

**Н. Е. Кузьменко**

**В. В. Еремин**

**В. А. Попков**

**Н А Ч А Л А**  
**ХИМИИ**

**Для поступающих в вузы**

20-е издание



Москва  
Лаборатория знаний

УДК 54 (075.3)  
ББК 24я721  
К89

**Кузьменко Н. Е.**

К89 Начала химии : для поступающих в вузы / Н. Е. Кузьменко, В. В. Еремин, В. А. Попков. — 20-е изд. — М. : Лаборатория знаний, 2022. — 704 с. : ил.

ISBN 978-5-93208-267-6

В учебном пособии, написанном профессорами химического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова и Первого МГМУ имени И. М. Сеченова, изложены основы современной химии в объеме школьной программы углубленного уровня. Подробно рассмотрены важнейшие теоретические представления химии, принципы классификации веществ и реакций, химические свойства классов органических и неорганических веществ. В конце каждой главы приведены решения типовых задач и предложены разнообразные задачи для самостоятельного решения (ответы на них в конце книги). Учебное пособие будет полезным школьникам выпускных классов для подготовки не только к выпускным и вступительным экзаменам, но и к олимпиадам различного уровня — от школьных до международных.

Для школьников, обучающихся по базовой и углубленной программе, студентов нехимических вузов, учителей и преподавателей химии.

УДК 54 (075.3)

ББК 24я721

---

*Учебное издание*

**Кузьменко Николай Егорович**  
**Еремин Вадим Владимирович**  
**Попков Владимир Андреевич**

### **НАЧАЛА ХИМИИ**

**Для поступающих в вузы**

Ведущий редактор канд. хим. наук *Т. И. Почкаева*

Редактор канд. хим. наук *Е. Э. Григорьева*

Художник *В. Е. Шкерин*

Корректор *Н. Н. Устякова*

Компьютерная верстка: *В. А. Носенко, Т. Э. Внукова*

Подписано в печать 25.08.21. Формат 70 × 100/16.

Усл. печ. л. 57,2. Тираж 3000 экз. Заказ 8434.

Издательство «Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

Телефон: (499) 157-5272

e-mail: [info@pilotLZ.ru](mailto:info@pilotLZ.ru), <http://www.pilotLZ.ru>

При участии ООО «Столица-Принт»

e-mail: [st.print@bk.ru](mailto:st.print@bk.ru)

---

Отпечатано с готовых файлов заказчика в АО «Первая Образцовая типография», филиал «УЛЬЯНОВСКИЙ ДОМ ПЕЧАТИ» 432980, Россия, г. Ульяновск, ул. Гончарова, 14

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

---

Предисловие.....	3
<b>Часть I. Теоретическая химия.....</b>	<b>5</b>
<b>Глава 1. Основные понятия и законы химии.....</b>	<b>7</b>
§ 1.1. Естественные науки. Научный метод познания.....	7
§ 1.2. Предмет химии.....	8
§ 1.3. Атомно-молекулярная теория. Доказательство существования атомов и молекул.....	11
§ 1.4. Закон сохранения массы и энергии.....	16
§ 1.5. Периодический закон. История открытия.....	18
§ 1.6. Основные понятия химии.....	23
§ 1.7. Газовые законы.....	28
Задачи с решениями.....	30
Задачи для самостоятельного решения.....	34
<b>Глава 2. Строение атома и периодический закон.....</b>	<b>38</b>
§ 2.1. Модели строения атома.....	38
§ 2.2. Квантовые числа электронов.....	42
§ 2.3. Электронные конфигурации атомов.....	45
§ 2.4. Атомное ядро. Радиоактивность.....	51
§ 2.5. Периодический закон.....	60
Задачи с решениями.....	64
Задачи для самостоятельного решения.....	66
<b>Глава 3. Химическая связь.....</b>	<b>69</b>
§ 3.1. Образование сложных частиц. Природа химической связи.....	69
§ 3.2. Ковалентная связь.....	72
§ 3.3. Валентность элементов в ковалентных соединениях.....	77
§ 3.4. Пространственное строение молекул.....	80

