

Министерство сельского хозяйства и продовольствия  
Республики Беларусь

Витебская ордена «Знак Почета» государственная  
академия ветеринарной медицины

**Кафедра химии имени  
профессора Ф. Я. Беренштейна**

**СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ОБЩЕЙ,  
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ И  
АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Учебно-методическое пособие  
для студентов по специальностям: «Ветеринарная медицина»,  
«Зоотехния» и «Ветеринарная и санитарная экспертиза»

Витебск  
ВГАВМ  
2019

УДК 54 (07)  
ББК 24  
С23

Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета ветеринарной медицины УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» от 26 октября 2018 г. (протокол № 8)

Авторы:

доктор биологических наук, профессор *В. М. Холод*;  
кандидат биологических наук, доцент *И. Ю. Постраш*;  
кандидат биологических наук, доцент *Л. Н. Громова*;  
старший преподаватель *Т. В. Пипкина*;  
старший преподаватель *А. В. Бизунов*;  
старший преподаватель *С. Л. Радченко*;  
старший преподаватель *О. В. Господарик*

Рецензенты:

кандидат ветеринарных наук, доцент *Н. Г. Толкач*;  
кандидат биологических наук, доцент *Е. Н. Кудрявцева*

**Сборник задач по общей, неорганической и аналитической химии:**  
С23 учеб. – метод. пособие для студентов по специальностям: «Ветеринарная медицина», «Зоотехния» и «Ветеринарная и санитарная экспертиза» / В. М. Холод [и др.]. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 40 с.

В учебно-методическом пособии приведены задачи по всем основным разделам изучаемого курса. Решение задач, приведенных в сборнике, способствует закреплению теоретического материала, вырабатывает навыки самостоятельной работы, способствует развитию творческого мышления. Задачи имеют различную степень сложности, что позволяет индивидуализировать процесс обучения.

УДК 54(07)  
ББК 24

© УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	4
Основные понятия и законы химии .....	5
Энергетика химических процессов .....	6
Скорость химических реакций. Химическое равновесие .....	8
Способы выражения состава растворов .....	11
Свойства растворов неэлектролитов .....	13
Свойства растворов электролитов .....	14
Ионное произведение воды. Водородный показатель .....	15
Гидролиз солей .....	16
Буферные растворы .....	17
Коллоидные растворы .....	18
Комплексные соединения .....	20
Окислительно-восстановительные процессы .....	22
Титриметрический анализ .....	23
Элементы VII A группы .....	24
Элементы VI A группы .....	26
Элементы V A группы .....	27
d – элементы .....	29
Элементы I A и II A групп .....	30
Литература .....	32
Приложение .....	33

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Сборник задач предназначен для студентов 1 курса, изучающих общую, неорганическую и аналитическую химию в рамках специальностей «Ветеринарная медицина», «Зоотехния», «Ветеринарная и санитарная экспертиза». Он составлен в соответствии с государственным образовательным стандартом и типовыми программами заявленных специальностей. Решение задач, приведенных в сборнике, способствует закреплению теоретического материала, развитию творческого мышления, приобретению навыков самостоятельной работы.

В учебно-методическом пособии приведены задачи по всем основным разделам изучаемого курса. Там, где это возможно и логически обосновано, они имеют профессиональную направленность, связаны с органической, биологической химией и специальными дисциплинами (физиологией, фармакологией и др.). Решение задач такого типа позволяет студентам продемонстрировать связи между изучаемым курсом и приобретаемой специальностью, профессионально ориентировать студентов. При решении задач необходимо пользоваться справочными данными, которые приводятся в конце пособия.

Учитывая, что не все студенты в нужной степени усвоили начальные химические знания за курс химии в средней школе, в задачник включен раздел «Основные понятия и законы химии», который позволяет ликвидировать недостаток знаний по химии курса средней школы и облегчает переход к изучению вузовского курса, непосредственно связанного и базирующегося на знаниях, полученных в средней школе. Задачи, включенные в разделы «Энергетика химических процессов» и «Скорость химических реакций. Химическое равновесие», позволяют лучше понять общность химических процессов, происходящих в живой и неживой природе, и необходимость их изучения для врачей ветеринарной медицины.

Так как учебным планом указанных специальностей не предусмотрена такая дисциплина, как «Коллоидная химия», имеющая большое значение для понимания процессов жизнедеятельности, в сборник включен раздел «Коллоидные растворы». При рассмотрении элементов, относящихся к различным группам периодической системы, как правило, рассматриваются химические соединения, применяемые в качестве кормовых добавок, лекарственных, дезинфицирующих средств, используемых в ветеринарии.

Задачи, приведенные в сборнике, имеют разную степень сложности и рассчитаны на студентов с различным уровнем подготовки, что позволяет индивидуализировать процесс обучения. В сборник включены задачи повышенной сложности, рассчитанные на студентов, участвующих во внутривузовских и республиканских олимпиадах по химии.

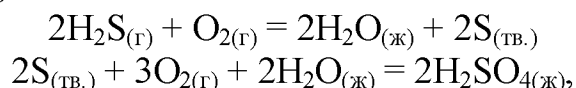
## Основные понятия и законы химии

1. Установите формулу вещества, в котором массовые доли элементов натрия, серы и кислорода соответственно равны 29,11%, 40,51%, 30,38%.
2. Массовые доли (%) элементов в веществе равны: калия – 40,20, хрома – 26,80, кислорода – 33,00. Определите формулу вещества.
3. Рассчитайте число молекул в порции азота массой 5,6 г.
4. Установите массу метана  $\text{CH}_4$  объемом 1,12  $\text{дм}^3$  (н.у.).
5. Какой объем (н.у.) занимают  $1,505 \cdot 10^{24}$  молекул кислорода?
6. Чему равна относительная плотность хлора по водороду и воздуху?
7. Вычислите молярную массу газа, если относительная плотность его по воздуху равна 1,59.
8. Вычислите молярную массу эквивалента элемента в соединении: а) хлора в  $\text{Cl}_2\text{O}_5$ ; б) серы в  $\text{SCl}_4$ ; в) кремния в  $\text{SiF}_4$ ; г) железа в  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ .
9. Найдите молярную массу эквивалента следующих веществ: оксида калия, оксида фосфора (V), сульфата натрия, кремниевой кислоты, фосфата кальция, гидроксида хрома (III), карбоната магния.
10. Определите молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:
  - а)  $2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O}$
  - б)  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{AlOHSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
  - в)  $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
  - г)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{CaHPO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
  - д)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
  - е)  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnOHCl} + \text{H}_2\text{O}$
11. Вычислите молярные массы эквивалентов солей в реакциях:
  - а)  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{KOH} \rightarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4$
  - б)  $\text{AlCl}_3 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_2\text{Cl} + 2\text{KCl}$
  - в)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$
  - г)  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 + 2\text{NaCl}$
  - д)  $\text{CaHPO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CaSO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$
  - е)  $\text{ZnOHCl} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
  - ж)  $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
12. Массовая доля металла в хлориде составляет 73,8%. Определите молярную массу эквивалента металла.
13. Массовая доля кислорода в оксиде свинца составляет 13,39%. Определите молярную массу эквивалента свинца.
14. В реакции 1,708 г сурьмы соединяются с 1,120 г серы с образованием сульфида. Вычислите молярную массу эквивалента сурьмы.
15. На окисление 1,74 г висмута расходуется 0,2 г кислорода. Вычислите молярную массу эквивалента висмута.
16. При окислении 3,6 г неметалла образовался оксид массой 13,2 г. Чему равна молярная масса эквивалента неметалла?
17. При растворении в соляной кислоте 0,54 г алюминия выделяется водород объемом 672  $\text{см}^3$  (н.у.). Вычислите молярную массу эквивалента алюминия.
18. Для нейтрализации 3,4 г кислоты потребовалось 11,2 г гидроксида калия. Найдите молярную массу эквивалента кислоты.

19. На реакцию с 3,75 г соли израсходовали 1,20 г NaOH. Вычислите молярную массу эквивалента соли.
20. На растворение 26,0 г металла израсходовано 19,6 г H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Вычислите молярную массу эквивалента металла (M<sub>3</sub>(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)=49 г/моль).

### Энергетика химических процессов

1. Определите тепловой эффект реакции хемосинтеза, протекающего в автотрофных бактериях Begglatoa и Thiothpix, по стадиям и суммарно при стандартных условиях,



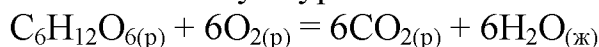
используя табличные значения стандартных энтальпий образования веществ.

2. При взаимодействии 2,1 г железа с серой выделилось 3,77 кДж энергии. Определите энтальпию образования сульфида железа (II).
3. Вычислите тепловой эффект реакции



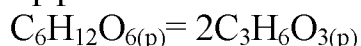
используя табличные значения стандартных энтальпий образования веществ.

4. Энергетические затраты крупного рогатого скота составляет 10 кДж/ч·кг, 30% из которых покрывается за счет глюкозы. Реакция аэробного окисления глюкозы в организме соответствует уравнению

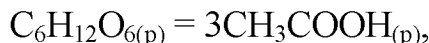


Сколько граммов глюкозы необходимо корове массой 400 кг для поддержания жизнедеятельности в течение суток?

5. Для образования 1 кг молока 3% жирности требуется 2600 кДж энергии. Рассчитайте, какую массу глюкозы расходует лакирующая корова на образование 15 кг молока, если энергетические затраты на процесс молокообразования на 20% покрываются за счет глюкозы.
6. Оцените энергетическую эффективность молочно-кислого брожения

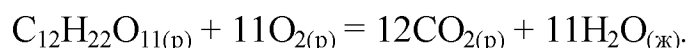


и уксуснокислого брожения

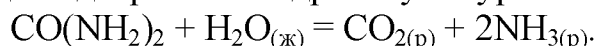


происходящего в рубце жвачных животных, используя табличные значения стандартных энтальпий образования веществ.

7. Энергетические потребности овцы составляют 7 кДж/ч·кг. Какой процент суточной потребности в энергии овцы массой 50 кг покрывают 70 г сахарозы? Реакция аэробного окисления сахарозы в организме соответствует уравнению:



8. В качестве заменителя протеина жвачным животным скармливают мочевины, которая в рубце подвергается гидролизу по уравнению



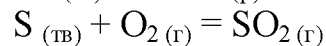
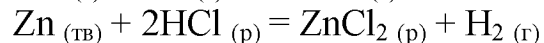
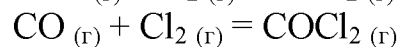
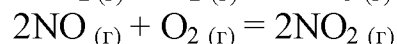
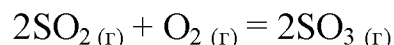
Рассчитайте тепловой эффект гидролиза 204 г мочевины.

9. Вычислите количество теплоты, которое выделится при полном окислении в организме глюкозы массой 90 г (см. уравнение в задаче 3).
10. Вычислите количество теплоты, выделяющееся в реакции:  
 а) взаимодействия калия массой 3,9 г с водой; б) при окислении 1,12 дм<sup>3</sup> (н.у.) оксида углерода (II), используя табличные значения стандартных энтальпий образования веществ.
11. Какое количество теплоты потребуется для разложения карбоната кальция массой 2 кг?
12. Вычислите тепловой эффект реакции  $S_{(тв.)} + O_{2(г)} = SO_{2(г)}$ , используя данные:  
 $2S_{(тв.)} + 3O_{2(г)} = 2SO_3_{(г)}, \Delta H^\circ = -790 \text{ кДж/моль}$   
 $2SO_{2(г)} + O_{2(г)} = 2SO_3_{(г)}, \Delta H^\circ = -196 \text{ кДж/моль}$
13. Корова с удоем в 25 л затрачивает на процессы молокообразования 500 дм<sup>3</sup> кислорода (н.у.). Какую массу глюкозы можно окислить этим кислородом и сколько энергии при этом выделяется?
14. Для образования 1 кг молока 4% жирности требуется 3100 кДж энергии. Сколько граммов сахарозы расходует лактирующая корова на образование 20 кг молока, если энергетические затраты на процесс молокообразования на 10% покрываются за счет сахарозы?
15. Вычислите тепловой эффект реакции  
 $2C_2H_5OH_{(ж)} = C_2H_5OC_2H_5_{(ж)} + H_2O_{(ж)}$ ,  
 используя значения стандартных энтальпий сгорания веществ.
16. Вычислите тепловой эффект реакции, используя значения стандартных энтальпий сгорания веществ  
 $6CH_{4(г)} + O_{2(г)} = 2 C_2H_{2(г)} + 10 H_{2(г)} + 2 CO_{(г)}$ .
17. Вычислите стандартную энтальпию образования этанола, уксусной кислоты, ацетальдегида, используя стандартные энтальпии сгорания веществ.
18. Вычислите изменение энергии Гиббса и оцените возможность самопроизвольного протекания реакции  
 $2NH_{3(г)} + H_2SO_{4(ж)} = (NH_4)_2SO_{4(ж)}$ .
19. Установите, в каком направлении могут самопроизвольно протекать реакции в стандартных условиях  
 $Pb_{(т)} + CuO_{(т)} = PbO_{(т)} + Cu$   
 $Cu_{(т)} + ZnO_{(т)} = CuO_{(т)} + Zn_{(т)}$ .
20. Оцените термодинамическую вероятность окисления глицерина в организме на животных по уравнению  
 $2C_3H_5(OH)_3_{(п)} + 7O_{2(п)} = 6CO_{2(п)} + 8H_2O_{(ж)}$ .
21. Оцените термодинамическую вероятность аэробного окисления глюкозы  
 $C_6H_{12}O_{6(п)} + 6O_{2(п)} = 6CO_{2(п)} + 6H_2O_{(п)}$   
 и спиртового брожения  
 $C_6H_{12}O_{6(п)} = 2C_2H_5OH_{(п)} + 2CO_{2(п)}$   
 в организме животных. Почему в клетках дрожжей осуществляется спиртовое брожение, а в организме животных - аэробное окисление глюкозы?
22. Оцените термодинамическую вероятность окисления аминокислоты аланина в организме животных по уравнению:  
 $2CH_3CH(NH_2)COOH_{(п)} + 7O_{2(п)} = 2CO(NH_2)_{2(п)} + 5CO_{2(п)} + 5H_2O_{(ж)}$ .

