Разделение смесей и очистка воды: от реки до крана

Как способы разделения смесей — отстаивание, фильтрование, выпаривание, перегонка, адсорбция — работают на станции водоподготовки. Практическая работа «Очистка поваренной соли», демонстрация перегонки и анализ учебного протокола «вода до и после станции» по нормативам СанПиН.

Химия · 8 класс | 45 минут | план урока

План урока

Связь с программой

Предмет, класс	Тема программы
Химия, 8	««Чистые вещества и смеси. Способы разделения смесей»; демонстрация «Способы разделения смесей (фильтрование, выпаривание, дистилляция, хроматография)»; практическая работа «Разделение смесей (на примере очистки поваренной соли)»»
Химия, 8	««…Круговорот воды в природе. Загрязнение природных вод. Охрана и очистка природных вод»; виды деятельности: «Объяснять сущность экологических проблем, связанных с загрязнением природных вод, способы очистки воды от примесей, меры по охране вод от загрязнения»»

ПРЕДМЕТНЫЕ
Различать однородные и неоднородные смеси; выбирать способ разделения по различию свойств компонентов; описывать ступени очистки воды на станции водоподготовки и объяснять, что удаляет каждая; называть меры охраны вод.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ
Составлять технологическую схему, анализировать таблицу «до и после», сравнивать результаты с нормативом, планировать и выполнять практическую работу.

ЛИЧНОСТНЫЕ
Уважение к труду людей, которые готовят питьевую воду; понимание, почему в водоём нельзя сбрасывать мусор и неочищенные стоки.

Оборудование: Для практической работы на пару: загрязнённая поваренная соль (соль с речным песком и мелкими древесными опилками), химический стакан, мерный цилиндр, стеклянная палочка, воронка, фильтровальная бумага, штатив с кольцом, фарфоровая чашка, спиртовка, тигельные щипцы, керамическая плитка. Для демонстрации учителя: прибор для перегонки (колба с газоотводной трубкой или колба Вюрца, холодильник, приёмник), кипелки, вода, подкрашенная пищевым красителем, часовое стекло. Стакан мутной речной (или прудовой) воды и стакан водопроводной — для мотивации.

Ход урока

0–4 Мотивация
Два стакана: мутная речная вода и водопроводная. «Что нужно сделать с первой, чтобы она стала второй?» Предложения учеников — на доску, к концу урока проверим, что из них работает.

4–12 Смеси и способы разделения
Однородные и неоднородные смеси. Способ разделения — по различию свойств: размер частиц (фильтрование), плотность (отстаивание), летучесть и температура кипения (выпаривание, перегонка), способность удерживаться на поверхности (адсорбция), магнитные свойства (магнит).

12–30 Практическая работа
Опыт 1: очистка загрязнённой поваренной соли — растворение, отстаивание, фильтрование, выпаривание. Таблица в тетради: «способ — на каком свойстве основан — что удалил».

30–35 **Демонстрация**
Опыт 2: перегонка подкрашенной воды; капля дистиллята и капля водопроводной воды на часовом стекле — сравнение сухого остатка.

35–42 **Станция водоподготовки**
Схема: водозабор → решётки → коагуляция и отстаивание → фильтрование → обеззараживание (хлор, озон, ультрафиолет) → резервуар чистой воды → насосы → сеть. Задание 1: протокол «до и после станции».

42–45 **Охрана вод, итог**
Водоохранные зоны и зоны санитарной охраны источников; очистка сточных вод (игра «Очистные сооружения»). Возвращаемся к предложениям учеников. Домашнее задание.

Вопросы классу и ожидаемые ответы

На чём основано фильтрование?
Ответ: На разнице в размере частиц: нерастворимые частицы задерживаются фильтром, а жидкость с растворёнными веществами (фильтрат) проходит.

Почему фильтрованием нельзя отделить соль от воды?
Ответ: Соль растворена: её частицы проходят через фильтр вместе с водой. Соль выделяют выпариванием, а чистую воду — перегонкой.