§ 3.5. Ионная связь . . . . .	86
§ 3.6. Металлическая связь . . . . .	90
§ 3.7. Межмолекулярные взаимодействия. Водородная связь . . . . .	90
Задачи с решениями . . . . .	94
Задачи для самостоятельного решения . . . . .	97
<b>Глава 4. Агрегатные состояния вещества . . . . .</b>	<b>99</b>
§ 4.1. Свойства газов, жидкостей и твердых тел . . . . .	99
§ 4.2. Фазовые диаграммы . . . . .	102
§ 4.3. Газы . . . . .	103
§ 4.4. Жидкости . . . . .	106
§ 4.5. Кристаллические вещества . . . . .	108
§ 4.6. Различные формы существования веществ . . . . .	114
§ 4.7. Жидкие кристаллы . . . . .	115
§ 4.8. Плазма — четвертое агрегатное состояние вещества . . . . .	116
Задачи с решениями . . . . .	117
Задачи для самостоятельного решения . . . . .	121
<b>Глава 5. Физико-химические закономерности протекания химических реакций . . . . .</b>	<b>126</b>
§ 5.1. Энергетика химических реакций . . . . .	126
§ 5.2. Химическая кинетика и катализ . . . . .	131
§ 5.3. Обратимые и необратимые реакции. Химическое равновесие . . . . .	138
§ 5.4. Применение закономерностей протекания химических реакций при управлении химико- технологическими процессами на производстве . . . . .	141
Задачи с решениями . . . . .	144
Задачи для самостоятельного решения . . . . .	148
<b>Глава 6. Физико-химическая теория растворов электролитов. Растворы неэлектролитов . . . . .</b>	<b>152</b>
§ 6.1. Как происходит растворение веществ в различных растворителях? Классификация растворов . . . . .	152
§ 6.2. Идеальные и реальные растворы. Растворение как физико-химический процесс . . . . .	154
§ 6.3. Зависимость растворимости различных веществ от природы растворителя, температуры и давления . . . . .	157
§ 6.4. Способы выражения концентрации растворов . . . . .	163
§ 6.5. Электролиты. Электролитическая диссоциация . . . . .	165
§ 6.6. Ионные уравнения реакций . . . . .	173
§ 6.7. Гидролиз солей . . . . .	179
§ 6.8. Коллоидные растворы . . . . .	180
Задачи с решениями . . . . .	183
Задачи для самостоятельного решения . . . . .	187

<b>Глава 7. Классификация химических реакций</b> .....	<b>197</b>
§ 7.1. Общие сведения .....	197
§ 7.2. Классификация по числу реагентов и продуктов реакции и их составу .....	199
§ 7.3. Классификация реакций по агрегатным состояниям вещества .....	203
§ 7.4. Классификация реакций по типу переносимых частиц .....	204
§ 7.5. Обратимые и необратимые химические реакции .....	205
Задачи с решениями .....	205
Задачи для самостоятельного решения .....	206
<b>Глава 8. Окислительно-восстановительные реакции</b> .....	<b>208</b>
§ 8.1. Общие понятия .....	208
§ 8.2. Восстановители и окислители .....	210
§ 8.3. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций .....	213
§ 8.4. Количественные характеристики ОВР .....	220
§ 8.5. Электролиз растворов и расплавов электролитов .....	227
Задачи с решениями .....	229
Задачи для самостоятельного решения .....	236
<b>Часть II. Неорганическая химия</b> .....	<b>245</b>
<b>Глава 9. Классы неорганических соединений</b> .....	<b>247</b>
§ 9.1. Классификация и номенклатура. Простые и сложные вещества .....	247
§ 9.2. Классификация и номенклатура оксидов .....	249
§ 9.3. Получение и свойства солеобразующих оксидов .....	250
§ 9.4. Основания (гидроксиды металлов) .....	253
§ 9.5. Кислоты .....	255
§ 9.6. Соли .....	262
Задачи с решениями .....	264
Задачи для самостоятельного решения .....	266
<b>Глава 10. Водород — уникальный химический элемент</b> .....	<b>268</b>
§ 10.1. Общая характеристика .....	268
§ 10.2. Химические свойства водорода .....	271
§ 10.3. Получение водорода и его применение .....	273
§ 10.4. Вода и пероксид водорода .....	275
Задачи с решениями .....	278
Задачи для самостоятельного решения .....	279
<b>Глава 11. Подгруппа галогенов</b> .....	<b>280</b>
§ 11.1. Общая характеристика .....	280
§ 11.2. Химические свойства галогенов .....	284
§ 11.3. Получение галогенов .....	287

