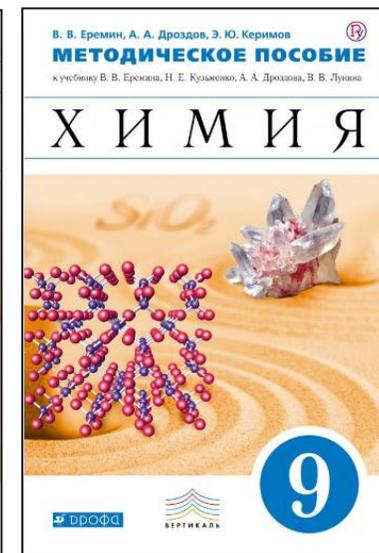
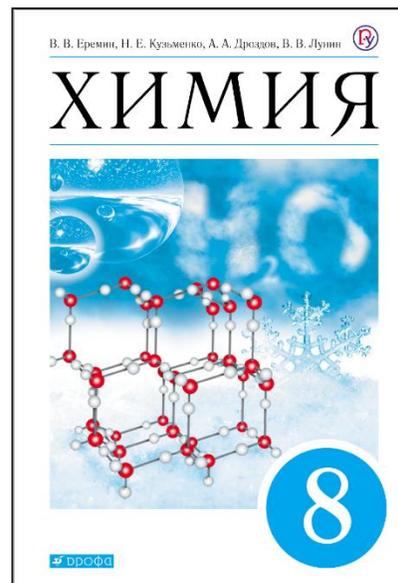
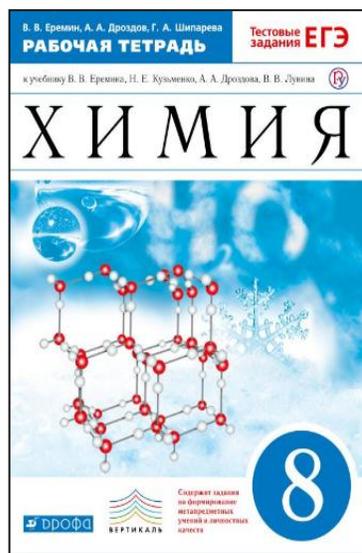
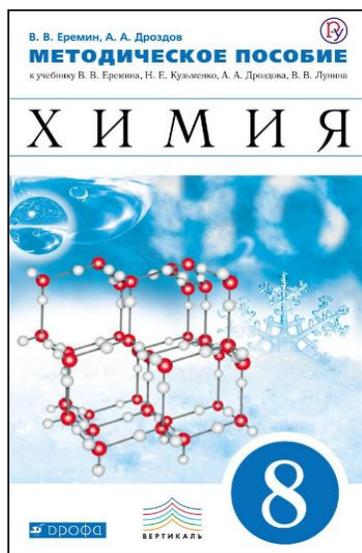
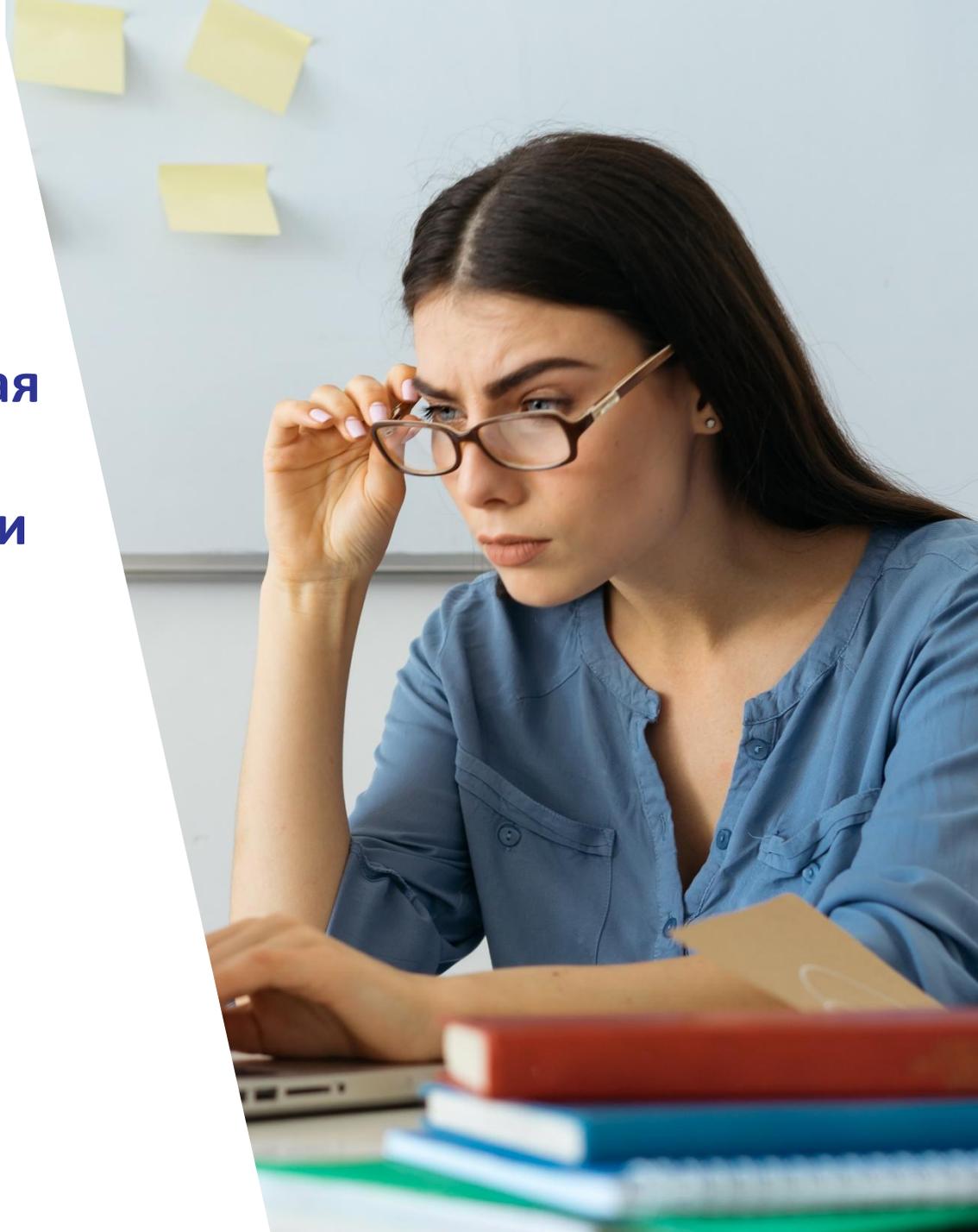
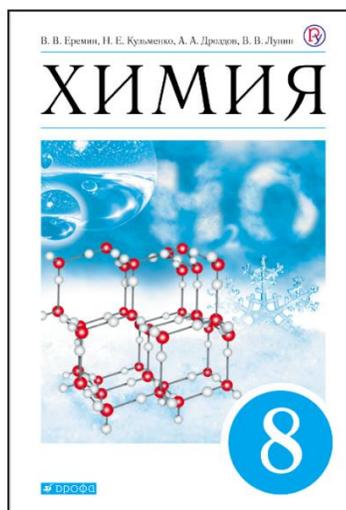


# «УМК Лунина. Тяжело ли работать по этому учебнику?»



# МИФЫ О УМК Лунина

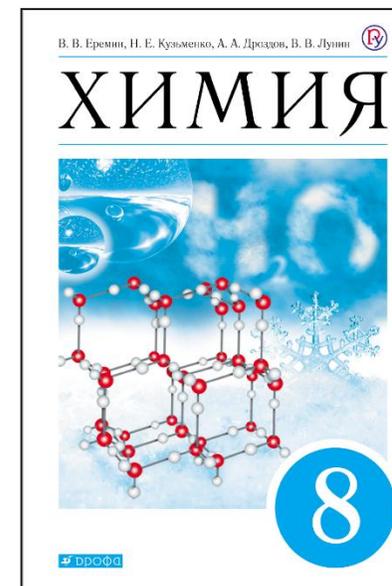
1. Сложный для восприятия учащимися
2. Для изучения химии нужна высокая математическая подготовка
3. Сложные и нерешаемые задания и задачи



## «8 класс»

Почему бензин горит, а вода — нет? Можно ли вырастить синие розы и красные васильки? Как получить новые вещества, которых нет в природе? Почему изделия из капрона нельзя гладить горячим утюгом? Отчего желтеют листья? Ответы на эти и многие другие вопросы даёт химия.

Конечно, можно жить и не задумываться о том, что мы видим вокруг, не задавать лишних вопросов и не стремиться найти на них ответы. Можно дышать воздухом и не знать, что в нём есть кислород, пить газировку и не догадываться, какой газ из неё выделяется, жечь костёр и не понимать, почему горят дрова. На наш взгляд, отсутствие элементарных знаний по химии, как, впрочем, и многих других знаний, ограничивает кругозор и сужает круг общения. Как было написано на одной из шумерских табличек около четырёх тысяч лет назад, «знающий может показать табличку знающему, но не незнающему». Стремитесь стать людьми знающими!

