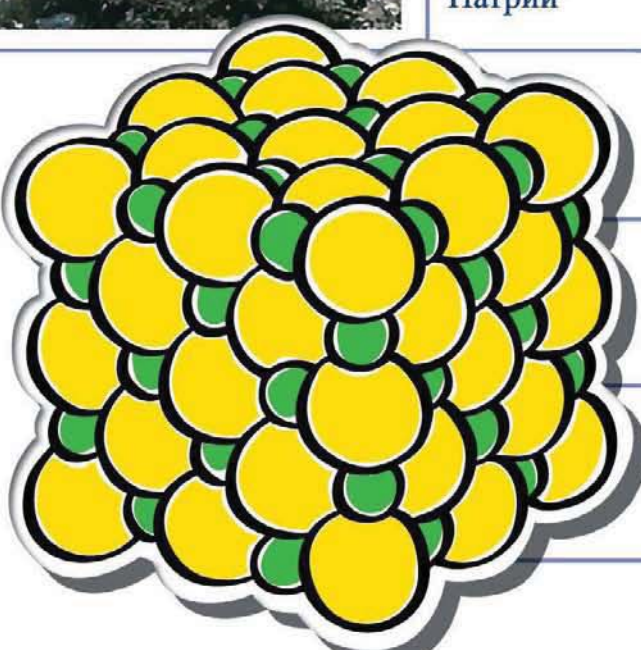


# Химия



|                                                                                       |  |                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------|
|                                                                                       |  |                                             |
| $\text{Na}$ <sup>11</sup><br>22,9898<br>Натрий                                        |  | $\text{Cl}$ <sup>17</sup><br>35,453<br>Хлор |
|    |  |                                             |
|  |  |                                             |

БАЗОВЫЙ  
УРОВЕНЬ

УДК 373.167.1:54+54(075.3)  
ББК 24я721  
Г12

Учебник (6-е издание, стереотипное соответствует 5-му, переработанному) допущен к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность, в соответствии с Приказом Министерства просвещения Российской Федерации № 858 от 21.09.2022.

Издание выходит в pdf-формате.

**Габриелян, Олег Сергеевич.**

Г12 Химия : 8-й класс : базовый уровень : учебник : издание в pdf-формате / О. С. Габриелян, И. Г. Остроумов, С. А. Сладков. — 6-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2024. — 175, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-09-116482-4 (электр. изд.). — Текст : электронный.

ISBN 978-5-09-110813-2 (печ. изд.).

Материал учебника ориентирован на освоение учащимися первых научных понятий о неорганических веществах, их свойствах и превращениях, методах получения и практическом применении и основан на достижениях химии как области современного естествознания. Усвоению материала способствуют практическая направленность, схемы и иллюстрации, составляющие неотъемлемую часть авторской методики. Большое внимание в учебнике уделено развитию универсальных учебных действий, формированию экспериментальных умений и навыков.

Учебник создан в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования, утверждённого Приказом Министерства просвещения РФ № 287 от 31.05.2021 г.

Учебник «Химия. 8 класс. Базовый уровень» может считаться второй частью полного курса химии О. С. Габриеляна, И. Г. Остроумова и С. А. Сладкова для основной школы, если в 7 классе использовался учебник «Химия. 7 класс» этих авторов, а может быть самостоятельной учебной книгой, которая открывает такой курс.

УДК 373.167.1:54+54(075.3)  
ББК 24я721

ISBN 978-5-09-116482-4 (электр. изд.)  
ISBN 978-5-09-110813-2 (электр. изд.)

© АО «Издательство «Просвещение», 2019, 2023  
© Художественное оформление.  
АО «Издательство «Просвещение», 2019  
Все права защищены

