



Исследование теплоемкости различных тел

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

С.А. Ловягин

канд. пед. наук,
ЧОУ «Хорошевская школа»

Для возраста

8 класс

Трудоемкость

2 часа



htweek.ru

Урок 1

Часть 1. Мотивационная (5 минут)

Сначала рекомендуется решить организационный вопрос: разделить класс на группы по 4 человека. Возможный быстрый вариант: сидящие за первыми, третьими и т.д. партами могут развернуться к соседям, сидящим сзади за четными партами.

Учитель ставит проблему, используя презентацию. Он сперва кратко описывает бытовую ситуацию. *«Представьте, что Вам мама налила очень горячий чай – настоящий кипяток. А через 5 минут нужно уже выбежать в школу. Ждать некогда, а чаю хочется! Ваши действия? Вероятнее всего вы захотите добавить в чай холодной воды или опустить в него сразу несколько чайных ложек. Сколько? Кружка у вас большая (0,3 л), чая в ней немного – 0,2 л, – места хватит! Можно добавить много, но тогда чай будет прохладным, а вы, допустим, любите погорячей. Как попасть в точку?»*

После этого учитель задает вопрос для обсуждения в группах: **Сколько ложек нужно для охлаждения стакана с чаем?** Нужно дать 2 минуты времени на обсуждение.

Через 2 минуты, остановив обсуждение в группах, учитель просит сообщить способ охлаждения чая до нужной температуры. Сообщает ограничение по времени – 30 секунд.

Самое важное для учителя во время высказывания групп – не давать никакой оценки и никак не комментировать предложения, даже глупые. Иначе учащиеся будут стесняться высказывать предположения и гипотезы и будут бояться ошибок, на которых могли бы научиться. К тому же это сэкономит массу времени.

Если прозвучали здравые предложения, учитель фиксирует их тезисно на доске. Например, если сказали про количество (объем, массу...) воды – можно записать: «масса воды». Если упомянули тем или иным образом температуру – записываем. Важно не обсуждать и не растягивать по времени предварительный этап.

После этого переходим к следующему этапу, давая необходимую ориентировочную основу действия для последующего самостоятельного исследования. Учитель может дать следующее представление о теплообмене:

*«Переведем ваши описания на язык физики. Тело с большей температурой (горячая вода) отдает часть своей внутренней энергии второму телу (прохладной воде или ложкам). Этот процесс называется **теплообменом**, а*

переданная энергия – **количеством теплоты**. Теплообмен заканчивается, когда температуры сравняются. В этом случае говорят, что наступило **тепловое равновесие**.

Часть 2. Учебно-исследовательская

1. Лабораторное исследование «От чего зависит теплообмен?». 20 минут

Если у учащихся малый опыт проведения учебных исследований, следует четко модерировать процесс работы, давая пошаговые инструкции и вместе с тем оставляя пространство для самостоятельного поиска, выдвижения гипотез и экспериментирования. Например, дать готовый исследовательский вопрос: **зависит ли теплообмен от материала тел?**

Или в процессе краткого обсуждения, начинающегося с вопроса: Как вы считаете, от чего может зависеть теплообмен, то есть конечная температура обоих тел? Сначала надо выслушать предложения, разумные зафиксировать, а потом добавить остальные от себя. Вероятнее всего получится 3 параметра: *масса, температура, вид вещества* тел (последнее скорее всего придется добавить учителю от себя). Фиксируем их на доске.

Учитель может предложить учащимся выбрать один из параметров, чтобы исследовать зависит ли от него результат теплообмена. Но, поскольку на собственном опыте дети знают, что от массы и исходной температуры зависит конечная температура смеси, то интереснее исследовать неочевидный фактор – вид вещества одного из тел. По структуре исследовательский вопрос будет одинаков: **зависит ли теплообмен от материала тел (массы, температуры)?**

Работа выполняется в парах.

Идеальным ускорителем и организатором процесса самостоятельной работы может быть рабочий лист с текстом задания и готовыми формами для заполнения (таблицами и полями для гипотезы и вывода).

