

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ОБЩЕЙ ХИМИИ

# КОЛЛОКВИУМ ПО МЕДИЦИНСКОЙ ХИМИИ

Сборник задач для студентов,  
обучающихся по специальности «Педиатрия»



Минск БГМУ 2024

УДК 54:61(076.1)(075.8)  
ББК 24я73  
К60

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве  
сборника задач 21.02.2024 г., протокол № 14

**А в т о р ы:** д-р биол. наук, доц. В. В. Хрусталёв; канд. хим. наук О. В. Хрусталёва;  
ст. преп. В. В. Побойнев; канд. мед. наук, доц. Т. В. Латушко; канд. хим. наук, доц.  
Л. Г. Петрушенко; канд. биол. наук, доц. О. В. Ачинович; канд. биол. наук, доц.  
Е. Ч. Сперанская; канд. техн. наук, доц. Т. В. Прохорова; ассист. И. А. Клышко; ассист.  
А. А. Акуневич

**Р е ц е н з е н т ы:** канд. биол. наук, доц., зав. каф. биологии Белорусского государ-  
ственного медицинского университета В. В. Давыдов; каф. общей и органической химии  
Витебского государственного ордена Дружбы народов медицинского университета

**Коллоквиум** по медицинской химии : сборник задач для студентов, обучаю-  
щихся по специальности «Педиатрия» / В. В. Хрусталёв [и др.]. – Минск : БГМУ,  
2024. – 43 с.

ISBN 978-985-21-1509-4.

Содержит задания, распределенные по темам и занятиям, соответствующие всем раз-  
делам курса медицинской химии.

Предназначен для студентов 1-го курса, обучающихся по специальности 7-07-0911-06  
«Педиатрия» по учебной дисциплине «Медицинская химия».

УДК 54:61(076.1)(075.8)  
ББК 24я73

ISBN 978-985-21-1509-4

© УО «Белорусский государственный  
медицинский университет», 2024

## ЗАНЯТИЕ 1

### Задание № 1. ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАСТВОРОВ

1. Найдите массу  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , которая необходима для приготовления 400 мл раствора сульфата натрия с молярной концентрацией 0,04 моль/л.

2. Найдите массу  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , которая необходима для приготовления 200 мл раствора карбоната натрия с молярной концентрацией 0,04 моль/л.

3. Сколько граммов  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  следует взять для приготовления 400 мл 0,2 н раствора ( $f_{\text{экв.}} = 1/2$ )?

4. Сколько граммов  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  следует взять для приготовления 3000 мл 0,1000 н раствора ( $f_{\text{экв.}} = 1/2$ )?

5. Чему равна массовая доля (%) этанола в растворе, полученном путем добавления 30 мл  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (плотность 0,79 г/мл) к воде объемом 600 мл (плотность 1,00 г/мл)?

6. Чему равна молярная доля (%) этанола в растворе, полученном путем добавления 80 мл  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  (плотность 0,79 г/мл) к воде объемом 300 мл (плотность 1,00 г/мл)?

7. Найдите объем раствора соляной кислоты (массовая доля  $\text{HCl}$  в нем равна 14%, плотность раствора — 1,073 г/мл), который необходим для приготовления 300 мл разбавленного раствора соляной кислоты с молярной концентрацией 0,01 моль/л (плотность раствора — 1,000 г/мл).

8. Найдите объем раствора соляной кислоты (массовая доля  $\text{HCl}$  в нем равна 14%, плотность раствора — 1,073 г/мл), который необходим для приготовления 400 мл разбавленного раствора соляной кислоты с массовой долей 2,5% (плотность раствора — 1,000 г/мл).

9. Чему равна массовая доля (%) аммиака в растворе, полученном путем растворения 2 л  $\text{NH}_3$  ( $t = 22^\circ\text{C}$ ,  $P = 120$  кПа) в воде объемом 600 мл (плотность воды — 1,00 г/мл).

10. Какой объем (н.у.) аммиака нужно пропустить через 100 г его раствора с массовой долей  $\text{NH}_3$  3% для получения раствора с массовой долей аммиака 7%?

11. Какой объем (н.у.) аммиака нужно пропустить через 400 см<sup>3</sup> его раствора с молярной концентрацией 0,8 моль/дм<sup>3</sup> ( $\rho = 0,990$  г/см<sup>3</sup>) для получения раствора с массовой долей  $\text{NH}_3$  20%?

12. Чему равна молярная доля (%) аммиака в растворе, полученном путем растворения 15 г  $\text{NH}_3$  в воде объемом 500 мл (плотность воды — 1,00 г/мл)?

13. Плотность 35%-ного (по массе) раствора  $\text{HNO}_3$  равна 1,25 г/мл. Рассчитайте молярность этого раствора.

14. Плотность 13%-ного (по массе) раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  равна 1,105 г/мл. Вычислите титр (г/мл) этого раствора.

15. Плотность 40%-ного (по массе) раствора  $\text{HNO}_3$  равна 1,25 г/мл. Рассчитать мольную долю азотной кислоты в этом растворе.

16. Плотность 25%-ного (по массе) раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  равна 1,105 г/мл. Вычислите нормальность этого раствора ( $f_{\text{э.кв.}} = 1/2$ ).

17. Рассчитайте моляльность раствора глюкозы, если его молярность равна 0,3 моль/л. Плотность раствора равна 1,0175 г/мл.

18. Рассчитайте молярность раствора глюкозы, если его моляльность равна 0,3 моль/кг. Плотность раствора равна 1,0175 г/мл.

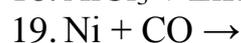
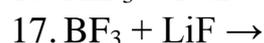
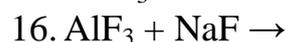
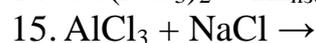
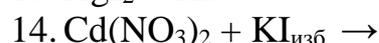
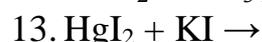
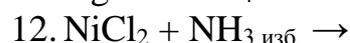
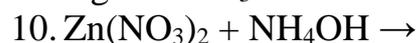
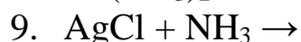
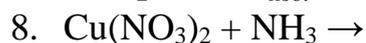
19. Найдите нормальность 100 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ , приготовленного из 0,1 г чистого перманганата калия с целью использования в перманганатометрии.

20. Найдите нормальность 200 мл раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , приготовленного из 0,1 г чистого дихромата калия с целью использования в дихроматометрии.

## ЗАНЯТИЕ 2

### Задание № 2. КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Напишите реакцию комплексообразования в молекулярной и ионной форме, назовите комплексное соединение по номенклатуре ИЮПАК.



### ЗАНЯТИЕ 3

#### Задание № 3. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

1. Определите  $\Delta_f H^0$  реакции между сероводородом и кислородом (взят в избытке).

$$\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{S}_{(г)}) = -20,15 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f H^0(\text{SO}_{2(г)}) = -296,8 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}_{(ж)}) = -285,8 \text{ кДж/моль}.$$

2. Рассчитайте  $\Delta_r G^0$  реакции взаимодействия аммиака с хлороводородом, если

$$\Delta_f G^0(\text{HCl}_{(г)}) = -95,2 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f G^0(\text{NH}_{3(г)}) = -16,6 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f G^0(\text{NH}_4\text{Cl}_{(к)}) = -203,2 \text{ кДж/моль}.$$

3. Рассчитайте  $\Delta_r S^0$  для реакции между алюминием и разбавленной серной кислотой.

$$S^0(\text{Al}_{(к)}) = 28,35 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{H}_2\text{SO}_{4(ж)}) = 156,9 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3_{(к)}) = 239,2 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{H}_2_{(г)}) = 130,6 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}.$$

4. Рассчитайте  $\Delta_r G^0$  реакции образования супероксида калия при стандартных условиях, если  $\Delta_r H^0 = -280 \text{ кДж/моль}$ , а  $\Delta_r S^0 = -229,29 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$ .

5. Вычислите энтальпию образования кристаллогидрата (энтальпию гидратации) для  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}_{(к)}$ , если энтальпии растворения в воде кристаллогидрата  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  и безводной соли  $\text{MgSO}_4$  соответственно равны  $+16,14 \text{ кДж/моль}$  и  $-85,06 \text{ кДж/моль}$ .

6. Вычислите энтальпию образования кристаллогидрата (энтальпию гидратации) для  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(к)}$ , если энтальпии растворения в воде кристаллогидрата  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и безводной соли  $\text{CuSO}_4$  соответственно равны  $+11,7 \text{ кДж/моль}$  и  $-66,1 \text{ кДж/моль}$ .

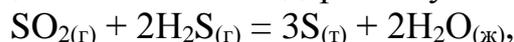
7. Вычислить  $\Delta_r H^0$  реакции между оксидом меди(II) и углеродом.

$$\Delta_f H^0(\text{CuO}_{(к)}) = -37,1 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f H^0(\text{CO}_{(г)}) = -110,6 \text{ кДж/моль}.$$

8. Вычислить тепловой эффект (Q) растворения безводной соли  $\text{CuSO}_{4(к)}$ , если тепловой эффект растворения кристаллогидрата  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}_{(к)}$  равен  $-1,94 \text{ кДж/моль}$ , а теплота гидратации безводной соли равна  $+78,5 \text{ кДж/моль}$ .

9. Рассчитайте значение  $\Delta_r G^0$  реакции и определите возможность ее осуществления в стандартных условиях:



$$\Delta_f G^0(\text{SO}_{2(г)}) = -300,4 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f G^0(\text{H}_2\text{O}_{(ж)}) = -237,3 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f G^0(\text{H}_2\text{S}_{(г)}) = -33,0 \text{ кДж/моль}.$$

10. Рассчитайте и укажите значение  $\Delta_r H^0$  реакции:



$$\Delta_f H^0(\text{NH}_{3(\text{г})}) = -46,19 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f H^0(\text{NO}_{(\text{г})}) = 90,37 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}) = -285,8 \text{ кДж/моль}.$$

11. Рассчитайте и укажите значение  $\Delta_r H^0$  реакции:



$$\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{S}_{(\text{г})}) = -20,15 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f H^0(\text{HCl}_{(\text{г})}) = -92,3 \text{ кДж/моль}.$$

12. Рассчитайте и укажите значение  $\Delta_r S^0$  реакции:



$$S^0(\text{H}_2\text{S}_{(\text{г})}) = 205,6 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{Cl}_{2(\text{г})}) = 223,0 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{HCl}_{(\text{г})}) = 186,7 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{S}_{(\text{к})}) = 31,9 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}.$$

13. Исходя из уравнения реакции  $\text{H}_2\text{S}_{(\text{г})} + 1,5\text{O}_{2(\text{г})} = \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} + \text{SO}_{2(\text{г})}$  рассчитайте энтальпию образования  $\text{H}_2\text{S}$ , если

$$\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{S}_{(\text{г})}) = -563 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}) = -285,8 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f H^0(\text{SO}_{2(\text{г})}) = -296,9 \text{ кДж/моль}.$$

14. Рассчитайте и укажите значение  $\Delta_r H^0(298 \text{ К})$  реакции:



$$\Delta_f H^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}) = -241,98 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f H^0(\text{CO}_{(\text{г})}) = -110,6 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f H^0(\text{CO}_{2(\text{г})}) = -393,78 \text{ кДж/моль}.$$

15. Рассчитайте и укажите значение  $\Delta_r S^0(298 \text{ К})$  реакции:



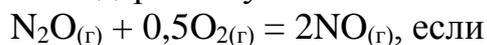
$$S^0(\text{C}_2\text{H}_{4(\text{г})}) = 219,4 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{O}_{2(\text{г})}) = 205,0 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{CO}_{2(\text{г})}) = 213,6 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}) = 188,7 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}.$$

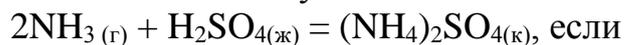
16. Вычислите  $\Delta_r G^0$  реакции и определите возможность ее осуществления в стандартных условиях:



$$\Delta_f G^0(\text{N}_2\text{O}_{(\text{г})}) = 103,6 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f G^0(\text{NO}_{(\text{г})}) = 86,57 \text{ кДж/моль}.$$

17. Рассчитайте и укажите значение  $\Delta_r S^0$  реакции:



$$S^0(\text{NH}_{3(\text{г})}) = 192,5 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{ж})}) = 156,9 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0((\text{NH}_4)_2\text{SO}_{4(\text{к})}) = 220,3 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}.$$

18. Вычислите  $\Delta_r G^0$  реакции и определите возможность ее осуществления в стандартных условиях:

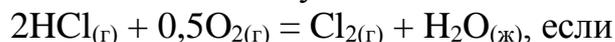


$$\Delta_f G^0(\text{NH}_{3(\text{г})}) = -16,6 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f G^0(\text{NO}_{(\text{г})}) = 86,57 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta_f G^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}) = -237,3 \text{ кДж/моль}.$$

19. Рассчитайте и укажите значение  $\Delta_r S^0$  реакции:



$$S^0(\text{HCl}_{(\text{г})}) = 186,7 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{O}_{2(\text{г})}) = 205,0 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{Cl}_{2(\text{г})}) = 223,0 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}) = 70,08 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}.$$

20. Рассчитайте и укажите значение  $\Delta_r S^0$  реакции:



$$S^0(\text{HCl}_{(\text{г})}) = 186,7 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{Cl}_{2(\text{г})}) = 223,0 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{CCl}_{4(\text{ж})}) = 214,4 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К},$$

$$S^0(\text{CH}_{4(\text{г})}) = 186,2 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}.$$

#### Задание № 4. ЗАКОНЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

1. Укажите систему, которая обменивается с окружающей средой только энергией.

2. Укажите систему, которая обменивается с окружающей средой веществом и энергией.

3. Укажите систему, которая не обменивается с окружающей средой ни энергией, ни веществом.

4. Запишите математическое уравнение первого закона термодинамики.

5. Запишите уравнение первого закона термодинамики для изобарного процесса.