# Оглавление

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Предисловие .....                                                                                       | 3  |
| <b>Глава I. Первоначальные химические понятия</b> .....                                                 | 5  |
| § 1. Предмет химии. Роль химии в жизни человека .....                                                   | 6  |
| § 2. Методы изучения химии .....                                                                        | 12 |
| § 3. Агрегатные состояния веществ .....                                                                 | 15 |
| <i>Практическая работа 1</i>                                                                            |    |
| Правила техники безопасности и некоторые виды работ в химической лаборатории (кабинете химии) .....     | 20 |
| <i>Практическая работа 2</i>                                                                            |    |
| Наблюдение за горящей свечой .....                                                                      | 23 |
| § 4. Физические явления — основа разделения смесей в химии .....                                        | 24 |
| <i>Практическая работа 3</i>                                                                            |    |
| Анализ почвы .....                                                                                      | 29 |
| § 5. Атомно-молекулярное учение. Химические элементы .....                                              | 30 |
| § 6. Знаки химических элементов. Периодическая таблица Д. И. Менделеева .....                           | 35 |
| § 7. Химические формулы .....                                                                           | 39 |
| § 8. Валентность .....                                                                                  | 42 |
| § 9. Химические реакции .....                                                                           | 46 |
| § 10. Химические уравнения .....                                                                        | 50 |
| § 11. Типы химических реакций .....                                                                     | 54 |
| Выводы к главе I .....                                                                                  | 58 |
| <b>Глава II. Важнейшие представители неорганических веществ. Количественные отношения в химии</b> ..... | 59 |
| § 12. Воздух и его состав .....                                                                         | 60 |
| § 13. Кислород .....                                                                                    | 63 |
| <i>Практическая работа 4</i>                                                                            |    |
| Получение, сбор и распознавание кислорода .....                                                         | 68 |
| § 14. Оксиды .....                                                                                      | 69 |
| § 15. Водород .....                                                                                     | 72 |
| <i>Практическая работа 5</i>                                                                            |    |
| Получение, сбор и распознавание водорода .....                                                          | 74 |
| § 16. Кислоты .....                                                                                     | 75 |
| § 17. Соли .....                                                                                        | 78 |
| § 18. Количество вещества. Молярная масса .....                                                         | 81 |
| § 19. Молярный объём газов .....                                                                        | 84 |
| § 20. Расчёты по химическим уравнениям .....                                                            | 86 |
| § 21. Вода. Основания .....                                                                             | 89 |
| § 22. Растворы. Массовая доля растворённого вещества .....                                              | 93 |

### *Практическая работа 6*

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Приготовление раствора с заданной массовой долей растворённого вещества ..... | 97 |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|

### *Домашний эксперимент*

|                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| Выращивание кристаллов алюмокалиевых квасцов или медного купороса ..... | 98  |
| Выводы к главе II .....                                                 | 100 |

## **Глава III. Основные классы неорганических соединений** .....

|                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 23. Оксиды, их классификация и химические свойства .....              | 102 |
| § 24. Основания, их классификация и химические свойства .....           | 105 |
| § 25. Кислоты, их классификация и химические свойства .....             | 108 |
| § 26. Соли, их классификация и химические свойства .....                | 111 |
| § 27. Генетическая связь между классами неорганических соединений ..... | 116 |

### *Практическая работа 7*

|                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Решение экспериментальных задач по теме «Основные классы неорганических соединений» ..... | 120 |
| Выводы к главе III .....                                                                  | 121 |

## **Глава IV. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева. Строение атома** .....

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 28. Естественные семейства химических элементов. Амфотерность ....         | 124 |
| § 29. Открытие Периодического закона Д. И. Менделеевым .....                 | 128 |
| § 30. Основные сведения о строении атома .....                               | 132 |
| § 31. Строение электронных оболочек атомов .....                             | 136 |
| § 32. Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева .....      | 140 |
| § 33. Характеристика элемента по его положению в Периодической системе ..... | 144 |
| Выводы к главе IV .....                                                      | 148 |

## **Глава V. Химическая связь. Окислительно-восстановительные реакции** .....

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| § 34. Ионная химическая связь .....                            | 150 |
| § 35. Ковалентная химическая связь .....                       | 153 |
| § 36. Ковалентная неполярная и полярная химическая связь ..... | 156 |
| § 37. Металлическая химическая связь .....                     | 160 |
| § 38. Степень окисления .....                                  | 162 |
| § 39. Окислительно-восстановительные реакции .....             | 166 |
| Выводы к главе V .....                                         | 170 |
| Предметный указатель .....                                     | 171 |
| Ответы .....                                                   | 173 |

# § 1. ПРЕДМЕТ ХИМИИ. РОЛЬ ХИМИИ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА



Что изучают известные вам естественные науки и какова этимология (происхождение) их названий?

Окружающую природу раньше называли *естеством*. Отсюда произошло название области знаний о природе — *естествознание*. Оно объединяет такие науки, как химия, физика, география, биология, астрономия. С физикой, физической географией и биологией вы знакомились ранее.



А что изучает химия?

## Лабораторный опыт 1

Ознакомьтесь с химической лабораторной посудой. Подумайте, для чего предназначен каждый её образец: пробирка, колба, химический стакан, мерный цилиндр, воронки (пластиковая и стеклянная). Что общего между образцами посуды? Чем различаются воронки?

Все окружающие нас объекты (в том числе лабораторная посуда) — это **физические тела**. Вы, конечно, заметили, что лабораторная посуда для опыта, за исключением одной пластмассовой воронки, изготовлена из стекла.

То, из чего состоят физические тела, называется **веществом**.

Каждое вещество характеризуется индивидуальными физическими свойствами: цветом, запахом, агрегатным состоянием (при определённых условиях), температурой плавления, температурой кипения, плотностью, теплопроводностью, электропроводностью и др.

А что такое свойства веществ?

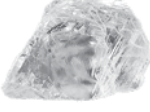
Признаки, которыми характеризуется каждое конкретное вещество, называются **свойствами веществ**.

