



Исследование теплоемкости различных тел

УЧЕБНЫЕ СЦЕНАРИИ

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)

Задание

Постановка познавательной проблемы (описание ситуации, где нужно знать заранее, на сколько нагреется тело – бытовая ситуация с чаем, который нужно остудить до 50 градусов). Сколько ложек нужно для охлаждения стакана с чаем? Представьте, что Вам мама налила очень горячий чай – настоящий кипяток. А через 5 минут нужно уже выбегать 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?

Сколько воды вам потребуется, чтобы получить горячий, но не обжигающий чай?

Подойдите к этой проблеме с научной точки зрения. В науке важен точный язык описания (терминология) и количественный расчет (измерение). Вам нужно перейти от оценочных суждений («погорячей», «настоящий кипяток», «холодный», добавить «много») к числам и на этом твердом основании дать точный ответ.

Обсудите в течение 2 минут это в группе 4 человек (сидящие за первыми, третьими и т. д. партами могут развернуться к соседям, сидящим сзади за четными партами).

Сообщите свой способ классу за 30 секунд.

Учитель подводит итог, опираясь на предложения учащихся: при смешивании воды нужно учитывать массу и температуру, точнее разность температур. Давайте 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**.

Цель этого и следующего урока – научиться правильно использовать физическую терминологию: тепловое равновесие, теплообмен, количество теплоты, удельная теплоемкость, а также рассчитывать количество теплоты.

Часть 2. Учебно-исследовательская

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

Выполняется в парах.

Как мы только что выяснили, изменение температуры при теплообмене зависит от массы и разности температур воды.

Исследовательский вопрос: *зависит ли теплообмен от вещества?*

Шаг 1. Запишите предварительно свою гипотезу (предполагаемый ответ на исследовательский вопрос): _____

Затем получите ответ на исследовательский вопрос, проведя экспериментальное исследование.

Шаг 2. Начните с планирования эксперимента и распределения ролей: кто что будет делать (манипулировать оборудованием, записывать результаты, следить за временем...).

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)

Какова будет методика эксперимента? По аналогии с остужением чая, вам нужно добавлять в холодную воду различные вещества другой температуры и мерить, на сколько она нагреется. У вас есть три разных вещества: вода, алюминиевое тело и железное тело. Проведите три эксперимента, добавляя по очереди каждое из них в

холодную воду. Чтобы исключить влияние других факторов, 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).

Нужно также уменьшить потери тепла - теплообмен с внешней средой. С этой целью используется **калориметр**. В нем, подобно термосу, внутренний стакан помещен в теплоизолирующую оболочку из пенопласта; сверху калориметр накрывается пластиковой крышкой, через отверстие в которой вставляется термометр (См. рисунок 1).



Рис. 1. Калориметр.

Важно: поскольку термометр нагревается не мгновенно, нужно при каждом измерении **подождать около 1 минуты**.

Как мерить температуру твердого тела обычным термометром? – Использовать тепловое равновесие: опускать твердые тела в теплую воду и дожидаться, пока их температуры не выровняются. Для ускорения процесса можно слегка вращать калориметр. Измерив температуру воды, мы узнаем и температуру тела, погруженного в нее! Для этого нам и нужен второй калориметр.

Шаг 3. Проводя эксперимент, записывайте все данные: массы обоих тел, температуры - начальные и конечные. Подготовьте для этого таблицу.

Таблица 1.

Шаг 4. Проанализируйте полученные данные и **сделайте вывод** – какой ответ на исследовательский вопрос вы получили в результате эксперимента?

Подтвердилась ли ваша гипотеза?

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

- Обсуждение итогов исследования и обобщение в виде понятия теплоемкости, количества теплоты, формулы количества теплоты и единиц измерения: калория и джоуль. (5 минут)

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) второго тела. В процессе теплообмена нагретое тело отдает часть своей внутренней энергии, которая называется количеством теплоты и обозначается Q_1 (Рис 2). Количество теплоты, естественно, 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 .

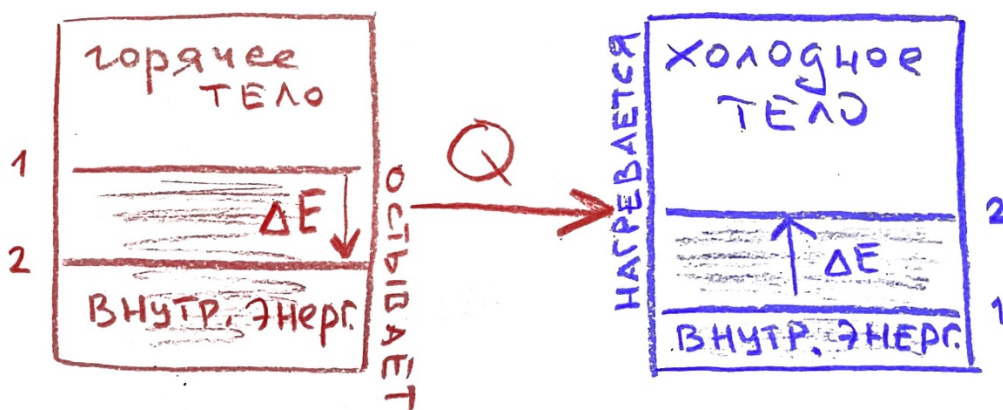


Рис. 2. Схема теплопередачи от тела 2 телу 2.