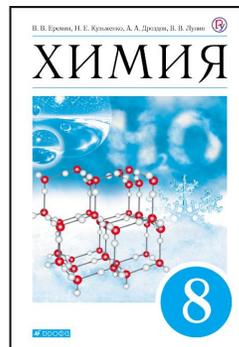




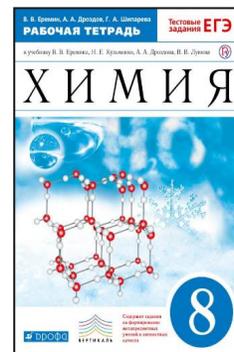
корпорация  
**р**оссийский  
учебник



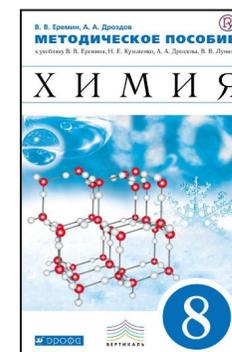
-Учебник



-Рабочая тетрадь



- Методическое пособие для учителя



# Оглавление

Предисловие ..... 3

## ГЛАВА 1. Первоначальные химические понятия

§ 1. Вещества	5
§ 2. Агрегатные состояния вещества	7
§ 3. Работа в химической лаборатории	8
§ 4. Индивидуальные вещества и смеси веществ	12
§ 5. Разделение смесей	15
§ 6. Физические и химические явления	19
§ 7. Атомы. Химические элементы	24
§ 8. Молекулы. Атомно-молекулярная теория	29
§ 9. Закон постоянства состава веществ молекулярного строения	33
§ 10. Классификация веществ. Простые и сложные вещества	35
§ 11. Относительная атомная и молекулярная массы. Качественный и количественный состав вещества	38
§ 12. Закон сохранения массы веществ. Уравнения химических реакций	44
§ 13. Типы химических реакций	49
Самое важное в главе 1	53

## ГЛАВА 2. Кислород. Оксиды. Валентность

§ 14. Кислород	55
§ 15. Получение кислорода в лаборатории	57
§ 16. Химические свойства кислорода	62
§ 17. Валентность. Составление формул оксидов	65
§ 18. Воздух	69
§ 19. Горение веществ на воздухе	73
§ 20. Получение кислорода в промышленности и его применение	78
Самое важное в главе 2	83

## ГЛАВА 3. Водород. Кислоты. Соли

§ 21. Водород	84
§ 22. Получение водорода в лаборатории	86
§ 23. Химические свойства водорода	91
§ 24. Применение водорода. Получение водорода в промышленности	96

§ 25. Кислоты	99
§ 26. Соли	104
§ 27. Кислотные оксиды	109
Самое важное в главе 3	111

## ГЛАВА 4. Вода. Растворы. Основания

§ 28. Вода	113
§ 29. Растворы. Растворимость твёрдых веществ в воде	119
§ 30. Растворимость газов и жидкостей в воде	127
§ 31. Концентрация растворов. Массовая доля растворённого вещества	129
§ 32. Приготовление растворов	133
§ 33. Химические свойства воды	135
§ 34. Основания	139
Самое важное в главе 4	144

## ГЛАВА 5. Обобщение сведений о важнейших классах неорганических соединений

§ 35. Общая характеристика оксидов	145
§ 36. Взаимодействие веществ, обладающих кислотными и основными свойствами	149
§ 37. Реакции обмена в водных растворах	157
§ 38. Генетическая связь между важнейшими классами неорганических веществ	162
Самое важное в главе 5	169

## ГЛАВА 6. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева

§ 39. Первые попытки классификации химических элементов	171
§ 40. Амфотерные оксиды и гидроксиды	174
§ 41. Периодический закон. Периоды	177
§ 42. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева. Группы	182
§ 43. Характеристика химического элемента по его положению в Периодической системе	187
Самое важное в главе 6	192

## ГЛАВА 7. Строение атома. Современная формулировка Периодического закона

§ 44. Ядро атома	193
§ 45. Порядковый номер элемента. Изотопы	197
§ 46. Электроны в атоме. Орбитали	201

# УЧЕБНИК

§ 47. Строение электронных оболочек атомов	204
§ 48. Изменение свойств элементов в периодах и главных подгруппах. Электроотрицательность	208
Самое важное в главе 7	214

## ГЛАВА 8. Химическая связь

§ 49. Химическая связь и энергия	216
§ 50. Ковалентная связь	219
§ 51. Полярная и неполярная связь. Свойства ковалентной связи	222
§ 52. Ионная связь	227
§ 53. Металлическая связь	230
§ 54. Валентность и степень окисления	232
§ 55. Твёрдые вещества	238
Самое важное в главе 8	247

## ПРАКТИКУМ

Правила работы в школьной химической лаборатории	249
Практическая работа 1. Правила безопасности при работе в химической лаборатории. Знакомство с лабораторным оборудованием	251
Практическая работа 2. Очистка загрязнённой поваренной соли	255
Практическая работа 3. Получение и свойства кислорода	256
Практическая работа 4. Приготовление раствора с заданной массовой долей растворённого вещества	257
Практическая работа 5. Экспериментальное решение задач по теме «Генетические связи между классами неорганических соединений»	259

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ ПО ХИМИИ ..... 261

ПРИЛОЖЕНИЯ ..... 265

ЗА СТРАНИЦАМИ УЧЕБНИКА  
(литература для дополнительного чтения) ..... 280

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ..... 282

## § 8 Молекулы.

### Атомно-молекулярная теория

Число веществ, найденных в природе или полученных искусственно, во много раз превышает число известных химических элементов. Это объясняется тем, что атомы объединяются с образованием более сложных частиц — молекул. Каждая молекула состоит из атомов, расположенных относительно друг друга в определённой последовательности и соединённых химическими связями. Например, вода состоит из молекул, образованных двумя атомами водорода и одним атомом кислорода (рис. 19). Химические свойства вещества, т. е. его способность вступать в химические реакции, определяются свойствами отдельных молекул.

**Молекула — мельчайшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами и состоящая из атомов, соединённых между собой химическими связями.**

Зная состав молекулы воды, можно записать **химическую формулу** этого вещества —  $H_2O$ . В ней химические элементы обозначены символами. Цифра справа внизу от символа элемента (*индекс*) обозначает число атомов данного элемента, входящих в состав молекулы. Индекс «1» не ставят. Формулу воды читают так: «аш-два-о». Молекулы водорода, кислорода, азота и хлора состоят из двух атомов — они имеют формулы  $H_2$  («аш-два»),  $O_2$  («о-два»),  $N_2$  («эн-два»),  $Cl_2$  («хлор-два»). Углекислый газ состоит из молекул, в которых атом углерода связан с двумя атомами кислорода (рис. 20). Формула углекислого газа —  $CO_2$  («це-о-два»).

Любая молекула содержит строго определённое число атомов. На рисунках 19 и 20 изображены модели двух- и трёхатомных молекул. Однако известны и большие молекулы, состоящие из нескольких сотен, а то и тысяч атомов. Одна из самых сложных (и самых известных) — молекула ДНК (дезоксири-

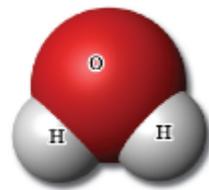


Рис. 19. Модель молекулы воды



Рис. 20. Модели молекул водорода, кислорода, азота, хлора, углекислого газа

бонуклеиновой кислоты). Молекулы ДНК могут состоять из нескольких миллионов атомов. Такие молекулы содержатся в ядрах клеток и отвечают за передачу наследственной информации.

Представления о том, что вещества построены из мельчайших частиц — атомов (химически неделимые частицы) и молекул (частицы, состоящие из атомов), составляют атомно-молекулярную теорию. Эта теория служит фундаментом современного научного мировоззрения, на ней базируются все естественные науки. Её основы были сформулированы в начале XIX в. крупнейшим английским химиком Джоном Дальтоном.

- Материя состоит из мельчайших первичных частиц, или атомов.
- Атомы неделимы и не могут создаваться и разрушаться.
- Все атомы данного химического элемента одинаковы, но отличаются от атомов других химических элементов, в частности массой.

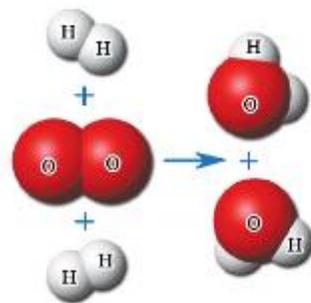


Рис. 21. Образование воды из водорода и кислорода

- Молекулы состоят из определённого числа атомов.
- Масса молекулы равна сумме масс составляющих её атомов.
- При физических явлениях молекулы сохраняются, при химических — разрушаются.
- Химические реакции заключаются в образовании новых молекул из тех же самых атомов, из которых состояли исходные вещества.

# УЧЕБНИК

Например, вода образуется при взаимодействии двух веществ — водорода и кислорода. В результате химической реакции две молекулы водорода и одна молекула кислорода превращаются в две молекулы воды (рис. 21).

В ходе дальнейшего развития науки выводы, сделанные Д. Дальтоном, были дополнены, в них были внесены некоторые изменения. Сейчас известно, что не все вещества состоят из молекул. В некоторых веществах атомы связаны друг с другом в бесконечные слои и каркасы. В таком случае можно выделить лишь отдельный повторяющийся фрагмент. Веществ немолекулярного строения достаточно много — металлы, алмаз,

## ELEMENTS

	Hydrogen	1		Strontian	46
	Azote	5		Barytes	66
	Carbon	54		Iron	50
	Oxygen	7		Zinc	56
	Phosphorus	9		Copper	56
	Sulphur	13		Lead	90
	Magnesia	20		Silver	190
	Lime	24		Gold	196
	Soda	28		Platina	190
	Potash	42		Mercury	167

Рис. 22. Обозначения атомов, введённые Дальтоном

### Дальтон Джон (1766—1844)

Выдающийся английский химик. Сын ткача из Кэмберленда. Занимаясь изучением газов атмосферы, высказал предположение, что разные газы отличаются размерами частиц, ввёл понятие об атомных весах и первые символы элементов (рис. 22). Правда, замысловатые обозначения Дальтона в дальнейшем были заменены привычными нам символами. На лекциях Дальтон демонстрировал студентам модели молекул, составленные из разноцветных деревянных шариков, символизировавших атомы. Такими моделями мы пользуемся до сих пор. Свои взгляды Дальтон изложил в книге «Новая система химической философии». Круг интересов учёного не ограничивался химией. Так, им был открыт дефект зрения, заключающийся в неспособности различать некоторые цвета. Этот дефект зрения до сих пор называют дальтонизмом, а людей, страдающих им, — дальтониками.