Свойства самых известных веществ выступают в роли эталонных (от фр. *etalon* — образец, мерило). Так, на свойствах воды основана температурная шкала, которую предложил шведский астроном и метеоролог Андерс Цельсий (шкала Цельсия). В этой шкале за 0 °C принята температура замерзания воды, а за 100 °C — температура её кипения. За единицу измерения теплоты принята 1 калория — это количество теплоты, которое необходимо для нагревания 1 г воды на 1 °C.

Твёрдость веществ определяют по минералогической шкале твёрдости, предложенной немецким минералогом и геологом Фридрихом Моосом (шкала Мооса). Эталонами в ней являются 10 распространённых минералов (от талька до алмаза), расположенных в порядке возрастания твёрдости, значения шкалы от 1 до 10 (табл. 1).

Таблица 1

Шкала твёрдости Мооса

| Твёрдость по Моосу | Эталонный минерал | Изображение                                                                         | Тест на твёрдость                            |
|--------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1                  | Тальк             |    | Царапается ногтем                            |
| 2                  | Гипс              |    | Царапается ногтем                            |
| 3                  | Кальцит           |    | Царапается медью                             |
| 4                  | Флюорит           |    | Легко царапается ножом, оконным стеклом      |
| 5                  | Апатит            |   | С усилием царапается ножом, оконным стеклом  |
| 6                  | Ортоклаз          |  | Царапает стекло. Обрабатывается напильником  |
| 7                  | Кварц             |  | Поддается обработке алмазом, царапает стекло |
| 8                  | Топаз             |  | Поддается обработке алмазом, царапает стекло |
| 9                  | Корунд            |  | Поддается обработке алмазом, царапает стекло |
| 10                 | Алмаз             |  | Царапает стекло                              |

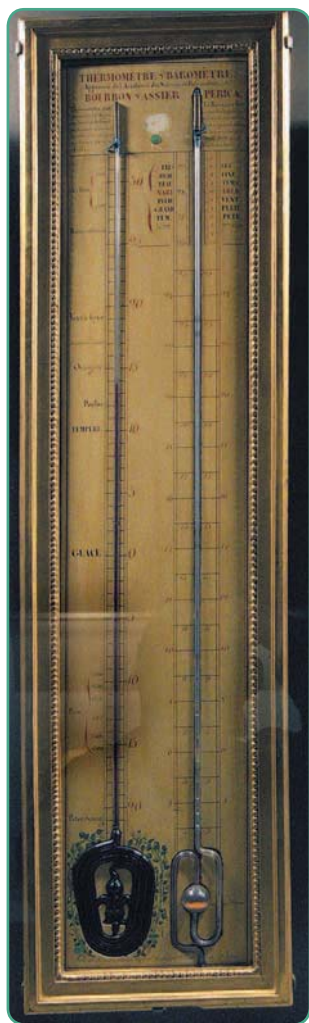


Рис. 1. Прибор на основе ртути — барометр

Измерять атмосферное давление по высоте столбика ртути в качестве эталона предложил в XVII в. итальянский математик и физик Эванджелиста Торричелли. Проведя опыт, он доказал, что атмосферное давление уравнивается весом столбика ртути, имеющей очень высокую плотность. Позднее на основе этого открытия был создан прибор для измерения атмосферного давления — барометр (рис. 1). Жидкую ртуть используют также и в термометрах.

Свойства веществ обуславливают их применение. Например, стекло и пластмасса — это материалы для изготовления самых разных изделий.

**Материал** — вещество или смесь веществ, из которых изготавливается изделие.

Изучением свойств и созданием материалов занимается раздел науки — **материаловедение**. Важная цель материаловедения — получать материалы с заранее заданными свойствами.

Изделия изготавливают с учётом свойств материала. Рассмотрим в качестве примера *физические свойства* материалов на основе алюминия. Лёгкость и прочность таких материалов позволяют использовать их в авиационной технике, транспортном машиностроении (судостроении и т. д.). А простота механической обработки позволяет изготавливать из алюминия самые разные изделия (рис. 2): детали машин и приборов, архитектурные сооружения, конструкции мостов, линии электропередачи (ЛЭП), трубы, железнодорожные цистерны и т. д. Поскольку материалы на основе алюминия безвредны, их широко применяют для изготовления посуды. Алюминий незаменим для изготовления упаковочной

фольги. Серебристый порошок алюминия применяется для получения декоративной краски.

Используются и *химические свойства* алюминия:

- он не взаимодействует с концентрированными серной и азотной кислотами, поэтому их перевозят в алюминиевых цистернах;
- способность алюминия гореть ослепительно ярким пламенем широко используется при производстве фейерверков, салютов, бенгальских огней, осветительных ракет. При этом алюминий превращается в другие вещества.

Явления, при которых из одних веществ образуются новые вещества, называются **химическими явлениями**. Изучением таких явлений и занимается химия.