Какие ступени проходит вода на станции водоподготовки?
Ответ: Решётки задерживают мусор; коагулянт (чаще соль алюминия или железа) собирает мелкие частицы в хлопья, они оседают в отстойниках; фильтры задерживают остаток взвеси; затем воду обеззараживают хлором, озоном или ультрафиолетом и подают насосами в сеть.

Почему воду сначала осветляют и только потом обеззараживают?
Ответ: Мутность и взвесь «прячут» микроорганизмы от хлора и ультрафиолета; чем прозрачнее вода, тем надёжнее обеззараживание.

Почему для водопровода не используют дистиллированную воду, хотя она самая «чистая»?
Ответ: Перегонка удаляет почти все растворённые соли: вкус у такой воды «плоский», безвкусный. А испарить миллионы кубометров воды очень дорого — на каждый килограмм нужно 2,3 МДж. Дистиллят применяют в лабораториях и для приборов.

Убирает ли кипячение все загрязнения воды?
Ответ: Нет. Кипячение убивает микробов, но не убирает растворённые вещества: нитраты, например, при кипячении не исчезают, а концентрируются, потому что часть воды испаряется.

Что такое водоохранная зона и почему в ней нельзя устраивать свалки и мыть машины?
Ответ: Полоса вдоль реки или озера, где ограничена хозяйственная деятельность. По Водному кодексу РФ для рек длиной до 10 км она 50 м, от 10 до 50 км — 100 м, от 50 км — 200 м. Всё, что попадает на землю у воды, с дождём и талым снегом смывается в водоём.

Домашнее задание: По странице «Очистные сооружения» составить схему очистки сточной воды и сравнить её со схемой водоподготовки из урока: какие ступени похожи, какие отличаются и почему? Ответить письменно: почему город берёт воду из реки выше по течению, а очищенные стоки сбрасывает ниже?

Опыты

Ничего не пробовать на вкус, посуду — на поднос, после работы вымыть руки. Особые меры — в каждом опыте.

8 класс 18 минут

Опыт 1. Очистка загрязнённой поваренной соли (практическая работа)

Нужно: загрязнённая поваренная соль (с песком и опилками), стакан, мерный цилиндр, стеклянная палочка, воронка, фильтровальная бумага, штатив с кольцом, фарфоровая чашка, спиртовка, тигельные щипцы, керамическая плитка

1. Насыпать в стакан 5 г загрязнённой соли, прилить 20 мл воды и перемешивать палочкой до растворения соли. Дать постоять 2–3 минуты: песок осядет, опилки всплывут — это отстаивание.
2. Сложить фильтр, вставить в воронку, смочить водой. Профильтровать раствор, сливая его по палочке. Сравнить фильтрат с исходной смесью.
3. Налить 5–7 мл фильтрата в фарфоровую чашку и выпаривать на спиртовке, помешивая палочкой. Нагрев прекратить, когда в чашке останется немного жидкости, — соль досохнет сама.
4. Сравнить полученную соль с исходной смесью и заполнить таблицу «способ — свойство — что удалено».

Что увидим и почему: Песок и опилки не растворяются: песок оседает, опилки всплывают, остатки задерживает фильтр. Соль растворена и проходит в фильтрат; при выпаривании вода уходит паром, а в чашке остаются чистые белые кристаллы. Вывод для водоподготовки: нерастворимые примеси убирают отстаиванием и фильтрованием, а растворённые соли этими способами не удалить.

⚠ Техника безопасности

- Не выпаривать досуха: последние капли раствора разбрызгиваются. Не наклоняться над чашкой; очки обязательны.
- Горячую чашку брать только тигельными щипцами и ставить на керамическую плитку; спиртовку зажигать спичкой и гасить колпачком, не зажигать от другой спиртовки.
- Волосы собраны; полученную соль не пробовать на вкус — она лабораторная.

