

УДК 373.167.1:54+54(075.3)

ББК 24я721

П88

На учебник получены **положительные** заключения  
**научной** (заключение РАО № 1180 от 28.11.2016 г.),  
**педагогической** (заключение РАО № 1071 от 21.11.2016 г.)  
и **общественной** (заключение РКС № 556-ОЭ от 19.12.2016 г.) экспертиз.

Издание выходит в pdf-формате.

**Пузаков, Сергей Аркадьевич.**

**П88** Химия : 11-й класс : углублённый уровень : учебник : издание в pdf-формате / С. А. Пузаков, Н. В. Машнина, В. А. Попков. — 4-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2022. — 320 с. : ил.

ISBN 978-5-09-101664-2 (электр. изд.). — Текст : электронный.  
ISBN 978-5-09-088086-2 (печ. изд.).

Учебник углублённого уровня включает основные сведения о строении атома, химической связи, межмолекулярных взаимодействиях, термодинамике, кинетике и стехиометрии химических реакций, классификации и свойствах важнейших неорганических веществ. Особое внимание уделено медико-биологическому значению химических процессов, химических элементов и их соединений. Вопросы и задания, содержащиеся в учебнике, а также рекомендованные электронные ресурсы позволяют учащимся подготовиться к Единому государственному экзамену по химии. Учебник написан в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования.

УДК 373.167.1:54+54(075.3)

ББК 24я721

ISBN 978-5-09-101664-2 (электр. изд.)

ISBN 978-5-09-088086-2 (печ. изд.)

© АО «Издательство «Просвещение», 2019

© Художественное оформление.

АО «Издательство «Просвещение», 2019

Все права защищены

## Оглавление

Предисловие .....	3
Глава 1. Строение вещества .....	4
§ 1. Строение атома .....	4
1.1. Общие представления .....	4
1.2. Состояние электрона в атоме .....	5
1.3. Электронные конфигурации атомов .....	8
1.4. Изменение атомного радиуса и образование ионов .....	15
§ 2. Химическая связь. Кристаллические решётки .....	18
2.1. Общие представления о химической связи .....	18
2.2. Электроотрицательность .....	20
2.3. Ионная связь .....	22
2.4. Ковалентная связь .....	22
2.5. Невалентные взаимодействия .....	28
2.6. Кристаллические решётки .....	30
Глава 2. Основные закономерности протекания реакций .....	36
§ 3. Элементы химической термодинамики .....	36
3.1. Реакции самопроизвольные и несамопроизвольные .....	36
3.2. Термодинамические системы и процессы .....	37
3.3. Энтальпия и энтропия .....	39
3.4. Энергия Гиббса. Энтальпийный и энтропийный факторы .....	41
3.5. Принцип энергетического сопряжения .....	42
3.6. Химическое равновесие. Константа химического равновесия ...	42
3.7. Смещение химического равновесия .....	44
§ 4. Элементы химической кинетики .....	47
4.1. Общие представления о механизмах реакций .....	47
4.2. Скорость реакции .....	50
4.3. Кинетические уравнения. Константа скорости реакции .....	52
4.4. Зависимость скорости реакции от температуры .....	55
4.5. Катализ .....	57
§ 5. Стехиометрия .....	61
5.1. Расчёт количества вещества .....	61
5.2. Соотношения между количествами веществ в химических уравнениях .....	64
§ 6. Растворы и дисперсные системы .....	69
6.1. Гомогенные и гетерогенные системы .....	69
6.2. Дисперсные системы .....	70
6.3. Растворы .....	72
6.4. Процесс растворения .....	75
Глава 3. Вещества и основные типы их взаимодействия .....	79
§ 7. Классификация неорганических веществ и реакций .....	79
7.1. Классификация неорганических веществ .....	79
7.2. Классификация реакций .....	83

§ 8. Электролитическая диссоциация. Реакция нейтрализации .....	89
8.1. Электролиты и неэлектролиты .....	89
8.2. Теория электролитической диссоциации .....	90
8.3. Диссоциация кислот, оснований и солей .....	82
8.4. Реакция нейтрализации .....	94
§ 9. Реакции обмена с участием солей .....	98
9.1. Взаимодействие средних солей с кислотами .....	98
9.2. Взаимодействие средних солей с основаниями .....	100
9.3. Взаимодействие средних солей между собой .....	102
9.4. Реакции с участием кислых солей .....	103
9.5. Гидролиз солей .....	107
§ 10. Амфотерные оксиды и гидроксиды .....	113
10.1. Общие представления .....	113
10.2. Реакции амфотерных оксидов в расплаве .....	113
10.3. Реакции амфотерных оксидов и гидроксидов в растворе .....	115
10.4. Реакции солей металлов, образующих амфотерные оксиды ...	116
§ 11. Значение кислотно-основных реакций для организма человека ....	119
11.1. Водородный показатель pH .....	119
11.2. Буферные системы .....	119
11.3. Значения pH биологических сред* .....	121
11.4. Буферные системы организма* .....	123
11.5. Взаимосвязь буферных систем организма человека* .....	124
11.6. Нарушения кислотно-основного состояния организма* .....	127
11.7. Коррекция кислотно-основного состояния организма* .....	129
§ 12. Окислительно-восстановительные реакции. Электролиз .....	131
12.1. Степень окисления .....	131
12.2. Наиболее важные окислители и восстановители .....	133
12.3. Классификация окислительно-восстановительных реакций.	
Подбор коэффициентов в окислительно-восстановительных реакциях ...	135
12.4. Суммарный коэффициент перед окислителем или	
восстановителем с учётом солеобразования .....	138
12.5. Влияние среды раствора на протекание окислительно-	
восстановительных реакций .....	140
12.6. Окислительно-восстановительные реакции с участием двух	
восстановителей или двух окислителей .....	144
12.7. Электролиз .....	147
§ 13. Строение комплексных соединений .....	152
<b>Глава 4. Химия элементов .....</b>	<b>160</b>
§ 14. Биогенные элементы. Классификация элементов .....	160
14.1. Общие представления о биогенных элементах .....	160
14.2. Общая характеристика <i>s</i> -элементов .....	162
14.3. Общая характеристика элементов <i>p</i> -блока .....	163
14.4. Общая характеристика элементов <i>d</i> -блока .....	165

