



Урок 59. Нагревание и охлаждение

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

Естественно-научный практикум · 8-9 классы

Урок 59 из 64 · 45 минут · Модуль «Объединяем науки»

Уровень: Базовый исследовательский. 8 класс - работа с формулами и опорами; 9 класс - самостоятельная проверка условий и ограничений.

Вся программа курса

Две одинаковые порции воды остывают с разной скоростью. Значит ли это, что у воды в одном стакане другая теплоёмкость?

Проверяемый результат:

Построить две кривые охлаждения, найти отданную энергию за интервал и отделить теплоёмкость вещества от условий теплообмена.

01. Проблемная ситуация

0-5 минут · Вопрос и проверяемое предположение

В одинаковых сосудах по 0,100 кг воды. Начальная температура 60,0 °C, комнатная 20,0 °C. Сосуд Б дополнительно теплоизолирован; остальное в модели одинаково. За 2 минуты предположите вид графиков; за 2 назовите контролируемые величины; за 1 объясните, какую гипотезу нельзя проверять простым касанием.

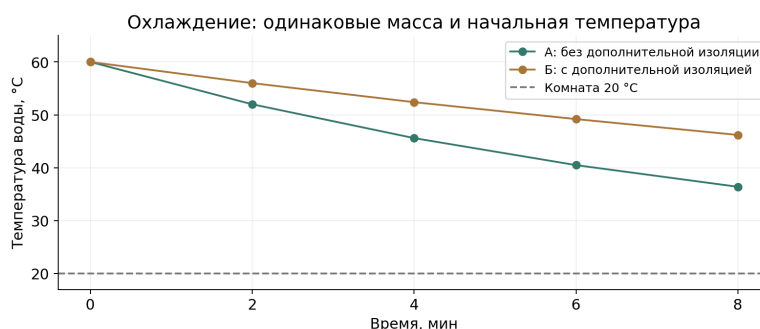
02. Объяснение и разобранный пример

5-14 минут · Понятия, расчёт и ограничения

Температура характеризует тепловое состояние, но не равна запасу энергии. При отсутствии фазового перехода изменение внутренней энергии однородного тела оценивают $cm\Delta T$. Для остывающей воды модуль отданной энергии $Q=cm(T_{нач}-T_{кон})$. Здесь $c_{воды}=4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$. Формула не определяет скорость потери энергии: она зависит от разности температур, поверхности, теплоизоляции и других условий. Слова «тепло хранится» заменяем точным описанием изменения внутренней энергии и её передачи.

Пример для А за первые 2 минуты: вода 60→52 °C. $Q=4200\cdot0,100\cdot8=3360 \text{ Дж}$. Средняя мощность теплоотдачи $3360/120=28 \text{ Вт}$. Для той же воды в другом сосуде с не меняется только потому, что она остывает медленнее. В учебной оценке пренебрегаем теплоёмкостью сосуда и испарением; полный опыт должен их учитывать.

3 минуты - различие температуры и энергии; 3 - расчёт; 3 - причины формы графика и ограничения.



Учебные кривые охлаждения одинаковой массы воды. Точки соответствуют таблице, линии только соединяют отсчёты; комната 20 °C. Кривая не предсказывает температуру в произвольном реальном сосуде.



03. Практика 1: данные и доказательство

14-25 минут · Первая серия

t, мин	A, °C	B, °C
0	60,0	60,0
2	52,0	56,0
4	45,6	52,4
6	40,5	49,2
8	36,4	46,2

2 минуты - задайте шкалы t и T ; 4 - нанесите десять точек и подпишите линии; 3 - найдите Q для каждой воды за 8 минут; 2 - сравните. Продукт: график с единицами, два расчёта и вывод об условиях. 8 класс получает оси; 9 класс дополнительно сравнивает отношения $(T-20)$ после первых двух интервалов. Критерии: точки не перепутаны, Q положительно как модуль отданной энергии, вывод не подменяет теплообмен теплоёмкостью.

04. Практика 2: перенос на новые условия

25-33 минуты · Самостоятельный перенос

Теперь за 120 с два тела получают по 6000 Дж без потерь: 0,200 кг воды при 20 °C и 0,200 кг алюминия при 20 °C. $c_{Al}=900$ Дж/(кг·°C), $\lambda_{своды}=4200$. За 4 минуты найдите ΔT и конечные T ; за 2 сравните с охлаждением; за 2 назовите допущения. Продукт: таблица двух конечных температур. Здесь меняется вещество, а не теплоизоляция.

05. Обсуждение: аргумент и альтернатива

33-40 минут · Аргумент и обоснованный вывод

2 минуты - оцените утверждение «стакан Б нарушает закон сохранения энергии»; 3 - предложите альтернативы, если Б ещё и тяжелее или имеет другую крышку; 2 - сформулируйте, какие сравнения доказывают влияние изоляции, а какие смешивают причины.

06. Индивидуальная проверка

40-45 минут · Собственное решение

0,150 кг воды остыли с 50 до 46 °C за 120 с. За 3 минуты найдите модуль Q , среднюю мощность и одно ограничение расчёта. 1 минута - сверка, 1 - исправление. Критерии: формула, Q , мощность, ограничение - по 1 баллу.



