

О. А. Рябинина

ГБОУ «Физтех-лицей» им. П.Л. Капицы

Методичка - практикум

«Чистые вещества и смеси веществ, растворы.

Способы разделения смесей. Очистка и обработка воды»

Долгопрудный

2017

Изучаемые вопросы

- Чистые вещества и смеси веществ. Классификация смесей
- Способы разделения смесей: отстаивание, фильтрование, выпаривание, с помощью магнита,
- Растворы
- Чистая и грязная вода. Анализ воды
- Полярные и неполярные растворители
- Очистка воды в природе

Рекомендуется повторить

Понятие «вещество», признаки химических реакций. При каких обстоятельствах вы смешивали в повседневной жизни различные вещества?

Приведите примеры известных вам смесей.

Что вы знаете о воде из природных источников?

Определение понятия «смесь» было дано в XVII в. английским ученым Робертом Бойлем: «Смесь – целостная система, состоящая из разнородных компонентов».

Сравнительная характеристика смеси и чистого вещества

Признаки сравнения	Чистое вещество	Смесь
Состав	Постоянный	Непостоянный
Вещества	Одно и то же	Различные
Физические свойства	Постоянные	Непостоянные
Изменение энергии при образовании	Происходит	Не происходит
Разделение	С помощью химических реакций	Физическими методами

1. СМЕСИ И РАСТВОРЫ

Смесь получается при смешивании двух или более веществ при условии, что эти вещества сохраняют свои индивидуальные свойства. Смесь соли и перца называется *гетерогенной* (неоднородной), потому что составляющие ее компоненты не проникают друг в друга, мы глазами или в микроскоп видим границу между частичками. Смесь перца и воды также гетерогенна.

Смешивание соли и воды приводит к совершенно иному результату образуется *раствор*. Кристаллы соли растворены в воде, т. е. разделены на столь малые частицы, что они не могут наблюдаться даже при самом большом увеличении. Эти частицы равномерно перемешаны с частичками воды, иначе говоря образуют *гомогенную* (однородную) смесь. Соль при этом называется *растворенным веществом*, а вода — *растворителем*. *Растворы, в которых вода является растворителем, называют водными растворами.*

Смеси классифицируют по размерам частиц, которые в них содержатся. *Суспензии* — это смеси, содержащие относительно большие, хорошо видимые частицы. Частицы остаются суспендированными в течение некоторого времени после смешивания, но затем отделяются от жидкости. Суспензии поэтому относятся к гетерогенным смесям.

Мутная вода содержит суспендированные частицы почвы и других веществ. Если не трогать такую воду в течение некоторого времени, то внизу образуется слой твердого вещества. Жидкость останется мутноватой, даже если оставить ее стоять несколько дней, поскольку некоторые мелкие частицы очень долго остаются в слое жидкости. Такие микроскопические частицы, придающие жидкости легкую мутность, называют коллоидными частицами, а такой тип смесей — *коллоидным* раствором или коллоидом.

Молоко - это коллоид с водой в качестве растворителя. Коллоидные частицы масла в молоке не видны невооруженным глазом. Однако при большом увеличении можно видеть отдельные шарики сливочного масла, плавающие в воде (рис. 1).