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

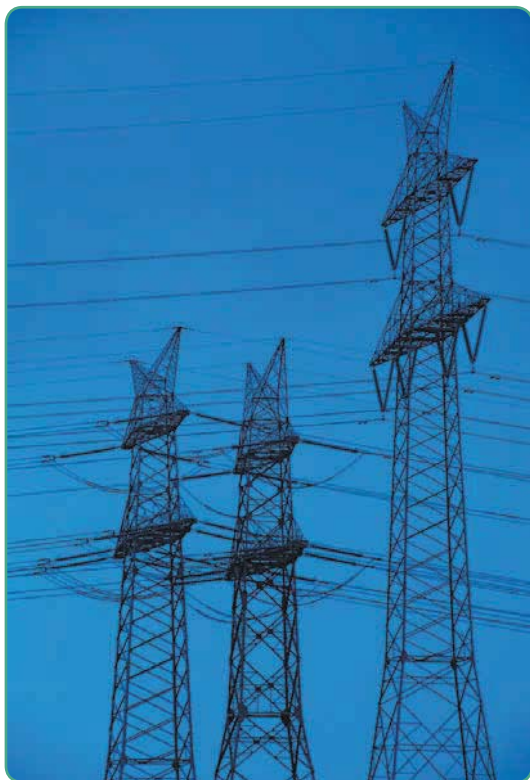
Сегодня химия и химическая промышленность развиваются гораздо быстрее многих наук и отраслей производства. Почему же слово «химия» вызывает у нас как положительные, так и отрицательные эмоции? Положительные потому, что без достижений химии немислимо существование современного общества (рис. 3). Это самые разнообразные пластмассы для изготовления компьютеров, телефонов и автомобилей; предметы быта, упаковка и т. д. Это гигиенические и косметические средства. Своими успехами современная медицина во многом обязана химии: синтетические витамины и лекарственные средства, материалы для изготовления медицинской аппаратуры и приборов. Сельское хозяйство



а



б



в



г

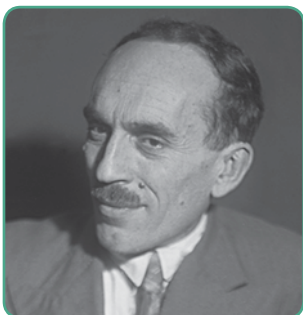
Рис. 2. Применение алюминия на основе его свойств: а — самолётостроение; б — ракетостроение; в — ЛЭП; г — производство фольги



Рис. 3. Примеры использования химии в жизни: а — фарфоровая посуда; б — косметика; в — удобрения; г — синтетические ткани; д — компьютер; е — лекарства



Михаил Васильевич  
Ломоносов (1711—1765)



Николай Николаевич  
Семёнов (1896—1986)

немыслимо без применения удобрений, средств защиты растений и животных. На основе химических технологий создаются материалы для носителей информации, а также средства для её хранения и передачи.

Прав был великий Михаил Васильевич Ломоносов, который ещё в 1747 г. утверждал: «Широко распространяет химия руки свои в дела человеческие...»

А вот что в XX в. сказал о химии Н. Н. Семёнов, учёный, лауреат Нобелевской премии: «Всё мы связываем с химической наукой: прогресс в познании окружающего мира, новые методы его перестройки и усовершенствования. И не может быть в наши дни специалиста, который мог бы обойтись без знания химии». Положительное отношение к химии называют одним словом — **хемофи́лия**. Антоним хемофилии — **хемофобия**. Отрицательное отношение к химии тоже имеет свою аргументацию.

Химическое загрязнение окружающей среды относится к глобальным проблемам человечества. Рост промышленного производства и сельского хозяйства, развитие энергетики и транспорта, совершенствование современных технологий и средств коммуникации приводят к тому, что ежегодно сжигается более 1 млрд т топлива, выбрасывается в атмосферу несколько миллиардов тонн угарного и углекислого газов, десятки миллионов тонн оксидов азота и серы. Они образуют с атмосферной влагой растворы кислот, которые, выпадая в виде дождей (так называемые кислотные дожди),



а



б

Рис. 4. Последствия воздействия агрессивной среды: а — некроз листьев растений; б — разрушающаяся мраморная скульптура



а



б

Рис. 5. Загрязнённый природный ландшафт: а — на опушке леса; б — на берегу реки

оказывают губительное воздействие на природу, разрушают памятники архитектуры и скульптуры (рис. 4).

Разливы нефти представляют собой смертельную опасность для морских и пресноводных организмов.

Бытовые отходы загрязняют природные ландшафты, превращая живописные уголки в мусорные свалки. Часто этому способствуют химическая безграмотность и безответственное поведение людей: выбрасывая пластиковые пакеты и бутылки в лесу или по берегам водоёмов, они обезображивают природу на десятилетия (рис. 5).

