

§ 16. РАЗДЕЛЕНИЕ СМЕСЕЙ

1. СПОСОБЫ РАЗДЕЛЕНИЯ СМЕСЕЙ

В лабораторной практике, в промышленности и в повседневной жизни очень часто приходится получать из смесей веществ отдельные компоненты. Если при этом вашей целью является получение в чистом виде каждого вещества, такую операцию называют **разделением смеси**. Если требуется отделить нужное вещество от примесей, процесс чаще называют **очисткой** вещества.

В любом случае неоднородные смеси разделить проще, чем однородные. Для этого еще во времена алхимии придумано много способов. Одни из них основаны на различии в размерах частиц смеси, другие — на некоторых свойствах составляющих их веществ.

Представьте, что в муку попал сахарный песок. Какой способ разделения этой смеси вы могли бы предложить? Пожалуй, самый простой — это **просеивание**. С помощью сита вы без труда отделите мелкие частицы муки от сравнительно крупных кристалликов сахара. В сельском хозяйстве просеивание используется для отделения семян растений от постороннего мусора. В строительстве так отделяют гравий от песка.

С помощью магнита можно легко отделить железные опилки от порошка серы (рис. 79). Такое разделение основано на особом давно известном свойстве железа — способности притягиваться к магниту.



Рис. 79. Разделение железных опилок от порошка серы с помощью магнита

Явления, происходящие с веществами

А если сера смешана не с железными опилками, а, например, с песком, который к магниту совершенно равнодушен? И в этом случае можно найти способ разделения смеси.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОПЫТ

Смесь тонко измельченной серы и песка высыпают в стакан с водой. Песок оседает на дно, а сера удерживается на поверхности. Порошок серы можно легко собрать с поверхности ложкой.

Такое разделение основано на особом свойстве вещества, на этот раз — серы. Порошок серы плохо смачивается водой и удерживается на ее поверхности, несмотря на то что сера тяжелее воды и должна в ней тонуть. Таким же свойством обладают и некоторые содержащие серу руды, благодаря чему их отделяют от пустой породы. Этот процесс называется *обогащением породы*. Для этого руду измельчают, загружают в огромный резервуар с водой и снизу подают воздух. Частички руды прилипают к воздушным пузырькам и в виде пены всплывают на поверхность. Тяжелые частички песка и других примесей остаются на дне.

Подобное явление можно наблюдать и дома (см. задания 8 и 9 к этому параграфу).

Для выделения из жидкостей нерастворимых веществ используется **отстаивание**. Если частички твердого вещества достаточно крупные, они быстро оседают на дно, а жидкость становится прозрачной. Ее можно осторожно слить с осадка, и эта нехитрая операция называется **декантацией**.

Чем меньше размер твердых частиц в жидкости, тем дольше будет отстаиваться смесь.

Можно отделить друг от друга и две жидкости, которые не смешиваются между собой.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОПЫТ

В плоскодонную колбу наливают равные объемы воды и растительного масла. При интенсивном взбалтывании вода и масло разбиваются на мелкие капельки и перемешиваются, образуется мутная смесь. Очень

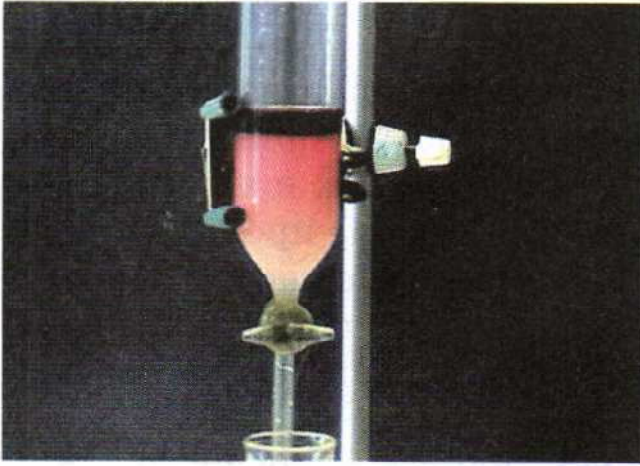


Рис. 80. Разделение двух несмешивающихся жидкостей с помощью делительной воронки



Рис. 81. Центрифуга с пробирками

быстро эта смесь снова расслаивается на более тяжелый водный слой и масло, всплывающее наверх. Отделить полностью верхний слой достаточно сложно. А вот с помощью делительной воронки разделение такой смеси не представляет особого труда (рис. 80).

Если частички неоднородной смеси очень малы, ее невозможно разделить ни отстаиванием, ни фильтрованием. Примерами таких смесей может служить молоко или взмученная в воде зубная паста. Такие смеси разделяют **центрифугированием**. Их помещают в специальные сосуды (например, пробирки), которые с огромной скоростью вращают в специальных аппаратах — центрифугах (рис. 81). В результате более тяжелые частички «придавливаются» ко дну сосуда, а легкие оказываются сверху.

Молоко представляет собой мельчайшие частички жира, а также других веществ — сахаров, белков, распределенные в водном растворе (рис. 82). Для разделения такой смеси применяют специальную центрифугу, называемую сепаратором. При сепарации молока жиры оказываются на поверхности, их легко отделить. Остается вода с растворенными в ней веществами — это обезжиренное молоко.



Рис. 82. Молоко — это мельчайшие капельки жира в водном растворе

2. ФИЛЬТРОВАНИЕ

Очистить мутную жидкость или отделить нерастворимый осадок можно с помощью **фильтрования**. В лаборатории для этого используется специальная пористая бумага. Ее так и называют — *фильтровальная*. Частицы твердого вещества не проходят через поры бумаги и оседают на ней (рис. 83). Вода же с растворенными в ней веществами свободно просачивается через фильтровальную бумагу. Полученный раствор совершенно прозрачен. Его называют **фильтратом**.

Фильтрование — распространенный процесс и в быту, и в технике, и в природе. Заварку многие процеживают через ситечко. Воздух от пыли, попавшей в пылесос, фильтруется через бумажный или тканевый фильтр. Воду для питья и приготовления пищи рекомендуют пропускать через специальные бытовые фильтры. Помимо того что они задерживают твердые частицы, угольный порошок бытового фильтра «поглощает» из воды некоторые растворенные в ней вредные вещества.

На очистных сооружениях загрязненную воду так же фильтруют через слой чистого песка, на котором задерживается ил, примеси нефтепродуктов, частицы почвы и глины.

Топливо и масло в двигателе автомобиля обязательно проходят через фильтрующие элементы.

Фильтровать можно не только жидкие смеси. Не раз вы видели людей в марлевых повязках, да и самим, наверное, приходилось ими пользоваться (рис. 84). Несколько слоев марли с проложен-



Рис. 83. Фильтрование жидкости с осадком через бумажный фильтр



Рис. 84. Ватно-марлевая повязка защищает человека от болезнетворных микробов

ной между ними ватой очищают вдыхаемый воздух от частиц пыли, смога, да и от болезнетворных микробов. В промышленности для защиты от пыли используют специальные фильтрующие приспособления, называемые **респираторами**. Воздух, попадающий в двигатель автомобиля, тоже очищают от пыли тканевыми или бумажными фильтрами.

3. АДСОРБЦИЯ

В технике часто возникает задача очистки газов, например воздуха, от нежелательных или вредных компонентов.