6. Запишите уравнение первого закона термодинамики для изохорного процесса.

7. Запишите уравнение первого закона термодинамики для изотермического процесса.

8. Запишите уравнение первого закона термодинамики для адиабатического процесса.

9. Назовите вид процесса, при котором энергия, сообщенная системе в форме теплоты, равна изменению внутренней энергии системы.

10. Назовите вид процесса, при котором энергия, сообщенная системе в форме теплоты, равна изменению энтальпии.

11. Запишите уравнение Больцмана, отражающее статистическую трактовку второго закона термодинамики.

12. Запишите математическое выражение второго закона термодинамики для термодинамически необратимых процессов.

13. Запишите математическое выражение второго закона термодинамики для термодинамически обратимых процессов.

14. Самопроизвольно в изолированной системе протекают процессы, которые приводят к возрастанию \_\_\_\_\_.

15. Укажите неравенство, которое однозначно характеризует эндергоническую реакцию.

16. Укажите неравенство, которое однозначно характеризует экзотермическую реакцию.

17. Химическое равновесие в закрытой реакционной системе при постоянном давлении и температуре достигается при условии, когда \_\_\_\_\_.

18. Критерием самопроизвольного протекания процесса в закрытой системе в изобарно-изотермических условиях является неравенство: \_\_\_\_\_.

19. Запишите математическое выражение объединенного уравнения первого и второго закона термодинамики, по которому проводят расчет величины  $\Delta G$ .

20. Укажите неравенство, которое однозначно характеризует эндотермическую реакцию.

## ЗАНЯТИЕ 4

### Задание № 5. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

1. Найдите константу скорости простой реакции  $2A_{(г)} + B_{(г)} = 2V_{(г)}$ , если скорость реакции равна 0,2 моль/л·сек. при концентрации  $A = 1,5$  моль/л и концентрации  $B = 2,5$  моль/л.

2. Найдите константу скорости простой реакции  $A_{(г)} + B_{(г)} = V_{(г)}$ , если скорость реакции равна 0,3 моль/л·сек. при концентрации  $A = 4,5$  моль/л и концентрации  $B = 5,2$  моль/л.

3. Чему равен температурный коэффициент Вант-Гоффа, если при нагревании реакционной смеси на 40 °С скорость реакции увеличилась в 81 раз?

4. Чему равен температурный коэффициент Вант-Гоффа, если при нагревании реакционной смеси на 30 °С скорость реакции увеличилась в 8 раз?

5. Во сколько раз возрастет скорость реакции при увеличении температуры от 298 К до 310 К, если энергия активации равна 20 кДж/моль, а предэкспоненциальный множитель остается постоянным?

6. Во сколько раз возрастет скорость реакции при увеличении температуры от 298 К до 310 К, если энергия активации равна 200 кДж/моль, а предэкспоненциальный множитель остается постоянным?

7. Константа скорости реакции разложения йодоводорода при температуре 366 °С равна 0,0000809, а при температуре 389 °С равна 0,000588. Вычислите энергию активации (Дж/моль) этой реакции.

8. Энергия активации реакции разложения йодоводорода равна 330 586 Дж/моль. Константа скорости реакции разложения йодоводорода при температуре 366 °С равна 0,0000809. Рассчитайте константу скорости реакции при температуре 374 °С.

9. Рассчитайте энергию активации (Дж/моль), если известно, что при возрастании температуры на 10 градусов скорость реакции увеличивается в 3 раза. Начальная температура 300 К.

10. Рассчитайте энергию активации (кДж/моль), если известно, что при возрастании температуры на 10 градусов скорость реакции увеличивается в 3 раза. Начальная температура 1000 К.

11. Рассчитайте, во сколько раз изменится период полупревращения лекарственного вещества при увеличении его дозы в 2 раза: для реакции 0-го порядка, 1-го порядка и 2-го порядка.

12. Константа скорости реакции разложения оксида азота(I)  $2\text{N}_2\text{O} \rightarrow 2\text{N}_2 + \text{O}_2$  при 986 К равна 6,72 дм<sup>3</sup>/моль·мин, а при 1165 К она равна 977,0 дм<sup>3</sup>/моль·мин. Найдите энергию активации для этой реакции ( $E_a$ ).

13. Константа скорости реакции разложения оксида азота(I)  $2\text{N}_2\text{O} \rightarrow 2\text{N}_2 + \text{O}_2$  при 986 К равна 6,72 дм<sup>3</sup>/моль·мин. Энергия активации (Дж/моль) этой реакции равна 235790 Дж/моль. Найдите температурный коэффициент этой реакции. Начальная температура 986 К.

14. Константа скорости реакции разложения оксида азота(I)  $2\text{N}_2\text{O} \rightarrow 2\text{N}_2 + \text{O}_2$  при 986 К равна 6,72 дм<sup>3</sup>/моль·мин. Энергия активации этой реакции 235790 Дж/моль. Определите константу скорости (дм<sup>3</sup>/моль·мин) этой реакции при температуре 1053 К.

15. Энергия активации гидролиза сахарозы при 310 К в кислой среде равна 106,7 кДж/моль, а в присутствии фермента сахарозы равна 36,4 кДж/моль. Во сколько раз быстрее протекает данная реакция в присутствии сахарозы?

16. Рассчитайте коэффициент Вант-Гоффа реакции при 25 °С, если энергия активации равна 10 кДж/моль. Предэкспоненциальный множитель в уравнении Аррениуса остается постоянным.

17. Энергия активации разложения йодистого водорода  $E_a = 184219$  Дж/моль. Найдите долю молекул, обладающих энергией, достаточной для разложения при 400 К и 500 К.

18. Катализатор снижает энергию активации реакции на 40 кДж/моль. Реакция проводилась при температуре 300 К. Во сколько раз возрастает скорость данной реакции при введении катализатора?

19. Для некоторой реакции построена графическая зависимость  $\ln k_v$  от  $1/T$  при разных температурах. Отношение проекции данной прямой

на ось абсцисс к проекции на ось ординат (наклон) =  $-3068$ . Рассчитайте энергию активации (Дж/моль) этой реакции.

20. Значение константы скорости реакции разложения органической кислоты в водном растворе при температуре  $273,2\text{ К}$  составляет  $2,46 \cdot 10^{-5}\text{ мин}^{-1}$ , а при температуре  $293,2\text{ К}$  оно составляет  $47,5 \cdot 10^{-5}\text{ мин}^{-1}$ . Определите предэкспоненциальный множитель ( $\text{мин}^{-1}$ ) в уравнении Аррениуса, при условии, что он остается постоянным.

## ЗАНЯТИЕ 5

### Задание № 6. КОЛЛИГАТИВНЫЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ: РАСЧЕТЫ

1. Рассчитайте давление пара над раствором при  $25\text{ }^\circ\text{C}$ , приготовленного путем растворения  $158\text{ г}$  сахарозы в  $643,5\text{ см}^3$  воды. При  $25\text{ }^\circ\text{C}$  плотность воды равна  $0,9971\text{ г/см}^3$ , а давление насыщенного пара над водой равно  $3,17\text{ кПа}$ . Молекулярная масса сахарозы равна  $342,3\text{ г/моль}$ .

2. Каково давление насыщенного пара над раствором, приготовленного путем растворения  $35\text{ г}$  сульфата натрия в  $175\text{ г}$  воды при  $25\text{ }^\circ\text{C}$ . Давление насыщенного пара над водой при  $25\text{ }^\circ\text{C}$  равно  $3,17\text{ кПа}$ .

3. Раствор приготовлен путем смешивания  $5,81\text{ г}$  ацетона (молярная масса равна  $58,1\text{ г/моль}$ ) и  $11,9\text{ г}$  хлороформа (молярная масса равна  $119,4\text{ г/моль}$ ). Давление пара чистого ацетона и чистого хлороформа равно  $46,0\text{ кПа}$  и  $39,06\text{ кПа}$  соответственно при температуре  $35\text{ }^\circ\text{C}$  (оба вещества летучи). Каково давление пара над приготовленным раствором?

4. Раствор приготовлен путем растворения  $18\text{ г}$  глюкозы в  $152,94\text{ г}$  воды. Полученный раствор кипит при температуре  $100,34\text{ }^\circ\text{C}$ . Рассчитайте молярную массу глюкозы. Эбуллиоскопическая константа для воды равна  $0,52\text{ град}\cdot\text{кг/моль}$ .

5. Какую массу этиленгликоля следует добавить к  $10$  литрам воды, чтобы получить раствор, который замерзает при минус  $23,3\text{ }^\circ\text{C}$ . Плотность воды принять равной  $1\text{ г/см}^3$ . Молярная масса этиленгликоля равна  $62,1\text{ г/моль}$ , криоскопическая константа для воды равна  $1,86\text{ град}\cdot\text{кг/моль}$ .

6. Образец человеческого гормона массой  $0,546\text{ г}$  растворили в  $15\text{ г}$  бензола. Температура замерзания раствора понизилась на  $0,24\text{ }^\circ\text{C}$ . Определите молярную массу гормона, если криоскопическая константа для бензола равна  $5,12\text{ град}\cdot\text{кг/моль}$ .

7. Белок массой  $10^{-3}\text{ г}$  растворили в воде для получения  $1\text{ см}^3$  его раствора. Осмотическое давление полученного раствора  $0,1493\text{ кПа}$  при  $25\text{ }^\circ\text{C}$ . Определите молярную массу белка.

8. При какой температуре будет кипеть водный раствор мочевины (молярная масса  $60\text{ г/моль}$ ) с концентрацией  $12,0\text{ г/дм}^3$  и при давлении

101,3 кПа? Объемом растворенной мочевины пренебречь, а эбуллиоскопическая константа для воды равна 0,52 град·кг/моль.

9. При растворении 0,1 моль йода в 1 кг хлороформа температура кипения полученного раствора повысилась на 0,366 °С. Рассчитайте эбуллиоскопическую константу хлороформа.

10. Раствор, содержащий 25,6 г серы, растворили в 1000 г нафталина, температура плавления которого равна 80,1 °С. Температура замерзания полученного раствора понизилась на 0,680 °С. Определите формулу серы, если криоскопическая константа для нафталина равна 6,8 град·кг/моль.

11. Вещество массой 0,900 г растворили в 100 см<sup>3</sup> бензола при 25 °С. Плотность бензола 0,879 г/см<sup>3</sup>. Температура кипения полученного раствора на 0,25 °С выше, чем температура кипения чистого бензола. Эбуллиоскопическая константа бензола равна 2,52 град·кг/моль. Рассчитайте молярную массу растворенного вещества.

12. Рассчитайте осмотическое давление раствора, содержащего 4,0 г нелетучего вещества в 1 дм<sup>3</sup> раствора при 27 °С. Молярная масса вещества равна 40 г/моль.

13. Рассчитайте осмотическое давление раствора глюкозы с массовой долей ее 1 % при 25 °С. Плотность раствора 1 г/см<sup>3</sup>. Молярная масса глюкозы равна 180 г/моль, универсальная газовая постоянная равна 8,314 Дж/моль·К.

14. Рассчитайте температуру замерзания раствора, приготовленного путем растворения 7 г азотистой кислоты (HNO<sub>2</sub>) в 100 г воды. рK<sub>a</sub> HNO<sub>2</sub> равна 3,398. Плотность полученного раствора 1,03 г/см<sup>3</sup>, криоскопическая константа для воды равна 1,86 град·кг/моль.

15. Рассчитайте температуру кипения раствора, приготовленного путем растворения 5 г муравьиной кислоты (НСООН) в 100 г воды. рK<sub>a</sub>(НСООН) = 3,77. Плотность полученного раствора 1,01 г/см<sup>3</sup>. Эбуллиоскопическая константа воды равна 0,52 град·кг/моль.

16. Рассчитайте осмотическое давление в растворе масляной кислоты (C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>СООН) при 25 °С. В растворе объемом 300 см<sup>3</sup> содержится 2,5 г кислоты, ее рK<sub>a</sub> = 4,82.

17. После растворения 322 г органического вещества в 300 см<sup>3</sup> воды давление пара над раствором снизилось на 0,14 кПа. Давление пара над чистой водой при той же температуре равно 3,17 кПа. Найдите молярную массу органического вещества.

18. Температура замерзания раствора, приготовленного путем растворения 5 г азотистой кислоты (HNO<sub>2</sub>) в 100 г воды равна минус 2,02 °С. Рассчитайте константу диссоциации азотистой кислоты, если плотность полученного раствора равна 1,03 г/см<sup>3</sup>. Криоскопическая константа воды равна 1,86 град·кг/моль.

19. Температура кипения раствора, приготовленного путем растворения 5 г муравьиной кислоты  $\text{HCOOH}$  в 100 г воды, равна  $100,58^\circ\text{C}$ . Рассчитайте константу диссоциации муравьиной кислоты, если плотность полученного раствора равна  $1,01\text{ г/см}^3$ . Эбуллиоскопическая константа воды равна  $0,52\text{ град}\cdot\text{кг/моль}$ .

20. Раствор, содержащий 8 г некоторого вещества в 100 г диэтилового эфира, кипит при  $36,86^\circ\text{C}$ , тогда как чистый эфир кипит при  $35,60^\circ\text{C}$ . Определите молярную массу растворенного вещества. Эбуллиоскопическая константа для диэтилового эфира равна  $2,02\text{ град}\cdot\text{кг/моль}$ .

### **Задание № 7. КОЛЛИГАТИВНЫЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ: ТЕОРИЯ**

1. Наибольший вклад в осмотическое давление плазмы крови вносят катионы \_\_\_\_\_.

2. Наибольший вклад в осмотическое давление внутриклеточной жидкости вносят катионы \_\_\_\_\_.

3. Раствор, в котором наблюдается гемолиз эритроцитов, будет \_\_\_\_\_ по отношению к плазме крови.

4. Часть осмотического давления плазмы крови, обусловленная белками, называется \_\_\_\_\_.

