



Урок 21. Дыхание и объёмная модель

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

Естественно-научный эксперимент · 8 класс

Урок 21 из 64 · 45 минут · Модуль «Анатомия»

Уровень: Базовый исследовательский для 8 класса: работаем по инструкции, сравниваем данные и обосновываем вывод. Уверенно считаем дроби и проценты; специальных лабораторных навыков не требуется.

Вся программа курса

В модели потянули мембрану вниз, и внутренний воздушный мешок увеличился. Кто «толкнул» в него воздух и что модель не показывает о лёгких?

Проверяемый результат:

Объяснить цепочку объём-давление-поток на схеме вдоха и выдоха и отличить вентиляцию от газообмена и клеточного дыхания.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

На схеме корпус герметичен, кроме трубки, открытой в атмосферу. Нижнюю мембрану сместили вниз. За 2 минуты сравните объём пространства вокруг мешка, за 2 предположите направление движения воздуха, за 1 объясните, почему «мембрана засосала воздух напрямую» недостаточное описание.

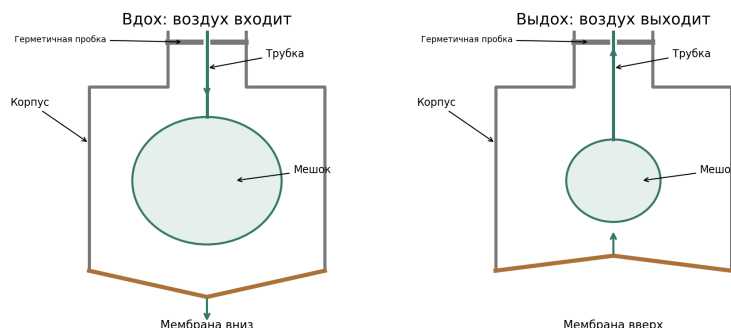
02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

При спокойном вдохе сокращение диафрагмы и участие мышц грудной клетки увеличивают объём грудной полости. Через механическую связь плевры лёгкие расширяются. Давление воздуха в альвеолах становится немного ниже атмосферного, поэтому воздух входит. В конце вдоха поток останавливается, когда давления воздуха выравниваются, хотя объём лёгких ещё увеличен.

При спокойном выдохе расслабление дыхательных мышц и упругая отдача уменьшают объём лёгких; альвеолярное давление становится выше атмосферного, воздух выходит. В модели мембрана соответствует только одной части механизма диафрагмы; жёсткий корпус не показывает движения рёбер, мешок не воспроизводит альвеолы, кровотока и всю плевральную связь.

Разобранный пример: атмосферное давление принимаем за 0 относительных единиц. В мешке –1 - поток внутрь, 0 - нет направленного потока при открытой трубке, +1 - наружу. Это условные числа, не реальные давления человека. Нельзя применять $pV = \text{const}$ ко всему вдоху как к замкнутому количеству воздуха: воздух входит, количество газа меняется. 3 минуты - цепочка, 3 - пример, 3 - ограничения.



Авторская объёмная модель: слева мембрана опускается, пространство внутри корпуса над мембраной увеличивается, мешок расширяется и воздух входит по трубке; справа мембрана поднимается, мешок уменьшается и воздух выходит. Корпус, трубка, мешок и мембрана подписаны. Это схема вентиляции, не газообмена.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Состояние	Объём мешка, усл. ед.	Давление внутри относительно атмосферы	Действие
А	2	-1	Мешок увеличивается
Б	3	0	Конец увеличения
В	3→2	+1	Мешок уменьшается
Г	2	0	Конец уменьшения

Трубка открыта; объём и давление условные и не задают спирограмму человека. За 2 минуты обозначьте направление потока; за 4 выстройте цепочку А→Б→В→Г с причинными словами; за 3 сопоставьте мембрану и диафрагму, за 2 подпишите одно ограничение модели. Продукт - четыре стрелки потока/их отсутствия и объяснение. Критерии: воздух идёт по перепаду давления, нуль давления не назван отсутствием воздуха.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

В новой модели герметичный корпус повреждён: в его стенке открыто отверстие, но трубка мешка цела. При движении мембраны воздух свободно проходит через отверстие. За 2 минуты предскажите, почему мешок может расширяться намного слабее; за 3 сравните с целой моделью; за 3 отделите модельный вывод от медицинского совета. Второй вопрос: если трубка мешка закрыта, достаточно ли одного движения мембраны для притока свежего воздуха?

