NaOH — едкое вещество, щёлочь

Изопропанол — горючая жидкость

ОПЫТ 5.4 (вблизи не должно быть пламени). В одну пробирку наливают раствор гидроксида натрия NaOH (2–3 см по высоте), а в другую — столько же изопропанола C_3H_7OH. В обе пробирки добавляют по несколько капель раствора $CuSO_4$, который был приготовлен в опыте 5.1. Обе пробирки интенсивно перемешивают. Что наблюдается в первой и второй пробирках (см. цветной блок: рис. Ц-10)? В одном из этих опытов протекает химическая реакция, в другом — физический процесс. Легко ли сказать, какой процесс где происходит?

По окончании работы пробирки следует вымыть сначала водопроводной, а потом дистиллированной водой. Если на их стенках остался твёрдый налёт, его смывают ёршиком, после чего ополаскивают пробирку дистиллированной водой.

§ 6. РАСТВОРЫ

Рекомендуется повторить существенные свойства вещества (§ 3); отличия твёрдого вещества от жидкого (§ 4).

— Приведите примеры трёх твёрдых веществ и трёх жидкостей.
— Как отличить твёрдое вещество от жидкости?
— Что происходит с сахаром, если его высыпать в чай и перемешать? Для чего мы размешиваем сахар?

Оборудование. Пробирки, штативы для пробирок, чашка для выпаривания с штативом, сухое горючее с подставкой и крышкой (или спиртовка), тигельные щипцы (или держатель для пробирок), ёмкость для слива, ёмкость с дистиллированной водой.

Реактивы. Поваренная соль NaCl, сульфат меди $CuSO_4$, щавелевая кислота $H_2C_2O_4$, карбонат натрия Na_2CO_3, раствор нитрата серебра $AgNO_3$.

Из жизненного опыта вы знаете, что некоторые вещества, например сахар и соль, растворяются в воде. Делая опыты, вы также сталкивались с тем, что одни вещества растворяются в воде, а другие — нет. Что же такое растворение вещества? Проделаем опыт.

ОПЫТ 6.1. В пробирку насыпают хлорид натрия NaCl (≈0,5 см). Наливают в эту же пробирку воды (на 3–4 см).

Каково агрегатное состояние хлорида натрия? Каково агрегатное состояние воды? Можно ли увидеть хлорид натрия в воде (см. рис. 15)?

Перемешивают круговыми движениями содержимое пробирки. Как изменяется видимое количество хлорида натрия в пробирке?

Продолжают перемешивание, пока весь хлорид натрия не растворится. Какое агрегатное состояние вещества — содержимого пробирки теперь?

Полученный раствор не выливают, а оставляют для следующих опытов.

Когда вы только насыпали хлорид натрия в воду, вы чётко видите, где кончается вода и начинается хлорид натрия, то есть видите границу раздела. При перемешивании хлорид натрия как бы исчезает в воде. *Отсутствие границы* между двумя веществами (иными словами, однородность образующейся смеси) и есть отличительный *признак раствора*. **Раствор** определяют как однородную смесь двух или более веществ.

В большинстве случаев вы будете иметь дело с растворами твёрдых веществ в жидкости (чаще — в воде). Жидкость, в которой вещество (твёрдое, жидкость или газ) растворяется, называется **растворителем**.

Присутствие хлорида натрия в водном растворе нельзя заметить невооружённым глазом. Как же тем не менее обнаружить присутствие растворённого вещества в растворе?

Во-первых, все знают, что на вкус раствор соли солёный (не вздумайте пробовать на вкус какие-то растворы в лаборатории — это можно сделать только с поваренной солью или сахаром в кухонной посуде дома!).

Во-вторых, многие растворы (в том числе раствор поваренной соли), в отличие от чистой воды, проводят электрический ток.

В-третьих, если вещество окрашено, его раствор обычно также окрашен. В-четвертых, вещество в растворе вступает в химические реакции, которые можно наблюдать на опыте. Убедимся в этом.

Раствор — однородная смесь не менее двух веществ

Растворитель — жидкость, в которой растворяются другие вещества

Как обнаружить растворённое вещество в растворе?

- По цвету (если растворённое вещество окрашено)
- По изменению свойств вещества в растворе
- По видимым реакциям растворённых веществ с другими веществами

ОПЫТ 6.2. В одну пробирку наливают дистиллированную воду (1 см), в другую — такой же объём раствора поваренной соли, который был приготовлен в опыте 6.1. В обе пробирки добавляют по нескольку капель раствора нитрата серебра $AgNO_3$. Что наблюдается (см. рис. 16)?