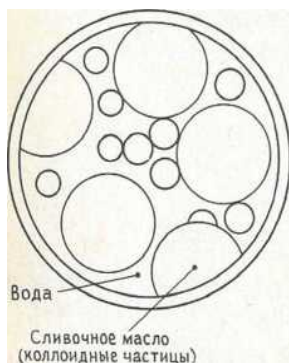
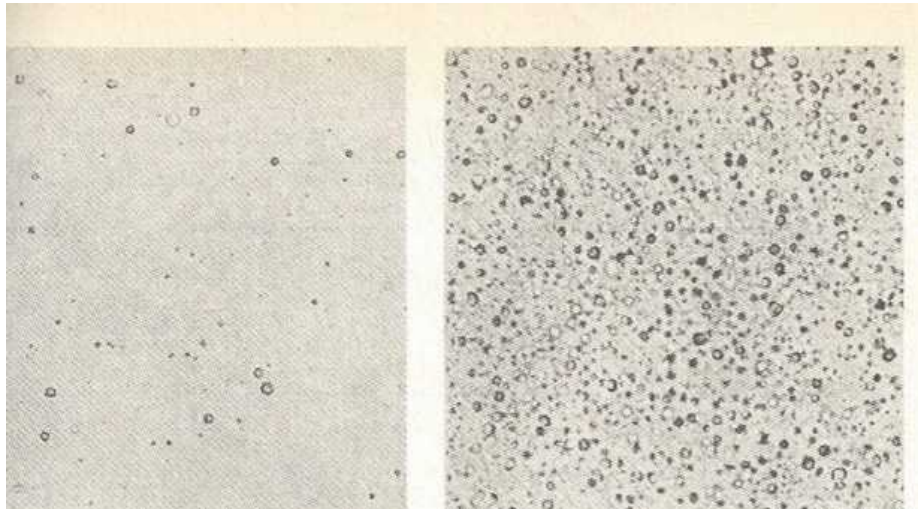


Рис. 1. При большом увеличении молоко уже не кажется гомогенной жидкостью.

На левой фотографии вы видите снятое молоко, на правой - цельное молоко, оба образца при увеличении в 640 раз. Наблюдаемые частицы —глобулы жира в водном растворе.



Существует простой способ решить, являются ли частицы в смеси достаточно большими для того, чтобы считать жидкость коллоидом, а не раствором. Когда луч света проходит через коллоидную жидкость, он становится хорошо идимым. Частицы слишком малы для того, чтобы их увидеть, но достаточно для того, чтобы отражать свет от своей поверхности.

В результате наблюдается рассеяние света (т. е. неупорядоченное, направленное равномерно во все стороны отражение), которое называется *эффектом Тиндаля* в честь ирландского физика, впервые объяснившего это явление. Растворами называются смеси, в которых частицы настолько малы, что они не осаждаются, не приводят к *эффекту Тиндаля* и не видны даже при большом увеличении.

Образцы грязной воды, которые вы очищали ранее, представляют собой иллюстрацию всех трех типов смесей. Они, несомненно, содержат некоторое количество частиц, достаточно больших для образования суспензии. Их устойчивая мутность показывает, что в них имеются также суспендированные коллоидные частицы. И даже полученные в конце концов очищенные образцы содержат атмосферные газы и электрически заряженные частицы. Следовательно, ваша “очищенная” вода в действительности является раствором. Используем теперь полученные знания о водных смесях.

Запомните:

Суспензии - содержат крупные частицы.

Коллоиды- содержат частицы промежуточных размеров

Растворы -содержат только самые мелкие частицы

Следующая лабораторная работа посвящена практическому изучению смесей различных типов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. «КЛАССИФИКАЦИЯ СМЕСЕЙ».

В этой лабораторной работе вы рассмотрите четыре различные жидкости, содержащие воду, и отнесете каждую из них к суспензиям, коллоидам, растворам или их сочетаниям. Вы отфильтруете каждый образец и попытаетесь обнаружить эффект Тиндаля в исходном и отфильтрованном образце. Частицы в суспензии могут быть отделены при помощи фильтрации, в то время как частицы в коллоиде или растворе слишком малы для того, чтобы задерживаться фильтровальной бумагой. Проявление эффекта Тиндаля указывает на наличие коллоидных частиц. Приготовьте в вашем лабораторном журнале таблицы для записи наблюдения свойств исходных образцов и фильтратов, а также выводов по каждой смеси, используя следующие измеряемые показатели

Таблица наблюдений. Исходный образец воды:

1.Номер стакана №1,2,3,4

2.Цвет

3.Прозрачность или мутность

4.Выпадает ли осадок?

5.Эффект Тиндаля

6.Классификация смесей: Суспензия, коллоид или раствор?