5. Основной вклад в осмотическое давление плазмы крови вносят катионы \_\_\_\_\_ и анионы \_\_\_\_\_.

6. Раствор хлорида натрия изотоничен плазме крови, если его массовая доля равна \_\_\_\_\_; раствор глюкозы изотоничен плазме крови, если ее массовая доля равна \_\_\_\_\_.

7. Напишите формулу для расчета осмотического давления растворов нелетучих неэлектролитов: \_\_\_\_\_.

8. Температура кипения — это температура, при которой давление пара над жидкостью равно \_\_\_\_\_.

9. Давление пара над раствором \_\_\_\_\_ при добавлении в него нелетучего вещества.

10. При температуре замерзания раствора давление над твердой фазой \_\_\_\_\_ давлению над жидкостью.

11. Разбавленный раствор замерзает при более \_\_\_\_\_ температуре, чем чистый растворитель.

12. Среди растворов солей с одинаковой моляльностью наименьшей температурой замерзания будет отличаться раствор соли, в результате диссоциации которой образуется \_\_\_\_\_ число ионов.

13. Транспорт воды в клетки контролируется с помощью трансмембранных белков под названием \_\_\_\_\_.

14. Раствор, в котором наблюдается плазмолиз эритроцитов, будет \_\_\_\_\_ по отношению к плазме крови.

15. При печеночной недостаточности возникают отеки по причине \_\_\_\_\_, при голодании — по причине \_\_\_\_\_, а при почечной недостаточности — по причине \_\_\_\_\_.

16. В процессе осмоса молекулы растворителя движутся через полупроницаемую мембрану из области с \_\_\_\_\_ концентрацией растворенного вещества в область с \_\_\_\_\_ его концентрацией.

17. Укажите два фактора, которые вносят основной вклад в распределение воды между сосудистым руслом и внесосудистым пространством.

18. Основной вклад в осмотическое давление внутриклеточной жидкости вносят катионы \_\_\_\_\_ и анионы \_\_\_\_\_.

19. Изотонический коэффициент для NaCl в физиологическом растворе примерно равен \_\_\_\_\_.

20. Чем выше ионная сила в растворе, тем \_\_\_\_\_ коэффициент активности каждого иона.

## ЗАНЯТИЕ 6

### Задание № 8. КИСЛОТНОСТЬ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

1. Рассчитайте pH в растворе, образованном в результате добавления 0,5 мл 0,01 М раствора гидроксида натрия к чистой воде. Конечный объем раствора составил 700 мл.

2. Рассчитайте pH в растворе, образованном в результате добавления 0,5 мл 0,01 М раствора соляной кислоты к чистой воде. Конечный объем раствора составил 700 мл.

3. Найдите pH в растворе азотной кислоты с массовой долей  $\text{HNO}_3$  0,4%. Объем раствора равен 500 мл, плотность раствора — 1,0 г/мл, коэффициент активности равен 1.

4. Коэффициент активности серной кислоты в данном растворе равен 0,87. Найдите pH в 300 мл такого раствора с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , равной 0,002%. Плотность раствора равна 1,0 г/мл.

5. Рассчитайте pH 0,00005 М раствора гидроксида кальция, считая, что фактор активности равен 1.

6. Рассчитайте pH 0,025 М раствора уксусной кислоты. Степень ее диссоциации равна 0,75%.

7. Рассчитайте pH 0,005 М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  при температуре 300 К, если степень диссоциации гидроксида аммония равна 0,057.

8. Найдите pH в растворе бутановой кислоты, в котором массовая доля  $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$  равна 4%. Плотность раствора равна 1,05 г/мл.  $\text{pK}_a(\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}) = 4,82$ .

9.  $\text{pK}_a$  плавиковой кислоты (HF) равен 3,17. Найдите pH в растворе плавиковой кислоты с массовой долей HF, равной 0,001%. Плотность раствора равна 1,01 г/мл.

10.  $pK_b$  гидроксида аммония ( $NH_4OH$ ) равен 4,75. Найдите  $pH$  в растворе с массовой долей аммиака, равной 2%. Плотность раствора равна 0,98 г/мл.

11.  $pK_b$  гидроксида аммония ( $NH_4OH$ ) равен 4,75. Найдите  $pH$  в растворе с мольной долей аммиака, равной 0,07. Плотность раствора равна 0,97 г/мл.

12. Найдите  $pK_a$  слабой одноосновной кислоты, если известно, что  $pH$  в ее растворе равен 3,6, а молярная концентрация равна 0,02 моль/л.

13. К раствору, содержащему 0,5 г  $HCl$ , добавили 0,6 г  $HI$ . Конечный объем раствора составил 600 мл. Рассчитайте  $pH$  полученного раствора.

14. Определите потенциальную кислотность желудочного сока (моль/л), если  $pH$  в нем составил 2,2, а на потенциометрическое титрование 10 мл этой жидкости ушло 8,8 мл 0,1 М раствора  $NaOH$ .

15. Рассчитайте ионную силу в растворе  $HCl$  с моляльностью 0,0005 моль/кг.

16. Рассчитайте средний коэффициент активности ионов в растворе  $HCl$  с моляльностью 0,0005 моль/кг.

17. Рассчитайте ионную силу в 0,0003 М растворе гидроксида натрия. Плотность раствора равна 1 г/мл.

18. Рассчитайте средний коэффициент активности ионов в 0,0003 М растворе гидроксида натрия. Плотность раствора равна 1 г/мл.

19.  $pK_a$  хлорноватистой кислоты ( $HClO$ ) равен 7,53. Найдите значение  $pK_b$  для иона  $ClO^-$ .

20.  $pK_a$  для дигидрофосфат-иона равен 7,2. Найдите значение  $pK_b$  для гидрофосфат-иона.

### **Задание № 9. КИСЛОТНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ**

1. Сумма значений  $pH$  и  $pOH$  в любом водном растворе в стандартных условиях равна \_\_\_\_\_.

2.  $pH$  крови в норме находится в пределах \_\_\_\_\_.

3.  $pH$  оксигенированной крови \_\_\_\_\_, чем  $pH$  дезоксигенированной крови.

4.  $pH$  в просвете тела желудка натошак в норме находится в пределах \_\_\_\_\_.

5.  $pH$  сока поджелудочной железы находится в пределах \_\_\_\_\_.

6. В каких пределах находится  $pH$  мочи здорового человека?

7. Состояние, при котором  $pH$  в крови снижается за счет накопления кислых продуктов метаболизма, называется \_\_\_\_\_.

8. Гипервентиляция легких приводит к дыхательному \_\_\_\_\_.

9. Кислота является \_\_\_\_\_ протонов согласно протолитической теории.

10. Основание выступает в качестве \_\_\_\_\_ протонов согласно протолитической теории.

11. Напишите формулу иона гидроксония: \_\_\_\_\_.

12. По теории кислот и оснований Льюиса в процессе гидролиза  $ZnCl_2$  катион цинка выступает в качестве \_\_\_\_\_.

13. По теории кислот и оснований Льюиса в реакции между фторид-ионами и боридом фтора ( $BF_3$ ) ионы  $F^-$  выступают в качестве \_\_\_\_\_.

14. По мере добавления щелочи к раствору уксусной кислоты в процессе титрования рН будет изменяться плавно по причине образования \_\_\_\_\_.

15. В растворе хлорида аммония рН \_\_\_\_\_, чем в растворе нитрита натрия.

16. С помощью рН-метра можно измерить \_\_\_\_\_ кислотность биологической жидкости.

17. Кислотность, которую определяют методом кислотно-основного титрования, называется \_\_\_\_\_.

18. Разность между общей и активной кислотностью называется \_\_\_\_\_ кислотность.

19. За счет растворения углекислого газа в дистиллированной воде ее рН становится \_\_\_\_\_.

20. Как рассчитать  $pK_a$  слабой кислоты, зная ее константу диссоциации?

## ЗАНЯТИЕ 7

### Задание № 10. БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ: РАСЧЕТЫ

1. В двух литрах буферного раствора содержится 13,6 г  $KH_2PO_4$  и 17,4 г  $K_2HPO_4$ . Определите рН в данном растворе, если  $K_d(H_2PO_4^-) = 6,23 \cdot 10^{-8}$ .

2. Определите рН в растворе, полученном в результате смешивания 10 мл 0,1 М раствора пропановой кислоты и 20 мл 0,1 М раствора пропионата калия.  $pK_a$  для пропановой кислоты равно 4,88.

3. Определите рН раствора, полученного при добавлении 20,5 г  $CH_3COONa$  к 2 литрам 0,15 М раствора уксусной кислоты.  $K_d(CH_3COOH) = 1,75 \cdot 10^{-5}$ .

4. Определите рН в растворе, полученном в результате добавления 5 мл 0,05 М раствора  $NaOH$  к 50 мл 0,02 М раствора пропановой кислоты.  $pK_a$  для пропановой кислоты равно 4,88.

5. К 100 мл буферного раствора, содержащего 0,1 моль муравьиной кислоты и 0,2 моль формиата калия, добавили 0,04 моль  $KOH$ . Чему равен рН раствора после добавления щелочи?  $pK_a(HCOOH) = 3,75$ .

6. К 500 мл буферного раствора, содержащего 0,2 моль  $NH_4OH$  и 0,4 моль  $NH_4Cl$ , добавили 0,005 моль  $HCl$ . Чему равен рН раствора после добавления кислоты ( $pK_b(NH_4OH) = 4,75$ )?

7. Рассчитайте рН аммиачного буферного раствора, в котором содержится 0,02 моль/л  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 0,2 моль/л  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .  $\text{pK}_b(\text{NH}_4\text{OH}) = 4,75$ .

8. Можно ли приготовить ацетатный буфер с достаточной буферной емкостью при  $\text{pH} = 5$ , если  $\text{K}_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ? Ответ необходимо подтвердить расчетами.

9. Ацетатный буферный раствор с концентрацией каждого компонента 0,25 моль/л имеет рН, равный 4,76. Чему равна буферная емкость (ммоль/л·ед. рН) для данного раствора, если после добавления к 0,5 л его 20 мл 0,01 М раствора  $\text{HCl}$  рН буфера стал равен 4,59.

10. Чему равна буферная емкость фосфатного буфера, если при добавлении 0,00015 моль  $\text{HCl}$  к 100 мл такого раствора его рН изменился на 0,15 единиц?

11. Какова буферная емкость фосфатного буфера, если при добавлении 5,015 г 0,01 н раствора  $\text{HCl}$  к 0,025 л этого буфера рН меняется с 7,4 до 7,2? Плотность раствора  $\text{HCl}$  равна 1,003 г/мл.

12. Чему равна буферная емкость фосфатного буфера, если при добавлении 1 мл соляной кислоты с молярной концентрацией  $\text{HCl}$  0,02 моль/л к 0,1 л такого раствора его рН изменился на 0,1 единицу.

13. В каком мольном соотношении необходимо смешать пропионат натрия и пропановую кислоту, чтобы рН полученного раствора был равен 4.  $\text{pK}_a$  для пропановой кислоты составляет 4,88.

14. В каком мольном соотношении необходимо смешать  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  и  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , чтобы рН полученного раствора был 7,4?  $\text{K}_d(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 6,23 \cdot 10^{-8}$ .

15. Определите рН буферной системы, полученной при смешивании  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  и  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  в мольном соотношении 1 : 12.  $\text{K}_d(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 6,23 \cdot 10^{-8}$ .

16. Какой объем 0,25 М раствора ацетата калия следует прибавить к 50 мл 1,0 М раствора уксусной кислоты, чтобы получить буферный раствор с  $\text{pH} = 3,0$ ?  $\text{K}_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75 \cdot 10^{-5}$ .

17. Какую массу ацетата натрия следует прибавить к 100 мл 1,0 М раствора уксусной кислоты, чтобы получить буферный раствор с  $\text{pH} = 3,5$ ?  $\text{K}_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75 \cdot 10^{-5}$ .

18. Определить рН раствора, получившегося в результате смешивания равных объемов растворов 0,2 М  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и 0,2 М  $\text{CH}_3\text{COOK}$ .  $\text{K}_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75 \cdot 10^{-5}$ .

19. Определите рН буферного раствора, полученного при смешивании 50 мл 0,15 М раствора дигидрофосфата калия и 30 мл 0,2 М раствора гидрофосфата калия.  $\text{pK}_a(\text{H}_2\text{PO}_4^-) = 7,21$ .

20. Сколько безводного ацетата натрия нужно добавить к 400 мл раствора с молярной концентрацией  $\text{CH}_3\text{COOH} = 1$  моль/л, чтобы рН раствора стал равным 4,1?  $\text{K}_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,75 \cdot 10^{-5}$ .

## Задание № 11. БУФЕРНЫЕ СИСТЕМЫ: ТЕОРИЯ

1. Способность некоторых растворов сохранять неизменной концентрацию ионов водорода получила название \_\_\_\_\_ действия, которое является основным механизмом протолитического гомеостаза.

2. С помощью какого уравнения рассчитывается рН буферной системы, состоящей из слабого основания и его соли?

3. При каком мольном отношении слабой кислоты и ее соли рН буферного раствора численно равен показателю константы диссоциации слабой кислоты?

4. Область, в которой буферная система способна эффективно поддерживать рН, находится в пределах \_\_\_\_\_ от рКд.

5. Буферные растворы могут состоять из \_\_\_\_\_ оснований и их \_\_\_\_\_.

6. Гемоглобин имеет четвертичную структуру, которая придает ему способность регулировать присоединение и отщепление кислорода и характерную \_\_\_\_\_: после присоединения первой молекулы кислорода связывание последующих облегчается.

7. Буферная емкость тем \_\_\_\_\_, чем больше концентрация компонентов буферной системы.

8. В тканях гемоглобин, связанный с кислородом, подвергается \_\_\_\_\_, в связи с чем происходит освобождение кислорода.

9. \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_ буферные системы вносят наибольший вклад в поддержание постоянства рН в эритроцитах.

10. На долю \_\_\_\_\_ буферной системы приходится около 53% всей буферной емкости крови.

