

ВВЕДЕНИЕ

Индивидуальные домашние задания являются одной из форм самостоятельной работы студентов. В этих методических указаниях приведены типовые задания дисциплины «Медицинская химия». Указанной дисциплиной начинается изучение цикла химических и связанных с ними дисциплин студентами первого курса Медицинского института.

Для успешного решения заданий целесообразно сначала проработать необходимый теоретический материал по учебнику, пособию, конспекту лекций, другим источникам, посмотреть пример решения типового задания, который приведён в данных методических указаниях, и затем лишь приступить к его выполнению. Если во время решения задач или выполнения задания возникают вопросы, необходимо получить консультацию у преподавателя.

При оформлении отчёта индивидуального задания нужно следовать таким правилам: выполнение каждого задания начинать с новой страницы, обязательно записывать полное условие задания (для расчётных задач и краткое условие), приводить подробный ход его решения и ответ. Также на титульной странице отчёта обязательно должны быть приведены название дисциплины, номер варианта индивидуального задания, номер группы, фамилия и имя студента. Отчёт индивидуального задания необходимо сдавать вовремя.

Решение отдельных задач требует использования справочных данных, которые для удобства приведены в условии соответствующего задания.

Самостоятельное и в срок выполненное индивидуальное задание способствует формированию глубоких знаний и навыков, позволяет студенту ориентироваться относительно своей подготовки и выделять вопросы, требующие дополнительной проработки.

БИОГЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

По указанному для вашего варианта номеру задания:

- 1) назовите химический элемент;
- 2) составьте его электронную формулу;
- 3) укажите, к какому электронному семейству (s, p, d) относится элемент;
- 4) опишите роль данного элемента в организме человека*;
- 5) приведите примеры лекарственных средств, содержащих данный элемент (формула действующего вещества), опишите их применение*;
- 6) опишите последствия избытка или недостатка данного элемента в организме человека*.

Ответы на вопросы, отмеченные звёздочкой (*), возможны не для каждого элемента.

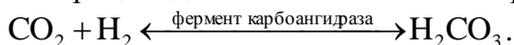
Пример. Символ химического элемента Zn.

1. Название химического элемента – цинк.
2. Электронная формула - $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10}$.
3. Zn является d-элементом.
4. В организм растений цинк поступает из почвы и воды, животных – с пищей. Суточная потребность человека в цинке (5–20 мг) покрывается за счёт хлебопродуктов, мяса, молока, овощей; у грудных детей потребность в цинке (4–6 мг) удовлетворяется за счёт грудного молока.

Биологическая роль цинка связана с его участием в ферментативных реакциях, протекающих в клетках. Он входит в состав важнейших ферментов: карбоангидразы, различных дегидрогеназ, фосфатаз, связанных с дыханием и др. физиологическими процессами, протеиназ и пептидаз, участвующих в белковом обмене, ферментов нуклеинового

обмена (РНК- и ДНК-полимераз) и др. Цинк играет существенную роль в синтезе молекул информационной РНК на соответствующих участках ДНК (транскрипция), в стабилизации рибосом и биополимеров (РНК, ДНК, некоторые белки).

Присутствие цинка в эритроцитах объясняется тем, что он содержится в карбоангидразе, которая катализирует процессы гидратации CO_2 и дегидратации угольной кислоты, оказывая влияние на процесс дыхания и газообмен в организме:



Из слюны околоушной железы человека выделен цинкосодержащий белок; предполагается, что он стимулирует регенерацию клеток вкусовых луковичек языка и поддерживает их вкусовую функцию. Цинк играет защитную роль в организме при загрязнении среды кадмием.

5. Препараты цинка в виде растворов (цинк сульфат – ZnSO_4) и в составе присыпок, паст, мазей, свечей (цинк оксид – ZnO) применяют в медицине в качестве вяжущих и дезинфицирующих средств.

6. На недостаток цинка в организме могут указывать кожные проявления, угревая сыпь нередко является следствием именно дефицита этого микроэлемента. Страдают и ногти: они становятся тонкими, ломкими, на ногтевых пластинах могут появляться белые пятна. Волосы также становятся ломкими и легко выпадают. Ухудшается работа иммунной системы, повышается восприимчивость к инфекциям, медленно заживают раны. Расстройства нервной системы при небольшом дефиците цинка проявляются в виде повышенной утомляемости и раздражительности. При его выраженном недостатке снижается способность к концентрации внимания, ухудшается память.

Производственные вредности могут быть связаны с неблагоприятным воздействием на организм как металлического цинка, так и его соединений. При плавке цинкосодержащих сплавов возможны случаи литейной лихорадки.

Номер задания	Символ элемента	Номер задания	Символ элемента
1	O	11	P
2	I	12	Co
3	Fe	13	S
4	C	14	Na
5	Ag	15	Sr
6	Ca	16	Ba
7	Br	17	F
8	N	18	Mg
9	H	19	Cl
10	Cu	20	Zn

КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

По указанному для вашего варианта номеру задания:

- 1) укажите комплексообразователь, его степень окисления и координационное число, лиганды;
- 2) укажите комплексный ион и его заряд;
- 3) назовите комплексное соединение;
- 4) укажите класс комплексного соединения: а) по заряду комплексного иона; б) по виду лигандов;
- 5) составьте уравнение первичной диссоциации комплексного соединения;
- 6) составьте уравнение вторичной диссоциации комплексного соединения;
- 7) составьте выражение константы нестойкости комплексного иона.

Пример. Формула комплексного соединения $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}]\text{Cl}$.