23. Вычислите изменение энтропии в реакции
- $$\text{H}_2\text{S}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} = 2\text{HCl}_{(г)} + \text{S}_{(г)}.$$
24. Не производя вычислений, предскажите знак изменения энтропии в следующих реакциях:
- $\text{CO}_{2(к)} = \text{CO}_{2(г)}$
  - $4\text{Fe}_{(к)} + \text{CO}_{2(г)} = 2\text{Fe}_2\text{O}_{3(т)}$
  - $2\text{NO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} = 2\text{NO}_2(г)$
  - $2\text{H}_2\text{O}_{(г)} = 2\text{H}_2(г) + \text{O}_{2(г)}$
  - $2\text{H}_2\text{S}_{(г)} + 3\text{O}_{2(г)} = 2\text{H}_2\text{O}_{(г)} + 2\text{SO}_2(г).$
25. Оцените термодинамическую вероятность окисления аспарагиновой кислоты в организме животных по уравнению
- $$\text{COOHCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH} + 3\text{O}_2 = \text{NH}_{3(п)} + 4\text{CO}_{2(п)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)},$$
- исходя из значений  $\Delta\text{H}^\circ$  и  $\Delta\text{S}^\circ$  веществ.
26. При сгорании 1 моль глюкозы до газообразных  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  изменение энтальпии составляет -2539 кДж, изменение свободной энергии - -817 кДж (298 К). Вычислите изменение энтропии этого процесса.
27. Для какой реакции:
- $$3\text{C}_2\text{H}_{2(г)} = \text{C}_6\text{H}_{6(ж)}; \Delta\text{H}^\circ < 0; \Delta\text{S}^\circ < 0 \text{ или}$$
- $$\text{FeO}_{(тв.)} + \text{H}_{2(г)} = \text{Fe}_{(тв.)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}; \Delta\text{H}^\circ > 0; \Delta\text{S}^\circ > 0$$
- вероятность самопроизвольного протекания уменьшается при увеличении температуры?
28. Вычислите изменение энергии Гиббса каталитического окисления этанола в присутствии фермента каталазы
- $$\text{H}_2\text{O}_{2(ж)} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(ж)} = \text{CH}_3\text{COH}_{(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)}.$$
29. Вычислите изменение энергии Гиббса при гидратации 1 моля  $\beta$ -лактоглобулина при 25 °С, если  $\Delta\text{H}^\circ = -6,75$  кДж/моль и  $\Delta\text{S}^\circ = -9,74$  Дж/моль·К.
30. Константа равновесия реакции гидратации сывороточного альбумина при 25°С равна 1,19. Вычислите изменение стандартной энтропии процесса, если известно, что  $\Delta\text{H}^\circ = -6,08$  кДж/моль.
31. Для некоторой реакции при 227°С  $\Delta\text{H}^\circ = -50$  кДж/моль, а  $\Delta\text{S}^\circ = -100$  Дж/моль·К. Вычислите константу равновесия реакции при указанной температуре.

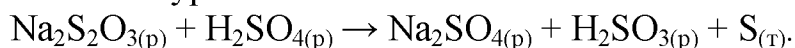
### Скорость химических реакций. Химическое равновесие

1. Запишите кинетические уравнения для следующих реакций:



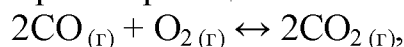


2. Реакция протекает по уравнению



Как изменится скорость реакции после разбавления реагирующей смеси в 4 раза?

3. Как изменится скорость прямой реакции

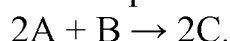


если при постоянной температуре: а) увеличить концентрацию CO в 2 раза, а O<sub>2</sub> – в 4 раза; б) уменьшить давление в системе в 4 раза; в) уменьшить объем системы в 3 раза?

4. Взаимодействие антигена (Аг) с антителом (Ат) идет в соответствии с уравнением  $\text{Аг} + \text{Ат} = \text{АгАт}$ . Как изменится скорость нейтрализации антигена в организме животного, если его концентрация в крови снизилась с  $2 \cdot 10^{-5}$  до  $3 \cdot 10^{-6}$  моль/дм<sup>3</sup>, а концентрация антител возросла с  $0,5 \cdot 10^{-8}$  до  $2 \cdot 10^{-4}$  моль/дм<sup>3</sup>?

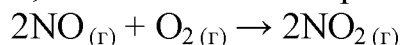
5. Разложение N<sub>2</sub>O на поверхности золота при высоких температурах протекает по уравнению  $2 \text{N}_2\text{O}(\text{r}) \rightarrow 2 \text{N}_2(\text{r}) + \text{O}_2(\text{r})$ . Константа скорости прямой реакции при 900 °С равна  $5 \cdot 10^{-4}$  дм<sup>3</sup>/моль·мин. Начальная концентрация N<sub>2</sub>O равна 3,2 моль/дм<sup>3</sup>. Определите начальную скорость реакции при данной температуре и в тот момент, когда разложилось 25% N<sub>2</sub>O.

6. Реакция между веществами А и В выражается уравнением



Начальная концентрация вещества А равна 0,3 моль/дм<sup>3</sup>, вещества В – 0,5 моль/дм<sup>3</sup>, константа скорости –  $0,8 (\text{дм}^3)^2 \cdot \text{моль}^{-2} \cdot \text{мин}^{-1}$ . Рассчитайте начальную скорость прямой реакции и по истечении некоторого времени, когда концентрация вещества А уменьшится на 0,1 моль.

7. Начальные концентрации веществ равны:  $C_{\text{NO}} = 0,8$  моль/дм<sup>3</sup>;  $C_{\text{O}_2} = 0,5$  моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте, как изменится скорость реакции



по сравнению с первоначальной в тот момент времени, когда прореагирует 20% кислорода.

8. При температуре, равной 60 °С, скорость реакции равна 0,64 моль/(дм<sup>3</sup>·с). Чему равна скорость реакции при 10 °С, если температурный коэффициент равен 2?

9. Во сколько раз изменится скорость реакции при увеличении температуры с 20 °С до 40 °С, если температурный коэффициент равен 2,5?

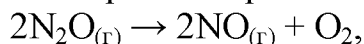
10. Температурный коэффициент реакции равен 2. Как следует изменить температуру реакционной смеси, чтобы увеличить скорость реакции в 128 раз?

11. Реакция при температуре 40 °С протекает за 180 с. Температурный коэффициент реакции равен 3. За какое время завершится эта реакция при 60 °С?

12. Рассчитать время хранения лекарственного средства при температуре 10 °С, если при 60 °С оно теряет свойства через 10 суток (температурный коэффициент реакции равен 2).

13. Константа скорости распада пенициллина при 36 °С равна  $6 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1}$ , а при 41 °С –  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ . Вычислить температурный коэффициент реакции.

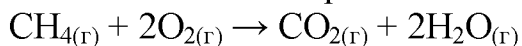
14. Вычислите энергию активации реакции разложения оксида азота (I)



если константы скорости реакции при 600 К и 640 К соответственно равны 83,9 и 407,0  $\text{дм}^3 \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$ .

15. Энергия активации реакции разложения  $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4 + 0,5\text{O}_2$  равна 103,5 кДж/моль. Константа скорости реакции при 298 К равна  $2,03 \cdot 10^{-3} \text{с}^{-1}$ . Вычислите константу скорости этой реакции при 288 К.

16. Начальные концентрации веществ в реакции

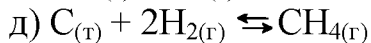
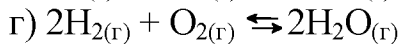
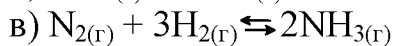
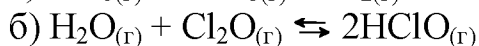


были равны (моль/л):  $C_{\text{CH}_4} = 0,05$ ,  $C_{\text{O}_2} = 0,12$ . Вычислите концентрации всех веществ в системе, после того как прореагировало 40%  $\text{CH}_4$ .

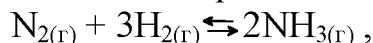
17. Начальные концентрации оксида азота (II) и кислорода составляли 0,26 моль/дм<sup>3</sup> и 0,1 моль/дм<sup>3</sup> соответственно. Вычислите равновесные концентрации (моль/л) веществ в системе  $2\text{NO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(г)}$ , если к моменту равновесия прореагировало 30% кислорода.

18. Реакция выражается уравнением  $4\text{HCl}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(г)} + 2\text{Cl}_{2(г)}$ . Через некоторое время после начала реакции концентрации участвующих в ней веществ составили (моль/л);  $C_{\text{HCl}} = 0,85$ ;  $C_{\text{O}_2} = 0,44$ ;  $C_{\text{Cl}_2} = 0,3$ . Определите начальные концентрации исходных веществ.

19. Напишите выражение для констант равновесия следующих реакций:



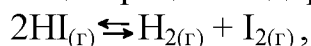
20. Вычислите константу равновесия для реакции синтеза аммиака



если исходные концентрации  $\text{N}_2$  и  $\text{H}_2$  соответственно равны 2 и 7 моль/дм<sup>3</sup>, а к моменту равновесия прореагировало 20% азота.

21. Константа равновесия реакции  $\text{CO}_{(г)} + \text{Cl}_{2(г)} \rightleftharpoons \text{COCl}_{2(г)}$  при некоторой температуре равна 40. Вычислите начальную концентрацию хлора, если в состоянии равновесия концентрации веществ равны:  $C_{\text{CO}} = 0,2$  моль/л;  $C_{\text{COCl}_2} = 0,8$  моль/дм<sup>3</sup>.

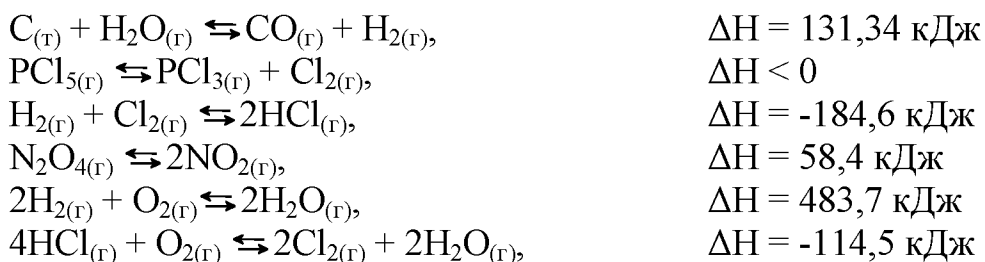
22. Определите равновесную концентрацию водорода в реакции:



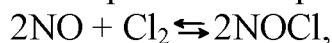
если исходная концентрация  $\text{HI}$  составляет 0,55 моль/дм<sup>3</sup>, а константа равновесия при некоторой температуре равна 1.

23. Химическое равновесие реакции  $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$ , установилось при следующих концентрациях веществ (моль/дм<sup>3</sup>):  $C_{\text{A}} = 18,0$ ;  $C_{\text{B}} = 16,0$ ;  $C_{\text{C}} = 12,0$ ;  $C_{\text{D}} = 24,0$ . Концентрацию вещества  $\text{C}$  понизили до 3 моль/л. Определите новые равновесные концентрации реагирующих веществ после смещения равновесия.

24. Определите направление смещения равновесия обратимых реакций при понижении температуры; при повышении давления:

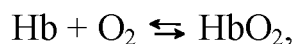


25. В каком направлении сместится равновесие реакции



если общее давление в системе понизить в 4 раза и одновременно повысить температуру на 40 °С (температурные коэффициенты прямой и обратной реакции соответственно равны 2 и 5).

26. Рассчитайте  $\Delta G^\circ$  реакции *глюкозо-1-фосфат*  $\rightleftharpoons$  *глюкозо-6-фосфат*, если константа равновесия при 25 °С равна 17.
27. Рассчитайте константу равновесия процесса оксигенирования гемоглобина при 25 °С



если  $\Delta G^\circ$  реакции равна -1,56 кДж.

28. Вычислите константу равновесия реакции  $2NO_{(г)} + Cl_{2(г)} \rightleftharpoons 2NOCl_{(г)}$  при 298 К, пользуясь значениями стандартных значений энтальпий и энтропий образования веществ.

### Способы выражения состава растворов

- В 5 дм<sup>3</sup> раствора, плотность которого 1,053 г/см<sup>3</sup>, содержится 52,65 г хлорида натрия. Рассчитайте массовую долю растворенного вещества в растворе.
- В 1 дм<sup>3</sup> раствора содержится 577 г серной кислоты. Плотность раствора 1,335 г/см<sup>3</sup>. Вычислите массовую долю кислоты в растворе.
- К 0,5 дм<sup>3</sup> раствора серной кислоты с массовой долей кислоты 98% и плотностью 1,84 г/см<sup>3</sup> добавили 3 дм<sup>3</sup> воды. Рассчитайте массовую долю серной кислоты в полученном растворе.
- В ветеринарной и медицинской практике широко используется изотонический раствор хлорида натрия (массовая доля хлорида натрия 0,9 %). Найдите массу хлорида натрия, которую необходимо взять для приготовления 2 дм<sup>3</sup> изотонического раствора ( $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ ). Чему равна молярная концентрация этого раствора?
- В ветеринарии для внутривенных инъекций используется 0,05 М раствор глюкозы. Определите массу глюкозы, содержащейся в 600 см<sup>3</sup> раствора ( $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ ).
- Для лучшего переваривания волокон солому обрабатывают щелочью. Рассчитайте, какую массу гидроксида натрия необходимо взять, чтобы приготовить 50 кг раствора с массовой долей щелочи 20% ( $\rho = 1,02 \text{ г/см}^3$ ). Определите молярную концентрацию этого раствора.
- Для консервирования кормов используют растворы уксусной кислоты разной концентрации. Рассчитайте массовую долю растворенного вещества и молярную концентрацию раствора, содержащего 12 г уксусной кислоты в 2 дм<sup>3</sup> раствора ( $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ ).

8. В ветеринарной практике растворы часто готовят путем разбавления. Какие объемы воды и раствора серной кислоты необходимо взять, чтобы из 20% раствора серной кислоты плотностью  $1,15 \text{ г/см}^3$  приготовить  $500 \text{ см}^3$  5% раствора плотностью  $1,025 \text{ г/см}^3$ ?
9. В лаборатории имеются растворы серной кислоты с массовой долей кислоты 90% ( $\rho = 1,82 \text{ г/см}^3$ ) и 10% ( $\rho = 1,07 \text{ г/см}^3$ ). В каком массовом и объемном соотношении необходимо смешать эти растворы, чтобы получить раствор с массовой долей серной кислоты 40%?
10. Какой объем воды необходимо прибавить к  $1 \text{ дм}^3$  раствора гидроксида калия с массовой долей растворенного вещества 40% и плотностью  $1,41 \text{ г/см}^3$ , чтобы получить раствор с массовой долей КОН 18%?
11. Для лабораторных работ необходимо приготовить:
  - а) 200 г раствора с массовой долей гидроксида натрия 2%;
  - б)  $200 \text{ см}^3$  0,2 М раствора гидроксида натрия.
 Какие массы гидроксида натрия необходимы для приготовления этих растворов?
12. В  $200 \text{ см}^3$  раствора содержится 1,74 г сульфата калия. Рассчитайте молярную концентрацию, молярную концентрацию эквивалента и титр этого раствора.
13. Определите молярную, эквивалентную концентрацию и титр раствора с массовой долей фосфорной кислоты 36% и плотностью  $1,22 \text{ г/см}^3$ .
14. Вычислите массовую долю серной кислоты в 0,1 н растворе (плотность  $1,002 \text{ г/см}^3$ ).
15. Какая масса серной кислоты содержится в  $400 \text{ см}^3$  0,5 н раствора?
16. Вычислите объем раствора с массовой долей серной кислоты 90% плотностью  $1,82 \text{ г/см}^3$ , который необходимо взять для приготовления 2 л 0,5 н раствора.
17. Какой объем 36% раствора фосфорной кислоты ( $\rho = 1,22 \text{ г/см}^3$ ) нужно затратить для приготовления  $500 \text{ см}^3$  0,02 н раствора?
18. Государственной фармакопеей предусматривается использование для лечебных целей раствора с массовой долей хлороводорода 8,2% ( $\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$ ). Какой объем такого раствора можно получить из 500 г раствора с массовой долей HCl 37,2% ( $\rho = 1,19 \text{ г/см}^3$ )?
19. Борную кислоту ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) в виде 2% раствора применяют как слабое дезинфицирующее средство. Рассчитайте массу борной кислоты, которую нужно взять для приготовления 200 г 2% раствора, и вычислите молярность этого раствора ( $\rho = 1,021 \text{ г/см}^3$ ).
20. В 450 г воды растворили 50 г медного купороса  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Определите массовую долю сульфата меди (II) в полученном растворе.
21. Сульфат магния при внутривенном введении используется в качестве гипотензивного средства. Рассчитайте массу кристаллогидрата  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , необходимого для приготовления 300 г 5% раствора  $\text{MgSO}_4$ .
22. Количественное определение некоторых ветеринарных препаратов проводят с использованием титрованных растворов  $\text{AgNO}_3$  и HCl. Рассчитайте титры 0,1 н растворов этих веществ.

