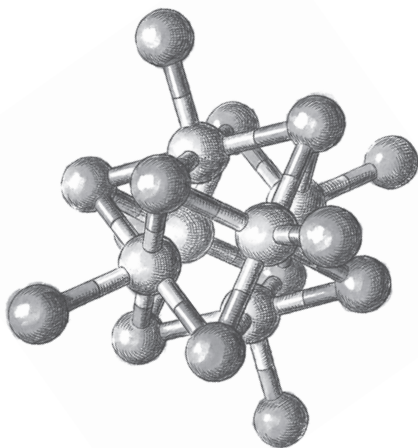


А. С. Позвничович • Н. Е. Боворико • А. В. Здраев

ЗАДАЧИ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ



Допущено
Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов учреждений
высшего образования по группе специальностей
«Химия» и специальности
«Природоведческое образование (биология и химия)»



Минск
«Адукацыя і выхаванне»
2026

УДК 546(076.1)(075.8)
ББК 24.1я73
Л69

Рецензенты: кафедра химии и методики преподавания химии Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка (заведующий кафедрой кандидат химических наук, доцент *А. Л. Козлова-Козыревская*); заведующий лабораторией химии гетероциклических соединений Государственного научного учреждения «Институт физико-органической химии НАН Беларуси» академик НАН Беларуси, доктор химических наук, профессор *В. И. Поткин*; профессор химического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, доктор физико-математических наук *В. В. Ерёмин*

Логвинович, А. С.

Л69 Задачи по неорганической химии : учебное пособие / А. С. Логвинович, Н. Е. Боборико, А. В. Зураев. — Минск : Адукацыя і выхаванне, 2026. — 223 с.: ил.
ISBN 978-985-34-0561-3.

Включает расчетные задачи и упражнения по основным разделам неорганической химии. В каждой теме приведены основные теоретические представления, расчетные формулы и примеры решения типовых задач.

Адресовано студентам, магистрантам, аспирантам, преподавателям и научным сотрудникам учреждений высшего образования химических, химико-технологических, технических, биологических, фармацевтических и экологических специальностей. Может представлять интерес для организации учебного процесса в учреждениях среднего специального, а также среднего образования при подготовке к олимпиадам и конкурсам по химии.

УДК 546(076.1)(075.8)
ББК 24.1я73

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

ISBN 978-985-34-0561-3

© Логвинович А. С., Боборико Н. Е.,
Зураев А. В., 2026
© Оформление. Республиканское
унитарное предприятие
«Издательство “Адукацыя
і выхаванне”», 2026

Предисловие

Изучение химии в университетах Республики Беларусь традиционно начинается с неорганической химии. Современная неорганическая химия базируется на масштабном фундаменте физико-химических и квантово-химических закономерностей, что позволяет рассматривать химические свойства элементов, которые, по сути, и являются основным предметом неорганической химии, не как эмпирический набор фрагментарных знаний, а как целостную систему, подчиняющуюся законам квантовой и физической химии, а также периодичности свойств элементов. Кажущиеся исключения в этой системе, например особенности электронного строения атомов некоторых элементов, склонности к проявлению ими тех или иных степеней окисления, возможности вступать в определенные химические взаимодействия или образовывать в соединениях специфические типы химических связей, строго регламентированы заключениями с позиций квантового строения атомов и законов физической химии.

Понимание физико-химического и квантово-химического основания неорганической химии является ключевым аспектом при изучении данной дисциплины. Поэтому освоение неорганической химии начинается с введения в современные понятия о квантовой природе атома и химической связи, рассмотрения термодинамической обоснованности протекания химических процессов и краткого анализа кинетических особенностей их протекания. Закреплению теоретического материала по этим вопросам с помощью решения расчетных задач и примеров отводится значительная часть времени обучения. Переход к изучению конкретных химических свойств элементов может быть осуществлен только после формирования у студентов устойчивых представлений в области общей и физической химии.

Данное учебное пособие включает задачи и упражнения, охватывающие основные законы общей и неорганической химии, а также химические свойства элементов. Материал изложен по главам в соответствии с действующей учебной программой по дисциплине «Неорганическая химия» химического факультета Белорусского государственного университета для специальностей 6-05-0531-01 «Химия», 6-05-0531-02 «Химия лекарственных соединений», 6-05-0531-04 «Химия (научно-педагогическая деятельность)», 7-07-0531-01 «Фундаментальная химия», 7-07-0531-02 «Химия высоких энергий». Материал учебного пособия содержит задачи и упражнения по следующим темам: «Состав растворов», «Равновесия в водных растворах»,

«Термодинамика», «Кинетика», «Окислительно-восстановительные процессы». В данном издании также рассматриваются химические свойства элементов и закономерности их изменения.