# УЧЕБНИК

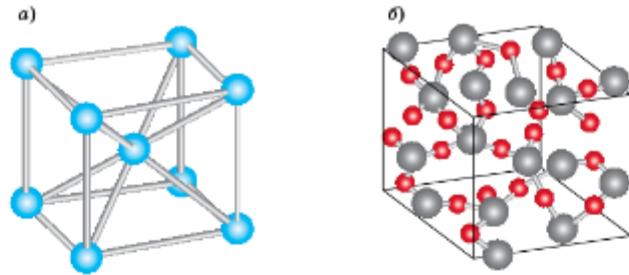


Рис. 23. Строение некоторых веществ: а — железа; б — кварца

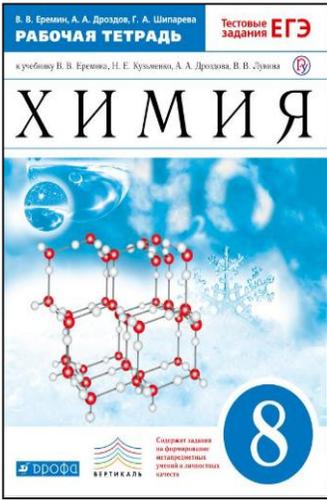
графит, кварц, слюда, полевой шпат, мрамор, поваренная соль. Для них тоже записывают химические формулы, но не молекулы, а наименьшего повторяющегося фрагмента. Например, железо, как и другие металлы, состоит из атомов (рис. 23, а), поэтому наименьший повторяющийся фрагмент (структурная единица) этого вещества — атом. Следовательно, формула железа — Fe. Кварц состоит из химически связанных атомов кремния и кислорода, причём на один атом кремния приходится два атома кислорода (рис. 23, б). Формула кварца —  $\text{SiO}_2$ .

Во многих случаях по свойствам вещества можно догадаться, построено оно из молекул или нет. Связи между отдельными молекулами достаточно слабые, поэтому для веществ молекулярного строения характерны низкие температуры плавления и кипения; такие вещества часто летучи и имеют запах. Так, все газы и почти все жидкости состоят из молекул. Вещества немoleкулярного строения обычно имеют высокие температуры плавления и кипения, так как атомы в них прочно связаны друг с другом. Такие вещества твёрдые, нелетучие и не имеют запаха.

Таким образом, пользуясь традиционной терминологией, идущей от истоков атомно-молекулярной теории (молекулы состоят из атомов и т. д.), будем принимать некоторую условность и ограниченность такой терминологии. По ходу дальнейшего изучения химии мы будем видеть, как уточнялись положения атомно-молекулярной теории.

## Вопросы и задания

1. В чём суть атомно-молекулярной теории? Каково её значение?
2. Что такое молекула в рамках атомно-молекулярной теории?
3. Прочитайте формулы следующих веществ: С (уголь, алмаз, графит),  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (магнитный железняк),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (кальцинированная сода),  $\text{KNO}_3$  (калийная селитра),  $\text{H}_2\text{O}_2$  (пероксид водорода),  $\text{KMnO}_4$  (перманганат калия, или марганцовка),  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (серная кислота),  $\text{NaCl}$  (хлорид натрия, или поваренная соль),  $\text{CaCO}_3$  (мел, мрамор, известняк). Какие химические элементы входят в состав каждого вещества? Постарайтесь запомнить эти формулы.
4. Приведите примеры веществ молекулярного и немoleкулярного строения.
5. Напишите химическую формулу природного газа метана, если известно, что в состав его молекулы входит один атом углерода и четыре атома водорода.
6. Напишите химическую формулу минерала малахита, зная, что на два атома меди в этом соединении приходится один атом углерода, пять атомов кислорода и два атома водорода.
7. Приведите по одному примеру веществ, молекулы которых состоят из: а) двух атомов одного и того же элемента; б) трёх атомов и двух элементов; в) пяти атомов и двух элементов; г) пяти атомов и трёх элементов.
8. Предположите, какие из перечисленных веществ имеют молекулярное строение, а какие — немoleкулярное: а) кислород; б) вода; в) сахар; г) алюминий; д) мрамор; е) уксусная кислота. Ответ обоснуйте.



# РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

**2.** Расставьте понятия: «химическая формула», «символы», «индексы».

$$\text{Al}_2\text{O}_3$$

**3.** Укажите индексы при атомах азота и кислорода в следующих соединениях:

а)  $\text{NO}_2$  — ..... и .....;      в)  $\text{N}_2\text{O}_3$  — ..... и .....;

б)  $\text{N}_2\text{O}$  — ..... и .....;      г)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  — ..... и .....

**4.** Заполните пропуски в предложениях.

Материя состоит из ..... частиц или ..... Атомы ..... и не могут ..... и разрушаться. Все атомы данного ..... одинаковы, но отличаются от атомов других ....., в частности массой. Молекулы состоят из определённого числа ..... Масса молекулы равна ..... составляющих её атомов. При физических явлениях молекулы ....., а при химических — ..... Химические реакции заключаются в образовании новых ..... из тех же самых ....., из которых состояли исходные вещества.

**5.** Подчеркните формулы соединений, молекулы которых состоят из одинакового числа атомов: а)  $\text{HNO}_3$ ; б)  $\text{SO}_3$ ; в)  $\text{CO}_2$ ; г)  $\text{CH}_4$ .

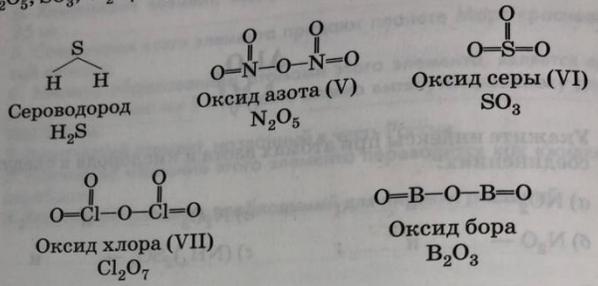
**§ 8 Молекулы. Атомно-молекулярная теория**

**1.** Впишите цифры, указывающие правильную последовательность слов в предложении.

**Молекула** — это  — из атомов,  — обладающая его  — состоящая  — между собой  — вещества,  — химическими свойствами.  — химическими связями,  — соединённых  — мельчайшая частица

# РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ

6. Нарисуйте модели молекул веществ, формулы которых  $H_2S$ ,  $N_2O_5$ ,  $SO_3$ ,  $Cl_2O_7$ ,  $B_2O_3$ .



7. Заполните таблицу 11.

Таблица 11

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	СОСТАВ МОЛЕКУЛЫ ВЕЩЕСТВА
	$H_2O$	Два атома водорода и один атом кислорода
Аммиак	$NH_3$	Два атома водорода
Метан	$CH_4$	Один атом углерода и два атома кислорода
Хлороводород	$HCl$	
Пероксид водорода		

8. Заполните таблицу 12.

Таблица 12

### Чтение химических формул

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА	ЧТО ОБОЗНАЧАЕТ ЗАПИСЬ	КОЛИЧЕСТВО АТОМОВ КАЖДОГО ВИДА		СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА (МОЛЕКУЛЯРНОЕ, НЕМОЛЕКУЛЯРНОЕ)
$2N_2O$	Две молекулы «веселящего газа»	4 атома азота	2 атома кислорода	Молекулярное
$O_2$			—	
$3O_2$			—	
$2O_3$			—	
$5Cu$	Пять атомов меди		—	
	Четыре молекулы хлороводорода	4 атома водорода	4 атома хлора	
$2SiO_2$				

9. На основании описанных ниже свойств, сделайте выводы о строении веществ:

- а) карборунд (соединение кремния с углеродом) обладает необычайно высокой прочностью, что делает его важным абразивным материалом, который используют для шлифовки металлов; на его основе изготавливают огнеупорные материалы, стоматологический инструмент;
- б) хлор — жёлто-зелёный газ с характерным удушливым запахом, в небольших количествах он сильно раздражает слизистые оболочки дыхательных путей и вызывает кашель (во время Первой мировой войны 1914—1918 гг. хлор применяли в качестве боевого отравляющего вещества);
- в) серебро — блестящий серебристо-белый металл, ковкий и пластичный, легко поддающийся обработке, лучший среди металлов проводник тепла и электричества;

г) масляная кислота плавится при  $-8^\circ C$ ; температура кипения  $163,5^\circ C$ ; образуется при прогоркании сливочного масла (это из-за неё испорченное масло так неприятно пахнет и горчит).

Вещества молекулярного строения .....

Вещества немолекулярного строения .....

10. Заполните таблицу 13.

Таблица 13

### Сравнение веществ молекулярного и немолекулярного строения

ПРИЗНАКИ СРАВНЕНИЯ	ВЕЩЕСТВА	
	МОЛЕКУЛЯРНОГО СТРОЕНИЯ (СОСТОЯТ ИЗ МОЛЕКУЛ)	НЕМОЛЕКУЛЯРНОГО СТРОЕНИЯ (СОСТОЯТ ИЗ АТОМОВ ИЛИ ИОНОВ)
Притяжение между частицами		
Агрегатное состояние		
Твёрдость		
Температура плавления (высокая — низкая)		
Летучесть		
Запах		
Примеры веществ		



# Методическое пособие

## УРОК 8. Молекулы.

### Атомно-молекулярная теория

Урок можно построить в форме беседы с учащимися. Школьники уже знают, что атомы, объединяясь друг с другом, образуют вещества. Однако объединяться атомы могут по-разному. Они могут собираться в отдельные, более крупные частицы — молекулы, а могут образовывать различные бесконечные структуры. Это удобно представить в виде рисунка 1.