11. Единицей измерения буферной емкости является \_\_\_\_\_.

12. При добавлении к буферному раствору небольшого количества сильной кислоты рН данного раствора \_\_\_\_\_.

13. В фосфатной неорганической буферной системе роль протолитической кислоты выполняет \_\_\_\_\_.

14. Образуется ли буферная система при сливании водных растворов: 300 мл 0,2 М раствора  $\text{NH}_4\text{OH}$  и 100 мл 0,4 М раствора  $\text{HCl}$ ?

15. Образуется ли буферная система при сливании водных растворов: 100 мл 0,2 М раствора  $\text{NaOH}$  и 100 мл 0,1 М раствора  $\text{HCl}$ ?

16. Солевая буферная система, играющая наиболее важную роль в поддержании постоянства рН внутри клетки, состоит из \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

17. Наибольшей буферной емкостью, среди буферных растворов с одинаковой молярностью, обладает тот, в котором \_\_\_\_\_.

18. \_\_\_\_\_ представляет собой количество двуокси углерода, которое может быть связано 100 мл плазмы крови, предварительно приведенной в равновесие с газовой средой, в которой парциальное давление углекислого газа составляет 40 мм рт. ст.

19. Снижение соотношения  $[\text{HCO}_3^-]:[\text{CO}_2] < 20$  является причиной

20. Повышение соотношения  $[\text{HCO}_3^-]:[\text{CO}_2] > 20$  приводит к

## ЗАНЯТИЕ 8

### Задание № 12. ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ: РАСЧЕТЫ

1. На титрование 10 мл  $\text{KMnO}_4$  израсходовано 3,9 мл раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  с молярной концентрацией 1 моль/л. Вычислите молярную концентрацию  $\text{KMnO}_4$ .

2. На нейтрализацию 100 мл раствора кислоты израсходовано 120 мл 0,2 н раствора щелочи. Определите нормальную концентрацию кислоты.

3. Сколько миллилитров 0,2 н раствора карбоната натрия нужно прибавить к 200 мл 0,1 М раствора нитрата бария, чтобы полностью осадить барий в виде карбоната бария?

4. На титрование раствора, содержащего 7,5 г технического  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ушло 244,5 мл раствора йода с молярной концентрацией эквивалента 0,1 н. Вычислите массовую долю  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в техническом образце.

5. Рассчитайте массу ионов железа в 100 мл раствора  $\text{FeSO}_4$ , если на титрование 10 мл этого раствора в кислой среде было затрачено 4,2 мл раствора перманганата калия с нормальностью 0,05 н.

6. Дигидрат щавелевой кислоты массой 0,126 г подвергли титрованию раствором гидроксида натрия (0,1 М). Какой объем гидроксида натрия пошел на титрование?

7. На титрование 9,2 мл 0,09234 М раствора азотной кислоты потребовалось 10 мл раствора гидроксида натрия. Сколько грамм гидроксида натрия содержится в 100 мл раствора?

8. Для стандартизации раствора соляной кислоты навеску буры массой 0,2560 г растворили в мерной колбе. На титрование затрачено 13,16 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты. Какой объем раствора КОН с концентрацией 0,05 моль/л пошел бы на титрование 10,0 см<sup>3</sup> такого раствора HCl?

9. Навеску соли дихромата калия растворили в мерной колбе объемом 100 мл. 10 мл указанного раствора обработали подкисленным раствором иодида калия и оттитровали 6,2 мл раствора тиосульфата натрия с концентрацией 0,02 н. Вычислить массу соли в образце.

10. На титрование 10,0 мл раствора уксусной кислоты ушло 5,0 мл 0,2 М раствора гидроксида калия. Сколько грамм уксусной кислоты содержится в 500 мл анализируемого раствора?

11. На титрование 10,0 мл раствора HCl затрачено 20,0 мл 0,1 М раствора NaOH. Сколько грамм HCl содержится в 100 мл анализируемого раствора?

12. На титрование 100 мл водопроводной воды было израсходовано 2,65 мл 0,0875 н раствора соляной кислоты. Определите молярную концентрацию гидрокарбонатов в водопроводной воде.

13. На полную нейтрализацию 40 мл раствора фосфорной кислоты расходуется 22,5 мл 0,1 н раствора KOH. Определите молярную концентрацию раствора фосфорной кислоты.

14. На растворение 1,74 г гидроксида некоторого двухвалентного металла ушло 30 мл 2 н раствора соляной кислоты. Установите формулу гидроксида металла.

15. 9,7770 г концентрированного раствора  $\text{HNO}_3$  разбавили водой до 1 л в мерной колбе. На титрование 25,00 мл полученного раствора израсходовано 23,40 мл 0,1040 М раствора NaOH. Определите массовую долю азотной кислоты в ее концентрированном растворе.

16. На титрование 20,00 мл раствора HCl с титром равным 0,001825 г/мл израсходовано 25,00 мл раствора NaOH. Вычислите титр раствора NaOH.

17. На титрование 0,2860 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  в присутствии метилового оранжевого израсходовано 24,10 мл раствора HCl. Рассчитайте молярность раствора HCl.

18. К 10,00 мл анализируемого раствора  $\text{KClO}_3$ , подкисленного серной кислотой, добавили 20,00 мл 0,1050 н раствора  $\text{FeSO}_4$ . На титрование избытка  $\text{FeSO}_4$  израсходовано 12,48 мл 0,0760 н раствора  $\text{KMnO}_4$ . Сколько граммов  $\text{KClO}_3$  содержится в 250 мл анализируемого раствора?

19. В подкисленный серной кислотой раствор, содержащий избыток KI, ввели 25,00 мл 0,0500 н раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . На титрование выделившегося йода пошло 22,80 мл раствора тиосульфата натрия. Вычислите титр раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

20. 2,50 г раствора пероксида водорода разбавлены водой до 200 мл. На титрование 5,0 мл полученного раствора в кислой среде пошло 20,0 мл 0,0500 н раствора  $\text{KMnO}_4$ . Какова массовая доля  $\text{H}_2\text{O}_2$  в исходном концентрированном растворе?

### **Задание № 13. ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ: ТЕОРИЯ**

1. Можно ли использовать раствор угольной кислоты в качестве стандартного раствора в методе кислотно-основного титрования?

2. Запишите уравнение реакции, отражающее суть метода кислотно-основного титрования в рамках протолитической теории.

3. Напишите формулы двух веществ, которые можно использовать в качестве титрантов в методе алкалиметрии.

4. По какому веществу проводят стандартизацию растворов щелочей?

5. Составьте уравнение реакции стандартизации титранта по дигидрату щавелевой кислоты.

6. Какой закон лежит в основе титриметрического метода анализа? Приведите его математическое выражение.
7. С какой целью проводят стандартизацию титранта?
8. Запишите формулы веществ, которые используют в качестве первичных стандартов для растворов кислот.
9. Какие два титранта используют в йодометрии?
10. Индикатор, используемый в йодометрии, это \_\_\_\_\_.
11. Способ титрования, в котором титрант реагирует с веществом, концентрацию которого необходимо определить, называется \_\_\_\_\_.
12. Первичный стандарт должен отличаться постоянством \_\_\_\_\_.
13. В какой среде должна изменяться окраска индикатора, подходящего для фиксирования точки эквивалентности при титровании уксусной кислоты раствором гидроксида калия?
14. Для определения концентрации окислителей в перманганатометрии используют метод \_\_\_\_\_ титрования.
15. Каким образом фиксируется точка эквивалентности при титровании  $\text{FeSO}_4$  раствором  $\text{KMnO}_4$  в кислой среде?
16. Укажите примерный объем одной капли воды, вытекающей из бюретки.
17. Назовите вещество, которое используется в качестве первичного стандарта как в кислотно-основном титровании, так и в перманганатометрии.
18. Чем больше значение окислительного потенциала пары, тем \_\_\_\_\_ окисленная форма данной пары как окислитель и \_\_\_\_\_ восстановленная форма как восстановитель.
19. Чему равен фактор эквивалентности  $\text{KMnO}_4$  при использовании его в качестве титранта в кислой среде?
20. Чему равен фактор эквивалентности  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  при использовании его в качестве титранта в методе йодометрии?

## ЗАНЯТИЕ 9

### Задание № 14. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Закончите окислительно-восстановительную реакцию и расставьте коэффициенты в ней методом электронно-ионного баланса (методом полуреакций):

1.  $\text{FeSO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
2.  $\text{KMnO}_4 + \text{HBr} \rightarrow$
3.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
4.  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S}\downarrow + \dots$
5.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
6.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_2 + \dots$

7.  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
8.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
9.  $\text{KBrO}_3 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \dots$
10.  $\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} + \dots$
11.  $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$
12.  $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 \xrightarrow{\text{pH}=7}$
13.  $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 \xrightarrow{\text{pH}=7}$
14.  $\text{KMnO}_4 + \text{MnSO}_4 \xrightarrow{\text{pH}=7} \text{MnO}_2\downarrow + \dots$
15.  $\text{KMnO}_4 + \text{KI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
16.  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
17.  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{NaI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{S}\downarrow + \dots$
18.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{MnCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{MnO}_2 + \dots$
19.  $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$
20.  $\text{KBrO} + \text{MnCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KBr} + \dots$

## ЗАНЯТИЕ 10

### Задание № 15. ЭЛЕКТРОХИМИЯ

1. Абсолютная скорость движения ионов в водном растворе в ряду  $\text{Na}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{H}^+$  \_\_\_\_\_.
2. Удельная электрическая проводимость растворов электролитов при повышении температуры \_\_\_\_\_.
3. Электрическая проводимость 0,1 М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  \_\_\_\_\_, чем электрическая проводимость 0,1 М раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
4. В ряду биологических жидкостей — моча, плазма крови, желудочный сок, цельная кровь — в норме удельная электрическая проводимость \_\_\_\_\_.
5. При сахарном диабете и воспалительных заболеваниях почек электрическая проводимость мочи \_\_\_\_\_.
6. При кондуктометрическом титровании сильной кислоты щелочью кривая титрования вначале \_\_\_\_\_, а затем \_\_\_\_\_.
7. Напишите формулу, выражающую закон Кольрауша, с использованием подвижностей ионов.
8. Напишите уравнение Нернста для электрода, погруженного в раствор своей соли, с использованием натурального логарифма.
9. Напишите схему стандартного водородного электрода.
10. Напишите схему хлорсеребряного электрода.
11. Электрод  $\text{Ag} | \text{AgCl}, \text{KCl}$  является электродом \_\_\_\_\_ в рН-метре.
12. В рН-метре электродом определения является \_\_\_\_\_ электрод.
13. Запишите процессы, протекающие на аноде и на катоде в медно-цинковом гальваническом элементе.

14. ЭДС серебряно-медного гальванического элемента  $\text{Cu} | \text{Cu}^{2+} || \text{Ag}^+ | \text{Ag}$  при стандартных условиях \_\_\_\_\_ ЭДС серебряно-цинкового гальванического элемента  $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} || \text{Ag}^+ | \text{Ag}$ .

15. Чему равен рН желудочного сока, если потенциал водородного электрода, погруженного в него, равен  $-0,1340 \text{ В}$  при  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ?

16. Стандартный потенциал водородного электрода принят равным \_\_\_\_\_.

17. Запишите уравнение Нернста–Петерса для электрода, состоящего из платиновой проволоки, опущенной в раствор, содержащий  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{MnSO}_4$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

18. Запишите уравнение Нернста для концентрационного гальванического элемента, составленного из двух серебряных электродов.

19. В гальваническом элементе процесс окисления протекает на \_\_\_\_\_, а процесс восстановления протекает на \_\_\_\_\_.

20. Электродвижущая сила гальванического элемента определяется по формуле  $E = \varphi_2 - \varphi_1$ , и она связана с  $\Delta G$  протекающей в нем химической реакции следующим образом: \_\_\_\_\_.

## ЗАНЯТИЕ 11

### Задание № 16. ГЕТЕРОГЕННЫЕ РАВНОВЕСИЯ

1. Чем больше константа растворимости ( $K_s^0$ ) малорастворимого электролита, тем \_\_\_\_\_ его растворимость.

2. Для увеличения полноты осаждения  $\text{Ca}^{2+}$  из насыщенного раствора  $\text{CaSO}_4$ , к этому раствору необходимо добавить \_\_\_\_\_ калия.

3. Для увеличения полноты осаждения  $\text{PO}_4^{3-}$  из насыщенного раствора  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  к этому раствору необходимо добавить хлорид \_\_\_\_\_.

4. В насыщенном растворе термодинамическая константа растворимости ( $K_s^0$ ) сильного труднорастворимого электролита \_\_\_\_\_ произведению активностей ионов в степенях, соответствующих коэффициентам в уравнении его электролитической диссоциации.

5. Запишите выражение термодинамической константы растворимости для  $\text{MgC}_2\text{O}_4$ .

6. Запишите выражение термодинамической константы растворимости для  $\text{CaF}_2$ .

7. Запишите выражение термодинамической константы растворимости для  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

8. Величина термодинамической константы растворимости \_\_\_\_\_ при увеличении концентрации одного из ионов труднорастворимого электролита.

9. Величина термодинамической константы растворимости труднорастворимого электролита \_\_\_\_\_ при повышении температуры.

10. Растворимость твердых веществ в воде, как правило, \_\_\_\_\_ при увеличении температуры.

11. Явление замещения катионов кальция в гидроксиапатите костной ткани катионами стронция является частным случаем \_\_\_\_\_.

12. Условием образования осадка в равновесии:  $A_mB_{n(тв)} = mA^{n+}_{(водн)} + nB^{m+}_{(водн)}$  является \_\_\_\_\_.

13. Гетерогенное равновесие в системе «водный раствор – осадок  $AgCl$ » можно сдвинуть в сторону растворения осадка добавлением \_\_\_\_\_.

14. Связь между молярной растворимостью электролита  $A_mB_n$  и константой растворимости выражается соотношением \_\_\_\_\_.