§ 11.4. Соединения галогенов . . . . .	289
§ 11.5. Применение галогенов и их соединений . . . . .	293
Задачи с решениями . . . . .	294
Задачи для самостоятельного решения . . . . .	299
<b>Глава 12. Подгруппа кислорода . . . . .</b>	<b>302</b>
§ 12.1. Общая характеристика . . . . .	302
§ 12.2. Химические свойства кислорода . . . . .	303
§ 12.3. Химические свойства серы . . . . .	305
§ 12.4. Сероводород. Сульфиды и полисульфиды . . . . .	306
§ 12.5. Оксид серы(IV). Сернистая кислота. Тиосульфат . . . . .	309
§ 12.6. Оксид серы(VI). Серная кислота . . . . .	310
Задачи с решениями . . . . .	313
Задачи для самостоятельного решения . . . . .	316
<b>Глава 13. Подгруппа азота и фосфора . . . . .</b>	<b>321</b>
§ 13.1. Общая характеристика . . . . .	321
§ 13.2. Химические свойства простых веществ . . . . .	323
§ 13.3. Водородные соединения азота и фосфора. Галогениды фосфора . . . . .	325
§ 13.4. Кислородные соединения азота и фосфора . . . . .	327
Задачи с решениями . . . . .	333
Задачи для самостоятельного решения . . . . .	338
<b>Глава 14. Подгруппа углерода и кремния . . . . .</b>	<b>345</b>
§ 14.1. Общая характеристика . . . . .	345
§ 14.2. Химические свойства углерода и кремния . . . . .	347
§ 14.3. Кислородные соединения углерода и кремния . . . . .	348
§ 14.4. Карбиды и силициды . . . . .	355
§ 14.5. Некоторые замечания о подгруппе германия . . . . .	357
Задачи с решениями . . . . .	357
Задачи для самостоятельного решения . . . . .	360
<b>Глава 15. Щелочные и щелочноземельные металлы . . . . .</b>	<b>364</b>
§ 15.1. Общая характеристика . . . . .	364
§ 15.2. Химические свойства металлов . . . . .	366
§ 15.3. Соединения s-металлов . . . . .	368
Задачи с решениями . . . . .	370
Задачи для самостоятельного решения . . . . .	373
<b>Глава 16. Главная подгруппа III группы . . . . .</b>	<b>377</b>
§ 16.1. Общая характеристика . . . . .	377
§ 16.2. Физические и химические свойства алюминия и бора . . . . .	378
§ 16.3. Получение и применение бора и алюминия . . . . .	380
§ 16.4. Соединения бора и алюминия и их свойства . . . . .	384
Задачи с решениями . . . . .	385
Задачи для самостоятельного решения . . . . .	387

<b>Глава 17. Переходные металлы</b> .....	<b>390</b>
§ 17.1. Общая характеристика .....	390
§ 17.2. Хром и его соединения .....	393
§ 17.3. Марганец и его соединения .....	395
§ 17.4. Железо и его соединения .....	395
§ 17.5. Медь и ее соединения .....	397
§ 17.6. Цинк и его соединения .....	398
§ 17.7. Серебро и его соединения .....	399
Задачи с решениями .....	399
Задачи для самостоятельного решения .....	404
<b>Глава 18. Благородные газы</b> .....	<b>412</b>
§ 18.1. Общая характеристика .....	412
§ 18.2. Химические соединения благородных газов .....	414
§ 18.3. Применение благородных газов .....	417
Задачи с решениями .....	417
Задачи для самостоятельного решения .....	418
<b>Часть III. Органическая химия</b> .....	<b>419</b>
<b>Глава 19. Общая характеристика органических соединений</b> ....	<b>421</b>
§ 19.1. Предмет органической химии. Теория строения органических соединений .....	421
§ 19.2. Классификация органических соединений .....	423
§ 19.3. Номенклатура органических соединений .....	426
§ 19.4. Изомерия органических соединений .....	430
§ 19.5. Взаимное влияние атомов в молекуле и реакционная способность органических соединений .....	432
§ 19.6. Общая характеристика органических реакций .....	434
§ 19.7. Получение органических соединений в промышленности .....	437
Задачи с решениями .....	444
Задачи для самостоятельного решения .....	447
<b>Глава 20. Предельные углеводороды</b> .....	<b>452</b>
§ 20.1. Алканы .....	452
§ 20.2. Циклоалканы .....	458
Задачи с решениями .....	462
Задачи для самостоятельного решения .....	465
<b>Глава 21. Углеводороды с двойной связью</b> .....	<b>470</b>
§ 21.1. Алкены .....	470
§ 21.2. Алкадиены (диеновые углеводороды) .....	475
Задачи с решениями .....	478
Задачи для самостоятельного решения .....	481

