



Урок 14. Кислород в тканях

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

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 14 из 64 · 45 минут · Эксперименты по биологии: поток и содержание

Уровень: базовый исследовательский. 8 класс - расчёты по опорам; 9 класс - самостоятельная оценка контроля и ограничений.

Вся программа курса

Чтобы оценить отдачу кислорода ткани, недостаточно одного числа. В модели понадобятся содержание и поток крови.

Проверяемый результат:

По модельным показателям оценить отдачу кислорода тканям и различить содержание, насыщение и поток.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Сформулировать исследовательский вопрос

Две модели тканей получают кровь с одинаковым содержанием кислорода. После прохождения первой ткани показатель снизился на 5 мл O₂ на 100 мл крови, второй - на 3. Ученик заключает, что первая ткань всегда расходует больше кислорода в минуту. За минуту назовите, чего не хватает для такого сравнения. За две минуты обсудите роль количества протекающей крови. За две минуты запишите вопрос с единицами.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Выбрать понятия и способ проверки

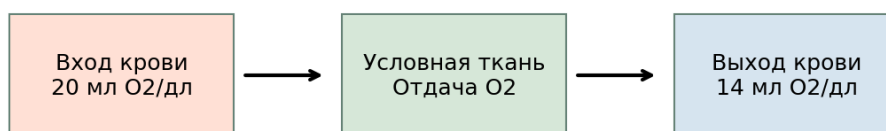
Кислород переносится кровью, главным образом в связи с гемоглобином, и поступает к тканям. В клетках он используется в процессах аэробного обмена. В этой модели сравнивают содержание O₂ на входе и выходе из одной ткани. Это не сравнение всей артериальной и всей венозной крови организма.

Содержание - количество кислорода в объёме крови, здесь мл O₂ на 100 мл крови, то есть мл/дл. Насыщение гемоглобина выражается в процентах и является другой величиной. По одному проценту без дополнительных сведений нельзя получить содержание. Цвет крови также не даёт точного численного содержания.

При устойчивом режиме модельный расход = поток крови × (содержание на входе – содержание на выходе). Единицы должны совпасть. Разобранный пример: поток 2 дл/мин, содержание 20 и 14 мл/дл. Разность 6 мл/дл; расход 2 × 6 = 12 мл O₂/мин. В единицах литров тот же поток 0,2 л/мин. Нельзя умножать 0,2 на 6 без перевода и оставить прежнюю единицу.

Четыре минуты - смысл, три - пример, две - проверка размерностей. Модель предполагает устойчивость потока и отсутствие накопления кислорода в ткани.

Разобранный пример: устойчивый модельный режим



$$\text{Поток } 2 \text{ дл/мин} \times \text{разность } 6 \text{ мл/дл} = 12 \text{ мл O}_2/\text{мин}$$

Модель отдачи кислорода одной тканью. Цвет блоков условный и не является способом измерения содержания O₂.

03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Исследовать первую серию



Учебные данные, не показатели учеников. Во всех случаях кровь входит с содержанием 20 мл O₂/дл. Таблица задаёт устойчивые режимы двух условных тканей. Потоки указаны в децилитрах в минуту: 1 дл = 100 мл.

Модель	Поток, дл/мин	На выходе, мл O ₂ /дл
А	4	15
Б	8	17
В	5	14

2 минуты: подпишите разность содержаний. 4 минуты: найдите расход O₂ каждой модели. 3 минуты: сравните ранжирование по разности и по расходу. 2 минуты: объясните, почему меньшая отдача на единицу крови не всегда означает меньший расход в минуту. Критерии: три расчёта, единицы, роль потока.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельное решение

Одна условная ткань сравнивается в двух устойчивых режимах. Содержание на входе одинаково, но поток дан в литрах, а содержание - на 100 мл крови.

