



Урок 39. Многостадийное разделение

Листы ученика. Ответы и примечания учителю — в отдельной части.

Естественно-научный эксперимент · 9 класс

Урок 39 из 64 · 45 минут · Модуль «Химическая лаборатория»

Уровень: Исследовательский для 9 класса: самостоятельно выбираем сравнение, проверяем расчёт и альтернативное объяснение. Нужны дроби, проценты и чтение таблиц, регистрация и специальные приборы не требуются.

Вся программа курса

В смеси железо, песок и соль. Фильтр не разделит всё сразу: растворённая соль проходит через него. Как построить маршрут каждого компонента?

Проверяемый результат:

Спроектировать последовательность операций по свойствам трёх компонентов, распределить их по потокам и проверить материальный баланс.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

Предложение: «насыпать смесь на сухой фильтр - соль окажется в стакане, а песок и железо останутся». За 2 минуты объясните ошибку, за 3 нарисуйте хотя бы одну дополнительную операцию и отметьте, какое физическое свойство она использует.

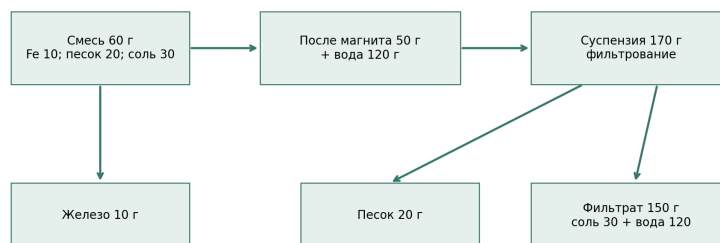
02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

Компонент	Учебное свойство	Основание операции
Железо	Притягивается магнитом	Магнитное отделение
Песок	Не растворяется в воде	Фильтрация суспензии
Соль	Растворяется; нелетуча в модели	Растворение, затем выделение из фильтрата

Разобранный пример: 10 г железа + 20 г песка + 30 г соли. Сначала магнит отделяет 10 г железа. К оставшимся 50 г добавлены 120 г воды: по условию вся соль растворилась. Фильтр удержал 20 г сухого песка, фильтрат содержит 30 г соли и 120 г воды. После идеального удаления воды остаются 30 г соли. Баланс исходных сухих компонентов $60 = 10 + 20 + 30$ г. Добавленная вода - отдельный вход, её нельзя объявить созданной массой продукта.

Три компонента: маршрут по физическим свойствам



Идеальная схема разделения 60 г смеси: магнит → растворение соли в 120 г воды → фильтр → отдельные потоки песка и солевого раствора. Получение соли обозначено как анализ готового протокола, не нагрев детьми.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Новая проба: 12 г железа, 18 г песка, 24 г соли. Взято 100 г воды; вместимость воды по условию 30 г соли, реакции отсутствуют. За 2 минуты выберите порядок; за 4 подпишите состав и массу после каждого этапа; за 3 составьте два баланса - сухой смеси и системы с водой; за 2 проверьте с соседом. Продукт - блок-схема с четырьмя выходами, включая воду. Критерии: растворение до фильтра, соль в фильтрате, вместимость достаточна, все массы сохранены.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

К той же пробе вместо 100 г взяли 50 г воды. В ней по условию растворяются не более 15 г соли. За 3 минуты определите, что попадёт на фильтр; за 3 вычислите минимум дополнительной воды при той же вместимости 30 г соли на 100 г воды; за 2 исправьте схему. Примите растворимость постоянной, без потерь и реакций.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

Варианты: сначала испарить воду со всей смесью или сначала отделить песок. За 2 минуты выберите операцию, за 3 проследите судьбу соли и песка в обоих вариантах, за 2 сформулируйте правило выбора. Обсудите, когда промывка осадка улучшает чистоту, но увеличивает объём фильтрата.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

В пробе 5 г железа, 8 г песка и 12 г соли. 40 г воды растворяют до 12 г соли. За 5 минут назовите порядок операций, массу фильтрата, состав осадка и проверьте общий баланс с водой. По 1 баллу.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Карточки компонентов и операций, таблица свойств, карандаши трёх цветов и калькулятор. Предпосылки: растворимость, фильтрование и магнитное отделение. Только настольная бумажная модель, без железного порошка, испарения и горячих растворов. Условные компоненты не вступают в реакцию. В модели железо отделяется магнитом до контакта с водой; песок нерастворим, соль полностью растворяется в указанной массе воды. Все идеальные выходы и последующие потери оговорены.