15. Используя  $K_s(CaC_2O_4) = 2,3 \cdot 10^{-9}$ , вычислите растворимость этой соли.

16. Определите константу растворимости сульфида меди(II), если известно, что растворимость этого соединения составляет  $2,45 \cdot 10^{-19}$  моль/дм<sup>3</sup>.

17. Приведите простейшую формулу основного минерального компонента костной ткани: \_\_\_\_\_.

18. Ионы  $Sr^{2+}$  могут включаться в состав костной ткани, что приводит к повышенной \_\_\_\_\_ костей.

19. Укажите не менее трех примеров ионов, которые могут приводить к изоморфному замещению ионов кальция в костной ткани.

20. Перечислите соли, которые наиболее часто входят в состав мочевых камней.

## ЗАНЯТИЕ 12

### Задание № 17. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

1. Поверхностно активные вещества \_\_\_\_\_ поверхностное натяжение растворителя.

2. Поверхностно инактивные вещества \_\_\_\_\_ поверхностное натяжение растворителя.

3. Концентрация поверхностно активных веществ \_\_\_\_\_ на поверхности раствора, чем в его толще.

4. Концентрация поверхностно инактивных веществ \_\_\_\_\_ на поверхности раствора, чем в его толще.

5. Напишите уравнение изотермы мономолекулярной адсорбции растворенного вещества на твердой фазе по Лэнгмюру.

6. Согласно теории Лэнгмюра, максимальная адсорбция достигается при образовании \_\_\_\_\_.

7. По отношению к воде раствор этилового спирта является поверхностно \_\_\_\_\_ веществом.

8. Поверхностная активность веществ одного и того же гомологического ряда изменяется в соответствии с правилом Дюкло-Траубе. Запишите его.

9. Во сколько раз поверхностная активность пентанола больше или меньше поверхностной активности этанола при условии равенства концентраций их водных растворов?

10. Какими структурными свойствами должны обладать поверхностно-активные вещества в водных растворах?

11. Если число капель водного раствора, вытекающего из сталагмометра, больше числа капель воды, то растворенное вещество является \_\_\_\_\_.

12. В иммуноферментном анализе адсорбция антигена или антитела на поверхности планшета с последующей обработкой бычьим сывороточным альбумином должна заканчиваться образованием \_\_\_\_\_.

13. Приведите пример поверхностно-неактивного вещества.

14. Приведите пример поверхностно-инактивной аминокислоты.

15. На поверхности угля и полистирола хорошо адсорбируются гидро \_\_\_\_\_ вещества.

16. В иммуноферментном анализе используются планшеты из модифицированного полистирола с целью усиления адсорбции гидро \_\_\_\_\_ белков.

17. Процесс физической адсорбции является \_\_\_\_\_.

18. При адсорбции на полистироле из водного раствора белок может претерпевать структурный переход в связи с формированием \_\_\_\_\_ поверхности.

19. Полимолекулярная адсорбция практически невозможна в том случае, если молекулы адсорбата обладают \_\_\_\_\_ средством друг к другу.

20. Теория мономолекулярной адсорбции позволяет рассчитать площадь сечения молекулы поверхностно-активного вещества и длину его цепи в том случае, если \_\_\_\_\_.

## ЗАНЯТИЕ 13

### Задание № 18. ХРОМАТОГРАФИЯ

1. Основной целью хроматографии является \_\_\_\_\_.

2. Для определения концентрации исследуемого вещества хроматограф должен быть оснащен соответствующим \_\_\_\_\_.

3. Для проведения качественного анализа путем определения молекулярной массы исследуемого вещества хроматограф должен быть оснащен \_\_\_\_\_.

4. Чем выше сродство вещества к неподвижной фазе, тем \_\_\_\_\_ время удержания.

5. Чем выше сродство вещества к подвижной фазе, тем \_\_\_\_\_ время удержания.

6. При проведении ВЭЖХ на колонке C18 время удержания толуола будет \_\_\_\_\_, чем время удержания фенола (подвижная фаза: 85% метанола, 15% воды).

7. Разделение белков с помощью ионообменной хроматографии основано на разнице в их \_\_\_\_\_.

8. Гель с малым диаметром пор предназначен для разделения белков с \_\_\_\_\_ молекулярной массой при эксклюзионной хроматографии.

9. Деионизатор состоит из \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.

10. Концентрация \_\_\_\_\_ вещества \_\_\_\_\_ прямо \_\_\_\_\_ пропорциональна \_\_\_\_\_ на хроматограмме.

11. Для проведения количественного анализа с помощью масс-спектрометрии в образец необходимо вводить \_\_\_\_\_.

12. При проведении аффинной хроматографии в качестве раствора для разрушения комплекса антиген-антитело используется буфер с  $\text{pH} =$  \_\_\_\_\_.

13. В масс-спектрах на оси X находится отношение \_\_\_\_\_.

14. Вещества, смеси которых используются в ВЭЖХ в качестве жидкой фазы, должны быть \_\_\_\_\_ друг в друге.

15. При тонкослойной хроматографии элюент мигрирует \_\_\_\_\_.

16. Какой метод хроматографии является наиболее эффективным для очистки смеси ферментов и гормонов, полученной посредством их высаливания сульфатом аммония?

17. При проведении адсорбционной хроматографии первыми из колонки вымываются вещества, проявляющие \_\_\_\_\_ сродство с твердой фазой и \_\_\_\_\_ сродство с жидкой фазой.

18. При проведении эксклюзионной хроматографии первыми из колонки вымываются вещества, молекулы которых обладают \_\_\_\_\_ размером.

19. При проведении аффинной хроматографии на колонке с иммобилизованным антигеном будут задерживаться \_\_\_\_\_.

20. Высокая эффективность высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) достигается за счет проведения ее при высоком \_\_\_\_\_ и использования \_\_\_\_\_ сорбентов.

## ЗАНЯТИЕ 14

### Задание № 19. СТРОЕНИЕ КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ

1. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании равных объемов 0,1 н раствора  $\text{KCNS}$  и 0,008 н раствора  $\text{AgNO}_3$ .

2. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании избытка раствора  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  с раствором  $\text{NaCl}$ .

3. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании равных объемов 0,005 М раствора  $\text{AgNO}_3$  и 0,3 М раствора  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

4. Золь хромата серебра получен смешиванием равных объемов растворов  $\text{AgNO}_3$  и  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ . В электрическом поле гранулы перемещались к аноду. Напишите схему строения мицеллы.

5. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании равных объемов 0,002 н раствора  $\text{KBr}$  и 0,096 н раствора  $\text{AgNO}_3$ .

6. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании 20 мл 0,001 н раствора  $\text{MnSO}_4$  и 5 мл 0,2 н раствора  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ .

7. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании избытка раствора  $\text{CoSO}_4$  с раствором  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ .

8. Золь сульфида кобальта получен смешиванием равных объемов растворов  $\text{CoSO}_4$  и  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ . Получены отрицательно заряженные гранулы. Напишите схему строения мицеллы.

9. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании 10 мл 0,05 н раствора  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  и 15 мл 0,001 н раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

10. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании 25 мл 0,08 н раствора  $\text{KBr}$  и 10 мл 0,00096 н раствора  $\text{AgNO}_3$ .

11. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании избытка раствора  $\text{BaCl}_2$  с раствором  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ .

12. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании 20 мл 0,01 н раствора  $\text{KI}$  и 28 мл 0,0005 н раствора  $\text{AgNO}_3$ .

13. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании 30 мл 0,01 н раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$  и 25 мл 0,0005 н раствора  $\text{CuSO}_4$ .

14. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании избытка раствора  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  с раствором  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ .

15. Золь сульфата свинца получен сливанием равных объемов растворов  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . В электрическом поле гранулы перемещались к катоду. Напишите схему строения мицеллы.

16. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании 10 мл 0,85 % раствора  $\text{NaCl}$  и 25 мл 0,001 н раствора  $\text{AgNO}_3$ .

17. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании избытка раствора  $\text{BaCl}_2$  с раствором  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ .

18. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании избытка раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  с раствором  $\text{BaCl}_2$ .

19. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании 25 мл 0,001 н раствора  $\text{MnCl}_2$  и 8 мл 0,2 н раствора  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ .

20. Напишите схему строения мицеллы золя, полученного при сливании избытка раствора  $\text{KI}$  с раствором  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ .

## ЗАНЯТИЕ 15

### Задание № 20. КОЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ

1. При растворении этанола в воде (при стандартных условиях) \_\_\_\_\_ получить коллоидный раствор.
2. Коллоидный раствор — это термодинамически \_\_\_\_\_ система.
3. Коллоидный раствор — это кинетически \_\_\_\_\_ система.
4. Дисперсная система — это гетерогенная система, состоящая из дисперсной \_\_\_\_\_ и дисперсионной \_\_\_\_\_.
5. Размеры частиц дисперсной фазы коллоидного раствора находятся в пределах от \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_ нм.
6. Опалесценция коллоидных растворов возникает по причине \_\_\_\_\_ света.
7. При одинаковой массовой концентрации вещества осмотическое давление раствора глюкозы \_\_\_\_\_ осмотического давления золя гидроксида железа(III).
8. Уменьшение размеров диффузного слоя у частиц золя приводит к снижению его \_\_\_\_\_ устойчивости.
9. Агрегат и адсорбционный слой коллоидной частицы составляют \_\_\_\_\_.
10. Основу (агрегат) коллоидной частицы составляют микрокристаллы \_\_\_\_\_.
11. На поверхности агрегата адсорбируются ионы электролита, которые проявляют \_\_\_\_\_ степень сродства с агрегатом.
12. Гранула вместе с диффузным слоем противоионов составляет \_\_\_\_\_.
13. Электротермодинамический потенциал частиц коллоидного раствора возникает на границе между \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.
14. Электрокинетический потенциал частиц коллоидного раствора возникает на границе между \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.
15. Как называются ионы электролита, адсорбирующиеся непосредственно на кристаллической твердой поверхности и придающие ей электрический заряд?
16. Коагуляцию коллоидного раствора вызывают те ионы электролита, знак заряда которых противоположен знаку заряда \_\_\_\_\_.
17. Расположите анионы  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  в порядке уменьшения порога коагуляции ими золя, гранулы которого имеют положительный заряд.
18. Как называются ионы электролита, из которых состоит диффузный слой в частицах золя?
19. Ядро коллоидной частицы золя состоит из \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.
20. При сливании двух зелей с противоположно заряженными гранулами произойдет их \_\_\_\_\_.

## ЗАНЯТИЕ 16

### Задание № 21. РАСТВОРЫ БИОПОЛИМЕРОВ

1. Заряд белка с  $pI = 11,2$  в растворе с  $pH = 7,4$  будет \_\_\_\_\_.
2. Заряд белка с  $pI = 4,5$  в растворе с  $pH = 7,4$  будет \_\_\_\_\_.
3. Заряд белка с  $pI = 7,4$  в растворе с  $pH = 7,4$  будет \_\_\_\_\_.
4. В изоэлектрической точке заряд белка равен \_\_\_\_\_.
5. В изоэлектрической точке сила связей между цепями биополимера достигает \_\_\_\_\_ величины, а между биополимером и молекулами воды — \_\_\_\_\_.
6. Наименьшую растворимость в воде белок будет проявлять при  $pH$  в растворе, равном \_\_\_\_\_.
7. Наименее устойчивым к высаливанию белок будет при  $pH$ , равном \_\_\_\_\_.
8. При электрофорезе без SDS (ПАВ: додецилсульфат натрия) белки мигрируют в полиакриламидном геле под воздействием электрического тока согласно их \_\_\_\_\_ и \_\_\_\_\_.
9. При электрофорезе с предварительной обработкой белков SDS белки мигрируют в полиакриламидном геле под воздействием электрического тока исключительно согласно их \_\_\_\_\_.
10. Молекулы белка при электрофорезе без SDS будут двигаться к \_\_\_\_\_ заряженному электроду, если ИЭТ белка равна 8,0, а  $pH$  раствора равен 6,5.
11. Изоэлектрическая точка  $\gamma$ -глобулина равна 6,4. Белок при электрофорезе без SDS в буферном растворе с  $pH$  равным 7,4 будет перемещаться к \_\_\_\_\_ заряженному электроду.
12. К какому электроду будут двигаться частицы белка при электрофорезе без SDS, если ИЭТ его 4,0, а  $pH$  раствора 6,0?
13. Желатин (ИЭТ = 4,7) помещен для набухания в растворы с  $pH = 3,0$ ; 4,0; 5,0 и 6,0. В каком из растворов степень набухания наибольшая?
14. Замена остатка глутаминовой кислоты на лизин в 6-ом положении бета-цепи гемагглютинаина может быть обнаружена с помощью \_\_\_\_\_ электрофореза.
15. Расположите в ряд по увеличению высаливающего действия на растворы ВМС следующие электролиты:  $CH_3COONa$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $NaSCN$ .
16. Расположите в ряд по увеличению высаливающего действия на растворы ВМС следующие электролиты:  $KCl$ ,  $NaCl$ ,  $LiCl$ .
17. При понижении температуры из истинного раствора биополимера может образоваться \_\_\_\_\_.
18. Добавление к раствору белка  $KSCN$  \_\_\_\_\_ его растворимость.
19. Высаливание белка, в отличие от протеолиза, является \_\_\_\_\_ процессом.
20. Напишите формулу вещества, которое обычно используется для высаливания белков.