Таблица наблюдений. Фильтрат:

1.Номер стакана №1,2,3,4

2.Цвет

3.Прозрачность

4.Осадок

5.Эффект Тиндаля

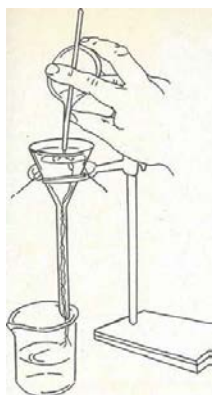
6.Бумажный фильтр

7.Тип смеси: суспензия, коллоид или раствор

Порядок работы

1. Из восьми стаканов на 250 мл составьте два набора и пронумеруйте стаканы в каждом наборе цифрами от 1 до 4.
2. Заполните наполовину все стаканы одного набора известными жидкостями, выданными преподавателем.
3. Рассмотрите внешний вид каждой жидкости и запишите ваши наблюдения, обращая внимание на следующие характеристики:
 - а) Окрашен ли образец?
 - б) Прозрачный образец или мутный?
 - в) Осаждаются ли частицы из образца, после того как вы его встряхнете?
4. Для каждой из жидкостей проверьте по методике, показанной преподавателем, наблюдается ли эффект Тиндала. Если жидкость прозрачна, пропустите луч света сбоку и рассмотрите жидкость сверху. Если жидкость мутная, пропустите луч света сверху и рассмотрите стакан сбоку. Видите ли вы луч, когда он проходит через образец? Запишите ваши наблюдения.
5. Отфильтруйте каждый пронумерованный образец по методу, показанному на рис. 1.2. Для каждого образца используйте свежую фильтровальную бумагу. Соберите достаточное количество фильтратов в чистый, пронумерованный стакан для того, чтобы повторить стадии 3 и 4.
6. Рассмотрите каждый бумажный фильтр. Задержал ли он какие-нибудь частицы? Запишите ваши наблюдения.
7. Повторите стадию 3 для каждого фильтрата и запишите наблюдения. Сравните свойства фильтратов со свойствами исходных образцов. Запишите все различия.
8. Повторите стадию 4 для каждого фильтрата и запишите наблюдения.
9. Для каждой из неизвестных жидкостей решите на основе ваших наблюдений, является ли она раствором, коллоидом, суспензией или их сочетанием. Запишите свои выводы.
10. Сравните свои наблюдения и выводы с результатами работы других групп.

Рис. 1.2. Установка для фильтрования: бумажный фильтр, бумага, воронка, керамический треугольник, кольцевой зажим, штатив, стакан.



2. ЧИСТАЯ И ГРЯЗНАЯ ВОДА

К сожалению, далеко не все вещества, которые могут оказаться суспендированными или растворенными в воде, полезны или хотя бы безвредны для здоровья. Высокие концентрации веществ, содержащих железо, придают воде плохой вкус и вызывают нежелательные отложения в трубах. Соединения, содержащие серу, придают воде неприятный запах. Вещества, содержащие такие элементы, как ртуть, свинец, кадмий и мышьяк, могут растворяться в воде и даже в малых концентрациях опасны для здоровья людей.

Многие из веществ, производимые промышленностью, например, пестициды и многие отходы, особенно растворители, также легко могут попасть в питьевую воду и привести к вредным воздействиям на здоровье. Даже солнечный свет может вызвать образование потенциально вредных веществ при освещении хлорированной воды, если она содержит некоторые примеси.

Задача в том, чтобы гарантировать чистоту источников нашей воды. Это достигается путем предотвращения попадания нежелательных веществ в воду и удаления их из воды, если загрязнение уже произошло.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. «АНАЛИЗ ВОДЫ»

Чтобы определить какие ионы и сколько их находится в водных растворах, существует широкий набор методов. В этой работе вы будете использовать методы, которые действительно могут использоваться для проверки наличия в воде тех или иных ионов. Общая цель состоит в качественном определении двух катионов и двух анионов.

В каждой задаче вы будете наблюдать за изменением окраски раствора или появлением нерастворимого осадка. В случае положительного результата вы можете быть уверенными, что анализируемый ион присутствует в растворе. Однако отрицательный результат (цвет не изменился или осадок отсутствует) не обязательно означает, что тот или иной ион отсутствует в растворе. Ион может присутствовать в таком малом количестве, что изменение цвета или образование осадка не заметно.