## Свойства растворов неэлектролитов

1. Рассчитайте осмотическое давление 0,2 М раствора неэлектролита при температуре 0 °С и 18 °С.
2. В ветеринарной практике для внутривенных инъекций используют изотонический раствор глюкозы. Рассчитайте его молярную концентрацию, если осмотическое давление крови при температуре 37 °С равно 750 кПа.
3. Вычислите осмотическое давление раствора глицерина  $C_3H_8O_3$  с массовой долей 1% (плотность 1 г/см<sup>3</sup>) при температуре 25°С.
4. Рассчитайте осмотическое давление 5% водного раствора глюкозы  $C_6H_{12}O_6$  (плотность 1,02 г/см<sup>3</sup>) при 310 К, используемого для внутривенного введения при кровопотерях. Каким является этот раствор (гипо-, гипер-, изотоническим) по отношению к растворам, имеющим следующие значения осмотического давления: а) 780 кПа (кровь, верхняя граница); б) 258 кПа; в) 1472 кПа?
5. Рассчитать осмотическое давление 20% водного раствора глюкозы (плотность 1,08 г/см<sup>3</sup>) при 310 К применяемого для внутривенного введения при отеке легкого. Каким является этот раствор по отношению к крови, если  $P_{осм}$  крови равно 740-780 кПа?
6. Корове внутривенно введено 200 г 40% раствора глюкозы. Как изменилось осмотическое давление крови, если объем крови у животного 20 дм<sup>3</sup>, температура тела - 37°С, а нормальное осмотическое давление 750 кПа (объем крови считать величиной постоянной)?
7. Рассчитайте массу мочевины  $CO(NH_2)_2$ , которую следует взять для получения 200 см<sup>3</sup> раствора, который при 20 °С будет изотоничен раствору, содержащему сахарозу массой 4,28 г в 100 см<sup>3</sup> раствора.
8. В 100 г воды растворено 68,4 г сахарозы  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . Определить давление насыщенного пара над раствором при 20 °С, если давление пара чистой воды при этой температуре равно 2,3 кПа.
9. Давление водяных паров при температуре 65 °С равно 25000 Па. Определите давление водяного пара над раствором, содержащим 34,2 г сахарозы  $C_{12}H_{22}O_{11}$  в 90 г воды при этой температуре.
10. Рассчитать молярную массу неэлектролита, если 28,5 г этого вещества, растворенного в 785 г воды, вызывает понижение давления пара воды над раствором на 52,37 Па при 25 °С. Давление пара над чистым растворителем при этой температуре равно 7375, 9 Па.
11. Вычислить давление насыщенного пара над раствором, содержащим 6,4 г нафталина ( $C_{10}H_8$ ) в 90 г бензола ( $C_6H_6$ ) при 20 °С. Давление насыщенного пара чистого бензола при данной температуре 9950 Па.
12. При какой температуре замерзает водный раствор этилового спирта с массовой долей спирта 25%?
13. Рассчитайте температуру кипения 20% водного раствора глюкозы.
14. Понижение температуры замерзания раствора, содержащего 0,052 г камфоры в 26 г бензола  $C_6H_6$ , равно 0,067 °С. Криоскопическая константа бензола 5,1 °С. Определите молярную массу камфоры.

15. Раствор, содержащий 8 г некоторого вещества в 100 г диэтилового эфира, кипит при 36,86 °С, а чистый эфир кипит при 35,60 °С. Определите молекулярную массу растворенного вещества, если эбуллиоскопическая константа диэтилового эфира 2,0 °С.
16. Вычислите массу рибозы  $C_5H_{10}O_5$ , которую следует растворить в 180 г воды, чтобы получить раствор, кипящий при 100,1 °С.
17. Рассчитайте температуру замерзания молока, если его осмотическое давление при 37 °С равно 607 кПа, плотность молока равна 1,04 г/см<sup>3</sup> (принять, что в молоке содержатся только неэлектролиты).
18. Вычислить молярную массу неэлектролита, если его водный раствор с массовой долей неэлектролита 1,96% замерзает при - 0,248 °С.
19. Какую массу сахарозы  $C_{12}H_{22}O_{11}$  следует растворить в 250 г воды, чтобы получить раствор, кипящий при 100,2 °С? При какой температуре замерзает этот раствор?
20. Вычислите массовую долю водного раствора этиленгликоля  $C_2H_4O_2$ , замерзающего при -20 °С.
21. Найдите массу сахарозы  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , которую следует растворить в 250 г воды, чтобы получить раствор, кипящий при 100,2 °С.
22. Водный раствор замерзает при температуре -0,32 °С. Определите температуру кипения этого раствора.

### Свойства растворов электролитов

1. Найдите изотонический коэффициент для раствора гидроксида калия, содержащего 4,2 г КОН в 500 г воды. Раствор замерзает при температуре -0,53 °С.
2. Раствор, содержащий 0,85 г хлорида цинка в 125 г воды, кристаллизуется при температуре -0,23 °С. Определите кажущуюся степень диссоциации хлорида цинка.
3. Кажущаяся степень диссоциации хлорида калия в 0,1М растворе равна 0,80. Чему равно осмотическое давление этого раствора при 17 °С?
4. Рассчитайте массовую долю и молярную концентрацию водного раствора хлорида натрия, изотоничного крови, если осмотическое давление крови равно 745 кПа, кажущаяся степень диссоциации в растворе соли равна 90%, температура раствора - 37 °С, плотность раствора  $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ .
5. При помещении эритроцитов в раствор хлорида натрия с концентрацией соли меньше 0,55% происходит гемолиз. Наступит ли гемолиз, если эритроциты поместить в раствор хлорида натрия ( $\alpha_{\text{каж.}} = 0,8$ ), который замерзает при температуре -0,5 °С?
6. Вычислите молекулярную массу гемоглобина, учитывая, что при температуре 37 °С осмотическое давление в крови, создаваемое этим белком, равно 4 кПа, а содержание гемоглобина в крови крупного рогатого скота составляет 100 г/дм<sup>3</sup>.
7. Вычислите степень азотистой кислоты диссоциации в 0,01 М и в 0,005 М растворе. Как изменится степень диссоциации при разбавлении раствора?

8. Найдите степень диссоциации хлорноватистой кислоты  $\text{HClO}$  в 0,2 М растворе. Как изменится степень диссоциации при нагревании этого раствора при его упаривании?
9. Чему равна концентрация ионов водорода  $\text{H}^+$  в водном растворе муравьиной кислоты, если степень диссоциации кислоты равна 0,033? Как повлияет на степень диссоциации муравьиной кислоты добавление в ее раствор соляной кислоты, формиата натрия?
10. Вычислите концентрацию ионов водорода  $\text{H}^+$  в 0,2 М растворе селеноводородной кислоты  $\text{H}_2\text{Se}$  (диссоциацией кислоты по второй ступени пренебречь).
11. Вычислите приближенные значения активностей ионов  $\text{K}^+$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  в 0,01 М растворе  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .
12. Вычислите ионную силу раствора, содержащего 0,005 моль/дм<sup>3</sup>  $\text{HCl}$  и 0,15 моль/дм<sup>3</sup>  $\text{NaCl}$ .
13. Вычислите ионную силу и активности ионов в растворе, содержащем 0,01 моль/дм<sup>3</sup>  $\text{MgSO}_4$  и 0,01 моль/дм<sup>3</sup>  $\text{MgCl}_2$ .
14. Определите ионную силу сыворотки крови крупного рогатого скота и активность ионов  $\text{Na}^+$ , если концентрации ионов в сыворотке следующие:  $C_{\text{Ca}^{2+}} = 2,5 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>;  $C_{\text{K}^+} = 4,5 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>;  $C_{\text{Na}^+} = 145 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>;  $C_{\text{Mg}^{2+}} = 1 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>;  $C_{\text{Cl}^-} = 100 \cdot 10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup> (наличием других ионов в сыворотке крови пренебречь).
15. Напишите выражения для произведения растворимости труднорастворимых веществ:  $\text{AgCl}$ ,  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .
16. Растворимость сульфата бария  $\text{BaSO}_4$  равна  $1,05 \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup> при температуре 25°C. Вычислите его произведение растворимости.
17. Будет ли выпадать осадок при смешивании 100 см<sup>3</sup> 0,02 М раствора сульфата калия и 100 см<sup>3</sup> 0,01 М раствора хлорида кальция, если  $\text{PP}_{\text{CaSO}_4} = 1,3 \cdot 10^{-4}$ ?
18. Произведение растворимости хромата серебра при 25°C равно  $4 \cdot 10^{-12}$ . Вычислите растворимость соли (г/дм<sup>3</sup>) при данной температуре.

### Ионное произведение воды. Водородный показатель

1. Определите молярную концентрацию ионов водорода  $\text{H}^+$  и гидроксид-ионов  $\text{OH}^-$  в растворе при значениях рН, равных 1; 5; 7; 11.
2. Во сколько раз концентрация гидроксид-ионов в растворе с рН = 12 больше концентрации ионов водорода?
3. рН крови снизился с 7,32 до 7,16. Как изменилась в крови концентрация ионов водорода?
4. При алкалозе рубца рН рубцовой жидкости увеличился с 5 до 8. Во сколько раз уменьшилась при этом концентрация ионов водорода?
5. Вычислить рН 0,1 М раствора соляной кислоты, считая ее диссоциацию полной.
6. Вычислить концентрацию гидроксид-ионов  $\text{OH}^-$ , ионов водорода  $\text{H}^+$  и рН 0,01 М раствора гидроксида калия, считая его диссоциацию полной.

7. 0,63 г азотной кислоты содержится в 100 см<sup>3</sup> раствора. Определите pH этого раствора, считая диссоциацию кислоты полной.
8. 8 г гидроксида натрия растворили в 2 дм<sup>3</sup> раствора. Найдите молярную концентрацию гидроксид-ионов и ионов водорода в растворе и определите pH.
9. Определите молярную концентрацию ионов водорода, гидроксид-ионов и pH растворов слабых электролитов: а) 0,02 М NH<sub>4</sub>OH; б) 0,01 М HCN.
10. Кажущаяся степень диссоциации серной кислоты равна 90%. Вычислите pH 0,1 М раствора серной кислоты.
11. Массовая доля муравьиной кислоты в растворе равна 0,48%, степень диссоциации - 2%. Определите pH данного раствора, если плотность раствора равна 1 г/см<sup>3</sup>.
12. Кислая среда желудочного сока свиньи (pH = 1) обусловлена присутствием в нем соляной кислоты. Найдите массу кислоты, содержащуюся в 800 см<sup>3</sup> желудочного сока.
13. 0,44 г CO<sub>2</sub> растворили в 1 дм<sup>3</sup> воды. Найдите pH полученного раствора, учитывая только первую стадию диссоциации угольной кислоты. Константа диссоциации угольной кислоты по первой ступени  $4,5 \cdot 10^{-7}$ .
14. К 300 см<sup>3</sup> 0,3 М раствора KOH добавили 200 см<sup>3</sup> воды. Как изменился pH раствора?
15. Вычислить pH раствора, полученного прибавлением 200 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора HCl к 10 см<sup>3</sup> 6% раствора NaOH ( $\rho = 1,07$  г/см<sup>3</sup>).
16. После поения концентрация соляной кислоты в желудке свиньи уменьшилась с 0,1 моль/дм<sup>3</sup> до 0,05 моль/дм<sup>3</sup>. Как изменился pH желудочного сока?
17. Рассчитайте pH 10<sup>-3</sup> М раствора NaOH. Затем 1 см<sup>3</sup> этого раствора разбавили водой до 1 дм<sup>3</sup>. Найдите pH полученного раствора.
18. Температура замерзания 0,1 М раствора аммиака равна -0,23 °C ( $\rho = 1,07$  г/см<sup>3</sup>). Вычислите pH этого раствора.
19. Какой объем концентрированной хлороводородной кислоты HCl (плотность 1,19 г/см<sup>3</sup>, массовая доля кислоты 37,2%) следует растворить в воде для получения 1 дм<sup>3</sup> раствора с pH = 2?
20. Смешали 3 дм<sup>3</sup> 0,8 М раствора HCl и 4 дм<sup>3</sup> 0,5 М раствора HCl. Найдите молярную концентрацию полученного раствора и величину pH.

### Гидролиз солей

1. Для профилактики анемии поросятам дают сульфат железа (II) и сульфат меди (II). Составьте уравнения реакций гидролиза этих солей по первой ступени и запишите выражения константы гидролиза.
2. Рассчитайте константы гидролиза солей формиата натрия, формиата аммония и нитрата аммония. Напишите уравнения гидролиза этих солей в молекулярном, ионном и сокращенном ионном виде.
3. Рассчитайте степень гидролиза гипохлорита натрия при следующих концентрациях растворов: 0,001 М; 0,01 М; 0,1 М; 1 М. Сделайте вывод о зависимости степени гидролиза от концентрации раствора.



4. Рассчитайте степень гидролиза цианида калия и рН 0,005 М раствора цианида калия.
5. Раствор нитрита натрия применяют в качестве спазмолитического средства. Вычислите степень, константу гидролиза и рН 0,1 М раствора этой соли.
6. В ветеринарии 1% раствор хлорида аммония (плотность раствора принять 1 г/см<sup>3</sup>) используется как слабое дезинфицирующее средство. Рассчитайте степень, константу гидролиза и рН раствора этой соли.
7. Селенит натрия используется в ветеринарии для профилактики беломышечной болезни. Рассчитайте константу гидролиза и рН 0,01 М раствора этой соли. Считать, что гидролиз останавливается на первой ступени.
8. Водородный показатель 0,01 М раствора гипохлорита калия равен 9,5. Вычислите степень гидролиза этой соли.
9. Запишите уравнения гидролиза в молекулярном и ионном виде и рассчитайте константы гидролиза следующих солей: цианида аммония, ацетата натрия, ацетата аммония, гипохлорита аммония.
10. Вычислите степень гидролиза ацетата калия и рН раствора ацетата калия, если  $C_M = 0,001$  моль/дм<sup>3</sup>.
11. Составьте молекулярные, ионные и сокращенные ионные уравнения гидролиза следующих солей: нитрита калия, нитрата серебра (I), фторида аммония, сульфата цезия, сульфата алюминия, карбоната аммония. В какой цвет окрасятся индикаторы лакмус, метиловый оранжевый, фенолфталеин в растворах этих веществ?
12. При сливании растворов хлорида хрома (III) и карбоната натрия образуется осадок гидроксида хрома (III). Объясните причину и напишите уравнения химических процессов в молекулярном, ионном и сокращенном ионном виде.