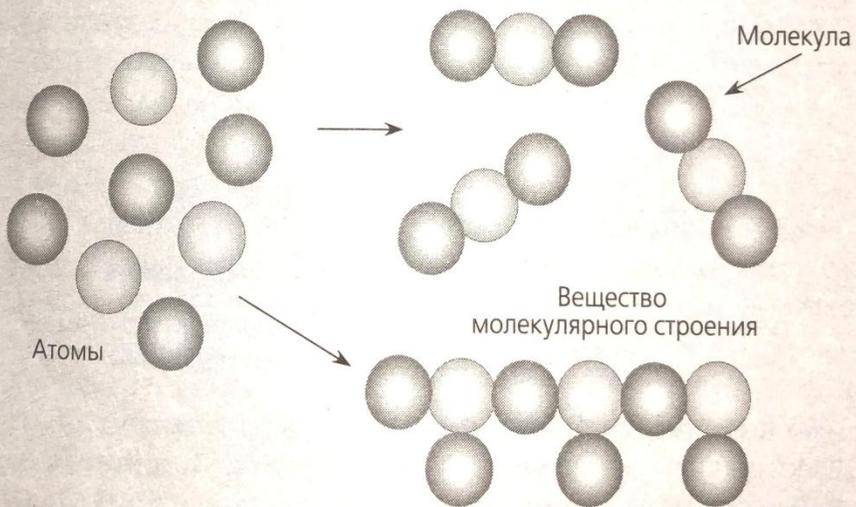
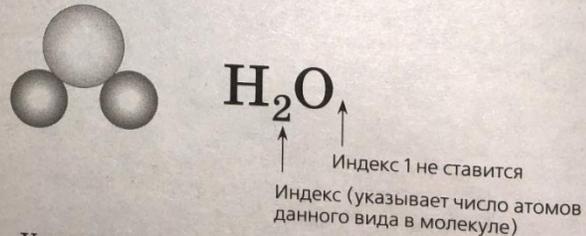


Рис. 1

Учитель демонстрирует модели простейших молекул, в том числе представленные и на рисунках 19, 20 учебника. В тетрадь учащиеся записывают определение понятия «молекула», помещённое в рамке на с. 27 учебника.

Химические свойства вещества определяются его отдельными молекулами, а физические свойства (окраска, температура плавления) — веществом, т. е. совокупностью молекул. Важно подчеркнуть, что атомы и молекулы не имеют окраски, а окраска шаров на моделях условна. Теперь учащимся должна быть понятна разница между физическими и химическими явлениями: при физических явлениях молекулы сохраняются, а при химических — молекулы одних веществ превращаются в молекулы других.

Далее уместно перейти к химической формуле. За основу можно взять молекулу воды (рис. 19 в учебнике). Она состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. С символами этих элементов учащиеся уже знакомы. Таким образом, состав молекулы воды можно записать как  $H_2O$ . Аналогично рассматривают формулы других веществ (рис. 20 в учебнике). Обращают внимание учащихся на то, что молекулы многих газов, образованных атомами одного элемента, двухатомны. На доске учитель записывает



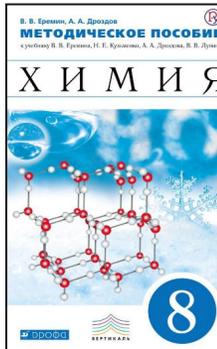
Учитель сообщает, что молекулы могут быть крупными, содержать тысячи атомов. Дополнительные примеры молекул разных веществ приведены в рабочей тетради на печатной основе.

Можно использовать исторический подход. Предположения о том, что вещества состоят из отдельных частиц, высказывались ещё в древности. Так, римский учёный Лукреций, живший в I в. до н. э., в поэме «О природе вещей» («De rerum natura») рассуждал так:

...на морском берегу, разбивающем волны,  
Платье сыреет всегда, а на солнце вися, оно сохнет;  
Видеть, однако, нельзя, как влага на нём оседает,  
Да и не видно того, как она исчезает от зноя.  
Значит, дробится вода на такие мельчайшие части,  
Что недоступны они совершенно для нашего глаза.

В другом месте поэмы он приводит другое доказательство делимости вещества — существование запахов. Если мы чувствуем запах вещества, значит, мельчайшие частицы этого вещества — его молекулы — переходят в пар, который мы и улавливаем органами чувств. Объяснение совершенно верное с точки зрения современных воззрений. Остаётся добавить, что экспериментально существование молекул было доказано лишь в XIX в.

Известный русский химик Иван Александрович Каблуков (1857—1942) в своём учебнике «Основные начала неорганической химии» предлагает такое доказательство молекулярного строения вещества: «Если мы возьмём 50 мл безводного спирта и смешаем с 50 мл воды, то объём образовавшейся смеси будет занимать не 100 мл, а 96 мл. Происшедшее сжатие мы легко объясним, если примем, что как вода, так и спирт состоят из мельчайших невидимых частиц, находящихся на некотором расстоянии друг от друга; объём частицы спирта не равняется объёму частицы воды, и поэтому при смешении частицы воды размещаются между частицами спирта, и вся смесь может занять меньший объём, чем сумма объёмов отдельных жидкостей, подобно тому как при смешении двух сортов дробы, мелкой и крупной, происходит также сжатие».

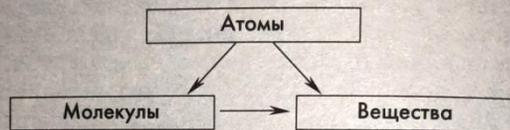


# Методическое пособие

Важно, что вещество молекулярного строения состоит из отдельных молекул, которые слабо связаны между собой. Учащиеся должны понять, что все вещества состоят из атомов, но не все из молекул. Это представлено на схеме 6, которую можно изобразить на доске.

Схема 6

Взаимосвязь понятий «атомы», «молекулы», «вещества»



Далее учитель ставит перед классом вопрос: чем же отличаются друг от друга вещества молекулярного и немолекулярного строения? Они различаются по формальным признакам (строению) и по свойствам. Уже здесь, на первом этапе обучения, мы предлагаем приучать школьников к мысли о том, что свойства вещества определяются его строением. Беседу можно построить таким образом: учитель перечисляет вещества: а) молекулярного, б) немолекулярного строения и вместе со школьниками методом индукции приходит к обобщению, результат которого отражает схема 7.

Схема 7

Классификация веществ



Важно обсудить вопрос о том, что запах имеют вещества молекулярного строения. Все ли вещества молекулярного строения имеют запах? Запах — это ощущение, возникающее при воздействии пахучих веществ на рецепторы слизистой оболочки носа. Как правило, учащиеся без труда объясняют, почему запах присущ веществам молекулярного строения. Ведь молекулы слабо связаны друг с другом и легко отрываются от поверхности вещества. А в газах и парах жидкости они вообще перемещаются свободно. Почему же мы не ощущаем запах кислорода, воды? Если школьники затрудняются ответить на эти вопросы, следует направить их мысль от противного — как бы они ощущали себя, если бы кислород имел запах. Удалось бы им как-нибудь избавиться от этого запаха? Сравнение свойств веществ молекулярного и немолекулярного строения удобно проводить, заполняя таблицу 13 в рабочей тетради на печатной основе.

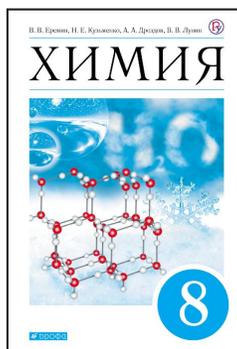
Учитель спрашивает у класса: какое строение (молекулярное или немолекулярное) имеет, например, какао-масло — вещество, выделяемое из какао-бобов и придающее характерный запах шоколаду? Хорошо, если учитель обзаведётся пластинкой какао-масла, которое иногда продают в кондитерских магазинах. Оно напоминает воск, плавится при  $34\text{ }^{\circ}\text{C}$  и сильно пахнет шоколадом (точнее, наоборот, шоколад пахнет какао-маслом). Или, например, есть ли молекулы в составе алюминия? Учащиеся должны уметь отвечать на такие вопросы-загадки.

Какой смысл несёт в себе химическая формула? Для веществ молекулярного строения она выражает состав молекулы, а для веществ немолекулярного строения — состав наименьшего повторяющегося фрагмента. Последнее легко объяснить, воспользовавшись рисунком 23 учебника. Слева представлено строение железа, все атомы одинаковые, поэтому формула железа Fe. На структуре кварца видно, что чёрных шариков (атомов кремния) в два раза меньше, чем красных (атомов кислорода). Поэтому на

один атом кремния приходится два атома кислорода, т. е. кварц имеет формулу  $\text{SiO}_2$ .

В заключение следует записать основные положения атомно-молекулярного учения (см. с. 28 учебника), основы которого были сформулированы Джоном Дальтоном в вышедшей в 1808 г. «Новой системе химической философии». На рисунке 22 учебника приведены символы химических элементов из книги Дж. Дальтона. Заметьте, что название *magnesia* относится к магнию, *lime* (известь) — к кальцию, *soda* — к натрию, *potash* — к калию, *strontian* — к стронцию, *barites* — к барии. Справа от названия элемента приведены определённые Дальтоном значения относительных атомных масс, которые значительно отличаются от современных. Это объясняется тем, что состав многих сложных веществ в то время был определён неверно. Так, например, воде приписывали формулу HO. Современные символы химических элементов были введены шведским химиком Йенсом Якобом Берцелиусом в 1813 г. Дома учащимся предлагают изобразить формулы воды, кислорода, водорода, углекислого газа, аммиака и серной кислоты, пользуясь обозначениями Дальтона (взять из рис. 22 учебника) и Берцелиуса (современными).

# УЧЕБНИК



$$w(X) = \frac{nA_r(X)}{M_r},$$

где  $w(X)$  — массовая доля химического элемента X, выраженная в долях единицы;

$n$  — число атомов данного элемента, обозначенное индексом в формуле соединения;

$A_r$  — относительная атомная масса X;

$M_r$  — относительная молекулярная масса соединения.

Долей называют часть целого, поэтому сумма всех долей равна единице, или 100%.