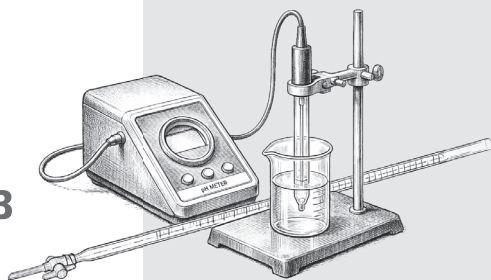
Настоящее учебное пособие в первую очередь ориентировано на студентов, обучающихся по химическим специальностям, однако будет полезно и для студентов химико-технологических, технических, биологических, фармацевтических и экологических специальностей. Кроме того, может представлять интерес для организации учебного процесса в учреждениях среднего специального образования, а также в учреждениях среднего образования при изучении химии на повышенном и углубленном уровне и при подготовке к олимпиадам и конкурсам по химии.

Авторы выражают благодарность сотрудникам кафедры неорганической химии химического факультета Белорусского государственного университета за полезные советы и предложения, которые способствовали появлению этого издания, а также рецензентам за внимательное прочтение рукописи и ценные замечания: коллективу кафедры химии и методики преподавания химии Белорусского государственного педагогического университета имени Максима Танка в лице заведующего кафедрой кандидата химических наук, доцента А. Л. Козловой-Козыревской; заведующему лабораторией химии гетероциклических соединений Государственного научного учреждения «Институт физико-органической химии НАН Беларуси» академику Национальной академии наук Беларуси, доктору химических наук, профессору В. И. Поткину; профессору химического факультета Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, доктору физико-математических наук В. В. Ерёмину.

*А. С. Логвинович
Н. Е. Боборико
А. В. Зураев*

1

Состав растворов



ГЛАВА

1.1. Расчетные формулы, примеры решения задач

Массовая доля. Массовая доля растворенного вещества определяется по формуле

$$\omega = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}}, \quad (1.1)$$

где ω — массовая доля, которая может быть выражена как в долях, так и в процентах; $m_{\text{в-ва}}$ — масса вещества, г; $m_{\text{р-ра}}$ — масса раствора, г.

Пример 1.1 (задача 10). Рассчитайте, сколько нитрата калия (г) необходимо добавить к 150 г 10 % раствора вещества, чтобы увеличить массовую долю на 5 %.

Решение. Определим итоговую массовую долю вещества в конечном растворе:

$$\omega_2 = 10 \% + 5 \% = 15 \ \%.$$

Рассчитаем количество вещества (г) в исходном растворе:

$$m(\text{KNO}_3)_{\text{исх}} = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega_1 = 150 \text{ г} \cdot 0,1 = 15 \text{ г}.$$

Поскольку при добавлении нитрата калия в раствор изменится и масса вещества, и масса раствора, примем массу добавленного раствора за x (г). Тогда масса нитрата калия в полученном растворе составит $(15 + x)$ (г), а масса полученного раствора составит $(150 + x)$ (г). В таком случае

$$\omega = 0,15 = \frac{15 + x}{150 + x}.$$

Решим полученное уравнение:

$$15 + x = 0,15 \cdot (150 + x)$$

$$15 + x = 22,5 + 0,15x$$

$$0,85x = 7,5$$

$$m(\text{KNO}_3)_{\text{доб}} = x = \frac{7,5}{0,85} \approx 8,8 \text{ г.}$$

Пример 1.2 (задача 18). Какие объемы 10 % ($\rho(\text{HNO}_3)_{10\%} = 1,05 \text{ г/см}^3$) и 78 % ($\rho(\text{HNO}_3)_{78\%} = 1,45 \text{ г/см}^3$) растворов азотной кислоты необходимо взять, чтобы приготовить 1 дм³ 15 % раствора ($\rho(\text{HNO}_3)_{15\%} = 1,08 \text{ г/см}^3$)?

