

**Р. К. Ашкеева  
Л. М. Тугелбаева  
Р. Г. Рыскалиева**

# **Задачи и упражнения по курсу «ОБЩАЯ ХИМИЯ»**

---

**Учебно-методическое пособие**

**Алматы 2015**

Р. К. Ашкеева  
Л. М. Тугелбаева  
Р. Г. Рыскалиева

Задачи и упражнения по курсу  
«ОБЩАЯ ХИМИЯ»

*Учебно-методическое пособие*

Алматы  
«Қазақ университеті»  
2015

УДК 54 (075.8)

ББК 24 я 73

А 44

*Рекомендовано к изданию Ученым советом  
факультета химии и химических технологий  
и РИСО КазНУ им. аль-Фараби  
(протокол № 45 от 16.01. 2015)*

**Рецензенты:**

доктор химических наук., профессор **С.М. Тажибаева**  
кандидат химических наук., доцент **А.А. Мусабекова**

**Ашкеева Р.К.**

А 44      Задачи и упражнения по курсу «Общая химия»: учебно-методич. пособие / Р.К. Ашкеева, Л.М. Тугелбаева, Р.Г. Рыскалиева. – Алматы: Қазақ университеті, 2015. – С. 152.  
**ISBN 978-601-04-1210-1**

В учебно-методическом пособии рассматриваются задачи и упражнения по общей химии. Расположение материала в нем соответствует пособию «Общая химия» (Ашкеева Р.К., Тугелбаева Л.М., Рыскалиева Р.Г. – Алматы: Қазақ университеті, 2013), где представлены вопросы теоретического курса. Наиболее эффективна подготовка по химии с одновременным использованием этих двух пособий.

Учебно-методическое пособие «Задачи и упражнения по курсу “Общая химия”» предназначено для студентов нехимических факультетов высших учебных заведений.

**УДК 54 (075.8)**

**ББК 24 я 73**

## ВВЕДЕНИЕ

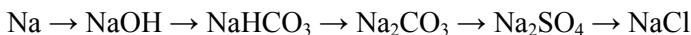
В данном пособии рассмотрены задачи и упражнения по общей химии, предназначенные для студентов нехимических факультетов вузов. Расположение материала в данном пособии соответствует пособию «Общая химия» (Ашкеева Р.К., Тугелбаева Л.М., Рыскалиева Р.Г. – Алматы: Қазақ университеті, 2013), где представлены вопросы теоретического курса. Наиболее эффективной будет подготовка по химии с параллельным использованием этих двух пособий.

Основной задачей преподавания общей химии на первых курсах нехимических факультетов является создание у студентов расширенной теоретической базы, обучение их умению рассматривать свойства элементов, соединений и различных материалов, условия прохождения химических реакций с теоретической точки зрения, применяя периодический закон Д.И. Менделеева, а также способствовать усвоению ими знаний о строении атома, законах химической кинетики, элементах термодинамики, теории растворов и т.д.

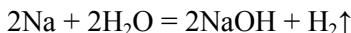
Изучив курс «Общей химии», студент должен знать основные стехиометрические законы химии и уметь применять их при решении расчетных задач; уметь, используя периодический закон, описывать электронную конфигурацию атома любого элемента, знать общие закономерности изменения свойств элементов и их соединений, природу химической связи в них; уметь прогнозировать продукты химических процессов, уравнивать окислительно-восстановительные реакции; определять направление протекания химических реакций; знать структуру комплексных соединений; знать основы электрохимии; знать основные свойства металлов и неметаллов. Предложенные в пособии задачи и упражнения достаточно разнообразны, чтобы формировать химический кругозор студентов.

## 1. ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

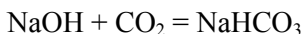
1. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



*Решение.* 1) Натрий взаимодействует с водой, образуя гидроксид натрия:



2) При пропускании избытка оксида углерода (IV) через раствор гидроксида натрия можно получить гидроксид натрия:



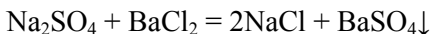
3) Карбонат натрия получается при нагревании гидрокарбоната натрия:



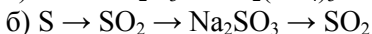
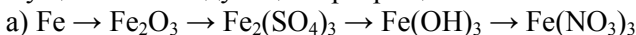
4) Сульфат натрия можно получить, действуя серной кислотой на карбонат натрия:

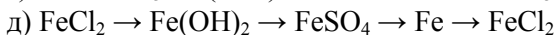
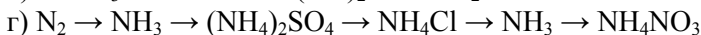
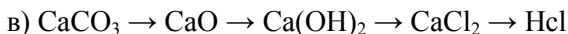


5) Приливая раствор хлорида бария к раствору сульфата натрия, можно получить раствор хлорида натрия:



2. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:

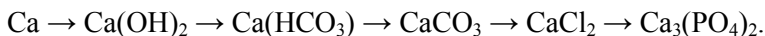




3. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить превращения:

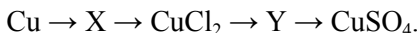
олово  $\rightarrow$  хлорид олова (II)  $\rightarrow$  гидроксохлорид олова (II)  $\rightarrow$  гидроксид олова (II)  $\rightarrow$  нитрат олова (II)

4. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



Уравнения реакций, протекающих в растворах, изобразите в ионной и сокращенной ионной формах.

5. Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:

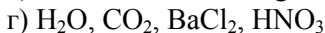
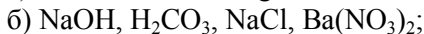
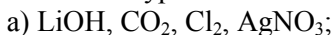


Назовите вещества X и Y.

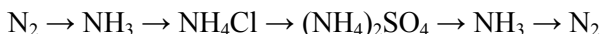
6. Укажите в ответе номер, под которым приведена правильная последовательность добавления реагентов, позволяющая осуществить следующие превращения:



Напишите уравнения соответствующих реакций.



7. Укажите в ответе номер, под которым приведена правильная последовательность добавления реагентов, с помощью которых осуществляется следующая цепочка превращений:



а)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ,  $\text{O}_2$ ;

б)  $\text{H}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Mg}$ ;

в)  $\text{NaOH}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{O}_2$ ;

г)  $\text{H}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{O}_2$

Напишите уравнения соответствующих реакций.

**8.** С какими из соединений будет взаимодействовать  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ :  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ . Написать уравнения реакций.

**9.** При пропускании диоксида углерода через известковую воду она сначала мутнеет, а затем становится прозрачной. Объясните это явление и напишите уравнения реакций.

**10.** Какие кислоты могут быть получены непосредственным взаимодействием с водой оксидов:  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{SO}_2$ ?

**11.** Какие из указанных газов вступают в химическое взаимодействие с раствором щелочи:  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ?

**12.** С какими из перечисленных ниже веществ будет реагировать соляная кислота:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{H}_2$ ? Напишите уравнения реакций.

**13.** Напишите уравнения реакций, доказывающих кислотный характер  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ .

**14.** Подберите коэффициенты и замените стрелки знаком равенства в следующих схемах реакций:

а)  $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

б)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

в)  $\text{FeCl}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{NaCl}$

г)  $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$

д)  $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

е)  $\text{Na} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaOH} + \text{H}_2$

ж)  $\text{Al} + \text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{H}_2$

з)  $\text{Ca} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CaO}$

и)  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$

к)  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$

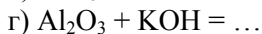
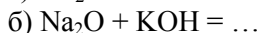
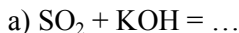
**15.** Какие из приведенных пар оксидов будут взаимодействовать между собой? Напишите уравнения реакций.

1)  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2\text{O}_5$ ; 2)  $\text{BaO}$ ,  $\text{CrO}_3$ ; 3)  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CuO}$ ; 4)  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 5)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; 6)  $\text{CaO}$ ,  $\text{CO}$ ; 7)  $\text{CaO}$ ,  $\text{CO}_2$ ; 8)  $\text{PbO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ; 9)  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{PbO}$ ; 10)  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$

**16.** Напишите уравнения всех возможных реакций между следующими веществами, взятыми попарно: оксид магния, хлороводородная кислота, сульфит натрия, хлорид кальция, нитрат серебра.

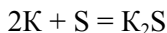
**17.** С какими из указанных ниже веществ может взаимодействовать раствор гидроксида калия: иодоводородная кислота, хлорид меди (II), хлорид бария, оксид углерода (IV), оксид свинца (II)? Напишите уравнения реакций в молекулярной, ионной и сокращенной ионной формах.

**18.** Какие из приведенных оксидов взаимодействуют с гидроксидом калия? Напишите уравнения реакций.

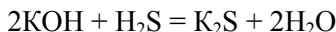


**19.** Напишите уравнения не менее трех реакций, при помощи которых можно получить сульфид калия.

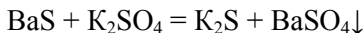
*Решение.* 1) Сульфид калия образуется при взаимодействии простых веществ – калия и серы:



2) При взаимодействии гидроксида калия и сероводорода также может быть получен сульфид калия:



3) Сульфид калия образуется при взаимодействии раствора сульфида бария с сульфатом калия:





**20.** Напишите уравнения не менее четырех реакций, при помощи которых можно получить карбонат кальция. Реакции, протекающие в растворах, изобразите в ионной и сокращенной ионной формах.

**21.** Составьте уравнения реакций, в результате которых образуется бромид натрия.

**22.** Какая существует связь между:

- а) основанием и кислотой;
- б) основным оксидом и основанием;
- в) металлом и основным оксидом;
- г) кислотным оксидом;
- д) основным оксидом и кислотой;
- е) кислотным оксидом и основанием;
- ж) кислотой и солью;
- з) основанием и солью;
- и) основным оксидом и кислотным оксидом?

Ответ подтвердите уравнениями реакций.

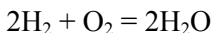
**23.** С помощью каких реагентов можно различить растворы серной, азотной и соляной кислот, находящихся в трех пробирках? Напишите уравнения соответствующих реакций в молекулярной и ионной формах.

**24.** Составьте уравнение реакции получения хлорида магния:

- а) действием кислоты на металл;
- б) действием кислоты на основание;
- в) действием соли на соль

**25.** Напишите уравнения реакций, при помощи которых из четырех простых веществ – калия, серы, кислорода и водорода – можно получить три средние соли, три кислоты и три кислые соли.

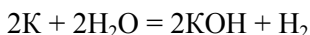
*Решение.* Из кислорода и водорода получают воду:



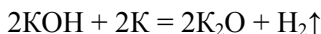
Из серы и кислорода можно получить оксид серы (IV), дальнейшим окислением которого – оксид серы (VI):



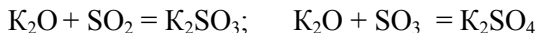
Калий, взаимодействуя с водой, образует гидроксид:



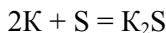
Гидроксид калия можно восстановить металлическим калием до оксида:



Оксид калия с кислотными оксидами серы (IV) и серы (VI) образует, соответственно сульфит и сульфат калия (две средние соли):

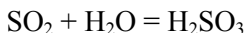


Еще одна средняя соль – сульфид калия – можно получить при непосредственном взаимодействии калия и серы:

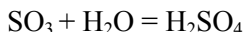


Водород с серой образует сероводород:  $\text{H}_2 + \text{S} = \text{H}_2\text{S}$ , раствор которого называется *сероводородной кислотой*.

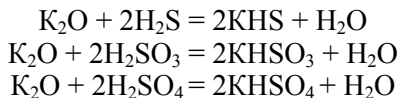
Оксид серы (IV) взаимодействует с водой, образуя сернистую кислоту:



При взаимодействии оксида серы (VI) с водой образуется серная кислота:



Три кислые соли можно получить взаимодействием оксида калия с тремя полученными кислотами, взяв их в избытке:



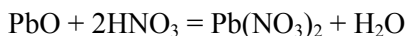
**26.** Как, используя простые вещества – кальций, фосфор и кислород, можно получить фосфат кальция? Напишите уравнения соответствующих реакций.

**27.** Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно получить шесть средних солей, используя сульфид железа (II), кислород, раствор гидроксида натрия и разбавленные растворы соляной и серной кислот.

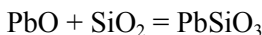
**28.** Напишите уравнения реакций, которые показывают амфотерный характер оксида свинца (II).

*Решение.* Для доказательства амфотерного характера оксида свинца (II) нужно привести уравнения реакций, в которых этот оксид проявляет основные и кислотные свойства.

1) Оксид свинца (II) взаимодействует с растворами кислот:

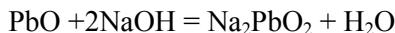


или с кислотными оксидами:



Эти реакции доказывают основной характер оксида свинца (II).

2) Оксид свинца (II) взаимодействует со щелочами в расплаве:



или в концентрированном водном растворе:



а также с основными оксидами:  $\text{PbO} + \text{Na}_2\text{O} = \text{Na}_2\text{PbO}_2$

Эти реакции доказывают кислотные свойства оксида свинца (II).

**29.** Как доказать амфотерный характер цинка?

**30.** Приведите примеры реакций, которые доказывают основной характер веществ  $\text{BaO}$  и  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ .

**31.** Напишите уравнения реакций, которые доказывают амфотерный характер гидроксида хрома (III).

**32.** Какое количество вещества гидроксида калия потребуется для взаимодействия с 1,02 г  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ?

**33.** Напишите уравнения всех возможных реакций между следующими веществами, взятыми попарно: оксид калия, оксид фосфора (V), гидроксид бария, серная кислота, иодид калия, нитрат свинца (II).

**34.** Определите, к какому типу относятся следующие реакции:



Вычислите объем и массу оксида углерода (IV), выделяющийся при разложении 150 г карбоната кальция.

**35.** Во взаимодействие вступают 20 г CaO и 20 г CO<sub>2</sub>. Какая соль образуется и сколько грамм?

**36.** Какие из перечисленных оснований могут быть получены взаимодействием соответствующего оксида с водой: KOH, NaOH, Cu(OH)<sub>2</sub>, Pb(OH)<sub>2</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub>, Cr(OH)<sub>3</sub>, Al(OH)<sub>3</sub>? Напишите уравнения возможных реакций.

**37.** Какая по типу реакция происходит при образовании углекислого газа в результате сжигания угля, прокаливания известняка, взаимодействием угля с оксидом меди (II)?

**38.** Приведите примеры образования оксида меди (II) в результате реакций: а) соединения; б) разложения.

**39.** Приведите примеры образования водорода в результате реакции замещения.

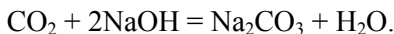
**40.** К какому типу химической реакции относится образование воды в результате: а) горения водорода в кислороде; б) восстановления оксида цинка водородом?

**41.** Какая масса 10%-ного раствора гидроксида натрия необходима для нейтрализации 40 г 10%-ного раствора серной кислоты? Какая масса соли при этом образуется?

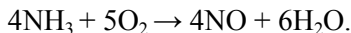
**42.** Какая соль и сколько граммов ее образуется при взаимодействии 20 г NaOH и 30 г H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>?

**43.** Через раствор, содержащий 14,8 г Ca(OH)<sub>2</sub>, пропустили 22,4 л CO<sub>2</sub>. Какого состава образовалась соль и сколько грамм?

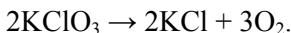
**44.** Дайте полную качественную и количественную характеристику уравнению реакции:



**45.** Дайте полную качественную и количественную характеристику уравнению реакции:



**46.** Дайте полную качественную и количественную характеристику уравнению реакции:

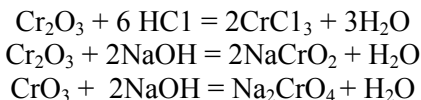


**47.** Охарактеризуйте уравнениями реакций солеобразования оксиды хрома.

*Решение.* Хром в соединениях имеет степени окисления +6, +3. Его оксиды –  $\text{CrO}_3$  и  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ .

$\text{Cr}_2\text{O}_3$  – амфотерный оксид, следовательно  $\text{CrO}_3$  – кислотный оксид.

Характеризующие их уравнения реакций следующие:



**48.** Охарактеризуйте уравнениями реакций солеобразования оксиды следующих элементов:

натрия, углерода, азота, серы, магния алюминия, железа, меди, цинка, калия, серебра, бария.

**49.** Напишите уравнения реакций солеобразования со следующими соединениями:

а) аммиаком; б) сероводородом; в) азотной кислотой; г) гидроксидом калия; д) серной кислотой.

**50.** Охарактеризуйте уравнениями реакций солеобразования:

а) гидроксид натрия; б) угольную кислоту; в) азотистую кислоту; г) гидроксид магния; д) сернистую кислоту; е) гидроксид железа (III).

## 2. АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОЕ УЧЕНИЕ. ЗАКОНЫ СТЕХИОМЕТРИИ

*Молярная масса* – это отношение массы вещества к количеству вещества, т.е.  $M(X) = m(X) / n(X)$ , где  $M(X)$  – молярная масса вещества  $X$  (г/моль, кг/моль);  $m(X)$  – масса вещества  $X$ ;  $n(X)$  – количество вещества  $X$  (моль).

**1.** Какое количество вещества алюминия содержится в образце этого металла массой 10,8 грамм?

*Решение.* Молярная масса алюминия составляет:

$M(\text{Al}) = 27$  г/моль. Определяем количество вещества алюминия в образце:  $n(\text{Al}) = m(\text{Al}) / M(\text{Al})$ ;  $n(\text{Al}) = 10,8 / 27 = 0,4$  моль.

**2.** Какое количество вещества содержится в оксиде серы (VI) массой 12 г?

*Решение.* Молярная масса оксида серы (VI) составляет:  $M(\text{SO}_3) = M(\text{S}) + 3M(\text{O})$ ;

$M(\text{SO}_3) = (32 + 3 \cdot 16)$  г/моль = 80 г/моль, где  $M(\text{S})$  и  $M(\text{O})$  – молярные массы атомных серы и кислорода. Определяем количество вещества оксида серы (VI):  $n(\text{SO}_3) = m(\text{SO}_3) / M(\text{SO}_3)$ ;  $n(\text{SO}_3) = 12/80 = 0,15$  моль.

**3.** Определите массу карбоната натрия количеством вещества 0,25 моль.

*Решение.* Молярная масса карбоната натрия составляет:

$M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2M(\text{Na}) + M(\text{C}) + 3M(\text{O})$ ;  $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = (2 \cdot 23 + 12 + 3 \cdot 16)$  г/моль = 106 г/моль.

Определяем массу  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ :  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ ;  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,25 \cdot 106 = 26,6$  г.

**4.** Сколько молей сульфата калия содержится в 200 г  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ?

**5.** Какую массу имеет сероводород, если количество этого вещества равно 2 моль?

**6.** Рассчитайте количество вещества, заключающегося в хлоре массой 21,3 г.

**7.** Какая масса сульфата бария получится при взаимодействии серной кислоты с хлоридом бария массой 2 г?

8. Какая масса оксида магния образуется при сгорании: а) 0,5 моль магния; б) 4 г магния?

9. Сколько грамм гидроксида натрия должно прореагировать с хлороводородом, чтобы получилось 234 г хлорида натрия?

10. При разложении какого количества воды получается 4 г кислорода?

11. Какое количество водорода требуется для восстановления 1 моля оксида меди (II)?

12. Сколько литров аммиака получится при реакции 5,6 л азота с необходимым количеством водорода?

13. Какую массу серной кислоты и гидроксида натрия надо взять для получения сульфата натрия массой 100 г?

14. Определите количество вещества брома  $\text{Br}_2$ , содержащегося в молекулярном бrome массой 12,8 г.

15. Определите массу иодида натрия  $\text{NaI}$  количеством вещества 0,6 моль.

16. Какое количество вещества атомной серы содержится в сульфиде железа (II) массой 22 грамм?

17. В каком количестве вещества оксида серы (IV) содержится такое же число атомов серы, что и в пирите  $\text{FeS}_2$  массой 24 г?

18. Какое количество  $\text{FeS}_2$  потребуется для получения 64 г  $\text{SO}_2$ , если уравнение реакции следующее:  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2$ ?

19. Какую массу серной кислоты и гидроксида натрия надо взять для получения сульфата натрия массой 100 г?

*Массовая доля вещества* – отношение массы данного вещества в системе к массе всей системы, т.е.  $\omega(X) = m(X) / m$ , где  $\omega(X)$  – массовая доля вещества X;  $m(X)$  – масса вещества X;  $m$  – масса всей системы.

Массовая доля – безразмерная величина. Ее выражают в долях от единицы или в процентах.

20. Вычислите массовую долю углерода в карбиде кальция  $\text{CaC}_2$ .

*Решение.* Молярные массы веществ равны:  $M(\text{C}) = 12$  г/моль,  $M(\text{CaC}_2) = 64$  г/моль. Берем для расчетов карбид кальция количеством вещества 1 моль, т.е.  $n(\text{CaC}_2) = 1$  моль.

Тогда масса карбида равна  $m(\text{CaC}_2) = n(\text{CaC}_2) \cdot M(\text{CaC}_2)$ ;  
 $m(\text{CaC}_2) = 1 \cdot 64 = 64$  г.

Из формулы карбида кальция  $\text{CaC}_2$  следует, что количество вещества атомного углерода в два раза больше количества вещества  $\text{CaC}_2$ , т.е.  $n(\text{C}) = 2n(\text{CaC}_2)$ ;  $n(\text{C}) = 2$  моль.

Определяем массу углерода:  $m(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot M(\text{C})$ ;  
 $m(\text{C}) = 2 \cdot 12 = 24$  г.

Находим массовую долю углерода в карбиде:

$$\omega(\text{C}) = m(\text{C}) / m(\text{CaC}_2); \omega(\text{C}) = 23/64 = 0,375 \text{ или } 37,5\%.$$

**21.** Рассчитайте массовую долю марганца в оксиде марганца (IV) и оксиде марганца (VII).

**22.** Определите массовую долю кристаллизационной воды в дигидрате хлорида бария  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

**23.** Оксид элемента имеет состав  $\text{EO}_3$ . Массовая доля кислорода в этом оксиде составляет 60%. Какой элемент образует оксид?

**24.** Элемент массой 16 г, взаимодействуя с молекулярным кислородом массой 6,4 г, образует оксид состава ЭО. Определите, что это за элемент.

*Молярный объем газа* равен отношению объема газа к количеству вещества этого газа, т.е.  $V_m = V(X) / n(X)$ , где  $V_m$  – молярный объем газа – постоянная величина для любого газа при данных условиях;  $V(X)$  – объем газа X;  $n(X)$  – количество вещества газа X. Молярный объем газов при нормальных условиях составляет 22,4 л/моль.

Состав газовых смесей часто выражают при помощи *объемной доли* – отношения объема данного компонента к общему объему системы, т.е.  $\phi(X) = V(X) / V$ , где  $\phi(X)$  – объемная доля компонента X;  $V(X)$  – объем компонента X;  $V$  – объем системы.

Объемная доля – безразмерная величина, ее выражают в долях единицы или в процентах.

**25.** Какую массу будет иметь азот объемом 30 л при нормальных условиях?

*Решение.* Молярный объем газа при нормальных условиях  $V_m = 22,4$  л/моль. Рассчитываем количество вещества молекулярного азота:  $n(\text{N}_2) = V(\text{N}_2) / V_m$ ;  $n(\text{N}_2) = 30/22,4 = 1,34$  моль.



Определяем массу азота:  $m(\text{N}_2) = M(\text{N}_2) \cdot n(\text{N}_2)$ ;  
 $m(\text{N}_2) = 28 \cdot 1,34 = 37,52 \text{ г.}$

**26.** Какой объем займет при нормальных условиях хлороводород массой 14,6 г?

*Решение.* Определяем количество вещества хлороводорода:

$$n(\text{HCl}) = m(\text{HCl}) / M(\text{HCl}); n(\text{HCl}) = 14,6/36,5 = 0,4 \text{ моль.}$$

Объем хлороводорода при нормальных условиях составляет:

$$V(\text{HCl}) = V_m \cdot n(\text{HCl}); V(\text{HCl}) = 22,4 \cdot 0,4 = 8,96 \text{ л.}$$

**27.** Какой объем при нормальных условиях займет 3 моля  $\text{H}_2$ ?

**28.** Сколько молекул содержится в 11,2 литрах водорода

**29.** Какой объем занимает 2 г гелия при нормальных условиях?

**30.** Какова молекулярная формула соединения азота с кислородом, если плотность этого газа по водороду равна 15?

**31.** Определить молекулярную массу газа, если его относительная плотность по воздуху равна 1,5.

**32.** Чему равна относительная плотность по воздуху для  $\text{SO}_2$ ?

**33.** Сколько молекул содержится в 54 г воды?

**34.** Какой объем кислорода необходим для сгорания 18 г углерода по реакции  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$ ?

**35.** Смесь состоит из трех газов: оксида углерода (IV), азота и аргона. Объемные доли газов равны соответственно 20%, 50% и 30%. Определите массовые доли газов в смеси.

**36.** Определите объем, который займет при нормальных условиях газовая смесь, содержащая водород массой 1,4 г и азот массой 5,6 г.

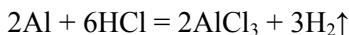
**37.** Газовая смесь содержит кислород 2,24 л и оксид серы (IV) объемом 3,36 л. Определите массу смеси.

**38.** Сколько литров оксида углерода (IV) выделится при действии соляной кислоты на 25 г карбоната кальция?

**39.** Какой объем кислорода необходим для сгорания 3,36 л этилена?

**40.** Какой объем водорода выделится при нормальных условиях, если растворить алюминий массой 10,8 в избытке соляной кислоты?

*Решение.* Записываем уравнение реакции взаимодействия алюминия с соляной кислотой:



Определяем количество вещества алюминия, вступившего в реакцию:

$$n(\text{Al}) = m(\text{Al}) / M(\text{Al}); n(\text{Al}) = 10,8/27 = 0,4 \text{ моль.}$$

Из уравнения реакции следует, что при растворении 2 моль алюминия образуется 3 моль водорода  $\text{H}_2$ . Следовательно,  $n(\text{H}_2) / n(\text{Al}) = 3/2$ .

Отсюда следует:  $n(\text{H}_2) = 3n(\text{Al}) / 2$ ;  $n(\text{H}_2) = 3 \cdot 0,4/2 = 0,6 \text{ моль.}$

Рассчитываем объем водорода при нормальных условиях:

$$V_{\text{н}}(\text{H}_2) = V_{\text{м}}n(\text{H}_2); V_{\text{н}}(\text{H}_2) = 22,4 \cdot 0,6 = 13,44 \text{ л.}$$

**41.** Какой объем аммиака, измеренный при нормальных условиях, должен прореагировать с избытком хлороводорода для получения хлорида аммония массой 10,7 г?

*Эквивалентом элемента* называют такое его количество, которое соединяется с 1 молем атомов водорода или замещает то же количество атомов водорода в химических реакциях.

Например, в соединениях  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$  эквивалент хлора, серы, азота, углерода равен соответственно 1 моль, 1/2 моль, 1/3 моль, 1/4 моль.

Масса 1 эквивалента элемента называется *эквивалентной массой*. Для определения эквивалентной массы элемента необходимо знать состав его соединения с другим элементом, эквивалентная масса которых известна. В приведенных выше примерах эквивалентная масса хлора равна 35,5 г/моль, серы –

16 г/моль, азота – 4,67 г/моль, углерода – 3 г/моль. При решении задач на вычисление эквивалентных масс необходимо знать, что:

- *эквивалентная масса оксида* равна сумме эквивалентных масс кислорода и элемента, входящего в состав оксида;
- *эквивалентная масса кислоты* равна сумме эквивалентных масс водорода и кислотного остатка. Для вычисления эквивалентной массы кислоты необходимо разделить её молярную массу на основность кислоты, которая для данной реакции определяется числом атомов водорода, замещающихся металлом. Так, ортофосфорная кислота  $\text{H}_3\text{PO}_4$  в зависимости от условий протекания реакций может быть одно-, двух- или трёхосновной. Тогда при образовании дигидрофосфата, гидрофосфата и фосфата эквивалент фосфорной кислоты будет соответствовать 1, 1/2 и 1/3 моль.
- *эквивалентная масса основания* равна сумме эквивалентных масс металла и гидроксильной группы. Чтобы вычислить эквивалентную массу основания, необходимо его молярную массу разделить на кислотность основания, определяемую числом вступающих в реакцию гидроксильных групп. Так,  $\text{Э}_m(\text{NaOH}) = 40 \text{ г/моль}$ ;  $\text{Э}_m(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 74/2 = 37 \text{ г/моль}$ .
- *эквивалентная масса соли* равна сумме эквивалентных масс металла и кислотного остатка. Так, для соли:  $\text{Э}_m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)/(2 \cdot 3) = 342/2 = 57 \text{ г/моль}$ .

**42.** При соединении 1,5 г натрия с избытком хлора образовалось 2,81 г хлорида натрия.

Найти эквивалентную массу натрия ( $\text{Э}_{\text{Na}}$ ) и его эквивалент, если известно, что эквивалентная масса хлора равна 35,45 г/моль.

*Решение.* Из условия задачи следует, что в хлориде натрия на 1,5 г натрия приходится 3,81 – 1,5 = 2,31 г хлора. Следовательно,  $\text{Э}_{\text{Na}}$  г/моль натрия эквивалентны 35,45 г/моль хлора 1,5 г натрия эквивалентны 2,31 г.

Тогда  $\text{Э}_{\text{Na}} = 1,5 \cdot 35,45/2,31 = 23 \text{ г/моль}$ . Молярная масса атомов натрия (численно совпадающая с относительной атомной

массой натрия) равна 23 г/моль. Следовательно, молярная и эквивалентная массы атомов натрия совпадают, а эквивалент натрия равен 1 моль.