**Задача 1.** Рассчитайте массовые доли химических элементов в красном железняке  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

**Решение.**

Определим относительную молекулярную массу вещества:

$$M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2A_r(\text{Fe}) + 3A_r(\text{O}) = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160.$$

Затем рассчитаем массовые доли химических элементов железа и кислорода:

$$w(\text{Fe}) = \frac{2A_r(\text{Fe})}{M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{2 \cdot 56}{160} = 0,7, \text{ или } 70\%;$$

$$w(\text{O}) = \frac{3A_r(\text{O})}{M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{3 \cdot 16}{160} = 0,3, \text{ или } 30\%.$$

Обратите внимание, что сумма массовых долей железа и кислорода составляет 1, или 100%.

О т в е т.  $w(\text{Fe}) = 70\%$ ;  $w(\text{O}) = 30\%$ .

**Задача 2.** Рассчитайте массу атомов кислорода, содержащихся в одном стакане (200 г) воды.

**Решение.**

Рассчитаем массовую долю кислорода в воде:

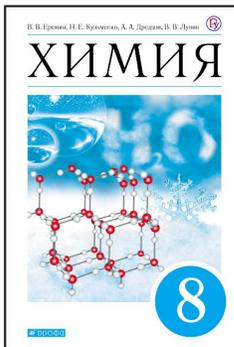
$$w(\text{O}) = \frac{A_r(\text{O})}{M_r(\text{H}_2\text{O})} = \frac{16}{18} = 0,889, \text{ или } 88,9\%.$$

Таким образом,  $m(\text{O}) = 0,889 \cdot 200 \text{ г} = 177,8 \text{ г}$ .

О т в е т.  $m(\text{O}) = 177,8 \text{ г}$ .

## Вопросы и задания

1. Дайте определения понятий «относительная атомная масса», «относительная молекулярная масса». Какой смысл имеет слово «относительная»?
2. Что означает запись  $A_r(\text{S}) = 32$ ?
3. Какой атом тяжелее — железа или кремния — и во сколько раз?
4. Определите относительные молекулярные массы простых веществ: водорода, кислорода, хлора, меди, алмаза (углерода). Вспомните, какие из них состоят из двухатомных молекул, а какие — из атомов.
5. Рассчитайте относительные молекулярные массы следующих соединений: углекислого газа  $\text{CO}_2$ , серной кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , сахара  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , этилового спирта  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ , мрамора  $\text{CaCO}_3$ .
6. В перексиде водорода на один атом кислорода приходится один атом водорода. Определите формулу пероксида водорода, если известно, что её относительная молекулярная масса равна 34. Каково массовое соотношение водорода и кислорода в этом соединении?
7. Во сколько раз молекула углекислого газа тяжелее молекулы кислорода?
8. Что называют массовой долей химического элемента в соединении?
9. В каком массовом отношении нужно смешать железо и серу для получения сульфида железа  $\text{FeS}$ ?
10. В каком массовом отношении нужно смешать алюминий и серу для получения сульфида алюминия  $\text{Al}_2\text{S}_3$ ? Определите массовые доли химических элементов в этом соединении.
11. Определите массовые доли серы и кислорода в молекуле  $\text{SO}_2$ .



# УЧЕБНИК

## Практикум

В данном разделе рассказано о правилах работы в химической лаборатории, а также приведены практические работы и занимательные опыты.

### ПРАВИЛА РАБОТЫ В ШКОЛЬНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Ваш кабинет химии представляет собой небольшую лабораторию. Вещества, используемые в лаборатории, называются *реактивами*, а посуду, в которой они хранятся, — *банками и склянками*. Каждая ёмкость с реактивом должна быть снабжена этикеткой, на которой написана формула вещества или его название (рис. 119).

Пробки от склянок кладут широкой частью вниз, чтобы не пачкать стол той частью пробки, которая находилась внутри склянки с веществом.

Помните, что химическая посуда всегда должна быть чистой. Для мытья посуды используют специальные ёрштики, а в качестве моющих средств — раствор хозяйственного мыла, соду, стиральные порошки, щавелевую кислоту. При мытье посуды рекомендуется надевать резиновые перчатки. Если посуда сразу не отмывается, её заливают моющим раствором и оставляют на ночь.

Работа в любой лаборатории связана с повышенной опасностью. Во избежание несчастных случаев необходимо соблюдать **правила безопасности**.



Рис. 119. Банки и склянки с реактивами

### Практическая работа 2

#### Очистка загрязнённой поваренной соли

Природная поваренная соль содержит различные примеси. В их число входит и речной песок. При выполнении этой работы вы научитесь очищать растворимое в воде вещество (поваренную соль) от нерастворимых примесей (речного песка).

**Реактив:** смесь поваренной соли и речного песка.

**Оборудование и материалы:** химические стаканы на 50 мл (2 шт.), стеклянная палочка, ложечка, лабораторный штатив, воронка, фильтр или кусок фильтровальной бумаги, ножницы, спиртовка, спички, фарфоровая чашка для выпаривания.

#### 1. Растворение загрязнённой соли

Заполните стакан водой примерно на четверть и растворите в ней загрязнённую поваренную соль, насыпая её небольшими порциями и перемешивая раствор стеклянной палочкой.

#### 2. Приготовление фильтра

Чтобы приготовить фильтр, сложите вчетверо квадратный кусок фильтровальной бумаги (рис. 126). Свободный угол полученного квадрата, состоящего из четырёх слоёв бумаги, срежьте ножницами по дуге. Затем, отделив один слой бумаги, придайте фильтру форму конуса, одна половина которого состоит из трёх слоёв бумаги, а другая — из одного. Фильтр поместите в воронку, предварительно подравняв его так, чтобы он примерно на 0,5 см не доходил до её краёв, и смочите водой.

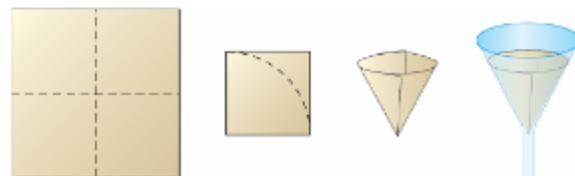


Рис. 126. Приготовление фильтра

### 3. Фильтрация

Поместите воронку с фильтром в кольцо лабораторного штатива. Под кольцом поставьте чистый стакан так, чтобы носик воронки касался его внутренней стенки (см. рис. 10). Аккуратно, пользуясь стеклянной палочкой, перелейте содержимое стакана на фильтр. Жидкость не должна доходить до краёв фильтра примерно на 0,5 см, иначе при лёгком сотрясении она может попасть в стакан через край фильтра. Не надавливайте на стеклянную палочку, чтобы не проткнуть ею фильтр. Какое вещество оседает на фильтре?

### 4. Выпаривание

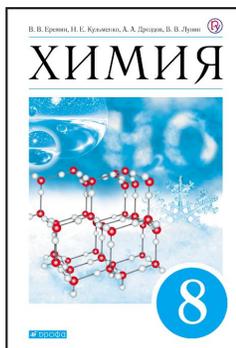
Собранный фильтрат перелейте в фарфоровую чашку, поместите её на кольцо штатива и нагревайте, перемешивая раствор (см. рис. 11). Какое вещество кристаллизуется при выпаривании раствора? Сравните полученную поваренную соль с исходной смесью. Нарисуйте приборы и запишите наблюдения в тетради.



# УЧЕБНИК

## Творческие задания

1. Подумайте и объясните, чем затвердевание цемента принципиально отличается от затвердевания расплавленного олова.
2. В состав ядовитого вещества, называемого свинцовым сахаром, входят атомы углерода, водорода, кислорода и свинца. Содержание самого тяжёлого атома равно 6,7%, а самого лёгкого — 40%. О каких процентах — массовых или атомных — идёт речь?
3. Справедливо ли утверждение, что все сладкие на вкус вещества не ядовиты, а все горькие опасны для здоровья?
4. В солонку с поваренной солью случайно насыпали сахарный песок. Предложите способ разделения такой смеси.



## Самое важное в главе 1

Все тела состоят из веществ. Вещества встречаются в природе как в индивидуальном виде, так и в составе смесей. В отличие от чистых веществ, смеси не имеют определённого состава и не могут быть описаны химической формулой. Как правило, смесь плавится или кипит в интервале температур. Свойства веществ в смеси сохраняются. Различают однородные и неоднородные смеси. Однородные смеси — растворы — разделяют выпариванием, а неоднородные — фильтрованием и отстаиванием.

Каждое вещество может находиться в трёх агрегатных состояниях — твёрдом, жидком, газообразном. Качественный и количественный состав вещества записывают в виде химической формулы, состоящей из символов химических элементов и индексов, указывающих число атомов каждого элемента.

Изменения, происходящие с веществами и телами, называют явлениями. При физических явлениях изменяется лишь форма тела или агрегатное состояние вещества, а состав вещества остаётся неизменным. Химические явления, или химические реакции, сопровождаются превращением одних веществ в другие, обладающие новыми свойствами. О протекании реакций судят по выделению или поглощению энергии, изменению окраски, образованию осадка, выделению газа, появлению запаха. Вещества реагируют между собой в определённом массовом отношении.

В результате химической реакции общая масса веществ остаётся неизменной (закон сохранения массы веществ). Химические реакции записывают в виде уравнений. Простейшие химические реакции разделяют на четыре типа: реакции соединения, разложения, замещения и обмена.

Материальный мир состоит из атомов. Атом — это мельчайшая, химически неделимая частица вещества. Атомы определённого вида называют химическим элементом. Простые вещества состоят из атомов

одного вида, а сложные — нескольких видов. В веществах атомы либо объединены в молекулы, либо связаны друг с другом в бесконечные слои и каркасы.

Молекула — мельчайшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами и состоящая из атомов, объединённых в одно целое химическими связями. Состав веществ, состоящих из молекул, постоянен и не зависит от способа получения вещества (закон постоянства состава).