Решение. Определим массу конечного раствора и массу азотной кислоты в нем:

$$m_{\text{р-ра}} = V_{\text{р-ра}} \cdot \rho_{\text{р-ра}} = 1000 \text{ см}^3 \cdot 1,08 \text{ г/см}^3 = 1080 \text{ г,}$$

$$m(\text{HNO}_3) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega_3 = 1080 \text{ г} \cdot 0,15 = 162 \text{ г.}$$

Поскольку количества исходных растворов неизвестны, обозначим массу первого раствора за x (г), массу второго раствора — за y (г). Тогда масса азотной кислоты в первом растворе составит $0,1x$ (г), а масса азотной кислоты во втором растворе составит $0,78y$ (г). Составим и решим систему уравнений:

$$\begin{cases} x + y = 1080, \\ 0,1x + 0,78y = 162. \end{cases}$$

Отсюда $x \approx 1000,59$ (г), $y \approx 79,41$ (г).

Рассчитаем соответствующие объемы:

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} = \frac{1000,59 \text{ г}}{1,05 \text{ г/см}^3} \approx 952,9 \text{ см}^3 \text{ (мл);}$$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho_2} = \frac{79,41 \text{ г}}{1,45 \text{ г/см}^3} \approx 54,8 \text{ см}^3 \text{ (мл).}$$

Молярность, нормальность. Молярность раствора определяется по формуле

$$C_M = \frac{n_{\text{в-ва}}}{V_{\text{р-ра}}}, \quad (1.2)$$

где C_M — молярная концентрация, моль/дм³ (М); $n_{\text{в-ва}}$ — количество вещества, моль; $V_{\text{р-ра}}$ — объем раствора, дм³ (л).

Нормальность раствора определяется по формуле

$$C_n = \frac{n_{\text{в-ва}} \cdot f}{V_{\text{р-ра}}} = f \cdot C_M, \quad (1.3)$$

где C_n — нормальность, моль · экв/дм³ (Н.); $n_{\text{в-ва}}$ — количество вещества, моль; f — фактор эквивалентности; $V_{\text{р-ра}}$ — объем раствора, дм³ (л).

Пример 1.3 (задача 30). Какой объем 34 % раствора соляной кислоты ($\rho(\text{HCl})_{34\%} = 1,17 \text{ г/см}^3$) необходимо внести в мерную колбу объемом 100 см^3 , чтобы доведением дистиллированной водой до метки получить 1 М раствор?

Решение. Рассчитаем количество вещества (моль), которое содержится в конечном растворе объемом 100 см^3 :

$$n(\text{HCl}) = C_{\text{М}}(\text{HCl}) \cdot V_{\text{р-ра}} = 1 \text{ моль/дм}^3 \cdot 0,1 \text{ дм}^3 = 0,1 \text{ моль}.$$

Определим массу вещества и концентрированного 34 % раствора соляной кислоты:

$$m(\text{HCl}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 36,5 \text{ г/моль} = 3,65 \text{ г},$$

$$m_{\text{р-ра}} = \frac{m(\text{HCl})}{\omega(\text{HCl})} = \frac{3,65 \text{ г}}{0,34} \approx 10,74 \text{ г}.$$

Рассчитаем объем 34 % раствора соляной кислоты:

$$V(\text{HCl})_{34\%} = \frac{m_{\text{р-ра}}}{\rho_{\text{р-ра}}} = \frac{10,74 \text{ г}}{1,17 \text{ г/см}^3} \approx 9,2 \text{ см}^3 (\text{мл}).$$

Пример 1.4 (задача 36). До какого объема (см^3) необходимо разбавить 50 см^3 30 % раствора гидроксида натрия ($\rho(\text{NaOH})_{30\%} = 1,334 \text{ г/см}^3$), чтобы получить 0,5 М раствор?

Решение. Определим количество гидроксида натрия (моль), которое содержится в исходном растворе и не изменится в ходе разбавления:

$$m_{\text{р-ра}} = V_{\text{р-ра}} \cdot \rho_{\text{р-ра}} = 50 \text{ см}^3 \cdot 1,334 \text{ г/см}^3 = 66,7 \text{ г},$$

$$m(\text{NaOH}) = m_{\text{р-ра}} \cdot \omega(\text{NaOH}) = 66,7 \text{ г} \cdot 0,3 = 20,01 \text{ г},$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{20,01 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} \approx 0,50 \text{ моль}.$$

В таком случае рассчитаем объем раствора по известной концентрации и количеству вещества:

$$V = \frac{n}{C} = \frac{0,50 \text{ моль}}{0,5 \text{ моль/дм}^3} = 1,0 \text{ дм}^3 = 1000 \text{ см}^3 (\text{мл}).$$

Моляльность. Моляльность раствора определяется по формуле

$$b = \frac{n_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ля}}}, \quad (1.4)$$

где b — моляльность, моль/кг; $n_{\text{в-ва}}$ — количество вещества, моль; $m_{\text{р-ля}}$ — масса растворителя, кг.