**43.** Фосфор образует два различных по составу хлорида. Эквивалент какого элемента сохраняется в этих соединениях постоянным?

**44.** 2,4 грамма металла образуют оксид массой 4 грамма. Определите эквивалентную массу металла.

**45.** Чему равна эквивалентная масса серной кислоты в реакции нейтрализации с образованием сульфата натрия?

**46.** Чему равна эквивалентная масса серной кислоты в реакции нейтрализации с образованием гидросульфата натрия?

**47.** В каком соединении эквивалентная масса азота равна 2,8 г/моль?:

а)  $\text{NO}_2$ ; б)  $\text{N}_2\text{O}_3$ ; в)  $\text{N}_2\text{O}$ ; г)  $\text{NH}_3$ ; д)  $\text{N}_2\text{O}_5$

**48.** Сколько оксида получится при окислении 3 г металла, эквивалентная масса которого равна 12 г/моль?

**49.** Чему равна относительная атомная масса трехвалентного элемента, если его эквивалентная масса равна 9 г/моль?

**50.** Чему равна эквивалентная масса  $\text{H}_3\text{PO}_4$  в реакции:  
 $2\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Na}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ?

### **3. СТРОЕНИЕ АТОМА. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ**

1. Какими элементами начинаются и заканчиваются периоды периодической таблицы Д.И. Менделеева?
2. Сколько периодов содержит периодическая система? Из какого числа элементов состоят периоды?
3. Сколько групп содержит периодическая система в ее короткопериодном варианте и сколько – в длиннопериодном?
4. Какие общие свойства имеют элементы одной группы?
5. Какие общие свойства имеют элементы одного периода?
6. Какие элементы составляют главные подгруппы, какие – побочные?
7. Почему лантаноиды и актиноиды выносят из таблицы?
8. Какие элементы называют s-элементами, p-элементами, d-элементами, f-элементами?
9. Почему элементы Zn, Cd, Hg относят к d-элементам?
10. Почему электронное строение внешних электронных слоев можно считать периодическим свойством атомов элементов?
11. Какие электронные аналоги называют полными и какие – неполными?
12. В чем можно видеть проявление того факта, что атомы магния и железа содержат по 2s-электрона на внешних электронных слоях?
13. В чем можно видеть проявление того факта, что сера и хром не являются электронными аналогами?
14. Почему элементы одной группы имеют, как правило, одинаковые степени окисления?
15. Чем, с точки зрения электронного строения атомов, определяются степени окисления?
16. Чем, с точки зрения электронного строения атомов, определяются их валентности?

17. Почему валентные возможности атомов элементов 2-го периода иные, чем элементов других периодов?

18. Почему соединения элементов одной группы часто имеют аналогичные эмпирические формулы?

19. Почему молекулы и ионы элементов одной группы часто имеют аналогичное геометрическое строение?

20. Как изменяются радиусы атомов элементов в периодах и группах? Почему?

21. Почему многие свойства соединений элементов III группы изменяются аномально?

22. Почему  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  является более сильным основанием, чем  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ?

23. Почему сернистая кислота является более сильным электролитом, чем селенистая?

24. Почему существует диагональная аналогия свойств соединений элементов?

25. Как изменяется энергия связи молекул  $\text{E}_2$  в ряду щелочных металлов?

26. Как изменяется энергия связи молекул  $\text{E}_2$  в ряду галогенов?

27. Как соотносятся кислотные свойства сероводородной и селеноводородной кислот?

28. Как изменяются потенциалы ионизации атомов в периодах?

29. Как изменяется сродство к электрону атомов в периодах и группах?

30. Чем можно объяснить большие величины сродства к электрону у элементов третьего периода по сравнению со вторым периодом?

31. Сколько электронов может находиться на электронных уровнях L, M, N, Q?

32. Сколько электронов может находиться на 2p- и 3p-подуровнях?

33. Сколько электронов может находиться на 3d-, 4d-, 5d-подуровнях?

34. Сколько электронов может содержать одна 2p-орбиталь? Одна 4d-орбиталь? Одна 4f орбиталь?

**35.** Период заканчивается, когда заполняются все s- и p-орбитали одного уровня. Какое максимальное суммарное число могут содержать s- и p-орбитали одного уровня?

**36.** Какому набору элементарных частиц отвечает атом свинца?

**37.** Какому набору элементарных частиц отвечает атом серебра?

**38.** Почему цинк и кальций расположены в одной группе, но в разных подгруппах? Ответ обоснуйте.

**39.** Почему кальций и стронций расположены в одной группе и в одной подгруппе? Ответ обоснуйте.

**40.** По какому признаку элементы объединяются в s-, p-, d-, f-группы?

**41.** Какая электронная формула соответствует элементам III группы периодической системы?

**42.** Какая электронная формула соответствует элементам V группы периодической системы?

**43.** Какое максимальное число электронов может содержаться в электронном слое с главным квантовым числом  $n = 4$ ?

**44.** Какое максимальное число электронов может содержаться в электронном слое с главным квантовым числом  $n = 6$ ?

**45.** На каких подуровнях находятся валентные электроны Mo?

**46.** На каких подуровнях находятся валентные электроны Fe?

**47.** Во II периоде от Li до F последний обладает наибольшими неметаллическими свойствами. Чем это объясняется?

**48.** Во II группе главной подгруппы от Be до Ba увеличиваются металлические свойства. Чем это объясняется?

**49.** Каковы формулы высших оксидов элементов с порядковыми номерами 24, 25, 32, 74, 82? Написать формулы кислот, отвечающих этим оксидам.

**50.** Каковы формулы водородных соединений у элементов с порядковыми номерами 14, 15, 32, 33, 51, 52?

**51.** У какого элемента начинается заполняться 4f -подуровень? У какого элемента завершается заполнение этого подуровня?

**52.** У какого элемента начинается заполняться 5d-подуровень? У какого элемента завершается заполнение этого подуровня?

**53.** Опишите химические свойства элемента с порядковым номером 23 по его положению в периодической системе.

*Решение.* По периодической системе определяем, что элемент с порядковым номером 23 находится в четвертом периоде и в побочной подгруппе V группы. Этот элемент – ванадий V. Электронная формула V:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ , или сокращенно  $[\text{Ar}] 3d^3 4s^2$ . Следовательно, ванадий – d-элемент.

Элемент может легко отдавать 2 электрона с 4-го уровня, проявляя степень окисления +2. При этом образует оксид VO и гидроксид  $\text{V}(\text{OH})_2$ , проявляющий основные свойства. Газообразных водородных соединений ванадий не образует, так как расположен в побочной подгруппе.

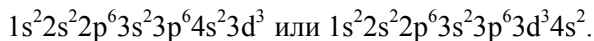
Атом ванадия может также отдавать электроны с d-подуровня предпоследнего энергетического уровня (3 электрона) и, таким образом, проявлять высшую степень окисления +5 (численно равную номеру группы, в которой расположен элемент). Оксид, соответствующий высшей степени окисления,  $\text{V}_2\text{O}_5$ . Этот оксид обладает кислотными свойствами. В качестве гидроксида ему соответствует неустойчивая метаванадиевая кислота  $\text{HVO}_3$  (соли ее – ванадаты – устойчивые соединения).

**54.** Опишите свойства хрома, исходя из его положения в периодической системе, составьте формулу оксида хрома (VI) и соответствующего ему гидроксида.

**55.** Опишите свойства азота, исходя из его положения в периодической системе, составьте формулу оксида азота (V) и соответствующей ему кислоты.

**56.** Напишите электронную формулу элемента, атом которого содержит на 3d-подуровне три электрона. В каком периоде, группе и подгруппе он находится и что это за элемент?

*Решение.* После завершения подуровня 4s заполняется электронами 3d-подуровень:



Общее число электронов в атоме, которое определяет порядковый номер элемента в периодической системе – 23. Это вана-



дий. Из электронной формулы видно, что этот элемент находится в четвертом периоде, пятой группе (пять валентных электронов:  $3d^3 4s^2$ ), побочной подгруппе (элемент d-семейства).

**57.** Составьте электронные формулы и графические схемы заполнения электронами валентных орбиталей атомов цинка и мышьяка.

**58.** Сколько неспаренных электронов содержат невозбужденные атомы серы и криптона?

**59.** Запишите электронные и электронно-графические формулы атома углерода в его нормальном и возбужденном состояниях.

**60.** В какой последовательности заполняются подуровни, для которых сумма  $(n+l)$  равна последовательно 1, 2 и 3?

**61.** В какой последовательности заполняются подуровни, для которых сумма  $(n+l)$  равна последовательно 6, 7 и 8?

**62.** Напишите электронные формулы атомов элементов пятого периода с порядковыми номерами 37, 43, 48, 52 и 54. К каким группам периодической системы относятся эти элементы? Как отражается принадлежность к группе в электронной формуле?

**63.** Напишите электронные формулы атомов элементов шестого периода: цезия, эрбия, гафния, рения, таллия и астата. К каким элементам (s-, p-, d- или f-) они относятся?

**64.** Назовите элементы, имеющие по одному электрону на подуровне: а) 3d; б) 4d; в) 5d.

Напишите электронные формулы этих элементов и укажите их положение в периодической системе.

**65.** Назовите элементы 4, 5 и 6-го периодов, у которых заканчивается заполнение d-орбиталей ( $3d^{10}$ ,  $4d^{10}$  и  $5d^{10}$ ). Напишите электронные формулы атомов этих элементов и укажите их положение в периодической системе.

**66.** Сколько свободных d-орбиталей имеется в атомах титана и ванадия? Напишите для них электронно-графическую формулу их d-подуровня.

**67.** Назовите лантаноиды, атомы которых имеют наибольшее число неспаренных f-электронов.

**68.** Какая из перечисленных электронных конфигураций отвечает элементу 3 периода VI группы?

- а)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- б)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- в)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$
- г)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
- д)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$

**69.** Какую электронную формулу имеет атом стронция?

- а)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
- б)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$
- в)  $1s^2 2s^2 2p^6 2d^{10} 3s^2 3p^6$
- г)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 5s^2$
- д)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2$

**70.** Какой из приведенных ниже частиц соответствует электронной конфигурации  $1s^2 2s^2 2p^6$ ?

- а)  $\text{Na}^+$ ; б)  $\text{Ne}$ ; в)  $\text{F}$ ; г)  $\text{Mg}^{2+}$ ; д)  $\text{Al}$ ?

**71.** Напишите электронные формулы ионов  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{S}^{2-}$ .

**72.** Сера образует химические связи с калием, водородом, бромом и углеродом. Какие из связей наиболее и наименее полярны? Укажите, в сторону какого атома происходит смещение электронной плотности связи.

*Решение.* Используя значения относительных электроотрицательностей элементов, находим разности относительных электроотрицательностей серы и элементов, образующих с нею химическую связь:

а) сера – калий:  $2,6 - 0,91 = 1,69$ , смещение в сторону атома серы;

б) сера – водород:  $2,6 - 2,1 = 0,5$ , смещение в сторону атома серы;

в) сера – бром:  $2,6 - 2,74 = -0,14$ , смещение в сторону атома брома;

г) сера – углерод:  $2,6 - 2,5 = 0,1$ , смещение в сторону атома серы.

Чем больше по абсолютному значению разность относительных электроотрицательностей, тем более полярна связь. В данном случае наиболее полярной является связь сера – калий, наименее полярной является связь сера – углерод.

**73.** Какая из химических связей H-Cl, H-Br, H-I, H-S, H-P является наиболее полярной?

Укажите, в какую сторону смещается электронная плотность связи.

**74.** В каком из приведенных ниже соединений связь наиболее и наименее полярна: NaCl, NaI, NaBr, CsI?

**75.** По какому типу связи построены молекулы N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CaCl<sub>2</sub>? Изобразите в виде электронных схем строение этих молекул и определите характер связей.

**76.** В каком соединении связь ковалентная (покажите механизм образования): а) Al; б) NaI; в) CaO; г) HI; д) Na<sub>2</sub>O

**77.** В каком соединении связь ионная (покажите механизм образования): а) Fe; б) NaI; в) CO; г) HI; д) H<sub>2</sub>O

**78.** Почему двухатомная молекула водорода устойчивее, чем отдельно взятый атом водорода, а гелий устойчив в одноатомном состоянии?

**79.** Покажите, какие орбитали и как участвуют в образовании химических связей в молекулах: а) Li; б) NH<sub>3</sub>; в) H<sub>2</sub>O; г) HF; д) Be; е) CO; ж) NO; з) NF<sub>3</sub>; и) OF<sub>2</sub>; к) NaF; л) PCl<sub>3</sub>; м) SCl<sub>2</sub>.

**80.** По каким механизмам могут образовывать химические связи атомы следующих элементов: а) бериллия; б) бора; в) азота; г) кислорода; д) фтора; е) калия; ж) кальция; з) алюминия; и) кремния; к) фосфора; л) хлора; м) натрия; н) магния; о) углерода; п) брома; с) селена.

**81.** Чем объясняется образование полярных молекул веществ? Приведите пример.

**82.** Изобразите все возможные способы перекрывания s-орбитали с p-орбиталью; двух p-орбиталей. Укажите направленность связей, обозначьте  $\sigma$  и  $\pi$  - связи.

**83.** Напишите электронные конфигурации основных и возбужденных состояний атомов B, Si, P.

**84.** Какова геометрия молекул CF<sub>4</sub>, SiH<sub>4</sub> и PH<sub>3</sub>?

**85.** Существует ли аналогия в строении молекул H<sub>2</sub>O и H<sub>2</sub>S, PH<sub>3</sub> и NH<sub>3</sub>, LiCl и HCl? Ответ обоснуйте.

**86.** Объясните донорно-акцепторный механизм ковалентной связи на примере образования иона фосфония [PH<sub>4</sub>]<sup>+</sup>.

**87.** Почему в галогенидах щелочных металлов формируется ионная связь? Ответ обоснуйте.

**88.** Объясните причины и приведите примеры сходства и отличия ионной связи от ковалентной.

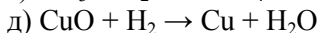
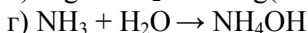
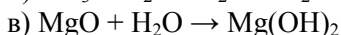
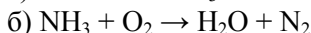
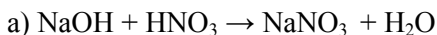
**89.** Почему в металлах химическая связь делокализована? Ответ обоснуйте.

**90.** В металлах возможно образование «электронного газа», а в неметаллах – нет. Почему? Ответ обоснуйте.

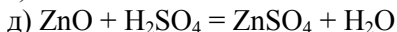
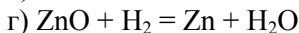
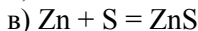
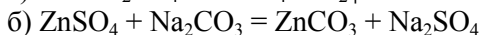
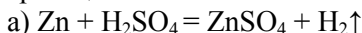
#### 4. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

1. Пользуясь периодической системой элементов Менделеева Д.И. объясните, как меняются окислительно-восстановительные свойства элементов в периодах и группах. Приведите примеры.

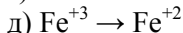
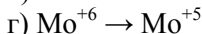
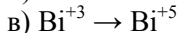
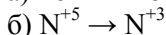
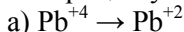
2. Какие из приведенных ниже реакций являются окислительно-восстановительными:



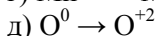
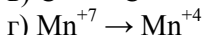
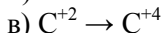
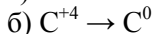
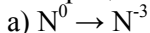
3. Определите на основе приведенных ниже уравнений, какие реакции являются окислительно-восстановительными:



4. Процессу окисления соответствует превращение:



5. Процессу окисления соответствует превращение:



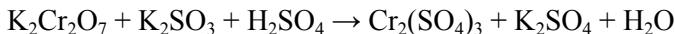
6. Процессы восстановления соответствует превращение:

- а)  $\Gamma \rightarrow \Gamma^+$
- б)  $N^{+3} \rightarrow N^{+5}$
- в)  $Cr^{+6} \rightarrow Cr^{+3}$
- г)  $H^0 \rightarrow H^+$
- д)  $Fe^0 \rightarrow Fe^{+2}$

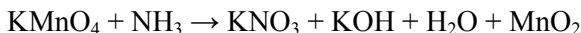
7. Процессы восстановления соответствует превращение:

- а)  $Cl^0 \rightarrow Cl^{+1}$
- б)  $Na^0 \rightarrow Na^+$
- в)  $S^{+6} \rightarrow S^{-2}$
- г)  $C^{+2} \rightarrow C^{+4}$
- д)  $Fe^0 \rightarrow Fe^{+2}$

8. Определить степень окисления элементов и подобрать коэффициенты для реакции:



9. Определить степень окисления элементов и подобрать коэффициенты для реакции:



10. Какое из следующих веществ может быть восстановителем:

- а)  $Fe_2O_3$    б)  $KMnO_4$    в)  $Mg$    г)  $P_2O_5$    д)  $K_2Cr_2O_7$

11. Какие из приведенных ниже соединений проявляют окислительно-восстановительную двойственность:  $NH_3$ ,  $H_2SO_3$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $O_2$ ,  $SO_2$ ,  $MnO_4$ ,  $K_2MnO_4$ ,  $HNO_2$ ,  $MnO_2$ ,  $Ag$ ,  $CH_4$ .

12. Какое из следующих веществ может быть окислителем:

- а)  $Zn$    б)  $KMnO_4$    в)  $KCl$    г)  $Ba$    д)  $Na_2SO_4$

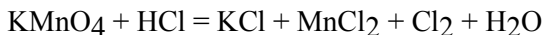
13. Могут ли быть окислителями: а) металлы; б) ионы металлов; в) неметаллы?

14. Какими свойствами – окислительными или восстановительными – обладают: ионы  $S^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $Cl^-$ ; атомы  $H$ ,  $F$ ,  $Al$ ?

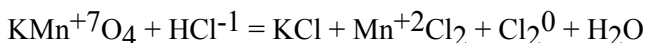
15. Какие из ионов и молекул  $Fe^{2+}$ ,  $Br^-$ ,  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $F_2$ ,  $Pb^{2+}$  могут быть в реакциях только восстановителями? Только окислителями? Окислителями и восстановителями?

16. Какая из солей  $MnSO_4$  или  $KMnO_4$  может быть восстановителем? Почему?

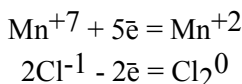
17. Методом электронного баланса подберите коэффициенты в схеме окислительно-восстановительной реакции:



*Решение.* Записываем схему реакции с указанием степеней окисления элементов, которые их меняют:

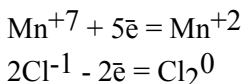


Выделяем элементы, изменяющие степени окисления, и определяем число электронов, приобретенных окислителем и отдаваемых восстановителем:

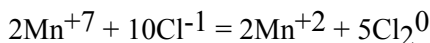


Окислителем в данной реакции является перманганат калия, восстановителем – соляная кислота (хлороводород).

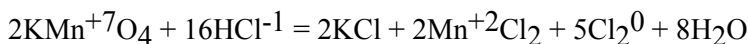
Уравниваем число приобретенных и отдаваемых электронов, устанавливая тем самым коэффициенты для соединений, в которых присутствуют элементы, изменяющие степень окисления:



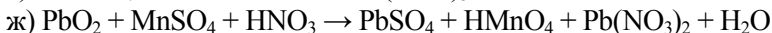
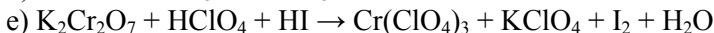
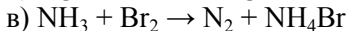
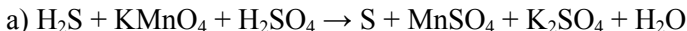
2
5



Затем подбираем коэффициенты для всех остальных участников реакции:

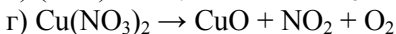
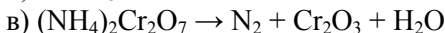
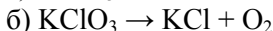
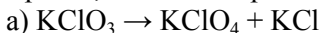


**18.** Методом электронного баланса подберите коэффициенты уравнениям окислительно-восстановительных реакций, протекающих по схемам:



**19.** Почему процессы окисления и восстановления взаимосвязаны и взаимообусловлены? Ответ обоснуйте.

**20.** Какие из приведенных реакций относятся к внутримолекулярным, а какие – к реакциям диспропорционирования:



Подберите коэффициенты к каждой реакции методом электронного баланса.

**21.** Хлорид олова (II) можно получить взаимодействием металлического олова с 30%-ным раствором HCl. При этом выделяется водород. Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции и рассчитайте объем водорода, выделяющегося при «растворении» 40 г олова.

**22.** Алюминий взаимодействует с концентрированными щелочами по реакции:



Составьте уравнение электронного баланса, подберите коэффициенты и рассчитайте массу алюминия, необходимую для получения 6,72 л  $\text{H}_2$ .

**23.** Как сильный окислитель азотная кислота окисляет многие неметаллы. Взаимодействие с йодом протекает по реакции:





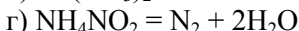
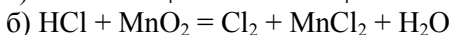
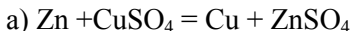
Расставьте коэффициенты в уравнении реакции и рассчитайте массу прореагировавшего йода, если выделилось 2,8 л оксида азота (II).

**24.** Укажите, какие из приведенных ниже веществ являются окислителями, а какие – восстановителями:  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{PbO}_2$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{NaClO}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{C}$ .

**25.** Приведите примеры реакций, в которых оксид серы (IV) проявляет свойства или окислителя, или восстановителя.

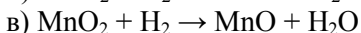
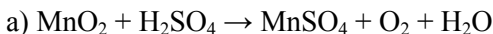
**26.** Приведите примеры окислительно-восстановительных реакций, которые встречаются в природе и используются в промышленных производствах.

**27.** Укажите восстановитель и окислитель в следующих уравнениях окислительно-восстановительных реакций:



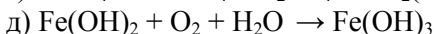
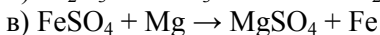
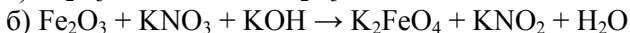
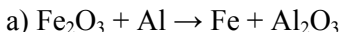
Подберите коэффициенты к каждой реакции методом электронного баланса.

**28.** В каких из приведенных ниже уравнений реакций оксид марганца (IV)  $\text{MnO}_2$  проявляет свойства окислителя, а в каких – восстановителя:



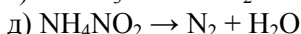
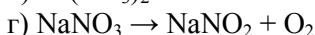
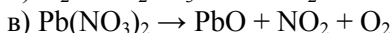
Подберите коэффициенты к каждой реакции методом электронного баланса.

**29.** В каких из приведенных ниже уравнений реакций соединения железа являются окислителями, в каких – восстановителями:



Подберите коэффициенты к каждой реакции методом электронного баланса.

**30.** Определите типы окислительно-восстановительных реакций:



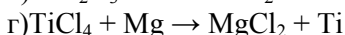
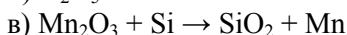
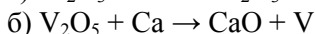
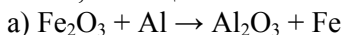
Подберите коэффициенты к каждой реакции методом электронного баланса.

**31.** В каких из указанных ниже веществ марганец может проявлять только восстановительные свойства или только окислительные свойства, или те и другие:  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{MnO}_2$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Mn}$ ,  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ,  $\text{MnO}$ ?

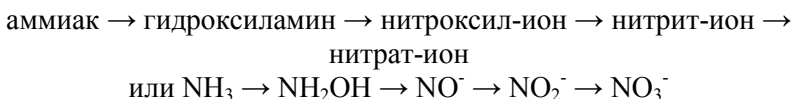
**32.** В каких из указанных ниже веществ хром может проявлять только восстановительные свойства или только окислительные свойства, или те и другие:  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{CrO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{CrCl}_3$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ?

**33.** В каких из указанных ниже веществ сера может проявлять только восстановительные свойства или только окислительные свойства, или те и другие:  $\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{FeS}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ?

**34.** Методом электронного баланса подберите коэффициенты в схемах, лежащих в основе металлургических процессов:

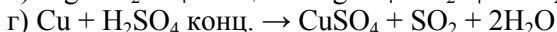
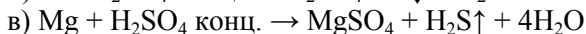
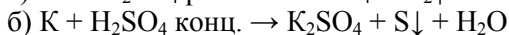
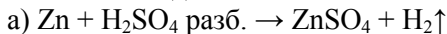


**35.** Нитрификацию, осуществляемую в природе микробами *Nitrosomonas* и *Nitrobacter*, можно изобразить следующей схемой:

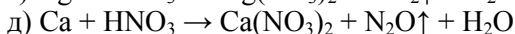
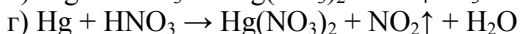
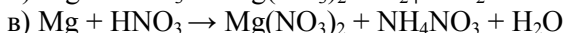
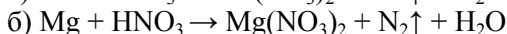
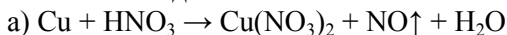


Вычислите степени окисления азота во всех этих соединениях. Какой процесс (окисление или восстановление) происходит на каждой из стадий приведенной схемы?

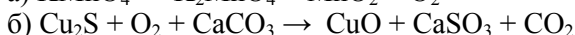
**36.** Методом электронного баланса подберите коэффициенты в схемах взаимодействия металлов с серной кислотой:



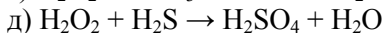
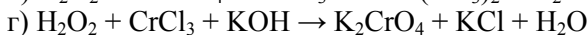
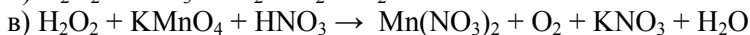
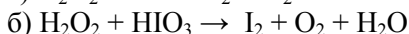
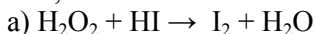
**37.** Методом электронного баланса подберите коэффициенты в схемах взаимодействия металлов с азотной кислотой:



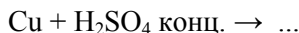
**38.** Методом электронного баланса подберите коэффициенты к уравнениям окислительно-восстановительных реакций, протекающих по схемам:



**39.** Используя метод электронного баланса, подберите коэффициенты в схемах окислительно-восстановительных реакций. Укажите, в каких реакциях пероксид водорода играет роль окислителя, в каких – восстановителя:

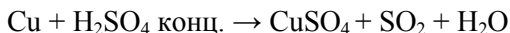


**40.** Допишите схему реакции, подобрав коэффициенты методом электронного баланса:

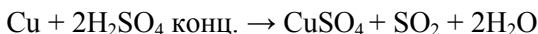


*Решение.* Написать продукты окислительно-восстановительных реакций можно, зная свойства веществ и наиболее харак-

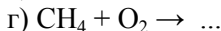
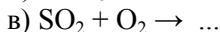
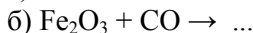
терные степени окисления элементов. Так, для меди в соединениях наиболее характерна степень окисления +2, следовательно, в присутствии  $\text{SO}_4^{2-}$  ионов образуется сульфат меди (II)  $\text{CuSO}_4$ . Сера в степени окисления +6 восстанавливается слабыми восстановителями (в данном случае – медь) до степени окисления +4, при этом образуется оксид серы (IV). Ионы водорода из кислот при окислительно-восстановительных реакциях обычно входят в состав воды. Таким образом, схема реакции имеет вид:



Подбирая коэффициенты методом электронного баланса, окончательно получаем:



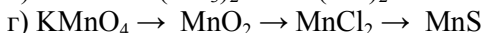
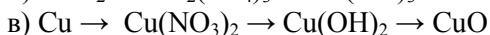
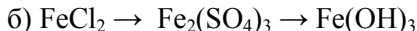
**41.** Допишите схемы реакций, подберите коэффициенты методом электронного баланса и укажите восстановитель и окислитель:



**42.** Составьте уравнения окислительно-восстановительных реакций:



**43.** Напишите уравнения реакций, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:

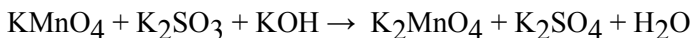
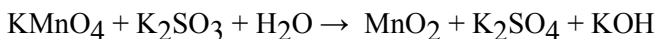
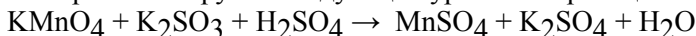


Укажите, какие из реакций относятся к окислительно-восстановительным. Коэффициенты в этих реакциях подберите методом электронного баланса.

**44.** Напишите уравнения реакции растворения цинка в соляной, разбавленной и концентрированной серной кислотах. Укажите, какие из них относятся к окислительно-восстановительным. Коэффициенты в реакциях подберите методом электронного баланса.

**45.** Может ли быть восстановителем азотная кислота? Как объясняются ее окислительные свойства? Приведите примеры.

**46.** Проанализируйте следующие уравнения реакций:



В каком случае глубина восстановления  $\text{KMnO}_4$ :

а) наибольшая; б) наименьшая? Коэффициенты в этих реакциях подберите методом электронного баланса.

**47.** Какую роль в окислительно-восстановительных реакциях играет сульфид-ион?

а) окислителя;

б) восстановителя;

с) и окислителя, и восстановителя;

д) не проявляет окислительно-восстановительных свойств.

Подтвердите ответ химическими реакциями.