### Буферные растворы

1. Рассчитайте рН буферного раствора, в 500 см<sup>3</sup> которого содержится 12 г уксусной кислоты и 1,64 г ацетата натрия. Как изменится рН ацетатного буферного раствора, если к нему добавить 1 дм<sup>3</sup> воды?
2. Вычислить рН мочи, в 1 дм<sup>3</sup> которой содержится 5 г гидроксида аммония и 10 г хлорида аммония. Наличием других компонентов пренебречь.
3. Смешали 150 см<sup>3</sup> 0,05 М раствора муравьиной кислоты и 150 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора формиата натрия. Вычислите рН полученного буферного раствора.
4. Смешали равные объемы 0,1 М раствора гидроксида аммония и 0,15 М раствора хлорида аммония. Рассчитайте рН полученного буферного раствора.
5. Смешали 300 см<sup>3</sup> 0,2 М раствора уксусной кислоты и 200 см<sup>3</sup> 0,5 М раствора ацетата натрия. Рассчитайте рН полученного буферного раствора. Как изменится рН, если в этот раствор добавить 10 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора соляной кислоты? Изменением объема пренебречь.
6. В 500 см<sup>3</sup> раствора находится 14,2 г гидрофосфата натрия и 12,0 г дигидрофосфата натрия. Рассчитайте рН фосфатного буферного раствора. Как изменится рН этого раствора, если к нему добавить 10 см<sup>3</sup> 0,5 М раствора гидроксида натрия? Изменением объема пренебречь.

7. Сколько граммов формиата натрия нужно растворить в  $100 \text{ см}^3$  раствора муравьиной кислоты ( $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ ,  $\omega(\text{НСООН}) = 9,8 \%$ ), чтобы получить формиатный буферный раствор с  $\text{pH} = 3,75$ ?
8. Из  $57,2 \text{ г Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  (первый раствор) и  $16,8 \text{ г NaHCO}_3$  (второй раствор) приготовили по  $1 \text{ дм}^3$  раствора. Рассчитайте  $\text{pH}$  буферного раствора, если смешали  $10 \text{ см}^3$  первого раствора и  $20 \text{ см}^3$  второго раствора и довели объем раствора до  $200 \text{ см}^3$ .
9. Как изменится концентрация гидроксид-ионов в  $1 \text{ М}$  растворе гидроксида аммония, если к  $5 \text{ дм}^3$  данного раствора добавить  $20,75 \text{ г}$  хлорида аммония?
10. Какую массу ацетата натрия надо добавить к  $1 \text{ дм}^3$  раствора уксусной кислоты (титр  $T = 6 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3$ ) для того, чтобы концентрация ионов водорода  $\text{H}^+$  стала равной  $10^{-4} \text{ моль/дм}^3$ ?
11. Как изменится концентрация водородных ионов в  $0,1 \text{ М}$  растворе синильной кислоты, если к  $500 \text{ см}^3$  этого раствора добавить  $0,05 \text{ моль}$  цианида натрия?
12. Сколько граммов хлорида аммония нужно растворить в  $200 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ М}$  раствора гидроксида аммония, чтобы  $\text{pH}$  раствора стал равен  $9,5$ ?
13. Концентрация гемоглобина (ННв) в крови составляет  $10,8 \text{ ммоль/ дм}^3$ , а его калиевой соли (КНв) -  $0,2 \text{ ммоль/ дм}^3$ . Определите  $\text{pH}$  гемоглобиновой буферной системы крови, если  $K_{\text{д ннв}} = 6,3 \cdot 10^{-9}$ .
14. К  $20 \text{ см}^3$   $0,05 \text{ М}$  раствора формиата натрия  $\text{НСООНa}$  прибавили  $10 \text{ см}^3$   $0,05 \text{ М}$  соляной кислоты. Рассчитайте  $\text{pH}$  полученного раствора.
15. Какую массу гидроксида натрия необходимо добавить к  $300 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ М}$  раствора уксусной кислоты, чтобы получить раствор с  $\text{pH}$ , равным  $5,05$ ?

### Коллоидные растворы

1. Напишите формулы мицелл золей, полученных сливанием равных объемов растворов электролитов указанных ниже концентраций:
  1.  $0,001 \text{ н KCl}$  и  $0,010 \text{ н AgNO}_3$
  2.  $0,002 \text{ н NaCl}$  и  $0,030 \text{ н AgNO}_3$
  3.  $0,002 \text{ н NaBr}$  и  $0,020 \text{ н AgNO}_3$
  4.  $0,002 \text{ н PbCl}_2$  и  $0,01 \text{ н Na}_2\text{SO}_4$
  5.  $0,020 \text{ н Na}_2\text{SiO}_3$  и  $0,001 \text{ н HCl}$
2. Напишите формулы мицелл золей, полученных по реакциям:
  1.  $\text{BaCl}_2(\text{изб.}) + \text{K}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{KCl}$
  2.  $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{изб.}) = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$
  3.  $3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6](\text{изб.}) + 4\text{FeCl}_3 = \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3\downarrow + 12\text{KCl}$
  4.  $3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + 4\text{FeCl}_3(\text{изб.}) = \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3\downarrow + 12\text{KCl}$
  5.  $\text{AlCl}_3(\text{изб.}) + 3\text{NaOH} = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaCl}$
3. При введении раствора вещества В некоторый избыток раствора вещества А возможно образование гидрозоль вещества С. Напишите формулу мицелл и укажите знак электрического заряда гранулы этого золя. Какое из рекомендованных веществ является наиболее эффективным коагулятором этого золя?

	А	В	С	Коагулятор
1	NaI	AgNO <sub>3</sub>	AgI	NaF; Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
2	MgCl <sub>2</sub>	NaOH	Mg(OH) <sub>2</sub>	KCl; ZnSO <sub>4</sub> ; AlCl <sub>3</sub>
3	BaCl <sub>2</sub>	CaSO <sub>4</sub>	BaSO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> Cl; AlCl <sub>3</sub> ; ZnSO <sub>4</sub>
4	AlCl <sub>3</sub>	NaOH	Al(OH) <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; KNO <sub>3</sub> ; CaCl <sub>2</sub>
5	CrCl <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> OH	Cr(OH) <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; KCl; BaCl <sub>2</sub>
6	ZnCl <sub>2</sub>	NaOH	Zn(OH) <sub>2</sub>	NaCl; K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; SrCl <sub>2</sub>
7	FeCl <sub>3</sub>	NaOH	Fe(OH) <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; KNO <sub>3</sub> ; MgCl <sub>2</sub>
8	CoCl <sub>2</sub>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> S	CoS	NaCl; K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ; CaCl <sub>2</sub>
9	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	AgNO <sub>3</sub>	Ag <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ; NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> ; NaCl

- Для коагуляции 10 см<sup>3</sup> золя Fe(OH)<sub>3</sub> потребовалось 0,5 см<sup>3</sup> раствора сульфата натрия (C<sub>м</sub>(Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) = 0,100 моль/дм<sup>3</sup>). Вычислить порог коагуляции золя данной солью.
- Порог коагуляции гидрозоль As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> под действием раствора KCl равен 4,9·10<sup>-2</sup> моль/дм<sup>3</sup>. Какой из перечисленных электролитов вызовет коагуляцию этого гидрозоля с наименьшим порогом коагуляции: K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgCl<sub>2</sub>, MgSO<sub>4</sub>, AlCl<sub>3</sub> и Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>?
- Золь гексацианоферрата (II) меди был получен при взаимодействии избытка раствора гексацианоферрата (II) калия с раствором хлорида меди (II). Написать уравнение реакции образования мицеллы, формулу мицеллы и указать, к какому электроду перемещается гранула при электрофорезе.
- Коагуляция золя сульфида золота объемом 650 см<sup>3</sup> наступила при добавлении раствора сульфата хрома (III) объемом 1,18 см<sup>3</sup> с концентрацией 0,025 моль/дм<sup>3</sup>. Вычислите порог коагуляции золя сульфат-ионами. Напишите формулу мицеллы золя сульфида золота.
- К 5 см<sup>3</sup> золя гидроксида железа (III) для начала явной коагуляции необходимо добавить один из следующих растворов: 4 см<sup>3</sup> 3,000 н раствора KCl; 0,5 см<sup>3</sup> 0,010 н раствора K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 3,9 см<sup>3</sup> 0,0005 н раствора K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]. Вычислите порог коагуляции для этих электролитов и укажите, во сколько раз коагулирующая способность K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] выше, чем у K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и KCl.
- В три колбы налито по 0,1 дм<sup>3</sup> золя гидроксида железа (III). Для того, чтобы вызвать коагуляцию золя, потребовалось добавить в первую колбу 0,01 дм<sup>3</sup> 1,000 н раствор NH<sub>4</sub>Cl, во вторую - 0,06 дм<sup>3</sup> 0,010 н раствора Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, а в третью – 0,037 дм<sup>3</sup> 0,001 н раствора Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Вычислите порог коагуляции каждого электролита.
- Рассчитать минимальный объем раствора BaCl<sub>2</sub> с концентрацией 50 ммоль/дм<sup>3</sup>, который требуется добавить к 1 см<sup>3</sup> золя AgI для его коагуляции, если известно, что порог коагуляции в данном случае составляет 2,43 ммоль/дм<sup>3</sup>.
- Для получения коллоидного раствора Al(OH)<sub>3</sub> к раствору Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> (C<sub>м</sub>(Al(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>) = 0,001 моль/дм<sup>3</sup>) добавили равный объем раствора NaOH (C<sub>м</sub>(NaOH) = 0,050 моль/дм<sup>3</sup>). Укажите:
  - формулу мицеллы; назовите ее составные части;
  - знак заряда гранулы;
  - к какому электроду будет перемещаться гранула при электрофорезе.

12. Для получения коллоидного раствора сульфата бария к раствору  $\text{BaCl}_2$  с  $C_M(\text{BaCl}_2) = 0,005$  моль/дм<sup>3</sup> и объемом 10 см<sup>3</sup> добавили 20 см<sup>3</sup> раствора  $\text{K}_2\text{SO}_4$  с  $C_M(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,002$  моль/дм<sup>3</sup>. Укажите:
- метод и способ получения коллоидного раствора;
  - потенциалопределяющие ионы и противоионы;
  - формулу мицеллы; назвать ее составные части;
  - знак заряда гранулы;
  - к какому электроду будет перемещаться гранула при электрофорезе;
  - какой ион электролита  $\text{KNO}_3$  вызывает коагуляцию золя.

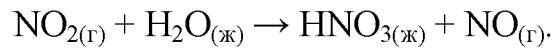
### Комплексные соединения

- Какие частицы (атомы, молекулы, ионы) являются комплексообразователями и лигандами в соединениях:  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{CN})_6]$ ,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Br}_2$ ,  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$ ,  $[\text{Fe}(\text{CO})_6]$ . Назовите эти соединения.
- Определите заряды внутренней координационной и внешней сфер, заряды комплексообразователей и лигандов, координационное число комплексообразователя в следующих соединениях:  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ ,  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{Cl}_2$ . Назовите эти соединения.
- Укажите внутреннюю и внешнюю сферы, комплексообразователь, координационное число комплексообразователя и лиганды в следующих комплексных соединениях:  
 $(\text{NH}_4)_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6]$ ,  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ ,  $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ ,  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ .  
 Назовите эти соединения.
- Составьте формулы комплексных соединений по их названиям: тетрааквадитиоцианокобальт (II); гексанитритокобальтат (III) натрия; сульфат гексаамминкобальта (III); хлорид пентааквахлорохрома (III); гексахлороплюмбат (II) калия; гексафторосиликат (IV) водорода; гидроксид диамминсеребра (I).
- Определите заряд комплексообразователя, внутренней и внешней сферы, координационное число в соединениях:
  - $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ ;
  - $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{SCN})_2]$ ;
  - $\text{H}_2[\text{WF}_6]$ ;
  - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ ;
  - $\text{K}_3[\text{Ni}(\text{CN})_6]$ .
- Напишите уравнения электролитической диссоциации комплексного соединения и выражение общей константы нестойкости комплексного иона:
  - $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{Cl}_3$ ;
  - $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ ;
  - $(\text{NH}_4)_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6]$ ;
  - $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$ ;
  - $\text{K}_3[\text{Ni}(\text{CN})_6]$ .
- Напишите в молекулярной и ионно-молекулярной форме уравнения обменных реакций, происходящих между веществами:
  - $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  и  $\text{CuSO}_4$ ;