Пример 1.5 (задача 48). Какой объем (см^3) 78 % раствора азотной кислоты ($\rho(\text{HNO}_3)_{78\%} = 1,45 \text{ г/см}^3$) необходимо взять, чтобы приготовить 250 г одномолярного раствора?

Решение. Поскольку для конечного раствора неизвестны масса растворителя (воды) и химическое количество вещества, обозначим химическое количество азотной кислоты в конечном (и соответственно в исходном) растворе за x (моль). Тогда масса азотной кислоты составит $63x$ (г), а масса воды в конечном растворе составит $(250 - 63x)$ (г), или $(250 - 63x) \cdot 10^{-3}$ (кг). Составим уравнение:

$$1 = \frac{x}{(250 - 63x) \cdot 10^{-3}} = \frac{1000x}{250 - 63x}.$$

Решив уравнение, получим $x \approx 0,235$ моль.

Определим массу чистой азотной кислоты, массу концентрированного 78 % раствора и его объем:

$$m(\text{HNO}_3) = 0,235 \text{ моль} \cdot 63 \text{ г/моль} = 14,805 \text{ г},$$

$$m(\text{HNO}_3)_{78\%} = \frac{14,805 \text{ г}}{0,78} \approx 18,981 \text{ г},$$

$$V(\text{HNO}_3)_{78\%} = \frac{18,981 \text{ г}}{1,45 \text{ г/см}^3} \approx 13,1 \text{ см}^3 (\text{мл}).$$

Мольная доля (мольный процент). Мольная доля вещества в растворе определяется (в случае присутствия в растворе только одного вещества и растворителя) по формуле

$$\chi_{\text{в-ва}} = \frac{n_{\text{в-ва}}}{n_{\text{в-ва}} + n_{\text{р-ля}}}, \quad (1.5)$$

где $\chi_{\text{в-ва}}$ — мольная доля вещества, которая может быть выражена как в долях, так и в мольных процентах; $n_{\text{в-ва}}$ — химическое количество вещества, моль; $n_{\text{р-ля}}$ — химическое количество растворителя, моль.

Пример 1.6 (задача 58). Сколько граммов воды и кристаллической соды необходимо взять, чтобы приготовить раствор карбоната натрия с концентрацией 1 мольн. % и массой 500 г?

Решение. Поскольку химические количества компонентов раствора неизвестны, обозначим химическое количество карбоната натрия в растворе за x (моль), химическое количество воды — за y (моль). В таком случае масса карбоната натрия составит $106x$ (г), а масса воды составит $18y$ (г). Составим и решим систему уравнений:

$$\begin{cases} 0,01 = \frac{x}{x+y}, \\ 500 = 106x + 18y. \end{cases}$$

Получим $x \approx 0,2648$, т. е. $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,2648$ моль.

Поскольку источником карбоната натрия в растворе является кристаллическая сода, определим ее химическое количество и массу:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 0,2648 \text{ моль},$$

$$m_{\text{кр.сод}} = 0,2648 \text{ моль} \cdot 286 \text{ г/моль} \approx 75,7 \text{ г}.$$

В этом случае нужно учесть, что при приготовлении раствора из кристаллогидрата определенная масса воды вносится в раствор вместе с солью. Тогда масса воды, необходимая для приготовления конечного раствора, составит

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 500 - 75,7 = 424,3 \text{ г}.$$

Растворимость. Растворимость ограниченно растворимых веществ сведена в справочные таблицы чаще всего в виде максимальной массы растворяемого вещества при заданной температуре на 100 г воды. На основании этой информации легко получить растворимость вещества на 100 г раствора и соответственно рассчитать массовую долю вещества в насыщенном растворе, в котором при данной температуре растворено максимальное количество вещества.

Пример 1.7 (задача 72). Рассчитайте массовую долю (%) насыщенного при температуре 25°C раствора хлорида натрия ($s(\text{NaCl})^{25^\circ\text{C}} = 36,0 \text{ г/100 г воды}$).