Знание химии — это основа бережного и ответственного отношения людей к природе, их безопасного и экологически грамотного обращения с веществами, материалами и химическими процессами.

**Вещества. Свойства веществ. Эталонные физические свойства веществ. Материалы и материаловедение. Химические явления. Значение химии в жизни современного человека. Хемофилия и хемотофия**



### Проверьте свои знания

1. Что вы понимаете под веществом и материалом?
2. Что такое свойства веществ? Как взаимосвязаны свойства веществ и материалов с их применением?
3. Приведите примеры физических свойств веществ, которые используются в качестве эталонных.
4. Раскройте положительное и отрицательное значения химии в жизни современного общества.

### Примените свои знания

5. Изучите физические свойства: а) сахара и соли; б) лимонной кислоты и соды. Для определения температуры плавления и кипения веществ используйте Интернет. Результаты проведённого анализа оформите в виде таблицы.
6. Предложите свои примеры применения конкретных веществ и материалов в зависимости от их физических свойств. За информацией обратитесь к Интернету.

### Используйте дополнительную информацию

7. Подготовьте сообщение об истории усовершенствования приборов для измерения температуры тела человека.
8. Сторонником какой позиции — хемофилии или хемофобии — вы являетесь? Аргументируйте свою точку зрения.
9. Какой деятельностью вы хотели бы заниматься после окончания школы? Какую роль играет в ней химия?
10. Подготовьте сообщение о вкладе одного из отечественных химиков в мировую химическую науку.

## § 2. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИИ



Можно ли применять в химии методы, которые вы использовали в процессе изучения других естественно-научных предметов?

Химия — важнейшая из естественных наук, к которым также относятся биология, география, физика и астрономия. При изучении этих наук широко используется важнейший метод познания — наблюдение.

**Наблюдение** — это концентрация внимания на познаваемых объектах с целью их изучения.

Этот метод вам хорошо известен из начальной школы. Различают:  
— *непосредственное наблюдение*, которое проводит ученик, наблюдая за изучаемым химическим объектом (веществом, смесью веществ, материалами и изменениями, происходящими с ними);

— *опосредованное наблюдение*, которое ученик проводит, используя результаты наблюдений, подготовленные и зафиксированные одноклассниками или учителем в виде сообщений, видеозаписей и др.;

— *долговременное наблюдение*, которое проводится на протяжении длительного времени — нескольких часов, дней и даже недель (например, так вы будете наблюдать за коррозией металлов в зависимости от условий протекания этого процесса);

— *кратковременное наблюдение*, которое вы будете проводить на уроке при выполнении лабораторных опытов и практических работ.

Наблюдение, проводимое в процессе изучения химии, должно соответствовать ряду условий:

1. Определяется **объект** наблюдения (вещество или изменения, происходящие с веществом в определённых условиях).

2. Формулируется **цель** наблюдения.

3. Часто выдвигается **гипотеза** (от греч. *hypothesis* — основание) — научное предположение, объясняющее какое-либо свойство химического объекта и влияние условий на его проявление.

4. Составляется план проверки гипотезы в ходе химического эксперимента (от лат. *experimentum* — проба, опыт).

**Химический эксперимент** — исследование, которое проводят с веществами в контролируемых условиях с целью изучения свойств веществ.

Многократное воспроизведение эксперимента позволяет выявить закономерность, которой подчиняются исследуемые химические объекты и явления. Такие условия обеспечивает специально оборудованное помещение — лаборатория (рис. 6).

5. По результатам эксперимента делается **вывод** об истинности или ошибочности гипотезы и оформляется отчёт.