§ 15. Водород и кислород .....	168
15.1. Водород .....	169
15.2. Кислород. Характеристика элемента и простых веществ .....	172
15.3. Вода и пероксид водорода .....	175
§ 16. Галогены .....	179
16.1. Общая характеристика и физические свойства .....	179
16.2. Химические свойства простых веществ .....	180
16.3. Химические свойства галогеноводородов .....	183
16.4. Кислородсодержащие соединения галогенов .....	186
§ 17. Сера .....	189
17.1. Характеристика элемента .....	189
17.2. Простое вещество .....	190
17.3. Сероводород и сульфиды .....	191
17.4. Соединения серы со степенью окисления +4 .....	193
17.5. Соединения серы со степенью окисления +6 .....	196
§ 18. Азот и фосфор .....	202
18.1. Общая характеристика элементов .....	202
18.2. Физические и химические свойства азота .....	203
18.3. Соединения азота со степенью окисления -3 .....	205
18.4. Оксиды азота .....	208
18.5. Азотная кислота .....	212
18.6. Соли азотной кислоты — нитраты .....	214
18.7. Строение и свойства простых веществ, образованных фосфором ..	216
18.8. Соединения фосфора со степенью окисления -3 .....	218
18.9. Соединения фосфора со степенью окисления +3 .....	219
18.10. Соединения фосфора со степенью окисления +5 .....	220
§ 19. Углерод и кремний .....	226
19.1. Характеристика элементов .....	226
19.2. Строение и свойства простых веществ, образованных углеродом ..	227
19.3. Карбиды .....	230
19.4. Оксид углерода(II) .....	230
19.5. Оксид углерода(IV) .....	232
19.6. Угольная кислота и её соли — карбонаты .....	234
19.7. Физические и химические свойства кремния .....	236
19.8. Соединения кремния .....	237
§ 20. Металлы IA- и IIA-групп .....	241
20.1. Общая характеристика элементов .....	241
20.2. Физические и химические свойства простых веществ .....	242
20.3. Свойства соединений металлов IA- и IIA-групп .....	245
20.4. Применение и медико-биологическое значение* .....	247
§ 21. Алюминий .....	254
21.1. Характеристика элемента и простого вещества .....	254
21.2. Соединения алюминия .....	255

§ 22. Хром .....	259
22.1. Характеристика элемента и простого вещества .....	259
22.2. Соединения хрома .....	260
22.3. Медико-биологическое значение хрома* .....	263
§ 23. Марганец .....	265
23.1. Характеристика элемента и простого вещества .....	265
23.2. Соединения марганца .....	266
§ 24. Железо .....	269
24.1. Характеристика элемента и простого вещества .....	269
24.2. Соединения железа .....	271
24.3. Медико-биологическое значение железа* .....	275
§ 25. Медь и серебро .....	278
25.1. Медь. Характеристика элемента и простого вещества .....	278
25.2. Соединения меди .....	280
25.3. Медико-биологическое значение меди* .....	282
25.4. Серебро .....	282
§ 26. Цинк .....	286
26.1. Характеристика элемента и простого вещества .....	286
26.2. Соединения цинка .....	287
26.3. Медико-биологическое значение цинка* .....	288
<b>Практикум .....</b>	<b>292</b>
Практическая работа 1. Гидролиз солей .....	292
Практическая работа 2. Гидроксокомплексы металлов .....	292
Практическая работа 3. Получение водорода и кислорода .....	293
Практическая работа 4. Свойства галогенид-ионов. Свойства иода .....	294
Практическая работа 5. Свойства серы и её соединений .....	295
Практическая работа 6. Получение азота и аммиака.	
Свойства соединений азота и фосфора .....	297
Практическая работа 7. Свойства соединений углерода и кремния .....	299
Практическая работа 8. Изучение качественных реакций ионов металлов IА- и IIА-групп .....	301
Практическая работа 9. Свойства алюминия .....	302
Практическая работа 10. Свойства соединений хрома .....	303
Практическая работа 11. Получение и свойства соединений марганца ...	304
Практическая работа 12. Получение и свойства соединений железа .....	305
Практическая работа 13. Свойства меди и её соединений .....	306
Практическая работа 14. Свойства цинка и его соединений .....	307
Практическая работа 15. Решение экспериментальных задач .....	308
Ответы .....	309
Ответы к задачам .....	309
Ответы к заданиям в тестовой форме .....	310
Предметно-именной указатель .....	311
Периодическая таблица химических элементов Д. И. Менделеева .....	314
Растворимость оснований и солей в воде .....	316