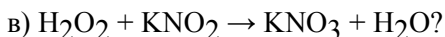
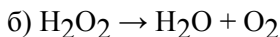
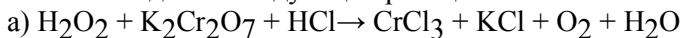
**48.** Какие продукты превращения хлора образуются в окислительно-восстановительных реакциях, в которых хлор является окислителем:

а)  $\text{KClO}$ ; б)  $\text{HCl}$ ; в)  $\text{Cl}_2\text{O}$ ; г)  $\text{KClO}_3$ ; д)  $\text{KCl}$ ; е)  $\text{HClO}_4$

**49.** Какие продукты превращения хлора образуются в окислительно-восстановительных реакциях, в которых хлор является восстановителем:

а)  $\text{KClO}$ ; б)  $\text{HCl}$ ; в)  $\text{Cl}_2\text{O}$ ; г)  $\text{KClO}_3$ ; д)  $\text{KCl}$ ; е)  $\text{HClO}_4$

**50.** К какому типу окислительно-восстановительных реакций относится каждая из следующих реакций:



## 5. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

В основе *расчетов по термохимическим уравнениям* лежит закон сохранения и превращения энергии. При любых превращениях веществ один вид энергии переходит в эквивалентном количестве в другой ее вид, поэтому общий запас энергии остается постоянным.

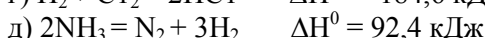
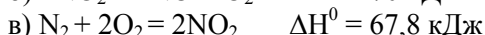
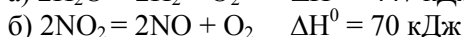
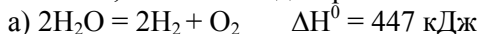
1. По термохимическому уравнению синтеза аммиака рассчитайте, сколько теплоты выделяется при образовании 2 л аммиака (н.у.).

*Решение.* Записываем термохимическое уравнение:

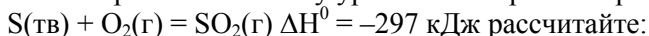


Составляем пропорцию: при образовании 22,4 л  $\text{NH}_3$  выделяется 46 кДж теплоты, а при образовании 2 л  $\text{NH}_3$  – X. Тогда  $X = 46 \cdot 2/22,4 = 4,1 \text{ кДж}$

2. Определите, какие из следующих реакций являются экзотермическими, а какие – эндотермическими?



3. По термохимическому уравнению горения серы:



а) какое количество теплоты выделится при сгорании 640 г серы?

б) сколько литров кислорода (н.у.) вступает в реакцию, если при этом выделяется 59,4 кДж теплоты?

в) сколько граммов серы сгорело, если известно, что выделилось 594 кДж теплоты?

4. Термохимическое уравнение реакции горения угля:  $C + O_2 = CO_2 + 402,24 \text{ кДж}$ . Какова масса сгоревшего угля, если при реакции выделилось 167600 кДж теплоты?

5. Рассчитайте, какое количество теплоты выделится при сгорании 67,2 л ацетилена:



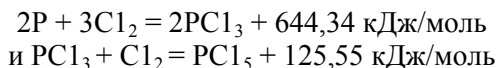
$$(Q_{\text{обр.}(CO_2)} = 393 \text{ кДж/моль}; Q_{\text{обр.}(H_2O)} = 286 \text{ кДж/моль}; \\ Q_{\text{обр.}C_2H_2} = -228 \text{ кДж/моль}).$$

6. По закону Гесса вычислите теплоту конденсации воды:

$$(Q_{\text{обр.}H_2O(ж)} = 286 \text{ кДж/моль}; Q_{\text{обр.}(H_2O(г))} = 242 \text{ кДж/моль}).$$

7. При образовании 1 моля HI из  $I_2$  и  $H_2$  выделилось 3000 кал тепла. Чему равна энтальпия образования HI?

8. Чему равен тепловой эффект реакции  $2P + 5Cl_2 = 2PCl_5$  по тепловым эффектам реакций:



Чему равна энтальпия этой реакции?

9. Определите, какие из следующих реакций являются экзотермическими, а какие – эндотермическими?

- |                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| а) $H_2 + S = H_2S$         | $\Delta H^0 = -20,15 \text{ кДж}$  |
| б) $CO + 2H_2 = CH_3OH$     | $\Delta H^0 = -128,05 \text{ кДж}$ |
| в) $2H_2O = 2H_2 + O_2$     | $\Delta H^0 = 447 \text{ кДж}$     |
| г) $H_2 + Cl_2 = 2HCl$      | $\Delta H^0 = -187,6 \text{ кДж}$  |
| д) $H_2 + CO_2 = CO + H_2O$ | $\Delta H^0 = -2,85 \text{ кДж}$   |

10. При взаимодействии 1 моля водорода и 1 моля хлора выделилось 44000 кал тепла. Вычислите энтальпию образования HCl.

11. В смеси, состоящей из 22,4 л хлора и 22,4 л водорода, прошла реакция. Каково изменение энтальпии данной реакции? ( $\Delta H_{\text{HCl}} = -22000 \text{ кал/моль}$ ).

**12.** По термохимическому уравнению  $C(тв) + O_2(г) = CO_2(г)$ ;  $\Delta H^0 = -394$  кДж рассчитайте:

- а) сколько выделится теплоты при сгорании 1 кг угля?
- б) сколько литров кислорода вступило в реакцию (н.у.), если выделилось 240 кДж теплоты?
- в) сколько литров углекислого газа (н.у.) образуется, если выделяется 788 кДж теплоты?

**13.** Составьте термохимическое уравнение образования жидкой воды из простых веществ, если известно, что при образовании 1 моля воды выделяется 286 кДж теплоты.

**14.** Составьте термохимическое уравнение образования газобразной воды из простых веществ, если известно, что при образовании 9 г  $H_2O(г)$  выделяется 123 кДж теплоты. Обратите внимание, что при образовании воды в разном агрегатном состоянии –  $H_2O(г)$  и  $H_2O(ж)$  выделяется разное количество теплоты.

**15.** Определите, выделяется или поглощается энергия в процессе реакции  $H_2 + Cl_2 = 2HCl$ , если известно, что:

- а) при разрыве химической связи в молекуле  $H_2$  поглощается 416,8 кДж энергии (в расчете на 1 моль);
- б) при разрыве химической связи в молекуле  $Cl_2$  поглощается 243,6 кДж энергии (в расчете на 1 моль);
- в) при образовании новой химической связи в молекуле  $HCl$  выделяется 433,02 кДж энергии (в расчете на 1 моль).

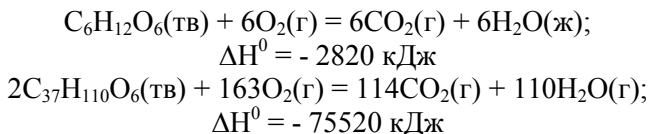
**16.** Составьте термохимическое уравнение образования гидроксида кальция из оксида кальция и воды, если известно, что при образовании 1 моля гидроксида кальция выделяется 165,3 кДж теплоты.

**17.** По термохимическому уравнению  $N_2(г) + 3H_2(г) = 2NH_3(г)$ ;  $\Delta H^0 = -92$  кДж рассчитайте, сколько теплоты выделится при образовании 67,2 л аммиака при н.у.

**18.** Главным источником энергии для большинства животных организмов являются жиры и углеводы. В организме эти вещества «сгорают» – окисляются кислородом, поступающим из воздуха в легкие и переносимым гемоглобином крови. Теплотворная способность (калорийность) пищи оценивается ее тепловым



эффектом сгорания (кДж/г или ккал/г). Сравните калорийность углеводов (глюкозы) и жиров (тристеарат глицерина):



В выражение *константы равновесия* в числителе записывается произведение равновесных концентраций (или давлений) компонентов правой части уравнения реакции, а в знаменателе – произведение равновесных концентраций (или давлений) левой части уравнения реакции. Все равновесные концентрации (и давления) записываются в степенях стехиометрических коэффициентов уравнения реакции. В выражениях констант равновесия не отражаются такие компоненты, концентрации которых не изменяются. Это твердые и иногда жидкие вещества.

**19.** Составьте выражения констант равновесия для следующих гомогенных систем:

- а)  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{г})$
- б)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$
- в)  $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$

**20.** Напишите выражения констант равновесия для следующих гетерогенных систем:

- а)  $\text{C} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}$
- б)  $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$
- в)  $\text{C} + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_4$

**21.** Вычислите равновесные концентрации водорода и йода, если известно, что их исходные концентрации  $\text{C}_{\text{H}_2}$  и  $\text{C}_{\text{I}_2}$  составляли 0,02 моль/л, а равновесная концентрация HI равна 0,03 моль/л.

Вычислите константу равновесия.

*Решение.* Из уравнения реакции  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$  видно, что на образование 0,03 моль/л HI расходуется 0,015 моль/л водорода и столько же йода. Следовательно, их равновесные концентрации равны и составляют  $0,02 - 0,015 = 0,005$  моль/л, а константа равновесия

$$K = [\text{HI}]^2 / [\text{H}_2] \cdot [\text{I}_2] = 0,03^2 / 0,005^2 = 36.$$

**22.** В системе  $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$  (при 625K)  $[\text{Cl}_2] = 0,3$  моль/л;  $[\text{CO}] = 0,2$  моль/л и  $[\text{COCl}_2] = 1,2$  моль/л. Вычислите константу равновесия системы и начальные концентрации хлора  $\text{C}_{\text{Cl}_2}$  и оксида углерода (II)  $\text{C}_{\text{CO}}$ .

*Решение.* Константа равновесия данной реакции

$$K = [\text{COCl}_2] / [\text{CO}] \cdot [\text{Cl}_2] = 1,2 / 0,3 \cdot 0,2 = 20.$$

Из уравнения реакции видно, что для образования 1,2 моль/л  $\text{COCl}_2$  расходуется по 1,2 моль/л  $\text{CO}$  и  $\text{Cl}_2$ .

Следовательно, исходная концентрация хлора  $\text{C}_{\text{Cl}_2} = 0,3 + 1,2 = 1,5$  моль/л, в оксиде углерода (II)  $\text{C}_{\text{CO}} = 0,2 + 1,2 = 1,4$  моль/л.

**23.** Исходные концентрации оксида углерода (II) и паров воды равны и составляют 0,03 моль/л. Вычислите равновесные концентрации  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{H}_2$  в системе  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ , если равновесная концентрация  $\text{CO}_2$  оказалось равной 0,01 моль/л. Вычислите константу равновесия.

**24.** При некоторой температуре равновесные концентрации в системе  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$  составляли соответственно  $[\text{SO}_2] = 0,04$  моль/л,  $[\text{O}_2] = 0,06$  моль/л,  $[\text{SO}_3] = 0,02$  моль/л. Вычислите константу равновесия и исходные концентрации оксида серы (IV) и кислорода.

**25.** Вычислите константу равновесия системы  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ , если в состоянии равновесия концентрация аммиака составляет 0,4 моль/л, азота 0,03 моль/л, а водорода 0,1 моль/л.

**26.** Как запишется уравнение для константы химического равновесия реакции разложения карбоната кальция?

**27.** Как запишется выражение для скорости реакции горения серы?

**28.** Напишите выражение скорости реакций, протекающих между:

- а) азотом и кислородом;
- б) водородом и кислородом;
- в) оксидом азота (II) и кислородом;
- г) диоксидом углерода и раскаленным углем

**29.** Напишите выражение скорости реакций, протекающих по схеме  $\text{A} + \text{B} = \text{AB}$ , если:

- а) А и В – газообразные вещества;
- б) А и В – жидкости, смешивающиеся в любых отношениях;
- в) А и В – вещества, находящиеся в растворе;
- г) А – твердое вещество, а В – газ или вещество, находящееся в растворе

**30.** Напишите выражение скорости химической реакции, протекающей в гомогенной системе по уравнению  $A + 2B = AB_2$  и определите, во сколько раз увеличится скорость этой реакции, если:

- а) концентрация А увеличивается в два раза;
- б) концентрация В увеличится в два раза;
- в) концентрация обоих веществ увеличивается в два раза

**31.** Во сколько раз следует увеличить концентрацию оксида углерода (II) в системе  $2CO = CO_2 + C$ , чтобы скорость реакции увеличилась в четыре раза?

**32.** Напишите уравнение скорости реакции  $C + O_2 = CO_2$  и определите, во сколько раз увеличится скорость реакции при увеличении концентрации кислорода в три раза.

**33.** Реакция между оксидом азота (II) и хлором протекает по уравнению  $2NO + Cl_2 \rightleftharpoons 2NOCl$ .

Как изменится скорость реакции при увеличении:

- а) концентрации оксида азота в два раза;
- б) концентрации хлора в два раза;
- в) концентрации обоих веществ в два раза

**34.** Напишите уравнение зависимости скорости реакции

$4HCl + O_2 = 2H_2O + 2Cl_2$  от концентрации реагирующих веществ.

**35.** Во сколько раз увеличится скорость реакции  $CO + Cl_2 = COCl_2$ , если концентрация исходных веществ увеличится в 3 раза?

**36.** Как изменится скорость реакции  $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ , если давление в системе увеличить в 2 раза?

**37.** Во сколько раз увеличиться скорость химической реакции при повышении Т на 50 °С, если температурный коэффициент равен 2?

**38.** Чему равен температурный коэффициент, если при увеличении температуры на 50 °С скорость реакции возросла в 32 раза?

39. На сколько градусов надо увеличить температуру, чтобы скорость реакции возросла в 27 раз? Температурный коэффициент скорости реакции равен 3.

Направление, в котором происходит смещение равновесия при изменении внешних условий, можно определить применяя *принцип Ле Шателье*, согласно которому, если находящуюся в равновесии систему подвергнуть внешнему воздействию (изменить температуру, концентрации или давление), то в системе происходят изменения, уменьшающие это внешнее воздействие.

40. В системе  $A + B \rightleftharpoons C$ ,  $\Delta H^0 < 0$ , где A, B и C – газы, установилось равновесие. Какое влияние на равновесное количество вещества C в единице объема системы окажут:

- а) увеличение давления;
- б) увеличение количества вещества A в системе;
- в) повышение температуры?

*Решение.*

1) При протекании реакции общее количество вещества газообразных веществ уменьшается (с 2 моль до 1 моль). В соответствии с принципом Ле Шателье повышение давления приведет к смещению равновесия в сторону реакции, приводящей к меньшему количеству газов, т.е. в сторону образования вещества C. Следовательно,  $n(C)$  увеличивается.

2) При увеличении  $n(A)$  равновесие будет смещаться в сторону реакции, которая уменьшает  $n(A)$ , т.е. в сторону образования продукта C. Следовательно,  $n(C)$  увеличивается.

3) Так как  $\Delta H^0 < 0$ , то теплота выделяется в ходе прямой реакции, она является экзотермической. Обратная реакция будет эндотермической. Повышение температуры всегда благоприятствует протеканию реакции с поглощением теплоты, т.е. равновесие сместится в сторону веществ A и B, и  $n(C)$  уменьшится.

41. При определенных условиях реакция хлороводорода с кислородом является обратимой:  $4HCl(g) + O_2 \rightleftharpoons 2Cl_2(g) + 2H_2O(g)$ ,  $\Delta H^0 = -116,4$  кДж. Какое влияние на равновесное состояние системы окажут:

- а) увеличение давления;
- б) повышение температуры;
- в) введение катализатора?

*Решение.*

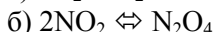
1) Все вещества в системе – газы. В соответствии с принципом Ле Шателье повышение давления приводит к смещению равновесия в сторону реакции, приводящей к меньшему количеству веществ газов, т.е. в сторону образования  $\text{Cl}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ .

2) Так как прямая реакция экзотермическая, то повышение температуры будет способствовать протеканию процесса с поглощением теплоты, т.е. равновесие сместится в сторону протекания эндотермической реакции – образования  $\text{HCl}$  и  $\text{O}_2$ .

3) Катализатор в одинаковой степени ускоряет прямую и обратную реакции, поэтому в его присутствии равновесные количества веществ не изменятся.

**42.** Как сместить равновесие реакции  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} \rightleftharpoons 3\text{Fe} + 4\text{CO}_2 - Q$  влево?

**43.** В какую сторону сместятся равновесия в реакциях при повышении давления?



**44.** В каком направлении сместится равновесие системы  $\text{H}_2 + \text{S} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S}$ , если:

а) увеличить концентрацию водорода;

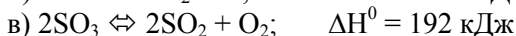
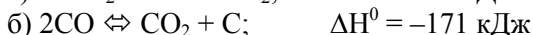
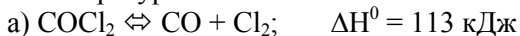
б) понизить концентрацию сероводорода?

**45.** В каком направлении сместится равновесие системы  $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$ , если:

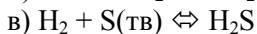
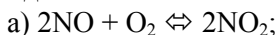
а) увеличить концентрацию водорода;

б) уменьшить концентрацию паров воды?

**46.** В каком направлении сместится равновесие при повышении температуры систем:



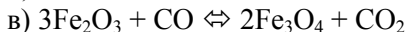
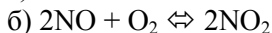
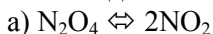
**47.** В каком направлении сместится равновесие при повышении давления в системах:



**48.** Реакция протекает по уравнению  $2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{ж})$ ,  $\Delta H^0 = -284$  кДж. Изменением каких параметров можно добиться смещение равновесия в сторону образования оксида серы (VI)?

**49.** Как надо изменить температуру и давление, чтобы равновесие в реакции разложения карбоната кальция  $\text{CaCO}_3 \rightleftharpoons \text{CaO} + \text{CO}_2$ ,  $\Delta H^0 = 178$  кДж сместить в сторону продуктов разложения.

**50.** На какую из приведенных ниже систем может повлиять изменение давления?



## 6. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ВЫРАЖЕНИЕ СОСТАВА РАСТВОРОВ

1. Какую массу фосфата калия и воды надо взять для приготовления раствора с массовой долей  $K_3PO_4$  8% массой 50 г?

*Решение.* Используя формулу  $w(X) = m(X) / m$ , определяем, какая масса соли потребуется для приготовления раствора с  $w(K_3PO_4) = 0,08$  (8%) массой 250 грамм:

$$\omega(K_3PO_4) = m \cdot \omega(K_3PO_4); m(K_3PO_4) = 250 \cdot 0,08 \text{ г} = 20 \text{ г}.$$

Находим массу воды, необходимую для приготовления раствора:

$$m(H_2O) = m - m(K_3PO_4); m(H_2O) = 250 - 20 = 230 \text{ г}.$$

2. Какую массу соли и воды надо взять для приготовления раствора с массовой долей сульфата натрия 0,12 массой 40 кг?

3. В воде объемом 200 мл растворили соль массой 40 г. Определите массовую долю соли в полученном растворе, приняв плотность воды равной 1 г/мл.

*Решение.* Определяем массу растворителя (воды):

$$m(H_2O) = V(H_2O) \cdot \rho(H_2O), m(H_2O) = 200 \cdot 1 \text{ г} = 200 \text{ г},$$

где  $V(H_2O)$  – объем воды;  $\rho(H_2O)$  – ее плотность.

Масса полученного раствора составляет:  $m = m(\text{соли}) + m(H_2O)$ ;  $m = 40 + 200 = 240 \text{ г}$ .

Рассчитываем массовую долю соли в растворе:

$$\omega(\text{соли}) = m(\text{соли}) / m; \omega(\text{соли}) = 40/240 = 0,167 \text{ или } 16,7\%.$$

4. В бензоле объемом 170 мл растворили серу массой 1,8 г. Плотность бензола равна 0,88 г/мл. Определите массовую долю серы в растворе.

5. Сколько граммов растворенного вещества и воды содержится:

- а) в 250 г 8%-го раствора  $K_2CO_3$
- б) в 400 г 12%-го раствора  $H_2SO_4$
- в) в 750 г 15%-ного раствора  $HCl$
- г) в 2,5 кг 20%-го раствора  $KOH$
- д) в 120 г 6%-го раствора  $NH_3$ ?

6. Вычислите массовую долю растворенных веществ в растворах, содержащих:

- а) 60 г  $AgNO_3$  в 750 г воды
- б) 12 г  $NaCl$  в 450 г воды
- в) 75 г  $K_2CO_3$  в 300 г воды

7. Сколько граммов соли и воды содержится в 800 г 12%-ного раствора нитрата натрия?

*Решение.* Масса растворенной соли составляет 12% от массы раствора, т.е.  $800 \cdot 12/100 = 96$  г  $NaNO_3$ , а масса растворителя составляет 88% от массы раствора, т.е.  $800 \cdot 88/100 = 704$  г воды.

8. Сколько граммов 5%-го раствора можно приготовить из  $KOH$  и 100 г воды?

*Решение.* По условию задачи, 100 г воды составляют 95% массы всего раствора. Тогда масса раствора равна  $100 \cdot 100/95 = 105,2$  г.

9. Сколько граммов  $HCl$  следует растворить в 250 г воды для получения 10%-го раствора  $HCl$ ?

*Решение.* 250 г воды составляют 90% массы раствора. Масса  $HCl$  составляет 10% массы раствора, или  $250 \cdot 10/90 = 27,7$  г.

10. Сколько грамм  $K_3PO_4$  необходимо для приготовления 150 мл 3,5%-го раствора?

11. Какие массы йода и спирта необходимы для приготовления 300 г раствора с массовой долей йода 5%?

12. Сахар массой 1 кг растворили в воде объемом 5 л. Найти массовую долю (%) сахара в этом растворе.

13. Какой раствор более сладкий: раствор I – 5 г сахара в 10 г воды или II раствор – 7 г сахара в 14 г воды?

14. Сколько граммов растворенного вещества содержится в 50 г раствора с массовой долей вещества 10%?

- а) 10 г    б) 20 г    в) 5 г    г) 40 г    д) 50 г



**15.** Как приготовить 2%-ный раствор сульфата меди массой 150 г?

**16.** К раствору массой 250 г, массовая доля соли в котором составляет 10%, прилили воду объемом 150 мл. Приняв плотность воды равной 1 г/мл, определите массовую долю соли в полученном растворе.

**17.** Водный раствор с массовой долей аммиака 10% называют *нашатырным спиртом*. Какой объем газа потребуется при нормальных условиях для получения нашатырного спирта объемом 200 мл и плотностью 0,96 г/мл?

**18.** В лаборатории есть растворы с массовой долей хлорида натрия 10 и 20%. Какую массу каждого раствора надо взять для получения раствора с массовой долей соли 12% массой 300 г?

*Решение.*

Введем обозначения:  $\omega_1(\text{NaCl}) = 0,1$  (10%);  $\omega_2(\text{NaCl}) = 0,2$  (20%);  $\omega(\text{NaCl}) = 0,12$  (12%).

Из определения массовой доли следует:

$$\omega_1(\text{NaCl}) = m_1(\text{NaCl})/m_1; 0,1 = m_1(\text{NaCl})/m_1; m_1(\text{NaCl}) = 0,1m_1.$$

Аналогично получаем:  $\omega_2(\text{NaCl}) = m_2(\text{NaCl})/m_2$ ;

$$m_2(\text{NaCl}) = 0,2m_2.$$

Масса NaCl в растворе, который надо приготовить, составляет:

$$m(\text{NaCl}) = m_1(\text{NaCl}) + m_2(\text{NaCl}); m(\text{NaCl}) = 0,1m_1 + 0,2m_2.$$

Для раствора с  $\omega(\text{NaCl}) = 0,12$  записываем:

$$\omega(\text{NaCl}) = m(\text{NaCl})/m; 0,12 = (0,1m_1 + 0,2m_2)/300.$$

Отсюда следует:  $m_1 + 2m_2 = 360$ , где  $m_1$  и  $m_2$  – массы растворов с  $\omega_1(\text{NaCl})$  и  $\omega_2(\text{NaCl})$  соответственно, которые необходимо взять.

Находим массу раствора, который надо приготовить:

$$m = m_1 + m_2 \text{ или } m_1 + m_2 = 300, \text{ откуда находим } m_1 = 240 \text{ г, } m_2 = 60 \text{ г.}$$

**19.** К метиловому спирту массой 32 г и плотностью 0,8 г/мл добавили воду до объема 80 мл.

Определите объемную долю спирта в растворе.

*Решение.* Рассчитаем объем растворенного спирта:

$$V(\text{спирт}) = m(\text{спирт})/\rho(\text{спирт}); V(\text{спирт}) = 32/0,8 = 40 \text{ мл.}$$

Определяем объемную долю спирта в растворе:

$$\varphi(\text{спирт}) = V(\text{спирт})/V(\text{спирт}); \varphi = 40/80 = 0,5 \text{ или } 50\%.$$

**20.** Определите, какую массу глицерина плотностью 1,26 г/мл надо взять для приготовления водного раствора объемом 50 мл с объемной долей глицерина 30%.

**21.** К воде массой 40 г прилили ацетон объемом 100 мл и получили раствор с плотностью 0,88 г/мл. Определите объемную долю ацетона в растворе, если плотность ацетона равна 0,79 г/мл.

Число молей растворенного вещества, содержащееся в 1 л раствора, называют *молярной концентрацией раствора*. Единицу молярной концентрации обозначают буквой М. Если вещество обладает большой растворимостью и малой молярной массой, то можно приготовить растворы с высокой молярной концентрацией, например, растворы нитрита натрия могут содержать до 30 моль/л.

*Молярным* называют раствор, в 1 литре которого содержится 1 моль растворенного вещества. Растворы, содержащие в 1 литре раствора доли молей, а именно: 0,1; 0,2; 0,01; 0,001, называют соответственно *децимолярными (0,1М)*, *двудецимолярными (0,2М)*, *сантимолярными (0,01М)*, *миллимолярными (0,001М)* и т.д. Растворы, содержащие 2, 3, 4 и далее ... молей растворенного вещества в 1 л раствора, называют соответственно *двумолярными (2М)*, *трёхморными (3М)*, *четырёхмолярными (4М)* и т.д.

*Молярная концентрация* – это отношение количества растворенного вещества к объему раствора:  $c(X) = n(X)/V$ , где  $c(X)$  – молярная концентрация вещества X;  $n(X)$  – количество растворенного вещества;  $V$  – объем раствора. Тогда произведение молярной концентрации раствора на его объем в литрах есть число молей вещества, растворенного в данном объеме:  $n(X) = c(X) \cdot V$ .

**22.** В воде растворили гидроксид калия массой 11,2 г, объем раствора довели до 200 мл.

Определите молярную концентрацию полученного раствора.

*Решение.* Рассчитаем количество вещества растворенного гидроксида калия:

$$n(\text{KOH}) = m(\text{KOH})/M(\text{KOH}); \quad n(\text{KOH}) = 11,2/56 = 0,2 \text{ моль.}$$

Определяем молярную концентрацию раствора:  $c(\text{KOH}) = n(\text{X})/V$ ;  $c(\text{KOH}) = 0,2/0,2 = 1 \text{ моль/л.}$

**23.** Как приготовить 0,5 л 1,5М раствора серной кислоты из 96%-го раствора ( $\rho = 1,84$ )?

*Решение.* 0,5 л 1,5М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  содержат  $1,5 \cdot 0,5 = 0,75$  моль кислоты. Молекулярная масса  $\text{H}_2\text{SO}_4$  равна 98,08 а.е.м. Следовательно, надо взять  $98,08 \cdot 0,75 = 73,6 \text{ г } \text{H}_2\text{SO}_4$ .

Находим объем 96%-ного раствора серной кислоты:  $V = 73,6 / 1,84 \cdot 0,96 = 42 \text{ мл.}$

Таким образом, нужно взять 42 мл 96%-го раствора серной кислоты, осторожно влить его, например в 300 мл воды, ополоснуть измерительный сосуд небольшим объемом воды и добавить к раствору серной кислоты. Затем при перемешивании долить воды до объема 450-480 мл и после охлаждения довести объем раствора водой до 0,5 л.

**24.** Как приготовить 750 мл 0,1М раствора сульфата натрия?

**25.** Определите молярную концентрацию раствора, содержащего 14,5 г фторида калия в 250 мл водного раствора.

**26.** Какой объем 0,1М раствора  $\text{HCl}$  можно приготовить из 5 мл 1М раствора  $\text{HCl}$ ?

**27.** Какую массу серной кислоты надо взять для приготовления раствора объемом 2,5 л, если  $C(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ моль/л}$ ?

**28.** Сколько молей растворенного вещества содержится в 1 л 0,1 М раствора?

а) 0,2 моля   б) 1 моль   в) 0,1 моль   г) 0,01 моль   д) 1,5 моля

**29.** Сколько граммов  $\text{NaOH}$  нужно взять для приготовления 300мл 1М раствора?:

а) 40   б) 12   в) 24   г) 120   д) 1,2

Число молей эквивалентов растворенного вещества, содержащегося в 1 л раствора, называют *нормальной концентрацией*

*раствора.* Единицу нормальной концентрации обозначают буквой Н. Если вещество обладает значительной растворимостью и малой молярной массой эквивалентов, то могут быть получены растворы с высокой нормальной концентрацией.

*Нормальным* называют раствор, в 1 л которого содержится 1 моль эквивалентов растворенного вещества. Растворы, содержащие доли молей эквивалентов в 1 л раствора, а именно: 0,1; 0,2; 0,001, называются *децинормальными* (0,1Н), *двудецинормальными* (0,2Н), *миллинормальными* (0,001Н) и т.д., а содержащие 2, 3, 4... моль эквивалентов называют соответственно *двунормальными*, *трехнормальными* и т.д.

**30.** Как приготовить 0,5 л 1,5Н раствора серной кислоты из 96%-ного раствора ( $\rho = 1,84$ )?

*Решение.* 0,5 л 1,5Н раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  содержат  $1,5 \cdot 0,5 = 0,75$  моль эквивалентов серной кислоты. Эквивалент равен  $98,09/2 = 49,04$  а.е.м., а молярная масса эквивалентов равна 49,04 г/моль. Следовательно, надо взять  $49,04 \cdot 0,75 = 36,8$  г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Находим объем 96%-го раствора серной кислоты:  $V = 36,8 / 1,84 \cdot 0,96 = 21$  мл.