1. Комплексообразователь Pt, его степень окисления +2; координационное число – 4, лиганды – NH_3 , Cl^- .
2. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}]^+$.
3. Триаминохлороплатина (II) хлорид.
4. а) по заряду комплексного иона – анионный комплекс, б) по виду – смешанный комплекс.
5. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}]\text{Cl} \leftrightarrow [\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}]^+ + \text{Cl}^-$.
6. $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}]^+ \leftrightarrow \text{Pt}^{2+} + 3\text{NH}_3 + \text{Cl}^-$.
7. $K_{\text{нест.}([\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}]^+)} \leftrightarrow \frac{[\text{Pt}^{2+}] \cdot [\text{NH}_3]^3 \cdot [\text{Cl}^-]}{[[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}]^+]}$.

Номер задания	Формула комплексного соединения	Номер задания	Формула комплексного соединения
21	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	31	$[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4$
22	$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$	32	$\text{K}_2[\text{Cd}(\text{CN})_4]$
23	$\text{K}[\text{BF}_4]$	33	$\text{Na}_3[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NH}_3]$
24	$\text{Na}[\text{AlCl}_4]$	34	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$
25	$[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{SO}_4$	35	$\text{K}_2[\text{HgI}_4]$
26	$\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$	36	$[\text{PtNO}_2(\text{NH}_3)_3]\text{NO}_3$
27	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$	37	$[\text{PdCl}(\text{NH}_3)_2\text{H}_2\text{O}]\text{Cl}$
28	$\text{K}_2[\text{CuCl}_4]$	38	$\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
29	$\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$	39	$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$
30	$\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$	40	$\text{K}_2[\text{SiF}_6]$

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ РАСТВОРОВ

По указанному для вашего варианта номеру задания:

- 1) найдите неизвестные величины (ячейки таблицы со знаком «?»);
- 2) опишите применение указанного раствора в медицинской практике.

Пример

Ф-ла р. в-ва	$m_{\text{р.в-ва}}$	$V_{\text{р-ра}}$	ρ	w	C_M	C_N
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	79	?	1,27	?	2,4	?

Решение

$$1. M(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 23 + 2 \cdot 32 + 3 \cdot 16 = 158 \text{ Г/МОЛЬ.}$$

$$2. m_{\text{экв.}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{M}{2} = 79 \text{ Г/МОЛЬ - ЭКВ.}$$

$$3. n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{m}{M} = \frac{79 \text{ Г}}{158 \text{ Г/МОЛЬ}} = 0,5 \text{ МОЛЬ.}$$

$$4. V_{\text{р-ра}} = \frac{n}{C_M} = \frac{0,5 \text{ МОЛЬ}}{2,4 \text{ МОЛЬ/Л}} = 0,208 \text{ Л} = 208 \text{ МЛ.}$$

$$5. m_{\text{р-ра}} = V_{\text{р-ра}} \cdot \rho = 208 \text{ МЛ} \cdot 1,27 \text{ Г/МЛ} = 264,2 \text{ Г.}$$

$$6. w(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{m_{\text{р.в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{79 \text{ Г}}{264,2 \text{ Г}} = 0,299; 29,9\%.$$

$$7. n_{\text{экв.}} = \frac{M}{2} = \frac{158 \text{ Г/МОЛЬ}}{2} = 79 \text{ Г/МОЛЬ - ЭКВ.}$$

$$8. C_N = \frac{n_{\text{экв.}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{V_{\text{р-ра}}} = \frac{1 \text{ МОЛЬ - ЭКВ.}}{0,208 \text{ Л}} = 4,8 \text{ МОЛЬ - ЭКВ/Л.}$$

Ответ: $V_{p-ра} = 0,208$ л, $w = 29,9\%$, $C_N = 4,8$ моль – экв/л.

2. Натрия гипосульфит (Natrium hyposulfurosum, Natrium thiosulfuricum). Бесцветные прозрачные кристаллы без запаха, солоновато-горькие на вкус. Очень легко растворим в воде (1:1), практически нерастворим в спирте. При температуре около $+50$ °С плавится в кристаллизационной воде. Водный раствор (30 %, pH 7,8 – 8,4) стерилизуют при температуре $+100$ °С в течение 30 мин (на 1 л раствора добавляют 20 г натрия гидрокарбоната). Натрия тиосульфат оказывает противотоксическое, противовоспалительное и десенсибилизирующее действие. В качестве противотоксического средства применяют при отравлении соединениями мышьяка, ртути, свинца (образуются неядовитые сульфиты), синильной кислотой и ее солями (образуются менее ядовитые роданистые соединения), солями йода, брома. Вводят внутривенно по 5 – 10 мл 30 % раствора, при поражениях цианистыми соединениями – по 50 мл 30 % раствора. Внутрь назначают по 2 – 3 г на 1 приём в виде 10 % раствора в воде или в изотоническом растворе натрия хлорида. Назначают также внутривенно и внутрь при аллергических заболеваниях, артритах, невралгиях. Наружно применяют для лечения больных чесоткой по методу Демьяновича, основанному на способности натрия тиосульфата распадаться в кислой среде, выделяя серу и сернистый ангидрид, оказывающие противопаразитарное действие.

Номер задания	Ф-ла р. в-ва	$m_{p.в-ва}$	$V_{p-ра}$	ρ	w	C_M	C_N
1	2	3	4	5	6	7	8
41	$MgSO_4$	60	?	1,22	20	?	?
42	$NaNO_2$?	20	1,011	2	?	?
1	2	3	4	5	6	7	8
43	NaCl	?	50	1,07	10	?	?

Номер задания	Ф-ла р. в-ва	$m_{\text{р.в-ва}}$	$V_{\text{р-ра}}$	ρ	w	C_M	C_N
44	HCl	71	?	1,04	8	?	?
45	Na ₂ S ₂ O ₃	316	829,4	?	30	?	?
46	H ₂ O ₂	?	100	1,013	?	0,06	?
47	CaCl ₂	21,6	?	1,08	5	?	?
48	MgSO ₄	?	200	1,22	?	2,03	?
49	KMnO ₄	79	?	1,013	?	0,128	?
50	NaHCO ₃	?	400	1,013	2	?	?
51	KI	?	160	1,028	4	?	?
52	NH ₄ Cl	101,4	2000		5	?	?
53	NaBr	15,33	500		3	?	?
54	NaCl	234	?	1,07	?	1,83	?
55	Na ₂ S ₂ O ₃	79	?	1,27	?	2,4	?
56	CaCl ₂	?	300	1,084	10	?	?
57	KI	49,8	?	1,028	4	?	?
58	NaI		432	1,08	?	0,721	?
59	NaHCO ₃	?	150	1,035	?	0,62	?
60	HCl	14,6	?	1,04	?	2,4	?