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

Три утверждения: «дыхание - движение воздуха», «дыхание - обмен O_2 и CO_2 », «дыхание - получение энергии клеткой». За 2 минуты разделите понятия; за 3 объясните, какие из них иллюстрирует модель; за 2 согласуйте формулировку без подмены уровней.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

В открытой трубке атмосферное относительное давление 0, внутри мешка +2 условные единицы. Укажите поток, тип фазы по модели, что произойдёт при выравнивании давления и один процесс, которого схема не измеряет. 3 минуты работа, 1 сверка, 1 исправление.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Подписанная схема модели и таблица состояний, карандаши. Без регистрации и без обязательного изготовления. Учитель при наличии показывает заранее собранную безопасную модель: прозрачный жёсткий корпус, эластичная мембрана и мешок с трубкой. Дети не режут бутылки, не надуют общие шары ртом, не используют латекс при аллергии, не задерживают дыхание и не проводят нагрузочных опытов. Все данные учебные; изготовление можно полностью заменить рисунком. Предпосылки: газ, объём, относительное давление, органы дыхания.

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

А - внутрь; Б - нет направленного потока; В - наружу; Г - нет направленного потока. При вдохе расширение приводит к временному падению давления воздуха и притоку; выравнивание прекращает поток. При выдохе упругая отдача уменьшает объём, повышает давление и вызывает выход. Вдоху соответствует опускание мембраны, но настоящая диафрагма - мышца, а не ручная резинка. Модель не показывает движение рёбер и перенос газов кровью.

Ответ и объяснение практики 2

Утечка мешает создать нужное изменение давления вокруг мешка: наружный воздух входит в корпус, связь движения мембраны с расширением мешка ослабевает. Это проверка герметичности модели, не диагностическая процедура и не инструкция лечения человека. При закрытой трубке свежий воздух внутрь не поступает; возможное изменение формы мешка не равно вентиляции свежим воздухом.

Опора для обсуждения

Вентиляция перемещает воздух между средой и лёгкими. Газообмен переносит газы через поверхности, в том числе между альвеолами и кровью. Клеточное дыхание - совокупность реакций преобразования энергии веществ. Все связаны, но модель корпуса и мешка прямо показывает только механическую сторону вентиляции.

Ключ и критерии индивидуальной работы

Воздух идёт наружу; это соответствует выдоху в заданной модели; при равных давлениях направленный поток прекращается. Газообмен, содержание кислорода в крови или клеточное дыхание схема не измеряет. По 1 баллу за каждый пункт.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Строение и жизнедеятельность дыхательной системы	Объясняет изменение объёма на модели	Причинная цепочка вдоха и выдоха
Использование моделей и достоверность	Сопоставляет модель и организм	Ограничения без медицинских заключений

Опора - раздел «Анатомия» 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.

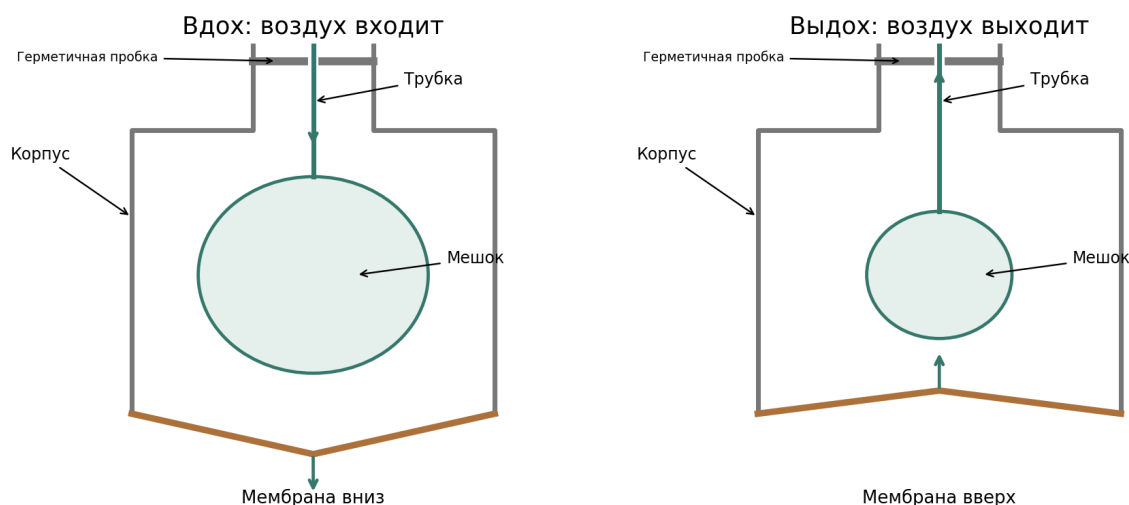
Исходная программа

Источники и права на изображения

OpenStax Anatomy and Physiology 2e: The Process of Breathing

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



Авторская объёмная модель: слева мембрана опускается, пространство внутри корпуса над мембраной увеличивается, мешок расширяется и воздух входит по трубке; справа мембрана поднимается, мешок уменьшается и воздух выходит. Корпус, трубка, мешок и мембрана подписаны. Это схема вентиляции, не газообмена.