Таким образом, нужно взять 21 мл 96%-го раствора серной кислоты, осторожно влить его, например в 300 мл воды, ополоснуть измерительный сосуд небольшим объемом воды и добавить к раствору серной кислоты. Затем при перемешивании долить воды до объема 450-480 мл и после охлаждения довести объем раствора водой до 0,5 л.

**31.** Как приготовить 500 мл 1,5Н раствора карбоната калия?

*При переходе от молярных концентраций к нормальным и наоборот* нужно учитывать соотношение между молярной массой соединения и молярной массой его эквивалентов в данной реакции. Для растворов соединений типа  $\text{HCl}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KNO}_3$  и т.п., у которых эквивалент совпадает с молекулярной массой, молярная и нормальная концентрации численно равны.

Для соединений типа  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$  и т.п. эквивалент составляет половину молекулярной массы, а молярная масса эквивалентов – половину молярной массы соединения. Поэтому нормальные растворы этих соединений будут в то же

время полумолярными, а молярные – двунормальными. Из-за аналогичных различий эквивалентов и молекулярных масс 2М раствор  $\text{H}_3\text{PO}_4$  является шестинормальным, а 1,2Н раствор  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  – двудецимолярным.

Для перехода от содержания вещества в массовых долях к молекулярным и нормальным концентрациям и обратно нежно учитывать плотность растворов.

**32.** Вычислите молярную и нормальную концентрации 49%-го раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ( $\rho = 1,33$ ).

*Решение.* 1 л раствора имеет массу 1330 г и содержит  $1330 \cdot 0,49 = 650$  г  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , что составляет  $(1330 \cdot 0,49) / 98 = 6,6$  моль, или  $6,6 \cdot 3 = 19,8$  моль эквивалентов  $\text{H}_3\text{PO}_4$ . Следовательно, раствор является 6,6М или 19,8Н.

**33.** Вычислите массовую долю  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в ее 5М растворе ( $\rho = 1,29$ ).

*Решение.* Масса 1 л раствора составляет 1290 г. Он содержит согласно условию,  $98 \cdot 5 = 490$  г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Следовательно, массовая доля  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в растворе составляет  $(490 \cdot 100) / 1290 = 38\%$ .

**34.** Молярная концентрация в три раза больше, нормальной для соединения:

- а)  $\text{H}_3\text{PO}_4$
- б)  $\text{FeCl}_2$
- в)  $\text{HCl}$
- г)  $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- д)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

**35.** Молярная и нормальная концентрации равны для соединения:

- а)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- б)  $\text{ZnCl}_2$
- в)  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- г)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
- д)  $\text{CuS}$

**36.** Нормальная концентрация в 2 раза меньше, чем молярная для соединения:

- а)  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$
- б)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- в)  $\text{NH}_4\text{Cl}$

г)  $\text{NH}_4\text{OH}$

д)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

*Использование нормальных концентраций упрощает* вычисление объемов растворов реагирующих друг с другом веществ. Сколько молей эквивалентов одного вещества вступает в реакцию, столько же и другого. Это, например, означает, что 1 моль эквивалентов  $\text{BaCl}_2$  реагирует с 1 моль эквивалентов  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , а 0,3 моль эквивалентов  $\text{BaCl}_2$  – с 0,3 моль эквивалентов  $\text{AgNO}_3$ , при этом осаждается 0,3 моль эквивалентов  $\text{AgCl}$ .

Если растворы реагирующих веществ имеют одинаковые нормальные концентрации, то для проведения реакции надо взять их равные объемы.

***Произведение нормальной концентрации раствора на его объем в литрах есть число молей эквивалентов, содержащееся в данном объеме.*** Обозначив нормальные концентрации двух реагирующих растворов через  $c_1$  и  $c_2$ , а их объемы через  $V_1$  и  $V_2$ , получим  $c_1V_1 = c_2V_2$ , или  $V_2/V_1 = c_1/c_2$ .

Объемы реагирующих друг с другом растворов обратно пропорциональны их нормальным концентрациям.

**37.** Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  необходимо для взаимодействия со 100 мл 4Н раствора  $\text{HCl}$ ?

*Решение.* В 100 мл 4Н раствора  $\text{HCl}$  содержится 400 ммоль его эквивалентов. Для взаимодействия с этим количеством эквивалентов  $\text{HCl}$  потребуется такое же количество эквивалентов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Молярная масса эквивалентов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  составляет 53 г. 1 ммоль эквивалентов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  имеет массу 53 г, а 400 ммоль –  $53 \cdot 400 = 21\,200$  мг = 21,2 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

**38.** Сколько граммов вещества следует взять для приготовления:

а) 2 л 0,6М раствора  $\text{K}_2\text{CO}_3$

б) 0,5 л 0,1М раствора  $\text{AgNO}_3$

в) 100 мл 0,4М раствора  $\text{KCl}$

г) 1 л 0,1Н раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$

д) 500 мл 0,2Н раствора  $\text{CuCl}_2$

**39.** Сколько граммов растворенного вещества содержит 1 л следующих растворов:

а) 0,1Н  $\text{HCl}$

б) 0,5М  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

в)  $0,3\text{Н H}_3\text{PO}_4$

г)  $0,1\text{М Al}_2(\text{SO}_4)_3$

д)  $1,8\text{Н Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ?

**40.** Какой объем нормального раствора можно приготовить из:

а) 1 кг 63%-го раствора  $\text{HNO}_3$

б) 20 мл 20%-го раствора  $\text{HCl}$  ( $\rho = 1,1$ )

в) 120 мл 30%-го раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ( $\rho = 1,19$ )?

**41.** Сколько литров  $0,1\text{Н}$  раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  можно приготовить из 70 мл 50%-го раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,4$ )?

**42.** Сколько мл  $8\text{Н}$  раствора  $\text{NaOH}$  можно приготовить из:

а) 1 кг 42%-го раствора  $\text{NaOH}$

б) 1 л 42%-го раствора  $\text{NaOH}$  ( $\rho = 1,45$ )?

**43.** Сколько миллилитров 40%-го раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$  ( $\rho = 1,25$ ) нужно для приготовления:

а) 400 мл  $0,25\text{М}$  раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$

б) 3 л  $0,15\text{Н}$  раствора  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ?

**44.** Вычислите массовую долю растворенного вещества в следующих растворах:

а)  $10\text{Н H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,29$ )

б)  $7,98\text{Н HCl}$  ( $\rho = 1,13$ )

в)  $8,55\text{Н KOH}$  ( $\rho = 1,35$ )

г)  $0,7\text{Н NaOH}$  ( $\rho = 1,03$ )

д)  $3,07\text{Н Na}_2\text{CO}_3$  ( $\rho = 1,15$ )

**45.** Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  требуется для взаимодействия с 600 мл  $0,5\text{Н HNO}_3$ ?

**46.** Какой объем  $4\text{Н HCl}$  требуется для нейтрализации 10 г  $\text{NaOH}$ ?

**47.** Какой объем  $3\text{Н H}_2\text{SO}_4$  требуется для нейтрализации 8,415 г  $\text{KOH}$ ?

**48.** Сколько мл  $0,4\text{Н HCl}$  нужно прибавить к раствору  $\text{AgNO}_3$  для получения 0,2866 г  $\text{AgCl}$ ?

**49.** В 200 г воды растворено 18 г вещества. Вычислить процентную концентрацию раствора.

**50.** Определить нормальность раствора серной кислоты, в 250 мл которого содержится 24,5 г.

## 7. СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

1. Укажите сильные электролиты:  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ .

2. Укажите группу веществ, в которой находятся только слабые электролиты:

- а)  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{HCl}$
- б)  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ,  $\text{AlCl}_3$
- в)  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$
- г)  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{HCl}$
- д)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

3. Составьте уравнения реакций, протекающих в водных растворах в молекулярной, ионной и сокращенной ионной формах между:

- а) сульфидом натрия и сульфатом меди (II);
- б) сульфатом железа (III) и гидроксидом натрия;
- в) оксидом углерода (IV) и гидроксидом бария;
- г) силикатом натрия и соляной кислотой;
- д) сульфидом железа (II) и серной кислотой

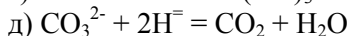
4. Составьте полные и сокращенные ионные уравнения следующих реакций:

- а)  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{KNO}_3$
- б)  $\text{HNO}_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- в)  $\text{NaOH} + \text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{NaNO}_3$
- г)  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{BaCO}_3 + \text{HNO}_3$
- д)  $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

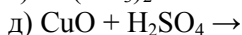
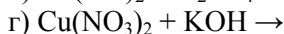
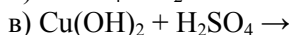
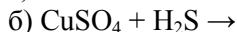
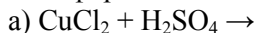
5. Составьте по два различных уравнения в молекулярной форме, которые соответствовали бы следующим уравнениям в сокращенной ионной форме:

- а)  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$
- б)  $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- в)  $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{PbSO}_4$

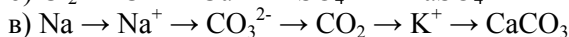
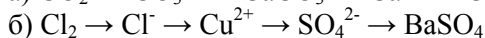
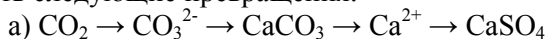




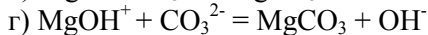
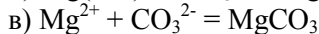
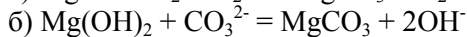
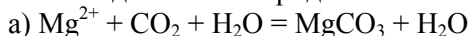
**6.** Составьте уравнения тех реакций, которые протекают практически до конца, и запишите уравнения в сокращенной ионной форме:



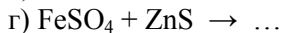
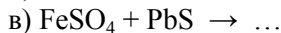
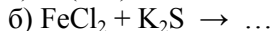
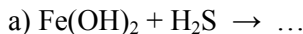
**7.** Напишите уравнения реакций в молекулярной и сокращенной ионной формах, при помощи которых можно осуществить следующие превращения:



**8.** Какое сокращенное ионное уравнение соответствует реакции взаимодействия хлорида магния и карбоната натрия?



**9.** Какие реагирующие вещества соответствуют ионному уравнению  $\text{Fe}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{FeS}$ ?

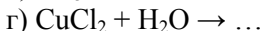
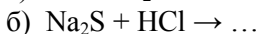


**10.** Напишите схемы диссоциации следующих солей:  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{KHCO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ ,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{NaHS}$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})\text{NO}_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KAlO}_2$ .

**11.** Напишите схемы диссоциации по ступеням и выражения констант диссоциации электролитов  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  (для каждой ступени диссоциации).

**12.** Почему раствор гидроксида аммония имеет сильный запах аммиака, а раствор хлорида аммония – нет?

**13.** Укажите реакцию гидролиза соли:



**14.** Вычислите концентрацию ионов водорода  $\text{H}^+$  в водном растворе, если концентрация гидроксид-ионов  $\text{OH}^-$  равна  $10^{-11}$  моль/л. Определите характер среды раствора.

**15.** Если в растворе увеличивается концентрация ионов водорода, то как меняется численное значение pH раствора?

**16.** Водородный показатель раствора равен 6. Вычислите концентрацию ионов водорода и гидроксид-ионов в этом растворе. Как изменится цвет лакмуса при добавлении его в этот раствор?

**17.** Вычислите концентрацию гидроксид-ионов  $\text{OH}^-$  в растворе, если концентрация ионов водорода  $\text{H}^+$  равна 0,001 моль/л. Определите характер среды.

**18.** Вычислите pH водного раствора, в котором концентрация гидроксид-ионов равна  $10^{-2}$  моль/л. Как изменится цвет метилоранжа?

**19.** Концентрация ионов водорода  $\text{H}^+$  в растворе -  $10^{-13}$  моль/л. Определите концентрацию гидроксид-ионов, pH и характер среды раствора. Как изменится цвет метилоранжа в этом растворе?

**20.** Определите концентрацию ионов водорода и гидроксид-ионов в растворе, характер его среды, если  $\text{pH} = 8$ . Как изменится цвет фенолфталеина в этом растворе?

**21.** При гидролизе какой соли имеет место кислая среда:  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ? Составьте ионные уравнения.

**22.** Какие из солей подвергаются гидролизу  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ? Напишите ионные уравнения и укажите реакцию среды в растворах.

**23.** При кипячении водный раствор  $\text{NH}_4\text{Cl}$  становится кислым. Почему?

**24.** Фенолфталеин приобретает малиновую окраску в растворе соли: а)  $\text{NH}_4\text{Cl}$    б)  $\text{K}_2\text{SO}_3$    в)  $\text{CuSO}_4$    г)  $\text{ZnCl}_2$    д)  $\text{KNO}_3$   
Почему?

**25.** Какие из перечисленных солей  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{S}$ ,  $\text{CuSO}_4$  подвергаются гидролизу: а) только по катиону; б) только по аниону?

Составьте ионные уравнения и укажите реакцию среды в растворах.

**26.** Какая соль гидролизуеться в водном растворе по катиону и аниону?:

- а) карбонат аммония
- б) карбонат натрия
- в) хлорид магния
- г) хлорид бария
- д) сульфат калия

**27.** Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей:  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$ .

Укажите pH раствора (больше или меньше 7).

**28.** Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей, в результате которого образуются:

- а) основная соль
- б) кислая соль
- в) слабое основание
- г) слабая кислота

**29.** Какую реакцию среды имеют растворы следующих солей  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ?

Составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза.

**30.** Объясните, почему растворы солей могут иметь:

- а) кислую реакцию
- б) щелочную реакцию
- в) нейтральную реакцию

Приведите примеры.

**31.** Объясните, в каких случаях и почему водный раствор соли может иметь  $\text{pH} > 7$ ,  $\text{pH} < 7$ ?

Приведите примеры.

**32.** Какая соль в большей степени подвергается гидролизу: карбонат калия или карбонат алюминия? Почему?

**33.** В растворе какой соли  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  или  $\text{NaHCO}_3$  протекает более глубокий гидролиз?

Почему?

**34.** В каком растворе  $\text{FeCl}_2$  или  $\text{FeCl}_3$  гидролиз идет в большей степени? Почему?

**35.** В какой из трех солей  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  и  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  гидролиз идет полнее? Укажите, какие равновесия имеют место в растворе, в какую сторону эти равновесия сдвинуты.

**36.** К раствору сульфата алюминия добавляют раствор карбоната натрия. Какой газ выделяется и какое соединение осаждается? Напишите уравнение реакции.

**37.** Когда гидролиз соли идет практически до конца? Приведите примеры необратимого гидролиза солей.

**38.** Если в растворе увеличивается концентрация ионов водорода, то как меняется численное значение pH раствора:

- а) численное значение pH раствора растёт
- б) не изменяется
- в) концентрация гидроксид-ионов растёт
- г) раствор становится менее кислым
- д) численное значение pH раствора уменьшается

**39.** Какое уравнение соответствует гидролизу соли, образованной сильным основанием и слабой кислотой?:

- а)  $\text{CH}_3\text{COONH}_4 + \text{HON} = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_4\text{OH}$
- б)  $\text{Pb}^{2+} + \text{HON} = \text{PbOH}^+ + \text{H}^+$
- в)  $\text{Cu}^{2+} + \text{HON} = \text{CuOH}^+ + \text{H}^+$
- г)  $\text{S}^{2-} + \text{HON} = \text{HS}^- + \text{OH}^-$
- д)  $2\text{Al}^{3+} + 3\text{S}^{2-} + 6\text{HON} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S}$

**40.** Какое уравнение соответствует гидролизу соли, образованной сильной кислотой и слабым основанием?:

- а)  $2\text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{HON} = 2\text{NH}_4\text{OH} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- б)  $\text{S}^{2-} + \text{HON} = \text{SH}^- + \text{OH}^-$
- в)  $\text{CO}_3^{2-} + \text{HON} = \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
- г)  $\text{Cu}^{2+} + \text{HON} = (\text{CuOH})^+ + \text{H}^+$
- д)  $2\text{Al}^{3+} + 3\text{S}^{2-} + 6\text{HON} = 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{S}$

**41.** Добавление какого вещества приведет к возрастанию pH выше 7?:

а)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$     б)  $\text{NaCl}$     в)  $\text{AlCl}_3$     г)  $\text{HCl}$     д)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

**42.** Укажите среду водных растворов следующих солей:

а)  $\text{NH}_4\text{NO}_3$      $\text{pH} = 7$      $\text{pH} > 7$      $\text{pH} < 7$

б)  $\text{K}_2\text{SO}_4$      $\text{pH} = 7$      $\text{pH} > 7$      $\text{pH} < 7$

в)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$      $\text{pH} = 7$      $\text{pH} > 7$      $\text{pH} < 7$

**43.** Все ли соли подвергаются гидролизу?

а) только соли тяжелых металлов

б) только соли щелочных металлов

в) соли, в состав которых входят ионы слабой кислоты или ионы слабого основания

г) соли галогеноводородных кислот

д) соли кислородсодержащих кислот

**44.** Когда в раствор щелочи приливают избыток кислоты,  $\text{pH}$  среды может изменяться:

а) возрастать с 7 до 8

б) возрастать с 3 до 8

в) уменьшаться с 7 до 6

г) уменьшаться с 9 до 5

д) возрастать с 2 до 7

**45.** Чему равен  $\text{pH}$  раствора, если  $[\text{OH}^-] = 0,001$ ?

**46.**  $\text{pH}$  раствора равен 6. Концентрация гидроксид-ионов равна:

а)  $10^{-8}$  моль/л    б)  $10^{-6}$  моль/л    в)  $10^{-2}$  моль/л    г)  $10^{-12}$  моль/л

д)  $10^{-10}$  моль/л

**47.** Какова концентрация  $[\text{H}^+]$  и  $[\text{OH}^-]$  в чистой воде?:

а)  $[\text{H}^+] < [\text{OH}^-]$     б)  $[\text{H}^+] > [\text{OH}^-]$     в)  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-]$

г)  $[\text{H}^+] = 10^{-7}$     д)  $[\text{OH}^-] = 10^{-7}$

**48.** Вычислите значение концентрации ионов водорода (моль/л), если  $\text{pH}$  раствора равен 3:

а)  $[\text{H}^+] = 3 \cdot 10^{-10}$     б)  $[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-3}$     в)  $[\text{H}^+] = 3 \cdot 10^{-6}$

г)  $[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-11}$     д)  $[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-7}$

**49.** Почему не изменяется  $\text{pH}$  аммиачного буферного раствора при добавлении к нему небольших количеств: а) кислоты; б) щелочи?

**50.** Почему не изменяется  $\text{pH}$  ацетатного буферного раствора при добавлении к нему небольших количеств: а) кислоты; б) щелочи?

## 8. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

1. Вычислите заряды комплексных ионов, образованных платиной (IV):



*Решение.* а) степень окисления атома платины равна +4, заряды молекул  $\text{NH}_3$  равны нулю, а заряды двух хлорид-ионов равны -2; алгебраическая сумма зарядов:  $+4 + (-2) = +2$ .

Таким же образом найдем заряды других комплексных ионов: б)  $+4 + (-5) = -1$ ; в)  $+4 + (-4) = 0$ .

Значит в первом случае внешняя сфера содержит отрицательно заряженные ионы, во втором – положительно заряженные ионы, а в третьем – соединение практически является неэлектролитом.

2. Чему равна степень окисления комплексообразователя в комплексном соединении  $\text{K}_4[\text{Zn}(\text{CrO}_4)_3]$ ?

3. Что является комплексообразователем в соединении  $\text{Na}[\text{Hg}(\text{H}_2\text{O})_3\text{CNS}]$ ?

4. Чему равно координационное число в комплексном соединении  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ ?

5. Чему равен заряд центрального атома в комплексном соединении  $\text{H}[\text{BF}_4]$ ?

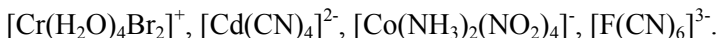
6. Координационное число иона  $\text{Pt}^{4+}$  равно 6. Напишите возможные комплексы, образованные ионом  $\text{Pt}^{4+}$  в качестве комплексообразователя с ионами  $\text{Cl}^-$  в качестве лиганда.

7. Определите заряд комплексного иона, степень окисления и координационное число комплексообразователя в соединении  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

8. Написать уравнение диссоциации и выражение константы устойчивости для комплекса  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

9. Определить степень окисления и координационное число комплексообразователя в соединениях  $\text{K}[\text{AuBr}_4]$ ,  $\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$ ,  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ .

**10.** Определите степени окисления комплексообразователя в следующих комплексных ионах:



**11.** Найдите заряды комплексов и укажите среди них катионы, анионы и неэлектролиты:



**12.** Вычислите заряды следующих комплексных ионов, образованных хромом (III):

- а)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]$
- б)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]$
- в)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]$
- г)  $[\text{Cr}(\text{CN})_6]$
- д)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_2(\text{NH}_3)_4]$
- е)  $[\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_2(\text{OH})_2]$
- ж)  $[\text{Cr}(\text{CN})_5\text{NO}_3]$

**13.** Вычислите заряды следующих комплексных ионов, образованных атомами палладия (II), платины (II), железа (II) и никеля (II):

- а)  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)\text{Cl}_3]$
- б)  $[\text{PdH}_2\text{O}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}]$
- в)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{NO}_2]$
- г)  $[\text{FeNH}_3(\text{CN})_5]$
- д)  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- е)  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]$

**14.** Вычислите степени окисления платины, кобальта, олова, золота и никеля в комплексных ионах, заряды которых указаны:

- а)  $[\text{PtCl}_3(\text{NO}_2)]^{2-}$
- б)  $[\text{PtCl}(\text{NH}_3)_5]^{3+}$
- в)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NCS}]^{2+}$
- г)  $[\text{SnF}_6]^{2-}$
- д)  $[\text{Au}(\text{CN})_2\text{Br}_2]^-$
- е)  $[\text{Pt}(\text{SO}_3)_4]^{6-}$
- ж)  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$

**15.** Координационные числа платины (II) и палладия (II) равны четырем. Напишите уравнения диссоциации в растворе следующих комплексных соединений:

- а)  $\text{PtCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$
- б)  $\text{PtCl}_2 \cdot 3\text{NH}_3$
- в)  $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$
- г)  $\text{PtCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot \text{NH}_3$
- д)  $\text{PtCl}_2 \cdot 2\text{KCl}$
- е)  $\text{PdCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- ж)  $\text{Pd}(\text{NO}_2)_2 \cdot 2\text{NH}_3$

**16.** Координационное число атома кобальта (III) равно шести. Напишите уравнения диссоциации в растворе следующих комплексных соединений:

- а)  $\text{CoBr}_3 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- б)  $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3$
- в)  $\text{CoCl}_3 \cdot 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

**17.** Назовите комплексные соединения:

- а)  $(\text{NH}_4)_3[\text{RhCl}_6]$
- б)  $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2]$
- в)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- г)  $\text{K}_2[\text{PtI}_4]$
- д)  $\text{K}[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{NO}_2)_4]$
- е)  $\text{K}_2[\text{PtCl}(\text{OH})_5]$
- ж)  $\text{K}[\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_3]$
- з)  $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{NCS})_6]$
- и)  $\text{K}_3[\text{Cu}(\text{CN})_4]$
- к)  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$
- л)  $\text{Na}_2[\text{PdI}_4]$
- м)  $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{NCS})_4]$

**18.** Напишите эмпирические формулы следующих соединений:

- а) гексацианоферрат (III) калия
- б) дицианоаргентата (I) калия
- в) тетрароданолатината (II) калия
- г) пентанитробромолатината (IV) калия
- д) тетранитродихлороиридата (III) натрия
- е) пентахлороакварутената (III) натрия



ж) гидроксопентахлорорутената (IV) калия

з) тринитрокупрата (II) калия

**19.** Назовите комплексные соединения:

а)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$

б)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4]\text{Br}_2$

в)  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

г)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]\text{SO}_4$

д)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$

е)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_3(\text{NH}_3)_3]\text{Cl}_3$

ж)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$

з)  $[\text{CoH}_2\text{O}(\text{NH}_3)_4\text{CN}]\text{Br}_2$

и)  $[\text{PdH}_2\text{O}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}]\text{Cl}$

к)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$

л)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_3$

м)  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$

н)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{SO}_4]\text{NO}_3$

о)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}]_2[\text{PtCl}_4]$

п)  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$

р)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtNH}_3\text{Cl}_3]_2$

**20.** Напишите формулы следующих соединений:

а) нитрата роданопентаамминкобальта (III)

б) бромида бромтриамминплатины (II)

в) гидросульфата сульфатопентаамминкобальта (III)

г) бромида гексаамминосмия (III)

д) бромида гексаамминосмия (I)

е) нитрата дихлоротетраамминродия (III)

ж) иодида пентаамминакваиридия (III)

з) хлорида хлорпентаамминиридия (III)

и) хлорида нитрохлоротетраамминплатины (IV)

**21.** Назовите комплексные соединения:

а)  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_3\text{PO}_4]$

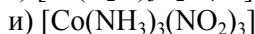
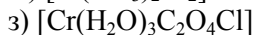
б)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2(\text{NCS})_2]$

в)  $[\text{Rh}(\text{NH}_3)_3\text{I}_3]$

г)  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_3(\text{NCS})_3]$

д)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$

е)  $[\text{RuH}_2\text{O}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_3]$



**22.** Напишите формулы следующих соединений:

а) тетраиододиамминплатины

б) фосфатопентаамминкобальта

в) тригидроксотриамминкобальта

г) динитродихлородиамминплатины

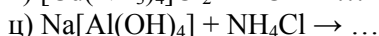
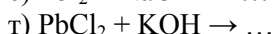
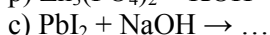
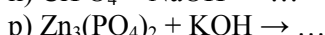
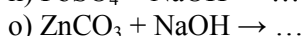
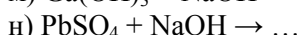
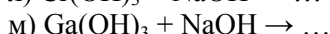
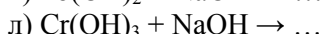
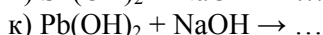
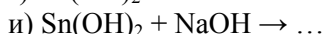
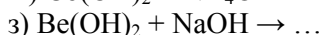
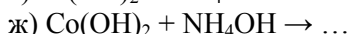
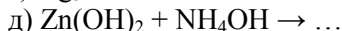
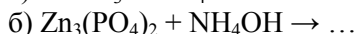
д) динитрохлоротриаммин платины

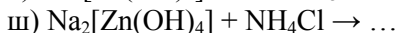
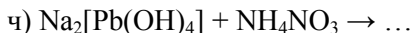
е) трироданотриаквахрома

ж) трихлоротриамминиридия

з) сульфитодиамминплатины

**23.** Напишите уравнения реакций в молекулярном и ионно-молекулярном видах:

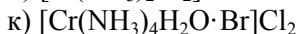
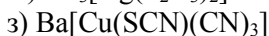
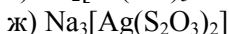
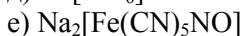
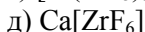
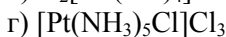




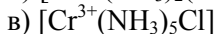
**24.** Кристолит  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$  является кишечным инсектицидом для борьбы с грызущими насекомыми. Укажите в составе этого комплексного соединения внутреннюю координационную сферу, ион-комплексобразователь, лиганды, ионы внешней сферы. Чему равно координационное число комплексобразователя этом соединении? Вычислите заряд внутренней координационной сферы. Назовите это комплексное соединение по номенклатуре ИЮПАК.

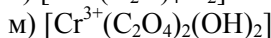
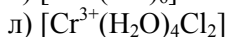
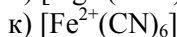
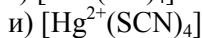
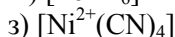
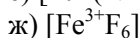
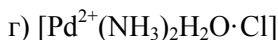
**25.** Напишите уравнения реакций для третьей, четвертой и пятой ступеней замещения молекул воды молекулами аммиака в составе аквакомплекса никеля и обратных им реакций «диссоциации» аммиачных комплексов. Составьте выражения соответствующих констант устойчивости и нестойкости.

**26.** Определите степень окисления и координационное число комплексобразователя в следующих комплексных соединениях и запишите их названия:

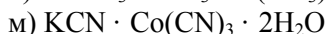
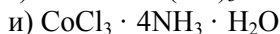
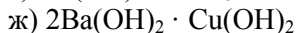
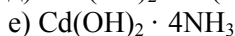
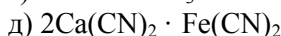
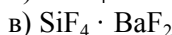
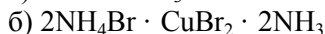
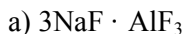


**27.** Определите величину и знак заряда комплексных ионов и составьте формулы комплексных соединений с приведенным катионом или анионом:

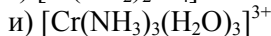
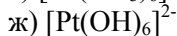
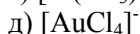
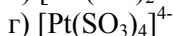
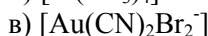
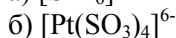


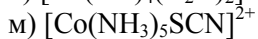
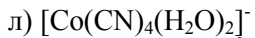


**28.** Напишите координационные формулы следующих комплексных соединений и дайте обоснование выбора комплексобразователя:

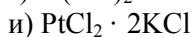
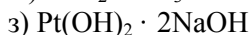
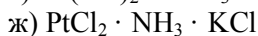
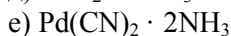
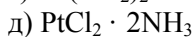
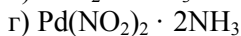
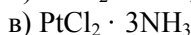
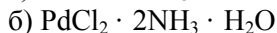
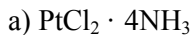


**29.** Вычислите заряды ионов-комплексобразователей в следующих комплексных ионах:





**30.** Напишите уравнения диссоциации в растворе следующих комплексных соединений, учитывая, что координационные числа ионов платины и палладия в степени окисления +2 равны 4:

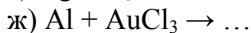
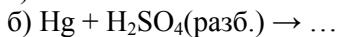


## 9. МЕТАЛЛЫ, НЕМЕТАЛЛЫ, ИХ СВОЙСТВА

1. Какой металл в следующем ряду является наиболее активным: Fe, Zn, Mn, K, Au? Почему?