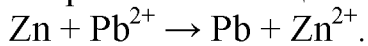
- б)  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{SCN})_6]$  и  $\text{FeSO}_4$ ;  
 в)  $\text{K}_3[\text{Ni}(\text{CN})_6]$  и  $\text{AgNO}_3$ .
8. Закончите уравнения реакций между следующими электролитами:  
 а)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{CuCl}_2 \rightarrow$   
 б)  $\text{H}_2[\text{PtCl}_6] + \text{CsOH} \rightarrow$   
 в)  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6] + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$   
 г)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] + \text{FeCl}_3 \rightarrow$
9. Комплексы платины (IV) применяют в ветеринарии и медицине как противоопухолевые средства. Найдите, чему равна молярная масса эквивалента следующих соединений в реакциях полного обмена ионов внешней сферы:  
 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Br}_4]\text{Cl}$ ;  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4\text{Br}_2]\text{Cl}_2$ ;  
 $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_5\text{Br}]\text{Cl}_3$ ;  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$ .
10. Составьте уравнения диссоциации комплексных соединений и запишите выражения для констант нестойкости комплексных ионов:  $\text{K}_2[\text{Pt}(\text{NO}_2)_4]$ ,  $\text{Ni}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Какие свойства комплексных ионов можно характеризовать по величине их констант нестойкости?
11. В почвенном растворе алюминий присутствует в виде комплексных ионов  $[\text{Al}_2(\text{OH})_2\text{...}]^{4+}$ ,  $[\text{Al}_2(\text{OH})_3\text{...}]^{3+}$ ,  $[\text{Al}_3(\text{OH})_6\text{...}]^{3+}$ ,  $[\text{Al}_4(\text{OH})_{10}\text{...}]^{2+}$ . В приведенных формулах не отмечены молекулы воды, играющие вместе с гидроксид-ионами роль лигандов. Учитывая характерное для алюминия координационное число, напишите полные формулы этих комплексных ионов.
12. Гексацианоферрат (II) калия используют для выведения солей тяжелых металлов из организма животных и человека. Составьте формулу этого соединения и вычислите концентрацию ионов  $\text{Fe}^{2+}$  в 0,1 М растворе соли.
13. Рассчитайте концентрацию меди в 0,1 М растворе  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  и сделайте вывод о токсичности раствора, если опасность представляют растворы с концентрацией  $\text{Cu}^{2+}$  выше  $10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>.
14. Вычислите концентрацию ионов серебра  $\text{Ag}^+$  в 0,001 М растворе  $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$  и определите, обладает ли этот раствор бактерицидным действием, если нижний предел бактерицидного действия ионов  $\text{Ag}^+$  равен  $10^{-9}$  г/дм<sup>3</sup>.
15. Кобальт – микроэлемент, входящий в состав биологически важных комплексных соединений. Установите формулу одного из комплексных соединений кобальта, если из водного раствора, содержащего 0,2 моль  $\text{CoCl}_2 \cdot 5\text{NH}_3$ , при добавлении избытка  $\text{AgNO}_3$  осаждается 0,4 моль  $\text{AgCl}$ .
16. Вычислите осмотическое давление раствора красной кровяной соли  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , если кажущаяся степень диссоциации равна 85%, а концентрация - 0,1 моль/дм<sup>3</sup> (диссоциацией комплексного иона пренебречь).
17. Определите, возможно ли самопроизвольное протекание реакций комплексообразования и сделайте вывод о возможности использования этих реакций для комплексонометрического определения катионов  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ .  
 а)  $\text{Mg}^{2+} + \text{ЭДТА} \rightleftharpoons [\text{MgЭДТА}]^{2-}$ ;  $\Delta H_p^\circ = 13$  кДж;  $\Delta S_p^\circ = 210$  Дж/К  
 б)  $\text{Ni}^{2+} + \text{ЭДТА} \rightleftharpoons [\text{NiЭДТА}]^{2-}$ ;  $\Delta H_p^\circ = 32$  кДж;  $\Delta S_p^\circ = 247$  Дж/К

## Окислительно-восстановительные процессы

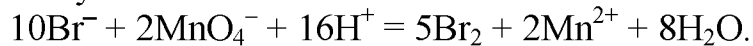
1. Расставьте коэффициенты методом электронного баланса. Определите вероятность протекания реакции, используя значения стандартных энергий Гиббса:



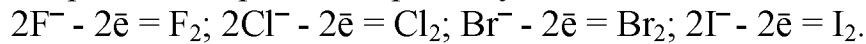
2. Найдите ЭДС данной реакции.
3. Рассчитать константу равновесия, свободную энергию Гиббса и определить направление смещения равновесия при 25 °С в реакции:



4. Вычислите константу равновесия окислительно-восстановительной системы при стандартных условиях:



5. Можно ли в качестве окислителя в кислой среде использовать  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  в следующих процессах при стандартных условиях:



6. Рассчитайте окислительно-восстановительный потенциал системы  $\text{SO}_4^{2-}/\text{SO}_3^{2-}$ , если раствор содержит 0,001 моль/дм<sup>3</sup>  $\text{SO}_4^{2-}$ , 0,05 моль/дм<sup>3</sup>  $\text{SO}_3^{2-}$ , 2,9 моль/дм<sup>3</sup>  $\text{H}^+$ .

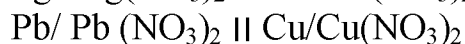
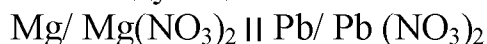
7. Вычислите электродный потенциал системы  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ , если  $[\text{Fe}^{3+}] = 0,1$  моль/дм<sup>3</sup>,  $[\text{Fe}^{2+}] = 5,10^{-3}$  моль/дм<sup>3</sup>.

8. Уравняйте реакцию методом электронного баланса и определите вероятность ее протекания. Рассчитайте для стандартных условий константу равновесия реакции



9. Никелевые пластинки опущены в растворы сульфата магния, хлорида золота (III), хлорида цинка, нитрата свинца (II). С какими солями реагирует никель? Напишите уравнения реакций в молекулярном и ионном виде.

10. Укажите, в каком направлении будут перемещаться электроны по проволоке, соединяющей полюсы следующих элементов:



11. Определите окислитель и восстановитель, запишите уравнения протекающих реакций в каждом гальваническом элементе. Рассчитайте ЭДС реакций, используя значения электродных потенциалов.

12. Какие химические процессы происходят у электродов гальванического элемента, состоящего из медной и серебряной пластинок, погруженных в 1 М растворы  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{AgNO}_3$ ? Рассчитайте ЭДС этого элемента.

13. Рассчитайте ЭДС элемента, образованного никелевым электродом, погруженным в 0,1 М раствор  $\text{NiSO}_4$ , и медным электродом, погруженным в 0,2 М раствор  $\text{CuSO}_4$ , считая диссоциацию солей полной. Выразите молекулярным и ионным уравнениями происходящую при работе элемента реакцию.

14. ЭДС элемента, состоящего из медного и свинцового электродов, опущенных в 1 М растворы соответствующих солей, равна 0,47 В. Изменится ли величина ЭДС, если взять 0,001 М растворы? Ответ подтвердите расчетом.
15. Вычислите потенциал серебряного электрода в насыщенном растворе AgBr (ПР =  $6 \cdot 10^{-13}$ ), содержащем кроме того 0,1 моль/дм<sup>3</sup> бромиды калия.
16. Чему равна молярная масса эквивалента перманганата калия (окислитель), если это вещество в процессе реакции восстанавливается:
  - а) до сульфата марганца (II) в кислой среде;
  - б) до оксида марганца (IV) в нейтральной среде;
  - в) до манганата калия в щелочной среде?
17. Определите нормальность 0,1 М раствора нитрита калия, если он является восстановителем, окисляясь при этом до нитрата; если он является окислителем, восстанавливаясь при этом до оксида азота (II).
18. Найти массу сульфита натрия, которая потребуется для восстановления 0,05 дм<sup>3</sup> 0,1 н раствора перманганата калия по реакции:
 
$$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}.$$
 Рассчитайте ЭДС этой реакции.
19. Вычислите массу алюминия, которую можно окислить с помощью 0,1М и 0,25 М раствора дихромата калия по реакции:
 
$$\text{Al} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}.$$
 Рассчитайте ЭДС этой реакции.

### Титриметрический анализ

1. Рассчитайте массу десятиводного карбоната натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , необходимого для приготовления 500 см<sup>3</sup> 0,1 н раствора.
2. Какой объем 50% раствора серной кислоты ( $\rho = 1,399 \text{ г/см}^3$ ) необходимо взять для приготовления 250 см<sup>3</sup> раствора с молярной концентрацией эквивалента кислоты 0,05 моль/дм<sup>3</sup>?
3. Из дигидрата щавелевой кислоты  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  массой 1,008 г приготовили 250 см<sup>3</sup> раствора. На титрование 10 см<sup>3</sup> полученного раствора затратили 8,50 см<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия. Вычислите нормальность и титр раствора щелочи.
4. Вычислите массу муравьиной кислоты, содержащейся в 100 см<sup>3</sup> раствора, если на титрование 20 см<sup>3</sup> этого раствора было израсходовано 12,25 см<sup>3</sup> раствора гидроксида калия с нормальной концентрацией 0,3550 моль/дм<sup>3</sup>.
5. Образец гидроксида бария массой 1,2400 г, загрязненный хлоридом бария, растворили в воде и получили 100 см<sup>3</sup> раствора. В колбу для титрования отобрали аликвотную долю объемом 10 см<sup>3</sup> и оттитровали 0,08785 н соляной кислотой. На титрование было затрачено 16,41 см<sup>3</sup>, 16,43 см<sup>3</sup>, 16,42 см<sup>3</sup> соляной кислоты. Вычислите массовую долю гидроксида бария в образце.
6. Моногидрат оксалата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  массой 0,1200 г обработали разбавленной серной кислотой, а затем нагретый до 70 °С раствор оттитровали 14,35 см<sup>3</sup> раствора перманганата калия. Найдите молярную концентрацию эквивалента раствора  $\text{KMnO}_4$  и его титр.

7. На титрование солей кальция, содержащихся в  $10 \text{ см}^3$  молока, израсходовано  $1,34 \text{ см}^3$   $0,07 \text{ н}$  раствора трилона Б. Вычислите концентрацию солей кальция в молоке и массу ионов кальция  $\text{Ca}^{2+}$  в  $1 \text{ дм}^3$  молока.
8. Для определения содержания примесей магния из образца калийного удобрения массой  $2,5 \text{ г}$  приготовили  $200 \text{ см}^3$  раствора. На титрование  $25 \text{ мл}$  этого раствора было затрачено  $3,8 \text{ см}^3$   $0,05 \text{ н}$  раствора трилона Б. Вычислите массовую долю примесей магния в исследуемом калийном удобрении.
9. Хлорид кальция используется в ветеринарии как кровоостанавливающее средство. К  $20 \text{ мл}$  раствора хлорида кальция добавили  $25 \text{ см}^3$   $0,2 \text{ н}$  раствора трилона Б. На титрование избытка трилона Б израсходовали  $9,1 \text{ см}^3$   $0,01 \text{ н}$  раствора сульфата магния. Рассчитайте эквивалентную концентрацию и титр раствора хлорида кальция.
10. Рассчитайте массу  $\text{BaCl}_2$ , содержащегося в  $200 \text{ см}^3$  раствора, если после прибавления к  $20 \text{ см}^3$  этого раствора  $35 \text{ см}^3$   $0,11 \text{ н}$  раствора  $\text{AgNO}_3$  на обратное титрование избытка  $\text{AgNO}_3$  израсходовано  $20 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ н}$  раствора  $\text{NH}_4\text{SCN}$ .
11.  $1,5 \text{ г}$  технического  $\text{KCl}$  растворили в воде и довели объем до  $200 \text{ см}^3$ . На титрование  $20 \text{ см}^3$  полученного раствора было затрачено  $15 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ н}$   $\text{AgNO}_3$ . Рассчитайте массовую долю  $\text{KCl}$  в образце.
12. Рассчитайте массовую долю серебра в сплаве, если после растворения  $0,3178 \text{ г}$  его на титрование полученного раствора пошло  $24,5 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ н}$  раствора  $\text{KSCN}$ .
13. Рассчитайте массу хлорида натрия в  $2,5 \text{ дм}^3$  раствора, на титрование  $20,5 \text{ см}^3$  которого затратили  $17,2 \text{ см}^3$   $0,105 \text{ н}$   $\text{AgNO}_3$ .
14. Технический образец сульфата железа (II) массой  $3,1000 \text{ г}$  растворили и получили  $250,0 \text{ см}^3$  раствора. На титрование  $10,00 \text{ см}^3$  полученного раствора было затрачено  $17,00 \text{ см}^3$  раствора перманганата калия с титром, равным  $0,00237 \text{ г/см}^3$ . Рассчитайте массовую долю сульфата железа (II) в образце.
15. К  $25,00 \text{ мл}$  раствора сероводорода прибавили  $25,00 \text{ см}^3$  раствора иода с молярной концентрацией эквивалента  $0,09873 \text{ моль/дм}^3$ , избыток которого оттитровали  $5,17 \text{ см}^3$  раствора тиосульфата натрия с молярной концентрацией  $0,07543 \text{ моль/дм}^3$ . Вычислите массу сероводорода в  $750,0 \text{ см}^3$  исходного раствора.

### Элементы VII A группы

1. Сколько граммов иода и спирта надо взять для приготовления  $200 \text{ г}$   $10\%$  спиртовой иодной настойки?
2. Для определения количества иодида натрия, используемого при лечении иодной недостаточности,  $0,55 \text{ г}$  препарата растворили в воде и довели объем раствора до  $50 \text{ см}^3$ . К  $10 \text{ см}^3$  полученного раствора добавили  $10 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ н}$   $\text{AgNO}_3$  (избыток) и остаток оттитровали  $0,05 \text{ н}$  раствором  $\text{NH}_4\text{CNS}$ , причем на титрование пошло  $6 \text{ см}^3$  последнего. Определите процентное содержание иодида натрия в исследуемом препарате и сделайте вывод о возможности использования его в качестве лечебного средства (фармакопейная чистота препарата  $99\%$ ).



3. Сколько граммов иода образуется при пропускании  $5 \text{ дм}^3$  (н.у.) хлора через раствор, содержащий  $8,3 \text{ г}$  иодида калия?
4.  $800 \text{ г}$  хлорида натрия обработали серной кислотой. Выделившийся газ пропустили через воду, в результате чего получили  $1 \text{ дм}^3$  20% соляной кислоты плотностью  $1,1 \text{ г/см}^3$ . Определите объем (н.у.) выделившегося газа.
5.  $0,5 \text{ г}$  хлорной извести, используемой для дезинфекции и содержащей 70% гипохлорита кальция, растворили в воде и довели объем до  $50 \text{ см}^3$ . Для количественного определения активного хлора к  $10 \text{ см}^3$  полученного раствора добавили соляную кислоту, избыток KI и выделившийся иод оттитровали 0,1 н раствором тиосульфата натрия, которого было затрачено  $10 \text{ см}^3$ . Определите процентное содержание активного хлора в хлорной извести, если  $1 \text{ см}^3$  0,1 н раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  соответствует  $0,00354 \text{ г}$  активного хлора. Дайте оценку хлорной извести, если согласно государственной фармакопее содержание активного хлора должна быть ниже 32%.
6.  $1,7 \text{ г}$  кристаллического иода растворили в воде и довели объем до  $100 \text{ см}^3$ . На титрование  $10 \text{ см}^3$  полученного раствора было затрачено  $12 \text{ см}^3$  0,1 н раствора тиосульфата натрия. Определите процентное содержание иода и возможность использования его для лечебных целей, если согласно государственной фармакопее содержание иода в препарате должно быть не менее 99,5%.
7. Какой объем концентрированной соляной кислоты с плотностью  $\rho = 1,18 \text{ г/см}^3$  необходимо для консервирования  $12 \text{ т}$  силоса, если для консервирования используется 6% раствор ( $\rho = 1,028 \text{ г/см}^3$ ) из расчета  $80 \text{ дм}^3$  на  $1 \text{ т}$  зеленой массы?
8.  $10 \text{ г}$  смеси магния и меди обработали 20% соляной кислотой ( $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ ), при этом выделилось  $3,733 \text{ дм}^3$  водорода (н.у.). Определите массовые доли (%) металлов в смеси.
9. Какой объем (н.у.) хлороводорода надо растворить в  $0,5 \text{ дм}^3$  воды, чтобы получить 20% соляную кислоту?
10. К  $80 \text{ см}^3$  соляной кислоты прибавили нитрат серебра до прекращения образования осадка. В результате реакции получили  $0,574 \text{ г}$  хлорида серебра. Определите молярную концентрацию эквивалента соляной кислоты.
11. Ориентировочная потребность овец в иоде составляет  $0,5 \text{ мг}$  в сутки. Рассчитайте процент обеспеченности животных иодом при рационе  $5 \text{ кг}$  травы и  $0,2 \text{ кг}$  концентратов, если содержание иода в траве –  $0,04 \text{ мг/кг}$ , в концентратах –  $0,1 \text{ мг/кг}$ . Какую массу иодида калия следует дать животному, чтобы компенсировать недостачу иода?
12. Для определения качества бромида калия  $2 \text{ г}$  препарата растворили в воде и довели объем до  $100 \text{ см}^3$ . На титрование  $10 \text{ см}^3$  приготовленного раствора пошло  $15 \text{ см}^3$  0,1 н раствора  $\text{AgNO}_3$ . Определите процентное содержание бромида калия в препарате и возможность его использования в качестве лекарственного средства (фармакопейная чистота препарата 99%).
13. Зола водорослей содержит в среднем 0,3% иода. Сколько золы нужно переработать для получения  $12 \text{ г}$  иода? Какую массу 5% иодной настойки можно из него приготовить?