Лабораторное оборудование для учащихся (набор на пару человек):

Тела для калориметра: железное (100 г) и алюминиевое (100 г),

Калориметр – 2 шт,

Термометр – 2 шт,

Цифровые весы – 1 шт,

Стакан с холодной водой (20 °C, 250 мл)

Стакан с теплой водой (50 °C, 250 мл)

Модерация:

Шаг 1. Просим учащихся записать предварительно свою гипотезу (предполагаемый ответ на исследовательский вопрос: «да» или «нет»).

Шаг 2. Даем краткую инструкцию, по ходу показывая и называя оборудование. Если класс сильный или по крайней мере не слабый и имеет достаточный опыт лабораторной практики, можно не давать пошаговой инструкции, а только описать сложные части методики экспериментальной проверки.

«Чтобы проверить гипотезу, надо провести эксперимент: нагреваете тело 1 и опускаете его в холодную воду (тело 2). Начнем с планирования эксперимента: что и в какой последовательности нужно делать. Вот вам несколько важных советов или, как говорят, лайфхаков.

1. У вас есть три разных вещества:

- 1) вода,
- 2) алюминиевое тело,
- 3) железное тело».

Называя, учитель показывает их.

«Проведите три эксперимента, добавляя по очереди каждое из них в холодную воду. Измеряйте температуру на старте и финише, давая время установиться тепловому равновесию.

2. Чтобы исключить влияние других параметров, кроме исследуемого, нужно зафиксировать все иные параметры за исключением вещества:

- одинаковую массу холодной воды;

- исходную температуру холодной воды и нагретого тела;
- одинаковую массу нагретого тела.

Для простоты можно взять массу всех тел одинаковой (вода тоже тело).

3. Чтобы уменьшить потери тепла, используйте **калориметр**. В нем внутренний стакан помещен в теплоизолирующую оболочку из пенопласта; сверху калориметр накрывается пластиковой крышкой, через отверстие в которой вставляется термометр». (Учитель показывает все детали.)



Рис. 1. Калориметр.

4. «Термометр тоже нагревается не мгновенно, поэтому нужно при каждом измерении **подождать около 1 минуты**.
5. Так как в твердое тело термометр не воткнешь, вот вам лайфхак: опустите тела в теплую воду и дождитесь, пока их температуры выровняются. Для этого вам и нужен второй калориметр».

Шаг 3. После этого нужно наконец дать учащимся выполнить исследование. Если у класса есть навык самостоятельного составления таблиц, можно его использовать.

Если нет, лучше предложить готовую таблицу, сказав, что для каждого из 3 экспериментов нужна отдельная таблица.

Таблица 1. Эксперимент 1: алюминиевый цилиндр + вода

Тело\Вещество	Начальная температура, °C	Конечная температура, °C
Тело 1. Алюминий		
Тело 2. Вода		

Во время эксперимента учитель наблюдает за классом и перемещается между столами, чтобы отвечать на индивидуальные вопросы, оказывать своевременную поддержку и давать обратную связь по тому, что он видит в действиях и записях детей.

Шаг 4. Через 15 минут учитель просит учащихся завершить исследование. «Если вы сделали не начинали какой-либо из 3 экспериментов, не страшно, - у всего класса достаточно данных для вывода. В течение 3 минут завершите начатый эксперимент и напишите вывод – ответ на три вопроса:

- 1) исследовательский вопрос,
- 2) подтвердилась ли ваша гипотеза?
- 3) почему вы так считаете?»

Часть 3. Освоение понятия удельная теплоемкость и уравнения теплового баланса.