Вам надо определить ион железа (Fe^{3+}), ион кальция (Ca^{2+}), анион хлора (Cl^- , хлорид-ион) и сульфат-анион (SO_4^{2-})

Каждое определение будет проводиться с тремя различными образцами:

1) раствор сравнения (стандартный раствор, о котором известно, что в нем присутствует интересующий вас ион);

2) водопроводная вода (которая может содержать или не содержать тот или иной ион);

3) контроль (дистиллированная вода, о которой известно, что она не содержит ионов).

Начертите в вашем лабораторном журнале таблицу наблюдений, подобную приведенной ниже.

При проведении анализа вам могут оказаться полезными следующие сведения:

1. Если тот или иной ион присутствует в водопроводной воде, то его концентрация, вероятнее всего, будет в ней меньше, чем в растворе сравнения. Следовательно, интенсивность окраски и количество осадка полученного при анализе водопроводной воды, будут меньше, чем при анализе раствора сравнения.

Таблица наблюдений

Растворы	Цвет	Осадок	Содержится ли ион?
Стандартный раствор, содержащий Fe^{3+}			
Водопроводная вода			
Контроль			
Стандартный раствор, содержащий			

ий Ca^{2+}
Водопр
одная
вода
Контроль

Стандарт
ный
раствор,
содержащ
ий Cl
Водопр
одная
вода
Контроль

Стандарт
ный
раствор,
содержащ
ий SO_4^{2-}
Водопр
одная
вода
Контроль

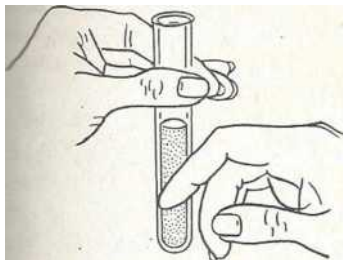


Рис. 1.3. Чтобы перемешать содержимое пробирки, нужно постучать по ней указательным пальцем.

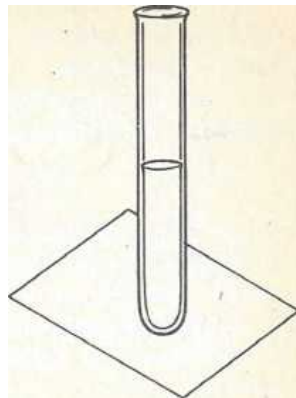


Рис. 1.5. Удобно определять цвет раствора, если пробирку рассматривать на фоне белой бумаги.

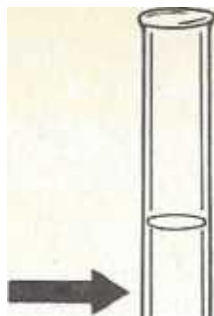


Рис. 1.4. При определении цвета раствора лучше всего рассматривать пробирку сбоку.

2. При проведении опытов тщательно перемешивайте содержимое пробирок, если не даны другие указания. Взгляните на рис. 1.3, на котором указано, как нужно перемешивать растворы в пробирках.

3. Если метод исследования основан на изменении цвета, то нужно учитывать, что в растворе могут присутствовать настолько малые количества ионов, вызывающих изменение окраски, что нельзя быть уверенным в протекании реакции. Для проверки наличия окраски существует несколько способов.

♦Взгляните на пробирку сбоку (рис. 1.4). Поместите лист белой бумаги сзади или сбоку от пробирки. Это сделает окраску более заметной (рис. 1.5)

♦Сравните окраску раствора, полученного при работе с контролем (дистиллированной водой) и водопроводной водой. Дистиллированная вода не содержит исследуемых ионов. В результате будет заметна даже слабая окраска, образовавшаяся при исследовании водопроводной воды.

4. Если метод определения заключается в образовании осадка, то тщательное перемешивание приведет к тому, что заметить его будет довольно трудно. В этом случае просветите пробирку лучем света, чтобы увидеть его рассеяние (эффект Тиндалля.). Рассеяние света подтвердит присутствие осадка в виде коллоидных частиц.

