

Интернет-проект «Удивительный мир физики» 2012/2013 учебного года  
2 тур, апрель 2013 г.  
возрастная категория «10 класс»  
Игровой номер 13f1323

Исследование скорости остывания воды в сосуде  
при различных условиях

Ярославль, 2013

## **Краткая характеристика параметров исследования**

### **Температура**

Понятие температуры тела представляется на первый взгляд простым и понятным. Из повседневного опыта каждый знает, что бывают тела горячие и холодные.

Опыты и наблюдения показывают, что при контакте двух тел, из которых одно мы воспринимаем как горячее, а другое как холодное, происходят изменения физических параметров как первого, так и второго тела. «Физическая величина, измеряемая термометром и одинаковая у всех тел или частей тела, находящихся в термодинамическом равновесии друг с другом, называется температурой». Когда термометр приводят в контакт с изучаемым телом, мы видим разного рода изменения: движется "столбик" жидкости, меняется объем газа и т.п. Но вскоре между термометром и телом обязательно наступает термодинамическое равновесие - состояние, при котором остаются постоянными все величины, характеризующие эти тела: их массы, объемы, давления и так далее. С этого момента термометр показывает не только свою температуру, но и температуру изучаемого тела. В повседневной жизни наиболее распространен способ измерения температуры с помощью жидкостного термометра. Здесь для измерения температуры используется свойство жидкостей при нагревании расширяться. Для измерения температуры тела термометр приводят с ним в контакт, между телом и термометром осуществляется процесс теплопередачи до установления теплового равновесия. Чтобы процесс измерения не изменил заметно температуру тела, масса термометра должна быть значительно меньше массы тела, температура которого измеряется.

### **Теплообмен**

Практически все явления внешнего мира и различные изменения в человеческом организме сопровождаются изменением температуры. Явления теплообмена сопутствуют всей нашей повседневной жизни.

В конце 17 века известный английский физик Исаак Ньютон высказал гипотезу: «скорость теплообмена между двумя телами тем больше, чем сильнее отличаются их температуры (под скоростью теплообмена понимаем изменение температуры в единицу времени). Теплообмен всегда происходит в определенном направлении: от тел с более высокой температурой к телам с более низкой. В этом нас убеждают многочисленные наблюдения, даже на бытовом уровне (ложка в стакане с чаем нагревается, а чай остывает). Когда температура тел выравнивается, процесс теплообмена прекращается, т.е. наступает тепловое равновесие.

Простое и понятное утверждение о том, что самостоятельно теплота переходит только от тел с более высокой температурой к телам с меньшей температурой, а не наоборот, является одним из основополагающих законов в физике, и называется II законом термодинамики, этот закон был сформулирован в XVIII веке немецким учёным Рудольфом Клаузиусом.

### **Исследование скорости остывания воды в сосуде при различных условиях**

Гипотеза: Мы предполагаем, что скорость остывания воды в сосуде зависит от слоя жидкости (масла, молока) налитого на поверхность воды.

Цель: Определить влияет ли поверхностным слой масла и поверхностный слой молока на скорость остывания воды.

#### Задачи:

1. Изучить явление остывания воды.
2. Определить зависимость температуры остывания воды с поверхностным слоем масла от времени, результаты записать в таблицу.
3. Определить зависимость температуры остывания воды с поверхностным слоем молока от времени, результаты записать в таблицу.
4. Построить графики зависимостей, провести анализ результатов.
5. Сделать вывод о том, какой поверхностный слой на воде оказывает большее влияние на скорость остывания воды.

Оборудование: стакана лабораторный, секундомер, термометр.

#### План эксперимента:

1. Определение цены деления шкалы термометра.
2. Провести измерение температуры воды при остывании через каждые 2 минуты.
3. Провести измерение температуры при остывании воды с поверхностным слоем масла через каждый 2 минуты.
4. Провести измерение температуры при остывании воды с поверхностным слоем молока через каждый 2 минуты.
5. Результаты измерений занести в таблицу.
6. По данным таблицы построить графики зависимостей температуры воды от времени.
7. Рассчитать скорость остывания воды для каждого случая.
8. Проанализировать результаты и дать их обоснования.
9. Сделать вывод.