Адсорбцией называется способность некоторых твердых веществ поглощать своей поверхностью газообразные или растворенные вещества.

Вещества, способные к адсорбции, называются **адсорбентами**.

Адсорбенты представляют собой в основном вещества, которые имеют очень большую общую поглощающую поверхность. Такое строение адсорбента можно рассмотреть с помощью увеличительных приборов (рис. 85). Подобным веществом является активированный уголь (он наверняка есть в вашей домашней аптечке), силикагель (в коробке с новой обувью можно найти небольшой пакетик с белыми горошинами, это и есть силикагель), фильтровальная бумага. Различные вещества «прицепляются» к поверхности адсорбентов неодинаково: одни удерживаются на поверхности прочно, другие — слабее. На свойстве активированного угля поглощать вредные газы основано действие фильтрующего противогАЗа (рис. 86).

Активированный уголь способен поглощать не только газообразные, но и растворенные в жидкостях вещества. В медицинской практике его применяют при отравлениях, чтобы адсорбировать вредные вещества.



Рис. 85. Адсорбент — активированный уголь под микроскопом



Рис. 86. На свойстве активированного угля поглощать вредные газы основано действие фильтрующего противогАЗа

С помощью активированного угля на сахарных заводах обесцвечивают сиропы, чтобы кристаллики сахара получились красивого белого цвета.



ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ

В колбу с помощью пипетки накапайте 3—5 капель одеколона. Встряхните сосуд, понюхайте его содержимое. Затем добавьте в колбу несколько кукурузных палочек. Закройте ее пробкой, встряхните. Через 1—2 минуты откройте пробку и понюхайте содержимое колбы. Что можно сказать об интенсивности запаха одеколона в первом и во втором случаях? Объясните результат.

1 Способы разделения смесей. **2** Разделение, очистка, просеивание, отстаивание, декантация, центрифугирование. **3** Фильтрация. **4** Адсорбция. **5** Активированный уголь.



1. На каких свойствах веществ основано разделение смесей?
2. Приведите примеры разделения смесей с помощью просеивания, известные вам из повседневной жизни.
3. Для отделения золота от пустой породы золото «моют». Какие свойства золота и частиц горной породы используют при этом?
4. Что такое отстаивание и декантация? Приведите примеры.
5. Что такое фильтрация и фильтрат? Какие вещества и материалы могут использоваться для изготовления фильтра?
6. Приведите примеры способов фильтрации воздуха, которые используются в быту и на производстве.
7. Что такое центрифугирование? На чем основан этот процесс? Где он применяется?
8. Смешайте столовую ложку сухого молока и речного песка. Пересыпьте смесь в стакан с водой, но не перемешивайте. Для того чтобы песок полностью осел на дно, осторожно постучите по внешней стенке стакана ложкой. Какой из компонентов смеси остался на поверхности воды? Почему?
9. В стеклянный стакан насыпьте немного порошка для чистки посуды и налейте полстакана воды. Образуется мутная смесь. Жидкость станет прозрачной только на следующий день. Почему смесь отстаивается так долго?
10. Растолките пять таблеток активированного угля и смешайте их с четвертью стакана окрашенной газированной воды, например пеп-

си-колы. Интенсивно перемешивайте смесь ложечкой. Что наблюдается? Сравните окраску отстоявшегося раствора с окраской исходного напитка.

§ 17. ДИСТИЛЛЯЦИЯ, ИЛИ ПЕРЕГОНКА

1. ПОЛУЧЕНИЕ ДИСТИЛЛИРОВАННОЙ ВОДЫ

Вода из-под крана чиста, прозрачна, не имеет запаха... Но чистое ли это вещество с точки зрения химика? Загляните в чайник: в нем легко обнаруживаются накипь и коричневатый налет, которые появляются на спирали и стенках чайника в результате многократного кипячения в нем воды (рис. 87). А известковый налет на кранах? И природная, и водопроводная вода — это однородная смесь, раствор твердых и газообразных веществ. Конечно, их содержание в воде очень мало, но эти примеси могут привести не только к образованию накипи, но и к более серьезным последствиям. Не случайно лекарства для инъекций готовят только с использованием специально очищенной воды, называемой **дистиллированной**.

Откуда взялось такое название? Воду и другие жидкости очищают от примесей с помощью процесса, называемого **дистилляцией** или **перегонкой**. Сущность дистилляции состоит в том, что смесь нагревают до кипения, образующиеся пары чистого вещества отводят, охлаждают и вновь превращают в жидкость, которая уже не содержит загрязняющих примесей.

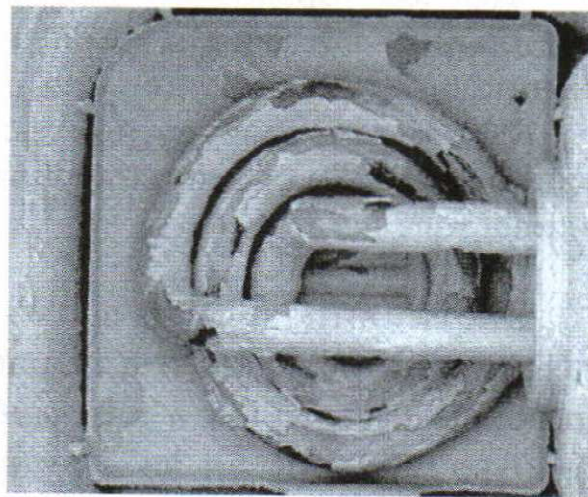


Рис. 87. Накипь на нагревательном элементе электрического чайника

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОПЫТ

На учительском столе собрана лабораторная установка для перегонки жидкостей (рис. 88).

В перегонную колбу учитель наливает воду, подкрашенную в оранжевый цвет растворимой неорганической солью (дихроматом калия).

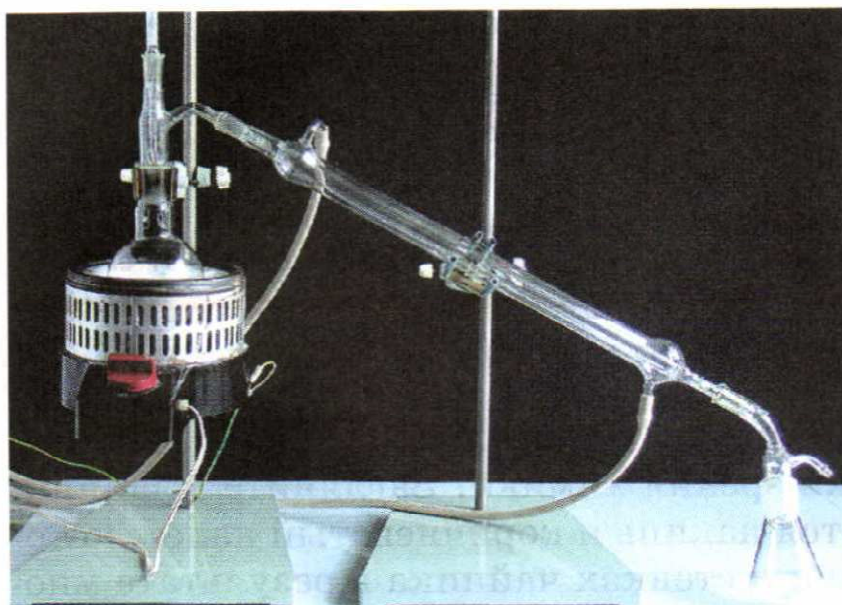


Рис. 88. Лабораторная установка для дистилляции жидкостей

Так вы воочию убедитесь, что в очищенной воде этого вещества не будет. Для равномерного кипения в колбу бросают 3—4 кусочка пористого фарфора или пемзы (кипелки).