Условные обозначения:

Ф-ла р. в-ва – формула растворённого вещества;

$m_{\text{р.в-ва}}$ – масса растворённого вещества, г;

$V_{\text{р-ра}}$ – объём раствора, мл;

ρ – плотность раствора. г/мл;

w – массовая доля растворённого вещества, %;

C_M – молярная концентрация, моль/л;

C_N – молярная концентрация эквивалента, моль-экв/л.

КОЛЛИГАТИВНЫЕ СВОЙСТВА РАСТВОРОВ

По указанному для вашего варианта номеру задания проведите необходимые вычисления.

Пример. В 1,2 л раствора содержится 20,5 мг сахарозы ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Вычислите осмотическое давление раствора при $22^{\circ}C$.

Решение

1. $m(C_{12}H_{22}O_{11}) = 342 \text{ г/моль}$.

2.
$$C_M = \frac{n(C_{12}H_{22}O_{11})}{V(p - \text{ну})} = \frac{m(C_{12}H_{22}O_{11})}{M(C_{12}H_{22}O_{11}) \cdot V(p - \text{ну})} =$$
$$= \frac{20,5 \cdot 10^{-2} \text{ г}}{342 \text{ г/моль} \cdot 1,2 \text{ л}} = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л} = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ моль/м}^3.$$

3. $P_{\text{осм}} = CRT = 5 \cdot 10^{-2} \text{ моль/м}^3 \cdot 8,314 \text{ Дж/моль} \cdot K \cdot 295 \text{ K} = 122,6 \text{ Па}$.

Ответ: 122,6 Па.

Пример. В 250 мл раствора содержится 17 мг растворённого вещества. Осмотическое давление раствора при $27^{\circ}C$ составляет 1,84 кПа. Вычислите молярную массу вещества.

Решение

$$M = \frac{mRT}{pV} = \frac{1,7 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot 8,314 \text{ Дж/моль} \cdot K \cdot 300 \text{ K}}{1840 \text{ Па} \cdot 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3} = 9,2 \cdot 10^{-2} \text{ кг/моль}.$$

Ответ: 920 г/моль.

Пример. Вычислите молярную массу вещества, если известно, что водный раствор, в котором содержится 5,12 г в 100 г воды, замерзает при температуре $-0,280^{\circ}C$; криоскопическая постоянная воды $K_k(H_2O) = 1,86 \text{ K} \cdot \text{кг/моль}$.

Решение

$$1. \Delta T_{\text{зам}} = K_k \cdot C_m; \quad \Delta T_{\text{зам}} = K_k \frac{m(\text{вещества}) \cdot 1000}{M(\text{вещества}) \cdot m(\text{H}_2\text{O})}$$

откуда молярная масса вещества составляет:

$$M(\text{вещества}) = K_k \frac{m(\text{вещества}) \cdot 1000}{\Delta T \cdot m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1,86 \text{ К} \cdot \text{кг/моль} \cdot 5,12 \text{ г} \cdot 1000}{0,280 \text{ К} \cdot 100 \text{ г}} =$$
$$= 340 \text{ г/моль}.$$

Ответ: 340г/моль.

61. Вычислите осмотическое давление 25 % раствора сахарозы ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), плотность которого 1,105 г/мл при температуре 15 °С.

62. Давление насыщенных паров воды при 25 °С составляет 3167 Па. Вычислите для этой же температуры давление насыщенных паров воды над раствором, который содержит 90 г глюкозы ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), его масса составляет 450 г.

63. Вычислите температуру кипения 4,6 % раствора глицерина ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) в воде. $K_e(\text{H}_2\text{O}) = 0,52 \frac{\text{К} \cdot \text{кг}}{\text{моль}}$.

64. Вычислите температуру замерзания 10 % раствора глицерина в воде. $K_k(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \frac{\text{К} \cdot \text{кг}}{\text{моль}}$.

65. Вычислите температуру кипения 2 % раствора сахарозы ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) в воде. $K_e(\text{H}_2\text{O}) = 0,52 \frac{\text{К} \cdot \text{кг}}{\text{моль}}$.

66. Вычислите температуру замерзания 5 % раствора сахарозы ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) в воде. $K_k(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \frac{\text{К} \cdot \text{кг}}{\text{моль}}$.

67. Вычислите молярную массу неэлектролита, если известно, что снижение температуры замерзания раствора, который

содержит 5 г этого вещества в 500 г воды, составляет 0,102 К.

$$K_k(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \frac{\text{К} \cdot \text{кг.}}{\text{МОЛЬ}}.$$

68. Вычислите осмотическое давление 4,5 % водного раствора глюкозы ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), плотность которого равна 1,08 г/мл при температуре 310 К. Каким будет этот раствор (гипо-, гипер-, изотоническим) по сравнению с кровью, осмотическое давление которой составляет 740–780 кПа?

69. Вычислите температуры кипения та замерзания водного раствора фруктозы ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) с массовой долей 5 %.

$$K_e(\text{H}_2\text{O}) = 0,52 \frac{\text{К} \cdot \text{кг.}}{\text{МОЛЬ}} \quad K_k(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \frac{\text{К} \cdot \text{кг.}}{\text{МОЛЬ}}.$$

70. Вычислите молярную массу неэлектролита, если известно, что его массовая доля в водном растворе составляет 1,96 %, замерзает раствор при температуре $-0,248$ °С.

$$K_k(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \frac{\text{К} \cdot \text{кг.}}{\text{МОЛЬ}}.$$

71. Вычислите давление насыщенных паров над раствором, содержащим 6,4 г нафталина (C_{10}H_8) в 90 г бензола (C_6H_6) при 20 °С. Известно, что давление насыщенных паров над бензолом при указанной температуре составляет 9953,82 Па.