Относительные массы атомов ( $A_r$ ) и молекул ( $M_r$ ) показывают, во сколько раз данная частица тяжелее

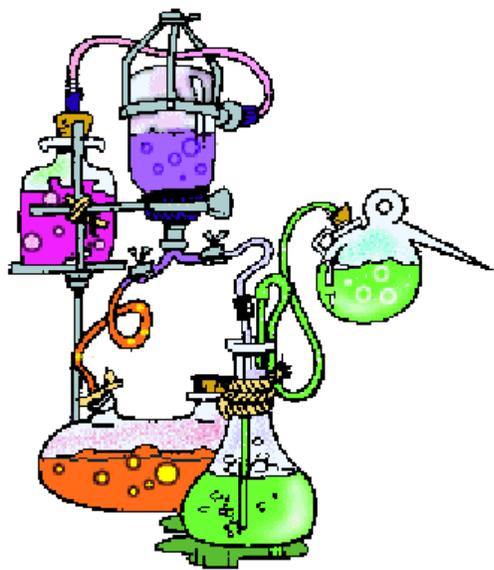
$\frac{1}{12}$  части атома углерода. Относительную молекулярную массу соединения подсчитывают как сумму относительных атомных масс образующих его химических элементов, учитывая число атомов каждого из них. Массовая доля ( $w$ ) химического элемента в веществе показывает, какая часть относительной молекулярной массы приходится на данный элемент. Сумма массовых долей всех химических элементов в соединении равна 1 (100%).

Химия — это наука о веществах, их свойствах и взаимных превращениях.

# УЧЕБНИК

## В СВОБОДНОЕ ВРЕМЯ

Дома изучите строение пламени свечи. Нарисуйте пламя красками или цветными карандашами. Тёмная зона вокруг фитиля является низкотемпературной, там происходит испарение парафина. Если вы задуете свечу, то почувствуете запах его паров. Затем расположена ярко-жёлтая часть пламени — это зона частичного сгорания парафина с образованием углекислого газа и мельчайших частиц сажи, которые, раскаляясь добела, придают ему окраску. Температура в этой зоне составляет примерно 1000 °С. Снаружи пламени заметна голубая кайма — здесь происходит полное сгорание паров парафина. Эта часть пламени наиболее горячая. Чтобы убедиться в этом на опыте, внесите в среднюю часть пламени свечи лучинку, держа её горизонтально. Запишите, в каких местах лучинка начнёт обугливаться быстрее. Нарисуйте лучинку после опыта.



## В СВОБОДНОЕ ВРЕМЯ

Из листа клетчатой бумаги вырежьте несколько пластинок высотой в три клеточки с одним выступающим квадратиком и такие же с одним вырезанным квадратиком (рис. 58). Затем приготовьте такие же пластинки высотой в 6 и 9 клеточек — они будут содержать по два и три выступа или выреза. Разумеется, такие пластинки сразу получаются парными: одна с выступами, другая с вырезами. На пластинках с вырезами напишите символы водорода H и металлов Na, K, Ag, Mg, Ca, Ba, Pb, Cu, Fe, Fe, Al, Cr так, чтобы число вырезов было равно валентности. На пластинках с выступами напишите формулы кислотных остатков Cl, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, CO<sub>3</sub>, S, SiO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>. Следите за тем, чтобы число выступов совпадало с валентностью кислотного остатка. Теперь составьте из этих пластинок формулы кислот и солей, состыковывая их так, чтобы не оставалось ни свободных выступов, ни свободных вырезов (рис. 59).

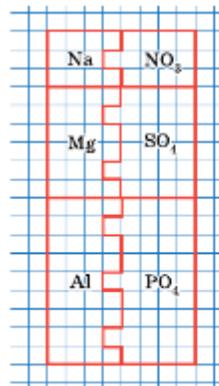


Рис. 58. Бумажные модели металлов и кислотных остатков

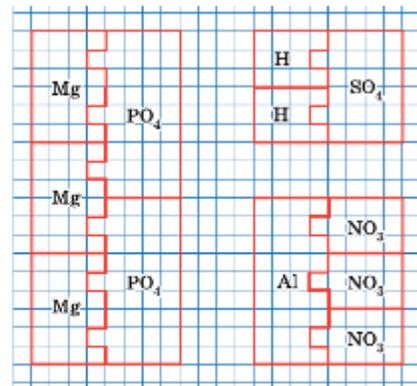
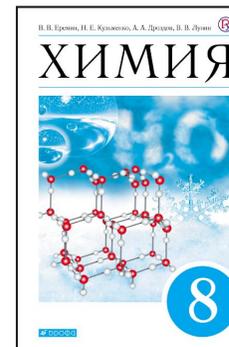


Рис. 59. Составление бумажных моделей кислот и солей

## В СВОБОДНОЕ ВРЕМЯ

Проведите дома опыт по определению состава воздуха, аналогичный описанному в параграфе. Для этого воспользуйтесь глубокой тарелкой или миской, на дне которой укрепите парафиновую свечу. Заполните миску водой, зажгите свечу и накройте её перевернутой вверх дном стеклянной банкой. Что наблюдаете? На какую высоту поднимается вода? Нарисуйте опыт в тетради. Какой вывод о составе воздуха можно сделать?



Получите в домашних условиях крупные кристаллы меди. Для этого вам потребуется медный купорос (продаётся в хозяйственных магазинах), поваренная соль и несколько железных гвоздей. Насыпьте на дно сосуда (стеклянной банки) слой медного купороса толщиной 1 см, засыпьте его сверху поваренной солью. Поверх соли поместите круг, вырезанный из фильтровальной бумаги или плотной ткани так, чтобы он касался стенок сосуда. На него положите несколько зачищенных наждаком железных гвоздей. Залейте банку водой и оставьте на несколько дней. В банке образуются красивые блестящие кристаллы меди. Поваренная соль замедляет протекание процесса, что приводит к образованию крупных кристаллов. Промойте их водой и высушите между листами фильтровальной бумаги или лоскутами ткани. Попробуйте провести опыт, меняя толщину слоёв медного купороса и поваренной соли, температуру (поставив банку в прохладном месте, у батарее и т. д.) и форму сосуда. Запишите свои наблюдения и уравнение реакции.



корпорация  
**р**оссийский  
учебник



-Учебник



-Рабочая тетрадь



- Методическое пособие для учителя



# Состав УМК «9 класс»

Предисловие .....	3
<b>ГЛАВА 1. Стехиометрия. Количественные отношения в химии</b>	
§ 1. Моль — единица количества вещества .....	5
§ 2. Молярная масса .....	10
§ 3. Вывод простейшей формулы вещества .....	15
§ 4. Расчёты по уравнениям реакций .....	18
§ 5. Закон Авогадро. Молярный объём газов .....	23
§ 6. Относительная плотность газов .....	28
§ 7. Расчёты по уравнениям химических реакций с участием газов .....	31
§ 8. Более сложные расчёты по уравнениям реакций .....	35
Самое важное в главе 1 .....	41
<b>ГЛАВА 2. Химическая реакция</b>	
§ 9. Электролиты и неэлектролиты. Электролитическая диссоциация .....	43
§ 10. Диссоциация кислот, оснований и солей .....	48
§ 11. Сильные и слабые электролиты .....	55
§ 12. Кислотность среды. Водородный показатель .....	59
§ 13. Реакции ионного обмена и условия их протекания .....	66
§ 14. Гидролиз солей .....	72
§ 15. Окисление и восстановление .....	77
§ 16. Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций .....	85
§ 17. Химические источники тока. Электрохимический ряд напряжений металлов .....	91
§ 18. Электролиз .....	95
§ 19. Тепловые эффекты химических реакций .....	99
§ 20. Скорость химических реакций .....	103
§ 21. Обратимые реакции. Химическое равновесие .....	107
Самое важное в главе 2 .....	112
<b>ГЛАВА 3. Неметаллы</b>	
§ 22. Общая характеристика неметаллов .....	114
§ 23. Хлор .....	116
§ 24. Хлороводород и соляная кислота .....	120
§ 25. Галогены .....	126
§ 26. Сера и её соединения .....	130
§ 27. Серная кислота .....	135
§ 28. Азот .....	143
§ 29. Аммиак .....	145
§ 30. Азотная кислота .....	150

# «9 класс»

§ 31. Фосфор .....	155
§ 32. Фосфорная кислота .....	158
§ 33. Углерод .....	160
§ 34. Уголь .....	165
§ 35. Угарный и углекислый газы .....	170
§ 36. Угольная кислота и её соли .....	176
§ 37. Круговорот углерода в природе .....	180
§ 38. Кремний и его соединения .....	181
Самое важное в главе 3 .....	186
<b>ГЛАВА 4. Металлы</b>	
§ 39. Общие свойства элементов-металлов .....	189
§ 40. Простые вещества — металлы .....	193
§ 41. Получение металлов. Применение металлов в технике .....	201
§ 42. Щелочные металлы .....	205
§ 43. Кальций .....	209
§ 44. Алюминий .....	212
§ 45. Железо .....	220
Самое важное в главе 4 .....	224
<b>ГЛАВА 5. Обобщение сведений об элементах и неорганических веществах</b>	
§ 46. Закономерности изменения свойств элементов и простых веществ .....	226
§ 47. Закономерности изменения свойств соединений элементов .....	231
Самое важное в главе 5 .....	236
<b>ГЛАВА 6. Начальные сведения об органических соединениях</b>	
§ 48. Классификация и строение органических веществ .....	237
§ 49. Углеводороды .....	241
§ 50. Кислородсодержащие органические вещества .....	247
Самое важное в главе 6 .....	253
<b>ПРАКТИКУМ</b>	
Практическая работа 1 Экспериментальное решение задач по теме «Электролитическая диссоциация» .....	254
Практическая работа 2 Получение аммиака и изучение его свойств .....	255
Практическая работа 3 Получение углекислого газа и изучение его свойств .....	257



Практическая работа 4 Экспериментальное решение задач по теме «Неметаллы» .....	258
Практическая работа 5 Экспериментальное решение задач по теме «Металлы» .....	259
<b>ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ ПО ХИМИИ</b> .....	261
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	263
<b>ОТВЕТЫ К РАСЧЁТНЫМ ЗАДАЧАМ</b> .....	279
<b>ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ</b> .....	281
<b>ЗА СТРАНИЦАМИ УЧЕБНИКА</b> .....	284

# Стехиометрия. Количественные отношения в химии

Как вы помните, химия изучает вещества и их превращения. Состав веществ выражают химические формулы, а суть химических превращений — уравнения реакций. Химические формулы и уравнения содержат много информации; изучив эту главу, вы научитесь грамотно использовать эту информацию.