Если потери отсутствуют, в соответствии с законом сохранения энергии уменьшение энергии нагретого тела равно увеличению энергии холодного тела:

$$Q_1 = Q_2$$

Это называется *уравнением теплового баланса*.

Одинаковые массы воды при смешении нагреваются и остывают на одно и то же число градусов. Такая же масса железного цилиндра остывает значительно сильнее, чем вода (в несколько раз). При этом количество теплоты одинаково. Это означает, что 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. 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·°С.

Если мы хотим подсчитать, какое количество теплоты нужно для нагревания воды массой m килограмм на Δt градусов, нужно умножить удельную теплоемкость на массу и на изменение температуры:

$$Q = cm\Delta t$$

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.

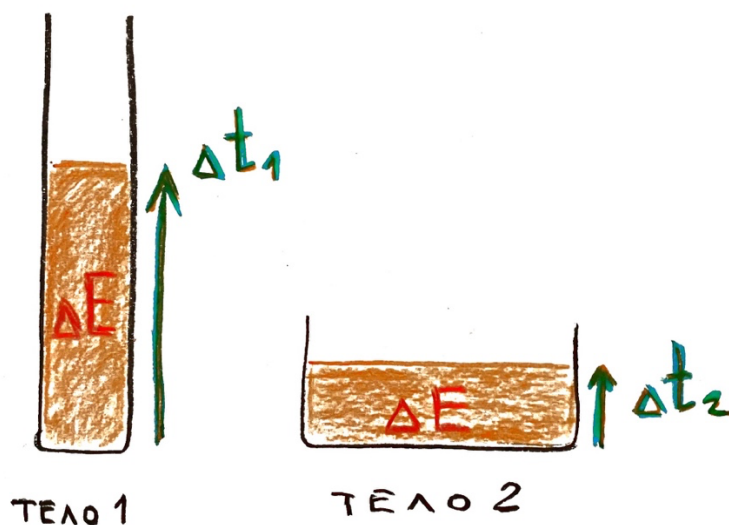


Рис. 3. Метафора теплоЕМКОСТИ тела, как емкости с водой

(2 тела разной емкости)

3. Учебное задание 2 «Расчет теплоемкости по результатам лабораторного исследования». 15 минут

Пользуясь уравнением теплового баланса и используя известную удельную теплоемкость воды (раньше она была принята за единицу!), найдите удельную теплоемкость каждого из металлов, участвовавших в вашем эксперименте. Используйте полученные данные. Начните с записи уравнения теплового баланса:

$$Q_1 = Q_2$$

Где:

Q_1 – это количество теплоты, отданное металлом,

Q_2 – количество теплоты, полученное водой.

Индекс 1 у всех величин 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

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

Как считать Δt ? – Это разность конечной и начальной температуры:

$$\Delta t = t_k - t_n$$

Если в расчетах окажется Δt со знаком минус, вы не ошиблись – это указывает на то, что тело отдавало энергию. Для простоты можете просто поменять знак.

Теперь самое сложное – написать Дано, поскольку в нем много величин и легко запутаться. А вы справитесь?

Полученный ответ запишите на доске, чтобы свериться с одноклассниками.

Урок 2

Часть 1. Актуализация знаний. (5 мин)

- 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 тетрадями 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

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

Проанализируйте ваш эксперимент с точки зрения допущений, которые мы сделали при расчетах. Для этого сравните сначала численные значения удельных теплоемкостей из таблицы в учебнике или интернете с расчетными: на сколько они различаются?

Чтобы найти причину, нужно провести расчеты и анализ результатов.

- А. Подсчитайте, используя результаты эксперимента и табличные данные теплоемкости, количество теплоты, отданное железным телом.
 - Б. Также рассчитайте количество теплоты, полученное водой от железного тела.
 - В. 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?*
 - Г. Подсчитайте количество теплоты, поглощенное алюминиевым стаканом калориметра. Если нет данных о массе стаканчика – взвесьте его.
5. **Групповое задание 4.** «Как разность температур можно использовать для получения электроэнергии». Высокие технологии: радиоизотопный термоэлектрический генератор. 10 мин

Выберите источник информации из предложенных ниже:

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

Познакомьтесь с ним и обсудите в группе ответы на вопросы:

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

Часть 3

6. Итоговое тестирование. 5 мин.

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 – $4200 \text{ Дж/кг}\cdot^{\circ}\text{C}$.

Часть 4

7. Подведение итогов, самооценка. 5 Мин.

У последних двух уроков была следующая цель: научиться правильно использовать физическую терминологию: тепловое равновесие, теплообмен, количество теплоты, удельная теплоемкость, а также рассчитывать количество теплоты. Оцените 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. | |