72. Вычислите молярную массу неэлектролита. Известно, что раствор, содержащий 11,04 г неэлектролита в 800 г воды, замерзает при температуре $-0,279$ °С. $K_k(\text{H}_2\text{O}) = 1,86 \frac{\text{К} \cdot \text{кг.}}{\text{МОЛЬ}}.$

73. Вычислите осмотическое давление раствора, содержащего 16 г сахарозы ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) в 350 г воды, при температуре 293 К. Плотность раствора 1 г/мл.

74. Вычислите температуру кипения водного раствора с массовой долей новокаина ($M = 272,8$ г/моль) 2 %, который используют в качестве местного анестезирующего средства.

75. Температура замерзания чистого бензола составляет 278,5 К, а раствор, содержащий 0,2242 г камфоры в 30,65 г бензола,

замерзает при температуре 278,252 К. Вычислите молярную массу камфоры $K_k(C_6H_6) = 5,1 \frac{K \cdot \text{кг.}}{\text{моль}}$.

76. Относительное снижение давления насыщенных паров водного раствора, содержащего 0,1 моль сахарозы ($C_{12}H_{22}O_{11}$), составляет 0,00189 Па. Вычислите осмотическое давление раствора при температуре 293 К. Плотность 1 г/мл.

77. Вычислите температуру замерзания 2 % водного раствора этилового спирта (C_2H_5OH) $K_k(H_2O) = 1,86 \frac{K \cdot \text{кг.}}{\text{моль}}$.

78. Вычислите массовую долю метанола (CH_3OH) в его водном растворе, замерзающем при температуре $-2,79$ °С. $K_k(H_2O) = 1,86 \frac{K \cdot \text{кг.}}{\text{моль}}$.

79. Осмотическое давление раствора пирогаллола ($C_6H_3(OH)_3$) при 15 °С составляет 59,86 кПа. Вычислите, какая масса пирогаллола содержится в 5 л такого раствора.

80. Вычислите, какую массу карбамида ($(NH_2)_2CO$) нужно растворить в 250 г воды, чтобы температура кипения раствора повысилась на 0,25 °С. $K_e(H_2O) = 0,52 \frac{K \cdot \text{кг.}}{\text{моль}}$.

РАВНОВЕСИЕ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

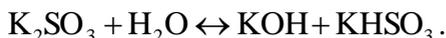
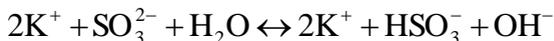
По указанному для вашего варианта номеру задания:

- 1) составьте уравнение диссоциации соли и проанализируйте её состав;
- 2) составьте молекулярные и ионные уравнения гидролиза солей по первой ступени;
- 3) составьте сокращённые ионные уравнения гидролиза по второй и третьей ступеням;
- 4) укажите реакцию среды водного раствора указанной соли.

Пример. Формула соли K_2SO_3 .

1. $K_2SO_3 \leftrightarrow 2K^+ + SO_3^{2-}$, соль образована катионом сильного электролита ($K^+ \rightarrow KOH$) и анионом слабого электролита ($SO_3^{2-} \rightarrow H_2SO_3$).

2. $SO_3^{2-} + H_2O \leftrightarrow HSO_3^- + OH^-$



3. $HSO_3^- + H_2O \leftrightarrow SO_3^{2-} + OH^-$.

4. $pH > 7$.

Номер задания	Формула соли	Номер задания	Формула соли
81	Na_2CO_3	91	$Pb(NO_3)_2$
82	$CuSO_4$	92	NH_4F
83	$Zn(NO_3)_2$	93	$ZnSO_4$
84	$FeCl_3$	94	$Mn(NO_3)_2$
85	K_2SiO_3	95	$AlBr_3$
86	Na_2S	96	NH_4NO_2
87	$Al(NO_3)_3$	97	$Cu(NO_3)_2$
88	Na_3PO_4	98	CH_3COONa
89	$Fe(NO_3)_2$	99	Na_2SO_3
90	K_2CO_3	100	KCN

По указанному для вашего варианта номеру задания проведите необходимые вычисления.

101. Вычислите pH и pOH раствора, в котором молярная концентрация KOH равна 0,00001 моль/л.

- 102.** Вычислите концентрацию гидроксид-ионов и катионов водорода в растворе, рН которого 9.
- 103.** Вычислите рН и рОН раствора, в котором молярная концентрация NaOH равна 0,000001 моль/л.
- 104.** Вычислите концентрацию катионов водорода и гидроксид-ионов в растворе, рОН которого 10.
- 105.** Вычислите рН раствора, в котором молярная концентрация CH_3COOH 0,01 моль/л, а константа диссоциации кислоты – $1,8 \cdot 10^{-5}$.
- 106.** Вычислите рН раствора, в котором молярная концентрация HCOOH 0,025 моль/л, а константа диссоциации кислоты – $1,8 \cdot 10^{-4}$.
- 107.** Вычислите рОН раствора, в котором молярная концентрация NH_4OH 0,0015 моль/л, а константа диссоциации аммоний гидроксида – $1,76 \cdot 10^{-5}$.
- 108.** Вычислите рН раствора, в котором молярная концентрация кислоты HF 0,003 моль/л, а константа диссоциации кислоты – $6,6 \cdot 10^{-4}$.
- 109.** Вычислите, как изменится рН, если к 1 л буферного раствора, который содержит 0,01 моль уксусной кислоты и 0,01 моль натрий ацетата, добавить 0,001 моль соляной кислоты ($\text{pK}_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 4,76$).
- 110.** Вычислите рН буферного раствора, который образуется при смешивании 15 мл 0,5 М раствора уксусной кислоты и 25 мл 0,5 М раствора натрий ацетата ($\text{pK}_a = 4,76$).
- 111.** Вычислите рН ацетатной буферной смеси, содержащей в 1 л по 0,2 моль каждого из компонентов. Как изменится рН буферной смеси при добавлении к 1 л смеси 0,01 моль соляной кислоты ($\text{pK}_a = 4,76$).
- 112.** Вычислите рН буферной смеси, содержащей в 1 л 0,3 моль бензойной кислоты ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$) и 0,2 моль натрий бензоата ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$). Как изменится рН буферной смеси при

добавлении к 1 л смеси 0,02 моль натрий гидроксида ($pK_{(C_6H_5COOH)} = 4,2$).