1. Обсуждение итогов исследования и обобщение в виде понятия теплоемкости, количества теплоты, формулы количества теплоты и единиц измерения: калория и джоуль. **5 минут** (Материал избыточен и времени может не хватить)

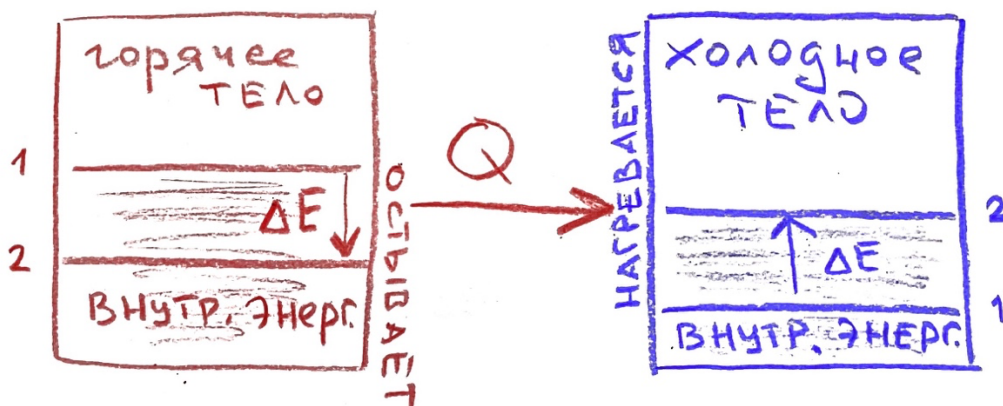
Учитель проводит объяснение нового материала в форме беседы и с опорой на приобретенный учащимися опыт лабораторного исследования.

«Как показали результаты ваших исследований, нагревание воды определяется не только массой и начальной температурой, но и веществом (материалом) другого тела».

После этого учитель, опираясь на результаты исследования, вводит новые понятия:

1. «В процессе теплообмена нагретое тело отдает часть своей внутренней энергии, которая называется количеством теплоты и обозначается Q_1 (Рис 2). Количество теплоты измеряется в джоулях. Холодное тело, нагреваясь, увеличивает свою внутреннюю энергию на величину, которая также называется количеством теплоты и, соответственно, обозначается той же буквой – Q_2 .

Рис. 2. Схема теплообмена – передачи энергии от тела 1 телу 2.



Если нет потерь, то по закону сохранения энергии уменьшение энергии нагретого тела равно увеличению энергии холодного тела:

$$Q_1 = Q_2$$

Это называется **уравнением теплового баланса**.

2. В вашей работе наблюдалось, что одинаковые массы воды при смешении нагреваются и остывают примерно на одно и то же число градусов.

Вы обнаружили, что такая же масса железного цилиндра остывает значительно сильнее, чем вода (в несколько раз), а количество теплоты одинаково.

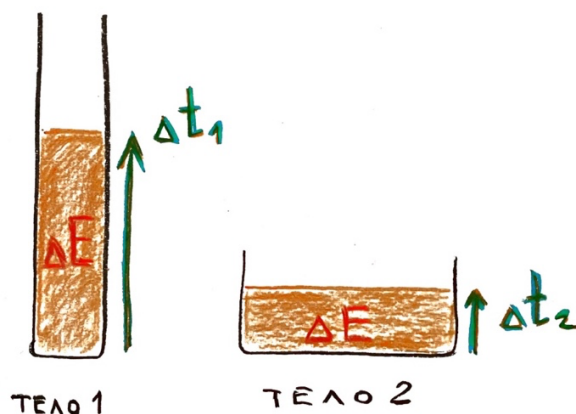
Из этого следует вывод:

вода, нагреваясь на 1 градус, требует в несколько раз больше энергии (количества теплоты), чем железное тело той же массы.

Говорят, что у воды большая **теплоемкость**.

3. Термин этот возник еще в те времена, когда внутреннюю энергию называли теплом и представляли этакой невесомой жидкостью – «теплородом», передаваемой от одного тела другому. На схеме 3 эта модель поясняется так: одинаковое количество теплоты (энергии) передано обоим телам. Но у второе теплоЕМКОСТЬ больше и потому температура повысилась меньше.

Рис. 3. Метафора теплоЕМКОСТИ тела, как емкости с водой (2 тела разной емкости)



4. В физике различие в теплоемкости описывают с помощью величины, называемой «удельная теплоемкость».