В холодильник подается вода, а содержимое перегонной колбы нагревается до кипения с помощью нагревательного прибора (спиртовки, газовой горелки, электронагревателя). Пары воды, попадая в холодильник, конденсируются, и дистиллированная вода стекает в приемник.

Какую температуру показывает термометр? Как вы думаете, через какой отвод в холодильник подается холодная вода, а через какой она сливается?

Дистиллированная вода используется не только для приготовления лекарств, но и для растворов, применяемых в химических лабораториях. Даже автомобилисты используют дистиллированную воду, доливая ее в аккумуляторы для поддержания уровня электролита.

А если требуется получить твердое вещество из гомогенного раствора, то используют **выпаривание**, или **кристаллизацию**.

2. КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ

Кристаллизация — один из способов выделения и очистки твердых веществ. Известно, что при нагревании растворимость твердого вещества в воде увеличивается. Значит, при охлаждении

раствора некоторое количество вещества выпадает в виде кристаллов. Проверим это на опыте.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОПЫТ

Помните красивые оранжевые кристаллы дихромата калия, которыми учитель «подкрашивал» воду для дистилляции? Возьмем примерно 30 г этой соли и «загрязним» ее несколькими кристалликами марганцовки. Как очистить основное вещество от внесенной примеси? Смесь растворяют в 50 мл кипящей воды. При охлаждении раствора растворимость дихромата калия резко понижается и вещество выделяется в виде кристаллов, которые можно отделить фильтрованием, а затем промыть на фильтре несколькими миллилитрами ледяной воды. Если растворить очищенное вещество в воде, по цвету раствора можно определить, что марганцовки оно не содержит, она осталась в исходном растворе.

Добиться кристаллизации твердого вещества из раствора можно упариванием растворителя. Для этого и предназначены чашки для выпаривания, с которыми вы встречались во время знакомства с химической посудой (см. рис. 26).

Если испарение жидкости из раствора происходит естественным путем, то для этой цели используют специальные стеклянные толстостенные сосуды, которые так и называются кристаллизаторы. С ними вы также познакомились в практической работе № 1.

В природе соляные озера — это своеобразные бассейны для кристаллизации. За счет испарения воды на берегах таких озер кристаллизуется гигантское количество соли, которая после очистки попадает на стол потребителю.

3. ПЕРЕГОНКА НЕФТИ

Дистилляцию используют не только для очистки веществ от примесей, но и для разделения смесей на отдельные порции — **фракции**, различающиеся температурой кипения. Например, нефть — это природная смесь очень сложного состава. При фракционной перегонке нефти получают жидкие нефтепродукты: *бензин, керосин, дизельное топливо, мазут* и др.



Рис. 89. Ректификационные колонны нефтеперерабатывающего завода

ЛЕГКИЕ ПРОДУКТЫ ПЕРЕГОНКИ СЫРОЙ НЕФТИ

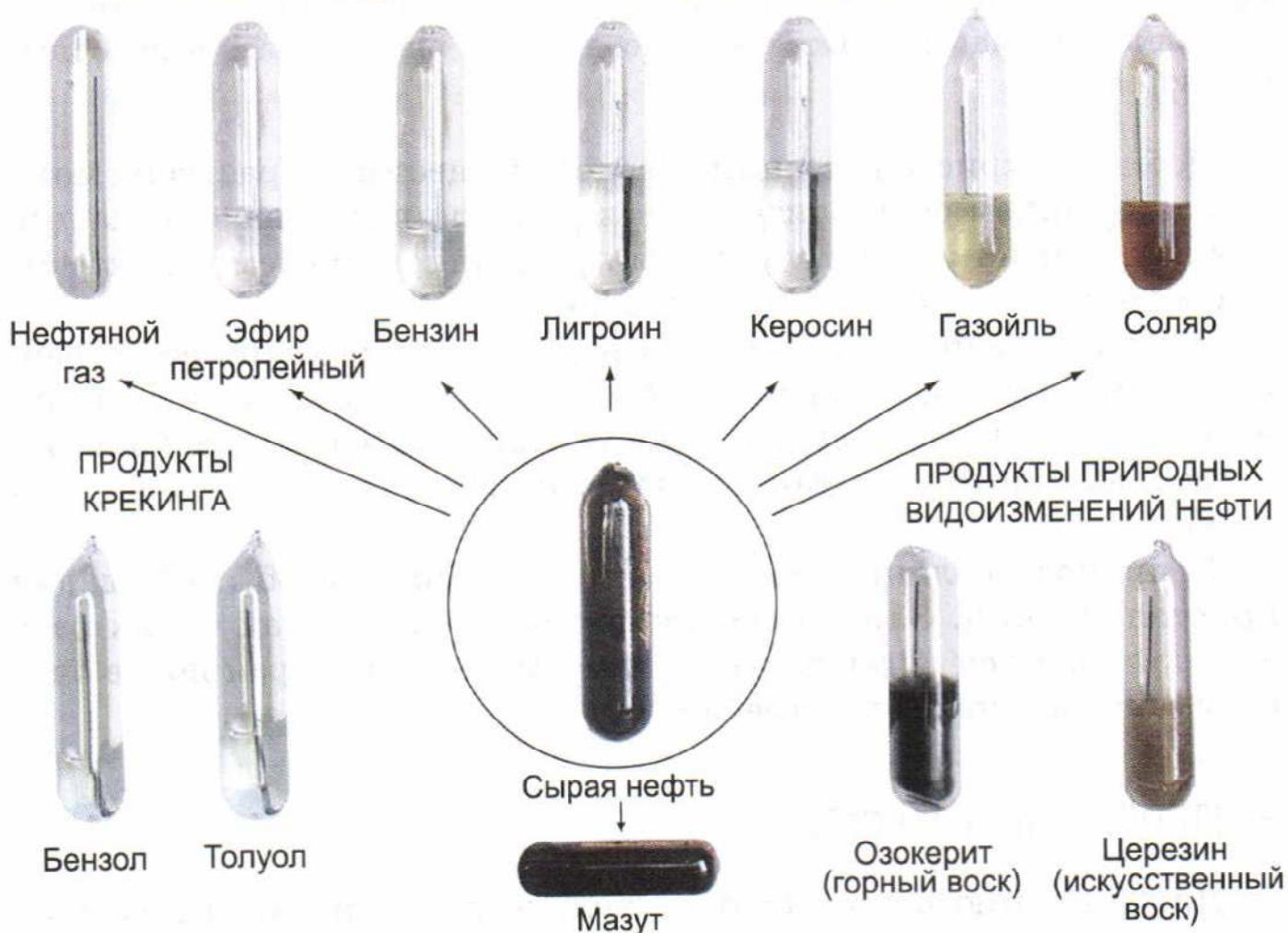


Рис. 90. Нефть и нефтепродукты

Процесс этот ведут в специальных аппаратах — *ректификационных колоннах* (рис. 89). Если в вашем городе есть нефтеперерабатывающий завод, вы могли видеть эти химические аппара-

ты, которые непрерывно разделяют нефть на важные и нужные в жизни современного общества вещества (рис. 90).

