



Урок 43. Корневое давление

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

Естественно-научный эксперимент · 9 класс

Урок 43 из 64 · 45 минут · Модуль «Ботаника»

Уровень: Исследовательский для 9 класса: сравниваем условия, отделяем наблюдение от объяснения и защищаем вывод. Нужны проценты, среднее и чтение таблиц. Все необходимые сведения приведены ниже.

Вся программа курса

В трубке демонстрационной установки уровень жидкости вырос даже без листьев. Что поддерживает подъём и можно ли этим объяснить доставку воды на любую высоту?

Проверяемый результат:

Прочитать протокол демонстрации корневого давления, вычистить фон, вычислить изменение давления и отличить этот механизм от транспирации.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

В записи указано: установка А с корневой системой, побег выше соединения удалён до наблюдения; установка Б без корня, с тем же начальным уровнем и трубкой. Через 30 минут уровень вырос на 12 см и 1 см соответственно. За 2 минуты предложите объяснение; за 3 решите, зачем нужен вариант Б и почему отсутствие листьев существенно.

02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

Накопление растворённых веществ в корневой ксилеме может поддерживать приток воды и положительное давление. Корневое давление проявляется не одинаково у всех растений и во всех условиях. У облиственного растения перенос воды также связан с испарением и натяжением водного столба; эти механизмы нельзя смешивать.

В учебной модели прирост избыточного давления оценивают по приросту высоты столба: $\Delta p = \rho g \Delta h$. Здесь $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, $g = 10 \text{ Н/кг}$. Пример: скорректированный подъём 8 см = 0,08 м даёт $800 \text{ Па} = 0,8 \text{ кПа}$. Это изменение относительно начального состояния, а не полное давление внутри живого корня.



Функциональная схема готовой демонстрации: А - корень, Б - контроль без корня. Измеряется подъём относительно начальной отметки; трубка сообщается с атмосферой. Это схема анализа, не инструкция сборки.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

Время, мин	Подъём А, см	Подъём Б, см
0	0	0
10	5	1
20	9	1
30	12	1

Температура и начальные уровни одинаковы. Фон в этой модели приближённо аддитивен: используйте $\Delta h = h_A - h_B$. За 2 минуты объясните контроль; за 4 вычислите скорректированные высоты и Δp ; за 3 сравните приросты за интервалы; за 2 запишите вывод. Продукт: три строки расчёта и замечание о допущении контроля.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

Другая запись: после 30 минут при 22 °C $A = 14$ см, $B = 2$ см; при 10 °C $A = 7$ см, $B = 1$ см. За 3 минуты найдите скорректированные высоты и давление; за 3 укажите два дополнительных условия для вывода о температуре; за 2 сформулируйте аккуратный вывод. Нельзя автоматически объявлять охлаждение единственной причиной различия двух растений.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

Команда утверждает: «1100 Па достаточно для подъёма воды на 20 м, поэтому листья не нужны». За 2 минуты оцените соответствующий столб по $h = \Delta p / (\rho g)$; за 3 объясните роль листьев в другом механизме; за 2 отделите наблюдение от чрезмерного обобщения.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

В новой записи подъёмы А и Б равны 16 и 3 см. За 5 минут найдите скорректированную высоту в метрах, Δp в Па, назовите назначение контроля и одно ограничение. По 1 баллу за элемент.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Готовая схема и таблицы протокола; калькулятор. Предпосылки: корень, ксилема, разность величин. Растения на уроке не срезают, трубки не собирают. Это анализ учебной записи подготовленной демонстрации, а не отчёт о проведённом авторами опыте. Для формулы даны все величины, специальные приборы не нужны.

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

10 мин: 4 см, 400 Па; 20 мин: 8 см, 800 Па; 30 мин: 11 см, 1100 Па. Приращения скорректированной высоты: 4, 4 и 3 см за равные 10 минут. Уровень растёт, но постоянная скорость по всему интервалу не доказана. Контроль оценивает фон установки; его вычитание полезно только при сопоставимых условиях. Одна установка не показывает изменчивость между растениями.

Ответ и объяснение практики 2

При 22 °C: 12 см, 1200 Па; при 10 °C: 6 см, 600 Па. В записи различие вдвое, но для причинного сравнения нужны сходные растения с повторностями, одинаковое водоснабжение и состав среды, одинаковое время. Если менялись температура и растение, эффекты смешаны. Допустимо: в этих двух записях скорректированный подъём различается.

Опора для обсуждения

$1100/(1000 \times 10) = 0,11$ м, а не 20 м. Рассчитан прирост давления этой модели, не предельная высота растения. Удалённые листья исключают их текущую транспирацию в демонстрации, но не опровергают транспирационный перенос в целом растении. Корневое давление не является универсальным объяснением подъёма воды в высоких деревьях.

Ключ и критерии индивидуальной работы

0,13 м; 1300 Па. Контроль оценивает изменение уровня без корня. Ограничение: нет независимых повторов, либо фон может не быть строго аддитивным. Нельзя считать 1300 Па полным абсолютным давлением.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Корневое давление; пути передвижения воды	Проанализировать готовую демонстрацию с контролем	Высота, давление и граница объяснения
Обработка экспериментальных данных	Сравнить интервалы и два режима	Вывод с указанием смешанных факторов

Опора - раздел «Ботаника» 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

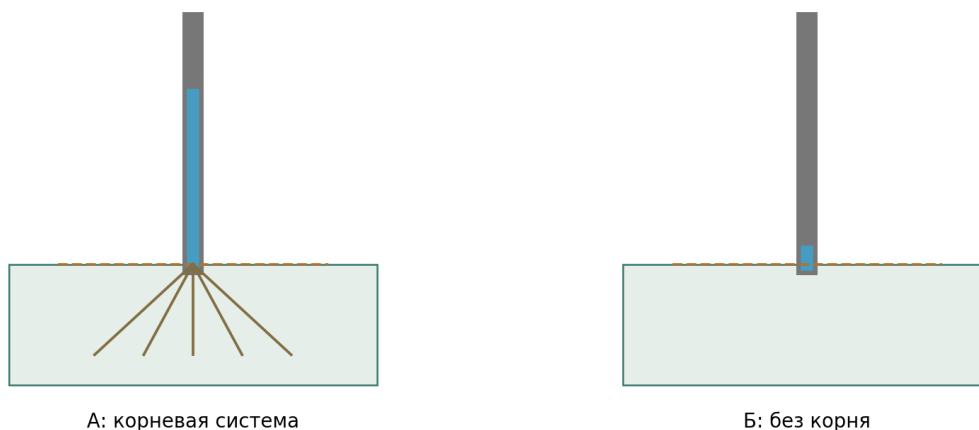
OpenStax: вода, ксилема и давление

Источники проверены 16.10.2026. 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

Корневое давление: сравнение двух готовых установок

Нулевая отметка одинакова; сравниваем изменения уровня



Функциональная схема готовой демонстрации: А — корень, Б — контроль без корня. Измеряется подъём относительно начальной отметки; трубка сообщается с атмосферой. Это схема анализа, не инструкция сборки.