Порядок работы

1. Сполосните три пробирки дистиллированной водой.

2. Используя мерный цилиндр, отмерьте 2 мл дистиллированной воды, налейте воду в пробирку. Маркером сделайте на этой пробирке отметку, соответствующую 2 мл. На том же уровне проведите линию и на двух других пробирках. Пометьте эти три пробирки так: раствор сравнения, водопроводная вода, контроль.

3. Проведите с каждым из этих растворов качественные реакции, предложенные преподавателем.

Реакция на ионы железа(III) (Fe^{3+})

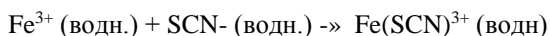
1. Налейте в чистую пробирку с надписью «раствор сравнения» 2 мл раствора сравнения Fe^{3+} .

2. Добавьте в пробирку три капли раствора тиоцианата калия KSCN(реактив).

3. Тщательно перемешайте раствор.

4. Запишите результаты в таблицу в лабораторном журнале.

Реакция может быть представлена следующим образом:



5. Повторите эту реакцию на ионы железа (III) с 2 мл водопроводной воды и с 2 мл дистиллированной воды, наливая каждый образец в соответствующую пробирку. Запишите результаты.

6. Вылейте растворы из пробирок. Тщательно промойте водопроводной водой и сполосните дистиллированной перед тем, как перейти к следующей задаче.

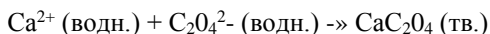
Реакция на ионы кальция (Ca^{2+})

1. Налейте в чистую пробирку с надписью “раствор сравнения” 2 мл раствора сравнения Ca^{2+} .

2. Добавьте три капли разбавленной уксусной кислоты.

3. Добавьте в пробирку 3 капли раствора оксалата натрия $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (реактив).

4. Перемешайте содержимое пробирки. Запишите результаты. Реакция может быть представлена следующим образом:



5. Повторите эту реакцию на ионы кальция с 2 мл водопроводной воды и с 2 мл дистиллированной воды, поместив каждый образец в пробирку с соответствующей надписью. Запишите результаты.

6. Вылейте растворы из пробирок. Тщательно промойте водопроводной водой и сполосните дистиллированной перед тем, как перейти к следующей задаче.

Реакция на ионы хлора (Cl^-)

1. Налейте в чистую пробирку с надписью "раствор сравнения" 2 мл раствора сравнения ионов Cl^- .

2. Добавьте в эту пробирку три капли раствора AgNO_3 (реактив). Постарайтесь, чтобы этот раствор не попадал на кожу.

3. Тщательно перемешайте раствор.

4. Запишите результаты. Реакция может быть представлена следующим образом:



5. Повторите эту реакцию на ион хлора с 2 мл водопроводной воды и с 2 мл дистиллированной воды, поместив каждый образец в пробирку с соответствующей надписью. Запишите результаты.

6. Вылейте растворы из пробирок. Тщательно промойте водопроводной водой и сполосните дистиллированной водой перед тем, как перейти к следующей задаче.

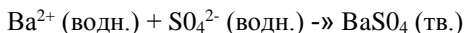
Реакция на сульфат-ионы (SO_4^{2-})

1. Налейте в чистую пробирку с надписью "раствор сравнения" 2 мл раствора сравнения ионов SO_4^{2-} .

2. Добавьте в эту пробирку три капли раствора BaCl_2 (реактив).

3. Тщательно перемешайте раствор.

4. Запишите результаты. Реакция может быть представлена следующим образом:



5. Повторите эту реакцию на сульфат-ион с 2 мл водопроводной воды и с 2 мл дистиллированной воды, поместив каждый образец в пробирку с соответствующей надписью. Запишите результаты.

6. Вылейте растворы из пробирок. Тщательно промойте водопроводной водой и сполосните дистиллированной водой.