2. Ион какого металла обладает наибольшими окислительными свойствами:  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^{+}$ ?

3. Какие из следующих реакций возможны:



Допишите уравнения реакций, возможных в водных растворах.

4. Какие продукты получатся в результате взаимодействия металлического алюминия:

а) с водным раствором  $\text{CuSO}_4$ ;

б) с водным раствором серной кислоты?

Напишите уравнения реакций.

5. Какие продукты получатся в результате реакции металлического цинка с водным раствором сульфата никеля (II). Является ли эта реакция окислительно-восстановительной? Почему?

6. С растворами каких из указанных солей:  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Al}_3(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NiSO}_4$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  – может реагировать железо? Напишите уравнения реакций в молекулярном и ионном видах.

7. При взаимодействии 8 г смеси железа и магния с соляной кислотой выделилось 4,48 л водорода (н.у.). Сколько граммов железа и магния содержалось в смеси?

8. При обработке 8 г смеси магния и оксида магния соляной кислотой выделилось 5,6 л водорода (н.у.). Какова массовая доля (в %) магния в исходной смеси?

**9.** Составьте уравнения реакций восстановления:

- а) меди из оксида меди (II) углеродом и оксидом углерода (II);
- б) кадмия из оксида кадмия и марганца из оксида марганца (IV) водородом;
- в) железа из оксида железа (III) и хрома из оксида хрома (III) алюминием.

Составьте электронный баланс и поставьте коэффициенты.

**10.** Какой объем оксида углерода (II) необходим для полного восстановления 320 г оксида железа (III)?

**11.** Сколько грамм алюминия необходимо взять для получения 78 г хрома из его оксида (III)?

**12.** Между какими из попарно взятых веществ произойдет химическая реакция? Напишите уравнения реакций в молекулярном и ионном видах:

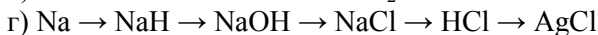
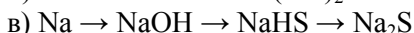
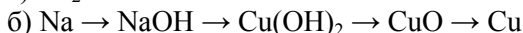
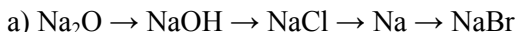
- а) Cu и HCl
- б) Cu и  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
- в) Zn и  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
- г) Cu и  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$
- д) Fe и  $\text{ZnCl}_2$
- е) Ag и  $\text{AuCl}_3$
- ж) Hg и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (разб.)
- з) Mg и  $\text{SnCl}_2$
- и) Cu и  $\text{FeSO}_4$
- к) Al и  $\text{CuSO}_4$
- л) Zn и  $\text{MgCl}_2$
- м) Fe и  $\text{CaCl}_2$
- н) Ag и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (разб.)
- о) Zn и HCl

**13.** Сколько литров водорода (н.у.) образуется при взаимодействии 4,6 г натрия с водой?

**14.** Какая масса хлорида натрия необходима для приготовления 5 л физиологического раствора ( $\rho = 1,01 \text{ г/см}^3$ )?

**15.** Определите молярную концентрацию физиологического раствора, если его плотность равна  $1,01 \text{ г/см}^3$ ?

**16.** Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



17. Какие из веществ можно использовать для устранения общей жесткости воды:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , известковая вода? Запишите уравнения соответствующих реакций в молекулярной и ионной формах.

18. Какую массу гидроксида кальция следует прибавить к 162 грамм 5%-ного раствора гидрокарбоната кальция для получения средней соли?

19. Напишите уравнения реакции растворения  $\text{Zn}$  в  $\text{HCl}$ , в  $\text{H}_2\text{SO}_4$  разб. и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц.

20. Какая из приведенных ниже реакций возможна?:

$\text{Zn} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$ ;  $\text{Cu} + \text{ZnSO}_4 = \text{Zn} + \text{CuSO}_4$ . Почему?

21. В самородном состоянии встречается металл: а)  $\text{Mg}$  б)  $\text{Al}$  в)  $\text{Ag}$ .

22. При полном восстановлении порошка оксида меди (II) массой 79,5 г водородом образовалась металлическая медь массой:

а) 32,75 г

б) 63,5 г

в) 79,5 г

23. В четырех пробирках находятся порошки  $\text{CuO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Ag}$  и  $\text{Fe}$ . Для того чтобы точно распознать эти вещества, используя только один реактив, в каждую пробирку необходимо прилить раствор:

а)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

б)  $\text{HCl}$

в)  $\text{NaOH}$ .

24. Между какими веществами (электролит берется в виде водного раствора) произойдет химическая реакция:

а)  $\text{Pb}$  и  $\text{MgCl}_2$

б)  $\text{Zn}$  и  $\text{MgCl}_2$

в)  $\text{Zn}$  и  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$



**25.** Самым распространенным металлом в земной коре является:

- а) железо
- б) алюминий
- в) титан

**26.** Связь в кристалле металла происходит преимущественно:

- а) за счет образования общих электронных пар;
- б) за счет обобществления валентных электронов;
- в) за счет взаимодействия валентных электронов одного ато-

ма с пустыми орбиталями другого атома.

**27.** Контакты некоторых радиодеталей покрывают слоем золота. Это делается:

- а) для повышения прочности изделия;
- б) для предохранения окисления;
- в) для защиты от радиопомех.

**28.** Различить растворы, содержащие  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaHCO}_3$  можно:

- а) нагрев раствор
- б) добавив  $\text{HCl}$
- в) добавив  $\text{CaCl}_2$

**29.** Назовите неметаллы, которые при обычных условиях являются газообразными веществами. Какой неметалл при обычных условиях находится в жидком состоянии? Опишите химические свойства этого неметалла по его положению в периодической системе.

**30.** Почему элементы главной подгруппы восьмой группы называются инертными газами?

**31.** Назовите все неметаллы, атомы которых имеют конфигурацию внешнего слоя:

- а)  $ns^2np^5$
- б)  $ns^2np^3$

**32.** Напишите уравнения реакции:

- а) конц. серной кислоты с магнием и серебром;
- б) разб. серной кислоты с железом

**33.** Укажите, в каких из указанных ниже соединений атомы неметаллов имеют положительные степени окисления:  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{SiH}_4$ ,  $\text{CaH}_2$ ,  $\text{LiH}$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{HI}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{MgCl}_2$ .

**34.** Концентрированная азотная кислота:

- а) является восстановителем;
- б) проявляет окислительные свойства;
- в) растворяет золото и платину

**35.** В реакции  $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4$  (разб.)  $\rightarrow \dots$  восстанавливается:

- а) водород; б) сера; в) цинк

**36.** Концентрированные серная и азотная кислоты:

- а) растворяют только металлы, стоящие в ряду активности до  $\text{H}_2$ ;
  - б) пассивируют Fe, Al, Cr;
  - в) реагируют со всеми металлами, кроме Au, Pt.
- Выберите неверное утверждение.

**37.** Разбавленная азотная кислота:

- а) растворяет только металлы, стоящие в ряду активности до  $\text{H}_2$ ;
- б) пассивирует Fe, Al, Cr;
- в) реагирует со всеми металлами, кроме Au, Pt.

**38.** Разбавленная серная кислота:

- а) в реакциях с металлами восстанавливается до  $\text{H}_2$ ;
- б) в реакциях с металлами восстанавливается до  $\text{SO}_2$ ;
- в) в реакциях с металлами восстанавливается до  $\text{H}_2\text{S}$ ;

**39.** Какой металл способен вытеснять водород из воды при комнатной температуре: а) медь; б) железо; в) натрий

**40.** С концентрированной соляной кислотой не будет взаимодействовать: а) Cu; б) Al; в) Zn.

**41.** Процесс разбавления серной кислоты:

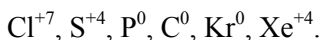
а) экзотермический; б) эндотермический; в) не имеет теплового эффекта.

**42.** При разбавлении  $\text{H}_2\text{SO}_4$  всегда приливают кислоту к воде. Чем опасно разбавление концентрированной  $\text{H}_2\text{SO}_4$  приливанием к ней воды?

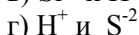
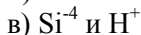
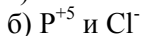
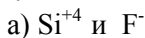
**43.** В каком из следующих состояний атомы неметаллов на внешнем электронном уровне имеют октет электронов:  $\text{S}^0$ ,  $\text{S}^{-2}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{P}^0$ ,  $\text{Si}^{+4}$ ,  $\text{Si}^0$ ,  $\text{C}^0$ ,  $\text{C}^{-4}$ ,  $\text{N}^0$ ,  $\text{N}^{-3}$ ,  $\text{F}^0$ ,  $\text{Se}^{-2}$ ,  $\text{Br}^{+3}$ ,  $\text{Te}^{-2}$ ?

**44.** Какова конфигурация внешних электронных слоев атомов неметаллов в следующих состояниях:  $\text{S}^{-2}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Si}^{-4}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Se}^{-2}$ ,  $\text{P}^{+5}$ ?

**45.** Изобразите электронную конфигурацию атомов неметаллов в следующих состояниях:



**46.** Даны пары неметаллов с указанными степенями окисления:



Составьте формулы соединений из каждой пары неметаллов.

**47.** Напишите химическую формулу каждого из следующих веществ:

а) фторида ксенона (IV)

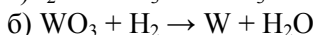
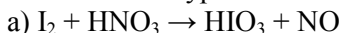
б) оксида азота (I)

в) хлорида фосфора (V)

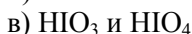
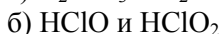
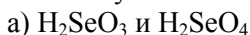
г) оксида мышьяка (III)

д) оксида селена (VI)

**48.** Составьте уравнения следующих химических реакций:



**49.** Укажите в каждой из указанных пар кислот более сильную кислоту:



**50.** Напишите формулы кислот, образующихся при взаимодействии воды со следующими кислотными оксидами:  $\text{SeO}_2$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{Mn}_2\text{O}_7$

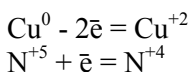
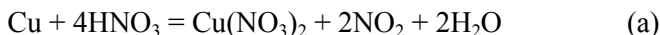
**51.** Даны вещества:  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{Zn}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CuO}$ . Составьте уравнения пяти реакций возможного взаимодействия этих веществ между собой.

## 10. КОМБИНИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ

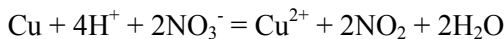
1. Какую массу гидроксида меди (II) можно получить из меди массой 16 г по следующей схеме:  $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2$

Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной формах.

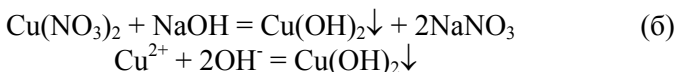
*Решение.* Составляем уравнения протекающих реакций. нитрат меди (II) можно получить, растворяя медь в концентрированной азотной кислоте:



1
2



Действием щелочи на раствор нитрата меди (II) можно получить гидроксид меди (II):



Определяем количество вещества меди, взятой для реакции:

$$n(\text{Cu}) = m(\text{Cu}) / M(\text{Cu}); n(\text{Cu}) = 16/64 = 0,25 \text{ моль.}$$

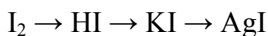
Из уравнения (а) следует:  $n(\text{Cu}) / n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 1/1$  и из уравнения (б) следует:  $n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) / n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 1/1$

Следовательно,  $n(\text{Cu}) / n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 1/1$ ;  $n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = n(\text{Cu})$ ;  $n(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 0,25 \text{ моль.}$

Находим массу гидроксида меди (II):

$$\begin{aligned} m(\text{Cu}(\text{OH})_2) &= n(\text{Cu}(\text{OH})_2) \cdot M(\text{Cu}(\text{OH})_2); m(\text{Cu}(\text{OH})_2) = \\ &= 0,25 \cdot 98 \text{ г} = 24,5 \text{ г.} \end{aligned}$$

2. При осуществлении превращений по схеме:



получили иодид серебра массой 61,1 г, причем выход составил 65% от теоретического возможного.

Какая масса иода была взята? Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной формах, с помощью которых можно осуществить указанные превращения.

3. Некоторый газ образован бором и водородом, причем массовая доля водорода в нем равна 18,5%. Плотность этого газа по водороду составляет 27. Определите формулу этого газа.

4. Массовые доли кремния и водорода, входящих в состав некоторого соединения, равны соответственно 91,3% и 8,7%. Определите формулу соединения, если плотность его паров по воздуху равна 3,172.

5. В стальном баллоне объемом 5 л находится аммиак при температуре 22 °С и давлении 620 кПа. Какая масса гидросульфата аммония может быть получена, если весь аммиак пропустить через избыток раствора серной кислоты?

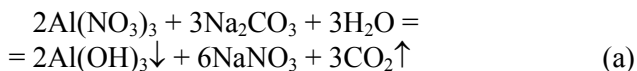
6. Для анализа фосфорсодержащего удобрения взяли его образец массой 5 г. В результате ряда превращений получили фосфат кальция массой 6,2 г. Определите массовую долю фосфора в удобрении.

7. Какой объем воздуха потребуется для сжигания угля массой 10 кг? Объемная доля кислорода в воздухе составляет 21%. Уголь содержит углерод (массовая доля 96%), серу (0,8%) и негорючие примеси.

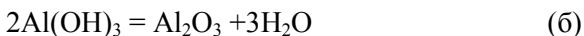
8. К раствору, в котором находится нитрат алюминия массой 42,6 г, прилили раствор, содержащий карбонат натрия массой 37,2 г. Осадок прокалили. Определите массу остатка после прокаливания.

*Решение.* Нитрат алюминия – соль слабого основания и сильной кислоты, карбонат натрия – соль сильного основания и слабой кислоты, следовательно, обе соли в растворе подвер-

гаются гидролизу. При смешивании растворов они взаимно усиливают гидролиз, который в этом случае протекает до конца:



При прокаливании осадка образуется оксид алюминия:



Определяем количества вещества:

$$\begin{aligned} n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) &= m(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) / M(\text{Al}(\text{NO}_3)_3); \\ n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) &= 42,6 / 213 = 0,2 \text{ моль} \\ n(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= m(\text{Na}_2\text{CO}_3) / M(\text{Na}_2\text{CO}_3); \\ n(\text{Na}_2\text{CO}_3) &= 37,2 / 106 = 0,35 \text{ моль} \end{aligned}$$

Из уравнения (а) видно, что для реакции с 0,2 моль нитрата алюминия требуется 0,3 моль карбоната натрия, следовательно, карбонат натрия взят в избытке.

Из уравнения (а) следует:  $n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) / n(\text{Al}(\text{OH})_3) = 1/1$ .

Из уравнения (б) следует:  $n(\text{Al}(\text{OH})_3) / n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2/1$ .

Поэтому  $n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) / n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 2/1$ .

Отсюда получаем:  $n(\text{Al}_2\text{O}_3) = n(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) / 2$ ;

$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,2 / 2 = 0,1 \text{ моль}$ .

Определяем массу оксида алюминия, полученного после прокалывания:

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = n(\text{Al}_2\text{O}_3) \cdot M(\text{Al}_2\text{O}_3); \quad m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,1 \cdot 102 = 10,2 \text{ г}$$

**9.** Продуктами горения вещества массой 3,2 г являются азот объемом 2,24 л (н.у.) и вода массой 3,6 г. Определите формулу соединения, если плотность его паров по водороду равна 16.

**10.** При частичном восстановлении водородом оксида кобальта (II) массой 30 г получили смесь оксида и металла массой 26,8 г. Какое количество вещества водорода вступило в реакцию?

Определите массовую долю кобальта в полученной смеси.

**11.** К раствору нитрата свинца (II) массой 250 г прилили избыток раствора сульфида калия.

Образовался осадок массой 47,8 г. Определите массовую долю нитрата свинца (II) в исходном растворе.

**12.** Смесь водорода и хлороводорода объемом 7 л (н.у.) пропустили через избыток раствора нитрата серебра, получив осадок массой 28,7 г. Определите объемную долю водорода в смеси.

**13.** Через раствор массой 50 г с массовой долей иодида натрия 15% пропустили избыток хлора. Выделился иод массой 5,6 г. Определите выход продукта реакции.

**14.** Газ, полученный при взаимодействии сульфида железа (II) массой 17,6 г с избытком серной кислоты, пропустили через раствор сульфата меди (II) массой 300 г. Образовался осадок массой 14,4 г. Определите массовую долю сульфата меди (II) в растворе.

**15.** Напишите уравнения реакций, которые надо провести для осуществления следующих превращений:



Какие из этих реакций являются окислительно-восстановительными? В уравнениях этих реакций подберите коэффициенты методом электронного баланса.

**16.** Какой объем газа, измеренный при температуре 22 °С и давлении 98 кПа, выделится, Если к раствору массой 230 г с массовой долей карбоната натрия 15% прилить раствор массовой долей хлороводорода 20%?

**17.** Раствор хлороводорода объемом 33,2 мл и плотностью 1,1 г/мл прореагировал с аммиаком объемом 4,48 л, измеренным при нормальных условиях. Определите массовую долю хлороводорода в исходном растворе.

**18.** Что тяжелее:

- а) две молекулы воды или одна молекула хлорида натрия;
- б) молекула азота или молекула оксида углерода (II);
- в) молекула кислорода или молекула воды?

**19.** Какая масса сульфата цинка  $\text{ZnSO}_4$  может быть получена из металлического цинка массой 130 г при взаимодействии его с серной кислотой? Напишите уравнения реакции и подберите коэффициенты методом электронного баланса.

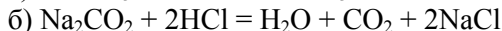
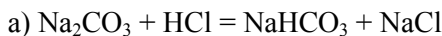
**20.** Какая масса серебра должна раствориться в концентрированной азотной кислоте, чтобы получился нитрат серебра  $\text{AgNO}_3$  массой 100 г? Напишите уравнения реакции и подберите коэффициенты методом электронного баланса.

**21.** Какая масса азота содержится в 65%-ной азотной кислоте массой 200 г?

**22.** При соединении цинка массой 6,5 г с кислородом образовался оксид цинка массой 8,1 г.

Напишите уравнения реакции, подберите коэффициенты методом электронного баланса и найдите молярную массу эквивалента цинка.

**23.** Вычислите молярную массу эквивалента  $\text{NaCO}_3$  в реакциях:



**24.** Какие массы щелочи и кислоты необходимы для получения:

а) сульфата натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  массой 81 г;

б) хлорида калия  $\text{KCl}$  массой 149 г;

в) нитрата бария  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  массой 130 г?

**25.** Напишите уравнения 3-4 реакций, при помощи которых могут быть получены:

а) хлорид кальция;

б) сульфат цинка;

в) нитрат алюминия.

К какому типу реакций они относятся? Есть ли среди них окислительно-восстановительные реакции?

**26.** Составьте уравнения реакций нейтрализации, в результате которых образуются следующие средние соли:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{AlCl}_3$ . Укажите катионы и анионы в данных солях и найдите их степень окисления.



**27.** Составьте уравнения реакций неполной нейтрализации, в результате которых образуются следующие кислые и основные соли:  $\text{NaHSO}_4$ ,  $\text{KHCO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $(\text{MgOH})\text{Cl}$ ,  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{HSO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{KHCO}_3$ . Укажите катионы и анионы в данных солях и найдите их степень окисления.

**28.** С помощью каких реакций можно превратить следующие кислые и основные соли в средние:  $\text{KHSO}_3$ ,  $(\text{ZnOH})_2\text{SO}_4$ ,  $(\text{CrOH})\text{Cl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ . Укажите катионы и анионы в данных солях и найдите их степень окисления.

**29.** Определите массовую долю соли в растворе, если в воде массой 800 г растворили хлорид калия массой 100 г.

**30.** Какую массу поваренной соли надо взять, чтобы приготовить 0,3М раствор объемом 2 л?

**31.** Какую массу 40%-го раствора серной кислоты и воды надо взять, чтобы приготовить 10%-ный раствор массой 500 г?

**32.** Напишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения нейтрализации:

- а) соляной кислоты едким натром;
- б) азотной кислоты гидроксидом бария;
- в) серной кислоты гашеной известью.

Как объяснить, что во всех трех случаях получается одно и то же сокращенное ионно-молекулярное уравнение?

**33.** Напишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия между следующими веществами:

- а) серная кислота + гидроксид натрия;
- б) сульфат алюминия + гидроксид натрия;
- в) гидроксид алюминия + соляная кислота;
- г) хлорид меди + сульфид натрия;
- д) ацетат свинца + иодид калия;
- е) сульфид цинка + соляная кислота

К какому типу химических реакций относятся эти реакции?

**34.** Какая по типу реакция происходит при образовании углекислого газа в результате:

- а) сжигания угля;
- б) прокаливания известняка;

в) взаимодействия угля с оксидом меди (II)?

Напишите уравнения данных реакций.

**35.** Какое количество вещества воды образуется при восстановлении водородом оксида меди (I) массой 10 г и оксида меди (II) массой 10 г? Напишите уравнения реакций. К какому типу химических реакций они относятся?

**36.** По термохимическому уравнению  $S + O_2 = SO_2$ ,  $\Delta H^0 = -297$  кДж рассчитайте, какая масса серы сгорела, если выделилось 118,8 кДж теплоты?

**37.** По термохимическому уравнению  $2H_2O(g) = 2H_2 + O_2$ ,  $\Delta H^0 = 571,6$  кДж вычислите, какой объем кислорода при нормальных условиях образовался в реакции разложения водяного пара, если при этом поглотилось 285,8 кДж теплоты.

**38.** Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций, протекающие при сливании растворов:

а) нитрата железа (III) и сульфида калия;

б) сульфата алюминия и карбоната калия.

**39.** Какие факторы влияют на степень гидролиза соли? В каких случаях при гидролизе образуются кислоты, в каких – основные соли? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения реакций.

**40.** Какая из двух солей при равных условиях (одинаковые концентрация раствора и температура) в большей степени гидролизуется:  $FeCl_2$  или  $FeCl_3$ ;  $NaHCO_3$  или  $Na_2CO_3$ ? Почему? Составьте уравнения гидролиза этих солей.

**41.** Напишите уравнения реакций, составьте электронные уравнения, укажите окислитель и восстановитель:

а)  $Al + O_2 \rightarrow$

б)  $P + O_2 \rightarrow$

в)  $SnCl_2 + Cl_2 \rightarrow$

г)  $Zn + Hg(NO_3)_2 \rightarrow$

д)  $Zn + H_2SO_4$  разб.  $\rightarrow$

е)  $Zn + H_2SO_4$  конц.  $\rightarrow$

ж)  $Mg + HNO_3$  разб.  $\rightarrow$

з)  $Cu + HNO_3$  разб.  $\rightarrow$

и)  $Mg + HNO_3$  конц.  $\rightarrow$

- к)  $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \text{ конц.} \rightarrow$
- л)  $\text{Zn} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- м)  $\text{NaNO}_2 + \text{KmnO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$
- н)  $\text{NaNO}_2 + \text{KmnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
- о)  $\text{KmnO}_4 + \text{HCl} \text{ конц.} \rightarrow$
- п)  $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow$
- р)  $\text{P} + \text{HNO}_3 \text{ конц.} \rightarrow$
- с)  $\text{FeS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow$
- т)  $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$

**42.** Как изменяются при движении слева направо окислительные и восстановительные свойства элементов, находящихся в одном и том же малом периоде периодической системы? Приведите примеры.

**43.** Сравните между собой окислительные и восстановительные свойства атомов элементов одной и той же группы. Приведите примеры.

**44.** Растворяются ли в разбавленной соляной кислоте железо, ртуть, серебро? Напишите возможные реакции.

**45.** Будет ли реагировать цинк с растворами хлорида натрия, сульфата меди, сульфата магния, нитрата ртути? Напишите возможные реакции.

**46.** Можно ли получить углекислый газ действием серной кислоты на мрамор? Почему? Напишите уравнение реакции.

**47.** Напишите ионные уравнения реакций, если они осуществимы, между следующими веществами:

- а) сульфат натрия + сернистая кислота;
- б) сульфид железа (II) + соляная кислота;
- в) фосфат натрия + серная кислота;
- г) сульфит натрия + серная кислота;
- д) оксид железа (III) + азотная кислота;
- е) карбонат меди (II) + соляная кислота;
- ж) карбонат калия + хлорид кальция;
- з) серная кислота + гидроксид железа (III);
- и) гидроксид алюминия + гидроксид калия;
- к) нитрат бария + серная кислота;
- л) сульфат хрома (III) + гидроксид натрия (избыток);

- м) гидрокарбонат кальция + гидроксид кальция;
- н) оксид цинка + едкий натр;
- о) нитрат алюминия + едкий натр (избыток)

**48.** Можно ли приготовить растворы, содержащие одновременно:

- а) гидроксид бария и серную кислоту;
- б) хлорид бария и соляную кислоту;
- в) хлорид меди и гидроксид натрия;
- г) хлорид бария и сульфат магния;
- д) сульфат калия и гидроксид натрия;
- е) гидроксид аммония и серную кислоту;
- ж) хлорид калия и нитрат кальция;
- з) хлорид магния и нитрат серебра;
- и) гидроксид кальция и азотную кислоту;
- к) нитрат свинца и сульфат калия;
- л) нитрат свинца и сульфат меди;
- м) серную кислоту и сульфат калия;
- н) ацетат меди и хлорид калия.

Ответ подтвердите ионными уравнениями реакций.

**49.** В лабораторных условиях сероводород получают действием соляной кислоты на сульфид железа (II). Можно ли для этого вместо соляной кислоты использовать азотную?

**50.** Напишите уравнения реакций, с помощью которых используя в качестве исходного сырья уголь, воду и воздух, можно получить нитрат и карбонат аммония.