### Выполнение работы

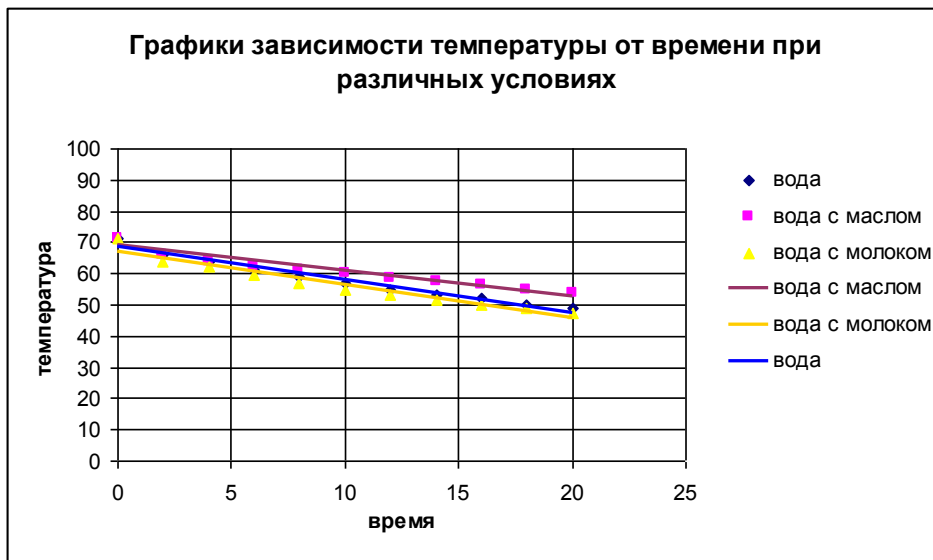
Сначала мы нагрели воду в 3 стаканах до температуры  $71,5^{\circ}\text{C}$ . Затем мы налили в один из стаканов растительное масло, в другой молоко. Масло распределилось по поверхности воды, образуя равномерный слой. Растительное масло – продукт, извлекаемый из растительного сырья и состоящее из жирных кислот и сопутствующих им веществ. Молоко перемешалось с водой (образуя эмульсию), это свидетельствовало о том, что молоко либо разбавлено водой и не соответствует заявленной на упаковке жирности, либо является изготовленным из сухого продукта и в том и другом случае физические свойства молока изменяются. Натуральное молоко неразбавленное водой в воде собирается сгустком и некоторое время не растворяется. Чтобы определить время остывания жидкостей, мы фиксировали температуру остывания через каждые 2 минуты.

Таблица. Исследование времени остывания жидкостей.

t, мин \ жидкость	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
вода, t, °C	71,5	66	64	61	59	57	55	53	52	50	49
вода с маслом, t, °C	71,5	66	64	62	61	60	58,5	57,5	56,5	55	53,5
вода с молоком, t, °C	71,5	64	62	59,5	57	55	53	51,5	50	49	47,5

По данным таблицы мы видим, что начальные условия во всех экспериментах были одинаковыми, но через 20 минут проведения эксперимента жидкости имеют разные температуры, значит они имеют различные скорости остывания жидкости.

Более наглядно это представлено на графике.



В координатной плоскости с осями температура и время отметили точки, отображающие зависимость между этими величинами. Усредняя значения, провели линию. На графике получилась линейная зависимость температуры остывания воды от времени остывания при различных условиях.

Рассчитаем скорость остывания воды:

а) для воды

$$0-10 \text{ мин} \quad \frac{71,5 - 57}{10} = 1,45 \text{ (}^\circ\text{C/мин)}$$

$$10-20 \text{ мин} \quad \frac{57 - 49}{10} = 0,8 \text{ (}^\circ\text{C/мин)}$$

б) для воды с поверхностным слоем масла

$$0-10 \text{ мин} \quad \frac{71,5 - 60}{10} = 1,15 \text{ (}^\circ\text{C/мин)}$$

$$10-20 \text{ мин} \quad \frac{60 - 53,5}{10} = 0,65 \text{ (}^\circ\text{C/мин)}$$

б) для воды с молоком

$$0-10 \text{ мин} \quad \frac{71,5 - 55}{10} = 1,65 \text{ (}^\circ\text{C/мин)}$$

$$10-20 \text{ мин} \quad \frac{55 - 47,5}{10} = 0,75 \text{ (}^\circ\text{C/мин)}$$

Как видно из расчётов медленнее всего остывала вода с маслом. Это обусловлено тем, что слой масла не позволяет воде интенсивно обмениваться теплом с воздухом. Значит теплообмен воды с воздухом замедляется, скорость остывания воды уменьшается, вода дольше остается более горячей. Это можно использовать при приготовлении пищи, например при варке макарон, после закипания воды добавить масло, макароны быстрее сварятся да еще и слипаться не будут.

Вода без каких либо добавок имеет скорость остывания наибольшую, значит и остынет быстрее.

Вывод: таким образом, мы экспериментально убедились, что поверхностный слой масла оказывает большее влияние на скорость остывания воды, скорость остывания уменьшается и вода остывает медленнее.