Бензин — это основное топливо для легковых автомобилей. Трактора и грузовики работают на *дизельном топливе (солярке)*, которое тоже получают из нефти. Топливом для современных самолетов является *керосин*. На этих небольших примерах вы можете понять, насколько важен в современной жизни такой процесс, как перегонка нефти.

4. ФРАКЦИОННАЯ ПЕРЕГОНКА ЖИДКОГО ВОЗДУХА

Вы уже знаете, что любые газы смешиваются в любых соотношениях. А можно ли из смеси газов выделить отдельные компоненты? Задача непростая. Но химики предложили очень эффективное решение. Смесь газов можно превратить в жидкий раствор и подвергнуть его дистилляции. Например, воздух при сильном охлаждении и сжатии сжижают, а затем за счет разных температур кипения разделяют на отдельные компоненты (фракции). Первым из жидкого воздуха испаряется *азот* (рис. 91), у него самая низкая температура кипения ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$). Затем из жидкой смеси кислорода и аргона можно удалить *аргон* ($-186\text{ }^{\circ}\text{C}$). Остается практически чистый *кислород*, который вполне годится для технических целей: газовой сварки, химического производства. А вот для медицинских целей его нужно очищать дополнительно.

Азот, полученный перегонкой жидкого воздуха, используют для производства аммиака, который, в свою очередь, идет на получение азотных удобрений, лекарственных и взрывчатых веществ, азотной кислоты и т. д.

Благородный газ аргон используют в особом виде сварки, которая так и называется — аргонная.



Рис. 91. Сжиженный азот хранят в специальных термосах

1 Дистиллированная вода, дистилляция (перегонка). **2** Выпаривание, или кристаллизация. **3** Перегонка нефти; нефтепродукты. **4** Разделение жидкого воздуха и применение его отдельных компонентов.



1. Что такое дистилляция, или перегонка? На чем она основана?
2. Какая вода называется дистиллированной? Как ее получают? Где она применяется?
3. Какие нефтепродукты получают при перегонке нефти? Где они применяются?
4. Как разделить воздух на отдельные газы?
5. Чем выпаривание (кристаллизация) отличается от перегонки (дистилляции)? На чем основаны оба способа разделения жидких смесей?
6. Чем отличаются процессы выпаривания и кристаллизации? На чем основаны оба способа выделения твердого вещества из раствора?
7. Приведите примеры из повседневной жизни, в которых применяется выпаривание и дистилляция.
8. Какую массу соли можно получить при выпаривании 250 г 5% -го ее раствора? Какой объем воды можно получить из этого раствора при помощи дистилляции?

Практическая работа №4

Выращивание кристаллов соли (домашний эксперимент)

Перед тем как приступить к выполнению работы, внимательно прочитайте ее описание до конца. Прежде всего, выберите подходящую для эксперимента соль. Для выращивания кристаллов подойдет любая хорошо растворимая в воде соль (медный или железный купорос, квасцы и т. д.). Подойдет и поваренная соль — хлорид натрия.

Из оборудования вам понадобятся:

литровая банка или небольшая кастрюлька, в ней вы будете готовить раствор соли;

деревянная ложка или палочка для перемешивания;

воронка с ватой для фильтрования раствора;

термос с широким горлышком вместимостью 1 л (он нужен для того, чтобы раствор остывал медленно, тогда будут расти крупные кристаллы).

Если нет воронки или нужного термоса, их можно изготовить самостоятельно.

Чтобы сделать воронку, возьмите пластиковую бутылку из-под напитка и ножницами аккуратно отрежьте верхнюю часть на $\frac{1}{3}$, как это показано на рисунке 92.

Вместо термоса подойдет обыкновенная стеклянная литровая банка. Поставьте ее в картонную коробку или коробку из пенопласта. Большую коробку брать не нужно, главное, чтобы в нее полностью входила банка. Щели между коробкой и банкой плотно заложите кусочками тряпки или ватой. Чтобы плотно закрыть банку, понадобится пластиковая крышка.

Приготовьте горячий насыщенный раствор соли. Для этого наполовину заполните банку горячей водой (кипяток брать не нужно, чтобы не обжечься). Порциями добавляйте соль и перемешивайте. Когда соль перестанет растворяться, оставьте раствор на одну-две минуты, чтобы нерастворившиеся кристаллы успели осесть. Отфильтруйте раствор через воронку с ватой в чистый термос. Закройте термос крышкой и оставьте раствор медленно остывать два-три часа.

Раствор немного остыл. Теперь внесите в него затравку — кристаллик соли, приклеенный на кончике нитки. После того как ввели затравку, прикройте сосуд крышкой и оставьте на продолжительное время. Чтобы вырос крупный кристалл, потребуется несколько дней.

Обычно на нитке вырастает несколько кристаллов. Надо периодически удалять лишние, чтобы рос один большой кристалл.

Важно записывать условия проведения эксперимента и его результат, в нашем случае это характеристики полученного кристалла. Если получилось несколько кристаллов, то приводят описание самого большого. Изучите свой кристалл и ответьте на вопросы.

Сколько дней вы выращивали кристалл?

Какова его форма?

Какого цвета кристалл?

Прозрачный он или нет?

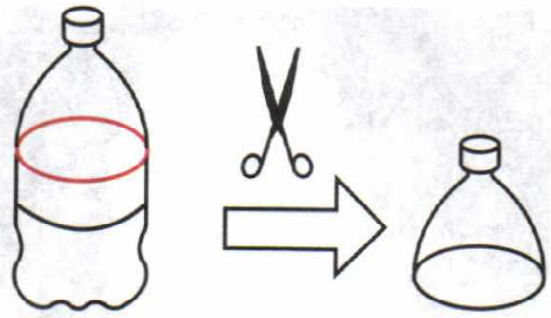


Рис. 92. Изготовление воронки из пластиковой бутылки



Рис. 93. Кристалл поваренной соли



Рис. 94. Кристаллы медного купороса

Каковы размеры кристалла: высота, ширина, толщина?

Какова масса кристалла?

Зарисуйте или сфотографируйте полученный кристалл (рис. 93, 94).

Практическая работа № 5

Очистка поваренной соли

Целью данной работы является очистка поваренной соли, загрязненной речным песком.

Предложенная вам загрязненная поваренная соль представляет собой гетерогенную смесь кристаллов хлорида натрия и песка. Для ее разделения необходимо воспользоваться различием в свойствах компонентов смеси, например различной растворимостью в воде. Как известно, поваренная соль растворяется в воде хорошо, в то время как песок в ней практически нерастворим.

В химический стакан поместите выданную учителем загрязненную соль и налейте 50—70 мл дистиллированной воды. Перемешивая содержимое стеклянной палочкой, добейтесь полного растворения соли в воде.

Раствор соли от песка можно отделить фильтрованием. Для этого соберите установку, как показано на рисунке 95. С помощью стеклянной палочки осторожно перелейте содержимое ста-

кана на фильтр. Прозрачный фильтрат будет стекать в чистый стакан, нерастворимые компоненты исходной смеси остаются на фильтре.