## ЗАНЯТИЕ 17

### Задание № 22. МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ДОКИНГ

1. Константа ингибирования в процессе молекулярного докинга равна \_\_\_\_\_.
2. Тепловой эффект образования комплекса лиганда с рецептором в молекулярном докинге рассчитывается как сумма  $\Delta H$  образования водородных связей, разнообразных ван-дер-Ваальсовых контактов и \_\_\_\_\_.
3. Можно ли судить о том, является ли лиганд агонистом или антагонистом рецептора исключительно путем сравнения минимального значения  $\Delta G$  образования комплекса с таковыми для известных агонистов и антагонистов?
4. Текстовый формат файла, описывающий трехмерные структуры молекул белков, называется \_\_\_\_\_.
5. Значение  $\Delta G$  в процессе молекулярного докинга может быть положительным при отрицательном значении  $\Delta H$ , так как \_\_\_\_\_.
6. Уравнение, связывающее константу равновесия и  $\Delta G$  при достижении химического равновесия: \_\_\_\_\_.
7. В случае, если лиганд является высокомолекулярным соединением ( $MM > 1000$  Да), докинг называют \_\_\_\_\_.
8. Характеристика, описывающая силу взаимодействия молекул лиганда и рецептора (антигена и антитела), называется \_\_\_\_\_.
9. Чем \_\_\_\_\_ значение свободной энергии связывания и значение константы диссоциации комплекса, тем \_\_\_\_\_ лиганд связывается с рецептором и \_\_\_\_\_ данный комплекс.
10. \_\_\_\_\_ протокол докинга соответствует типу взаимодействия «ключ-замок».
11. Длины связей и торсионные углы в структуре молекул изменяются в процессе \_\_\_\_\_ докинга.
12. Для отбора наиболее правдоподобных комплексов, полученных в результате докинга, используют \_\_\_\_\_ функции.
13. Термин \_\_\_\_\_ обозначает эксперимент, который проводится с помощью специального программного обеспечения и является первым этапом разработки лекарственных средств.
14. Взаимодействие между аминокислотными остатками аспарагиновой кислоты и лизина является \_\_\_\_\_.
15. Взаимодействие между аминокислотными остатками валина и изолейцина является \_\_\_\_\_.
16. Вторичная структура белковой молекулы обусловлена формированием повторяющихся водородных связей между атомами из \_\_\_\_\_ цепи.

17. Для оценки аффинности лиганда к рецептору в процессе разработки лекарственного вещества для лечения людей при расчете свободной энергии связывания ( $\Delta G$ ) и константы диссоциации комплекса ( $K_d$ ) температуру следует устанавливать на \_\_\_\_\_.

18. Сигнальные молекулы связываются с \_\_\_\_\_ доменами мембранных рецепторов.

19. \_\_\_\_\_ — это набор пространственных и электронных признаков молекулы, необходимых для обеспечения оптимальных межмолекулярных взаимодействий с биологической мишенью (например, рецептором или ферментом), которые могут вызывать (или блокировать) ее биологический ответ.

20. Внесистемная единица измерения длины, равная  $10^{-10}$  м и часто используемая для описания расстояния между атомами в межмолекулярных взаимодействиях — \_\_\_\_\_.

## ОТВЕТЫ НА ЗАДАНИЯ

### Задание № 1. Приготовление растворов

- |             |                             |                             |                    |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 1. 5,152 г. | 6. 7,62 %.                  | 11. 121,5 дм <sup>3</sup> . | 16. 5,638 н.       |
| 2. 2,288 г. | 7. 0,73 мл.                 | 12. 3,077 %.                | 17. 0,311 моль/кг. |
| 3. 15,28 г. | 8. 66,57 мл.                | 13. 8,547 моль/кг.          | 18. 0,2896 моль/л. |
| 4. 18,9 г.  | 9. 0,276 %.                 | 14. 0,144 г/мл.             | 19. 0,0316 н.      |
| 5. 3,80 %.  | 10. 5,666 дм <sup>3</sup> . | 15. 16 %.                   | 20. 0,0102 н.      |

### Задание № 2. Комплексные соединения

1.  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{KOH}_{\text{изб.}, \text{конц.}} \rightarrow$  гексагидроксоалюминат калия
2.  $\text{Zn}(\text{OH})_2 + \text{LiOH}_{\text{изб.}, \text{конц.}} \rightarrow$  тетрагидроксоцинкат лития
3.  $\text{AlCl}_3 + \text{NaOH}_{\text{изб.}, \text{конц.}} \rightarrow$  гексагидроксоалюминат натрия +  $\text{NaCl}$
4.  $\text{ZnSO}_4 + \text{LiOH}_{\text{изб.}} \rightarrow$  тетрагидроксоцинкат лития +  $\text{Li}_2\text{SO}_4$
5.  $\text{CrCl}_3 + \text{KOH}_{\text{изб.}} \rightarrow$  гексагидроксохромат(III) калия +  $\text{KCl}$
6.  $\text{FeCl}_3 + \text{KCN}_{\text{изб.}} \rightarrow$  гексацианоферрат(III) калия +  $\text{KCl}$
7.  $\text{FeCl}_2 + \text{KCN}_{\text{изб.}} \rightarrow$  гексацианоферрат(II) калия +  $\text{KCl}$
8.  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_3 \rightarrow$  нитрат тетраамминмеди(II)
9.  $\text{AgCl} + \text{NH}_3 \rightarrow$  хлорид диамминсеребра(I)
10.  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$  нитрат тетраамминцинка +  $\text{H}_2\text{O}$
11.  $\text{AgBr} + \text{NH}_4\text{OH} \rightarrow$  бромид диамминсеребра(I) +  $\text{H}_2\text{O}$
12.  $\text{NiCl}_2 + \text{NH}_3_{\text{изб.}} \rightarrow$  хлорид гексаамминникеля(II)
13.  $\text{HgI}_2 + \text{KI} \rightarrow$  тетрайодомеркурат(II) калия
14.  $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 + \text{KI}_{\text{изб.}} \rightarrow$  тетрайодокадмиат(II) калия +  $\text{KNO}_3$
15.  $\text{AlCl}_3 + \text{NaCl} \rightarrow$  тетрахлоороалюминат натрия
16.  $\text{AlF}_3 + \text{NaF} \rightarrow$  гексафтороалюминат натрия
17.  $\text{BF}_3 + \text{LiF} \rightarrow$  тетрафтороборат лития
18.  $\text{AlCl}_3 + \text{LiH}_{\text{изб.}} \rightarrow$  тетрагидридоалюминат лития +  $\text{LiCl}$
19.  $\text{Ni} + \text{CO} \rightarrow$  тетракарбонилникель
20.  $\text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$  сульфат гексааквамарганца(II)

### Задание № 3. Химическая термодинамика

- |                      |                        |                        |
|----------------------|------------------------|------------------------|
| 1. -1124,9 кДж/моль. | 8. 76,56 кДж/моль.     | 15. -29,8 кДж/моль·К.  |
| 2. -91,4 кДж/моль.   | 9. -108, 2 кДж/моль.   | 16. 69,54 кДж/моль.    |
| 3. 103,6 Дж/моль·К.  | 10. -1168,56 кДж/моль. | 17. -321,6 Дж/моль·К.  |
| 4. -211,8 кДж/моль.  | 11. -164,45 кДж/моль.  | 18. -1011,12 кДж/моль. |
| 5. -101,2 кДж/моль.  | 12. -23,3 Дж/моль·К.   | 19. -182,82 Дж/моль·К. |
| 6. -77,8 кДж/моль.   | 13. -19,7 кДж/моль.    | 20. -117 Дж/моль·К.    |
| 7. -73,5 кДж/моль.   | 14. -41,2 кДж/моль.    |                        |

### Задание № 4. Законы термодинамики

1. закрытая.
2. открытая.
3. изолированная.
4.  $Q = \Delta U + A$ .
5.  $Q_p = \Delta H$ .
6.  $Q_v = \Delta U$ .
7.  $Q_T = A$ .
8.  $A = -\Delta U$ .
9. изохорный.
10. изобарный.

11.  $S = k \cdot \ln W$ . 12.  $\Delta S > Q/T$ . 13.  $\Delta S = Q/T$ . 14. энтропии. 15.  $\Delta G > 0$ .  
16.  $\Delta H < 0$ . 17.  $\Delta G = 0$ . 18.  $\Delta G < 0$ . 19.  $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$ . 20.  $\Delta H > 0$ .

#### Задание № 5. Химическая кинетика

1. 0,03556.	8. 0,000175.	14. 41,9.
2. 0,0128.	9. 84966.	15. в $7,01 \cdot 10^{11}$ раз.
3. 3.	10. 922,506 кДж/моль.	16. 1,15.
4. 2.	11. ↑ в 2 раза;	17. $8,762 \cdot 10^{-25}$ ; $5,676 \cdot 10^{-20}$ .
5. 1,37.	const.; ↓ в 2 раза.	18. $9,22 \cdot 10^6$ раз.
6. 22,76.	12. 265667 Дж/моль.	19. 25507 Дж/моль.
7. 303298 Дж/моль.	13. 1,33.	20. $1,72 \cdot 10^{14}$ .

#### Задание № 6. Коллигативные свойства растворов: расчеты

1. 3,13 кПа.	8. 100,104 °С.	15. 100,572 °С.
2. 2,94 кПа.	9. 3,66 град·кг/моль.	16. 237,59 кПа.
3. 42,53 кПа.	10. $S_8$ .	17. 418,78 г/моль.
4. 180,001 г/моль.	11. 103,21 г/моль.	18. $4,64 \cdot 10^{-4}$ .
5. 7,779 кг.	12. 249,42 кПа.	19. $7,34 \cdot 10^{-4}$ .
6. 776,67 г/моль.	13. 137,64 кПа.	20. 128,25 г/моль.
7. 16584 г/моль.	14. -2,816 °С.	

#### Задание № 7. Коллигативные свойства растворов: теория

1.  $\text{Na}^+$ . 2.  $\text{K}^+$ . 3. гипотоничным. 4. онкотическим давлением. 5. натрия; хлора.  
6. 0,85–0,90 %; 4,5–5 %. 7.  $P = CRT$ . 8. внешнему давлению. 9. понижается.  
10. равно. 11. низкой. 12. наибольшее. 13. аквапорины. 14. гипертоническим.  
15. ↓ синтеза белков; ↓ поступления белков; потери белков с мочой.  
16. меньшей; большей. 17. гидростатическое давление и онкотическое давление.  
18.  $\text{K}^+$  и  $\text{PO}_4^{3-}$ . 19. 2. 20. ниже.

#### Задание № 8. Кислотность водных растворов

1. 8,85.	6. 3,73.	11. 11,77.	16. 0,975.
2. 5,15.	7. 10,45.	12. 5,5.	17. 0,0003 моль/кг.
3. 1,20.	8. 2,57.	13. 1,5.	18. 0,98.
4. 3,45.	9. 3,30.	14. 0,0817 моль/л.	19. 6,47.
5. 10.	10. 11,5.	15. 0,0005 моль/кг.	20. 6,8.

#### Задание № 9. Кислотность биологических жидкостей

1. 14. 2. 7,36–7,44. 3. выше. 4. 1,5–2,0. 5. 8,6–9,0. 6. 5,0–8,0. 7. ацидозом.  
8. алкалозу. 9. донором. 10. акцептором. 11.  $\text{H}_3\text{O}^+$ . 12. кислоты. 13. оснований.  
14. буферной системы. 15. ниже. 16. энергии дегидратации. 17. общей.  
18. потенциальная. 19.  $< 7$ . 20.  $\text{pK}_a = -\log K_d$ .

**Задание № 10. Буферные системы: расчеты**

1. 7,21. 6. 8,93. 11. 0,01 моль/л·ед. рН. 16. 3,48 мл.  
 2. 5,18. 7. 8,25. 12. 0,002 моль/л·ед. рН. 17. 0,45 г.  
 3. 4,68. 8. да. 13. 0,132. 18. 4,76.  
 4. 4,40. 9. 2,35 ммоль/л·ед. рН. 14. 1,55. 19. 7,11.  
 5. 4,35. 10. 0,01 моль/л·ед. рН. 15. 8,29. 20. 7,18 г.

**Задание № 11. Буферные системы: теория**

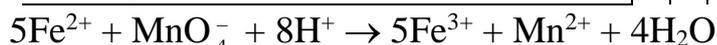
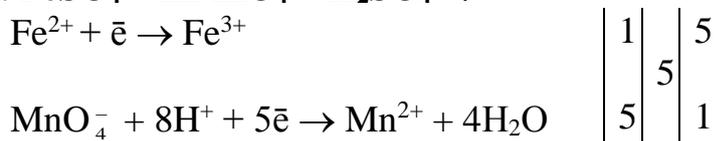
1. буферного. 2.  $\text{pH} = 14 - \text{pK}_b - \log [\text{соль}]/[\text{основание}]$ . 3. 1 : 1. 4.  $\pm 1$ . 5. слабых; солей. 6. кооперативность. 7. выше. 8. протонированию. 9. гидрокарбонатная и гемоглобиновая. 10. гидрокарбонатной. 11. моль/л·ед. рН. 12. изменится незначительно (останется прежним). 13.  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . 14. да. 15. нет. 16.  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  и  $\text{HPO}_4^{2-}$ . 17. абсолютные значения молярности компонентов наибольшие. 18. щелочной резерв крови. 19. ацидоза. 20. алкалозу.