**ПЕРЕЧЕНЬ ТЕСТОВЫХ ВОПРОСОВ ПО КУРСУ  
«ОБЩАЯ ХИМИЯ»**

**Основные классы неорганических соединений,  
основные законы химии**

- 1. Из приведенных элементов основной оксид образует:**
  - а. В
  - б. S
  - в. Al
  - г. N
  - д. Ba
  
- 2. С щелочью взаимодействует оксид:**
  - а. MgO
  - б. Ag<sub>2</sub>O
  - в. FeO
  - г. SO<sub>2</sub>
  - д. Na<sub>2</sub>O
  
- 3. Из приведенных оснований может образовывать основную соль:**
  - а. KOH
  - б. NH<sub>4</sub>OH
  - в. LiOH
  - г. Cr(OH)<sub>3</sub>
  - д. NaOH
  
- 4. Соляная кислота взаимодействует с:**
  - а. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
  - б. H<sub>2</sub>ZnO<sub>2</sub>
  - в. H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>
  - г. NaNO<sub>3</sub>
  - д. SO<sub>2</sub>
  
- 5. Какие из приведенных оснований являются щелочью?**
  - а. Al(OH)<sub>3</sub>
  - б. KOH
  - в. Fe(OH)<sub>2</sub>

г.  $\text{Zn}(\text{OH})_2$

д.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$

**6. Из приведенных элементов кислотный оксид образует:**

а. Cu

б. Na

в. H

г. Ba

д. S

**7. Какой из оксидов проявляет амфотерные свойства?**

а. CaO

б. MgO

в. BaO

г.  $\text{Al}_2\text{O}_3$

д.  $\text{CO}_2$

**8. Какой из гидроксидов является амфотерным?**

а.  $\text{Ba}(\text{OH})_2$

б. NaOH

в.  $\text{Fe}(\text{OH})_2$

г.  $\text{Pb}(\text{OH})_2$

д.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

**9. Какая из приведенных солей относится к гидроксосолям?**

а.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

б.  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

в.  $\text{K}_2\text{CO}_3$

г.  $\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$

д. KHS

**10. Относительная плотность газа по кислороду равна 1/16. Какой это газ?**

а.  $\text{CO}_2$

б. CO

в.  $\text{Cl}_2$

г.  $\text{N}_2$

д.  $\text{H}_2$

- 11. Какой объем занимают  $6,02 \cdot 10^{23}$  атомов азота (н.у.)?**
- а. 22,4 л
  - б. 11,2 л
  - в. 7,5 л
  - г. 5,7 л
  - д. 3,73 л
- 12. Чему равна эквивалентная масса углерода в соединении  $\text{CO}_2$ ?**
- а. 3
  - б. 6
  - в. 12
  - г. 84
  - д. 48
- 13. Чему равна эквивалентная масса фосфорной кислоты ( $M_r \text{H}_3\text{PO}_4 = 98$ )?**
- а. 196
  - б. 98
  - в. 49
  - г. 32,7
  - д. 16,3
- 14. Чему равна эквивалентная масса  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ( $M_r \text{Na}_2\text{SO}_4 = 142$ )?**
- а. 35,5
  - б. 71
  - в. 142
  - г. 284
  - д. 568
- 15. Чему равна эквивалентная масса серы в  $\text{SO}_3$ ?**
- а. 32
  - б. 16
  - в. 8
  - г. 13,3
  - д. 5,3

16. Какой объем занимают  $3,01 \cdot 10^{23}$  молекул  $\text{CO}_2$  (н.у.)?
- а. 22,4
  - б. 11,2
  - в. 7,5
  - г. 5,6
  - д. 3,75
17. Относительная плотность газа по воздуху равна 0,5. Какова относительная молекулярная масса этого газа?
- а. 14,5
  - б. 53
  - в. 29
  - г. 2,9
  - д. 58
18. В каком из приведенных соединений серы эквивалентная масса ее равна 8 г/моль?
- а.  $\text{H}_2\text{S}$
  - б.  $\text{SO}_2$
  - в.  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - г.  $\text{SO}_3$
  - д.  $\text{CuS}$
19. Чему равна эквивалентная масса соли  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  ( $M_r \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 400$ )?
- а. 400
  - б.  $400 \cdot 3$
  - в.  $400/2$
  - г.  $400/3$
  - д.  $400/2 \cdot 3$
20. Вычислите эквивалентную массу сероводородной кислоты?
- а. 68
  - б. 17
  - в. 34
  - г. 11,3
  - д. 11



**21. Из приведенных элементов кислотный оксид образует:**

- а. Ca
- б. La
- в. Sn
- г. P
- д. Zn

**22. Со щелочью взаимодействует гидроксид:**

- а. KOH
- б.  $\text{Al}(\text{OH})_3$
- в.  $\text{NH}_4\text{OH}$
- г. NaOH
- д.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

**23. Из приведенных кислот кислые соли может образовать:**

- а.  $\text{HNO}_3$
- б. HCl
- в.  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- г.  $\text{HMnO}_4$
- д.  $\text{H}_2\text{CO}_3$

**24. Серная кислота образует труднорастворимую соль при взаимодействии с:**

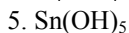
- а. KOH
- б.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- в.  $\text{BaCl}_2$
- г.  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$
- д.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$

**25. Какая формула оксида, кислота которого  $\text{HNO}_3$ ?**

- а. NO
- б.  $\text{N}_2\text{O}$
- в.  $\text{N}_2\text{O}_5$
- г.  $\text{N}_2\text{O}_3$
- д.  $\text{NO}_2$

**26. Найдите формулу основания, оксид которого  $\text{SnO}_2$ :**

- 1.  $\text{Sn}(\text{OH})_2$
- 2.  $\text{Sn}(\text{OH})_3$
- 3.  $\text{Sn}(\text{OH})_4$



**27. В каком соединении эквивалентная масса азота равна 2,8 г\моль?**



**28. В какой из приведенной ниже формул эквивалентная масса металла равна половине его относительной атомной массы?**



**29. В каких из приведенных формул эквивалентная масса хлора равна его относительной атомной массе?**



**30. Чему равна масса двух эквивалентных масс серной кислоты?**

а. 196

б. 98

в. 49

г. 24,5

д. 147

**31. Чему равна масса трех эквивалентных масс азотной кислоты?**

а. 27

б. 63

в. 126

- г. 85
- д. 189

**32. Чему равна масса трех эквивалентных масс гидроксида натрия?**

- а. 40
- б. 80
- в. 120
- г. 20
- д. 100

**33. Определить плотность метана по водороду и по воздуху?**

- а. 4 и 1
- б. 2 и 2
- в. 1 и 4
- г. 8 и 0,55
- д. 3 и 3

**34. В какой формуле эквивалентная масса железа равна половине его относительной атомной массе?**

- а.  $\text{FeCl}_3$
- б.  $\text{FeO}$
- в.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$
- г.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$
- д.  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

**35. В каком соединении эквивалент хрома равен  $1/3$ ?**

- а.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- б.  $\text{Na}_2\text{CrO}_4$
- в.  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- г.  $\text{CrCl}_3$
- д.  $\text{CrCl}_2$

**36. Чему равен эквивалент фосфора в фосфорной кислоте?**

- а. 31
- б. 7,7
- в. 6,2
- г. 15,5
- д. 10,3

**37. С каким веществом будет взаимодействовать соляная кислота?**

- а.  $P_2O_5$
- б.  $CO$
- в.  $Na_2SO_4$
- г.  $AgNO_3$
- д.  $FeCl_2$

**38. С каким веществом будет взаимодействовать хлор?**

- а.  $KMnO_4$
- б.  $K_2Cr_2O_7$
- в.  $CO_2$
- г.  $Zn$
- д.  $NaNO_3$

**39. Чему равна относительная плотность  $CO_2$  по воздуху?:**

- а. 2
- б. 29
- в. 3
- г. 1,5
- д. 6

**40. 2,5 моль  $CO_2$  при н.у. занимает объем:**

- а. 11,2 л
- б. 25,5 л
- в. 56 л
- г. 22,4 л
- д. 36 л

### **Строение атома. Периодическая система. Химическая связь**

**1. Из перечисленных ниже характеристик атомов элементов периодически изменяются:**

- а. заряд ядра;
- б. относительные атомные массы;
- в. число энергетических уровней;
- г. общее число электронов;
- д. число электронов на внешнем энергетическом уровне.

**2. У атома какого элемента энергия ионизации отрыва первого электрона будет меньше?**

- а. Li
- б. Na
- в. Al
- г. Mg
- д. Si

**3. Атомы галогенов имеют одинаковое число:**

- 1. электронов на внешнем уровне
- 2. нейтронов
- 3. всех электронов
- 4. протонов
- 5. энергетических уровней.

**4. Элементы расположены в порядке возрастания электроотрицательности в ряду:**

- а. As, Se, Cl, F
- б. Br, P, H, Sb
- в. C, J, B, Si
- г. O, Se, Br, Te
- д. O, S, Se, Te

**5. Какой ряд включает только переходные элементы?**

- а. Na, Si, Ti, Mo
- б. Al, As, Xe, Bi
- в. Cr, Y, W, Hg
- г. K, Ge, Sb, Md
- д. Cs, Hf, Pb, Po

**6. Какой из приведенных ниже элементов имеет химические свойства сходные со свойствами элемента кальция?**

- а. K
- б. Na
- в. Al
- г. Sr
- д. Cs

**7. В каком ряду элементов атомный радиус возрастает?**

- а. O, S, Se, Te
- б. Na, Mg, Al, Si
- в. C, N, O, F
- г. Si, P, S Cl
- д. I, Br, Cl, F

**8. Какая пара элементов обладает сходными химическими свойствами?**

- а. Ca, Si
- б. Ag, Ni
- в. P, As
- г. Fe, P
- д. S, Mo

**9. Из приведенных ниже элементов неметаллические свойства наиболее выражены:**

- а. Si
- б. P
- в. S
- г. Cl
- д. F

**10. Какой из химических элементов образует высший оксид и гидроксид амфотерного характера?**

- а. Ag
- б. Pt
- в. Sn
- г. Cd
- д. J

**11. Октет электронов на внешней электронной оболочке имеет:**

- а. S
- б. Si
- в.  $\text{Se}^{2-}$
- г.  $\text{Ne}^+$
- д. O

12. Ион, имеющий в своем составе  $25\text{ p}^+$  и  $18\text{ e}^-$ , обладает зарядом, равным:
- а. +2
  - б. +4
  - в. +6
  - г. +7
  - д. +3
13. Атом какого элемента в невозбужденном состоянии имеет следующую электронную конфигурацию:  $1\text{s}^2\ 2\text{s}^2\ 2\text{p}^6\ 3\text{s}^2\ 3\text{p}^6\ 3\text{d}^{10}\ 4\text{s}^2\ 4\text{p}^3$ ?
- а. Р
  - б. As
  - в. Ge
  - г. Se
  - д. Nb
14. Какая из частиц имеет электронную формулу одинаковую с атомом аргона?
- а.  $\text{K}^0$
  - б.  $\text{Na}^+$
  - в.  $\text{Ca}^0$
  - г.  $\text{Cl}^-$
  - д.  $\text{Cl}^0$
15. Валентные электроны атома гафния находятся на орбиталях:
- а.  $6\text{s}^2 4\text{f}^2$
  - б.  $6\text{s}^2 6\text{p}^2$
  - в.  $6\text{s}^2 5\text{d}^2$
  - г.  $6\text{s}^2 4\text{f}^2$
  - д.  $6\text{s}^2 5\text{f}^2$
16. В ряду щелочных металлов цезий является менее электроотрицательным. Это объясняется тем, что он имеет:
- а. наибольшее число нейтронов;
  - б. наибольшее число электронов;
  - в. большую атомную массу;

- г. большее число электронов по сравнению с другими элементами;
- д. валентные электроны в наибольшей степени удалены от ядра атома.

**17. Форму электронного облака определяет:**

- а. главное квантовое число;
- б. спиновое квантовое число;
- в. орбитальное квантовое число;
- г. магнитное квантовое число;
- д. волновая функция.

**18. Размер электронного облака определяет:**

- а. главное квантовое число;
- б. спиновое квантовое число;
- в. магнитное квантовое число;
- г. орбитальное квантовое число;
- д. волновая функция

**19. В каком из соединений между атомами образуется ковалентная связь по донорно-акцепторному механизму?**

- а. KCl
- б.  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- в.  $\text{CCl}_4$
- г.  $\text{CO}_4$
- д.  $\text{NH}_3$

**20. Ковалентная связь между атомами имеет место в веществе:**

- а.  $\text{MgCl}_2$
- б.  $\text{H}_2\text{S}$
- в. CaS
- г.  $\text{K}_3\text{P}$
- д. NaF

**21. Валентные орбитали бериллия в молекуле гидроксида бериллия  $\text{BeH}_2$  гибридизованы по типу:**

- а. sp
- б.  $\text{sp}^2$



- в.  $sp^3$
- г.  $d^2sp^3$
- д.  $dsp^2$

**22. Молекула гидрида бериллия  $BeH_2$  имеет структуру:**

- а. линейную
- б. плоскую
- в. тетраэдрическую
- г. октаэдрическую
- д. угловую

**23. Наименьшее число неспаренных электронов на f-подуровне имеет в основном состоянии атом элемента-лантаноида:**

- а. Sm
- б. Eu
- в. Gd
- г. Tb
- д. Dy

**24. У атома европия валентные электроны находятся на орбиталях:**

- а. 6s
- б. 6s и 5d
- в. 6s и 6p
- г. 6s и 4f
- д. 6s и 5f

**25. В каком из веществ больше всего выражена полярность связи:**

- а. сероводород
- б. хлор
- в. фосфин
- г. хлороводород
- д. аммиак.

**26. Валентные орбитали атома бора в молекуле  $BF_3$  гибридизованы по типу:**

- а. sp
- б.  $sp^2$
- в.  $sp^3$

- г.  $d^2sp^3$
- д.  $dsp^2$

**27. Валентный электрон атома калия находится на орбиталях:**

- а.  $3s^1$
- б.  $3p^1$
- в.  $4s^1$
- г.  $4p^1$
- д.  $5s^1$

**28. Атомы элементов I группы главной подгруппы имеют одинаковое число:**

- а. электронов на внешнем уровне
- б. нейтронов
- в. всех электронов
- г. протонов
- д. нейтронов + протонов.

**29. В следующем ряду расположены только s-элементы:**

- а. Li, Ca, C
- б. Cs, Ba, Rb
- в. Ge, Ga, As
- г. Cu, Zn, Ca
- д. Cl, Br, I

**30. Электронная конфигурация атома серы соответствует формуле:**

- а.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
- б.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
- в.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2$
- г.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- д.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

**31. Число протонов больше, чем число электронов, имеет частица:**

- а. Na
- б. S
- в.  $S^{2-}$

- г.  $\text{Na}^+$
- д. N

**32. Какие элементы относятся к семейству f-элементов?**

- а. U, Lu
- б. K, Be
- в. Cr, Fe
- г. Br, Ne
- д. Na, Al

**33. Наиболее яркие металлические свойства проявляет атом, строению внешнего энергетического уровня которого соответствует формула:**

- а.  $\dots 3s^2$
- б.  $\dots 4s^2$
- в.  $\dots 3s^1$
- г.  $\dots 4s^1$
- д.  $\dots 5s^1$

**34. Какое из веществ образовано по типу неполярной ковалентной связи:**

- а.  $\text{CaCl}_2$
- б.  $\text{F}_2$
- в. Zn
- г. BaO
- д.  $\text{NH}_3$

**35. В подгруппе галогенов иод имеет наименьшую окислительную способность, т.к. он имеет:**

- а. наименьшую атомную массу;
- б. наибольшее число валентных электронов;
- в. валентные электроны в наибольшей степени удалены от ядра атома;
- г. 4d-подуровень;
- д. 5p-подуровень.

**36. В главной подгруппе V группы сверху вниз от N к Bi падает окислительная способность. Это объясняется:**

- а. ростом атомной массы
- б. увеличением числа нейтронов в ядре

- в. увеличением радиуса атома и удалением внешних электронов от ядра
  - г. увеличением числа протонов в ядре
  - д. увеличением числа электронов.
- 37. Из перечисленных элементов наибольшее значение энергии отрыва внешнего электрона имеет атом:**
- а. К
  - б. Pb
  - в. Ca
  - г. Sr
  - д. Cz
- 38. В ряду C-Si-Ge-Sn-Pb неметаллические признаки элементов:**
- а. возрастают
  - б. ослабевают
  - в. остаются неизменными
  - г. уменьшаются, затем возрастают
  - д. увеличиваются, затем уменьшаются
- 39. Электроотрицательность и энергия ионизации элементов главной подгруппы VI группы периодической системы в ряду O-S-Se-Te:**
- а. уменьшаются
  - б. возрастают
  - в. не изменяются
  - г. уменьшаются, потом возрастают
  - д. возрастают, потом уменьшаются
- 40. Заполнение электронами d-подуровня происходит у атома элемента:**
- а. Si
  - б. Ca
  - в. P
  - г. O
  - д. Co

**41. Какой элемент относится к р-элементам:**

- а. As
- б. Mg
- в. Mn
- г. K
- д. Fr

**42. Атому Ti отвечает электронная формула:**

- а.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^2 4s^2$
- б.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$
- в.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$
- г.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$
- д.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$

**43. Определите порядковый номер элемента с сокращенной электронной формулой атома  $3d^5 4s^1$ :**

- а. 19
- б. 20
- в. 21
- г. 23
- д. 24

**44. Определить число неспаренных электронов в атоме ванадия (V):**

- а. 1
- б. 2
- в. 3
- г. 4
- д. 5

**45. Определить общее число электронов в ионе  $N^{3-}$ :**

- а. 4
- б. 7
- в. 10
- г. 13
- д. 16

**46. Указать соединение, в котором ковалентные связи полярны:**

- а.  $NH_3$
- б.  $Na_3N$
- в.  $O_2$

- г.  $\text{Na}_2\text{O}$
- д.  $\text{KCl}$

**47. Указать соединение, в котором ковалентные связи неполярны:**

- а.  $\text{NH}_3$
- б.  $\text{Na}_3\text{N}$
- в.  $\text{O}_2$
- г.  $\text{Na}_2\text{O}$
- д.  $\text{KCl}$

**48. Указать соединение, в котором имеются только ионные связи:**

- а.  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- б.  $\text{Na}_2\text{S}$
- в.  $\text{Na}_2\text{O}_2$
- г.  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- д.  $\text{HCl}$

**49. Вещество с металлической связью это:**

- а. поваренная соль
- б. железо
- в. вода
- г. сахароза
- д. глюкоза

**50. Соединение, в котором электронная плотность смещена в противоположную сторону от атома кислорода, – это:**

- а.  $\text{Cl}_2\text{O}$
- б.  $\text{SO}_2$
- в.  $\text{OF}_2$
- г.  $\text{H}_2\text{O}$
- д.  $\text{CH}_3\text{OH}$

**51. Между атомами кислорода и водорода может образоваться только:**

- а.  $\sigma$  -связь
- б.  $\pi$  -связь
- в. ионная связь
- г. донорно-акцепторная связь
- д. металлическая связь

**55. Геометрическая форма молекулы  $\text{SiH}_4$ :**

- а. линейная
- б. угловая
- в. треугольная
- г. тетраэдрическая
- д. октаэдрическая

**56. Геометрическая форма молекулы  $\text{BF}_3$ :**

- а. линейная
- б. угловая
- в. треугольная
- г. тетраэдрическая
- д. октаэдрическая

**57. Для какой из приведенных молекул дипольный момент равен нулю:**

- а.  $\text{H}_2\text{O}$
- б.  $\text{HCl}$
- в.  $\text{O}_2$
- г.  $\text{HBr}$
- д.  $\text{NH}_3$

**58. На основании приведенных значений дипольных моментов для молекул укажите, в какой из них связь более полярна?**

- а.  $\text{H}_2\text{S}$  - 0,93D
- б.  $\text{H}_2\text{O}$  - 1,84D
- в.  $\text{HI}$  - 0,42D
- г.  $\text{HBr}$  - 0,79D
- д.  $\text{NH}_3$  - 1,47D

**59. Какое максимальное число электронов может содержаться в электронном слое с главным квантовым числом  $n = 4$ ?**

- а. 18
- б. 16
- в. 32
- г. 36
- д. 8

**60. Какая из электронных конфигураций отвечает элементу с порядковым №17?**

- а.  $3S^23P^2$
- б.  $3S^23P^1$
- в.  $3S^23P^5$
- г.  $3S^23P^3$
- д.  $3S^23P^4$

### **Окислительно-восстановительные реакции**

**1. Сера в степени окисления –2 проявляет:**

- а. только окислительные свойства
- б. окислительно-восстановительные свойства
- в. не изменяется
- г. только восстановительные свойства
- д. восстановительно-окислительные свойства

**2. Сера в степени окисления +6 проявляет:**

- а. только окислительные свойства
- б. окислительно-восстановительные свойства
- в. не изменяется
- г. только восстановительные свойства
- д. восстановительно-окислительные свойства

**3. Азот в степени окисления –3 проявляет:**

- а. только окислительные свойства
- б. окислительно-восстановительные свойства
- в. не изменяется
- г. только восстановительные свойства
- д. восстановительно-окислительные свойства

**4. Марганец в степени окисления +7 проявляет:**

- а. только окислительные свойства
- б. не изменяется
- в. окислительно-восстановительные свойства
- г. только восстановительные свойства
- д. восстановительно-окислительные свойства



**5. Алюминий в степени окисления +3 проявляет:**

- а. только окислительные свойства
- б. не изменяется
- в. окислительно-восстановительные свойства
- г. только восстановительные свойства
- д. восстановительно-окислительные свойства

**6. Хлор в степени окисления 0 проявляет:**

- а. только окислительные свойства
- б. окислительно-восстановительные свойства
- в. не изменяется
- г. только восстановительные свойства
- д. восстановительно-окислительные свойства

**7. В каком соединении азот имеет степень окисления +5:**

- а. NO
- б. HNO<sub>3</sub>
- в. NF<sub>3</sub>
- г. NO<sub>2</sub>
- д. N<sub>2</sub>O

**8. Какое из приведенных веществ обладает только восстановительными свойствами:**

- а. MnO<sub>2</sub>
- б. HCl
- в. CaCl<sub>2</sub>
- г. CaO
- д. SO<sub>3</sub>

**9. Какое из приведенных веществ обладает только восстановительными свойствами:**

- а. H<sub>2</sub>S
- б. O<sub>2</sub>
- в. HCl
- г. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- д. KMnO<sub>4</sub>

- 10. Чему равна степень окисления хрома в бихромате калия ( $K_2Cr_2O_7$ ):**
- а. +1
  - б. +3
  - в. +5
  - г. +6
  - д. +7
- 11. Чему равна степень окисления азота в хлориде аммония ( $NH_4Cl$ ):**
- а. 1
  - б. 2
  - в. -3
  - г. -5
  - д. +3
- 12. Какая из приведенных реакций относится к окислительно-восстановительным:**
- а.  $CaCO_3 = CaO + CO_2$
  - б.  $2HgO = Hg + O_2$
  - в.  $AgNO_3 + KCl = AgCl + KNO_3$
  - г.  $Na_2O + H_2O = 2NaOH$
  - д.  $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$
- 13. Какое из перечисленных ниже веществ обладает наибольшей окислительной способностью?**
- а. Mn
  - б. MnO
  - в. MnO<sub>2</sub>
  - г. K<sub>2</sub>MnO<sub>4</sub>
  - д. KMnO<sub>4</sub>
- 14. В каком из соединений атом серы имеет степень окисления +4:**
- а. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
  - б. SO<sub>3</sub>
  - в. Na<sub>2</sub>S
  - г. K<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>
  - д. S

**15. Чему равна степень окисления хлора в хлорате калия ( $\text{KClO}_3$ ):**

- а. +1
- б. +2
- в. +3
- г. +4
- д. +5

**16. Чему равно значение степени окисления углерода в карбонате кальция:**

- а. +1
- б. +2
- в. +3
- г. +4
- д. +5

**17. В какой реакции не изменяется степень окисления элементов?**

- а.  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$
- б.  $2\text{HgO} = 2\text{Hg} + \text{O}_2$
- в.  $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$
- г.  $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$
- д.  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2$

**18. Какая из окислительно-восстановительных реакций относится к реакции диспропорционирования?**

- а.  $2\text{FeCl}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$
- б.  $4\text{H}_3\text{PO}_3 = 3\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{PH}_3$
- в.  $\text{Fe} + \text{Cl}_2 = \text{FeCl}_3$
- г.  $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- д.  $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} = \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

**19. Какая из окислительно-восстановительных реакций относится к внутримолекулярной?**

- а.  $\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$
- б.  $\text{H}_2 + \text{Br}_2 = 2\text{HBr}$
- в.  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = \text{N}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
- г.  $\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} = \text{KClO}_3 + 5\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$
- д.  $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HF} + \text{O}_2$

**20. Какая из окислительно-восстановительных реакций относится к межмолекулярной?**

- а.  $2\text{KMnO}_4 + 3\text{MnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$
- б.  $2\text{CuI}_2 = 2\text{CuI} + \text{I}_2$
- в.  $3\text{S} + 6\text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{K}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$
- г.  $2\text{AgNO}_3 = 2\text{Ag} + 2\text{NO}_2 + \text{O}_2$
- д.  $2\text{Au}_2\text{O}_3 = 4\text{Au} + 3\text{O}_2$

**21. Какое из веществ является только окислителем:**

- а.  $\text{SO}_2$
- б.  $\text{NH}_3$
- в.  $\text{KMnO}_4$
- г.  $\text{H}_2\text{S}$
- д.  $\text{MnO}_2$

**22. Выберите вещество, проявляющее только восстановительные свойства:**

- а.  $\text{PH}_3$
- б.  $\text{Cr}_2\text{O}_3$
- в.  $\text{H}_2\text{SO}_3$
- г.  $\text{H}_3\text{PO}_3$
- д.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

**23. Выберите вещество, проявляющее и окислительные, и восстановительные свойства:**

- а.  $\text{SnO}_2$
- б.  $\text{As}_2\text{O}_3$
- в.  $\text{As}_2\text{O}_5$
- г.  $\text{H}_2\text{S}$
- д.  $\text{Ag}_2\text{O}$

**24. В каких из приведенных процессов происходит окисление азота:**

- а.  $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}$
- б.  $\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O}$
- в.  $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{N}_2$
- г.  $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}$
- д.  $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NH}_3$

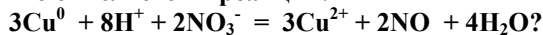
**25. Из перечисленных хлоридов не проявляет окислительных свойств:**

- а.  $\text{FeCl}_3$
- б.  $\text{KCl}$
- в.  $\text{CuCl}_2$
- г.  $\text{CoCl}_3$
- д.  $\text{SnCl}_4$

**26. Укажите химические превращения, при которых степень окисления серы изменяется от 0 до +4?**

- а.  $\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$
- б.  $\text{SO}_3 \rightarrow \text{S}$
- в.  $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2$
- г.  $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4$
- д.  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2$

**27. Что окисляется в реакции:**



- а.  $\text{NO}$
- б.  $\text{NO}_3^-$
- в.  $\text{H}^+$
- г.  $\text{Cu}^0$
- д.  $\text{H}_2\text{O}$

**28. Что окисляется в реакции:**



- а.  $\text{NO}_3^-$
- б.  $\text{N}^{+5}$
- в.  $\text{Pb}$
- г.  $\text{H}_2\text{O}$
- д.  $\text{NO}_2$

**29. Укажите степень окисления кислорода в молекуле перекиси водорода?**

- а. -2
- б. -1
- в. 0
- г. +1
- д. +2

**30. Йод в степени окисления  $-1$  в реакции  $KI + H_2O_2 + H_2SO_4 = I_2 + K_2SO_4 + H_2O$  проявляет только:**

- а. только окислительные свойства
- б. только восстановительные свойства
- в. окислительно-восстановительные свойства
- г. не изменяется
- д. не проявляет окислительно-восстановительных свойств

**31. Свинец в степени окисления  $+4$  в реакции  $PbO_4 + HCl = PbCl_2 + H_2O$  проявляет только:**

- а. только окислительные свойства
- б. только восстановительные свойства
- в. не изменяется
- г. окислительно-восстановительные свойства
- д. не проявляет окислительно-восстановительных свойств

**32. Процессу восстановления соответствует превращение:**

- а.  $I^- \rightarrow I^+$
- б.  $N^{+3} \rightarrow N^{+5}$
- в.  $Cr^{+6} \rightarrow Cr^{+3}$
- г.  $H^0 \rightarrow H^+$
- д.  $Fe^0 \rightarrow Fe^{+2}$

**33. Процессу окисления соответствует превращение:**

- а.  $Pb^{+4} \rightarrow Pb^{+2}$
- б.  $N^{+5} \rightarrow N^{+3}$
- в.  $Bi^{+3} \rightarrow Bi^{+5}$
- г.  $Mo^{+6} \rightarrow Mo^{+5}$
- д.  $Fe^{+3} \rightarrow Fe^{+2}$

**34. Процессу окисления соответствует превращение:**

- а.  $Mn^{+7} \rightarrow Mn^{+2}$
- б.  $N^{-3} \rightarrow N^0$
- в.  $Cl^{+5} \rightarrow Cl^-$
- г.  $S^{+6} \rightarrow S^{+4}$
- д.  $Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3}$

**35. Процессу восстановления соответствует превращение:**

- а.  $\text{Cl}^0 \rightarrow \text{Cl}^{+1}$
- б.  $\text{Na}^0 \rightarrow \text{Na}^+$
- в.  $\text{S}^{+6} \rightarrow \text{S}^{-2}$
- г.  $\text{C}^{+2} \rightarrow \text{C}^{+4}$
- д.  $\text{Fe}^0 \rightarrow \text{Fe}^{+2}$

**36. Какая из приведенных ниже реакций является окислительно-восстановительной:**

- а.  $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- б.  $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- в.  $\text{Al} + \text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{H}_2$
- г.  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- д.  $\text{MgO} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

**37. Какая из приведенных ниже реакций является окислительно-восстановительной:**

- а.  $\text{NH}_4\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$
- б.  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- в.  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
- г.  $\text{Fe} + \text{FeBr}_3 \rightarrow \text{FeBr}_2$
- д.  $\text{Mg} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MgSO}_4 + \text{H}_2$

**38. Какая из приведенных ниже реакций является окислительно-восстановительной:**

- а.  $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow \text{MgO}$
- б.  $\text{BaCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{KCl}$
- в.  $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3$
- г.  $\text{Li}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{LiOH}$
- д.  $\text{NH}_3 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{N}_2 + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$

**39. Какая из приведенных ниже реакций является окислительно-восстановительной:**

- а.  $\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- б.  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{ZnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- в.  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_3$
- г.  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}$
- д.  $\text{Hg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Hg}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}$

**40. Процессу восстановления соответствует превращение:**

- а.  $\text{H}^0 \rightarrow \text{H}^+$
- б.  $\text{Cr}^{+6} \rightarrow \text{Cr}^{+3}$
- в.  $\text{H}^- \rightarrow \text{H}^0$
- г.  $\text{N}^{+3} \rightarrow \text{N}^{+5}$
- д.  $\text{I}^- \rightarrow \text{I}^+$

**Скорость химических реакций. Химическое равновесие**

**1. Во сколько раз возрастет скорость реакции при увеличении температуры от 20<sup>0</sup>С до 50<sup>0</sup>С, если температурный коэффициент равен 3?**

- а. в 3 раза
- б. в 9 раз
- в. в 27 раз
- г. в 10 раз
- д. не изменится

**2. Во сколько раз возрастет скорость реакции при увеличении температуры от 20<sup>0</sup>С до 40<sup>0</sup>С, если температурный коэффициент равен 3?**

- а. в 3 раза
- б. в 9 раз
- в. в 27 раз
- г. в 10 раз
- д. не изменится

**3. Во сколько раз возрастет скорость реакции при повышении температуры от 20<sup>0</sup>С до 40<sup>0</sup>С, если температурный коэффициент скорости реакции равен 2?**

- а. в 2 раза
- б. в 4 раза
- в. в 6 раз
- г. в 8 раз
- д. не изменится



4. Во сколько раз возрастет скорость реакции при повышении температуры от  $20^{\circ}\text{C}$  до  $50^{\circ}\text{C}$ , если температурный коэффициент скорости реакции равен 2?
- а. в 2 раза
  - б. в 4 раза
  - в. в 6 раз
  - г. в 8 раз
  - д. не изменится
5. В реакции  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$  концентрация кислорода увеличена в 3 раза. Во сколько раз возрастет скорость реакции?
- а. в 54 раза
  - б. в 27 раз
  - в. в 9 раз
  - г. в 3 раза
  - д. не изменится
6. В реакции  $\text{C} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4$  концентрация водорода увеличена в 2 раза. Во сколько раз возрастет скорость реакции?
- а. в 4 раза
  - б. в 8 раз
  - в. в 9 раз
  - г. в 10 раз
  - д. в 12 раз
7. В реакции  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$  концентрация диоксида серы увеличена в 3 раза. Во сколько раз возрастет скорость реакции?
- а. в 54 раза
  - б. в 27 раз
  - в. в 9 раз
  - г. в 3 раза
  - д. в 2 раза
8. В реакции  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$  концентрации  $\text{NO}$  и  $\text{O}_2$  увеличены в 2 раза. Во сколько раз возрастет скорость реакции?
- а. увеличится в 2 раза
  - б. увеличится в 8 раз