Жидкость в стакане — это водный раствор поваренной соли. Выделить из него чистую соль можно выпариванием. Для этого 5—7 мл фильтрата налейте в фарфоровую чашку, поместите ее в кольцо штатива и осторожно нагревайте на пламени спиртовки, постоянно перемешивая содержимое стеклянной палочкой до полного выпаривания жидкости. Сравните кристаллы соли, полученные после выпаривания раствора, с исходной загрязненной солью. Перечислите, какие приемы и операции вы использовали для очистки загрязненной соли.

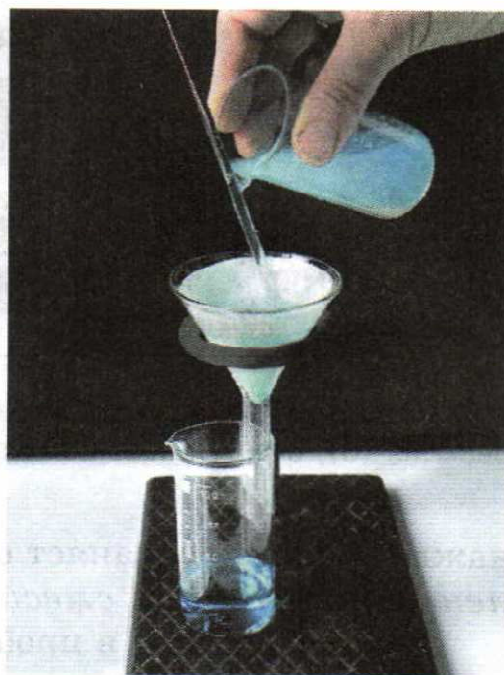


Рис. 95. Установка для фильтрования

§18. ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ. УСЛОВИЯ ПРОТЕКАНИЯ И ПРЕКРАЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Все рассмотренные ранее способы разделения смесей основаны на различиях в физических свойствах веществ, образующих смеси, и относятся к физическим явлениям. Однако есть явления, которые сопровождаются превращением веществ. Такие явления, как вы уже знаете, называются *химическими реакциями*.

Сравним физические явления, лежащие в основе разделения смесей, и химические реакции, приводящие к получению нового химического соединения, на примере смеси порошков железа и серы.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОПЫТ

Тщательно смешивают железные опилки и порошок серы (в отношении 7 : 4 по массе). Получилась смесь двух простых веществ, в которой

Явления, происходящие с веществами

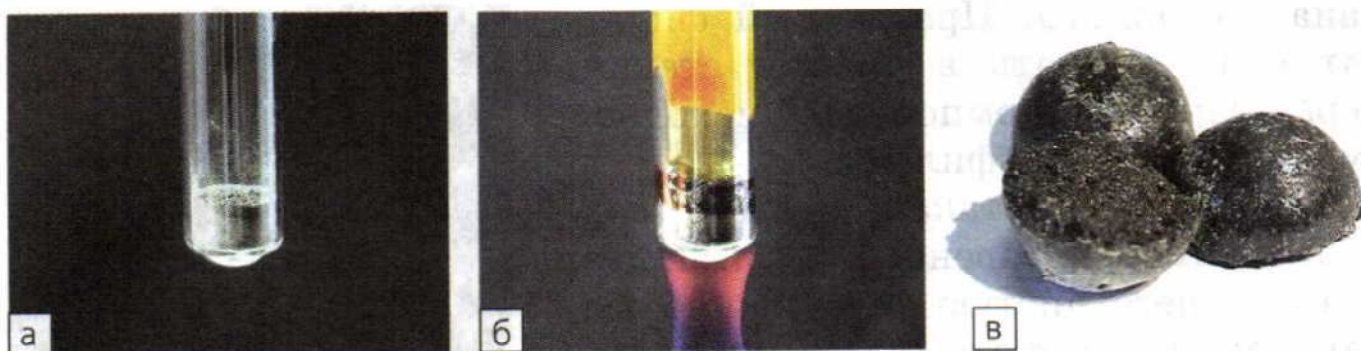


Рис. 96. При нагревании смеси железных опилок и серы (а) происходит химическая реакция (б), в результате которой образуется сульфид железа (в)

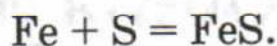
каждое из них сохраняет свои свойства (*предложите способы разделения полученной смеси*).

Смесь переносят в пробирку и нагревают в пламени спиртовки. Начинается химическая реакция железа с серой, в результате которой образуется новое вещество — сульфид железа. Продукт реакции — сложное вещество, свойства которого отличаются от свойств как железа, так и серы. Например, оно не притягивается магнитом, тонет в воде, не ржавеет и не горит (рис. 96).

Опишем проведенную химическую реакцию словами:

железо + сера = сульфид железа

и химическими формулами:



Для того чтобы осуществить эту реакцию, необходимы два условия: соприкосновение реагирующих веществ и первоначальное нагревание.

Первое условие — контакт реагирующих веществ обязательно для всех химических процессов, где участвуют два или более веществ. Второе требуется не всегда.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОПЫТ

В сосуд или пробирку с небольшим кусочком мрамора приливают раствор соляной кислоты. Происходит бурное выделение газа (рис. 97).

Пробирку-реактор закрывают пробкой с газоотводной трубкой, кончик которой помещают в другую пробирку с известковой водой. О том, что химическая реакция идет, можно судить по появлению белого осадка — помутнению известковой воды (рис. 98). Какой газ выделился в первом опыте? Что является реактивом на этот газ во втором опыте?



Рис. 97. Взаимодействие мрамора с соляной кислотой

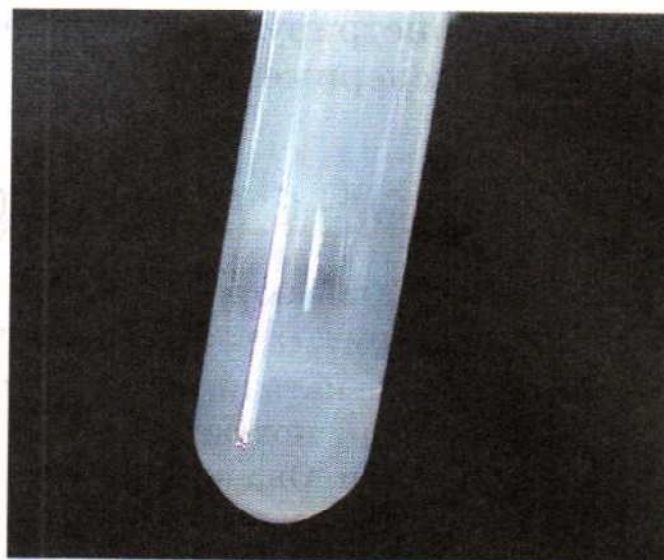
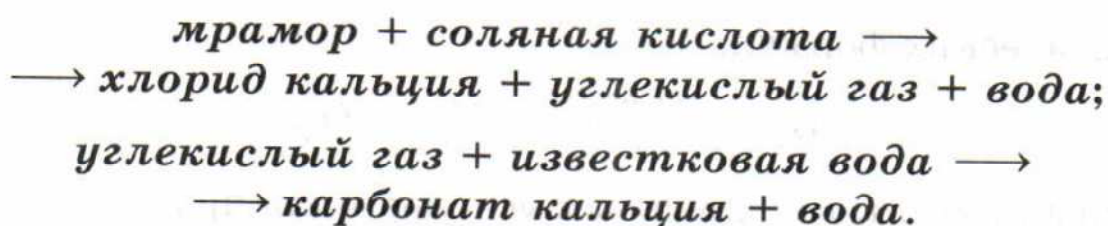


Рис. 98. Помутнение известковой воды при пропускании углекислого газа

Обе реакции протекают без нагревания.