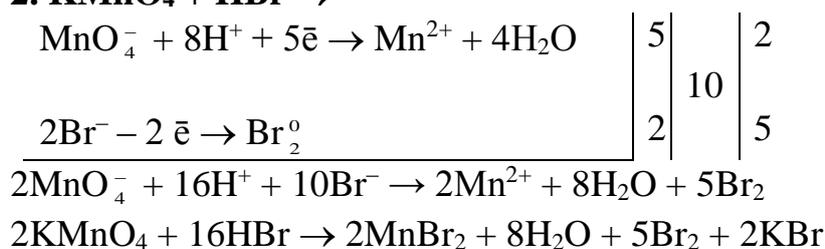
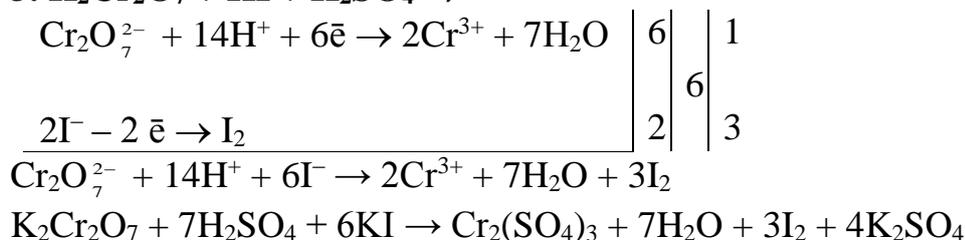
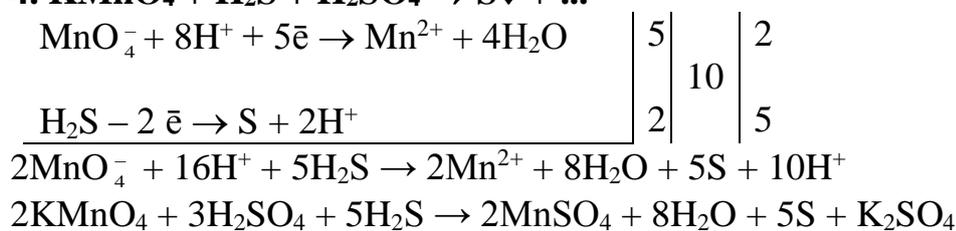
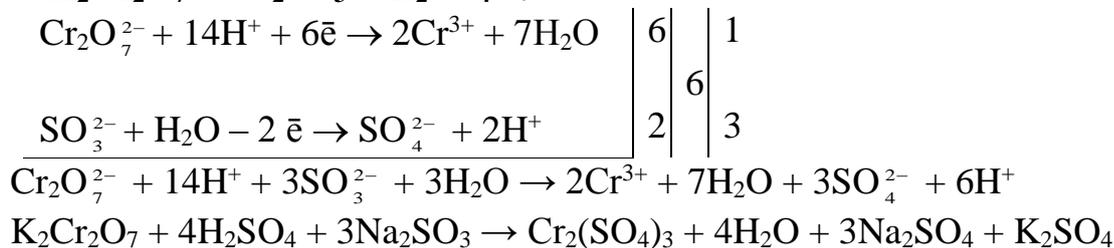
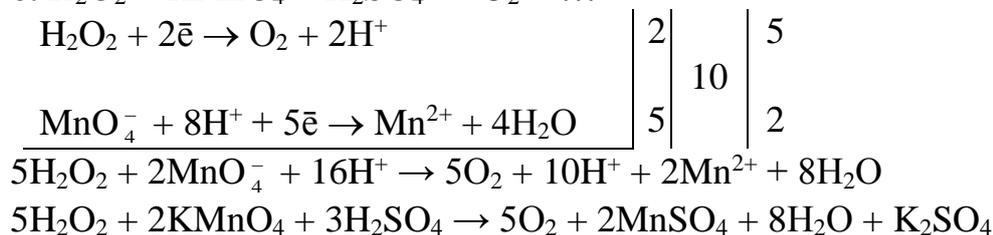
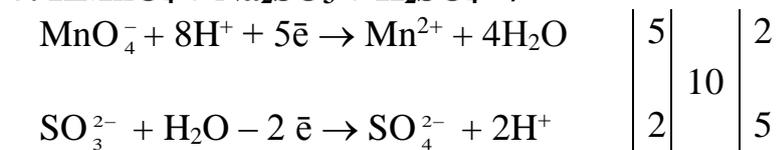
**Задание № 12. Титриметрический анализ: расчеты**

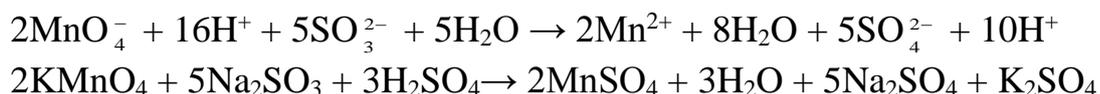
1. 0,156 моль/л. 6. 0,02 л. 11. 0,73 г. 16. 0,0016 г/мл.  
 2. 0,24 н. 7. 0,3398 г. 12. 0,00232 моль/л. 17. 0,08299 моль/л.  
 3. 200 мл. 8. 20,4 см<sup>3</sup>. 13. 0,01875 моль/л. 18. 0,5882 г.  
 4. 80,85 %. 9. 0,06076 г. 14.  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . 19. 0,008668 г/мл.  
 5. 0,1176 г. 10. 3 г. 15. 62,73 %. 20. 27,2 %.

**Задание № 13. Титриметрический анализ: теория**

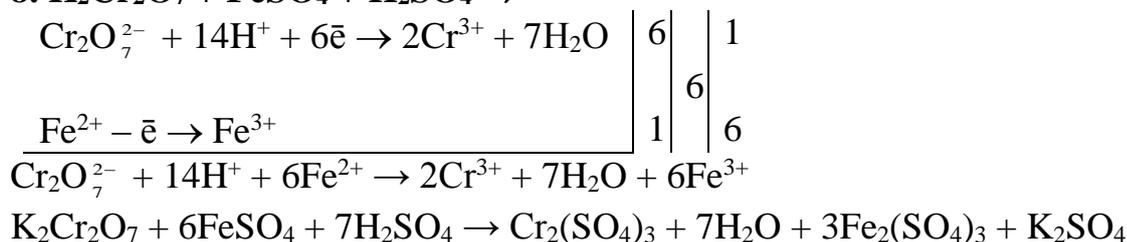
1. нет. 2.  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$ . 3. KOH, NaOH (и др. щелочи). 4.  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . 5.  $2\text{NaOH}$  (или др. щелочь) +  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 = \text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ . 6. закон эквивалентов:  $C_{N1}V_1 = C_{N2}V_2$ . 7. для определения его точной концентрации. 8.  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  или  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . 9. раствор йода и раствор тиосульфата натрия. 10. крахмал. 11. прямым. 12. состава. 13. в щелочной. 14. обратного. 15. титрант перестает обесцвечиваться. 16. 0,045 мл. 17.  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . 18. сильнее, слабее. 19. 1/5. 20. 1.

**Задание № 14. Окислительно-восстановительные процессы**

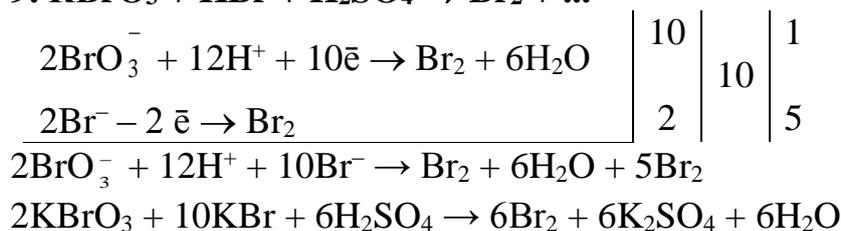
**2.  $\text{KMnO}_4 + \text{HBr} \rightarrow$** **3.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KI} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$** **4.  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} \downarrow + \dots$** **5.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$** **6.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{O}_2 + \dots$** **7.  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$** 



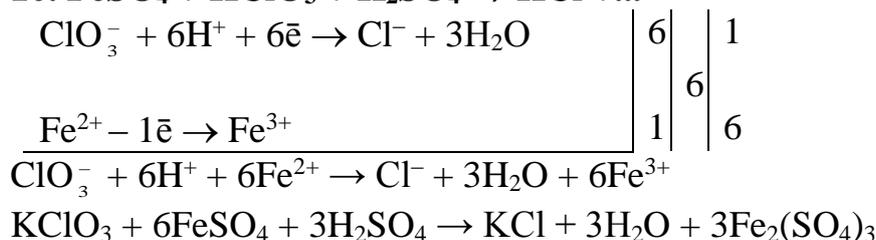
**8.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$**



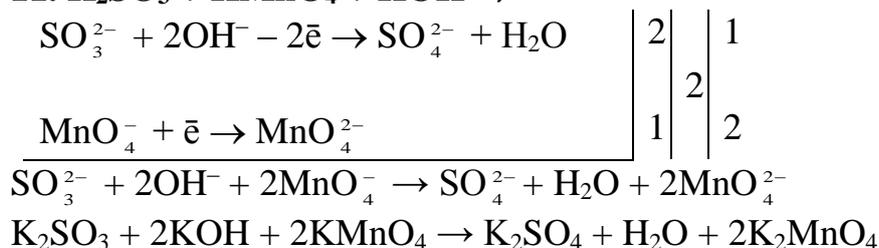
**9.  $\text{KBrO}_3 + \text{KBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \dots$**



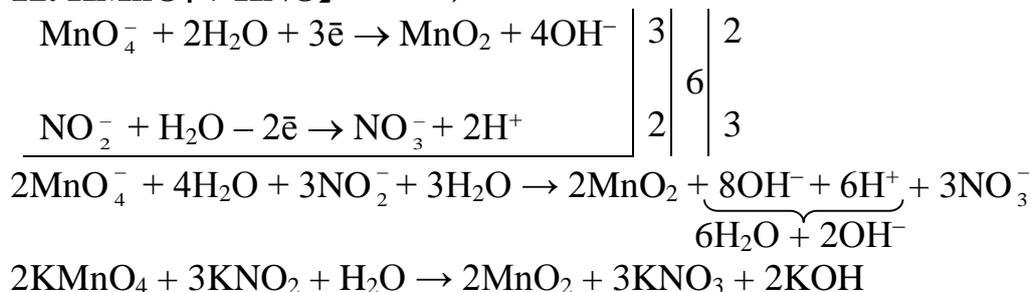
**10.  $\text{FeSO}_4 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} + \dots$**

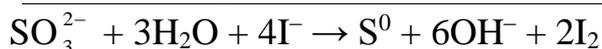
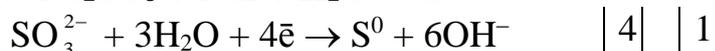
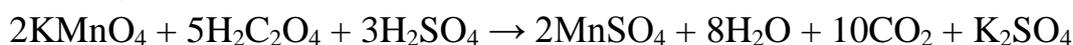
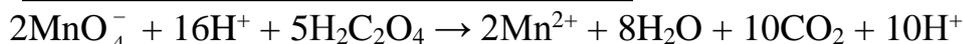
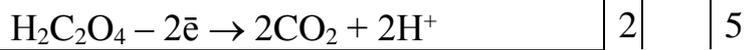
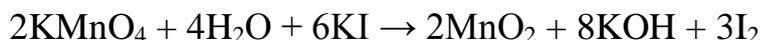
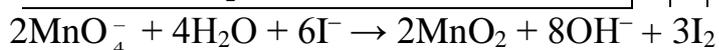
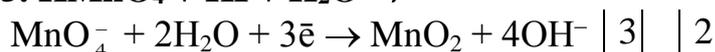
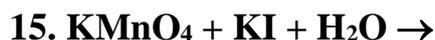
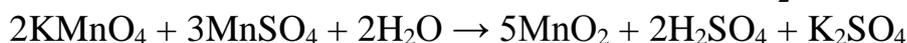
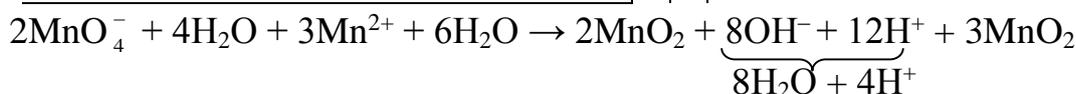
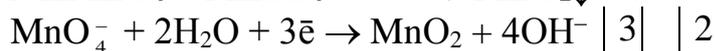
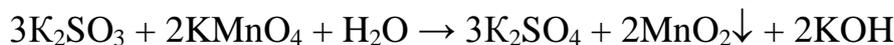
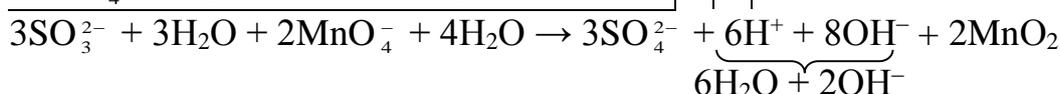
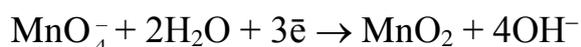
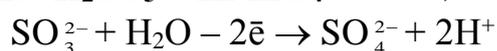


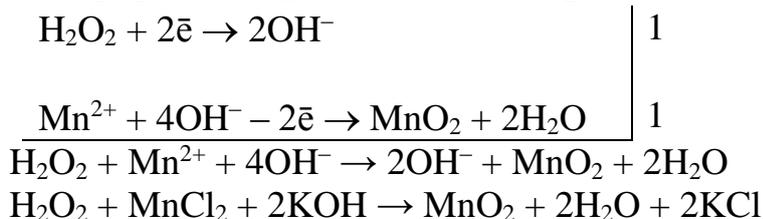
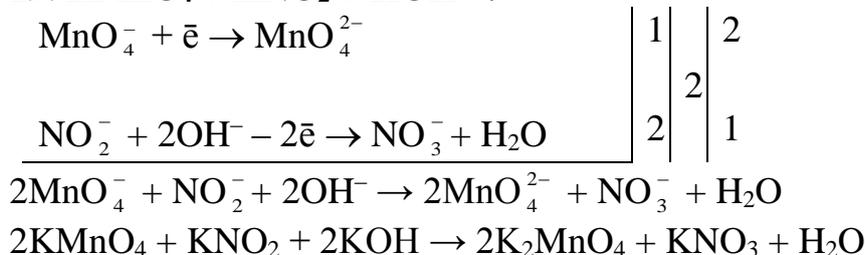
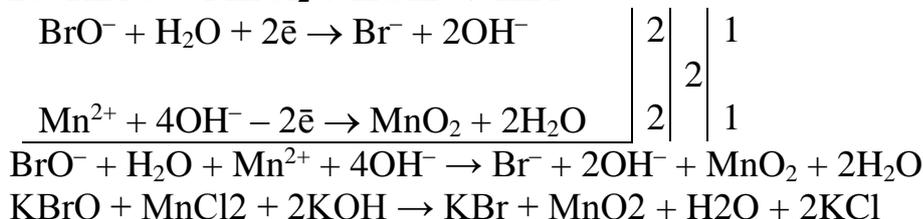
**11.  $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{KOH} \rightarrow$**



**12.  $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 \xrightarrow{\text{pH}=7}$**





**18.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{MnCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{MnO}_2 + \dots$** **19.  $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$** **20.  $\text{KBrO} + \text{MnCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KBr} + \dots$** **Задание № 15. Электрохимия**

1. увеличивается. 2. увеличивается. 3. больше. 4. уменьшается. 5. уменьшается. 6. уменьшается; увеличивается. 7.  $\Delta_m^0 = U_{\text{кат}} + U_{\text{ан}}$ . 8.  $\varphi_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}} = \varphi_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}}^0 + RT/nF \ln a_{\text{Me}^{n+}}$ . 9. (Pt)  $\text{H}_2 \mid \text{H}^+$ . 10. Ag  $\mid$  AgCl, KCl. 11. сравнения. 12. стеклянный. 13. анод:  $\text{Zn} - 2\bar{e} \rightarrow \text{Zn}^{2+}$ ; катод:  $\text{Cu}^{2+} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cu}$ . 14. меньше. 15. 2,27. 16. нулю;  $\varphi_{2\text{H}^+/\text{H}_2}^0 = 0,0\text{В}$ . 17.  $\varphi_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}} = \varphi_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}^0 + RT/nF \ln((a_{\text{MnO}_4^-} \cdot a_{\text{H}^+}^8)/a_{\text{Mn}^{2+}})$ , где  $n = 5$ . 18.  $E = RT/nF \ln a_2/a_1$ , где  $a_2 > a_1$ ,  $n = 1$ . 19. аноде; катоде. 20.  $\Delta G = -nFE$ .