- в. увеличится в 16 раз  
г. увеличится в 32 раза  
д. не изменится
9. Чтобы скорость образования  $\text{NO}_2$  по реакции  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$  возросла в 1000 раз, во сколько раз необходимо увеличить давление?
- а. в 100 раз  
б. в 20 раз  
в. в 10 раз  
г. в 3 раза  
д. в 2 раза
10. Как изменится скорость реакции  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ , если уменьшить давление в системе в 3 раза?
- а. увеличится в 3 раза  
б. уменьшится в 3 раза  
в. увеличится в 9 раз  
г. увеличится в 27 раз  
д. уменьшится в 9 раз
11. Выберите правильное уравнение, выражающее закон действия масс для реакции  $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ :
- а.  $V = k [\text{CO}_2][\text{C}]$   
б.  $V = k [\text{CO}_2]$   
в.  $V = k [\text{C}]^3$   
г.  $V = k [\text{CO}]$   
д.  $V = k [\text{CO}]^2$
12. Выберите правильное уравнение, выражающее закон действия масс для реакции  $2\text{NO} + \text{O}_2 = \text{NO}_2$ :
- а.  $V = k [\text{NO}][\text{NO}_2]$   
б.  $V = k [\text{NO}_2]$   
в.  $V = k [\text{NO}]^2 [\text{O}_2]$   
г.  $V = k [\text{NO}]$   
д.  $V = k [\text{NO}_2]^2$

**13. Выберите правильное уравнение, выражающее закон действия масс для реакции  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ :**

- а.  $V = k [\text{SO}_2][\text{O}_2]$
- б.  $V = k [\text{SO}_2]$
- в.  $V = k [\text{SO}_3]^2$
- г.  $V = k [\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]$
- д.  $V = k [\text{SO}]^2$

**14. Выберите правильное уравнение для константы химического равновесия реакции  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ :**

- а.  $K_p = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]}$
- б.  $K_p = \frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]}{[\text{NH}_3]}$
- в.  $K_p = \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{N}_2][\text{H}_2]}$
- г.  $K_p = \frac{[\text{N}_2][\text{H}_3]^3}{[\text{NH}_3]^2}$
- д.  $K_p = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$

**15. Выберите правильное уравнение для константы химического равновесия реакции  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ :**

- а.  $K_p = \frac{[\text{SO}_2][\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]}$
- б.  $K_p = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]}$
- в.  $K_p = \frac{[\text{SO}_2]^2[\text{O}_2]}{[\text{SO}_3]}$
- г.  $K_p = \frac{2[\text{SO}_3]}{2[\text{SO}_2][\text{O}_2]}$

$$\text{д. } Kp = \frac{[SO_2]^2 [O_2]}{[SO_3]^2}$$

**16. Выберите правильное уравнение для константы химического равновесия реакции  $H_2 + Cl_2 = 2HCl$ :**

а.  $Kp = \frac{[H_2][Cl_2]}{HCl}$

б.  $Kp = \frac{[HCl]}{[H_2][Cl_2]}$

в.  $Kp = \frac{[H_2][Cl_2]}{[HCl]^2}$

г.  $Kp = \frac{[HCl]}{[H_2][Cl_2]}$

д.  $Kp = \frac{[HCl]^2}{[H_2][Cl_2]}$

**17. Во сколько раз возрастет скорость реакции при увеличении температуры от 10°C до 50°C, если температурный коэффициент равен 3?**

а. в 3 раза

б. в 9 раз

в. в 27 раз

г. в 81 раз

д. не изменится

**18. Во сколько раз возрастет скорость реакции при увеличении температуры от 20°C до 60°C, если температурный коэффициент равен 2?**

а. в 3 раза

б. в 9 раз

в. в 16 раз

г. в 10 раз

д. не изменится

19. Во сколько раз возрастет скорость реакции при повышении температуры от 20°C до 40°C, если температурный коэффициент скорости реакции равен 4?
- а. в 2 раза
  - б. в 4 раза
  - в. в 16 раз
  - г. в 8 раз
  - д. не изменится
20. Во сколько раз возрастет скорость реакции при повышении температуры от 20°C до 50°C, если температурный коэффициент скорости реакции равен 4?
- а. в 2 раза
  - б. в 4 раза
  - в. в 6 раз
  - г. в 64 раза
  - д. не изменится
21. В реакции  $C + O_2 = CO_2$  концентрация кислорода увеличена в 5 раз. Во сколько раз возрастет скорость реакции?
- а. в 54 раза
  - б. в 27 раз
  - в. в 9 раз
  - г. в 5 раз
  - д. не изменится
22. В реакции  $C + 2H_2 = CH_4$  концентрация водорода увеличена в 4 раза. Во сколько раз возрастет скорость реакции?
- а. в 4 раза
  - б. в 8 раз
  - в. в 9 раз
  - г. в 16 раз
  - д. в 12 раз
23. В реакции  $2SO_2 + O_2 = 2SO_3$ , концентрация диоксида серы увеличена в 5 раз. Во сколько раз возрастет скорость реакции?
- а. в 54 раза
  - б. в 25 раз

- в. в 9 раз
- г. в 3 раза
- д. в 2 раза

**24. В реакции  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$  концентрации  $\text{NO}$  и  $\text{O}_2$  увеличить в 4 раза. Во сколько раз возрастет скорость реакции?**

- а. увеличится в 2 раза
- б. увеличится в 64 раза
- в. увеличится в 16 раз
- г. увеличится в 32 раза
- д. не изменится

**25. Реакции  $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$  концентрация кислорода увеличена в 6 раз. Во сколько раз возрастет скорость реакции?**

- а. в 54 раза
- б. в 27 раз
- в. в 9 раз
- г. в 6 раз
- д. не изменится

**26. Как изменится скорость реакции  $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ , если уменьшить давление в системе в 3 раза?**

- а. увеличится в 5 раз
- б. уменьшится в 5 раз
- в. увеличится в 25 раз
- г. увеличится в 125 раз
- д. уменьшится в 125 раз

**27. Выберите уравнение, выражающее закон действия масс для реакции  $2\text{Al} + 3\text{Br}_2 = 2\text{AlBr}_3$ :**

- а.  $V = k [\text{Br}_2][\text{Al}]$
- б.  $V = k [\text{Br}_2]^3$
- в.  $V = k [\text{Al}]^2$
- г.  $V = k [\text{AlBr}_3]^2$
- д.  $V = k [\text{Al}]$

**28. Выберите уравнение, выражающее закон действия масс для реакции  $2\text{Mg} + \text{O}_2 = 2\text{MgO}$ :**

- а.  $V = k [\text{Mg}]^2$
- б.  $V = k [2\text{MgO}]$

- в.  $V = k [O_2]$
- г.  $V = k [Mg][O_2]$
- д.  $V = k [MgO]$

**29. Выберите уравнение, выражающее закон действия масс для реакции  $3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$ :**

- а.  $V = k [Fe]^3$
- б.  $V = k [Fe_3O_4]^2$
- в.  $V = k [Fe_3O_4][H_2O]^4$
- г.  $V = k [H_2O]^4$
- д.  $V = k [H_2]^4$

**30. Равновесие в реакции  $2CO + O_2 = 2CO_2 + Q$  смещается вправо при:**

- а. повышении температуры
- б. увеличении давления
- в. введении в систему катализатора
- г. уменьшении давления
- д. увеличении концентрации углекислого газа

**31. Равновесие в реакции  $SO_2 + 2H_2 = 2H_2O + S$  смещается вправо при:**

- а. повышении температуры
- б. введении в систему катализатора
- в. повышении давления
- г. увеличении концентрации  $H_2O$
- д. повышении концентрации воды

**32. Равновесие в реакции  $CO_2 + H_2 = CO_2 + H_2O - Q$  смещается влево при:**

- а. повышении температуры
- б. введении в систему катализатора
- в. увеличении давления
- г. увеличении концентрации водорода
- д. уменьшении давления

**33. Равновесие в реакции  $3O_2 + CS_2 = CO_2 + 2SO_2 + Q$  смещается влево при:**

- а. повышении температуры

- б. введении в систему катализатора
- в. уменьшении давления
- г. увеличении концентрации кислорода
- д. увеличении концентрации сероуглерода

**34. Равновесие в реакции  $4\text{CO} + \text{Fe}_3\text{O}_4 = 4\text{CO}_2 + 3\text{Fe} - Q$  смещается влево при:**

- а. повышении температуры
- б. введении в систему катализатора
- в. увеличении давления
- г. повышении концентрации всех веществ
- д. понижении температуры

**35. Равновесие в реакции  $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$  смещается вправо при:**

- а. уменьшении давления и увеличении концентрации кислорода
- б. увеличении давления и уменьшения концентрации кислорода
- в. увеличении давления и концентрации кислорода
- г. уменьшении давления и концентрации кислорода
- д. не изменении давления и уменьшении концентрации кислорода

**36. Равновесие в реакции  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + Q$  смещается вправо при:**

- а. увеличении давления и уменьшаем температуру
- б. уменьшении давления и уменьшении концентрации  $\text{SO}_2$
- в. уменьшении давления и увеличении концентрации  $\text{SO}_3$
- г. увеличении температуры и увеличении концентрации  $\text{SO}_3$
- д. не изменении давления и увеличении температуры в системе

**37. Равновесие в реакции  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3 + Q$  смещается влево при:**

- а. увеличении давления и концентрации  $\text{SO}_2$
- б. увеличении давления и концентрации  $\text{O}_2$
- в. увеличении концентрации  $\text{O}_2$  и  $\text{SO}_2$
- г. уменьшении давления и увеличении температуры
- д. не изменении давления и уменьшении температуры



**38. Равновесие смещается вправо при повышении давления в реакции:**

- а.  $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
- б.  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 3\text{NH}_3$
- в.  $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$
- г.  $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$
- д.  $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$

**39. Равновесие смещается влево при повышении температуры в реакции:**

- а.  $2\text{HBr} = \text{H}_2 + \text{Br}_2 - 70,46 \text{ кДж}$
- б.  $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO} - 180,3 \text{ кДж}$
- в.  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl} + 184,5 \text{ кДж}$
- г.  $\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2 - 23,07 \text{ кДж}$
- д.  $\text{PCl}_5 = \text{PCl}_3 - 30 \text{ кДж}$

**40. В какой реакции повышение концентрации водорода сместит равновесие влево?**

- а.  $\text{H}_2 + \text{S} = \text{H}_2\text{S}$
- б.  $3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$
- в.  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$
- г.  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}$
- д.  $\text{CO} + \text{H}_2 = \text{C} + \text{H}_2\text{O}$

**Растворы. Электролитическая диссоциация.  
Гидролиз. Комплексные соединения**

**1. Какова реакция среды в растворе карбоната калия:**

- а. кислая
- б. нейтральная
- в. щелочная
- г. сильноокислая
- д. слабокислая

**2. В водном растворе кислую реакцию дает:**

- а.  $\text{CH}_3\text{COONa}$
- б.  $\text{NH}_4\text{Cl}$

- в.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- г.  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$
- д.  $\text{K}_2\text{S}$

**3. В водном растворе щелочную реакцию дает:**

- а.  $\text{NaNO}_3$
- б.  $\text{MnSO}_4$
- в.  $\text{AlCl}_3$
- г.  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- д.  $\text{K}_2\text{S}$

**4. В водном растворе кислую реакцию дает:**

- а.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- б.  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$
- в.  $\text{Na}_2\text{S}$
- г.  $\text{CuCl}_2$
- д.  $\text{KJ}$

**5. В водном растворе щелочную реакцию дает:**

- а.  $\text{Na}_3\text{PO}_4$
- б.  $\text{KI}$
- в.  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$
- г.  $\text{Li}_2\text{CO}_3$
- д.  $\text{MnCl}_2$

**6. В водном растворе щелочную реакцию дает:**

- а.  $\text{FeCl}_3$
- б.  $\text{KCl}$
- в.  $\text{K}_2\text{CO}_3$
- г.  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- д.  $\text{ZnSO}_4$

**7. В растворе нитрата алюминия среда будет:**

- а. щелочной
- б. нейтральной
- в. кислой
- г. слабощелочной
- д. сильнощелочной

- 8. Один моль фосфата натрия растворяют в воде. Сколько молей ионов натрия образуется при полной диссоциации соли:**
- а. 1
  - б. 2
  - в. 3
  - г. 4
  - д. 5
- 9. Раствор какого вещества в воде имеет щелочную реакцию?**
- а. хлорид натрия
  - б. хлороводород
  - в. карбонат натрия
  - г. хлорид аммония
  - д. нитрат калия
- 10. Когда в раствор щелочи приливают избыток кислоты, pH среды может изменяться следующим образом:**
- а. возрастать с 7 до 8
  - б. возрастать с 3 до 8
  - в. уменьшаться с 7 до 6
  - г. уменьшаться с 9 до 5
  - д. уменьшаться с 9 до 8
- 11. Если в растворе увеличивается концентрация ионов водорода, то:**
- а. численное значение pH раствора растёт
  - б. концентрация ионов гидроксида растёт
  - в. численное значение pH растворов уменьшается
  - г. раствор становится менее кислым
  - д. раствор становится нейтральным
- 12. Реакция водного раствора ацетата натрия:**
- а. нейтральная
  - б. щелочная
  - в. кислая
  - г. слабокислая
  - д. сильнокислая

- 
- 13. Сколько грамм серной кислот нужно взять для приготовления 500 мл 1М раствора?**
- а. 49
  - б. 98
  - в. 20
  - г. 10
  - д. 5
- 14. Сколько грамм серной кислоты нужно взять для приготовления 500 мл 1Н раствора?**
- а. 49
  - б. 98
  - в. 24,5
  - г. 10
  - д. 5
- 15. Сколько грамм фосфорной кислоты нужно взять для приготовления 500 мл 1Н раствора?**
- а. 98
  - б. 49
  - в. 32,6
  - г. 24,5
  - д. 16,3
- 16. Сколько грамм фосфорной кислоты нужно взять для приготовления 500 мл 1М раствора?**
- а. 98
  - б. 49
  - в. 32,6
  - г. 24,5
  - д. 16,3
- 17. Сколько грамм соляной кислоты необходимо взять для приготовления 2л 1Н раствора?**
- а. 18,25
  - б. 36,5
  - в. 73
  - г. 146
  - д. 14,6

**18. Сколько грамм соляной кислоты необходимо взять для приготовления 2л 2М раствора?**

- а. 18,25
- б. 36,5
- в. 73
- г. 146
- д. 14,6

**19. Какая из приведенных солей подвергаются гидролизу:**

- а. NaCl
- б.  $K_2SO_4$
- в.  $NaNO_3$
- г.  $NH_4Cl$
- д.  $CaCl_2$

**20. Какая из приведенных солей не подвергается гидролизу:**

- а. NaCl
- б.  $NH_4Cl$
- в.  $NH_4NO_3$
- г.  $FeCl_3$
- д.  $CuCl_2$

**21. Концентрация гидроксид-ионов равна  $10^{-11}$  моль/л. Значение рН раствора равно:**

- а. 2
- б. 5
- в. 3
- г. 10
- д. 11

**22. Концентрация гидроксид-ионов равна  $10^{-10}$  моль/л. Значение рН раствора равно:**

- а. 2
- б. 5
- в. 3
- г. 4
- д. 11

**23. pH раствора равно 5. Значение концентрации  $H^+$ -ионов равно:**

- а.  $[H^+] = 1 \cdot 10^{-10}$  моль/л
- б.  $[H^+] = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/л
- в.  $[H^+] = 5 \cdot 10^{-5}$  моль/л
- г.  $[H^+] = 5 \cdot 10^{-10}$  моль/л
- д.  $[H^+] = 1 \cdot 10^{-7}$  моль/л

**24. pH раствора равно 4. Значение концентрации  $H^+$ -ионов равно:**

- а.  $[H^+] = 4 \cdot 10^{-10}$  моль/л
- б.  $[H^+] = 4 \cdot 10^{-4}$  моль/л
- в.  $[H^+] = 1 \cdot 10^{-4}$  моль/л
- г.  $[H^+] = 1 \cdot 10^{-10}$  моль/л
- д.  $[H^+] = 1 \cdot 10^{-8}$  моль/л

**25. pH раствора равно 6. Значение концентрации  $OH^-$ -ионов равно:**

- а.  $[OH^-] = 6 \cdot 10^{-10}$  моль/л
- б.  $[OH^-] = 6 \cdot 10^{-6}$  моль/л
- в.  $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-6}$  моль/л
- г.  $[OH^-] = 6 \cdot 10^{-8}$  моль/л
- д.  $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-8}$  моль/л

**27. pH раствора равно 8. Значение концентрации  $OH^-$ -ионов равно:**

- а.  $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-10}$  моль/л
- б.  $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-6}$  моль/л
- в.  $[OH^-] = 8 \cdot 10^{-6}$  моль/л
- г.  $[OH^-] = 5 \cdot 10^{-10}$  моль/л
- д.  $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-7}$  моль/л

**28. pH раствора равно 9. Значение концентрации  $OH^-$ -ионов равно:**

- а.  $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-5}$  моль/л
- б.  $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-9}$  моль/л
- в.  $[OH^-] = 9 \cdot 10^{-5}$  моль/л
- г.  $[OH^-] = 5 \cdot 10^{-10}$  моль/л
- д.  $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-10}$  моль/л

**29. Найти массу  $\text{NaNO}_3$ , необходимую для приготовления 300 мл 0,2 М раствора:**

- а. 0,5 г
- б. 5,9 г
- в. 5,1 г
- г. 51 г
- д. 55 г

**30. Какое из веществ является сильным электролитом?**

- а.  $\text{H}_2\text{CO}_3$
- б.  $\text{Cu}(\text{OH})_2$
- в.  $\text{CaCO}_3$
- г.  $\text{BaSO}_4$
- д.  $\text{CuSO}_4$

**31. Какой раствор имеет щелочную среду?**

- а.  $\text{FeCl}_3$
- б.  $\text{HCl}$
- в.  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- г.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- д.  $\text{NaNO}_3$

**32. Какое сокращенное ионное уравнение соответствует молекулярному уравнению:  $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$**

- а.  $\text{H}^+ + \text{Cl}^- = \text{HCl}$
- б.  $\text{Na}^+ + \text{OH}^- = \text{NaOH}$
- в.  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$
- г.  $\text{NaOH} = \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
- д.  $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- = \text{NaCl}$

**33. В растворе какой соли фенолфталеин окрасится в малиновый цвет?**

- а.  $\text{K}_2\text{S}$
- б.  $\text{ZnCl}_2$
- в.  $\text{BaCl}_2$
- г.  $\text{LiNO}_3$
- д.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

- 34. Комплексообразователем в соединении  $\text{Na}[\text{Hg}(\text{H}_2\text{O})_3\text{CNS}]$  является:**
- а. вода
  - б. ион ртути
  - в. роданид-ион
  - г. ион натрия
  - д. ион азота
- 35. Координационное число в комплексном соединении  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]\text{Cl}$ :**
- а. 4
  - б. 2
  - в. 3
  - г. 1
  - д. 6
- 36. Из перечисленных ниже растворов наибольшее число ионов находится в растворе:**
- а.  $\text{HCl}$
  - б.  $\text{KOH}$
  - в.  $\text{KCl}$
  - г.  $\text{CaCl}_2$
  - д.  $\text{NaCl}$
- 37. Из перечисленных ниже растворов наибольшее число ионов находится в растворе:**
- а.  $\text{HNO}_3$
  - б.  $\text{NaNO}_3$
  - в.  $\text{NaHSO}_4$
  - г.  $\text{K}_3\text{PO}_4$
  - д.  $\text{NaOH}$
- 38. Из перечисленных ниже растворов наибольшее число ионов находится в растворе:**
- а.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
  - б.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
  - в.  $\text{FeCl}_2$
  - г.  $\text{FeSO}_4$
  - д.  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$



**39. Координационное число комплексной соли  $K_2[PtCl_6]$  равно:**

- а. 1
- б. 2
- в. 4
- г. 6
- д. 5

**40. Координационное число комплексной соли  $K_2[HgBr_4]$  равно:**

- а. 1
- б. 2
- в. 4
- г. 6
- д. 5

**41. Координационное число комплексной соли  $K_3[Cr(C_2H_4)_3]$  равно:**

- а. 1
- б. 2
- в. 4
- г. 6
- д. 5

**42. Координационное число комплексной соли  $[Zn(NH_3)_4]Cl_2$  равно:**

- а. 1
- б. 2
- в. 3
- г. 4
- д. 6

**43. Координационное число комплексной соли  $K_4[Zn(CrO_4)_3]$  равно:**

- а. 1
- б. 3
- в. 4
- г. 6
- д. 8

**44. Координационное число комплексной соли  $[Co(NH_3)_6]Cl$  равно:**

- а. 1
- б. 3

- в. 4
- г. 8
- д. 6

**45. Координационное число комплексной соли  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$  равно:**

- а. 1
- б. 3
- в. 4
- г. 6
- д. 8

**46. Число молей КОН в 250 мл 0,2 М раствора равно:**

- а. 0,05
- б. 0,25
- в. 0,50
- г. 5,0
- д. 2,5

**47. Масса NaOH, содержащаяся в 500 мл 0,6 М раствора, равна:**

- а. 1,2 г
- б. 12 г
- в. 120 г
- г. 24 г
- д. 130 г

**48. 1 моль фосфата натрия растворяют в воде. Сколько молей ионов натрия образуется при полной диссоциации соли?**

- а. 5
- б. 4
- в. 3
- г. 2
- д. 1

**49. Какая реакция обмена идет с выделением газа?**

- а.  $\text{CaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow$
- б.  $\text{MgCO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
- в.  $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SiO}_3 \rightarrow$
- г.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$
- д.  $\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

**50. Из приведенных ниже солей гидролизу не подвергаются:**

- а.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
- б.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
- в.  $\text{FeCl}_2$
- г.  $\text{FeSO}_4$
- д.  $\text{FeS}$

**51. Добавление какого вещества к воде приведет к возрастанию pH?**

- а.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- б.  $\text{NaCl}$
- в.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
- г.  $\text{FeCl}_2$
- д.  $\text{AlCl}_3$

**52. Нейтральный раствор получают при растворении в воде:**

- а.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
- б.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
- в.  $\text{CuCl}_2$
- г.  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
- д.  $\text{MnCl}_2$

**53. Щелочной раствор получают при растворении в воде:**

- а.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
- б.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
- в.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- г.  $\text{CuCl}_2$
- д.  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

**54. Добавление какого вещества к воде приведет к уменьшению pH?**

- а.  $\text{NaCl}$
- б.  $\text{CuCl}_2$
- в.  $\text{KNO}_3$
- г.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$
- д.  $\text{KCl}$

**55. Из приведенных ниже солей гидролизу не подвергаются:**

- а.  $\text{CuCl}_2$
- б.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
- в.  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
- г.  $\text{FeCl}_2$
- д.  $\text{KCl}$

**56. Какая из приведенных реакций идет до конца?**

- а.  $\text{KCl} + \text{NaNO}_3 = \text{KNO}_3 + \text{NaCl}$
- б.  $\text{HCl} + \text{KI} = \text{KCl} + \text{HI}$
- в.  $\text{KOH} + \text{NaNO}_3 = \text{KNO}_3 + \text{NaOH}$
- г.  $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl} + \text{HNO}_3$
- д.  $\text{KNO}_3 + \text{Li}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{LiNO}_3$

**57. Какое ионное уравнение соответствует реакции взаимодействия хлорида магния и карбоната натрия?**

- а.  $\text{Mg}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- б.  $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CO}_3^{2-} = \text{MgCO}_3 + 2\text{OH}^-$
- в.  $\text{Mg}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{MgCO}_3$
- г.  $\text{MgOH}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{MgCO}_3 + \text{OH}^-$
- д.  $\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{MgCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

**58. Какое сокращенное ионное уравнение соответствует реакции взаимодействия нитрата серебра и хлорида натрия?**

- а.  $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- = \text{NaCl}$
- б.  $\text{Na}^+ + \text{NO}_3^- = \text{NaNO}_3$
- в.  $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- = \text{AgNO}_3$
- г.  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl}$
- д.  $\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^- + \text{Na}^+ + \text{Cl}^- = \text{AgCl} + \text{Na}^+ + \text{NO}_3^-$

**59. Какое сокращенное ионное уравнение соответствует реакции взаимодействия ацетата натрия с соляной кислотой ?**

- а.  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{Cl}^- = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$
- б.  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ = \text{CH}_3\text{COOH}$
- в.  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+ = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaCl}$
- г.  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ + \text{Cl}^- = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Cl}^-$
- д.  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{Na}^+ + \text{Cl}^- = \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}^+$

**60. Какое сокращенное ионное уравнение соответствует реакции взаимодействия сульфата натрия с хлоридом бария?**

- а.  $2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{Na}_2\text{SO}_4$
- б.  $\text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^- = \text{BaCl}_2$
- в.  $\text{Na}^+ + \text{Cl}^- = \text{NaCl}$
- г.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 = 2\text{Na}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
- д.  $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4$

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

### Некоторые физико-химические величины и единицы СИ

<i>Величина</i>	<i>Единица СИ</i>
1	2
Атомная масса (относительная) $A_r$	атомная единица массы, а.е.м.
Внутренняя энергия $U$	джоуль, Дж
Время $t$	секунда, с
Давление $P$	паскаль, Па
Дипольный момент (электрический) $\mu$	кулон-метр, Кл-м
Длина $l$	метр, м
Количество вещества $n$	моль, моль
Количество теплоты $Q$	джоуль, Дж
Константа химического равновесия $K$	
Масса $m$	килограмм, кг
Массовая доля $\omega$	—
Массовая концентрация $\rho$	килограмм на кубический метр, кг/м <sup>3</sup>
Молекулярная масса (относительная) $M_r$	атомная единица массы, а.е.м.
Мольная доля $x$	—
Моляльная концентрация $C_m$	моль на килограмм, моль/кг
Молярная концентрация $C$	моль на кубический метр, моль/м <sup>3</sup>
Молярная масса $M$	килограмм на моль, кг/моль
Молярный объем $V_M$	кубический метр на моль, м <sup>3</sup> /моль
Объем $V$	кубический метр, м <sup>3</sup>
Окислительно-восстановительный потенциал $E$	вольт, В
Плотность $\rho$	килограмм на кубический метр, кг/м <sup>3</sup>
Площадь $A$ ( $S$ )	квадратный метр, м <sup>2</sup>
Работа $W$ ( $A$ )	джоуль, Дж
Разность потенциалов $\Delta U$	вольт, В

1	2
Растворимости коэффициент $k_s$	—
Сила электрического тока $I$	ампер, А
Сродство к электрону $A_e$	джоуль, Дж
Температура термодинамическая $T$	кельвин, К
Температура Цельсия $t$	градус Цельсия, °С
Тепловой эффект химической реакции $Q$	джоуль, Дж
Частота $\nu$	герц, Гц
Энергия $E$	джоуль, Дж
Энергия Гиббса образования вещества $\Delta G$	джоуль на моль, Дж/моль
Энергия Гиббса реакции $\Delta G$	джоуль, Дж
Энергия ионизации $I$	джоуль, Дж
Энтальпия образования вещества $\Delta H$	джоуль на моль, Дж/моль
Энтальпия реакции $\Delta H$	джоуль, Дж
Энтропия вещества $S$	джоуль на кельвин-моль, Дж/(К·моль)
Энтропия реакции $\Delta S$	джоуль на кельвин, Дж/К

### Физико-химические постоянные

Атомная единица массы, а.е.м.  $m_u \approx 1,6605655 \cdot 10^{-27}$  кг

Масса покоя электрона  $m_e = 9,109534 \cdot 10^{-31}$  кг

Масса покоя протона  $m_p = 1,6726485 \cdot 10^{-27}$  кг

Масса покоя нейтрона  $m_n = 1,6749543 \cdot 10^{-27}$  кг

Элементарный электрический заряд  $e = 1,6021892 \cdot 10^{-19}$  Кл

Радиус Бора  $a_0 = 5,2917706 \cdot 10^{-11}$  м

Масса атома изотопа  $^1H = 1,673559 \cdot 10^{-27}$  кг

Масса атома изотопа  $^2H(D) = 3,344548 \cdot 10^{-27}$  кг

Постоянная Авогадро  $N_A = 6,022045 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>

Число Авогадро  $\{N_A\} \approx 6,02 \cdot 10^{23}$  (формульных единиц)

Постоянная Фарадея  $F = 9,648456 \cdot 10^4$  Кл/моль

Универсальная газовая постоянная  $R = 8,31441$  Дж/(К·моль)

*Нормальные физические условия:*

Нормальное атмосферное давление  $p = 1,01325 \cdot 10^5$  Па

Нормальная термодинамическая температура  $T = 273,15 \text{ К}$  (или температура Цельсия  $t = 0^\circ\text{C}$ )

Молярный объем идеального газа при нормальных физических условиях  $V_M = 2,241383 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3/\text{моль} \approx 22,4 \text{ л/моль}$

Постоянная Больцмана  $k = 1,380662 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$

Таблица 2

**Приставки при образовании кратных**

Наименование	Русское обозначение	Множитель	Наименование	Русское обозначение	Множитель
Гига	г	$10^9$	Деци	д	$10^{-1}$
Мега	м	$10^6$	Санتي	с	$10^{-2}$
Кило	к	$10^3$	Милли	м	$10^{-3}$
Гекто	г	$10^2$	Микро	мк	$10^{-6}$
Дека	да	$10^1$	Нано	н	$10^{-9}$
			Пико	п	$10^{-12}$