Свойства раствора отличаются как от свойств растворителя, так и от свойств растворённого вещества. Поэтому растворение можно считать *химическим процессом*.

Что же происходит с веществом при его растворении? Мельчайшие частицы растворителя окружают мельчайшие частицы растворённого вещества и разрывают связи между ними. После этого мельчайшие частицы растворённого вещества равномерно распределяются в объёме растворителя (см. рис. 17). Поэтому

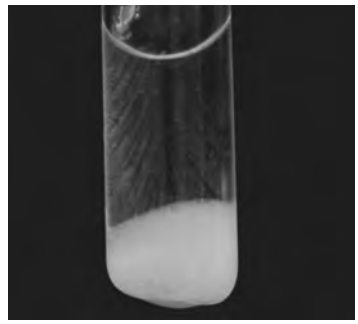

Рис. 15. Кристаллы поваренной соли на дне пробирки с насыщенным раствором

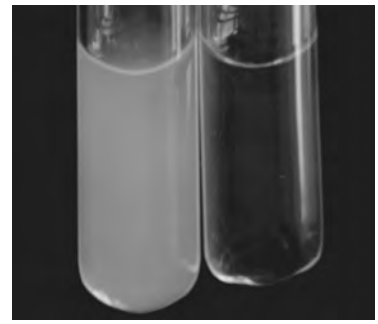

Рис. 16. Пробирки с раствором поваренной соли (*слева*) и дистиллированной (*справа*) водой, к которым добавлен $AgNO_3$

агрегатное состояние раствора остаётся жидким, но частицы растворённого вещества привносят в раствор новые свойства.

Выпаривание — удаление растворителя из раствора путём его испарения при нагревании

Можно ли выделить растворённое вещество из раствора? Можно, если удалить растворитель. Обычно растворитель кипит при гораздо более низкой температуре, чем растворённое вещество. Поэтому растворитель можно **выпарить** (испарить) путём нагревания раствора до кипения. Проделаем этот опыт.

Рис. 17. Растворение вещества подобно началу бала. Сначала растворитель (кавалеры) и растворяемое вещество (дамы) группируются отдельно. Но потихоньку частицы растворителя окружают частицы растворяемого вещества и забирают их в объём растворителя (кавалеры выводят дам в танцевальный круг), вещество и растворитель перемешиваются и образуется раствор

ОПЫТ 6.3. Чашку для выпаривания ставят на проволочный штатив. Наливают в чашку раствор хлорида натрия, приготовленный в опыте 6.1. Нагревают раствор на пламени спиртовки (или сухого горючего — берут часть таблетки, чтобы нагревание было неинтенсивным и раствор не разбрызгивался), до тех пор пока вода полностью не испарится. Гасят пламя.

Что осталось в чашке для выпаривания? В каком агрегатном состоянии находится вещество в чашке?

После испарения воды в чашке осталась соль, *в результате растворения и последующего выпаривания растворителя ни вода, ни соль не превратились в другие вещества*. Поэтому растворение — *физический процесс*. Получается, что растворение имеет двойственную природу, объединяя физический и химический процессы. Обычно говорят, что растворение — пограничный процесс между физическим и химическим.

Растворение — процесс, пограничный между физическим и химическим

ОПЫТ 6.4. В две пробирки наливают по одинаковому объёму воды (3–4 см). В одну насыпают несколько кристалликов сульфата меди $CuSO_4$. В другую — тот же сульфат меди, но побольше (на 1 см). Сульфат меди растворяют. Какова интенсивность окраски раствора в этих пробирках (см. цветной блок: рис. Ц-5)? Во втором растворе содержится гораздо больше этого вещества, чем в первом, и его окраска интенсивнее.

Содержание вещества в растворе указывают с помощью **концентрации**. Чем больше в растворе вещества, тем концентрированнее раствор.

Концентрация отражает содержание растворенного вещества в растворе

Химики редко работают с твёрдыми веществами, обычно из них готовят растворы. Дело в том, что в растворе все реагирующие частицы очень хорошо перемешаны и реакции идут гораздо быстрее и полнее, чем в твёрдой фазе (см. цветной блок: рис. Ц-6).

ОПЫТ 6.5. Насыпают на дно пробирки щавелевой кислоты $H_2C_2O_4$ и добавляют столько же карбоната натрия Na_2CO_3. Перемешивают их в твёрдом виде. Идёт ли реакция?