Вопросы

1. Почему при каждом определении использовался контроль?
Почему в качестве контроля была выбрана дистиллированная вода?
2. С какими трудностями вы столкнулись при выполнении качественного определения?
3. Эти определения не могут с абсолютной надежностью свидетельствовать об отсутствии иона. Почему?

3. ПОЛЯРНЫЕ И НЕПОЛЯРНЫЕ РАСТВОРИТЕЛИ

Чем более полярно молекулярное соединение, тем более оно похоже на воду и тем лучше оно будет растворяться в воде. Как говорят: «Подобное растворяется в подобном». Растворение молекулярных веществ похоже на растворение ионных соединений только с тем отличием, что с молекулами воды взаимодействуют не ионы, а полярные молекулы.

Правило «подобное растворяется в подобном» приводит к тому, что растворители, состоящие из *неполярных* молекул, неэффективны для растворения ионных и даже полярных веществ. Такие растворители, однако, удобны для растворения других неполярных соединений. Например, неполярные чистящие жидкости используются для «сухой» чистки одежды. Они легко растворяют неполярные загрязнения, пятна жира и т. п.

По ходу следующей лабораторной работы мы рассмотрим некоторые типичные молекулярные и ионные вещества и сравним их растворимости в воде и неполярных растворителях.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА.

«ПОЛЯРНЫЕ И НЕПОЛЯРНЫЕ РАСТВОРИТЕЛИ»

Выполняя эту работу, вы изучите растворимость семи веществ в двух различных растворителях: воде— полярном растворителе и растительном масле — неполярном растворителе. Попытайтесь объяснить результаты в рамках правила «подобное растворяется в подобном».

Избегайте прямого контакта веществ с кожей. Чтобы правильно смешивать содержимое пробирок, рассмотрите рис. 1.3. Твердые вещества переносите на кончике шпателя или деревянной лопатки. Особенно будьте осторожны при работе с йодом, который раздражает кожу и глаза.

Подготовьте в лабораторном журнале таблицу для записи наблюдений. В этой таблице перечислены названия и химические формулы семи веществ.

1. Мочевина $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$.
2. Йод I_2 .
3. Хлорид аммония NH_4Cl .
4. Нафталин C_{10}H_8 .
5. Сульфат меди (II) CuSO_4 .
6. Этанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$.
7. Хлорид натрия NaCl

Порядок работы

1. Используя мерный цилиндр, отмерьте 5 мл воды и перелейте ее в пробирку. Отметьте высоту столбика жидкости специальным маркером по стеклу. На шести других пробирках на той же высоте поставьте такую же полосу. Это делается для того, чтобы можно было легко отмерять по 5 мл жидкости, не прибегая к мерному цилиндру.

2. Налейте 5 мл воды в каждую пробирку.

3. Посмотрите, растворяются ли исследуемые семь веществ в воде, добавив каждое из них в соответствующие пробирки. Жидких веществ — по 5 мл. Для твердых — возьмите на конец шпателя или деревянной лопаточки объем вещества, примерно равный объему спичечной головки, перенесите его в пробирку. В случае йода обязательно используйте для этой цели деревянную лопаточку и не забудьте ее выбросить после использования.

4. Аккуратно перемешайте содержимое каждой пробирки, постукивая по ней, как показано на рис. 1.3.

5. Оцените, насколько каждое из веществ растворяется в полярном растворителе — воде. Запишите результаты наблюдений в таблицу, используя следующие обозначения: Р — растворяется, ПР — плохо растворяется, НР — не растворяется.

6. Вылейте содержимое пробирок в слив под тягой.

7. Вымойте и тщательно высушите пробирки.

8. Повторите пункты 3 — 7, используя не воду, а неполярное растительное масло.

Вопросы

1. Какие вещества лучше растворимы в воде, чем в растительном масле?
2. Какие вещества лучше растворимы в растительном масле, чем в воде?
3. Объясните ваши ответы на вопросы 1 и 2.
4. Были ли результаты работы с каким-либо из веществ неожиданы? Если так, кратко опишите их. Можете ли вы предложить объяснение?

4.ОЧИСТКА ВОДЫ В ПРИРОДЕ

Часто полагают, что если воду оставить в естественных природных условиях, то она станет чистой. При соблюдении определенных условий это верно.