**Задание № 16. Гетерогенные равновесия**

1. выше. 2. сульфат. 3. кальция. 4. равна. 5.  $K_s^0 = a(\text{Mg}^{2+}) \cdot a(\text{C}_2\text{O}_4^{2-})$ . 6.  $K_s^0 = a(\text{Ca}^{2+}) \cdot a^2(\text{F}^-)$ . 7.  $K_s^0 = a^3(\text{Ca}^{2+}) \cdot a^2(\text{PO}_4^{3-})$ . 8. не изменяется. 9. увеличивается. 10. увеличивается. 11. однотипных конкурирующих равновесий. 12.  $K_s^0(\text{A}_m\text{B}_n) < a^m(\text{A}^{n+}) \cdot a^n(\text{B}^{m-})$ . 13. раствора аммиака. 14.  $S = m+n \sqrt[m^m \times n^n]{K_s}$ . 15.  $4,796 \cdot 10^{-5}$  моль/л. 16.  $6 \cdot 10^{-38}$ . 17.  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ . 18. ломкости. 19.  $\text{Be}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ . 20. оксалаты, фосфаты и ураты кальция.

### Задание № 17. Поверхностные явления

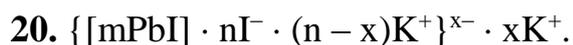
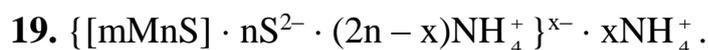
1. снижают. 2. повышают. 3. выше. 4. ниже. 5.  $\Gamma = \Gamma_{\infty} \cdot C / (K + C)$ . 6. мономолекулярного слоя. 7. активным. 8. поверхностная активность веществ одного и того же гомологического ряда возрастает приблизительно в три раза при увеличении углеводородной цепи на одну группу  $-\text{CH}_2-$ . 9. больше примерно в 27 раз. 10. быть дифильными (иметь как гидрофильную, так и гидрофобную часть в молекуле). 11. ПАВ. 12. мономолекулярного слоя. 13. глюкоза. 14. глицин. 15. гидрофобные. 16. гидрофильных. 17. обратимым. 18. гидрофобной. 19. низким. 20. адсорбция происходит по всей поверхности.

### Задание № 18. Хроматография

1. разделение смеси веществ. 2. детектором. 3. масс-спектрометром. 4. дольше. 5. короче. 6. дольше. 7. заряде. 8. низкой. 9. катионита и анионита. 10. площади под пиком. 11. внутренний стандарт. 12. около 2,5. 13. массы к заряду. 14. неограниченно растворимы. 15. вверх. 16. гель-фильтрация (эксклюзионная хроматография). 17. низкое; высокое. 18. большим. 19. вещества, образующие специфические взаимодействия с лигандом. 20. давлении; мелкозернистых.

### Задание № 19. Строение коллоидных частиц

1.  $\{[\text{mAgCNS}] \cdot \text{nCNS}^- \cdot (\text{n} - \text{x})\text{K}^+\}^{\text{x}-} \cdot \text{xK}^+$ .
2.  $\{[\text{mPbCl}_2] \cdot \text{nPb}^{2+} \cdot (\text{2n} - \text{x})\text{NO}_3^-\}^{\text{x}+} \cdot \text{xNO}_3^-$ .
3.  $\{[\text{mAg}_3\text{PO}_4] \cdot \text{n}(\text{PO}_4)^{3-} \cdot (\text{3n} - \text{x})\text{Na}^+\}^{\text{x}-} \cdot \text{xNa}^+$ .
4.  $\{[\text{mAg}_2\text{CrO}_4] \cdot \text{nCrO}_4^{2-} \cdot (\text{2n} - \text{x})\text{K}^+\}^{\text{x}-} \cdot \text{xK}^+$ .
5.  $\{[\text{mAgBr}] \cdot \text{nAg}^+ \cdot (\text{n} - \text{x})\text{NO}_3^-\}^{\text{x}+} \cdot \text{xNO}_3^-$ .
6.  $\{[\text{mMn}_3(\text{PO}_4)_2] \cdot \text{nPO}_4^{3-} \cdot (\text{3n} - \text{x})\text{Na}^+\}^{\text{x}-} \cdot \text{xNa}^+$ .
7.  $\{[\text{mCoS}] \cdot \text{nCo}^{2+} \cdot (\text{n} - \text{x})\text{SO}_4^{2-}\}^{2\text{x}+} \cdot \text{xSO}_4^{2-}$ .
8.  $\{[\text{mCoS}] \cdot \text{nS}^{2-} \cdot (\text{2n} - \text{x})\text{NH}_4^+\}^{\text{x}-} \cdot \text{xNH}_4^+$ .
9.  $\{[\text{mBaSO}_4] \cdot \text{nBa}^{2+} \cdot (\text{2n} - \text{x})\text{NO}_3^-\}^{\text{x}+} \cdot \text{xNO}_3^-$ .
10.  $\{[\text{mAgBr}] \cdot \text{nBr}^- \cdot (\text{n} - \text{x})\text{K}^+\}^{\text{x}-} \cdot \text{xK}^+$ .
11.  $\{[\text{mBaCrO}_4] \cdot \text{nBa}^{2+} \cdot (\text{2n} - \text{x})\text{Cl}^-\}^{\text{x}+} \cdot \text{xCl}^-$ .
12.  $\{[\text{mAgI}] \cdot \text{nI}^- \cdot (\text{n} - \text{x})\text{K}^+\}^{\text{x}-} \cdot \text{xK}^+$ .
13.  $\{[\text{mCuS}] \cdot \text{nS}^{2-} \cdot (\text{2n} - \text{x})\text{NH}_4^+\}^{\text{x}-} \cdot \text{xNH}_4^+$ .
14.  $\{[\text{mPbSO}_4] \cdot \text{nSO}_4^{2-} \cdot (\text{2n} - \text{x})\text{Na}^+\}^{\text{x}-} \cdot \text{xNa}^+$ .
15.  $\{[\text{mPbSO}_4] \cdot \text{nPb}^{2+} \cdot (\text{2n} - \text{x})\text{NO}_3^-\}^{\text{x}+} \cdot \text{xNO}_3^-$ .
16.  $\{[\text{mAgCl}] \cdot \text{nCl}^- \cdot (\text{n} - \text{x})\text{Na}^+\}^{\text{x}-} \cdot \text{xNa}^+$ .
17.  $\{[\text{mBaCO}_3] \cdot \text{nBa}^{2+} \cdot (\text{2n} - \text{x})\text{Cl}^-\}^{\text{x}+} \cdot \text{xCl}^-$ .
18.  $\{[\text{mBaCO}_3] \cdot \text{nCO}_3^{2-} \cdot (\text{2n} - \text{x})\text{NH}_4^+\}^{\text{x}-} \cdot \text{xNH}_4^+$ .



### Задание № 20. Коллоидные растворы

1. нельзя. 2. неустойчивая. 3. устойчивая. 4. фазы и среды. 5. 1–100. 6. рассеяния. 7. больше. 8. агрегативной. 9. гранулу. 10. труднорастворимого вещества. 11. высокоую. 12. мицеллу. 13. потенциалопределяющими ионами и противоионами. 14. гранулой и диффузным слоем. 15. потенциалопределяющими. 16. гранулы. 17.  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ . 18. противоионы. 19. агрегата и потенциалопределяющих ионов. 20. коагуляция.

### Задание № 21. Растворы биополимеров

1. положительный. 2. отрицательный. 3. равен нулю. 4. нулю. 5. максимальной; минимальной. 6. pI. 7. pI. 8. молярной массе и заряду. 9. молярной массе. 10. отрицательно. 11. положительно. 12. аноду. 13. в 1-м растворе. 14. «нативного» – без SDS. 15. NaSCN,  $CH_3COONa$ ,  $Na_2SO_4$ . 16. KCl, NaCl, LiCl. 17. студень. 18. усиливает. 19. обратимым. 20.  $(NH_4)_2SO_4$ .

### Задание № 22. Молекулярный докинг

1.  $1/K_p$ . 2. дегидратации. 3. нет. 4. pdb. 5.  $|T \cdot \Delta S| > |\Delta H|$ , а  $\Delta S < 0$ . 6.  $\Delta G^0 = -R \cdot T \cdot \ln K_{x.p.}$ . 7. макромолекулярным. 8. аффинность. 9. ниже, сильнее, стабильнее. 10. жёсткий. 11. гибкого. 12. оценочные (скоровые). 13. *in silico*. 14. ионным. 15. гидрофобным. 16. из главной. 17. 37 °C. 18. внеклеточными. 19. фармакофор. 20. ангстрем.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ткачѳв, С. В.* Общая химия : учеб. пособие / С. В. Ткачѳв, В. В. Хрусталѳв. Минск : Вышэйшая школа, 2020. 495 с.
2. *Болтromeюк, В. В.* Общая химия / В. В. Болтromeюк. Гродно : ГрГМУ, 2020. 576 с.
3. *Коллоквиум по медицинской химии : сборник заданий / В. В. Хрусталѳв [и др.].* Минск : БГМУ, 2023. 39 с.
4. *Лабораторные работы по медицинской химии : практикум / В. В. Хрусталѳв [и др.].* Минск : БГМУ, 2023. 47 с.
5. *Химия элементов для провизоров / Е. В. Барковский [и др.].* Минск : БГМУ, 2018. 212 с.
6. *Химическая термодинамика и кинетика для провизоров / Е. В. Барковский [и др.].* Минск : БГМУ, 2018. 274 с.
7. *Медицинская химия : учеб. / В. А. Калибабчук [и др.] ; под ред. В. А. Калибабчук.* 3-е изд., испр. Медицина, 2017. 400 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Занятие 1 .....	3
Задание № 1. Приготовление растворов .....	3
Занятие 2 .....	4
Задание № 2. Комплексные соединения .....	4
Занятие 3 .....	5
Задание № 3. Химическая термодинамика .....	5
Задание № 4. Законы термодинамики .....	7
Занятие 4 .....	8
Задание № 5. Химическая кинетика .....	8
Занятие 5 .....	10
Задание № 6. Коллигативные свойства растворов: расчеты .....	10
Задание № 7. Коллигативные свойства растворов: теория .....	12
Занятие 6 .....	13
Задание № 8. Кислотность водных растворов .....	13
Задание № 9. Кислотность биологических жидкостей .....	14
Занятие 7 .....	15
Задание № 10. Буферные системы: расчеты .....	15
Задание № 11. Буферные системы: теория .....	17
Занятие 8 .....	18
Задание № 12. Титриметрический анализ: расчеты .....	18
Задание № 13. Титриметрический анализ: теория .....	19
Занятие 9 .....	20
Задание № 14. Окислительно-восстановительные процессы .....	20
Занятие 10 .....	21
Задание № 15. Электрохимия .....	21
Занятие 11 .....	22
Задание № 16. Гетерогенные равновесия .....	22

Занятие 12 .....	23
Задание № 17. Поверхностные явления.....	23
Занятие 13 .....	24
Задание № 18. Хроматография .....	24
Занятие 14 .....	25
Задание № 19. Строение коллоидных частиц .....	25
Занятие 15 .....	27
Задание № 20. Коллоидные растворы.....	27
Занятие 16 .....	28
Задание № 21. Растворы биополимеров .....	28
Занятие 17 .....	29
Задание № 22. Молекулярный докинг .....	29
Ответы на задания.....	31
Список использованной литературы.....	40

Учебное издание

**Хрусталёв Владислав Викторович**  
**Хрусталёва Ольга Викторовна**  
**Побойнев Виктор Витольдович и др.**

## **КОЛЛОКВИУМ ПО МЕДИЦИНСКОЙ ХИМИИ**

Сборник задач для студентов,  
обучающихся по специальности «Педиатрия»

Ответственный за выпуск В. В. Хрусталёв  
Компьютерный набор А. А. Акунович  
Компьютерная вёрстка А. В. Янушкевич

Подписано в печать 01.04.24. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».  
Ризография. Гарнитура «Times».  
Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 1,85. Тираж 200 экз. Заказ 155.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/187 от 24.11.2023.  
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