Рис. 6. Химическая лаборатория

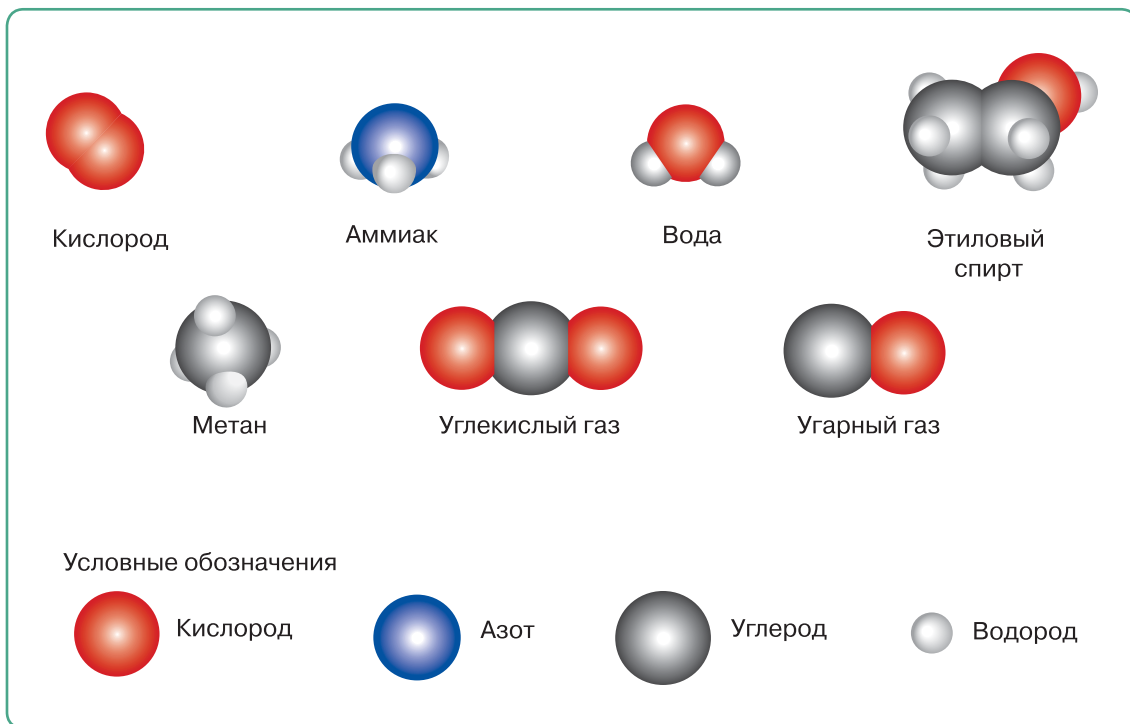


Рис. 7. Модели молекул некоторых веществ

Некоторые эксперименты проведёт учитель; многие опыты вы будете выполнять самостоятельно. Главное, что вам необходимо сделать в том и в другом случае, — это внимательно наблюдать за происходящими химическими явлениями и на основании наблюдения формулировать выводы, которые позволят подтвердить или опровергнуть выдвинутую гипотезу.

Не только химический эксперимент необходим для познания мира веществ и реакций. Важную роль играет моделирование.

**Моделирование** — это изучение объекта с помощью построения и исследования моделей.

**Химическая модель** (от лат. *modulus* — мера, образец) — это упрощённый вариант химического объекта (модели строения атома или кристаллической решётки, химического аппарата или промышленной установки), в котором копируются лишь важнейшие свойства объекта с целью его изучения. Это **материальные**, или **вещественные**, модели (рис. 7). Однако не меньшую роль в изучении химии играют и **знаковые**, или **символьные**, модели. К таким моделям можно отнести условные обозначения атомов и молекул, а также химические знаки, формулы и уравнения, с которыми вы будете знакомиться далее.



**Наблюдение. Гипотеза. Вывод. Химический эксперимент. Моделирование. Модели материальные (вещественные), знаковые (символьные)**

### Проверьте свои знания

1. Что такое наблюдение? Использовали ли вы этот метод в процессе изучения других естественно-научных предметов? Что является объектом наблюдения в химии? Как вы фиксировали результаты наблюдений?
2. Что такое химический эксперимент? Каким условиям он должен отвечать?

### Примените свои знания

3. Назовите эксперименты по физике, биологии и физической географии, которые вы проводили при изучении этих учебных предметов.
4. Назовите модели, которые вы использовали при изучении физики, биологии и физической географии. Как можно классифицировать такие модели?
5. Изготовьте из пластилина модели молекул метана, сернистого газа, хлора, хлороводорода, сероводорода, сероуглерода. За информацией о составе этих веществ обратитесь к Интернету.

### Используйте дополнительную информацию

6. Приведите примеры долговременных и кратковременных наблюдений по биологии, химии, физике.
7. В каких литературных произведениях описаны химические лаборатории и химические эксперименты?

## § 3. АГРЕГАТНЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВ

Верны ли утверждения, что вода — это жидкость, а кислород — это газ?



В зависимости от условий (давление, температура) вещество может находиться в одном из трёх агрегатных состояний: газообразном, жидком и твёрдом.

**Нормальные условия (н. у.)** — это давление и температура, с которыми соотносятся значения других физических величин, зависящих от давления и температуры. Нормальные условия определены Международным союзом теоретической и прикладной химии (IUPAC): давление 101 325 Па (760 мм рт. ст.) и температура 0 °С.

**Газообразное состояние.** При обычных и нормальных условиях кислород, водород, азот, углекислый газ — это газообразные вещества. Однако при охлаждении или повышении давления газы могут сжижаться, т. е. переходить из газообразного состояния в жидкое, а при дальнейшем охлаждении и повышении давления становиться твёрдыми.



а

Рис. 8. Кислород: а — жидкий (при переливании он испаряется, поглощая много тепла из воздуха; воздух сильно охлаждается, а влага из него конденсируется, образуя туман); б — твёрдый (имеет небольшую прочность, плавится и кипит при низких температурах, обладает магнитными свойствами)



б

Так, при нормальных условиях кислород не имеет цвета и запаха, плохо растворим в воде. При температуре  $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$  он превращается в жидкость голубого цвета (рис. 8, а). При температуре  $-219\text{ }^{\circ}\text{C}$  кислород затвердевает. Твёрдый кислород — вещество синего цвета (рис. 8, б).