113. Вычислите pH буферного раствора, для приготовления 20 мл которого было смешано 12 мл 0,1 М раствора уксусной кислоты и 8 мл 0,1 М раствора натрий ацетату ($pK_{(CH_3COOH)} = 4,76$).

114. Вычислите pH буферного раствора, в котором концентрация муравьиной кислоты 0,2 моль/л, а натрий формиата – 0,15 моль/л ($pK_{(HCOOH)} = 3,74$).

115. Вычислите pH буферного раствора, для приготовления которого было смешано 50 мл 0,5 М раствора аммоний гидроксида и 200 мл 0,1М раствора аммоний хлорида ($pK_{(NH_4OH)} = 4,75$).

116. Вычислите pH буферной смеси, содержащей в 1 л 0,1 моль каждого из компонентов HCOOH/HCOOK. Как изменится pH буферной смеси при добавлении к 1 л смеси 0,01 моль калий гидроксида ($pK_{(HCOOH)} = 3,74$).

117. Вычислите соотношение концентраций натрий ацетата и уксусной кислоты в буферном растворе, pH которого 5,8 ($pK_{(CH_3COOH)} = 4,76$).

118. Вычислите pH буферного раствора, в котором концентрация аммоний гидроксида составляет 0,1 моль/л, аммоний хлорида – 0,2 моль/л ($pK_{(NH_4OH)} = 4,75$).

119. Вычислите, какую массу натрий ацетата необходимо добавить к 200 мл 2 моль/л раствора уксусной кислоты, чтобы получить буферный раствор с pH = 3,44 ($pK_{(CH_3COOH)} = 4,76$).

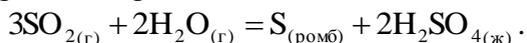
120. Вычислите pH буферного раствора, в котором концентрация уксусной кислоты составляет 0,1 моль/л, а натрий ацетата – 0,01 моль/л ($pK_{(CH_3COOH)} = 4,76$).

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

По уравнению реакции вашего номера задания:

- 1) используя значения стандартных энтальпий образования (табл.1) $\Delta H_{f,298}^0$ и энтропий $S_{f,298}^0$ веществ, вычислите ΔH_{298}^0 , ΔS_{298}^0 , ΔG_{298}^0 химической реакции;
- 2) сделайте вывод о термодинамической вероятности протекания химической реакции при стандартных условиях.

Пример. Уравнение реакции



Решение

	$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{ж})}$	$\text{S}_{(\text{ромб})}$	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$	$\text{SO}_{2(\text{г})}$
ΔH_{298}^0 , кДж/моль	-813,99	0	-241,81	-296,9
S_{298}^0 , Дж/моль · К	156,90	31,92	188,72	248,07

1.

$$1. \Delta H_{298}^0 = (2 \cdot \Delta H_{298}^0(\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{ж})}) + \Delta H_{298}^0(\text{S}_{(\text{ромб})})) - (2 \cdot \Delta H_{298}^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}) + 3 \cdot \Delta H_{298}^0(\text{SO}_{2(\text{г})})) = (2 \cdot (-813,99) + 0) - (2 \cdot (-241,81) + 3 \cdot (-296,9)) = -253,66 \text{ кДж.}$$

$$2. \Delta S_{298}^0 = (2 \cdot S_{298}^0(\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{ж})}) + S_{298}^0(\text{S}_{(\text{ромб})})) - (2 \cdot S_{298}^0(\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}) + 3 \cdot S_{298}^0(\text{SO}_{2(\text{г})})) = (2 \cdot 156,9 + 31,92) - (2 \cdot 188,72 + 3 \cdot 248,07) = -775,93 \text{ Дж/К.}$$

$$3. \Delta G_{298}^0 = \Delta H_{298}^0 - T \cdot \Delta S_{298}^0 = -253,66 - 298(-0,77593) = -22,43 \text{ кДж.}$$

Ответ: $\Delta H_{298} = -253,66 \text{ кДж}$, $\Delta S_{298} = -775,93 \text{ Дж/К}$,

$\Delta G_{298} = -22,43 \text{ кДж}$.

2. Отрицательное значение энергии Гиббса ($\Delta G_{298}^0 < 0$) свидетельствует о термодинамической возможности самопроизвольного протекания прямой реакции при стандартных условиях.

121. $\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)} = \text{CO}_{2(г)} + \text{H}_{2(г)}$.
122. $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{CO} = 3\text{FeO} + \text{CO}_2$.
123. $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$.
124. $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$.
125. $\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$.
126. $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$.
127. $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}_{(ж)}$.
128. $2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)} + \text{O}_2$.
129. $2\text{C}_2\text{H}_2 + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$;
130. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 = \text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$.
131. $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}_{(п)}$.
132. $\text{CS}_{2(ж)} + 3\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{SO}_2$.
133. $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)}$.
134. $2\text{CH}_3\text{OH}_{(ж)} + 3\text{O}_2 = 4\text{H}_2\text{O}_{(г)} + 2\text{CO}_2$.
135. $2\text{PH}_3 + 4\text{O}_2 = \text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O}_{(п)}$.
136. $2\text{C}_2\text{H}_6 + 7\text{O}_2 = 4\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}_{(г)}$.
137. $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_{3(г)}$.
138. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)}$.
139. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{H}_2 = 2\text{FeO} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$.
140. $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$.