Таблица 3

**Растворимость газов в воде (в г на 100 г воды)**

Газ	Температура, °C						
	0	10	20	30	50	80	100
Br <sub>2</sub>	4,22	3,4	3,2	3,13			
CO <sub>2</sub>	0,3346	0,2318	0,1688	0,1257	0,0701		
Cl <sub>2</sub>	1,46	0,98	0,716	0,562	0,386	0,219	0
H <sub>2</sub>	$2,0 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$0,8 \cdot 10^{-4}$	0
NH <sub>3</sub>	87,5	67,9	52,6	40,3	22,9		
NO	$9,8 \cdot 10^{-3}$	$7,6 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-3}$	$5,2 \cdot 10^{-3}$	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	0
O <sub>2</sub>	$7,0 \cdot 10^{-3}$	$5,4 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$	0
HCl	82,3	-	-	67,3	59,6		
H <sub>2</sub> S	0,673	0,552	0,447	0,358			

Таблица 4

**Плотность некоторых соединений**

<b>Вещество</b>	<b>Формула</b>	<b>Плотность, г/см<sup>3</sup></b>	<b>t, °C</b>
Аммоний хлорид	NH <sub>4</sub> Cl	1,53	17
Кремний хлорид	SiCl <sub>4</sub>	1,52	0
Натрий хлорид	NaCl	2,163	15-20
Олово (IV) хлорид	SnCl <sub>4</sub>	2,278	0
Сахар	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	1,558	15
Сера монохлорид	S <sub>2</sub> Cl <sub>12</sub>	1,68	0
Сульфурил хлорид	SO <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	1,67	20
Сурьма (III) хлорид	SbCl <sub>3</sub>	3,064	26
Тионил хлорид	SOCl <sub>2</sub>	1,675	0
Титан (IV) хлорид	Ti Cl <sub>4</sub>	1,76	0
Углерод тетрахлорид	CCl <sub>4</sub>	1,632	0
Фосфор (III) бромид	PBr <sub>3</sub>	2,85	0
Фосфор (III) хлорид	PCl <sub>3</sub>	1,57	0
Фосфор (V) хлороксид	POCl <sub>3</sub>	1,69	0

Таблица 5

**Растворимость твердых веществ в воде (в г на 100 г воды)**

<b>Вещество</b>	<b>Твердая фаза</b>	<b>Температура, °C</b>						
		<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O	23,8	25,1	26,6	31,4	87,1	42,2	47,1
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	54,2		63,9	74,8	80,2	85,9	91,0
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	41,4	42,2	43,0	44,8	46,8	48,8	50,8
NH <sub>4</sub> Cl	NH <sub>4</sub> Cl	23,0	25,1	27,1	31,5	35,6	39,6	43,6
NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub>	10,9	13,7	17,5	24,2			
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O		18	22,5				
KNO <sub>3</sub>	KNO <sub>3</sub>	11,6	17,7	24,1	39,1	52,5	62,8	71,1
KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	KAl <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	3,1	4,4	5,7	12,0	26,7		71,4
K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	4,4	7,5	1,11	20,6	31,2	41,1	50,5
K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	1,62	2,60	4,49	9,89			
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6,9	8,5	10,0	13,1	15,4	17,6	19,4
KCl	KCl	22,2	23,8	26	28,7	31,3	33,8	36,0



1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	$\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	37,4	36,0	34,7	33,2	32,7	33,5	29,7
$\text{CoCl}_2$	$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	30,2	31,0	34,9	39,4	48,4		
	$\text{CoCl}_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$						49,0	50,7
$\text{MgCl}_2$	$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	34,5	34,8	35,3	36,5	37,9	39,7	42,2
$\text{MnCl}_2$	$\text{MnCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	38,9	38	42,4	47,1	52,1	52,0	53,7
$\text{CuCl}_2$	$\text{CoCl}_2 \cdot 2\text{NH}_4\text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	22,2		26,0	30,5	36,1	43,4	
$\text{CuSO}_4$	$\text{CoSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	12,9	13,2	17,5	22,8	28,1	34,9	42,4
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	4,5	8,2	16,1	32,5			
	$\text{Na}_2\text{SO}_4$					31	30,2	30,0
	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	16,4	23,4	32,5				
$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	1,18	1,76	2,58	6,0	16,6		
	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$						23,4	34,6
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{Na}_2\text{O}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	6,6		17,8	33,2			
$\text{NaHCO}_3$	$\text{NaHCO}_3$	6,45	7,58	8,76		14,9		
$\text{NaCl}$	$\text{NaCl}$	26,2		26,5	26,8	27,1	27,6	28,4
$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	44,3		49,1	54,8	62,0		
	$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$						63,0	
$\text{H}_2\text{B O}_3$	$\text{H}_2\text{BO}_3$	2,50	3,52	5,4	9,5			27,5

**Растворимость неорганических веществ в воде при комнатной температуре**

[illegible]

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\text{Li}^+$	р	р	р	р	р	н	р	р	р	м	р	р
$\text{Mg}^{2+}$	р	р	р	м	р	м	р	р	н	н	н	р
$\text{Mn}^{2+}$	р	р	н	н	р	р	р	р	н	н	н	р
$\text{NH}_4^+$	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	-	р
$\text{Na}^+$	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
$\text{Ni}^{2+}$	р	р	н	н	р	р	р	р	н	н	н	р
$\text{Pb}^{2+}$	м	р	н	н	н	м	м	р	н	н	н	н
$\text{Rb}^+$	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р	р
$\text{Sn}^{3+}$	+	+	-	-	+	р	м	+	н	н	н	+
$\text{Si}^{2+}$	р	р	р	н	р	н	р	р	м	н	р	н
$\text{Tl}^+$	м	р	р	р	м	р	н	р	р	н	н	м
$\text{Zn}^{2+}$	р	р	н	н	р	м	р	р	н	н	н	р

Обозначения:

р – хорошо растворимый,

м – малорастворимый,

н – практически нерастворимый,

∞ – неограниченно растворимый,

+

– полностью реагирует с водой,

-- не существует,

\* – осадок из водного раствора не образуется вследствие полного гидролиза,

? – отсутствуют данные по растворимости.

Таблица 7

**Изменение окраски кислотно-основных индикаторов  
в зависимости от pH раствора**

Название	Окраска индикатора в среде		
	Кислая $[H^+] > [OH^-]$ $pH < 7$	Нейтральная $[H^+] = [OH^-]$ $pH = 7$	Щелочная $[OH^-] > [H^+]$ $pH > 7$
Лакмус	красный	фиолетовый	синий
Фенолфталеин	бесцветный	бесцветный	малиновый
Метилоранж	розовый	оранжевый	желтый

Таблица 8

Шкала электроотрицательности по Оллреду и Рохову

Элемент	Электроотрица- тельность	Элемент	Электроотрица- тельность	Элемент	Электроотрица- тельность
1	2	3	4	5	6
Cs	0.86	Au	1.42	Po	1.76
Fr	0.86	Ru	1.42	Ga	1.82
Rb	0.89	Hg	1.44	Sb	1.82
K	0.91	Pt	1.44	At	1.90
Ba	0.97	Tl	1.44	B	2.01
Li	0.97	Rh	1.45	Te	2.01
Ra	0.97	V	1.45	Ge	2.02
Sr	0.99	Cd	1.46	Rn	2.06
Ac	1.00	Re	1.46	H	2.10
Na	1.01	Al	1.47	P	2.10
Ca	1.04	Be	1.47	As	2.20
La	1.08	In	1.49	I	2.21
Y	1.11	Os	1.52	Xe	2.40
Sc	1.20	Ir	1.55	Se	2.48
Zr	1.22	Pb	1.55	C	2.50
Hf	1.23	Cr	1.56	S	2.60
Mg	1.23	Mn	1.60	Br	2.74
Nb	1.23	Fe	1.64	Cl	2.83

1	2	3	4	5	6
Mo	1.30	Zn	1.66	Kr	2.94
Ti	1.32	Bi	1.67	N	3.07
Ta	1.33	Co	1.70	Ar	3.20
Pd	1.35	Sn	1.72	O	3.50
Tc	1.36	Si	1.74	F	4.10
W	1.40	Cu	1.75	Ne	4.84
Ag	1.42	Ni	1.75	He	5.50

Таблица 9

Концентрация и плотность кислот и оснований при 20°C

%	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HCl	HNO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> COOH	NaOH	KOH	NH <sub>3</sub> раствор
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,005	1,003	1,004	1,004	1,000	1,010	1,007	0,994
2	1,012	1,008	1,009	1,009	1,001	1,021	1,017	0,990
3	1,018	1,013	1,015	1,015	1,003	1,032	1,026	0,985
4	1,025	1,018	1,020	1,020	1,004	1,043	1,035	0,981
5	1,032	1,023	1,026	1,026	1,006	1,054	1,044	0,977
6	1,039	1,028	1,031	1,031	1,007	1,065	1,053	1,973
7	1,045	1,033	1,037	1,037	1,008	1,076	1,062	1,969
8	1,052	1,038	1,043	1,042	1,010	1,087	1,072	1,965
9	1,059	1,043	1,049	1,048	1,011	1,098	1,081	1,961
10	1,066	1,047	1,054	1,053	1,013	1,109	1,090	1,958
12	1,080	1,057	1,066	1,065	1,015	1,131	1,109	0,950
14	1,095	1,068	1,078	1,076	1,018	1,153	1,128	0,943
16	1,109	1,078	1,090	1,088	1,021	1,175	1,148	0,936
18	1,124	1,088	1,103	1,101	1,024	1,197	1,167	0,930
20	1,139	1,098	1,115	1,113	1,026	1,219	1,186	0,923
22	1,155	1,108	1,128	1,126	1,029	1,241	1,206	0,916
24	1,170	1,119	1,140	1,140	1,031	1,263	1,226	0,910
26	1,186	1,129	1,153	1,153	1,034	1,285	1,247	0,904
28	1,202	1,139	1,167	1,167	1,036	1,306	1,267	0,898

1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	1,219	1,149	1,180	1,181	1,038	1,328	1,288	0,892
35	1,260	1,174	1,214	1,214	1,044	1,380	1,341	
40	1,303	1,198	1,246	1,254	1,049	1,430	1,396	
45	1,348		1,278	1,293	1,053	1,478	1,452	
50	1,395		1,310	1,335	1,058	1,525	1,511	
55	1,395		1,339	1,379	1,061			
60	1,498		1,367	1,379	1,061			
65	1,553		1,391	1,476	1,067			
70	1,611		1,413	1,526	1,069			
75	1,669		1,434	1,579	1,070			
80	1,727		1,452	1,633	1,070			
85	1,779		1,469	1,689	1,069			
90	1,814		1,483	1,746	1,066			
92	1,824		1,487	1,770	1,064			
94	1,831		1,491	1,794	1,062			
96	1,936		1,495	1,819	1,059			
98	1,836		1,501	1,844	1,055			
100	1,831		1,513	1,870	1,050			



Таблица 10

Константы диссоциации кислот (25°C)

Кислота	Формула	$K_{\text{дисс}}$
1	2	3
Азотистая	$\text{HNO}_2$	$5,1 \cdot 10^{-14}$
Азотистоводородная	$\text{HN}_3$	$1,9 \cdot 10^{-5}$
Борная	$\text{H}_3\text{BO}_3$	$5,8 \cdot 10^{-10}$
Тетраборная	$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	$1,5 \cdot 10^{-7}$
Бромноватистая	$\text{HBrO}$	$2,5 \cdot 10^{-9}$
Йодная	$\text{HIO}_4$	$2,8 \cdot 10^{-2}$
Йодноватая	$\text{HIO}_4$	$1,6 \cdot 10^{-1}$
Йодноватистая	$\text{HIO}$	$2,3 \cdot 10^{-11}$
Кремниевая	$\text{H}_4\text{SiO}_4$	$1,3 \cdot 10^{-11}$
Муравьиная	$\text{HCOOH}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$
Мышьяковая	$\text{H}_3\text{AsO}_4$	$6,0 \cdot 10^{-3}$
Мышьяковистая	$\text{H}_3\text{AsO}_3$	$5,1 \cdot 10^{-10}$
Пероксид водорода	$\text{H}_2\text{O}_2$	$2,0 \cdot 10^{-12}$
Селенистая	$\text{H}_2\text{SeO}_3$	$2,4 \cdot 10^{-3}$
Селеновая ( $K_2$ )	$\text{H}_2\text{SeO}_4$	$1,3 \cdot 10^{-2}$
Селенистоводородная	$\text{H}_2\text{Se}$	$1,3 \cdot 10^{-4}(K_1)$
Серная ( $K_2$ )	$\text{H}_2\text{SO}_4$	$1,2 \cdot 10^{-2}$
Сернистая	$\text{H}_2\text{SO}_3$	$1,7 \cdot 10^{-2}$
Сероводородная	$\text{H}_2\text{S}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$
Теллуристая ( $K_1$ )	$\text{H}_2\text{TeO}_3$	$2,7 \cdot 10^{-3}$
Теллуровая ( $K_1$ )	$\text{H}_6\text{TeO}_6$	$2,0 \cdot 10^{-8}$
Теллуристоводородная	$\text{H}_2\text{Te}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$
Тиосерная	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$2,5 \cdot 10^{-1}$
Угольная	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$4,5 \cdot 10^{-7}$
Уксусная	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$
Фосфорноватистая	$\text{H}_3\text{PO}_2$	$8,0 \cdot 10^{-2}$
Фосфористая	$\text{H}_3\text{PO}_3$	$1,6 \cdot 10^{-2}(K_1) \ 2,0 \cdot 10^{-7}(K_2)$
Фосфорная (орто)	$\text{H}_3\text{PO}_4$	$7,6 \cdot 10^{-2}$ $6,2 \cdot 10^{-8}$ $1,2 \cdot 10^{-13}$
Фтористоводородная	$\text{HF}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$
Хлорноватистая	$\text{HClO}$	$5,0 \cdot 10^{-8}$

1	2	3
Хлористая	$\text{HClO}_2$	$1,1 \cdot 10^{-1}$
Хромовая ( $K_1$ )	$\text{H}_2\text{CrO}_4$	$9,0 \cdot 10^{-17}$
Цианистоводородная	$\text{HCN}$	$6,2 \cdot 10^{-10}$
Щавелевая	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	$5,6 \cdot 10^{-2}(K_1) \quad 5,6 \cdot 10^{-5}(K_2)$
Вода	$\text{H}_2\text{O}$	$1,8 \cdot 10^{-16}$

Таблица 11

**Константы диссоциации оснований (25°C)**

Основание	Формула	$K_{\text{дисс}}$
1	2	3
Алюминия гидроксид ( $K_1$ )	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$1,0 \cdot 10^{-9}$
Аммиака гидрат	$\text{NH}_3\text{H}_2\text{O}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$
Бария гидроксид ( $K_2$ )	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$2,3 \cdot 10^{-1}$
Бериллия гидроксид ( $K_2$ )	$\text{Be}(\text{OH})_2$	$5,0 \cdot 10^{-11}$
Гидразин	$\text{N}_2\text{H}_4\text{H}_2\text{O}$	$9,8 \cdot 10^{-7}$
Гидраксилламин	$\text{NH}_2\text{OH}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$
Железа (II) гидроксид ( $K_2$ )	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$2,3 \cdot 10^{-7}$
Железа (III) гидроксид ( $K_2$ )	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$2,3 \cdot 10^{-7}$
Кальция гидроксид ( $K_2$ )	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$4,0 \cdot 10^{-2}$
Кобальта (III) гидроксид	$\text{Co}(\text{OH})_3$	$7,0 \cdot 10^{-13}$
Лития гидроксид	$\text{LiOH}$	$6,8 \cdot 10^{-1}$
Магния гидроксид ( $K_2$ )	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$2,5 \cdot 10^{-3}$
Марганца (II) гидроксид ( $K_2$ )	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	$5,0 \cdot 10^{-4}$
Меди (II) гидроксид ( $K_2$ )	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$7,9 \cdot 10^{-14}$
Свинца гидроксид	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	$9,6 \cdot 10^{-4}$ $3,0 \cdot 10^{-8}$
Серебра (I) гидроксид	$\text{AgOH}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$
Стронция гидроксид ( $K_2$ )	$\text{Sr}(\text{OH})_2$	$1,6 \cdot 10^{-1}$
Хрома (III) гидроксид ( $K_3$ )	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	$7,0 \cdot 10^{-31}$
Цинка гидроксид	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	$4,4 \cdot 10^{-5}$ $2,0 \cdot 10^{-9}$

Таблица 12

**Стандартные электродные потенциалы металлов**

Металл	$E^0, \text{В}$	Металл	$E^0, \text{В}$	Металл	$E^0, \text{В}$
$\text{Li}^+/\text{Li}$	-3.045	$\text{Be}^{2+}/\text{Be}$	-1.847	$\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}$	-1.126
$\text{Rb}^+/\text{Rb}$	-2.925	$\text{Al}^{3+}/\text{Al}$	-1.700	$\text{H}^+/\text{H}_2$	$\pm 0.000$
$\text{K}^+/\text{K}$	-2.924	$\text{Ti}^{3+}/\text{Ti}$	-1.208	$\text{Sb}^{\text{III}}/\text{Sb}$	+0.240
$\text{Cs}^+/\text{Cs}$	-2.923	$\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}$	-1.192	$\text{Re}^{\text{III}}/\text{Re}$	+0.300
$\text{Ra}^{2+}/\text{Ra}$	-2.916	$\text{Cr}^{2+}/\text{Cr}$	-0.852	$\text{Bi}^{\text{III}}/\text{Bi}$	+0.317
$\text{Ba}^{2+}/\text{Ba}$	-2.905	$\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$	-0.763	$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$	+0.338
$\text{Sr}^{2+}/\text{Sr}$	-2.888	$\text{Ga}^{3+}/\text{Ga}$	-0.560	$\text{Ru}^{2+}/\text{Ru}$	+0.450
$\text{Ca}^{2+}/\text{Ca}$	-2.864	$\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}$	-0.441	$\text{Ag}^+/\text{Ag}$	+0.799
$\text{Na}^+/\text{Na}$	-2.711	$\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}$	-0.404	$\text{Rh}^{3+}/\text{Rh}$	+0.800
$\text{Ac}^{3+}/\text{Ac}$	-2.600	$\text{In}^{3+}/\text{In}$	-0.338	$\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}$	+0.852
$\text{La}^{3+}/\text{La}$	-2.522	$\text{Co}^{2+}/\text{Co}$	-0.277	$\text{Pd}^{2+}/\text{Pd}$	+0.915
$\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}$	-2.372	$\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}$	-0.234	$\text{Pt}^{\text{II}}/\text{Pt}$	+0.963
$\text{Sc}^{3+}/\text{Sc}$	-2.370	$\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}$	-0.141	$\text{Au}^+/\text{Au}$	+1.691

Таблица 13

**Произведение растворимости (ПР) (18-25°C)**

Соединений	Формула	ПР
1	2	3
Алюминия гидроксид	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$1,0 \cdot 10^{-32}$
Бария сульфат	$\text{BaSO}_4$	$1,0 \cdot 10^{-10}$
Бария карбонат	$\text{BaCO}_3$	$5,1 \cdot 10^{-9}$
Бария гидроксид	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	$5,0 \cdot 10^{-3}$
Железа (II) гидроксид	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$1,0 \cdot 10^{-15}$
Железа (III) гидроксид	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$3,2 \cdot 10^{-328}$
Железа (II) сульфид	$\text{FeS}$	$5,0 \cdot 10^{-18}$
Железа (II) карбонат	$\text{FeCO}_3$	$3,5 \cdot 10^{-11}$
Кадмия гидроксид	$\text{Cd}(\text{OH})_2$	$2,2 \cdot 10^{-14}$
Кадмия сульфид	$\text{CdS}$	$7,9 \cdot 10^{-27}$
Кальция гидроксид	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$5,5 \cdot 10^{-6}$
Кальция гидрофосфат	$\text{CaHPO}_4$	$2,7 \cdot 10^{-7}$
Кальция фосфат	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$2,0 \cdot 10^{-29}$
Кальция карбонат	$\text{CaCO}_3$	$4,8 \cdot 10^{-9}$

1	2	3
Кальция сульфат	$\text{CaSO}_4$	$9,1 \cdot 10^{-6}$
Лития гидроксид	$\text{LiOH}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$
Лития карбонат	$\text{Li}_2\text{CO}_3$	$4,0 \cdot 10^{-3}$
Магния гидроксид	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$1,1 \cdot 10^{-11}$
Марганца гидроксид	$\text{Mn}(\text{OH})_2$	$1,6 \cdot 10^{-13}$
Меди гидроксид	$\text{CuOH}$	$1,0 \cdot 10^{-14}$
Олова (II) гидроксид	$\text{Sn}(\text{OH})_2$	$1,4 \cdot 10^{-28}$
Олова (IV) гидроксид	$\text{Sn}(\text{OH})_4$	$1,0 \cdot 10^{-57}$
Олова (II) сульфид	$\text{SnS}$	$1,0 \cdot 10^{-25}$
Свинца (II) гидроксид	$\text{Pb}(\text{OH})_2$	$8,7 \cdot 10^{-14}$
Свинца (II) сульфат	$\text{PbSO}_4$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Серебра (I) гидроксид	$\text{AgOH}$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Стронция гидроксид	$\text{Sr}(\text{OH})_2$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
Стронция карбонат	$\text{SrCO}_3$	$1,1 \cdot 10^{-10}$
Стронция сульфат	$\text{SrSO}_4$	$3,2 \cdot 10^{-7}$
Сурьмы (III) гидроксид	$\text{Sb}(\text{OH})_3$	$4,0 \cdot 10^{-42}$
Сурьмы (III) сульфид	$\text{Sb}_2\text{S}_3$	$1,6 \cdot 10^{-93}$
Хрома (II) гидроксид	$\text{Cr}(\text{OH})_2$	$1,0 \cdot 10^{-17}$
Хрома (III) гидроксид	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	$6,3 \cdot 10^{-31}$
Цинка гидроксид	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	$7,1 \cdot 10^{-18}$
Цинка сульфид	$\text{ZnS}$	$1,6 \cdot 10^{-24}$

Таблица 14

**Константы неустойчивости некоторых комплексных ионов**

Уравнение диссоциации комплексного иона	Константа неустойчивости
1	2
$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- \rightleftharpoons 2\text{Ag}^+ + 2\text{CN}^-$	$1,0 \cdot 10^{-21}$
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3$	$5,89 \cdot 10^{-8}$
$[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)]^{3-} \rightleftharpoons \text{Ag}^+ + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	$1,00 \cdot 10^{-18}$
$[\text{AlF}_6]^{3-} \rightleftharpoons 2\text{Al}^{3+} + 6\text{F}^-$	$5,01 \cdot 10^{-18}$
$[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$7,66 \cdot 10^{-7}$
$[\text{CdI}_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 4\text{I}^-$	$7,94 \cdot 10^{-7}$
$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons \text{Cd}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$2,75 \cdot 10^{-7}$
$[\text{Co}(\text{CNS})_4]^{1-} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + 4\text{CNS}^-$	$5,50 \cdot 10^{-3}$

1	2
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+} \rightleftharpoons \text{Co}^{2+} + 6\text{NH}_3$	$4,07 \cdot 10^{-5}$
$[\text{Cu}(\text{CN})_2]^- \rightleftharpoons 2\text{Cu}^+ + 2\text{CN}^-$	$1,0 \cdot 10^{-24}$
$[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{3-} \rightleftharpoons \text{Cu}^+ + 4\text{CN}^-$	$5,13 \cdot 10^{-31}$
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$9,33 \cdot 10^{-13}$
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + 6\text{CN}^-$	$1,0 \cdot 10^{-24}$
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \rightleftharpoons \text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^-$	$1,0 \cdot 10^{-31}$
$[\text{HgCl}_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + 4\text{Cl}^-$	$6,03 \cdot 10^{-16}$
$[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$3,02 \cdot 10^{-42}$
$[\text{Hg}(\text{CNS})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + 4\text{CNS}^-$	$1,29 \cdot 10^{-22}$
$[\text{HgI}_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Hg}^{2+} + 4\text{I}^-$	$1,38 \cdot 10^{-30}$
$[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$1,00 \cdot 10^{-22}$
$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+} \rightleftharpoons \text{Ni}^{2+} + 6\text{NH}_3$	$9,77 \cdot 10^{-9}$
$[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$1,00 \cdot 10^{-16}$
$[\text{Zn}(\text{CNS})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 4\text{CNS}^-$	$5,00 \cdot 10^{-2}$
$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$2,00 \cdot 10^{-9}$
$[\text{Ni}(\text{OH})_4]^{2-} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^-$	$7,08 \cdot 10^{-16}$

Таблица 15

**Названия некоторых распространенных лигандов:**

Лиганд	Название	Лиганд	Название
$\text{F}^-$	фторо	$\text{OH}^-$	гидроксо
$\text{Cl}^-$	хлоро	$\text{H}_2\text{O}$	аква
$\text{Br}^-$	бromo	$\text{NH}_3$	аммин
$\text{I}^-$	йодо	$\text{CO}$	карбонил
$\text{CN}^-$	циано	$\text{SCN}^-$	тиоцианато
$\text{NO}_2^-$	нитро	$\text{NH}_2^-$	амин

Таблица 16

**Классификация химических связей**

Характеристика	Пространственная направленность	Частицы, соединяемые данной связью
<b>Ковалентная связь</b>		
Электронная пара является общей для двух атомов (в случае, когда общими являются 2 пары электронов, образуется двойная связь, 3 пары – тройная связь)	Есть	Атомы неметаллов. Может образоваться связь между одинаковыми томами (простые вещества) и между разными томами (химические соединения, многоатомные ионы)
<b>Координационная связь</b>		
Координирующий атом предоставляет неподеленные пары электронов другим атомам или ионам, связь носит частично ковалентный характер	Есть	Ионы металлов (или атомы); ионы элементов с высокой электроотрицательностью либо молекулы и многоатомные ионы, содержащие такие атомы
<b>Металлическая связь</b>		
Катионы металлов располагаются в регулярном порядке в поле внешних электронов, образующих газ электронов проводимости	Нет	Атомы металлов. Атомы могут быть одинаковыми (чистые металлы) или разными (сплавы, интерметаллические соединения)
<b>Ионная связь</b>		
Между положительно и отрицательно заряженными ионами (различное молярное соотношение; одноатомные ионы; многоатомные ионы) действуют электростатические силы	Нет	Одноатомные катионы металлов или многоатомные катионы, содержащие неметаллы, – с одной стороны, и одноатомные анионы неметаллов или различные многоатомные анионы – с другой

## ЛИТЕРАТУРА

### *Основная:*

1. Гольбрайх З.Е., Маслов Е.И. Сборник задач и упражнений по химии. – М.: Астрель, 2004. – 284 с.
2. Михайлов М.Д., Петрова Г.А., Семенов И.Н. Тренировочные упражнения по химии. – Ленинград: ЛГУ, 1990. – 142 с.
3. Хомченко Г.П., Хомченко И.Г. Сборник задач по химии. – М.: Новая волна, 2013. – 278 с.
4. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии. – М.: КноРус, 2013. – 260 с.
5. Кудрявцев А.А. Составление химических уравнений. – М.: Высшая школа, 1993. – 203 с.
6. Лидин Р.А., Андреева Л.Л., Молочко В.А. «Химические свойства неорганических веществ». – М.: Химия, 2005. – 449 с.
7. Ковальчукова О.В., Солдатов С.А. 780 тестов по химии. – М.: Уникум-центр, 1998. – 187 с.

### *Дополнительная:*

1. Цитович И.К., Протасов П.Н. Методика решения расчетных задач по химии. – М.: Просвещение, 1989. – 127 с.
2. Гуськова Л.Г. Задачи и упражнения по химии. – М.: Высшая школа, 1986. – 187 с.
3. Гудкова А.С. и др. 500 задач по химии. – М.: Просвещение, 1981. – 158 с.
4. Макареня А.А. Повторим химию. – М.: Высшая школа, 1996. – 270 с.
5. Оганесян Э.Т. Руководство по химии. – М.: Высшая школа, 1998. – 398 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
1. Основные классы неорганических соединений. Химические реакции и их классификация .....	4
2. Атомно-молекулярное учение. Законы стехиометрии.....	13
3. Строение атома. Периодический закон Д.И. Менделеева. Химическая связь .....	20
4. Окислительно-восстановительные процессы.....	28
5. Основные закономерности протекания химических реакций .....	37
6. Количественное выражение состава растворов .....	46
7. Свойства растворов электролитов. Гидролиз солей .....	55
8. Получение и свойства комплексных соединений .....	61
9. Металлы, неметаллы, их свойства.....	69
10. Комбинированные задачи .....	75
 <b>ПЕРЕЧЕНЬ ТЕСТОВЫХ ВОПРОСОВ ПО КУРСУ «ОБЩАЯ ХИМИЯ» .....</b>	 <b>84</b>
 <b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	 <b>132</b>
 <b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	 <b>150</b>



Учебное издание

*Аишеева Раушан Копиильевна  
Тугелбаева Лейла Махамбетовна  
Рыскалиева Роза Габдрахимовна*

**Задачи и упражнения по курсу  
«ОБЩАЯ ХИМИЯ»**

*Учебно-методическое пособие*

Редактор Э. Сулейменова  
Компьютерная верстка  
и дизайн обложки Г. Калиевой

**ИБ № 8323**

Подписано в печать 04.06.15. Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная.

Печать цифровая. Объем 9,56 п.л. Тираж 130 экз. Заказ № 1168.

Издательский дом «Қазақ университеті»

Казахского национального университета им. аль-Фараби.

050040, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 71.

Отпечатано в типографии издательского дома «Қазақ университеті».