Режим	Поток, л/мин	Вход, мл/дл	Выход, мл/дл
Покой модели	0,4	20	15
Активность модели	1,2	20	10

За 2 минуты переведите потоки в дл/мин. За 3 минуты вычислите два расхода и их отношение. За 3 минуты объясните, какие две причины дали изменение. Не переносите условные числа на собственный организм.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Обосновать границы вывода

За 2 минуты проверьте тезис «насыщение 98% означает 98 мл O₂ в 100 мл крови». За 3 минуты объясните, какие разные величины смешаны и почему цветовая фотография не заменяет измерения. За 2 минуты сформулируйте вывод: для оценки модельной отдачи нужны сопоставимые содержания и поток, а единицы нельзя пропускать. Альтернатива - сравнивать только вход и выход без потока; она отвечает более узкому вопросу о единице объёма.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Ответить самостоятельно

Поток условной ткани 0,3 л/мин, содержание на входе 18, на выходе 12 мл O₂/дл. За 3 минуты вычислите разность, переведите поток, найдите расход и назовите одно допущение. Затем сверка и исправление.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Только модельные таблицы, схема кровотока и калькулятор. Биоматериалы человека, измерения у детей и реактивы не используют. Предпосылки: дыхание клеток, транспорт крови, преобразование литров в децилитры. Это учебная модель, не медицинская оценка.

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

Материалы включены полностью. Без регистрации: распечатайте ученическую часть PDF или покажите таблицы на экране; ответы открывайте после попытки. Минуты включают чтение, запись и переходы. В 8 классе выдайте формулу из примера и начните первую строку вместе; в 9 классе попросите выбрать формулу самостоятельно и дополнить вывод альтернативным объяснением. В конце соберите индивидуальную работу. 0-1 балл: повторить пример; 2-3: уточнить пропущенное звено; 4: объяснить ограничение товарищу. Оценка служит обратной связью.

Разбор практики 1 и критерии

А: разность 5, расход $4 \times 5 = 20$ мл/мин. Б: разность 3, расход $8 \times 3 = 24$ мл/мин. В: разность 6, расход $5 \times 6 = 30$ мл/мин. По разности $B > A > Б$, по расходу $B > Б > A$. Большой поток Б компенсирует меньшую отдачу каждой единицы крови. Это модель сравнения, не заключение о здоровье конкретного человека.

Ответ и объяснение практики 2

$0,4 \text{ л/мин} = 4 \text{ дл/мин}$; $1,2 = 12 \text{ дл/мин}$. Расход в покое модели $4 \times 5 = 20$ мл/мин, при активности $12 \times 10 = 120$ мл/мин. Отношение 6. Поток вырос в 3 раза, разность содержаний - в 2, произведение - в 6. Результат зависит от заданных устойчивых режимов, не является нормой или диагностическим порогом.

Опора для обсуждения

Принимайте разные формулировки, если ученик ссылается на конкретные данные, отличает предположение от наблюдения и предлагает проверяемую альтернативу. Возвращайте вопрос: «Какая строка таблицы или деталь изображения это подтверждает?» Итог записывается одним предложением с указанием условий. Не превращайте осторожный вывод в отсутствие вывода вообще.

Ключ и критерии индивидуальной работы

Разность 6 мл/дл, поток 3 дл/мин, расход 18 мл O_2 /мин. Допущение: устойчивый режим, отсутствие накопления, точные сопоставимые измерения входа и выхода. Четыре балла: разность, перевод, расход с единицей, допущение.

07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие → проверяемый результат



Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Сопоставление поступающей и отходящей от ткани крови	Работает с безопасными модельными показателями	Расчёт отдачи кислорода
Обработка результатов и размерностей	Отличает содержание, насыщение и поток	Пояснение единиц и допущений

Опора - раздел «Эксперименты по биологии» опубликованной программы на 64 часа. Опасные или инвазивные манипуляции заменены анализом данных и моделями без потери исследовательской функции задания. Сценарий, распределение времени и численные учебные серии - авторская методическая разработка.

[Исходная программа курса](#)

Источники и права на изображения

[OpenStax Biology 2e. Transport of Gases in Human Bodily Fluids](#)

[NCBI Bookshelf. Oxygen Transport](#)

Числовые наборы во всех заданиях - учебные имитации, а не результаты проведённых авторами опытов. Проверка источников: 15.10.2026. Оригинальные схемы и графики подготовлены для этого урока порталом «Школы России»; не являются фотографиями. Для микрофотографии отдельно указаны автор, источник и лицензия. В PDF ответы и учительские примечания вынесены в отдельную часть.