Таблица 1 – Стандартные энтальпии образования ΔH_f^0 , стандартные энтропии S^0 некоторых веществ при 298,15К*

Вещество и состояние	$\Delta H_{f,298,15}^0$ кДж/моль	$S_{f,298,15}^0$, Дж/(моль·К)
1	2	3
CH ₃ OH (ж)	-239,45	126,6
CH ₄ (г)	-74,81	186,31
CO (г)	-110,52	197,54
CO ₂ (г)	-393,51	213,67
C ₂ H ₂ (г)	226,0	200,83
C ₂ H ₄ (г)	52,5	219,3
C ₂ H ₆ (г)	-84,7	229,5
CS ₂ (ж)	88,70	151,04
CaC ₂ (к)	-60	70,0
CaO (к)	-635,1	38,1
Cl ₂ (г)	0	222,98
HCl (г)	-92,31	186,79
Fe (к)	0	27,15
FeO (к)	-265	60,8
Fe ₂ O ₃ (к)	-822	87
Fe ₃ O ₄ (к)	-1117,13	146,19
H ₂ (г)	0	130,52
N ₂ (г)	0	191,5
NH ₃ (г)	-46,2	192,6
NH ₄ Cl (к)	-314,2	95,81
NO (г)	90,2	210,6
NO ₂ (г)	33,5	240,2
O ₂ (г)	0	205,04
H ₂ O (г)	-241,82	188,72
H ₂ O (ж)	-285,83	70,08
H ₂ O ₂ (ж)	-187,78	109,5

Продолжение табл. 1

1	2	3
P_2O_5 (к)	-1507,2	140,3
PH_3 (г)	5,4	210,2
S (к)	0	31,9
SO_2 (г)	-296,90	248,07
SO_3 (г)	-395,8	256,7
H_2S (г)	-20,9	205,69

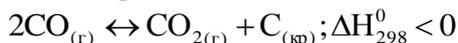
*Приведённые в таблице величины взяты из справочника (Термические константы веществ / под ред. В. П. Глушко. – М.: ВИНТИ, 1965–1981. Вып. I–X).

ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

По указанному для вашего варианта номеру задания:

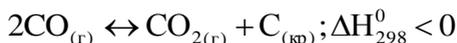
- составьте выражение константы равновесия обратимой реакции;
- укажите, в какую сторону сместится равновесие обратимой реакции: а) при повышении температуры ($p = \text{const}$); б) при снижении давления ($T = \text{const}$), дайте пояснение к ответу.

Пример. Уравнение реакции



$$1. K_{\text{равн.}} = \frac{[CO_2]^2}{[CO]^2}.$$

2. а) у равновесной системе



прямая реакция является экзотермической, поэтому при повышении температуры равновесие сместится в сторону обратной реакции, которая является эндотермической (влево);

б) при снижении давления равновесие также сместится в сторону обратной реакции, которая сопровождается увеличением объёма газообразных веществ (влево).

Номер задания	Уравнение химической реакции	$\Delta H_{x,p}^0$, кДж
1	2	3
141	$\text{CO}_2 + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH}_{(r)}$	193,3
142	$2\text{N}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{N}_2 + \text{O}_2$	-163,1
143	$2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$	-73,6
144	$3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{O}_3$	184,6
145	$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(r)}$	-483,7
146	$2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2$	-566
147	$\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$	58
148	$2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$	-113
149	$2\text{SO}_3 \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 + \text{O}_2$	196,6
150	$3\text{H}_2 + \text{N}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$	-92,5
151	$4\text{HCl} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(r)} + 2\text{Cl}_2$	-114,5
152	$\text{C} + \text{H}_2\text{O}_{(r)} \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2$	131
153	$2\text{NOCl} \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{Cl}_2$	73,6
154	$2\text{NH}_3 \rightleftharpoons \text{N}_2 + 3\text{H}_2$	92,5
155	$2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}_{(r)} + 2\text{SO}_2$	-561,1
156	$2\text{H}_2\text{O}_{(r)} + 2\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 4\text{HCl} + \text{O}_2$	114,5
157	$\text{Cl}_2 + \text{CO} \rightleftharpoons \text{COCl}_2$	-112,5
158	$2\text{O}_3 \rightleftharpoons 3\text{O}_2$	-184,6
159	$\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(r)}$	41,2
160	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$	-196,6

По указанному для вашего варианта номеру задания вычислите, как изменятся скорости прямой и обратной реакций, если давление в газовой смеси изменить в n раз.

Пример. Вычислите, как изменятся скорости прямой и обратной реакций $2\text{SO}_{2(\text{r})} + \text{O}_{2(\text{r})} \leftrightarrow 2\text{SO}_{3(\text{r})}$, если общее давление в системе увеличить в 4 раза?

Решение

$$v_{\text{прям}} = \kappa_1 \cdot p^2_{\text{SO}_2} \cdot p_{\text{O}_2},$$

а после увеличения давления

$$\bar{v}_{\text{прям}} = \kappa_1 \cdot (4p_{\text{SO}_2})^2 \cdot 4p_{\text{O}_2} = 64 \cdot \kappa_1 \cdot p^2_{\text{SO}_2} \cdot p_{\text{O}_2},$$

$$\frac{\bar{v}_{\text{прям}}}{v_{\text{прям}}} = \frac{64 \cdot \kappa_1 \cdot p^2_{\text{SO}_2} \cdot p_{\text{O}_2}}{\kappa_1 \cdot p^2_{\text{SO}_2} \cdot p_{\text{O}_2}} = 64 \rightarrow \text{скорость прямой реакции}$$

увеличится в 64 раза.

$$v_{\text{обр}} = \kappa_2 \cdot p^2_{\text{SO}_3},$$

а после увеличения давления:

$$\bar{v}_{\text{обр}} = \kappa_2 \cdot (4p_{\text{SO}_3})^2 = 16 \cdot \kappa_2 \cdot p^2_{\text{SO}_3},$$

$$\frac{\bar{v}_{\text{обр}}}{v_{\text{обр}}} = \frac{16 \cdot \kappa_2 \cdot p^2_{\text{SO}_3}}{\kappa_2 \cdot p^2_{\text{SO}_3}} = 16 \rightarrow \text{скорость обратной реакции}$$

увеличится в 16 раз.

