



Урок 57. Разведения

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

Естественно-научный эксперимент · 9 класс

Урок 57 из 64 · 45 минут · Модуль «Количественный химический анализ»

Уровень: Исследовательский для 9 класса: строим модель, проверяем расчёт и объясняем границы вывода. Нужны проценты, среднее и чтение таблиц; новые понятия разобраны на примере.

Вся программа курса

Раствор разбавили в десять раз, затем ещё в пять. Итоговое разведение равно пятнадцати или пятидесяти?

Проверяемый результат:

Построить последовательное разведение, рассчитать концентрацию каждого этапа и проверить сохранение количества вещества в перенесённой порции.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

Из раствора берут 10 мл и доводят до 100 мл. Затем из новой колбы берут 20 мл и доводят до 100 мл. За 2 минуты выберите между коэффициентами 15 и 50, за 3 поясните, почему второй перенос нельзя считать из исходной колбы.

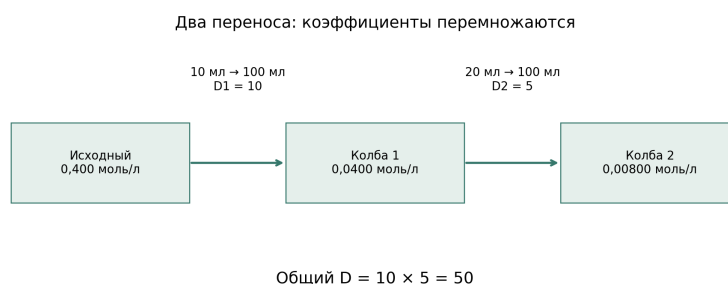
02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

Аликвота - отмеренная порция однородного раствора. В ней $n = c_{исх} \times V_{аликвоты}$. После добавления чистого растворителя n этой порции сохраняется, а объём возрастает: $c_{исх} \times V_{аликвоты} = c_{нов} \times V_{конечный}$. Коэффициент разведения $D = V_{конечный} / V_{аликвоты}$, поэтому $c_{нов} = c_{исх} / D$.

Пример: $c_0 = 0,400$ моль/л, 10,0 мл довели до 100,0 мл. $D_1 = 10$, $c_1 = 0,0400$ моль/л. Из c_1 берут 20,0 мл и доводят до 100,0 мл: $D_2 = 5$, $c_2 = 0,00800$ моль/л. Общий $D = 10 \times 5 = 50$. В первой колбе $n = 0,00400$ моль; во вторую перенесено только 0,000800 моль.

Количество вещества сохраняется в выбранной аликвоте после её разбавления, но не обязано быть одинаковым в двух полных колбах: часть первого раствора остаётся. Объём растворителя не используют вместо конечного объёма. Сумму объёмов смешиваемых жидкостей без оговорки не считают точной.



Два последовательных переноса: 10 мл → 100 мл, затем 20 мл → 100 мл. Вторая аликвота берётся из первой разбавленной колбы; коэффициенты 10 и 5 перемножаются.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Этап	Источник, моль/л	Аликвота, мл	Конечный V, мл
1	0,600	5,00	100,0
2	результат этапа 1	10,0	50,0

За 3 минуты вычислите D и c каждого этапа, за 3 найдите n во второй полной колбе, за 3 определите эквивалентный объём исходного раствора в ней, за 2 проверьте баланс. Продукт: схема со стрелками, концентрациями и n. Критерии: правильный источник второй порции, произведение D, единицы.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

Нужно 100 мл с $c = 0,00200$ моль/л из 0,200 моль/л. Есть пипетка 10 мл и колбы 100 мл; пипетки 1 мл нет. За 3 минуты предложите два этапа, за 3 подпишите c и D, за 2 объясните, почему «10 мл раствора + 100 мл воды» не даёт нужный этап. Продукт - выполняемая бумажная схема.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

Одна команда выбрала два этапа, другая - одну точную порцию 1 мл до 100 мл. За 2 минуты сравните математический итог, за 3 обсудите оборудование и перенос ошибок, за 2 сделайте условный выбор. Считайте, что доступность точной пипетки 1 мл пока неизвестна.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

Исходно 0,300 моль/л. Сначала 10 мл до 50 мл, затем 5 мл до 100 мл. Найдите D1, D2, общий D и конечную c. 5 минут, по 1 баллу за элемент.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Бумажная схема колб и пипеток, калькулятор. Предпосылки: $c = n/V$, мл и л, дроби. Работа только с учебными растворами на схеме, без реактивов. Дано: растворитель не содержит определяемого вещества, химической реакции и потерь нет, перенос точный; конечный объем каждого этапа задан. Не путать объем аликвоты с объемом воды.

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

$D1 = 20$, $c1 = 0,0300$ моль/л; $D2 = 5$, $c2 = 0,00600$ моль/л. Общий $D = 100$. Во второй колбе $n = 0,00600 \times 0,0500 = 0,000300$ моль. Эквивалентный объем исходного раствора $n/c0 = 0,000500$ л = 0,500 мл. Он составляет одну десятую исходной аликвоты 5 мл: во второй этап взяли 10 из 100 мл.

Ответ и объяснение практики 2

Дважды 10 мл довести до 100 мл: $c1 = 0,0200$, $c2 = 0,00200$ моль/л; общий $D = 100$. На каждом этапе именно конечный объем 100 мл. При добавлении 100 мл воды конечный объем не равен заданным 100 мл; даже приближенная сумма дала бы 110 мл и другой D .

Опора для обсуждения

В идеальной модели оба пути дают $D = 100$. Выбор зависит от измерения малой порции и числа операций. Два этапа решают ограничение имеющегося оборудования, но добавляют переносы и возможные ошибки. Нельзя объявлять последовательный путь всегда точнее без характеристик приборов. При данных урока он выполним имеющимися пипетками.

Ключ и критерии индивидуальной работы

$D1 = 5$; $D2 = 20$; общий $D = 100$; $c = 0,00300$ моль/л. После первого этапа $c1 = 0,0600$ моль/л. Коэффициенты нельзя складывать.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Растворы для титриметрических методов	Построить последовательность разведений	Концентрации всех этапов и баланс аликвоты
Техника работы и аппаратурное оформление	Выбрать схему по имеющимся объёмам	Не путать добавленную воду с объёмом раствора

Опора - раздел «Количественный химический анализ» 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: расчёт разведения

Источники проверены 16.10.2026. Числовые наборы - учебные данные, не результаты проведённых авторами опытов. Схемы и графики подготовлены порталом «Школы России». Ответы и примечания учителю в PDF выделены отдельно.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати

Два переноса: коэффициенты перемножаются



$$\text{Общий } D = 10 \times 5 = 50$$

Два последовательных переноса: 10 мл → 100 мл, затем 20 мл → 100 мл. Вторая аликвота берётся из первой разбавленной колбы; коэффициенты 10 и 5 перемножаются.