Можно описать протекающие реакции с помощью названий веществ:



Однако химики используют вместо слов химические формулы:



Для протекания некоторых реакций мало соприкосновения веществ или их нагревания. Такие химические реакции идут очень медленно, и для ускорения таких процессов используют особые вещества, называемые катализаторами.

Катализаторами называются вещества, которые ускоряют химические реакции, но по их окончании остаются неизменными и не входят в состав продуктов. Биологические катализаторы белковой природы называются ферментами или энзимами.

Явления, происходящие с веществами

Продемонстрируем действие катализаторов с помощью следующего эксперимента.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОПЫТ

В стакан наливают небольшой объем раствора пероксида водорода H_2O_2 . К раствору добавляют несколько крупинок порошка диоксида марганца в качестве катализатора. Начинается бурное выделение газа — кислорода, что можно подтвердить при внесении в верхнюю часть пробирки тлеющей лучинки. Она вспыхивает (рис. 99).

Повторим аналогичный опыт, только вместо диоксида марганца в пробирку с пероксидом водорода поместим немного мелкоизмельченного сырого картофеля в качестве фермента. Наблюдаем бурное выделение кислорода.

Происходящую химическую реакцию можно отобразить с помощью названий веществ:



или химических формул:



Таким образом, необходимым условием для протекания химических реакций является соприкосновение реагирующих веществ. В ряде случаев требуется нагревание или использование катализаторов.

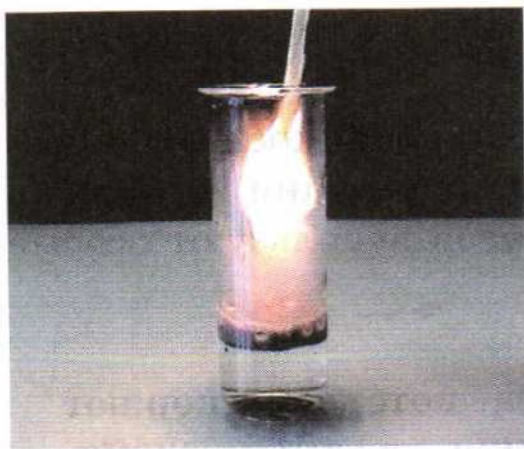


Рис. 99. При разложении H_2O_2 выделяется кислород, что можно доказать с помощью тлеющей лучинки

Знание условий протекания реакций позволяет управлять ими: ускорять, замедлять или прекращать их. Последнее обстоятельство очень важно, например, для прекращения реакций горения — для тушения пожаров.

Как вы знаете, горение — это взаимодействие веществ с кислородом воздуха. Следовательно, для того чтобы потушить пожар, нужно прекратить доступ кислорода к горящим предметам. Этому добиваются, заливая их во-



Рис. 100. Огнетушитель



Рис. 101. Тушение огня с помощью огнетушителя

дой, различными пенами, засыпая песком, набрасывая плотную ткань или используя специальные устройства — огнетушители (рис. 100, 101).

1 Химические реакции и условия их протекания. **2** Соприкосновение (контакт) веществ, нагревание, катализаторы, ферменты (энзимы). **3** Управление реакциями горения.

?

1. Какие условия необходимы для протекания химических реакций?
2. Приведите примеры реакций из повседневной жизни, для протекания которых не требуется первоначальное нагревание.
3. Что такое катализаторы? Что такое ферменты?
4. Назовите известные вам способы тушения пожаров.
5. С помощью учителя или инструкции к применению рассмотрите устройство углекислотного огнетушителя. В чем принцип его действия?
6. Прочитайте инструкции к применению высококачественных стиральных порошков — синтетических моющих средств (СМС) с добавлением ферментов (или энзимов). В чем преимущества СМС, содержащих энзимы, перед обычными СМС?

Явления, происходящие с веществами

7. Почему костер или горящие деревянные постройки тушат водой? Какую роль играет вода в этом процессе?
8. Почему нельзя потушить водой горящую нефть?
9. Почему нельзя тушить водой горящие электроприборы или электропроводку?

§ 19. ПРИЗНАКИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Вы уже знаете, что сущность химических реакций состоит в превращениях одних веществ в другие. Часто такие превращения сопровождаются внешними эффектами, которые воспринимаются органами чувств. Эти явления называют **признаками химических реакций**.

Внешними признаками химических реакций можно считать: образование осадка (рис. 102, а), выделение газа (рис. 102, б), появление запаха, изменение цвета (рис. 102, в), выделение или поглощение теплоты.

В предыдущем параграфе вы уже познакомились с некоторыми признаками реакций. Так, при нагревании смеси железных опилок и порошка серы происходила химическая реакция, в результате которой изменялся цвет смеси, выделялась теплота (см. рис. 96). При взаимодействии мрамора с соляной кислотой наблюдалось бурное выделение газа (см. рис. 97). При пропускании углекислого газа через раствор известковой воды появлялся осадок (см. рис. 98). Вспыхивание тлеющей лучинки в присутствии кислорода — тоже признак протекания реакции (см. рис. 99).

Давайте проиллюстрируем указанные признаки химических реакций с помощью демонстрационного и лабораторного экспериментов.



ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОПЫТ

В химическом стакане находится бесцветный раствор щелочи. Обнаружить ее можно с помощью особых веществ — индикаторов (от лат.

