



Урок 40. Контроль потерь

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

Естественно-научный эксперимент · 9 класс

Урок 40 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

После трёх этапов каждый отчёт выглядит неплохо, но до конца доходит гораздо меньше вещества. Почему выходы последовательных стадий нельзя складывать?

Проверяемый результат:

Рассчитать поэтапное и общее извлечение компонента, локализовать потери и отличить массу влажного продукта от массы сухого вещества.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

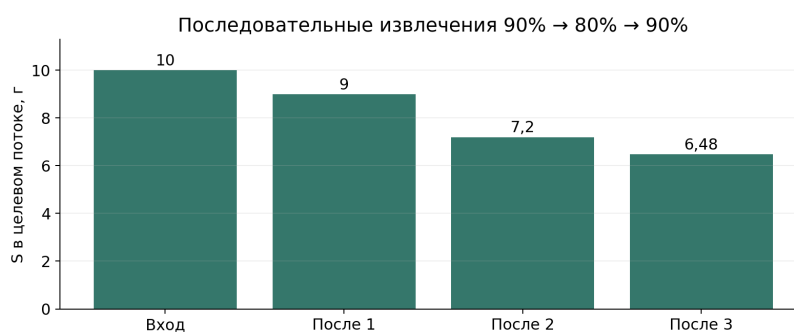
Этап 1 сохранил 90% вещества, этап 2 - 80% от поступившего, этап 3 - 90% от поступившего. Ученик усреднил проценты и обещал 86,7% общего выхода. За 2 минуты предположите, почему основание процентов меняется; за 3 проследите судьбу исходных 100 условных единиц.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

Поэтапное извлечение - доля S , дошедшая до целевого выхода данной стадии от её входа. Общее извлечение - конечное S / исходное S . Для последовательной цепочки без добавления S доли перемножаются. Масса, найденная в боковых потоках, замыкает баланс и помогает выбрать улучшение.

Пример: 10 г S → после этапа 1 осталось 9 г → после этапа 2 7,2 г → после этапа 3 6,48 г. Общее извлечение $6,48/10 = 64,8\% = 0,90 \times 0,80 \times 0,90 \times 100\%$. Потери по стадиям: 1; 1,8; 0,72 г, всего 3,52 г. Наибольшая потеря в граммах - этап 2, хотя проценты нельзя просто складывать.



Учебная цепочка массы S : 10 → 9 → 7,2 → 6,48 г. Ответвления 1; 1,8; 0,72 г - S в боковых потоках, не исчезновение вещества. Все выходы указаны относительно входа своей стадии.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Поток в новом журнале	Масса S, г
Исходная проба	20
После переноса	19
После отделения маточного раствора	15.2
После окончательного сбора	14.44

За 2 минуты обозначьте входы; за 4 вычислите три поэтапных извлечения и потери в граммах; за 3 найдите общее извлечение и замкните баланс; за 2 выберите этап для улучшения. Форма - таблица и аргумент. Критерии: новый знаменатель на каждой стадии, конечный знаменатель 20 г, сумма боковых потоков и конечного S равна 20 г.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

Из исходных 20 г S получено 16 г влажного материала. Анализ показал 10% воды по массе, а сухой остаток в модели состоит только из S. За 3 минуты найдите сухую массу и извлечение; за 3 объясните ошибку заявления «выход 80%»; за 2 решите, достаточно ли взвесить сырой продукт для сравнения схем.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

Решение А повышает извлечение второй стадии с 80% до 90%, остальные остаются 95%. Решение Б меняет только последнюю стадию с 95% до 100%. За 3 минуты вычислите итог для обоих, за 2 сравните прирост в граммах, за 2 назовите ещё один критерий выбора кроме массы.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

Исходно 12 г S, две стадии сохраняют 75% и 80% от своего входа. За 5 минут найдите промежуточную массу, конечную массу, общее извлечение и суммарный боковой поток. По 1 баллу за элемент.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Готовый журнал материального баланса, карточки «продукт», «маточный раствор», «остатки на посуде», калькулятор. Предпосылки: доля, процент и умножение десятичных дробей. Работа только по учебным данным, без обращения с реактивами и высушивания детьми. Слово «потеря» здесь означает выход из целевого потока: вещество может быть найдено в других потоках, а не уничтожено. Все массы S относятся к сухому чистому целевому веществу, если отдельно не оговорена вода.