Ответы, критерии и примечания учителю

Учителю: подготовка и план на 45 минут

Миллиметровка или клетчатая бумага, два карандаша с подписями А/Б, калькулятор и готовая серия температур. Предпосылки: температура, разность температур, энергия. Работа без горячей воды, нагревателей и стеклянной лабораторной посуды. Все длительные наблюдения уже представлены учебными данными. Если учитель показывает термометр, это демонстрация шкалы, не обязательный опыт. 8 класс пользуется $Q=cm\Delta T$; 9 класс сравнивает избыток температуры над комнатной.

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: $Q=420 \cdot (60-36,4)=9912$ Дж; Б: $Q=420 \cdot (60-46,2)=5796$ Дж. Б отдало меньше энергии за этот интервал. Избытки А: 40; 32; 25,6 °С - отношение 0,8 на каждом из первых двух шагов. Б: 40; 36; 32,4 - отношение 0,9. С течением времени разность с комнатой сокращается; одинаковое падение Т за каждый следующий интервал ожидать не следует.

Ответ и объяснение практики 2

Вода: $\Delta T=6000/(0,2 \cdot 4200) \approx 7,14$ °С, $T \approx 27,1$ °С. Алюминий: $\Delta T=6000/(0,2 \cdot 900) \approx 33,33$ °С, $T \approx 53,3$ °С. Различие связано с одинаковой массой и полученной энергией. Предполагаются отсутствие потерь и фазовых переходов, равномерная температура каждого тела и применимость постоянных с.

Опора для обсуждения

Теплоизоляция замедляет обмен, не создаёт энергию. В заданной модели контролируются масса, сосуд и начальная температура; дополнительная изоляция - единственное изменение. В реальном сравнении разные массы и крышки дают дополнительные объяснения, поэтому нужен повтор с контролем. График одного тела не измеряет с без сведений о переданной энергии.

Ключ и критерии индивидуальной работы

$Q=4200 \cdot 0,150 \cdot 4=2520$ Дж; $P_{ср}=2520/120=21$ Вт. Формула применена без фазового перехода; например, не учтены сосуд и испарение. Не путать среднюю мощность со значением в каждый момент. Четыре критерия по 1 баллу.



07. Соответствие исходной программе

Пункт программы → действие ученика → проверяемый результат

Пункт программы	Действие ученика	Проверяемый результат
Теплота; нагревание и охлаждение	Строит кривые и баланс энергии	Различает T , Q и мощность
Занятие №8: поглощение и теплообмен	Сравнивает контролируемые условия	Обосновывает ограничение вывода

Опора - раздел «Объединяем науки» 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.

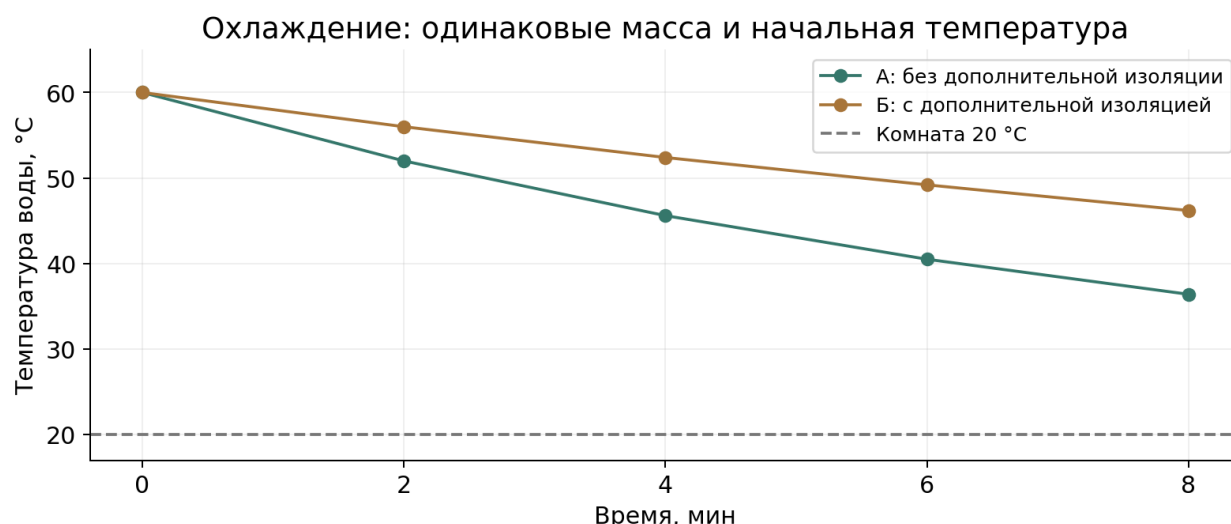
[Исходная программа](#)

Источники и права на изображения

[OpenStax: теплообмен и теплоёмкость](#)

Источники проверены 15.10.2026. Числовые наборы и графики - учебные модели, не результаты проведённых авторами опытов. Оригинальные схемы подготовлены порталом «Школы России» для этого урока, не являются фотографиями. Ответы и примечания учителю в PDF выделены отдельно.

Иллюстрация: увеличенная копия для печати



Учебные кривые охлаждения одинаковой массы воды. Точки соответствуют таблице, линии только соединяют отсчёты; комната 20 °C. Кривая не предсказывает температуру в произвольном реальном сосуде.