В газах молекулы слабо притягиваются друг к другу, расстояние между частицами очень велико по сравнению с их размерами. Газы не имеют собственной формы и объёма, они занимают весь объём сосуда, в котором находятся.

*Газы сжимаемы.* Если уменьшить объём газа, его давление возрастёт, поскольку число столкновений частиц со стенками сосуда увеличится (рис. 9).

Нагревание газа (при постоянном давлении) ведёт к увеличению его объёма. В этом легко убедиться на опыте.

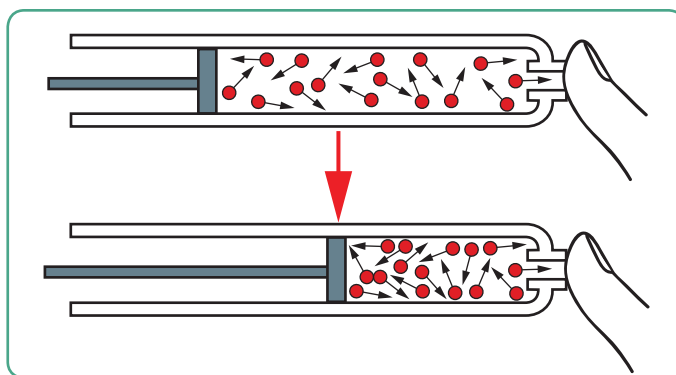


Рис. 9. Сжимаемость газов

## Лабораторный опыт 2

Пробирку или колбу закройте пробкой с газоотводной трубкой. Переверните пробирку или колбу и поместите газоотводную трубку в стакан с водой. Согрейте стенки колбы ладонью (рис. 10). Что наблюдаете? Почему?

**Жидкое состояние.** В жидкостях взаимодействие между молекулами настолько велико, что не позволяет им свободно отрываться друг от друга и удаляться на большие расстояния.

Поэтому, в отличие от газов, жидкости практически *несжимаемы*. При обычных условиях жидкостями являются вода, ртуть, этиловый спирт, азотная кислота, ацетон. Жидкости обладают *текучестью* (рис. 11), поэтому принимают форму сосуда, в котором находятся.

В состоянии невесомости или свободного падения, а также в виде небольших капелек жидкость стремится принять форму шара (рис. 12).

Некоторые частицы жидкости способны преодолевать силы межмолекулярного притяжения, отрываться от её поверхности и превращаться в газ. Этот процесс называют

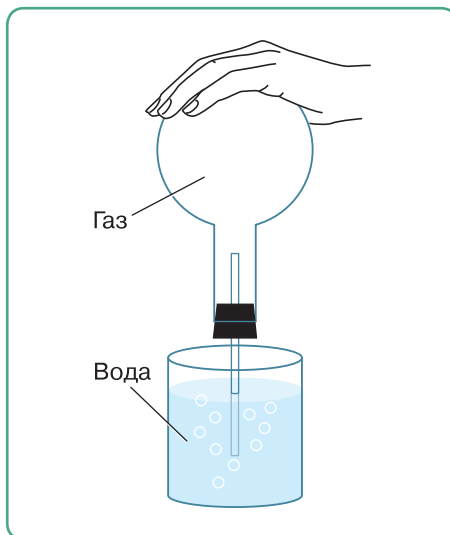


Рис. 10. Увеличение объёма газа при нагревании используют для проверки прибора на герметичность



Рис. 11. Текучесть — важнейшее свойство жидкости



Рис. 12. Капли росы на паутине

**испарением.** При увеличении температуры число таких частиц становится всё больше, испарение — интенсивнее. И наконец, при определённой температуре жидкость закипает. Эта температура называется **температурой кипения**.

Каждое вещество имеет свою температуру кипения. Например, при нормальном атмосферном давлении вода закипает при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ацетон — при  $56\text{ }^{\circ}\text{C}$ , уксусная кислота — при  $118\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

При охлаждении жидкости её молекулы всё меньше перемещаются в пространстве и при некоторой температуре занимают определённые положения относительно друг друга. Этот процесс называют **кристаллизацией**: вещество из жидкого состояния переходит в твёрдое. Например, при охлаждении до  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  вода превращается в лёд.

**Твёрдое состояние.** Твёрдые тела сохраняют свою форму и объём. Это объясняется тем, что частицы, образующие твёрдое тело, сохраняют своё взаимное положение относительно друг друга и перестают свободно перемещаться, а могут совершать лишь небольшие колебания.

При обычных условиях твёрдыми веществами являются поваренная соль, железо, сахар, сера и др.