Химическая информация бывает качественная и количественная. Когда вы узнаете о том, из каких химических элементов состоит вещество или какие вещества могут реагировать друг с другом, вы получаете качественную информацию. Если же речь идёт о том, в каких соотношениях реагируют вещества, то эта информация — количественная. Количественными отношениями занимается специальный раздел химии — *стехиометрия* (от греч. *стойхеион* — элемент и *метрео* — измеряю). Этот термин ввёл немецкий учёный И. В. Рихтер (1762—1807). К изучению основных положений стехиометрии вы сейчас и приступаете.

## § 1 Моль — единица количества вещества

Представьте себе продовольственный магазин, в который на машине привезли сахарный песок. Он состоит из очень маленьких кристаллов органического вещества сахарозы. Для того чтобы узнать количество песка, заведующий складом, конечно, не будет пересчитывать один за другим все кристаллики, а просто сосчитает привезённые мешки (рис. 1). Похожую процедуру применяют и в химии для определения количества того или иного вещества. Порцию вещества, содержащую определённое число его частиц, называют **количеством вещества** ( $\nu$  — «ню»). Оно показывает,



# УЧЕБНИК

## Глава 1. СТЕХИОМЕТРИЯ. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОТНОШЕНИЯ В ХИМИИ



Рис. 1. Определение количества сахарного песка

сколько наименьших частиц (структурных единиц) данного вещества содержится в том или ином образце. Для вещества молекулярного строения такими частицами являются молекулы, в остальных случаях структурная единица соответствует химической формуле, например для кварца —  $\text{SiO}_2$ , поваренной соли —  $\text{NaCl}$ , железа —  $\text{Fe}$ .

Атомы и молекулы, из которых состоит вещество, очень малы, поэтому неудивительно, что их число в окружающем нас мире огромно. Даже в самом маленьком кристалле сахара число молекул превышает миллиард миллиардов. Химики, не имея возможности пересчитать отдельные молекулы, для измерения количества вещества используют специальную единицу — моль<sup>1</sup>.

**Моль — это количество вещества, содержащее  $6,02 \cdot 10^{23}$  структурных единиц данного вещества.**

Таким образом, 1 моль воды содержит  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул  $\text{H}_2\text{O}$ , 1 моль железа — столько же атомов  $\text{Fe}$  и т. д.

Число  $6,02 \cdot 10^{23}$  называют **числом Авогадро** в честь итальянского учёного Амедео Авогадро. Почему именно это число выбрано для определения моля? Дело в том, что столько атомов содержится в 12 г изотопа углерода  $^{12}\text{C}$ , который используют в качестве стандарта для определения атомной единицы массы.

Один атом углерода  $^{12}\text{C}$  имеет массу 12 а. е. м., а  $6,02 \cdot 10^{23}$  (число Авогадро) атомов углерода  $^{12}\text{C}$  ве-

<sup>1</sup> При написании слово «моль» склоняется, когда перед ним не стоит число, и не склоняется после числа или переменной. Например: два моля водорода реагируют с одним молем кислорода, но 2 моля водорода реагируют с 1 молью кислорода.

Моль — единица количества вещества

сят 12 г. Следовательно, произведение атомной единицы массы и числа Авогадро равно 1 г. Значит,

$$1 \text{ а. е. м.} = \frac{1 \text{ г}}{6,02 \cdot 10^{23}}$$

Таким образом, определение моля тесно связано с определением единицы массы атомов и молекул.

Числу Авогадро численно равна **постоянная Авогадро**, которую обозначают  $N_A$ . Эта постоянная, в отличие от числа Авогадро, выражается в единицах, делённых на моль ( $1/\text{моль}$ , т. е.  $\text{моль}^{-1}$ ). Таким образом,

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Для приближённых расчётов число Авогадро округляют до  $6 \cdot 10^{23}$ .

12 г углерода  $^{12}\text{C}$  содержат около  
600 000 000 000 000 000 000 000 атомов.

Понятие «моль» можно применять не только к молекулам, но и к любым штучным объектам — атомам, ионам, электронам и т. д. Если мы попытаемся применить понятие моля к обычным явлениям нашей жизни, то сразу увидим, насколько велико число Авогадро. Так, если 1 моль рублей положить в Сбербанк под 16% годовых, то каждую секунду на одного жителя России будет приходиться доход 20 млн рублей. Другой пример: если одним молем однокопеечных монет покрыть

## Авогадро Амедео (1776—1856)

Итальянский физик и химик. Родился в Турине. Получил юридическое образование. В 24 года начал самостоятельно изучать физику и математику. С 1809 г. преподавал в колледже г. Верчелли, потом — в Туринском университете. Основные работы посвящены молекулярной физике. Ввёл понятия «молекула» и «молекулярный вес». В 1814 г. открыл важный для физики и химии закон, названный впоследствии его именем. На основе этого закона Авогадро разработал метод определения молекулярных и атомных масс. Он первым установил, что формула воды —  $\text{H}_2\text{O}$ , а не  $\text{HO}$ , как считали ранее. Постоянная Авогадро была введена в науку спустя много лет после смерти учёного.



# УЧЕБНИК

## Глава 1. СТЕХИОМЕТРИЯ. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОТНОШЕНИЯ В ХИМИИ

всю поверхность Земли, включая моря и океаны, то получится слой толщиной 1 км.

Зная постоянную Авогадро, можно любое количество вещества выразить в молях. Если вещество содержит  $N$  молекул (или структурных единиц), то количество вещества равно:

$$\nu = \frac{N}{N_A}; \quad N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Наоборот, зная количество вещества в молях, можно найти число частиц:

$$N = \nu \cdot N_A.$$

**Задача 1.** В воздухе классной комнаты находится  $4,93 \cdot 10^{26}$  молекул кислорода. Найдите количество вещества кислорода.

Дано.  
 $N(\text{O}_2) = 4,93 \cdot 10^{26}$

Решение.

*Способ I*

$$\nu = \frac{N}{N_A};$$

$$\nu(\text{O}_2) = \frac{4,93 \cdot 10^{26}}{6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} = 819 \text{ моль}.$$

*Способ II*

Используем определение моля:

в 1 моль  $\text{O}_2$  содержится  $6,02 \cdot 10^{23}$  молекул,  
в  $x$  моль  $\text{O}_2$  содержится  $4,93 \cdot 10^{26}$  молекул;

$$x = \frac{1 \text{ моль} \cdot 4,93 \cdot 10^{26}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 819 \text{ моль}.$$

О т в е т.  $\nu(\text{O}_2) = 819$  моль.

Понятие «моль» играет важную роль в расчётах по формулам веществ и уравнениям химических реакций. Например, формула воды  $\text{H}_2\text{O}$  может означать как одну молекулу воды, так и один моль этого вещества. Из формулы воды следует, что в состав молекулы  $\text{H}_2\text{O}$  входят два атома водорода и один атом кислорода. А если

мы возьмём не одну молекулу, а целый моль воды, т. е.  $6 \cdot 10^{23}$  молекул? Тогда и атомов будет в  $6 \cdot 10^{23}$  раз больше: один моль воды содержит два моля атомов Н и один моль атомов О.

**Задача 2.** Определите количество атомов азота и кислорода (в молях) в 0,5 моль оксида азота(V).

Дано.  
 $\nu(\text{N}_2\text{O}_5) = 0,5$  моль

Решение.

$\nu(\text{N}) = ?$

Формула оксида азота(V) —  $\text{N}_2\text{O}_5$ . Согласно этой формуле:

в 1 моль  $\text{N}_2\text{O}_5$  содержится 2 моль атомов N и 5 моль атомов O,

в 0,5 моль  $\text{N}_2\text{O}_5$  содержится  $x$  моль атомов N и  $y$  моль атомов O:

$$x = \frac{0,5 \text{ моль} \cdot 2 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = 1 \text{ моль};$$

$$y = \frac{0,5 \text{ моль} \cdot 5 \text{ моль}}{1 \text{ моль}} = 2,5 \text{ моль}.$$

Можно обойтись и без пропорции. Достаточно заметить, что атомов азота в  $\text{N}_2\text{O}_5$  всегда в 2 раза больше, чем молекул, поэтому  $\nu(\text{N}) = 2\nu(\text{N}_2\text{O}_5) = 1$  моль. Аналогично,  $\nu(\text{O}) = 5\nu(\text{N}_2\text{O}_5) = 2,5$  моль.

О т в е т.  $\nu(\text{N}) = 1$  моль,  $\nu(\text{O}) = 2,5$  моль.

## Вопросы и задания

1. Дайте определение понятия «моль».
2. В стакане воды содержится 11 моль этого вещества. Рассчитайте число молекул воды в стакане.
3. Плёнка золота содержит  $3,01 \cdot 10^{19}$  атомов золота. Рассчитайте количество вещества золота (в молях).
4. Сколько молей атомов кислорода содержится в углекислом газе, количество вещества которого: а) 1 моль; б) 4 моль; в) 0,37 моль?
5. Рассчитайте количество вещества оксида серы(VI)  $\text{SO}_3$ , если известно, что количество атомов кислорода в нём составляет: а) 1 моль; б) 3 моль; в) 0,18 моль.
- \*6. Сколько молей электронов содержится в одном моле: а) золота; б) хлорида натрия?

В. В. Еремин, Н. Е. Кузьменко, А. А. Дроздов, В. В. Лукин

# ХИМИЯ



9 ПРОФ

7. Общее число атомов на Земле примерно равно  $6 \cdot 10^{49}$ . Сколько это молей?
- \*8. Если взять один моль букв и разместить их в строчку, то чему будет равна её длина в световых годах? Считайте, что каждая буква занимает 1 см строки, скорость света равна 300 тыс. км/с, в одном году около 30 млн секунд.
- \*9. Подумайте, как ещё можно наглядно продемонстрировать, насколько велико число Авогадро.