Решение. Величина растворимости хлорида натрия, равная $36,0 \text{ г/100 г воды}$, эквивалентна $36,0 \text{ г NaCl}$ на $136,0 \text{ г}$ раствора. Тогда массовая доля насыщенного при заданной температуре раствора составит

$$\omega(\text{NaCl})^{25^\circ\text{C}} = \frac{36,0 \text{ г}}{136,0 \text{ г}} \approx 0,265 \text{ (26,5 \%)}.$$

Пример 1.8 (задача 70). Сколько кристаллической соды (г) выделится из 200 г насыщенного при температуре 80°C и охлажденного до 0°C ($s(\text{Na}_2\text{CO}_3)^{80^\circ\text{C}} = 45,1 \text{ г/100 г воды}$, $s(\text{Na}_2\text{CO}_3)^{0^\circ\text{C}} = 7,0 \text{ г/100 г воды}$) раствора карбоната натрия?

Решение. Определим массу карбоната натрия (г) в 200 г насыщенного при температуре 80°C раствора:

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{нас}}^{80^\circ\text{C}} = \frac{45,1 \text{ г}}{100 \text{ г} + 45,1 \text{ г}} \approx 0,3108,$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,3108 \cdot 200 \text{ г} = 62,16 \text{ г}.$$

Аналогичным образом рассчитаем массовую долю карбоната натрия в насыщенном при температуре 0°C растворе:

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{нас}}^{0^\circ\text{C}} = \frac{7,0 \text{ г}}{100 \text{ г} + 7,0 \text{ г}} \approx 0,06542.$$

При охлаждении раствора в осадок выпадет кристаллогидрат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, значит, изменится масса вещества, воды в растворе и самого раствора. Обозначим массу выпавшего кристаллогидрата за x (г), тогда масса карбоната натрия, входящего в состав кристаллогидрата, составит

$$\begin{aligned} m(\text{Na}_2\text{CO}_3)_{\text{осад}} &= \frac{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} \cdot m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \\ &= \frac{106 \text{ г/моль}}{286 \text{ г/моль}} \cdot x \approx 0,37063x. \end{aligned}$$

В таком случае массовая доля насыщенного при температуре 0°C раствора может быть выражена как

$$0,06542 = \frac{62,16 - 0,37063x}{200 - x}.$$

После решения уравнения получим $x \approx 160,8 \text{ г}$.

Комбинированная задача.

Пример 1.9 (задача 79). Определите молярность, нормальность, моляльность и массовую долю раствора гидроксида натрия, в котором молярная доля вещества равна $0,04$ ($\rho(\text{NaOH})_{\text{р-ра}} = 1,09 \text{ г/см}^3$).

Решение. Поскольку в условии даны и требуются только интенсивные параметры, введем объем раствора, равный 1 дм^3 , что эквивалентно 1090 г раствора.

Пусть химическое количество гидроксида натрия в растворе составит x (моль), а химическое количество воды составит y (моль). В таком случае масса гидроксида натрия составит $40x$ (г), а масса воды составит $18y$ (г). Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} 0,04 = \frac{x}{x + y}, \\ 1090 = 40x + 18y. \end{cases}$$

Решив систему, получим $x \approx 2,309$ моль. Так как это количество вещества в 1 дм^3 , а фактор эквивалентности гидроксида натрия равен 1, $C_M = 2,309 \text{ моль/дм}^3$, $C_N = 2,309 \text{ моль} \cdot \text{экв/дм}^3$.

Определим массовую долю и моляльность раствора:

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{2,309 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль}}{1090 \text{ г}} \approx 0,085 (8,5 \%),$$

$$b(\text{NaOH}) = \frac{2,309 \text{ моль}}{\frac{1090 \text{ г} - 2,309 \text{ моль} \cdot 40 \text{ г/моль}}{1000}} \approx 2,315 \text{ моль/кг.}$$

1.2. Массовая доля, массовая концентрация

1. Определите массовую долю (%) соли в растворе, полученном растворением 10 г соли в 100 г воды.

2. Определите массовую долю (%) соли в растворе, полученном растворением 20 г соли в 100 г воды.

3. Определите массовую долю (%) карбоната натрия в растворе, полученном растворением 14,3 г декагидрата карбоната натрия (кристаллической соды) в 50 г воды.