8 класс | 5 минут (прибор собран заранее)

Опыт 2. Перегонка: откуда берётся дистиллированная вода (демонстрация)

Нужно: прибор для перегонки (колба, холодильник, приёмник), кипелки, вода, подкрашенная пищевым красителем, нагреватель, часовое стекло, пипетка, водопроводная вода

1. Налить в колбу подкрашенную воду, добавить кипелки, пустить воду в холодильник снизу вверх и нагреть колбу до кипения.
2. Наблюдать, как пар конденсируется в холодильнике и в приёмник капает бесцветная жидкость, а краска остаётся в колбе.
3. Нанести на часовое стекло каплю дистиллята и каплю водопроводной воды, дать им высохнуть и сравнить следы.

Что увидим и почему: Испаряется только вода, а краситель и соли остаются в колбе: дистиллят бесцветный. После высыхания капля водопроводной воды оставляет светлое пятнышко солей, капля дистиллята — почти ничего. Перегонка удаляет и растворённые вещества, но требует очень много энергии, поэтому для водопровода её не применяют.

⚠ Техника безопасности

- Перегонку проводит только учитель: кипелки в колбе, нагрев плавный, прибор без присмотра не оставлять.
- Ученики наблюдают с расстояния, в очках; горячие части прибора не трогать до полного остывания.
- Дистиллят не пить: посуда и прибор лабораторные.

Задания с данными

Ключи раскрываются по кнопке — задания удобно показывать на доске.

Задание 1 учебные данные

Задание 1. Вода до и после станции водоподготовки

Учебный протокол: проба речной воды у водозабора и проба питьевой воды после станции. Нормативы — настоящие, по СанПиН 1.2.3685-21.

Протокол анализа (учебные данные)

Показатель	Норматив	Речная вода	После станции
Мутность, ЕМФ	не более 2,6	14	0,6
Железо, мг/л	не более 0,3	0,9	0,08
Общее микробное число, КОЕ/мл	не более 50	2400	3
Общие колиформные бактерии, КОЕ/100 мл	не допускаются	85	не обнаружены
Хлориды, мг/л	не более 350	28	29
Жёсткость общая, °Ж	не более 7,0	3,2	3,2

1. Какие показатели речной воды не соответствуют нормативам и во сколько раз превышены?
2. На сколько процентов станция снизила мутность, железо и общее микробное число?
3. Почему хлориды и жёсткость после станции почти не изменились? Каким способом их можно было бы снизить и нужно ли это здесь?
4. Какая ступень станции «отвечает» за каждое улучшение: мутность, железо, микробы?
5. Соответствует ли вода после станции нормативам по всем показателям таблицы?

Ключ

1. Мутность — в 14 : 2,6 ≈ 5,4 раза; железо — в 0,9 : 0,3 = 3 раза; общее микробное число — в 2400 : 50 = 48 раз; колиформные бактерии обнаружены, а их быть не должно.
2. Мутность: (14 – 0,6) : 14 ≈ 96 %; железо: (0,9 – 0,08) : 0,9 ≈ 91 %; ОМЧ: (2400 – 3) : 2400 ≈ 99,9 %.
3. Хлориды и соли жёсткости растворены — отстаивание, коагуляция, фильтрование и обеззараживание их не удаляют. Снизить можно обратным осмосом или ионным обменом, но здесь не нужно: значения далеко ниже нормативов.
4. Мутность — коагуляция, отстаивание и фильтрование; железо — окисление (аэрация, хлор) и задержание хлопьев на фильтрах; микробы — обеззараживание хлором, озоном или ультрафиолетом (осветление ему помогает).
5. Да: все показатели после станции в пределах нормативов.

Задание 2

Задание 2. Какой способ разделения выбрать?

Для каждой смеси выберите способ разделения и укажите, на каком различии свойств он основан.

Смеси

Смесь	Способ разделения	На каком свойстве основан
Речной песок и вода		
Поваренная соль и вода — нужна соль		
Поваренная соль и вода — нужна вода		
Железные опилки и песок		
Растительное масло и вода		
Пищевой краситель и вода — нужна бесцветная вода		

1. Заполните таблицу.
2. Какие из этих способов работают на станции водоподготовки и в бытовых фильтрах?
3. Почему морскую воду чаще опресняют обратным осмосом, а не перегонкой?