14. К 10 кг «пушонки», содержащей 90 %  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , добавляют хлор до прекращения реакции:



Определите количество образовавшейся хлорной извести и процентное содержание в ней активного действующего начала (гипохлорита кальция).

15. С целью профилактики иодной недостаточности у крупного рогатого скота рекомендуется подкормка иодом из расчета 0,6 мг микроэлемента в сутки на 100 кг живой массы. Рассчитайте количество иодида калия, необходимого для животного массой 400 кг, при условии, что чистота препарата составляет 96%.
16. Ориентировочная потребность крупного рогатого скота в иоде составляет 3 мг в сутки. Рассчитайте процент обеспеченности иодом животных при рационе, состоящем из 5 кг сена, 1,5 кг концентратов, 10 кг силоса, если содержание иода в сене составило 0,12 мг/кг, силосе - 0,06 мг/кг, концентратах - 0,11 мг/кг. Определите массу иодида натрия, которую нужно дать животному, чтобы компенсировать недостающее количество иода.
17. В атмосферу хлора внесли 9,3 г фосфора. В результате реакции получилось 48,35 г хлоридов фосфора. Определите массовые доли хлоридов в образовавшейся смеси.
18. Сколько граммов бертолетовой соли требуется для получения кислорода в объеме, достаточном для окисления  $8,96 \text{ дм}^3$  аммиака (н.у.) в присутствии катализатора?

### Элементы VI А группы

1. Для дезинфекции зернохранилищ сжигают серу из расчета 24 г серы на  $1 \text{ м}^3$  помещения. Сколько килограммов серы потребуется для дезинфекции зернохранилища объемом  $1000 \text{ м}^3$ ? Каков объем (н.у.) образующегося  $\text{SO}_2$ ?
2. Определите, какую массу кислорода переносит кровь теленка массой 60 кг за один кругооборот, используя следующие данные. Масса крови в организме составляет 7% от массы тела, содержание гемоглобина - 14 г на  $100 \text{ см}^3$  крови, плотность крови -  $1,05 \text{ г/см}^3$ . 1 г гемоглобина переносит 1,34 мг кислорода.
3. Для консервирования кормов используют гидросульфит натрия, который получают насыщением раствора едкого натра оксидом серы (IV). Вычислите массовую долю соли в растворе, полученном при растворении  $64 \text{ дм}^3 \text{ SO}_2$  (н.у.) в  $200 \text{ см}^3$  40% раствора ( $\rho = 1,43 \text{ г/см}^3$ ).
4. Жизненная емкость легких у свиньи составляет приблизительно  $3200 \text{ см}^3$ . Определите массу и объем (н.у.) кислорода и углекислого газа, содержащегося в том объеме воздуха, который животное может вдохнуть за 1 час, если совершает 17 вдохов в минуту. Объемная доля кислорода в воздухе 21%, углекислого газа - 0,03%.
5. При сжигании  $24,25 \text{ г}$  сульфида двухвалентного металла израсходовано  $8,4 \text{ дм}^3$  кислорода (н.у.). Определите металл. Какой объем 10% раствора гидроксида натрия ( $\rho = 1,1 \text{ г/см}^3$ ) необходим для полного поглощения оксида се-

ры (IV), образовавшегося при сжигании сульфида?

6. При озонировании 5 дм<sup>3</sup> кислорода объем газа уменьшился на 500 см<sup>3</sup>. Определите объем и объемную долю (%) образовавшегося озона в полученной смеси.
7. Определите молярную концентрацию нитрата свинца (II) в растворе, если при пропускании избытка сероводорода через 100 см<sup>3</sup> раствора нитрата свинца (II) выпало 4,78 г осадка.
8. Через 75 см<sup>3</sup> сероводородной воды пропущен хлор, при этом выпало 0,48 г осадка. Определите молярную концентрацию эквивалента раствора сероводорода. Найдите объем 0,25 н раствора NaOH, необходимого для нейтрализации сероводородной воды.
9. При растворении в 50 см<sup>3</sup> 25% раствора гидроксида натрия ( $\rho = 1,28 \text{ г/см}^3$ ) всего оксида серы (IV), полученного при сжигании 8,96 дм<sup>3</sup> сероводорода (н.у.), образовался раствор соли. Какого состава образовалась соль и какова ее массовая доля в растворе?
10. 10 см<sup>3</sup> 0,1 н раствора гидроксида натрия подвергли нейтрализации. Определите объем 0,05 н раствора серной кислоты, который затратили на нейтрализацию.
11. Для предотвращения разрушения стенок котла растворенный в воде кислород удаляют добавлением сульфита натрия:
$$2\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{O}_2 = 2\text{Na}_2\text{SO}_4$$
Какая масса сульфита натрия расходуется на удаление кислорода, содержащегося в воде объемом 1500 дм<sup>3</sup>, если в 100 объемах H<sub>2</sub>O при 20 °С растворяется 3,1 объема кислорода?
12. 1,9 г кристаллогидрата сульфата железа (II) (FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O), используемого в ветеринарии для профилактики железодефицитной анемии, растворили в воде и объем раствора довели до 100 см<sup>3</sup>. На титрование 10 см<sup>3</sup> приготовленного раствора израсходовалось 12 см<sup>3</sup> 0,1 н раствора KMnO<sub>4</sub>. Рассчитайте массовую долю основного вещества в препарате и сделайте вывод о его пригодности в качестве лекарственного средства, если фармакопейная чистота препарата должна быть не ниже 98%.
13. 1,85 г кристаллогидрата сульфата меди (II) (CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O), используемого в качестве пестицида, растворили в воде и объем раствора довели до 100 см<sup>3</sup>. Затем к 10 см<sup>3</sup> приготовленного раствора добавили избыток иодида калия. Выделившийся иод в присутствии серной кислоты оттитровали 0,1 н раствором тиосульфата натрия, которого затратили 15 см<sup>3</sup>. Рассчитайте массовую долю основного вещества в препарате.
14. Как изменилась массовая доля растворенного вещества в растворе, если в 1 дм<sup>3</sup> 17% раствора серной кислоты ( $\rho = 1,12 \text{ г/см}^3$ ) растворили 200 г оксида серы (VI)?

## Элементы V A группы

1. Какой объем оксида азота (I) N<sub>2</sub>O, используемого в хирургии в качестве наркотического средства, можно получить при термическом разложении

- 100 кг нитрата аммония, если выход  $N_2O$  составляет 85% от теоретически возможного?
2. При воспалительных процессах кожи и слизистых оболочек используется препарат, содержащий  $BiONO_3$ . Рассчитайте массу висмута, находящегося в 100 г такого препарата (процентное содержание  $BiONO_3$  в препарате 65%).
  3. Какой объем аммиака следует растворить в 1  $dm^3$  воды, чтобы получить нашатырный спирт (10% раствор аммиака,  $\rho = 0,958 \text{ г/см}^3$ )?
  4. Массовая доля азота в азотном удобрении составляет 14%. Весь азот, находящийся в удобрении, входит в состав мочевины  $CO(NH_2)_2$ . Вычислите массовую долю мочевины в этом удобрении.
  5. При нагревании соли массой 12,8 г образуется вода массой 7,2 г и азот объемом 4,48  $dm^3$  (н.у.). Определите формулу соли, если ее молярная масса равна 64 г/моль.
  6. Установите формулу аммонийной соли фосфорной кислоты, если для получения 100 г ее израсходовано 200 г 37,11% раствора ортофосфорной кислоты.
  7. Рассчитайте pH буферного раствора, содержащего в 1  $dm^3$  3,5 г гидроксида аммония и 5,85 г хлорида аммония, если  $K_d(NH_4OH) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ . В каком методе количественного анализа используется данный раствор?
  8. К 10% раствору гидроксида натрия массой 40 г добавили 80 г 5% раствора азотной кислоты. Найдите pH полученного раствора, считая плотности всех растворов равными 1  $г/см^3$ .
  9. Содержание азотистой кислоты в растворе 0,1 моль/ $dm^3$ . Степень диссоциации 0,3%. Вычислите общее число частиц (молекул и ионов) в 100  $см^3$  такого раствора.
  10. В каком массовом соотношении надо смешать аммиачную селитру, калийную селитру, гидрофосфат калия, чтобы в полученном сложном удобрении отношение масс оксида фосфора (V), оксида калия и оксида азота (V) было равно 1:3:1?
  11. Массовая доля азота в белках составляет в среднем 16%. Ежедневно в организме теленка массой 200 кг распадается примерно 300 г белка. Рассчитайте массу аммиака, образующегося в организме за 3 суток (предполагается, что весь азот распавшегося белка идет на образование аммиака).
  12. Для подкормки томатов используют 0,2% раствор нитрата натрия. Какой объем воды и 4% раствора  $NaNO_3$  следует взять для приготовления 100  $см^3$  0,2% раствора  $NaNO_3$  ( $\rho = 1 \text{ г/см}^3$ )?
  13. Какой объем воды следует добавить к 100  $см^3$  десятиводного раствора карбоната аммония ( $\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$ ), чтобы приготовить 4 % раствор, который используется для лечения ран?
  14. Глицерофосфат железа, используемый в ветеринарии, содержит 15% фосфора. Сколько атомов фосфора содержится в глицерофосфате железа массой 30 г?
  15. Рассчитайте массу хлорида натрия, необходимого для образования соляной кислоты, содержащейся в 150  $см^3$  желудочного сока. Массовая доля  $HCl$  в желудочном соке составляет 0,35%.

16. Сахарная свекла на каждые 100 ц корнеплодов извлекает из почвы азот массой 40 кг. Сколько мочевины, массовая доля азота в которой 46%, нужно внести на участок площадью 10 га при урожае 400 ц с гектара, чтобы восполнить потери азота в почве?
17. Подкормку озимой пшеницы проводят из расчета 46 кг азота на гектар. Какую массу нитрата аммония необходимо использовать для подкормки пшеницы на площади 25 га?
18. При внесении в почву натриевой селитры из расчета 45 кг на 1 га прибавка урожая сахарной свеклы может составить 53 ц с гектара. Вычислите массу натриевой селитры, содержащей 92 %  $\text{NaNO}_3$ , которую необходимо внести на 5 га для получения такой прибавки.
19. Хлорид аммония, используемый в медицине и ветеринарии, должен иметь фармакопейную чистоту не ниже 99,5%. Определите, можно ли использовать в качестве лекарственного средства препарат, полученный растворением 0,95 г соли в 98  $\text{см}^3$  воды ( $\rho = 1,02 \text{ г/см}^3$ ), если на титрование 9  $\text{см}^3$  этого раствора израсходовали 15  $\text{см}^3$  0,1005 н раствора нитрата серебра.
20. Водный раствор нитрита натрия используется как спазмолитическое средство. Какой объем 0,1 М раствора нитрита следует взять для лечения собаки, чтобы в нем содержалось 0,345 г  $\text{NaNO}_2$ ?

#### d – элементы

1. Сколько граммов  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  можно окислить в сернокислом растворе при действии 40  $\text{см}^3$  0,12 н раствора  $\text{KMnO}_4$ ?
2. Для полного обесцвечивания 20  $\text{см}^3$  0,02 М раствора  $\text{KMnO}_4$  в сернокислой среде потребовался равный объем раствора  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Какова молярная концентрация раствора пероксида водорода? Какой объем кислорода (н.у.) выделился при этом?
3. Какой объем концентрированной серной кислоты ( $\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$ ), содержащей 98%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , необходимо для перевода в раствор 10 г меди? Какой объем  $\text{SO}_2$  (н.у.) при этом выделится?
4. Сколько граммов меди можно перевести в раствор при действии 60  $\text{см}^3$  33% раствора азотной кислоты ( $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$ )? Какой объем  $\text{NO}$  (н.у.) выделится при этом?
5. Растворимость  $\text{PbBr}_2$  составляет  $2,6 \cdot 10^{-2}$  моль/ $\text{дм}^3$ . Рассчитайте произведение растворимости этой соли.
6. Вычислите стандартную энтальпию образования  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , исходя из уравнения реакции  $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 2\text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\Delta H^\circ = -822 \text{ кДж}$ , если  $\Delta H^\circ_{\text{обр.}}(\text{Al}_2\text{O}_3) = 1676 \text{ кДж/моль}$ .
7. К раствору, содержащему 0,5008 г комплексной соли кобальта, состав которой выражается эмпирической формулой  $\text{CoCl}_2 \cdot 5\text{NH}_3$ , добавили раствор  $\text{AgNO}_3$  в избытке. Масса выпавшего осадка составила 0,5735 г. Установите состав комплексной соли. Напишите уравнение диссоциации этой соли.
8. Вычислите окислительно-восстановительный потенциал системы  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ , если концентрация  $\text{Fe}^{3+}$  составляет 0,1 моль/ $\text{дм}^3$ , а  $\text{Fe}^{2+}$  -  $5 \cdot 10^{-3}$  моль/ $\text{дм}^3$ .

9. Пользуясь справочными данными, вычислите константу равновесия реакции  $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$ .  
Произойдет ли полное вытеснение меди из раствора железом?
10. Общая константа нестойкости комплексного иона  $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  равна  $10^{-19}$ . Рассчитайте концентрацию  $\text{Hg}^{2+}$  в 0,1 М раствора соли  $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$  и сделайте вывод о степени токсичности раствора, если опасность представляют растворы с концентрацией ртути выше 1 мг/мл.
11. Общая константа нестойкости комплексного иона  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$  равна  $10^{-8}$ . Рассчитайте концентрацию ионов меди  $\text{Cu}^{2+}$  в 0,01 М растворе комплексной соли  $\text{K}_2[\text{CuCl}_4]$  и сделайте вывод о степени токсичности раствора, если опасность представляют растворы с концентрацией меди выше 10 мг/см<sup>3</sup>.
12. Летальная доза хлорида ртути (II) (сулемы) для собаки массой 10 кг составляет примерно 100 мг. Выразите летальную дозу в мг ртути.
13. Летальная доза сульфата меди для собаки составляет примерно 25 мг/кг массы тела. Выразите эту дозу в мг меди на 1 кг массы и рассчитайте, в каком количестве 0,1 М раствора сульфата меди содержится такое количество металла.
14. Летальная доза цианида калия для овцы массой 30-40 кг составляет примерно 30 мг. Пересчитайте эту дозу на цианид-ион и определите, с каким количеством 0,1 М раствора комплексной соли  $\text{K}_2[\text{Hg}(\text{CN})_4]$  может получить животное эту дозу.
15. Летальная доза нитрата серебра для собаки массой 10-15 кг составляет примерно 2 г. Пересчитайте эту дозу на металл и рассчитайте, в каком объеме 2 М раствора соли содержится такое количество серебра.