<b>Глава 22. Углеводороды с тройной связью (алкины)</b> .....	<b>487</b>
§ 22.1. Общая характеристика.....	487
§ 22.2. Получение алкинов.....	488
§ 22.3. Химические свойства алкинов.....	489
Задачи с решениями.....	492
Задачи для самостоятельного решения.....	494
<b>Глава 23. Ароматические углеводороды (арены)</b> .....	<b>499</b>
§ 23.1. Общая характеристика.....	499
§ 23.2. Получение и химические свойства аренов.....	502
§ 23.3. Правила ориентации (замещения) в бензольном кольце.....	506
Задачи с решениями.....	509
Задачи для самостоятельного решения.....	513
<b>Глава 24. Спирты и фенолы</b> .....	<b>518</b>
§ 24.1. Одноатомные спирты.....	518
§ 24.2. Многоатомные спирты.....	522
§ 24.3. Фенолы.....	523
Задачи с решениями.....	527
Задачи для самостоятельного решения.....	530
<b>Глава 25. Альдегиды и кетоны</b> .....	<b>538</b>
§ 25.1. Общая характеристика.....	538
§ 25.2. Получение и химические свойства.....	540
Задачи с решениями.....	543
Задачи для самостоятельного решения.....	546
<b>Глава 26. Карбоновые кислоты</b> .....	<b>550</b>
§ 26.1. Общая характеристика.....	550
§ 26.2. Получение и химические свойства карбоновых кислот.....	554
§ 26.3. Некоторые представители карбоновых кислот.....	561
Задачи с решениями.....	563
Задачи для самостоятельного решения.....	567
<b>Глава 27. Сложные эфиры. Жиры. Моющие средства</b> .....	<b>574</b>
§ 27.1. Сложные эфиры.....	574
§ 27.2. Жиры и масла.....	577
§ 27.3. Мыла и моющие средства.....	579
Задачи с решениями.....	581
Задачи для самостоятельного решения.....	585
<b>Глава 28. Углеводы</b> .....	<b>590</b>
§ 28.1. Моносахариды.....	590
§ 28.2. Дисахариды.....	594
§ 28.3. Полисахариды.....	596
Задачи с решениями.....	598
Задачи для самостоятельного решения.....	600



<b>Глава 29. Амины</b> .....	<b>603</b>
§ 29.1. Предельные алифатические амины .....	603
§ 29.2. Анилин — простейший ароматический амин .....	606
Задачи с решениями .....	609
Задачи для самостоятельного решения .....	611
<b>Глава 30. Аминокислоты, пептиды и белки</b> .....	<b>616</b>
§ 30.1. Аминокислоты .....	616
§ 30.2. Пептиды .....	620
§ 30.3. Белки .....	622
Задачи с решениями .....	627
Задачи для самостоятельного решения .....	629
<b>Глава 31. Азотсодержащие гетероциклические соединения</b> .....	<b>633</b>
§ 31.1. Шестичленные гетероциклы .....	633
§ 31.2. Соединения с пятичленным циклом .....	636
§ 31.3. Строение нуклеиновых кислот .....	639
§ 31.4. Биологическая роль нуклеиновых кислот .....	646
Задачи с решениями .....	648
Задачи для самостоятельного решения .....	651
<b>Глава 32. Синтетические высокомолекулярные соединения   (полимеры)</b> .....	<b>653</b>
§ 32.1. Общая характеристика полимеров .....	653
§ 32.2. Пластмассы .....	655
§ 32.3. Волокна .....	658
§ 32.4. Каучуки .....	659
Задачи с решениями .....	661
Задачи для самостоятельного решения .....	662
<b>Ответы на задачи</b> .....	<b>663</b>
<b>Предметный указатель</b> .....	<b>683</b>