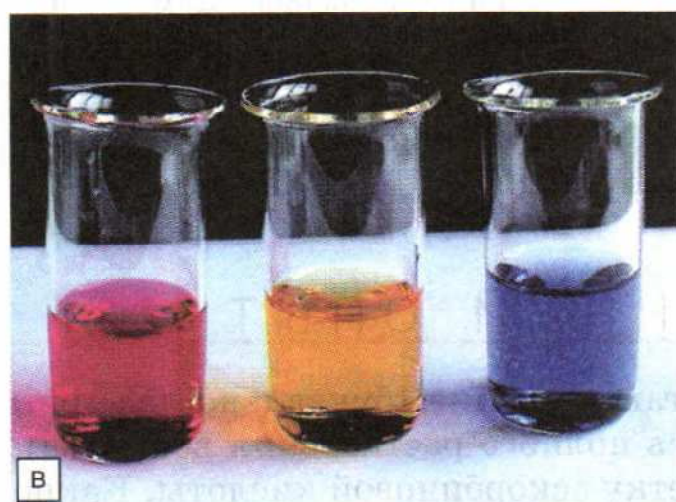
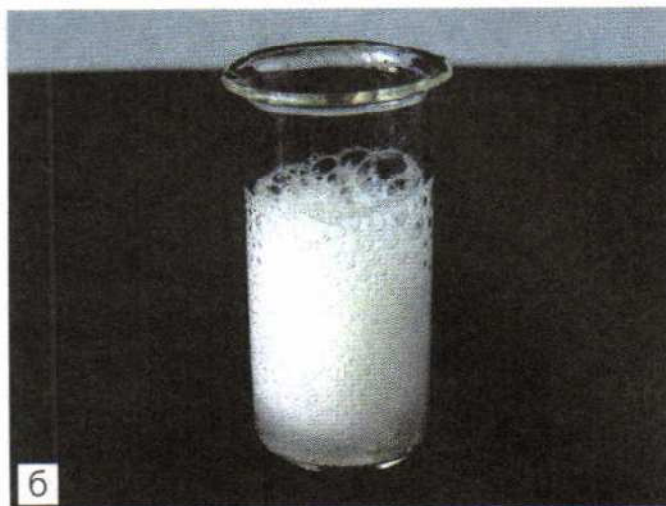
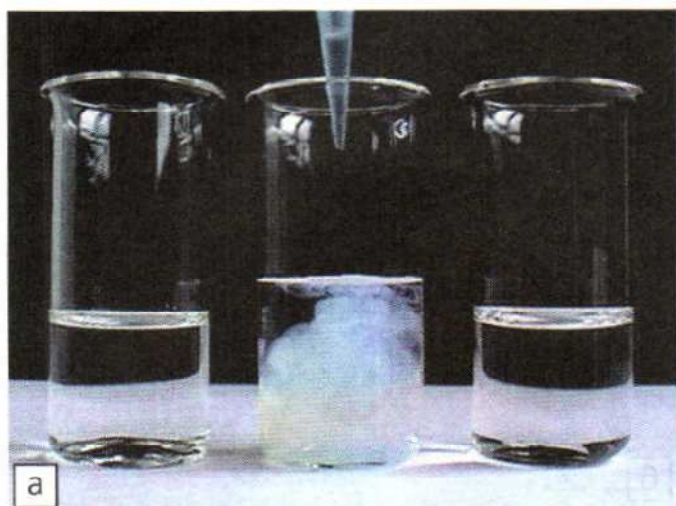


Рис. 102. Признаки протекания химических реакций: а — выпадение осадка; б — выделение газа; в — изменение окраски

indication — указатель). Таким индикатором на щелочь является бесцветный спиртовой раствор фенолфталеина.

Если к содержимому стакана прилить несколько капель фенолфталеина, то появится малиновая окраска, «сигналя» о наличии в стакане раствора щелочи.

Затем к содержимому стакана приливают раствор кислоты до исчезновения малиновой окраски. Какой признак протекания химической реакции вы наблюдаете?

Посмотрите еще несколько реакций с изменением цвета растворов.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОПЫТ

В двух химических стаканах находятся разноцветные растворы: фиолетово-розовый (перманганат калия в щелочной среде) и оранжевый (подкисленный раствор дихромата калия). В каждый стакан добавляют

Явления, происходящие с веществами

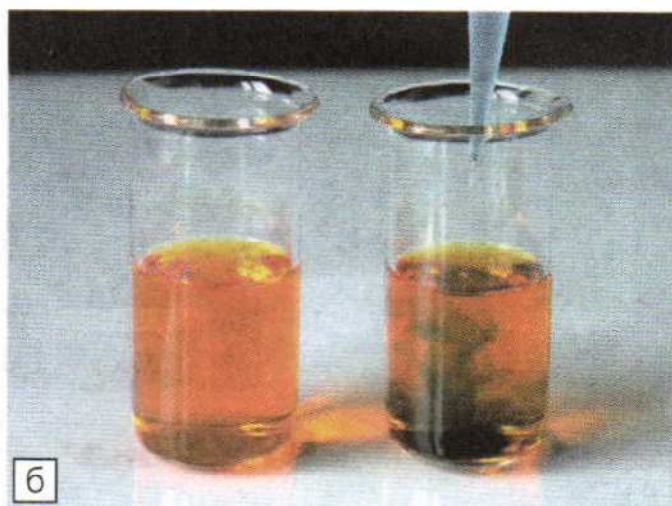
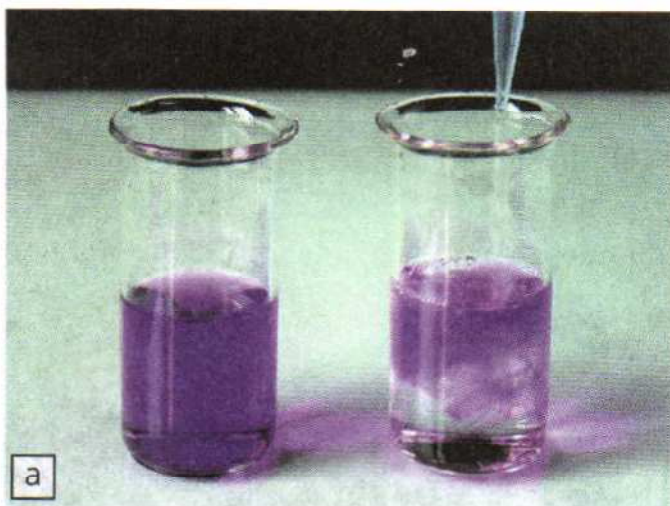


Рис. 103. Взаимодействие раствора перманганата калия (а) и раствора дихромата калия (б) с раствором сульфита натрия

бесцветный раствор сульфита натрия. Что указывает на протекание в стаканах химических реакций (рис. 103)?

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОПЫТ

Несколько кристалликов перманганата калия (буквально два-три!) растворите в стакане воды (дождитесь полного растворения вещества). В полученный раствор опустите таблетку аскорбиновой кислоты. Какие изменения указывают на протекание химической реакции?

ЛАБОРАТОРНЫЙ ОПЫТ



Рис. 104. Пламя газовой зажигалки — это реакция горения

В газовой зажигалке с прозрачным корпусом вы видите бесцветную жидкость. Это смесь двух газов, названия которых вы могли прочитать на автозаправочных газонаполнительных станциях или бытовых баллонах — пропан и бутан. Какие же это газы, если имеют жидкое агрегатное состояние? Дело в том, что внутри резервуара — повышенное давление. Нажмите на клапан, не поджигая газ. Слышите шипение? Пропан и бутан вырываются наружу, принимая привычное для нормального давления газообразное состояние.

Зажгите зажигалку. Протекает химическая реакция горения пропана и бутана (рис. 104).

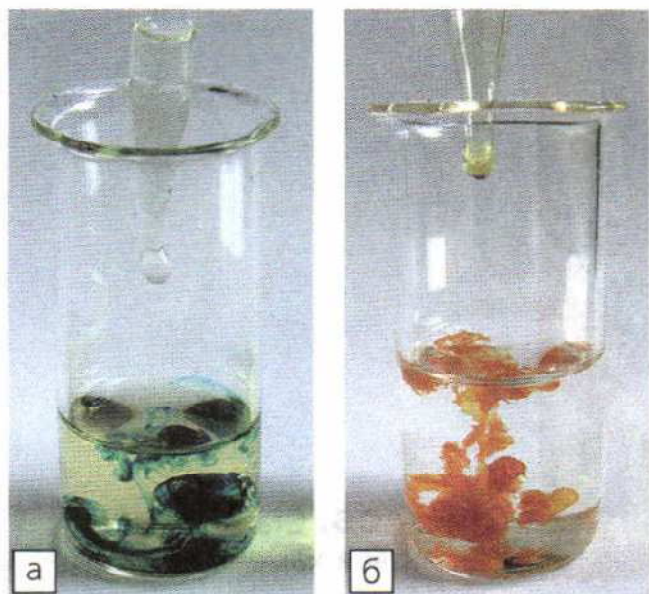


Рис. 105. Взаимодействие хлорида железа FeCl_3 с желтой кровяной солью (а) и гидроксидом натрия (б)

Сравните окраску пламени зажигалки с пламенем газовой плиты и свечи. Какое пламя коптит? Проследите связь между свечением пламени и его коптящими свойствами.