Удельная теплоемкость (обозначается буквой «с») показывает, какое количество теплоты требуется для нагревания 1 кг вещества на 1 градус.

Удельная теплоемкость воды равна 4 200 Дж/кг·°C.

5. Чтобы подсчитать количество теплоты для нагревания воды массой m килограмм на Δt градусов, нужно умножить удельную теплоемкость на массу и на изменение температуры:

$$Q = cm\Delta t$$

Хорошо еще пояснить, что такое калория (если есть время):

6. До открытия закона сохранения энергии количество теплоты измеряли в **калориях** (кал). Калорию определяли как количество теплоты, которое отдает 1 г воды, отдает на 1 градус. 1 кг воды требует уже 1000 кал. Получается такое соотношение между старой и современной единицей измерения количества теплоты: 1 кал = 4,2 Дж.

2. **Задание** «Расчет теплоемкости по результатам лабораторного исследования». 15 минут

Вместо решения нескольких стандартных задач предлагается отрабатывать навыки расчета в применении к экспериментальной ситуации только что выполненного учащимися исследования. Это лучше мотивирует.

Задача - рассчитать удельную теплоемкость металлов, участвовавших в вашем эксперименте.

Задание начинается с ориентировочной основы – краткой инструкции учителя по решению задачи. Она зависит от подготовки класса: если класс сильный, инструкция может быть очень короткой и сразу учитывать знак количества теплоты (отрицательный у остывающего тела).

Учитель может начать объяснение с вывода формулы, выражающей уравнение теплового баланса для конкретного случая.

Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 = Q_2$$

Q_1 – это количество теплоты, отданное металлом,

Q_2 – количество теплоты, полученное водой.

Индекс 1 относится к металлу: $Q_1 = c_1 m_1 \Delta t_1$

Индекс 2 относится к воде: $Q_2 = c_2 m_2 \Delta t_2$

Получается:

$$c_1 m_1 \Delta t_1 = c_2 m_2 \Delta t_2$$

Δt – это разность конечной и начальной температуры:

$$\Delta t = t_k - t_n$$

Проблемы со знаком в обычном классе лучше решать по мере поступления, пусть учащиеся сначала сами продвинутся в решении задачи и этой сложности. Если спросят, можно сообщить индивидуально или сразу всему классу, что Δt со знаком минус указывает на то, что тело отдавало энергию. Рекомендуем просто поменять знак.

Далее учащиеся могут работать самостоятельно, но, если класс слабый, нужно вместе написать Дано.

Для сбора и сопоставления ответов и одновременно мониторинга процесса решения (кто уже завершил), учитель может сразу написать на доске названия двух металлов, разделив ее на две половины: железо, алюминий. И подписать сверху: Удельная теплоемкость. Затем сообщить классу (это можно сделать и в процессе, когда первые уже близки или уже закончили решение): «Полученный ответ запишите на доске».

Урок 2

Часть 1. Актуализация знаний. 5 мин

Это задание можно назвать летучкой. Цель: вспомнить и подготовиться к следующему заданию.

- А. Без подготовки и подглядывания напишите для себя в рабочей тетради ответы на три вопроса (2 мин):
- От каких трех величин зависит нагревание тела?

- Как рассчитать количество теплоты, полученное телом в процессе нагревания (формулой или словами)?
- Что такое «удельная теплоемкость»?
- Б. Обменяйтесь тетрадами с соседом и прочтите ответы друг друга (1 мин).
- В. Кто уверен в правильности своего ответа – зачитайте его для всего класса (2 мин).

Часть 2. Нарботка навыка расчетов количества теплоты

1. **Учебное задание 3.** «Решение задач с использованием уравнения теплового баланса». 20 минут.

Следующим шагом по выработке навыка решения задач на уравнение теплового баланса является расчет и анализ различий в расчетной и табличной величине удельной теплоемкости металла и условий проведенного экспериментального исследования.

