</b>	<b>24</b>
<b>Раздел 5. Строение вещества</b>	<b>40</b>
5.1. Строение атома	40
5.2. Периодический закон и периодическая система Д.И. Менделеева. Периодичность свойств элементов, простых и сложных веществ	46
5.3. Химическая связь	55
5.4. Комплексные соединения	62
<b>Раздел 6. Закономерности химических реакций</b>	<b>68</b>
6.1. Основы химической термодинамики	68
6.2. Химическое равновесие	80
6.3. Химическая кинетика	91
<b>Раздел 7. Электрохимические процессы</b>	<b>106</b>
7.1. Гальванические элементы	106
7.2. Электролиз	112
7.3. Коррозия металлов	116
<b>Раздел 8. Растворы</b>	<b>122</b>
8.1. Растворы неэлектролитов	122
8.2. Растворы электролитов	129
8.3. Ионные реакции. Гидролиз солей	135
<b>Библиографический список</b>	<b>143</b>



Учебное пособие  
(исправленное и дополненное)

Голушкова Евгения Борисовна  
Князева Елена Михайловна  
Мирошниченко Юлия Юрьевна  
Перевезенцева Дарья Олеговна  
Юрмазова Татьяна Александровна

## СБОРНИК ЗАДАЧ И УПРАЖНЕНИЙ ПО ОБЩЕЙ ХИМИИ

Отпечатано в издательстве в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета


Подписано к печати      Формат 60×84/16.  
Бумага «Снегурочка». Печать ХероХ.  
Усл. печ. л. 14,53. Уч.-изд. л. 13,16.  
Заказ                      . Тираж                      экз.



Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества



Издательства Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008

**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.  
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, [www.tpu.ru](http://www.tpu.ru)