Переход пропана и бутана из жидкого состояния внутри зажигалки в газообразное вне ее — это явление физическое. А горение этих газов — химическая реакция.

Некоторые реакции сопровождаются образованием труднорастворимых веществ, которые выпадают в осадок.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОПЫТ

В два химических стакана, содержащих бесцветный раствор гидроксида натрия и желтоватый раствор желтой кровяной соли, добавляют раствор хлорида железа FeCl_3 (рис. 105). Что указывает на то, что мы стали свидетелями химических явлений?

Не только образование осадка, но и его растворение служит признаком протекания химической реакции.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОПЫТ

В стакан с полученным в предыдущем опыте бурым осадком добавляют соляную кислоту. Что указывает на то, что протекает химическая реакция?

Благодаря образованию нерастворимого вещества карбоната кальция (вспомните: это и мел, и мрамор) в результате протека-

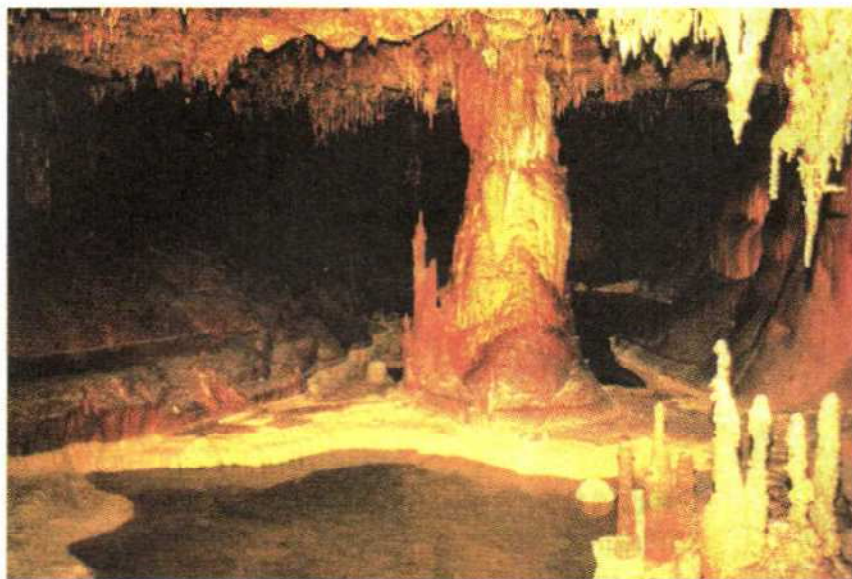


Рис. 106. Сталактиты и сталагмиты в каменной пещере

ния природных химических реакций в пещерах растут сталактиты и сталагмиты (рис. 106). Процессы их образования длятся тысячелетия. Смоделировать фрагмент этого процесса можно и дома (см. задание 8 в конце этого параграфа). Понятно, что вместо сталактита вы получите просто осадок карбоната кальция.

1 Признаки химических реакций. **2** Образование осадка, выделение газа, появление запаха, изменение цвета, выделение или поглощение теплоты.

?

1. Чем отличаются химические явления от физических?
2. К каким явлениям вы отнесете горение свечи и электрической лампы? Почему?
3. Приведите примеры известных вам реакций из повседневной жизни, которые сопровождаются изменением цвета, выделением газа или выпадением осадка.
4. Какой процесс происходит при растворении в воде таких лекарственных средств, как шипучие таблетки аспирина УПСА или витамина С.
5. Какие качественные реакции используются для распознавания кислорода и углекислого газа?
6. Под действием так называемых кислотных дождей разрушаются мраморные скульптуры. Какое явление происходит при этом? Почему?
7. В литровую стеклянную банку налейте полстакана воды и опустите часть таблетки аспирина УПСА размером с горошину. Что наблюдается при этом?

- Чтобы определить, какой газ выделяется в результате химической реакции, опустите в банку тлеющую лучинку (не касаясь жидкости).
- 8.** Возьмите половину чайной ложки гашеной извести (она продается в хозяйственных магазинах) и тщательно размешайте в кипяченой воде. Весь порошок не растворится, но это не беда. Дайте смеси отстояться и перелейте прозрачный раствор в чистый стакан. С помощью трубочки от сока (осторожно, избегайте брызг!) продувайте выдыхаемый воздух через раствор. Вскоре он помутнеет: образуется осадок белого цвета. Сделайте вывод о протекании в стакане химической реакции.

Практическая работа № 6

Изучение процесса коррозии железа (домашний эксперимент)

Вам наверняка известен процесс коррозии (ржавления) железа. Под действием внешних условий на металле образуется ржавчина. В этой работе вы выясните, как влияют внешние условия на скорость коррозии железа.

Для проведения эксперимента вам понадобятся три пластиковые бутылки с крышками объемом 250—500 мл; три больших гвоздя длиной 5—10 см; мыло; наждачная бумага для зачистки гвоздей; кипяченая вода; водопроводная вода из-под крана; поваренная соль.

Гвозди нужно помыть с мылом, чтобы избавиться от слоя масла, который защищает их от ржавления. Когда гвозди высохнут, зачистите их поверхность наждачной бумагой и промойте кипяченой водой.

Первую бутылку полностью заполните холодной кипяченой водой, положите туда гвоздь и плотно закройте крышкой.

Вторую бутылку заполните наполовину холодной водой из-под крана. Положите туда гвоздь. Крышкой бутылку закрывать не надо.

В третью бутылку сначала насыпьте две столовые ложки поваренной соли. Заполните ее наполовину холодной водой из-под крана, закройте крышкой и хорошо перемешайте. Когда вся соль растворится, поместите в бутылку третий гвоздь. Крышкой бутылку закрывать не надо.

Явления, происходящие с веществами

Чтобы ничего не перепутать, с помощью фломастера пронумеруйте каждую бутылку.

Поставьте бутылки в укромное место. Если вода из второй и третьей бутылок будет испаряться, то просто доливайте в них воду из-под крана.

Если все сделано правильно, то через неделю на гвоздях должна образоваться ржавчина. Посмотрите, где ее больше, а где меньше.

Запишите свои наблюдения, расставив номера бутылок напротив соответствующих описаний, например:

ржавчины образовалось мало или ее практически не заметно;
ржавчина хорошо заметна, она крепко держится на гвозде;
ржавчины много, она не держится на гвозде, осыпается с него и образует на дне бутылки бурый осадок.

Сделайте выводы, как влияют на процесс коррозии состав раствора и доступ воздуха.