### Элементы I A и II A групп

1. Бордоская жидкость (средство борьбы с возбудителями болезней сельскохозяйственных культур), получаемая добавлением раствора  $\text{CuSO}_4$  к раствору  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , не должна содержать непрореагировавшего  $\text{CuSO}_4$ . Будет ли соблюдено это условие, если смешать 160 г 15% раствора  $\text{CuSO}_4$  с 400 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ? Ответ подтвердите расчетами.
2. Курам-несушкам при живом весе до 2 кг и яйценоскостью 10-15 яиц в месяц требуется в сутки 2,3 г кальция. Рассчитайте потребность в костной муке, содержащей 95%  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , необходимой для подкормки 10 кур на 1 месяц.
3. Массовая доля неорганических веществ в костях составляет в среднем 22%. Массовая доля гидрофосфата кальция составляет 85% от массы неорганических веществ, а массовая доля костей в организме равна 17%. Определите массу гидрофосфата кальция и элемента кальция в теле свиньи весом 90 кг.
4. При разложении 142 г смеси карбонатов калия и магния выделилось 6,6 г оксида углерода (IV). Определите массовую долю (%) карбоната калия в смеси.
5. При взаимодействии 1,28 г неизвестного двухвалентного металла с концентрированным раствором  $\text{HNO}_3$  образуется соль металла и выделяется 896 см<sup>3</sup> газа (н.у.), содержащего 30,43% азота и 69,57% кислорода. Плотность

- газа по водороду равна 23,0. Установите, о каком металле идет речь.
6. Какую массу карбоната натрия необходимо прибавить к 30 дм<sup>3</sup> воды, чтобы устранить общую жесткость 4,64 ммоль/дм<sup>3</sup>?
  7. При растворении в кислоте 7,5 г оксида кальция, содержащего примеси карбоната кальция, выделилось 0,21 дм<sup>3</sup> газа (н.у.). Какова массовая доля (%) карбоната кальция в исходной смеси?
  8. При взаимодействии соляной кислоты со смесью магния и карбоната магния выделилось 11,2 дм<sup>3</sup> газа (н.у.). После сжигания газа и конденсации водяных паров объем газа уменьшился до 4,48 дм<sup>3</sup>. Определите массовую долю металла в смеси.
  9. При кипячении 250 см<sup>3</sup> воды, содержащей гидрокарбонат кальция, выпал осадок массой 3,5 мг. Чему равна жесткость воды?
  10. Для профилактики ржавчины растений (грибковое заболевание) их опрыскивают раствором гипохлорита меди с массовой долей  $\text{Cu}(\text{ClO})_2$  – 0,5 %. Рассчитайте массу меди в 2 кг такого раствора.
  11. В 70 г древесной золы, применяемой в животноводстве в качестве минеральной подкормки, содержится 18,4 г кальция, 0,07 г фосфора и 2,3 г натрия. Вычислите массовую долю элементов в этой подкормке.
  12. Анализом установлено, что массовая доля  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  в воде составляет 0,05%. Какая масса  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  потребуется для смягчения такой воды объемом 1 м<sup>3</sup>?
  13. Суточная потребность организма теленка в кальции составляет 0,7 г. Эту потребность можно удовлетворить за счет молока. Массовая доля кальция в коровьем молоке 0,13%. Какую массу молока необходимо ввести в рацион телят для удовлетворения потребностей организма в кальции?
  14. Химическим стимулятором сушки люцерны является раствор  $\text{K}_2\text{CO}_3$  с массовой долей 0,02. Рассчитайте массу карбоната калия, необходимую для приготовления 370 г раствора.
  15. В качестве глазных капель используют раствор алюмокалиевых квасцов с массовой долей  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$  – 0,5%. Определите массу кристаллогидрата  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , необходимую для приготовления 700 г такого раствора и массовую долю калия в нем.
  16. Осуществите цепочки превращений:
    - а)  $\text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaCl}$
    - б)  $\text{Ca} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaBr}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 \rightarrow \text{Ca}$

## Литература

1. Богатиков, А. Н. Сборник задач, вопросов и упражнений по общей и неорганической химии / А. Н. Богатиков [и др.] – Мн. : БГУ, 2002. – 149 с.
2. Боднарь, И. В. Методическое пособие к решению задач по курсу химия / И. В. Боднарь. – Мн. : БГУИР, 2001. – 53 с.
3. Бурак, Г. А. Задачи и упражнения по химии / Г. А. Бурак [и др.] ; под ред. В. Н. Яглова. – Мн. : БНТУ, 2006. – 124 с.
4. Василевская, Е. И. Методы решения задач по общей химии / Е. И. Василевская [и др.]. – Мн. : Вышэйшая школа, 2007. – 128 с.
5. Глинка, Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии / Н. Л. Глинка. – М. : Интеграл-Пресс, 2014. – 240 с.
6. Жарский, И. М. Теоретические основы химии : сборник задач / И. М. Жарский [и др.] – Мн. : Аверсэв, 2004. – 397 с.
7. Лидин, Р. А. Задачи по неорганической химии / Р. А. Лидин [и др.] – М. : Высшая школа, 1990. – 319 с.
8. Чиркст, Д. Э. Общая химия : сборник задач / Д. Э. Чиркст [и др.]. – СПб. : Санкт-Петербургский горный университет, 2003. – 124 с.



**ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА**

периоды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18													
1	1 <b>H</b> водород 1,00794																2 <b>He</b> гелий 4,0026														
	3 <b>Li</b> литий 6,941	4 <b>Be</b> бериллий 9,0122											5 <b>B</b> бор 10,811	6 <b>C</b> углерод 12,011	7 <b>N</b> азот 14,007	8 <b>O</b> кислород 15,9994	9 <b>F</b> фтор 18,9984	10 <b>Ne</b> неон 20,1797													
2	11 <b>Na</b> натрий 22,9898	12 <b>Mg</b> магний 24,305											13 <b>Al</b> алюминий 26,9815	14 <b>Si</b> кремний 28,086	15 <b>P</b> фосфор 30,9738	16 <b>S</b> сера 32,066	17 <b>Cl</b> хлор 35,452	18 <b>Ar</b> аргон 39,948													
	19 <b>K</b> калий 39,0983	20 <b>Ca</b> кальций 40,078	21 <b>Sc</b> скандий 44,956	22 <b>Ti</b> титан 47,87	23 <b>V</b> ванадий 50,942	24 <b>Cr</b> хром 51,996	25 <b>Mn</b> марганец 54,938	26 <b>Fe</b> железо 55,845	27 <b>Co</b> кобальт 58,933	28 <b>Ni</b> никель 58,693	29 <b>Cu</b> медь 63,546	30 <b>Zn</b> цинк 65,39	31 <b>Ga</b> галлий 69,723	32 <b>Ge</b> германий 72,61	33 <b>As</b> мышьяк 74,922	34 <b>Se</b> селен 78,96	35 <b>Br</b> бром 79,904	36 <b>Kr</b> криптон 83,80													
3	37 <b>Rb</b> рубидий 85,468	38 <b>Sr</b> стронций 87,62	39 <b>Y</b> итрий 88,906	40 <b>Zr</b> цирконий 91,224	41 <b>Nb</b> ниобий 92,906	42 <b>Mo</b> молибден 95,94	43 <b>Tc</b> технеций [98]	44 <b>Ru</b> рутений 101,07	45 <b>Rh</b> родий 102,905	46 <b>Pd</b> палладий 106,42	47 <b>Ag</b> серебро 107,868	48 <b>Cd</b> кадмий 112,411	49 <b>In</b> индий 114,82	50 <b>Sn</b> олово 118,71	51 <b>Sb</b> сурьма 121,76	52 <b>Te</b> теллур 127,60	53 <b>I</b> иод 126,904	54 <b>Xe</b> ксенон 131,29													
	55 <b>Cs</b> цезий 132,905	56 <b>Ba</b> барий 137,327	57* <b>La</b> лантан 138,906	72 <b>Hf</b> гафний 178,46	73 <b>Ta</b> тантал 180,948	74 <b>W</b> вольфрам 183,84	75 <b>Re</b> рений 186,207	76 <b>Os</b> осмий 190,23	77 <b>Ir</b> иридий 192,22	78 <b>Pt</b> платина 195,08	79 <b>Au</b> золото 196,967	80 <b>Hg</b> ртуть 200,59	81 <b>Tl</b> таллий 204,383	82 <b>Pb</b> свинец 207,2	83 <b>Bi</b> висмут 208,980	84 <b>Po</b> полоний [209]	85 <b>At</b> астат [210]	86 <b>Rn</b> радон [202]													
4	87 <b>Fr</b> франций [223]	88 <b>Ra</b> радий [226]	89** <b>Ac</b> актиний [227]	104 <b>Rf</b> резерфордий [261]	105 <b>Db</b> дубний [262]	106 <b>Sg</b> сйборгий [266]	107 <b>Bh</b> борий [264]	108 <b>Hs</b> хассий [269]	109 <b>Mt</b> мэйтнерий [268]	110 <b>(Uun)</b> [271]	111 <b>(Uuu)</b> [272]	112 <b>(Uub)</b> [277]	113 <b>(Uut)</b> [282]	114 <b>(Uuq)</b> [285]	116 <b>(Uuh)</b> [289]	118 <b>(Uuo)</b> [293]															
	<b>*ЛАНТАНИДЫ</b>																														
<table border="1"> <tr> <td>58 <b>Ce</b> церий 140,115</td> <td>59 <b>Pr</b> празеодим 140,115</td> <td>60 <b>Nb</b> неодим 144,24</td> <td>61 <b>Pm</b> прометий 144,913</td> <td>62 <b>Sm</b> самарий 150,36</td> <td>63 <b>Eu</b> европий 151,965</td> <td>64 <b>Gd</b> гадолиний 157,25</td> <td>65 <b>Tb</b> тербий 158,925</td> <td>66 <b>Dy</b> диспрозий 162,5</td> <td>67 <b>Ho</b> гольмий 164,93</td> <td>68 <b>Er</b> эрбий 167,26</td> <td>69 <b>Tm</b> тулий 168,934</td> <td>70 <b>Yb</b> иттербий 173,04</td> <td>71 <b>Lu</b> лютеций 174,967</td> </tr> </table>																		58 <b>Ce</b> церий 140,115	59 <b>Pr</b> празеодим 140,115	60 <b>Nb</b> неодим 144,24	61 <b>Pm</b> прометий 144,913	62 <b>Sm</b> самарий 150,36	63 <b>Eu</b> европий 151,965	64 <b>Gd</b> гадолиний 157,25	65 <b>Tb</b> тербий 158,925	66 <b>Dy</b> диспрозий 162,5	67 <b>Ho</b> гольмий 164,93	68 <b>Er</b> эрбий 167,26	69 <b>Tm</b> тулий 168,934	70 <b>Yb</b> иттербий 173,04	71 <b>Lu</b> лютеций 174,967
58 <b>Ce</b> церий 140,115	59 <b>Pr</b> празеодим 140,115	60 <b>Nb</b> неодим 144,24	61 <b>Pm</b> прометий 144,913	62 <b>Sm</b> самарий 150,36	63 <b>Eu</b> европий 151,965	64 <b>Gd</b> гадолиний 157,25	65 <b>Tb</b> тербий 158,925	66 <b>Dy</b> диспрозий 162,5	67 <b>Ho</b> гольмий 164,93	68 <b>Er</b> эрбий 167,26	69 <b>Tm</b> тулий 168,934	70 <b>Yb</b> иттербий 173,04	71 <b>Lu</b> лютеций 174,967																		
<b>**АКТИНИДЫ</b>																															
<table border="1"> <tr> <td>90 <b>Th</b> торий 232,038</td> <td>91 <b>Pa</b> проактиний 231,035</td> <td>92 <b>U</b> уран 238,028</td> <td>93 <b>Np</b> нептуний 237,048</td> <td>94 <b>Pu</b> плутоний 244,064</td> <td>95 <b>Am</b> амерций 243,061</td> <td>96 <b>Cm</b> кюрий 247,07</td> <td>97 <b>Bk</b> берклий 247,07</td> <td>98 <b>Cf</b> калifornий 251,079</td> <td>99 <b>Es</b> эйлштейний 252,083</td> <td>100 <b>Fm</b> фермий 257,095</td> <td>101 <b>Md</b> менделеев 258,099</td> <td>102 <b>No</b> нобелий 259,1</td> <td>103 <b>Lr</b> лоуренсий 260,105</td> </tr> </table>																		90 <b>Th</b> торий 232,038	91 <b>Pa</b> проактиний 231,035	92 <b>U</b> уран 238,028	93 <b>Np</b> нептуний 237,048	94 <b>Pu</b> плутоний 244,064	95 <b>Am</b> амерций 243,061	96 <b>Cm</b> кюрий 247,07	97 <b>Bk</b> берклий 247,07	98 <b>Cf</b> калifornий 251,079	99 <b>Es</b> эйлштейний 252,083	100 <b>Fm</b> фермий 257,095	101 <b>Md</b> менделеев 258,099	102 <b>No</b> нобелий 259,1	103 <b>Lr</b> лоуренсий 260,105
90 <b>Th</b> торий 232,038	91 <b>Pa</b> проактиний 231,035	92 <b>U</b> уран 238,028	93 <b>Np</b> нептуний 237,048	94 <b>Pu</b> плутоний 244,064	95 <b>Am</b> амерций 243,061	96 <b>Cm</b> кюрий 247,07	97 <b>Bk</b> берклий 247,07	98 <b>Cf</b> калifornий 251,079	99 <b>Es</b> эйлштейний 252,083	100 <b>Fm</b> фермий 257,095	101 <b>Md</b> менделеев 258,099	102 <b>No</b> нобелий 259,1	103 <b>Lr</b> лоуренсий 260,105																		

## РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, ОСНОВАНИЙ И СОЛЕЙ В ВОДЕ

Анионы	Катионы																
	H <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Ag <sup>+</sup>
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	M	H	H	H	H	H	-	H	H	H	H	-
F <sup>-</sup>	P	P	P	P	M	H	H	H	P	P	P	-	M	P	M	M	P
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P	P	P	H
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	M	P	P	P	P	H
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	H	P	P	-	H	P	P	P	-	H
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	H	M	-	H	H	H	H	H	-	-	H	-	H
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	H	H	M	H	H	H	H	-	-	-	H	-	H
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	P	P	M
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	-	-	-	-	-	-	-	-	M
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	-	-	H	-	H
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	-	-	-	H	-	-
HCOO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

