



Урок 23. Комбинированное разделение

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

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 23 из 64 · 45 минут · Модуль «Эксперименты по химии»

Уровень: базовый исследовательский. 8 класс - работа с опорами; 9 класс - самостоятельная оценка условий и границ вывода.

Вся программа курса

Магнит, вода и фильтр помогают разделить смесь, но порядок операций меняет удобство и потери. Спроектируем процесс и проверим его баланс.

Проверяемый результат:

Составить последовательность разделения известной трёхкомпонентной смеси, проследить все потоки и количественно оценить извлечение без объявления продукта чистым.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и первоначальное решение

В сухой смеси есть железо, песок и соль. Ученик предлагает сначала всё профильтровать, затем магнитом собрать воду. В этом плане есть две разные ошибки.

1 минута - найдите ошибки, 2 - соедините каждое свойство с подходящим действием, 2 - запишите ожидаемые продукты. Сухую смесь нельзя просто назвать раствором, а обычный магнит не собирает воду.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, модель и проверка

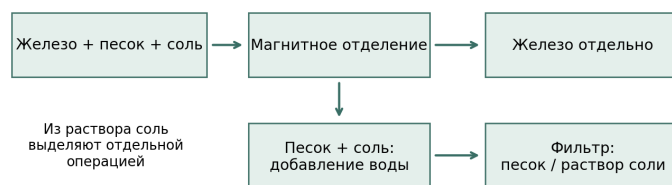
Комбинированное разделение - последовательность операций, каждая из которых использует определённое различие свойств. В выбранном варианте сначала отделяют железо магнитом, затем растворяют соль в воде, фильтруют песок, после чего выделяют соль из фильтрата. Стрелка между операциями должна нести название вещества или смеси, а не слово «готово».

Другой порядок тоже может быть работоспособным: сначала добавляют воду, затем отдельно отделяют магнитный компонент и песок. Его оценивают по полноте извлечения, загрязнению, удобству и доступному оборудованию. Не надо объявлять любой другой порядок логически невозможным.

Разобранный пример: было 2 г железа, 4 г песка и 6 г соли, всего 12 г сухих компонентов. Собрали 1,8 г, 3,9 г и 5,4 г сухих продуктов. Общая масса 11,1 г; общее извлечение по этой модели $11,1/12 \times 100\% = 92,5\%$. Разность 0,9 г не доказывает исчезновение вещества: часть могла остаться на стенках, фильтре или в растворе.

4 минуты - схема операций; 3 - пример; 2 - различие извлечения и чистоты. Масса собранного продукта может включать примесь: для расчёта извлечения конкретного компонента нужно знать его содержание. В нашей таблице массы компонентов даны как условие идеализированного анализа.

Разделение известной сухой смеси



Один из допустимых порядков операций. Вода вспомогательная; соль после фильтрации ещё находится в растворе.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Работа с первой серией

Учебная смесь: железо 2,0 г, песок 4,0 г, соль 6,0 г. Воду добавляют как вспомогательный материал; её массу не включают в баланс исходных сухих веществ. Для расчётов принято, что указанные собранные массы относятся именно к соответствующим компонентам.

Компонент	Было, г	Собрано сухого компонента, г
Железо	2,0	1,8
Песок	4,0	3,9
Соль	6,0	5,4

2 минуты - подпишите четыре стадии схемы; 3 - рассчитайте извлечение каждого компонента; 3 - найдите общий баланс; 3 - укажите по одному месту возможной потери для двух стадий. Форма: схема с потоками + таблица процентов + пояснение 0,9 г. В 8 классе формула: собрано/было × 100%. В 9 классе объясните, почему среднее трёх процентов не обязано равняться общему извлечению. Критерии: свойства и операции согласованы, все три массы учтены, проценты имеют правильный знаменатель.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельное решение

Требование заказчика меняется: нужно вернуть не только сухие компоненты, но и отдельно собрать добавленную воду. Даны два проекта последнего этапа. Остальные стадии одинаковы.

Проект	Последний этап	Обещанный продукт
А	Открытое выпаривание фильтрата	Соль и собранная вода
Б	Перегонка с конденсацией части воды, затем работа с остатком по протоколу учителя	Дистиллят и раствор, обогащённый солью

1 минута - чтение; 3 - найдите несоответствие в обещании А; 2 - уточните, какие продукты Б уже получены, а какие ещё нет; 2 - нарисуйте две выходные стрелки Б. Не требуйте сухой соли без оставшегося этапа.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Вывод, который можно обосновать

2 минуты - обсудите фразу «мы собрали 12 г, значит ничего не потеряли и всё чистое». 3 - предложите альтернативу: часть песка осталась в соли, а продукт влажный. 2 - составьте проверку, которая различит массу и состав.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственный ответ

В новой смеси 3 г железа и 7 г песка. После магнитного отделения собрали 2,7 г железа и 6,3 г песка; примесей в этих массах по условию нет. За 3 минуты найдите два извлечения, общий процент и ограничение вывода «смесь разделена полностью». 1 минута - ключ; 1 - сдача.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Только карточки и готовые данные, без нагрева и металлических порошков у детей. Нужны схема потоков, тетрадь, калькулятор. Известные свойства: железо притягивается магнитом, песок не растворяется в воде, соль растворяется и не задерживается обычным бумажным фильтром. Для 8 класса дайте названия трёх потоков; для 9 - попросите предложить контроль переноса и сравнить альтернативный порядок. Финальная соль в таблице уже сухая: её не получают за время урока.