Напомним вам круговорот воды в природе.

Нагревание под действием солнечных лучей приводит к испарению воды из океанов и других источников. При этом вода освобождается от минеральных солей. Водяные пары поднимаются в верхние слои атмосферы, конденсируются в мельчайшие капли облаков и затем выпадают на землю в виде снега или дождя в зависимости от температуры. Затем выпавшая вода либо попадает в реки, озера,

либо впитывается в землю и становится подземной водой. Подземная вода в свою очередь может оказаться когда-нибудь на поверхности и испариться. Цикл повторится снова.

Водяные капли и снежинки - это чистойшейшей природной формы воды. К сожалению, деятельность человека приводит к попаданию в атмосферу большого количества вредных газов, что делает сегодняшние дожди гораздо более грязными, чем они были в прежние времена.

Как только водяные капли попадают на Землю, вода быстро теряет свою относительную чистоту. В дождевой воде растворяются или суспендируются органические вещества — результат жизнедеятельности живых организмов. В нескольких сантиметрах под слоем почвы находятся бактерии, которые «поедают» эти органические вещества и CO_2 , воду и другие простые вещества. Иначе говоря, эти бактерии осуществляют вторичную очистку воды.

По мере проникновения в глубь земли вода, как правило, проходит через гравий, песок и даже скальные породы. При такой фильтрации из воды удаляются бактерии и любые взвешенные частицы.

Таким образом, очистка воды в природе происходит в три стадии:

- ◆ Сначала испарение, за которым следует конденсация. При этом удаляются практически все растворенные вещества.
- ◆ Затем вступают в действие бактерии. Они превращают разнообразные растворенные органические вещества в ограниченный набор более простых соединений.
- ◆ Фильтрация через песок и гравий представляет собой последнюю стадию. При этом из воды удаляются все суспендированные вещества.

При определенных условиях при очистке воды мы можем целиком полагаться на природу. «Чистая» дождевая вода является наилучшим источником чистой воды. Если вода проходит через различные породы достаточно долго, то бактерии успевают разложить в ней все органические вещества природного происхождения. Прохождение через песок и гравий удалит все взвешенные вещества. Однако при перегрузке природные системы не могут качественно справляться с задачей очистки.

Если вода имеет слабокислые свойства ($\text{pH} < 7$), то при фильтрации через магний- или кальцийсодержащие породы происходит их частичное растворение и химические реакции, протекающие с их участием, могут привести не к очистке воды, а к добавлению к ней новых примесей. В этом случае может случиться так, что вода будет содержать слишком большое количество солей. Не всегда природные способы очистки приводят к такой чистой воде, как бы нам хотелось.

Иногда в воде содержится слишком много кальция (Ca^{2+}), магния (Mg^{2+}) или

железа (Fe^{3+}). В такой воде с трудом образуется мыльная пена и она называется жесткой. Поскольку жесткая вода может быть причиной целого ряда неприятностей (они обсуждаются ниже), то крайне важно удалить эти ионы из раствора. Процесс удаления ионов Ca^{2+} , Mg^{2+} и Fe^{3+} из воды называется умягчением воды.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните, почему при открывании теплой бутылки газированной воды пузырьки получаются больше, чем при открывании холодной?
2. Объясните смысл утверждения: «подобное растворяется в подобном».
3. Почему поваренная соль (NaCl) растворяется в воде, но не в масле?
4. Для каждой из пар, приведенных ниже, выберите источник, в воде которого содержится больше кислорода. Объясните ваш выбор.
 - а) Быстрая река или спокойное озеро?
 - б) Озеро весной или то же самое озеро летом?
5. Назовите, какие из перечисленных веществ являются растворами, суспензиями или коллоидами
 - лекарство, на котором написано «перед употреблением взбалтывать»
 - спиртовая настойка
 - соус
 - майонез
 - кока-кола
 - масляные краски
 - молоко.
6. Перечислите три необычных свойства воды и кратко опишите важность этих свойств для жизни на Земле.