Номер задания	Уравнение химической реакции	Изменение давления в газовой смеси
1	2	3
161	$2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$	увеличить в 2 раза
162	$2\text{NO} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}_2$	увеличить в 3 раза
163	$3\text{H}_2 + \text{N}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$	увеличить в 3 раза
164	$2\text{NO} + \text{Cl}_2 \leftrightarrow 2\text{NOCl}$	увеличить в 4 раза
165	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$	уменьшить в 3 раза

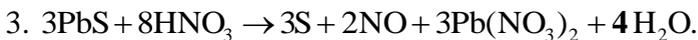
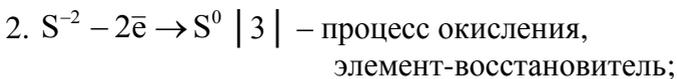
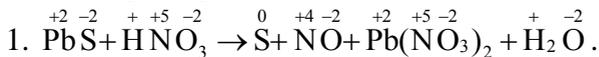
1	2	3
166	$N_2 + O_2 \rightleftharpoons 2NO$	увеличить в 3 раза
167	$4NH_3 + 5O_2 \rightleftharpoons 4NO + 6H_2O$	уменьшить в 2 раза
168	$4NH_3 + 3O_2 \rightleftharpoons 2N_2 + 6H_2O$	уменьшить в 2 раза
169	$N_2O_4 \rightleftharpoons 2NO_2$	увеличить в 4 раза
170	$4HCl + O_2 \rightleftharpoons 2H_2O + 2Cl_2$	увеличить в 2 раза
171	$2H_2S + 3O_2 \rightleftharpoons 2H_2O + 2SO_2$	увеличить в 2 раза
172	$3O_2 \rightleftharpoons 2O_3$	увеличить в 3 раза
173	$Cl_2 + CO \rightleftharpoons COCl_2$	увеличить в 4 раза
174	$2NO + Cl_2 \rightleftharpoons 2NOCl$	увеличить в 2 раза
175	$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$	увеличить в 2 раза
176	$2H_2S + 3O_2 \rightleftharpoons 2H_2O + 2SO_2$	увеличить в 2 раза
177	$2NO_2 \rightleftharpoons 2NO + O_2$	уменьшить у 3 раза
178	$2SO_3 \rightleftharpoons 2SO_2 + O_2$	уменьшить в 2 раза
179	$2NH_3 \rightleftharpoons 3H_2 + N_2$	увеличить у 3 раза
180	$2NOCl \rightleftharpoons 2NO + Cl_2$	уменьшить в 4 раза

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

По указанному для вашего варианта номеру задания:

- 1) определите степени окисления элементов в веществах приведённой схемы химической реакции;
- 2) составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель, процессы окисления и восстановления;
- 3) расставьте коэффициенты в схеме химической реакции;
- 4) укажите тип окислительно-восстановительной реакции.

Пример.



(Расставляем коэффициенты перед формулами веществ, которые содержат атомы элементов, изменивших степень окисления. При этом учитываем, что среди продуктов реакции есть атомы N^{+4} и N^{+5} . Таким образом, не все атомы N (в левой части уравнения N^{+5}) изменили свою степень окисления. Поэтому полученный по балансу для N коэффициент 2 записываем только перед формулой NO:



После этого подсчитываем общее количество атомов N в формулах азотсодержащих веществ в правой части уравнения (так как в этой части уравнения коэффициенты перед формулами веществ, содержащих N, уже определены): 2NO , $3\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$; общее количество атомов N = 8. Записываем этот (8) коэффициент перед формулой азотной кислоты (HNO_3):



Видно, что количество атомов H в левой части уравнения равно 8 (перед формулой HNO_3). Следовательно, перед формулой H_2O записываем коэффициент 4:



Проверяем общее количество атомов O: в левой и в правой частях уравнения оно одинаковое и равняется 24. Коэффициенты в уравнении химической реакции расставлены правильно.

4. Тип окислительно – восстановительной реакции – межмолекулярная ОВР.

181. $S + KClO_3 + H_2O \rightarrow Cl_2 + K_2SO_4 + H_2SO_4$.
182. $FeSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$.
183. $Zn + KNO_3 + KOH + H_2O \rightarrow K_2[Zn(OH)_4] + NH_3$.
184. $AsH_3 + HNO_3 \rightarrow H_3AsO_4 + NO + H_2O$.
185. $K_2MnO_4 + H_2O \rightarrow KMnO_4 + MnO_2 + KOH$.
186. $KMnO_4 + H_2C_2O_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + CO_2 + H_2O$.
187. $Na_2SO_3 + KMnO_4 + HCl \rightarrow Na_2SO_4 + MnCl_2 + KCl + H_2O$.
188. $KClO_3 + KCl + H_2SO_4 \rightarrow Cl_2 + K_2SO_4 + H_2O$.
189. $KCrO_2 + KOH + H_2O_2 \rightarrow K_2CrO_4 + H_2O$.
190. $Zn + HNO_3 \rightarrow Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + H_2O$.
191. $Zn + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$.
192. $K_2Cr_2O_7 + KNO_2 + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + KNO_3 + K_2SO_4 + H_2O$.
193. $Br_2 + K_3[Cr(OH)_6] + KOH \rightarrow KBr + K_2CrO_4 + H_2O$.
194. $SnSO_4 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Sn(SO_4)_2 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$.
195. $Si + HNO_3 + HF \rightarrow H_2[SiF_6] + NO + H_2O$.
196. $MnCO_3 + KClO_3 \rightarrow MnO_2 + KCl + CO_2$.
197. $KClO_3 + FeSO_4 + H_2SO_4 \rightarrow KCl + Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$.
198. $Ti + HNO_3 + HF \rightarrow H_2[TiF_6] + NO + H_2O$.