4. Определите массовую долю (%) сульфата меди(II) в растворе, полученном растворением 2,5 г пентагидрата сульфата меди(II) (медного купороса) в 25 г воды.

5. Вычислите массовую долю (%) H_2SO_4 в растворе, полученном смешением 150 г 10 % и 250 г 15 % растворов серной кислоты.

6. Вычислите массовую долю (%) H_3PO_4 в растворе, полученном смешением 250 г 10 % и 150 г 15 % растворов фосфорной кислоты.

7. Рассчитайте, сколько воды (см^3) ($\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/см}^3$) необходимо добавить к 120 г 10 % раствора вещества, чтобы получить 8 % раствор.

8. Рассчитайте, сколько воды (см^3) ($\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/см}^3$) необходимо добавить к 50 г 25 % раствора вещества, чтобы получить 10 % раствор.

9. Рассчитайте, сколько хлорида натрия (г) необходимо добавить к 220 г 5 % его раствора, чтобы увеличить массовую долю на 2 %.

10. Рассчитайте, сколько нитрата калия (г) необходимо добавить к 150 г его 10 % раствора, чтобы увеличить массовую долю на 5 %.

11. Рассчитайте, сколько медного купороса (г) необходимо растворить в 100 см^3 воды ($\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/см}^3$), чтобы получить 10 % раствор сульфата меди(II).

12. Рассчитайте, сколько дигидрата хлорида меди(II) (г) необходимо растворить в 50 см³ воды ($\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/см}^3$), чтобы получить 5 % раствор хлорида меди(II).

13. Рассчитайте, до какого объема (см³) необходимо разбавить 200 см³ 98 % раствора серной кислоты ($\rho(\text{H}_2\text{SO}_4)_{98\%} = 1,84 \text{ г/см}^3$), чтобы получить ее 20 % раствор ($\rho(\text{H}_2\text{SO}_4)_{20\%} = 1,14 \text{ г/см}^3$).

14. Рассчитайте, до какого объема (см³) необходимо разбавить 40 см³ 78 % азотной кислоты ($\rho(\text{HNO}_3)_{78\%} = 1,45 \text{ г/см}^3$), чтобы получить ее 10 % раствор ($\rho(\text{HNO}_3)_{10\%} = 1,05 \text{ г/см}^3$).

15. Рассчитайте, какой объем (см³) воды и 98 % раствора серной кислоты ($\rho(\text{H}_2\text{SO}_4)_{98\%} = 1,84 \text{ г/см}^3$) необходимо взять, чтобы приготовить 100 см³ 10 % раствора ($\rho(\text{H}_2\text{SO}_4)_{10\%} = 1,07 \text{ г/см}^3$).

16. Рассчитайте, какой объем (см³) воды и 78 % раствора азотной кислоты ($\rho(\text{HNO}_3)_{78\%} = 1,45 \text{ г/см}^3$) необходимо взять, чтобы приготовить 250 см³ 10 % раствора ($\rho(\text{HNO}_3)_{10\%} = 1,05 \text{ г/см}^3$).

17. Какие объемы (см³) 10 % ($\rho(\text{H}_2\text{SO}_4)_{10\%} = 1,07 \text{ г/см}^3$) и 98 % ($\rho(\text{H}_2\text{SO}_4)_{98\%} = 1,84 \text{ г/см}^3$) растворов серной кислоты необходимо взять, чтобы приготовить 5 дм³ 20 % раствора ($\rho(\text{H}_2\text{SO}_4)_{20\%} = 1,14 \text{ г/см}^3$)?

18. Какие объемы (см³) 10 % ($\rho(\text{HNO}_3)_{10\%} = 1,05 \text{ г/см}^3$) и 78 % ($\rho(\text{HNO}_3)_{78\%} = 1,45 \text{ г/см}^3$) растворов азотной кислоты необходимо взять, чтобы приготовить 1 дм³ 15 % раствора ($\rho(\text{HNO}_3)_{15\%} = 1,08 \text{ г/см}^3$)?

19. Какой объем (см³) 10 % раствора гидроксида натрия ($\rho(\text{NaOH})_{10\%} = 1,11 \text{ г/см}^3$) необходимо добавить к 100 см³ его 25 % раствора ($\rho(\text{NaOH})_{25\%} = 1,27 \text{ г/см}^3$), чтобы получить 20 % раствор?