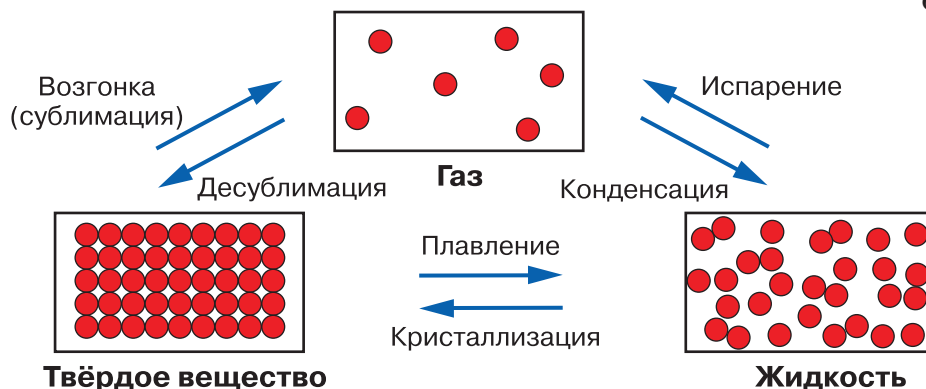
При нагревании частицы твёрдого вещества колеблются всё сильнее, и при определённой температуре — **температуре плавления** — наблюдается переход вещества из твёрдого агрегатного состояния в жидкое — **плавление**.

Некоторые вещества способны переходить из твёрдого агрегатного состояния сразу в газообразное, минуя жидкое. Этот процесс называют **сублимацией** или **возгонкой**. Возгонка характерна, например, для иода, который при обычных условиях не имеет жидкого агрегатного состояния (медицинский иод — это спиртовой раствор). Поддаётся возгонке вода, поэтому бельё после стирки можно высушить на морозе.

Обратное явление — превращение газообразного вещества в твёрдое — носит название **десублимация**. Примером десублимации можно считать образование инея: водяной пар, содержащийся в атмосфере, превращается в кристаллики льда, которые оседают на холодных ветвях деревьев и проводах.

Сформулируем выводы. В зависимости от условий вещество может находиться в любом из трёх агрегатных состояний. Из одного агрегатного состояния оно может переходить в другое: газ (пар) — в жидкость (**конденсация**), жидкость — в газ (**испарение**), жидкость — в твёрдое состояние (**кристаллизация**), твёрдое вещество — в жидкость (**плавление**), твёрдое вещество — в газ

Схема 1



(сублимация, или возгонка), газ — в твёрдое вещество (десублимация). Эти переходы показаны на схеме 1.

В этом параграфе вы познакомились с явлениями взаимных переходов вещества из одного агрегатного состояния в другое. Само вещество при этом не изменялось. Такие явления называются **физическими**.

**Агрегатные состояния веществ и их взаимные переходы: конденсация, испарение, кристаллизация, плавление, сублимация (возгонка), десублимация**



### Проверьте свои знания

1. Дайте сравнительную характеристику различных агрегатных состояний вещества по следующему плану: а) расстояние между частицами; б) способность к текучести и сжимаемости; в) способность сохранять форму и объём.
2. Разделите предложенные явления на две группы (физические и химические явления): а) выпаривание соли из раствора; б) выращивание кристаллов из раствора соли; в) разложение воды электрическим током; г) фотосинтез; д) растворение сахара в воде; е) изменение цвета чая при добавлении лимона.
3. Вам известны взаимные переходы воды из одного агрегатного состояния в другое: твёрдое (лёд) — жидкое (вода) — газообразное (пар). Возможен ли переход из твёрдого состояния в газообразное?
4. Какое из перечисленных явлений является лишним в следующем перечне: а) плавление льда; б) кипение воды; в) образование капель воды; г) конденсация водяного пара; д) кристаллизация воды? Поясните свой выбор.

### Примените свои знания

5. Предложенную схему взаимных переходов агрегатных состояний веществ проиллюстрируйте конкретными примерами и покажите значение таких взаимных переходов.
6. Почему во время соревнований фигуристов и хоккейных матчей делают перерывы на заливку льда?
7. Почему после купания в реке или море человек даже в жаркую погоду ощущает прохладу? Спрогнозируйте тепловые эффекты всех переходов из одного агрегатного состояния в другое.

### Используйте дополнительную информацию

8. Подготовьте сообщение о сухом льде.
9. Уточните возможное число агрегатных состояний веществ. Аргументируйте свой ответ сведениями, полученными из различных источников информации. Укажите эти источники.
10. К важнейшим свойствам веществ относятся их физические константы, в том числе температуры кипения и плавления. Найти данные величины можно в справочной литературе или Интернете. Определите и запишите температуры кипения и плавления аммиака, этилового спирта, гидроксида натрия. С какой точностью приведены эти значения в справочнике? В каких единицах они измеряются?