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 ученическую 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

Извлечения $19/20 = 95\%$; $15,2/19 = 80\%$; $14,44/15,2 = 95\%$. Потери 1; 3,8; 0,76 г. Всего 5,56 г, общее извлечение 72,2%. $20 = 14,44 + 1 + 3,8 + 0,76$. В этой серии приоритет - исследовать боковой поток второй стадии, но способ повышения извлечения должен сохранять нужную чистоту.

Ответ и объяснение практики 2

Вода 1,6 г, сухой S 14,4 г, извлечение $14,4/20 = 72\%$. $16/20 = 80\%$ относится к влажному материалу с посторонней массой воды. Для сравнения нужен одинаково определённый сухой S или независимый анализ состава. Если в сухом остатке тоже были бы примеси, потребовалась бы ещё их поправка.

Опора для обсуждения

А: $20 \times 0,95 \times 0,90 \times 0,95 = 16,245$ г, прирост 1,805 г. Б: $20 \times 0,95 \times 0,80 = 15,2$ г, прирост 0,76 г. По массе А выгоднее, но нужно сравнить чистоту, безопасность, расход и время. Значение 100% - условная граница модели, не обещание лабораторной технологии.

Ключ и критерии индивидуальной работы

9 г; 7,2 г; 60%; боковой поток 4,8 г = 3 + 1,8 г. Проверка $12 = 7,2 + 4,8$. Среднее 77,5% не описывает последовательную цепочку.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Методы разделения и очистки веществ	Проследить компонент через стадии	Локализация потерь и общий выход
Обработка результата эксперимента	Исправить влажную массу	Сопоставимые основания расчёта

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.

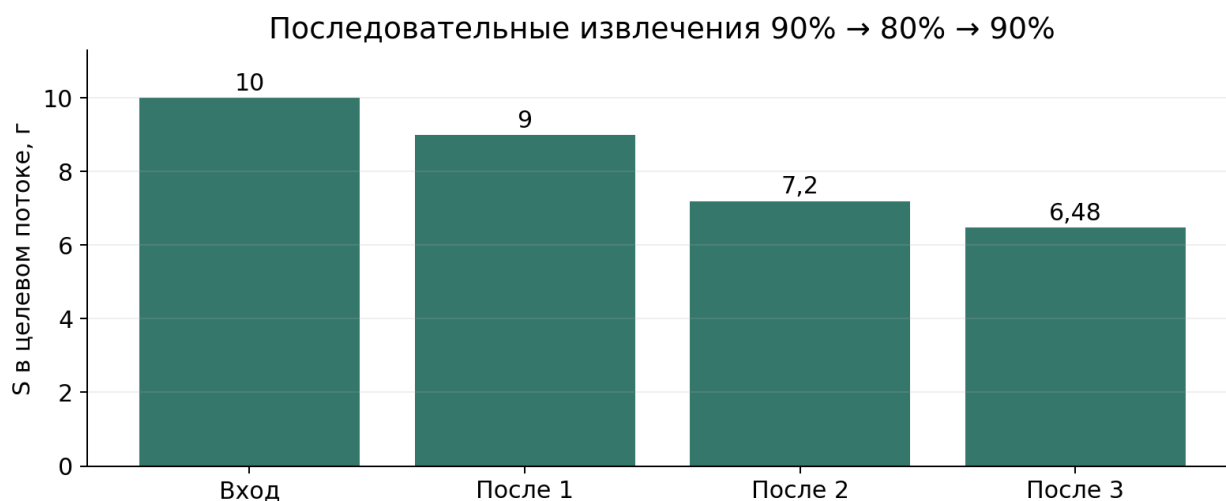
Исходная программа

Источники и права на изображения

Lisa Nichols: выделение кристаллов и остаточный раствор

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



Учебная цепочка массы S: 10 → 9 → 7,2 → 6,48 г. Ответвления 1; 1,8; 0,72 г — S в боковых потоках, не исчезновение вещества. Все выходы указаны относительно входа своей стадии.