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 материалы для текущего занятия включены. Вариант без регистрации: ученические листы PDF и доска. Минуты включают чтение, запись и переходы. Ответы показывайте после самостоятельной попытки. В конце соберите индивидуальную работу: 0-1 балл - вернуться к примеру, 2-3 - уточнить пропущенное звено, 4 - объяснить границу вывода. Это обратная связь, не обязательная школьная отметка.

Разбор практики 1 и критерии

Железо 90%; песок 97,5%; соль 90%. Всего 12,0 г → 11,1 г, неучтено 0,9 г, общее извлечение 92,5%. Обычное среднее 92,5% в этих числах совпало с общим случайно из-за выбранных масс и процентов; правило в целом - взвешивание по исходным массам, а не простое среднее. Потери: железо осталось в смеси, песок на посуде, соль в маточном растворе. Нельзя из баланса определить, какая именно причина реализовалась, без дополнительных измерений.

Ответ и объяснение практики 2

А не собирает пар, поэтому обещание вернуть воду не выполнено. Б собирает часть воды после конденсации, но остаток в колбе пока раствор соли, а не обязательно сухая соль. Две стрелки: дистиллят и остаточный раствор. При желании получить сухую соль нужно отдельно определить безопасный последующий этап и потери. Выбор метода связан с целью, а не с длиной списка оборудования.

Опора для обсуждения

Совпадение общей массы с исходной не доказывает чистоту: продукт может содержать воду или чужой компонент. Нужно отдельно проверить высушивание и состав каждого продукта подходящим методом. Общий баланс полезен, но не заменяет покомпонентную проверку.

Ключ и критерии индивидуальной работы

Железо $2,7/3 = 90\%$; песок $6,3/7 = 90\%$; общий процент $(2,7 + 6,3)/10 = 90\%$. Неучтён 1 г, поэтому полное извлечение не достигнуто. По 1 баллу за каждый показатель и ограничение, всего 4.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Разделение по различию физических свойств	Строит цепочку магнитного отделения, растворения и фильтрации	Все потоки названы
Очистка и выделение	Сравнивает цели сбора соли и воды	Не путает раствор с сухим веществом
Обработка результатов	Рассчитывает извлечение	Проверяет баланс и ограничивает вывод

Опора - раздел «Эксперименты по химии» опубликованной программы на 64 часа. Урок конкретизирует исходные темы и занимает 45 минут. Сценарий, распределение времени и числовые имитации - методическая разработка. Предметные операции с нагревом и аналитическими реактивами заменены безопасным анализом схем и готовых данных; это не отчёт о проведённом опыте.

[Исходная программа](#)

Источники и права на изображения

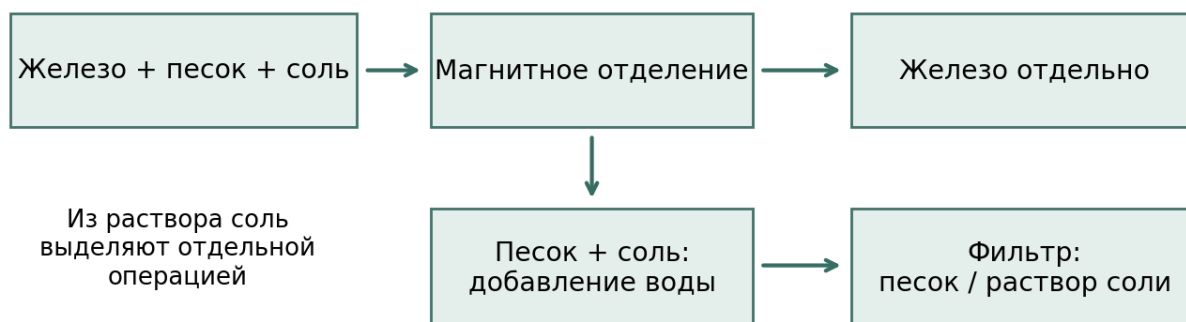
[Royal Society of Chemistry: Recovering water using a condenser](#)

[University of York: выбор растворителя для перекристаллизации](#)

Источники проверены 15.10.2026. Все числовые серии явно заданы как учебные модели; их нельзя описывать как результаты проведённых авторами опытов. Оригинальные схемы: портал «Школы России», для этого урока. Они не являются фотографиями. Ответы и примечания учителю в PDF вынесены в отдельную часть.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати

Разделение известной сухой смеси



Один из допустимых порядков операций. Вода вспомогательная; соль после фильтрации ещё находится в растворе.