Теперь добавляют в пробирку несколько капель воды. Что наблюдается? Идёт ли реакция теперь?

Контрольные вопросы

6.1. Какими способами можно выделить растворённое вещество из раствора?

6.2. По каким признакам растворение можно отнести к физическим процессам, а по каким — к химическим?

6.3. По каким признакам можно определить, что вещество растворимо?

Задание на дом

6.1. На столе стоят стаканы со сладким и недостаточно (для вас) сладким чаем. В каком из них больше концентрация сахара?
6.2. Приведите три примера веществ, не растворимых в воде.

Домашний эксперимент

1. Сколько чайных ложек поваренной соли может раствориться в половине стакана воды?
   Сколько может раствориться в таком же объёме воды чайных ложек сахара?
   Что лучше растворяется, соль или сахар?
2. Сколько соли нужно растворить в половине стакана воды, чтобы почувствовать солоноватый привкус?

Ресурсы

Видеоматериалы

- «Вода».
  http://ru.youtube.com, искать «Вода. „Леннаучфильм“».
- Растворение твёрдых веществ в воде.
  http://school-collection.edu.ru, в строке поиска ввести «Растворение твёрдых веществ в воде»

Электронные пособия

- Растворы.
  ftp://ftp.fcior.edu.ru/marstu/2006/mmlab.chemistry.896i.oms
- Классификация растворов.
  ftp://ftp.fcior.edu.ru/marstu/20071002/mmlab.chemistry.313i.oms

Лабораторные опыты

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

Задача. Описать взаимодействие веществ в водных растворах, указав только признаки химических реакций. Растворы готовят непосредственно перед работой.

Оборудование. Пробирки, штатив для пробирок, ёмкость с дистиллятом, ёршик, стакан для слива.

Реактивы. Сульфат меди $CuSO_4$, карбонат натрия Na_2CO_3, соляная кислота HCl (р-р), нитрат серебра $AgNO_3$ (р-р), тиосульфат натрия $Na_2S_2O_3$.

Отчёт. Оформляют в лабораторном журнале в форме таблицы парных взаимодействий.

Верхняя строка и левый столбец таблицы — формулы реагентов, а в остальных клетках — краткое описание происходящего при сливании их растворов. Выделение газа следует обозначать знаком ↑, выпадение осадка — знаком ↓. После знака осадка (↓) надо обязательно указать его цвет. Если цвет получившегося раствора не похож на цвет исходных, цвет исходного раствора записывают под формулой реагента, а цвет нового раствора в соответствующей ячейке. Если признаков химической реакции не наблюдается, в клетке ставят прочерк (–).

Ход работы. Сначала в пробирках растворяют отдельно вещества, выданные в твёрдом виде. Для этого в пробирку насыпают вещество (0,5 см) и приливают воду (3–4 см). Содержимое пробирки перемешивают круговыми движениями. На каждую пробирку следует надеть бумажный ярлык с формулой (см. рис. 18).

Когда все растворы приготовлены, разливают раствор $CuSO_4$ по четырём пробиркам.

В первую пробирку добавляют раствор Na_2CO_3, во вторую — HCl, в третью — $AgNO_3$, в четвёртую — $Na_2S_2O_3$. Наблюдаемые признаки химических реакций записывают в таблицу. Пробирки, в которых проводили опыты, моют.

Далее разливают по трём пробиркам раствор Na_2CO_3. В первую из них добавляют раствор HCl, во вторую — $AgNO_3$, в третью — $Na_2S_2O_3$. Снова записывают наблюдения. И так до тех пор, пока не будет заполнена таблица.

Внимание! Если в растворе происходит выделение газа (пузырьки газа покидают раствор достаточно быстро) — нужно успеть это заметить.

Все растворы надо готовить на дистиллированной воде

Исходные вещества обратно в банки не отсыпать

Рис. 18. Бумажный ярлык на пробирке

§ 7. РАСТВОРИМОСТЬ

Рекомендуется повторить что такое раствор и растворитель (§ 6); понятие «давление» (из курса физики).

— Приведите примеры веществ, растворимых и не растворимых в воде.
— Как выделить вещество из раствора?
— Какие растворители вы знаете?
— Как изменяется давление под водой с глубиной?

Оборудование. Пробирки, штатив для пробирок, шпатель, спиртовка (или сухое горючее с подставкой и крышкой), держатель для пробирок, ёмкость с дистиллированной водой, ёмкость для слива, стеклянная палочка.