Ключ

1. Песок — отстаивание и фильтрование (нерастворим, частицы крупные и тяжёлые); соль — выпаривание (вода летучая, соль — нет); вода — перегонка (разные температуры кипения); железо — магнит (магнитные свойства); масло — отстаивание и делительная воронка (не смешиваются, разная плотность); краситель — адсорбция на активированном угле (удерживается поверхностью угля) или перегонка.
2. На станции — отстаивание (после коагуляции), фильтрование; угольные фильтры убирают привкусы и запахи (в том числе лишний хлор). В быту — фильтры с углём, ионообменные смолы для умягчения, обратный осмос.
3. Перегонка требует испарить воду — на каждый килограмм около 2,3 МДж; обратный осмос продавливает воду через мембрану, задерживающую соли, без испарения.

8 класс | 15 минут | лист + ключ

Рабочий лист «Разделение смесей и очистка воды»

Нормативы СанПиН 1.2.3685-21: мутность — не более 2,6 ЕМФ; общее микробное число — не более 50 КОЕ/мл. Результаты анализов в вопросах — учебные.

▼ **Источники фактов и чисел (13)**

- ФРП «Химия» 8 класс: «Чистые вещества и смеси. Способы разделения смесей»; демонстрация способов разделения смесей (фильтрование, выпаривание, дистилляция, хроматография); практическая работа «Разделение смесей (на примере очистки поваренной соли)»; «Загрязнение природных вод. Охрана и очистка природных вод» — edsoo.ru
- коагуляция: в воду добавляют коагулянт — чаще соль алюминия или железа; мелкие частицы слипаются в хлопья, которые оседают в отстойниках и задерживаются фильтрами; основной способ осветления воды на станциях водоподготовки — справочник показателей (СанПиН 1.2.3685-21)
- обеззараживание — хлором и его соединениями, озоном, ультрафиолетом; мутность и взвесь «прячут» микроорганизмы, поэтому перед обеззараживанием воду осветляют — справочник показателей (СанПиН 1.2.3685-21)
- поверхностную воду для питья всегда очищают на станциях: осветляют, фильтруют и обеззараживают; централизованная система — водозабор, станция водоподготовки, насосы,

резервуары, распределительные сети — справочник показателей (СанПиН 1.2.3685-21)

- аэрация окисляет растворённое железо, оно выпадает хлопьями и задерживается фильтром — справочник показателей (СанПиН 1.2.3685-21)
- обратный осмос — продавливание воды через мембрану, задерживающую растворённые вещества; применяют для опреснения; ионный обмен умягчает воду; лишний хлор уходит на угольных фильтрах — справочник показателей (СанПиН 1.2.3685-21)
- совсем слабоминерализованная вода (дистиллят) — «безвкусная», вкус «плоский»; снизить солесодержание можно обратным осмосом, дистилляцией или электродиализом — справочник показателей (СанПиН 1.2.3685-21)
- кипячение не убирает нитраты, а концентрирует их — справочник показателей (СанПиН 1.2.3685-21)
- нормативы СанПиН 1.2.3685-21: мутность — 2,6 ЕМФ; железо — 0,3 мг/л; ОМЧ — не более 50 КОЕ/мл; ОКБ — не должны обнаруживаться в 100 мл; хлориды — 350 мг/л; жёсткость — 7,0 °Ж (мг-экв/л) для централизованного водоснабжения — справочник показателей (СанПиН 1.2.3685-21)
- водоохранная зона реки по Водному кодексу РФ: длина до 10 км — 50 м, от 10 до 50 км — 100 м, от 50 км — 200 м — справочник показателей (СанПиН 1.2.3685-21)
- поверхностные водозаборы устраивают вдали от выпусков стоков, вокруг водозабора организуют зоны санитарной охраны — справочник показателей (СанПиН 1.2.3685-21)
- удельная теплота парообразования воды — $2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг (2,3 МДж на каждый килограмм) — учебная константа
- условия практической работы: 5 г загрязнённой соли, 20 мл воды, 5–7 мл фильтрата для выпаривания — методика опыта (учебные условия)