### Электрохимический ряд активности металлов

Li Cs Rb K Ba Sr Ca Na Mg Be Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Mo Sn Pb (H<sub>2</sub>) Cu Hg Ag Pt Au

**Таблица 1 - Термодинамические константы некоторых веществ**

<b>Вещество</b>	<b><math>\Delta H^{\circ}_{298}</math>, кДж/моль</b>	<b><math>\Delta G^{\circ}_{298}</math>, кДж/моль</b>	<b><math>S^{\circ}_{298}</math>, кДж/моль·К</b>	<b><math>\Delta H^{\circ}_{298}</math> (сгор.), кДж/моль</b>
С (графит)	0	0	5,74	-394
СО(г)	-110,5	-137,27	197,4	-283
СО <sub>2</sub> (г)	-393,51	-394,38	213,6	
Сl <sub>2</sub> (г)	0	0	223,0	
НСl(г)	-92,30	-95,27	186,7	
НСl(ж)	-167,5	-131,2	55,2	
Н <sub>2</sub> (г)	0	0	130,6	-242
Н <sub>2</sub> О(г)	-241,84	-228,8	188,74	
Н <sub>2</sub> О(ж)	-285,8	-237,2	70,1	
Н <sub>2</sub> О <sub>2</sub> (ж)	-187,36	-117,54	105,86	
Н <sub>2</sub> (г)	0	0	191,5	
Н <sub>2</sub> О(г)	81,55	103,6	220,0	
НО(г)	90,37	86,69	201,62	
НОСl (г)	53,55		263,5	
НО <sub>2</sub> (г)	33,8	51,84	240,45	
Н <sub>2</sub> О <sub>4</sub> (г)	9,37	98,29	304,3	
ННО <sub>3</sub> (ж)	-174,1	-80,8	155,6	
НН <sub>3</sub> (г)	-46,19	-16,64	192,5	
О <sub>2</sub> (г)	0	0	205,03	
S(ромб)	0	0	31,88	
SO <sub>2</sub> (г)	-296,9	-300,37	248,1	
SO <sub>3</sub> (г)	-395,2	-370,37	256,23	
Н <sub>2</sub> S(г)	-20,15	-33,02	205,64	
Н <sub>2</sub> S(ж)	-39,33	-27,36	122,2	
Н <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ж)	-811,3	-742,0	159,9	
(НН <sub>4</sub> )SO <sub>4</sub>	-1178	-901	220	-1302
PbO (т)	-219,3	-189,1	66,1	-890
СuO (т)	-162	-129	42	-3270
С <sub>2</sub> Н <sub>2</sub> (г)	226,75	209,2	200,8	-1411
СН <sub>4</sub> (г)	52,28	68,12	219,4	-874
С <sub>6</sub> Н <sub>6</sub> (ж)	49,04	124,5	173,2	
С <sub>2</sub> Н <sub>4</sub> (г)	52,4	68,3	219,3	-2815
СН <sub>3</sub> СООН(ж)	-484,9	-382,46	159,8	-5647
СН <sub>3</sub> Сl (г)	-86,2	-62,8	234,4	
С <sub>6</sub> Н <sub>12</sub> О <sub>6</sub> (р)	-1263	-914	264	-1367
С <sub>12</sub> Н <sub>22</sub> О <sub>11</sub> (р)	-2216	-1551	403	
СО(НН <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (р)	-319	175,6	-202,6	
С <sub>2</sub> Н <sub>5</sub> ОН (р)	-277	-174	161	
L-аланин (р)	-555	-370	159	
L-С <sub>3</sub> Н <sub>6</sub> О <sub>3</sub> (р)	-686	-538	221	-2726,7
СН <sub>3</sub> СОН	-166	-132,95	264,2	
С <sub>3</sub> Н <sub>5</sub> (ОН) <sub>3</sub> (р)	-670	-479	205	
С <sub>2</sub> Н <sub>5</sub> ОС <sub>2</sub> Н <sub>5</sub> (ж)	-470	-322,8	256,9	
L-аспарагиновая кислота (р)	-973	-729	170	

**Таблица 2 - Стандартные электродные потенциалы  $\varphi^\circ$  в водных растворах при 25°C**

Электродный процесс	$\varphi^\circ$ , В
$\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + \bar{e} \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	0,98
$\text{Cl}_2 + 2\bar{e} \rightarrow 2\text{Cl}^-$	1,36
$\text{F}_2 + 2\bar{e} \rightarrow 2\text{F}^-$	2,87
$\text{Cr}^{3+} + 3\bar{e} \rightarrow \text{Cr}$	-0,74
$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$	-0,13
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\bar{e} \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	1,33
$\text{Cu}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cu}$	0,34
$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	0,20
$\text{Fe}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Fe}$	-0,44
$\text{Fe}^{3+} + \bar{e} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	0,77
$\text{I}_2 + 2\bar{e} \rightarrow 2\text{I}^-$	0,54
$\text{Br}_{2(\text{ж})} + 2\bar{e} \rightarrow 2\text{Br}^-$	1,09
$\text{Mg}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Mg}^0$	-2,37
$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightarrow \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$	1,94
$\text{MnO}_4^- + \bar{e} \rightarrow \text{MnO}_4^{2-}$	0,56
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1,51
$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} \rightarrow \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	0,59
$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,23
$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\bar{e} \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	0,955
$\text{Pb}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Pb}$	-0,13
$\text{Pb}^{4+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Pb}^{2+}$	1,69
$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	1,46
$\text{Zn}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Zn}$	-0,76
$\text{Au}^{3+} + 3\bar{e} \rightarrow \text{Au}^0$	1,50
$\text{Al}^{3+} + 3\bar{e} \rightarrow \text{Al}^0$	-1,71
$\text{Ag}^+ + \bar{e} \rightarrow \text{Ag}^0$	0,80
$\text{Ni}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Ni}^0$	-0,23

**Таблица 3 - Устойчивость комплексных ионов в водных растворах**

Состав комплексных ионов	$K_{нест}$	$K_{уст} = 1/K_{нест}$	°C
$[AgCl_2]^-$	$5,7 \cdot 10^{-6}$	$1,74 \cdot 10^5$	
$[Ag(CN)_2]^-$	$8,0 \cdot 10^{-22}$	$1,25 \cdot 10^{21}$	18
$[Ag(NH_3)_2]^+$	$9,31 \cdot 10^{-8}$	$1,07 \cdot 10^7$	30
$[Ag(S_2O_3)]^-$	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$6,66 \cdot 10^8$	20
$[Ag(S_2O_3)_2]^{3-}$	$3,5 \cdot 10^{-14}$	$2,85 \cdot 10^{13}$	20
$[Au(CN)_2]^-$	$5,0 \cdot 10^{-39}$	$2,00 \cdot 10^{38}$	-
$[Cd(NH_3)_6]^{2+}$	$7,3 \cdot 10^{-6}$	$1,36 \cdot 10^5$	30
$[Co(CN)_6]^{4-}$	$0,81 \cdot 10^{-19}$	$1,23 \cdot 10^{19}$	
$[Co(NH_3)_6]^{2+}$	$7,75 \cdot 10^{-6}$	$1,29 \cdot 10^5$	30
$[Co(NH_3)_6]^{3+}$	$3,1 \cdot 10^{-33}$	$3,22 \cdot 10^{32}$	30
$[Cu(NH_3)_2]^+$	$1,35 \cdot 10^{-11}$	$7,40 \cdot 10^{10}$	30
$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$	$2,14 \cdot 10^{-13}$	$4,67 \cdot 10^{12}$	30
$[Fe(CN)_6]^{4-}$	$10^{-35}$	$10^{35}$	18
$[Fe(CN)_6]^{3-}$	$10^{-42}$	$10^{42}$	18
$[Ni(NH_3)_4]^{2+}$	$1,12 \cdot 10^{-8}$	$8,92 \cdot 10^7$	30
$[Ni(NH_3)_6]^{2+}$	$1,86 \cdot 10^{-9}$	$5,37 \cdot 10^8$	30
$[Zn(NH_3)_4]^{2+}$	$3,46 \cdot 10^{-10}$	$2,89 \cdot 10^9$	30

**Таблица 4 - Константы диссоциации кислот и оснований, K (25°)**

Название кислоты	Формула	K
Азотистая	HNO <sub>2</sub>	5,1 · 10 <sup>-4</sup>
Борная	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	5,8 · 10 <sup>-10</sup>
Бромноватистая	HBrO	2,5 · 10 <sup>-9</sup>
Йодноватистая	HIО	2,3 · 10 <sup>-11</sup>
Муравьиная	HCOOH	1,8 · 10 <sup>-4</sup>
Мышьяковая, K <sub>1</sub>	H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	6,0 · 10 <sup>-3</sup>
Мышьяковистая	H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>	5,1 · 10 <sup>-10</sup>
Пероксид водорода	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	2,0 · 10 <sup>-12</sup>
Селенистая, K <sub>1</sub>	H <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>	2,4 · 10 <sup>-3</sup>
K <sub>2</sub>		4,8 · 10 <sup>-9</sup>
Селеновая, K <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub>	1,3 · 10 <sup>-2</sup>
Селеноводородная, K <sub>1</sub>	H <sub>2</sub> Se	1,3 · 10 <sup>-4</sup>
K <sub>2</sub>		1,0 · 10 <sup>-11</sup>
Сернистая, K <sub>1</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	1,7 · 10 <sup>-2</sup>
K <sub>2</sub>		6,2 · 10 <sup>-8</sup>
Сероводородная, K <sub>1</sub>	H <sub>2</sub> S	1,0 · 10 <sup>-7</sup>
K <sub>2</sub>		1,3 · 10 <sup>-13</sup>
Угольная, K <sub>1</sub>	CO <sub>2</sub> (aq) + H <sub>2</sub> O	4,5 · 10 <sup>-7</sup>
K <sub>2</sub>		4,8 · 10 <sup>-11</sup>
Уксусная	CH <sub>3</sub> COOH	1,74 · 10 <sup>-5</sup>
Фосфорная (орто), K <sub>1</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	7,6 · 10 <sup>-2</sup>
K <sub>2</sub>		6,2 · 10 <sup>-8</sup>
K <sub>3</sub>		4,2 · 10 <sup>-13</sup>
Фтороводородная	HF	6,8 · 10 <sup>-4</sup>
Хлорноватистая	HClO	5,0 · 10 <sup>-8</sup>
Хромовая, K <sub>1</sub>	H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	1,1 · 10 <sup>-1</sup>
K <sub>2</sub>		3,2 · 10 <sup>-7</sup>
Циановодородная	HCN	6,2 · 10 <sup>-10</sup>
Щавелевая, K <sub>1</sub>	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	5,6 · 10 <sup>-2</sup>
K <sub>2</sub>		5,4 · 10 <sup>-5</sup>
Аммиака раствор	NH <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O	1,76 · 10 <sup>-5</sup>
Гидроксид бария, K <sub>2</sub>	Ba(OH) <sub>2</sub>	2,3 · 10 <sup>-1</sup>
Гидроксид кальция, K <sub>2</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	4,0 · 10 <sup>-2</sup>
Гидроксид свинца (II), K <sub>1</sub>	Pb(OH) <sub>2</sub>	9,55 · 10 <sup>-4</sup>
K <sub>2</sub>		3,00 · 10 <sup>-8</sup>
Гидроксид серебра	AgOH	5,0 · 10 <sup>-3</sup>
Гидроксид цинка, K <sub>1</sub>	Zn(OH) <sub>2</sub>	4,4 · 10 <sup>-5</sup>
K <sub>2</sub>		1,5 · 10 <sup>-9</sup>

**Таблица 5 - Произведение растворимости (ПР)**

<b>Вещество</b>	<b>Формула</b>	<b>ПР</b>
Гидроксид алюминия	$\text{Al}(\text{OH})_3$	$1 \cdot 10^{-32}$
Сульфат бария	$\text{BaSO}_4$	$1,1 \cdot 10^{-10}$
Карбонат бария	$\text{BaCO}_3$	$5,1 \cdot 10^{-9}$
Хромат бария	$\text{BaCrO}_4$	$1,2 \cdot 10^{-10}$
Гидроксид железа (III)	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$3,2 \cdot 10^{-38}$
Сульфид железа (II)	$\text{FeS}$	$5 \cdot 10^{-18}$
Сульфид кадмия	$\text{CdS}$	$7,9 \cdot 10^{-27}$
Гидроксид кальция	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	$5,5 \cdot 10^{-6}$
Гидрофосфат кальция	$\text{CaHPO}_4$	$2,7 \cdot 10^{-7}$
Фосфат кальция	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$2,0 \cdot 10^{-29}$
Карбонат кальция	$\text{CaCO}_3$	$4,8 \cdot 10^{-9}$
Сульфат кальция	$\text{CaSO}_4$	$9,1 \cdot 10^{-6}$
Гидроксид лития	$\text{LiOH}$	$4,0 \cdot 10^{-2}$
Гидроксид магния	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$1,12 \cdot 10^{-11}$
Сульфид меди (II)	$\text{CuS}$	$6,3 \cdot 10^{-36}$
Гидроксид никеля	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$3,16 \cdot 10^{-16}$
Сульфид ртути (II)	$\text{HgS}$	$1,6 \cdot 10^{-52}$
Сульфат свинца (II)	$\text{PbSO}_4$	$1,6 \cdot 10^{-8}$
Сульфид свинца (II)	$\text{PbS}$	$2,5 \cdot 10^{-27}$
Иодид свинца (II)	$\text{PbI}_2$	$1,1 \cdot 10^{-9}$
Хлорид свинца (II)	$\text{PbCl}_2$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
Бромид серебра	$\text{AgBr}$	$5,3 \cdot 10^{-13}$
Йодид серебра	$\text{AgI}$	$8,3 \cdot 10^{-17}$
Сульфид серебра	$\text{Ag}_2\text{S}$	$6,3 \cdot 10^{-50}$
Хлорид серебра	$\text{AgCl}$	$1,78 \cdot 10^{-10}$
Сульфат стронция	$\text{SrSO}_4$	$3,2 \cdot 10^{-7}$
Гидроксид цинка	$\text{Zn}(\text{OH})_2$	$7,1 \cdot 10^{-18}$
Сульфид цинка	$\text{ZnS}$	$1,6 \cdot 10^{-24}$

Учебное издание

**Холод Валерий Михайлович,  
Постраш Ирина Юрьевна,  
Громова Лариса Николаевна и др.**

**СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ОБЩЕЙ,  
НЕОРГАНИЧЕСКОЙ И  
АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск В. П. Баран  
Технический редактор Е. А. Алисейко  
Компьютерный набор Л. Н. Громова  
Компьютерная верстка Е. А. Алисейко  
Корректор Е. В. Морозова

Подписано в печать 24.05.2019. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Печать ризографическая.  
Усл. п. л. 2,50. Уч.-изд. л. 1,94. Тираж 107 экз. Заказ 1920.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»  
государственная академия ветеринарной медицины».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/ 362 от 13.06.2014.  
ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.  
Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.  
Тел.: (0212) 51-75-71.  
E-mail: rio\_vsavm@tut.by  
<http://www.vsavm.by>