Минуты	Работа	Проверяемый продукт
0-5	Проблемная ситуация	Вопрос и проверяемое предположение
5-14	Понятия и разобранный пример	Пояснение величин и метода
14-25	Практика 1	Расчёт, схема или протокол по данным
25-33	Практика 2	Решение на новых условиях
33-40	Обсуждение	Аргумент, альтернатива и вывод
40-45	Индивидуальная проверка	Самостоятельный ответ и исправление

Все тексты, рисунки и данные включены. Без регистрации: распечатайте учебную часть PDF или используйте доску. Ответы открывайте после самостоятельной попытки. Минуты включают чтение, записи и переходы. В конце соберите индивидуальную работу. 0-1 балл: разобрать пример повторно; 2-3: уточнить пропущенное звено; 4: объяснить ограничение модели. Это обратная связь, не обязательная школьная отметка.

Разбор практики 1 и критерии

Сухая смесь 54 г. Магнит: 12 г железа, остаток 42 г. После добавления воды 142 г; фильтр: 18 г песка и 124 г раствора (24 г соли + 100 г воды). Полное идеальное разделение: 12 г железа, 18 г песка, 24 г соли, 100 г воды. $54 = 12 + 18 + 24$; $154 = 12 + 18 + 24 + 100$. Называть раствор массой 24 г ошибочно.

Ответ и объяснение практики 2

На фильтре окажутся 18 г песка и 9 г нерастворённой соли, а в 50 г воды - 15 г соли. Чтобы растворить все 24 г, нужно минимум 80 г воды; добавить минимум 30 г. После достижения равновесия фильтр сможет отделить песок без оставшейся соли в идеальной модели. Реальный запас воды и промывку выбирают по безопасному проверенному протоколу, не по этому минимуму.

Опора для обсуждения

Испарение воды со всей смесью вновь соединит соль с песком. Фильтрование после полного растворения переносит соль в отдельный жидкий поток. Промывка удаляет удержанный раствор с песка, однако добавляет воду; её масса и последующие затраты должны учитываться. Порядок выбирают по свойствам и целевым потокам, а не по списку знакомых приборов.

Ключ и критерии индивидуальной работы

Магнит → растворение → фильтрование → выделение соли из фильтрата по готовому протоколу. Фильтрат 52 г: 12 г соли и 40 г воды. Осадок 8 г песка. Общий баланс: $65 = 5 + 8 + 52$ г. Железо отделено прежде, в фильтровальном осадке его нет по идеальному условию.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Разделение смесей по физическим свойствам	Построить последовательность и потоки	Схема трёх компонентов
Практическая работа №7: разделение смеси	Рассчитать достаточность растворителя	Баланс и исправление неполного разделения

Опора - раздел «Химическая лаборатория» опубликованной программы на 64 часа. Это самостоятельный урок на 45 минут. Подробный сценарий, распределение времени и учебные числовые серии - методическая разработка. Предоставленные данные не выдаются за опыт, проведённый авторами или этим классом.

Исходная программа

Источники и права на изображения

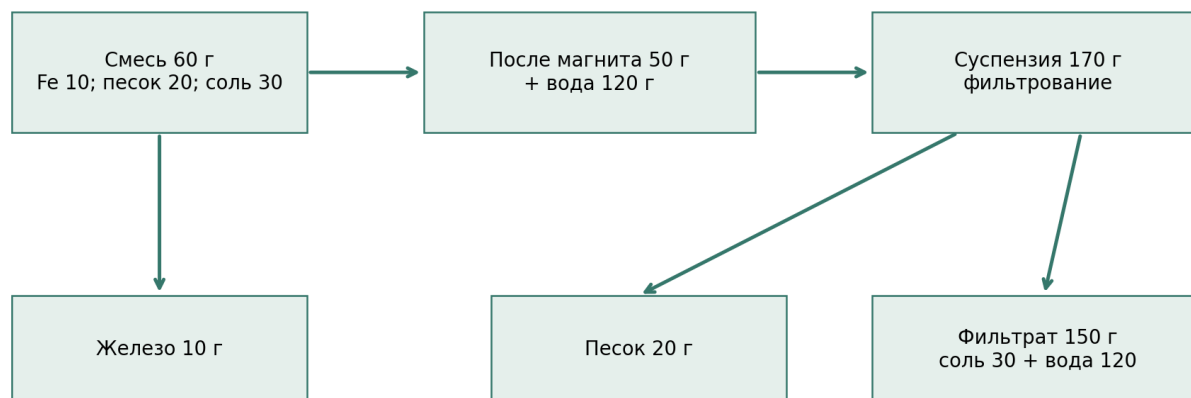
OpenStax Chemistry 2e: смеси и физические свойства

Lisa Nichols: методы очистки

Источники проверены 15.10.2026. Числовые наборы - учебные данные, не результаты проведённых авторами опытов. Схемы и графики подготовлены порталом «Школы России». Для микрофотографии отдельно указаны автор и лицензия. Ответы и примечания учителю в PDF выделены отдельно.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати

Три компонента: маршрут по физическим свойствам



Идеальная схема разделения 60 г смеси: магнит → растворение соли в 120 г воды → фильтр → отдельные потоки песка и солевого раствора. Получение соли обозначено как анализ готового протокола, не нагрев детьми.