# НАША ПОДДЕРЖКА



# МЫ БОЛЬШЕ, ЧЕМ ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ!

## 4 ПРИЧИНЫ РАБОТАТЬ ПО НАШИМ УЧЕБНИКАМ



**Мы входим в состав крупнейшего издательского холдинга РФ.**

Более **300 тыс. учителей** работают с нами, **15 млн. учащихся** учатся по нашим учебникам



**С нами вы получите персональную методическую поддержку**

в личном кабинете на сайте [rosuchebnik.ru](http://rosuchebnik.ru)



**С нами вы будете обеспечены дополнительными дидактическими материалами** на сайте

[rosuchebnik.ru](http://rosuchebnik.ru) и на цифровой платформе [lecta.rosuchebnik.ru](http://lecta.rosuchebnik.ru)



**С нашими курсами повышения квалификации совместно с ИРОиПК**

в Университете корпорации «Российский учебник» вы оперативно сможете повышать свой профессиональный уровень

# ЛЕСТА – УНИКАЛЬНАЯ ИНТЕРАКТИВНАЯ ЦИФРОВАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА



ОБЛЕГЧАЕТ РАБОТУ УЧИТЕЛЯ



ПОМОГАЕТ ЛУЧШЕ УЧИТЬ И УЧИТЬСЯ



ОБЕСПЕЧИВАЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ

## СЕРВИСЫ

«КЛАССНАЯ РАБОТА»

«КОНТРОЛЬ»



# LECTA

## ПОПРОБУЙТЕ И УБЕДИТЕСЬ САМИ!

Активируйте промо-код **5books** на сайте **lecta.rosuchebnik.ru** и получите **БЕСПЛАТНЫЙ** доступ к электронным учебникам и уникальным сервисам на сайте LECTA:



5 учебников



1 месяц



бесплатно



Сервисы «Классная работа»,  
«Контроль»



2019

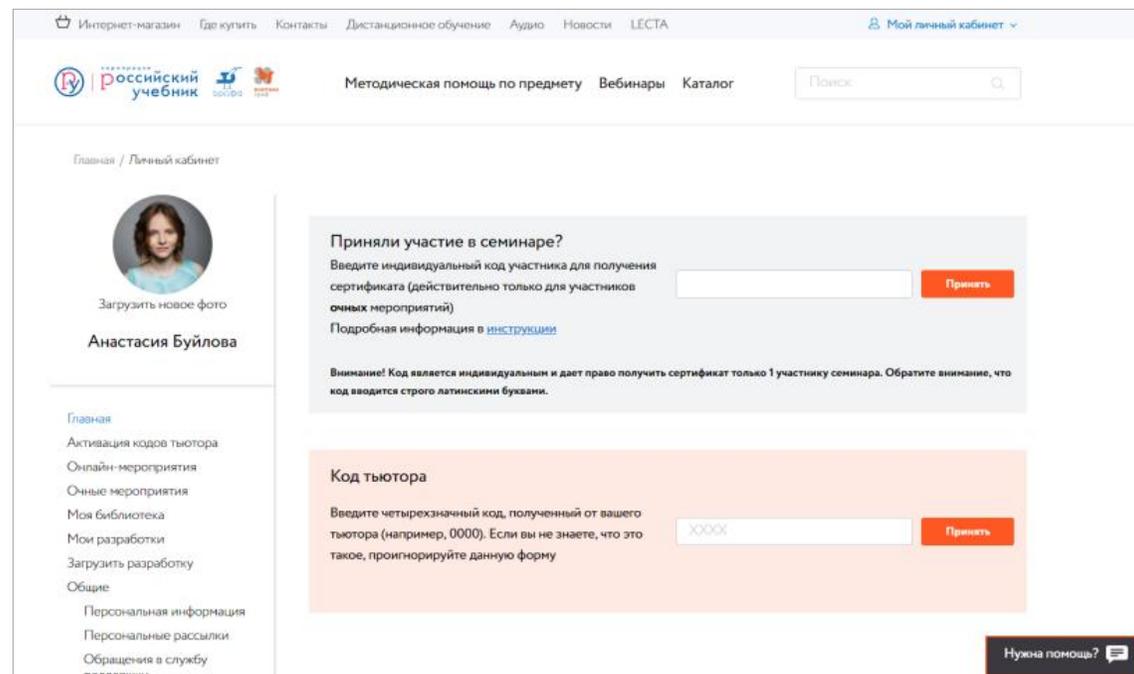


бесплатно

Адрес сайта: <https://lecta.rosuchebnik.ru/>

# РЕГИСТРИРУЙТЕСЬ НА САЙТЕ ROSUCHEVNIK.RU И ПОЛЬЗУЙТЕСЬ ПРЕИМУЩЕСТВАМИ ЛИЧНОГО КАБИНЕТА

- Регистрируйтесь на очные и онлайн-мероприятия
- Получайте сертификаты за участие в вебинарах и конференциях
- Пользуйтесь цифровой образовательной платформой LECTA
- Учитесь на курсах повышения квалификации
- Скачивайте рабочие программы, сценарии уроков и внеклассных мероприятий, готовые презентации и многое другое
- Создавайте собственные подборки интересных материалов
- Участвуйте в конкурсах, акциях и спецпроектах
- Становитесь членом экспертного сообщества
- Сохраняйте архив обращений в службу техподдержки
- Управляйте новостными рассылками



# САЙТ КОРПОРАЦИИ «РОССИЙСКИЙ УЧЕБНИК»

## МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОМОЩЬ ПО ПРЕДМЕТУ

Интернет-магазин Где купить Контакты Дистанционное обучение Аудио Новости LECTA [Мой личный кабинет](#)

российский учебник дрофа вентана граф

Методическая помощь по предмету Вебинары Каталог

### Методическая помощь

Выберите тип методической помощи

Вебинары	Внеурочная деятельность (конкурсные работы)	Из опыта педагогов
Конкурсы и акции	Конференции, форумы и фестивали	Курсы повышения квалификации
Методические пособия	Методический семинар	Наглядные и раздаточные материалы
Познавательные игры	Презентации к урокам	Рабочие программы
Рабочие программы, разработанные педагогами	Разработки уроков (конспекты уроков)	Статьи

### Проекты

Выберите тип методической помощи, чтобы посмотреть материалы и мероприятия по предмету или уточните УМК.

Заккрыть

## Курсы повышения квалификации для педагогов

- Материалы и лекции от известных авторов учебно-методических комплектов
- Обучение на курсах повышения квалификации позволит педагогам всегда быть в курсе актуальных тенденций в образовании в условиях быстро меняющейся реальности
- Эффективное обучение с помощью современных образовательных инструментов и информационных технологий
- Сетевое взаимодействие с ИРО и ИПК



в любое время,  
в любом месте



удостоверение  
установленного образца



лицензия



[rosuchebnik.ru](http://rosuchebnik.ru), [росучебник.рф](http://rosuchebnik.ru)

Москва, Пресненская наб., д. 6, строение 2  
+7 (495) 795 05 35, 795 05 45, [info@rosuchebnik.ru](mailto:info@rosuchebnik.ru)

## Нужна методическая поддержка?

Методический центр  
8-800-2000-550 (звонок бесплатный)  
[metod@rosuchebnik.ru](mailto:metod@rosuchebnik.ru)

## Хотите купить?

 **ook 24**

Официальный интернет-магазин  
учебной литературы [book24.ru](http://book24.ru)



LECTA

Цифровая среда школы  
[lecta.rosuchebnik.ru](http://lecta.rosuchebnik.ru)



Отдел продаж  
[sales@rosuchebnik.ru](mailto:sales@rosuchebnik.ru)

## Хотите продолжить общение?



[youtube.com/user/drofapublishing](https://youtube.com/user/drofapublishing)



[fb.com/rosuchebnik](https://fb.com/rosuchebnik)



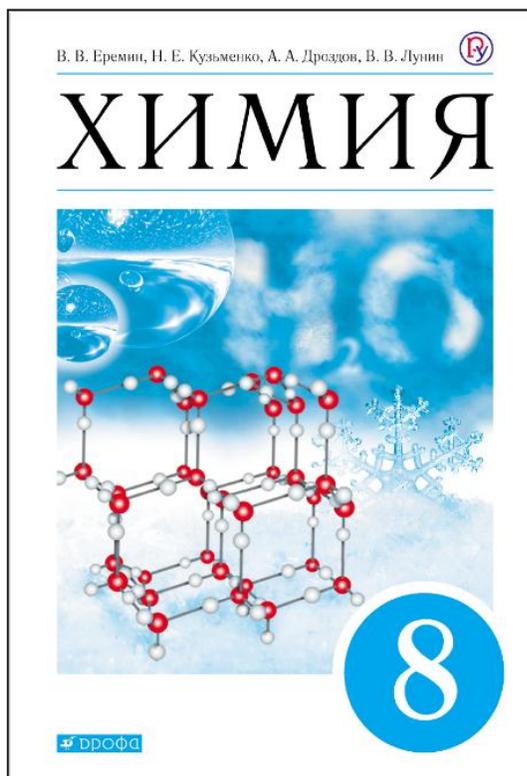
[vk.com/ros.uchebnik](https://vk.com/ros.uchebnik)



[ok.ru/rosuchebnik](https://ok.ru/rosuchebnik)

корпорация  
**Р**оссийский  
учебник

 ЛЕСТА



Центр Общего и Среднего Образования  
корпорации  
«Российский учебник»  
123112, Москва, Пресненская наб., д.6, стр.2  
телефон: 8-495-795-05-35 (доб. 75-35)

Аникеев Иван Валентинович  
методист по химии

[Anikeev.IV@rosuchebnik.ru](mailto:Anikeev.IV@rosuchebnik.ru)