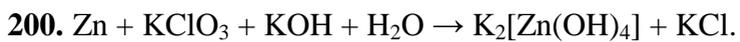
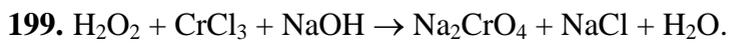


Таблица 2 – Таблица вариантов индивидуальных заданий

Номер варианта	Номера заданий
1	2
1	1, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180
2	2, 21, 41, 61, 81, 101, 121, 141, 161, 181
3	3, 22, 42, 62, 82, 102, 122, 142, 162, 182
4	4, 23, 43, 63, 83, 103, 123, 143, 163, 183
5	5, 24, 44, 64, 84, 104, 124, 144, 164, 184
6	6, 25, 45, 65, 85, 105, 125, 145, 165, 185
7	7, 26, 46, 66, 86, 106, 126, 146, 166, 186
8	8, 27, 47, 67, 87, 107, 127, 147, 167, 187
9	9, 28, 48, 68, 88, 108, 128, 148, 168, 188
10	10, 29, 49, 69, 89, 109, 129, 149, 169, 189
11	11, 30, 50, 70, 90, 110, 130, 150, 170, 190
12	12, 31, 51, 71, 91, 111, 131, 151, 171, 191
13	13, 32, 52, 72, 92, 112, 132, 152, 172, 192
14	14, 33, 53, 73, 93, 113, 133, 153, 173, 193
15	15, 34, 54, 74, 94, 114, 134, 154, 174, 194
16	16, 35, 55, 75, 95, 115, 135, 155, 175, 195
17	17, 36, 56, 76, 96, 116, 136, 156, 176, 196
18	18, 37, 57, 77, 97, 117, 137, 157, 177, 197
19	19, 38, 58, 78, 98, 118, 138, 158, 178, 198
20	20, 39, 59, 79, 99, 119, 139, 159, 179, 199
21	1, 21, 42, 63, 84, 105, 126, 147, 168, 189
22	2, 22, 43, 64, 85, 106, 127, 148, 169, 190
23	3, 23, 44, 65, 86, 107, 128, 149, 170, 191
24	4, 24, 45, 66, 87, 108, 129, 150, 171, 192
25	5, 25, 46, 67, 88, 109, 130, 151, 172, 193
26	6, 26, 47, 68, 89, 110, 131, 152, 173, 194
27	7, 27, 48, 69, 90, 111, 132, 153, 174, 195
28	8, 28, 49, 70, 91, 112, 133, 154, 175, 196

Продолжение табл. 2

29	9, 29, 50, 71, 92, 113, 134, 155, 176, 197
30	10, 30, 51, 72, 93, 114, 135, 156, 177, 198
31	11, 31, 52, 73, 94, 115, 136, 157, 178, 199
32	12, 32, 53, 74, 95, 116, 137, 158, 179, 200
33	13, 33, 54, 75, 96, 117, 138, 159, 180, 181
34	14, 34, 55, 76, 97, 118, 139, 160, 161, 182
35	15, 35, 56, 77, 98, 119, 140, 141, 162, 183
36	16, 36, 57, 78, 99, 120, 121, 142, 163, 184
37	17, 37, 58, 79, 100, 101, 122, 143, 164, 185
38	18, 38, 59, 80, 81, 102, 123, 144, 165, 186
39	19, 39, 60, 61, 82, 103, 124, 145, 166, 187
40	20, 40, 41, 62, 83, 104, 125, 146, 167, 188

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ершов Ю. А. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов / В. А. Попков, А. С. Берлянд и др.; под ред. Ю. А. Ершова. – М.: Высшая школа, 2003. –560с.
2. Мороз А. С. Медична хімія: підручник для студентів вищих навч. мед. закл. / Д. Д. Луцевич, Л. П. Яворська. – Вінниця, 2011. – 776 с.
3. Кинетика химических реакций и биокатализ: методические указания / составители: В. М. Марьяновский, А. А. Марьяновская. – Сумы : СумГУ, 1998.
4. Комплексные соединения. Окислительно-восстановительные реакции: методические указания / составители: В. М. Марьяновский, А. А. Марьяновская. – Сумы : СФТИ, 1993.
5. Манжос О. П. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Медична хімія» / Т. В. Диченко, Л. М. Миронович. – Суми : СумДУ, 2008.
6. Манжос О. П. Методичні вказівки до практично-лабораторних занять з курсу «Медична хімія» / Т. В. Диченко, Л. М. Миронович. – Суми : СумДУ, 2009.
7. Миронович Л. М. Медична хімія / О. О. Мардашко. – К.: Каравела, 2007. –160 с.
8. Основы химической термодинамики и биоэнергетики: методические указания / составители: В. М. Марьяновский, А. А. Марьяновская. – Сумы : СумГУ, 1998.
9. Полумбрик О. М. Окисно-відновні процеси / О. І. Карнаухов, П. В. Федоренко. –Київ : НУХТ, 2002.
10. Растворы в биологических системах: методические указания / составители: В. М. Марьяновский, А. А. Марьяновская, Л. И. Марченко. – Сумы : СумГУ, 1998.
11. Физико-химия поверхностных явлений: методические указания / составители: В. М. Марьяновский, А. А. Марьяновская. – Сумы : СумГУ, 1999.

12. Физико-химия дисперсных систем: методические указания / составители: В. М. Марьяновский, А. А. Марьяновская. – Сумы : СумГУ, 1999.