Начните с простого задания: «Сравните численные значения удельных теплоемкостей из таблицы в учебнике или интернете с расчетными: на сколько они различаются?» Можно использовать картинку записи результатов расчета прошлого урока, добавив к ней табличное значение. Будет неплохо, если все величины экспериментальных теплоемкостей будут заметно выше табличных. Тогда уместно будет спросить: «Наблюдаете ли вы какое-то сходство в этих различиях?»

При получении разумных ответов можно спросить: «Как вы думаете, почему так?»

Получив предположения, можно сказать: «Посчитаем еще немного, чтобы добраться до истины».

После этого можно дать направление поискам и стартовать самостоятельную работу учащихся:

- 1) Подсчитайте, количество теплоты, отданное железным телом, используя данные об изменении температуры из эксперимента и табличные данные теплоемкости,
- 2) Рассчитайте количество теплоты, полученное водой от железного тела (также используя табличное значение удельной теплоемкости воды).

- 3) Обсудите с соседом по парте, почему количество теплоты, полученное водой меньше количества теплоты, отданного железным телом? Куда «пропала» часть внутренней энергии железного тела при теплообмене? Если готовы – поднимите руку.
- 4) В процессе парной работы тем, кто уже добрался до 3 шага и дал свой вариант ответа учителю, можно рекомендовать рассчитать количество теплоты, поглощенное алюминиевым стаканом калориметра и сделать вывод.

2. **Задание** «Как разность температур можно использовать для получения электроэнергии». 10 мин

Если все идет по плану, можно проанализировать с учащимися современные способы выработки электроэнергии за счет разности температур в космических полетах.

Учащимся (в парах) предлагаем выбрать источник информации из предложенных ниже (видео или текст):

- <https://youtu.be/dp0mmZhaPX4>
- https://ru.wikipedia.org/wiki/Радиоизотопный_термоэлектрический_генератор
- https://ru.wikipedia.org/wiki/Элемент_Пельтье
- <https://youtu.be/Ot6YbQ5cw74>

Изучив его, они должны ответить на вопросы:

- А. Откуда берется энергия в термоэлектрическом генераторе?
- Б. Почему его используют в дальних космических полетах?

Ответы дают фронтально желающие (через 8 минут после начала).

Часть 3

3. Итоговое тестирование. 5 мин.

Учащиеся получают листок бумаги с вопросами открытого типа. Они должны дать ответ в течение 5 минут. Если это делать по вариантам, вопросы можно перемешать или изменить. Примеры вопросов:

1. Единицы измерения количества теплоты в системе СИ.
2. Количество теплоты – это ...
3. Удельная теплоемкость характеризует ...
4. Уравнение теплового баланса отражает ...
5. Если при расчете количества теплоты, оно получилось отрицательным, это означает ...
6. Тепловое равновесие наступает, когда ...
7. Какое количество теплоты нужно для нагревания 1 кг воды комнатной температуры (20°C) до кипения (100°C)? Удельная теплоемкость воды – $4200 \text{ Дж/кг}\cdot^{\circ}\text{C}$.

Если ответы верны на 3 вопроса – удовлетворительно, на 5 – хорошо, на 7 – отлично.

Часть 4

4. Подведение итогов, самооценка. 5 Мин.

Учащимся раздают листок с таблицей самооценки и инструкцией. Через 5 минут заполненный листок надо сдать учителю.

Дети должны оценить свои результаты, поставив каждому из них от 0 до 2, где:

- 0 – соответствует;
- 1 – частично соответствует (будут ошибки);
- 2 – полностью соответствует.

№	Результат	Оценка
1.	Я понимаю и могу сказать своими словами, что означает термин «тепловое равновесие»	
2.	Я понимаю и могу сказать своими словами, что означает термин «теплообмен»	
3.	Я могу описать процесс теплообмена, пользуясь термином «количество теплоты»	
4.	Я могу выбрать верное определение удельной теплоемкости из нескольких предложенных	
5.	Я могу по памяти записать формулу для расчета количества теплоты, подставить в нее нужные величины, провести расчет и записать верные единицы измерения в ответе.	

Поскольку самооценка будет субъективной, можно не суммировать баллы, – сама рефлексия и попытка оценить себя является позитивной.