20. Какой объем (см³) 10 % раствора гидроксида калия ($\rho(\text{KOH})_{10\%} = 1,09 \text{ г/см}^3$) необходимо добавить к 250 см³ его 25 % раствора ($\rho(\text{KOH})_{25\%} = 1,24 \text{ г/см}^3$), чтобы получить 20 % раствор?

1.3. Молярность, нормальность

21. Определите молярность раствора (моль/дм³), если 250 см³ раствора содержит 0,2 моль вещества.

22. Определите молярность раствора (моль/дм³), если 200 см³ раствора содержит 0,1 моль вещества.

23. Рассчитайте молярность раствора (моль/дм³), полученного растворением 4 г гидроксида натрия в мерной колбе объемом 100 см³ (уровень раствора доведен дистиллированной водой до метки).

Оглавление

Предисловие	3
Глава 1. Состав растворов	5
1.1. Расчетные формулы, примеры решения задач	5
1.2. Массовая доля, массовая концентрация	11
1.3. Молярность, нормальность	12
1.4. Моляльность	14
1.5. Молярная доля (молярный процент)	14
1.6. Растворимость	15
1.7. Комбинированные задачи	16
Глава 2. Равновесия в водных растворах	21
2.1. Расчетные формулы, примеры решения задач	21
2.2. Диссоциация сильных электролитов	34
2.3. Диссоциация слабых электролитов	34
2.4. Показатель кислотности, pH	36
2.5. Гидролиз	38
2.6. Произведение растворимости	39
2.7. Комплексные соединения	40
2.8. Комбинированные задачи	41
Глава 3. Термодинамика	44
3.1. Расчетные формулы, примеры решения задач	44
3.2. Энтальпия (тепловой эффект)	51
3.3. Цикл Борна — Габера	59
3.4. Энтропия	61
3.5. Энергия Гиббса	63
3.6. Комбинированные задачи	65
Глава 4. Кинетика	69
4.1. Расчетные формулы, примеры решения задач	69
4.2. Закон действующих масс	74
4.3. Температурный коэффициент Вант-Гоффа	77
4.4. Энергия активации	78
4.5. Химическое равновесие	79
4.6. Комбинированные задачи	82

Глава 5. Окислительно-восстановительные процессы	85
5.1. Расчетные формулы, примеры решения задач	85
5.2. Окислительно-восстановительные реакции	93
5.3. Стандартный электродный потенциал	95
5.4. Уравнение Нернста	98
5.5. Электролиз	100
5.6. Комбинированные задачи	101
Глава 6. Элементы 16–18-й групп	104
6.1. Элементы 18-й группы	104
6.2. Элементы 17-й группы	105
6.3. Элементы 16-й группы	110
Глава 7. Элементы 13–15-й групп	116
7.1. Элементы 15-й группы	116
7.2. Элементы 14-й группы	122
7.3. Элементы 13-й группы	126
Глава 8. Элементы 1–3-й групп, <i>f</i>-элементы	129
8.1. Элементы 1-й группы	129
8.2. Элементы 2-й группы	133
8.3. Элементы 3-й группы и <i>f</i> -элементы	138
Глава 9. Элементы 4–7-й групп	143
9.1. Элементы 4-й группы	143
9.2. Элементы 5-й группы	146
9.3. Элементы 6-й группы	149
9.4. Элементы 7-й группы	153
Глава 10. Элементы 8–12-й групп	158
10.1. Элементы 8-й группы	158
10.2. Элементы 9-й группы	160
10.3. Элементы 10-й группы	163
10.4. Элементы 11-й группы	166
10.5. Элементы 12-й группы	169
Ответы	172

Учебное издание

Логвинович Александр Сергеевич
Бобори́ко Наталья Евге́ньевна
Зураев Александр Викторович

ЗАДАЧИ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Учебное издание

Редактор *У. Ю. Петрович*
Художественные редакторы *И. Н. Малышева, С. Д. Чирков*
Компьютерная верстка *И. Н. Малышевой*
Корректоры *У. Ю. Петрович, Т. К. Хваль*

Подписано в печать 29.05.2026. Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 14,0. Уч.-изд. л. 12,0. Тираж 200 экз. Заказ

Республиканское унитарное предприятие «Издательство “Адукацыя і выхаванне”».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/19 от 02.08.2013. Ул. Будённого, 21, 220070, г. Минск.

Республиканское унитарное предприятие «СтройМедиаПроект».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 2/42 от 13.02.2014. Ул. В. Хоружей, 13/61, 220123, г. Минск.