**Методика проведения лабораторных работ по физике с использованием оборудования «Точка роста»**

****

**Сведения об авторе:**

Савельев Алексей Викторович, учитель физики

МБОУ«Селоядринская СОШ» Ядринского района

**Введение.** В 2021 году в нашем районе были открыты два центра образования естественно-научной направленности «Точка роста» в МБОУ «Б.Чурашевская СОШ» и в нашей школе. Они были созданы с целью развития у обучающихся естественно-научной, математической, информационной грамотности, формирования критического и креативного мышления, совершенствования навыков естественно-научной направленности, а также для практической отработки учебного материала по учебным предметам «Физика», «Химия», «Биология».

Создание центра «Точка роста» предполагает развитие образовательной инфра­структуры общеобразовательной организации, в том числе оснащение общеобра­зовательной организации:

• оборудованием, средствами обучения и воспитания для изучения (**в том числе экс­периментального**) предметов, курсов, дисциплин (модулей) естественно-научной направленности при реализации основных общеобразовательных программ и до­полнительных общеобразовательных программ, в том числе для расширения со­держания учебных предметов «Физика», «Химия», «Биология»;

Эксперимент является источником знаний и критерием их истинности в науке. Кон­цепция современного образования подразумевает, что в учебном эксперименте ведущую роль должен занять самостоятельный **исследовательский ученический эксперимент**. Со­временные экспериментальные исследования по физике уже трудно представить без ис­пользования не только **аналоговых, но и цифровых** измерительных приборов.

Учебный эксперимент по физике, проводимый на традиционном оборудовании (без применения цифровых лабораторий), не может в полной мере обеспечить решение всех образовательных задач в современной школе.

Цифровая лаборатория кардинальным образом изменяет методику и содержание экс­периментальной деятельности и помогает решить вышеперечисленные проблемы. Широ­кий спектр цифровых датчиков позволяет учащимся знакомиться с параметрами физиче­ского эксперимента не только на качественном, но и на количественном уровне. С помо­щью цифровой лаборатории можно проводить длительный эксперимент даже в отсутствии экспериментатора. При этом измеряемые данные и результаты их обработки отобража­ются непосредственно на экране компьютера.

В набор оборудования входит и ***Комплект сопутствующих элементов для экспериментов по молекулярной физике***

В состав комплекта входят следующие приборы и материалы.

1. Калориметр
2. Термометр
3. Весы электронные
4. Измерительный цилиндр (мензурка) с подстаканником из ПВХ (объём 250 мл)
5. Груз цилиндрический из алюминиевого сплава массой (68 ± 2) г с крючком
6. Груз цилиндрический из стали массой (189 ± 2) г с крючком

**К комплекту прилагается примеры лабораторных работ по различным разделам физики.**

***Лабораторная работа № 2. Сравнение количеств теплоты при смешивании воды разной температуры (8 класс)***

**Тип работы:** лабораторная работа.

**Цель работы:** изучить условие теплового равновесия без учёта теплообмена с окру­жающей средой.

**Задачи работы:**

1) рассчитать количество теплоты, отданное горячей водой, и количество теплоты, по­лученное холодной водой, при теплообмене;

2) составить уравнение теплового баланса;

3) сравнить и объяснить полученные данные.

**Оборудование и материалы:** компьютер, программа для измерений ReleonLite, мультидатчик, щуп, калориметр, мерный стакан, электрочайник.**116**

**Основные сведения**

В данной работе изучается один из способов изменения внутренней энергии тела — явление теплообмена. Например, для того чтобы остудить чай, можно добавить в чашку холодной воды. В результате теплообмена горячая вода остывает до некоторой конечной температуры *t*к, а холодная вода, которую налили в чашку с чаем, нагревается до этой же температуры.

Количество теплоты *Q*1, отданное горячей водой в результате теплообмена, равно:

*Q*1 = *cm*1(*t*к– *t*1),

где *c* — удельная теплоёмкость воды; *m*1 — масса горячей воды; *t*1 — начальная темпера­тура горячей воды.

Количество теплоты *Q*2, полученное холодной водой в результате теплообмена, равно:

*Q*2 = *cm*2(*t*к– *t*2),

где *m*2 — масса холодной воды; *t*2 — начальная температура холодной воды.

Процесс теплообмена будем изучать в калориметре. Калориметр — это физический прибор, используемый для тепловой изоляции жидкости от окружающей среды. Так как между внутренним и внешним сосудами калориметра образуется воздушная прослойка, то благодаря малой теплопроводности воздуха и наличию теплоизолирующего материала отсутствию конвекционных потоков вну­тренний сосуд хорошо изолирован от внешней среды и тем самым уменьшены потери в результате теплообмена.

Таким образом, в калориметре сведено к минимуму рассеивание тепла в окружающую среду. (Спорный вопрос –уточнения пониже).

Пренебрегая потерями тепла при теплообмене (считая рассматриваемую систему те­плоизолированной), можно считать, что количество теплоты, отданное при остывании го­рячей водой *Q*1, равно по модулю количеству теплоты *Q*2, полученному холодной водой. Тогда сумма полученных телами количеств теплоты равна нулю:

*Q*1 + *Q*2 = 0. (1)

Уравнение (1) называют *уравнением теплового баланса*.

***Лабораторная работа № 4. Определение удельной теплоёмкости твёрдого тела (8 класс)***

**Тип работы:** лабораторная работа

**Цель работы:** определить значение удельной теплоёмкости металлического цилин­дра на нити.

**Задачи работы:**

1) собрать данные об изменении температуры металлического цилиндра;

2) рассчитать удельную теплоемкость металлического цилиндра.

**Оборудование и материалы:** компьютер, программа для измерений ReleonLite, датчик температуры, металлический цилиндр на нити, калориметр, электронные весы, стакан, щуп, электрочайник.

**Основные сведения**

С помощью уравнения теплового равновесия можно экспериментально определить значение удельной теплоёмкости твёрдого тела. В качестве горячего тела используется использовать металлический (алюминиевый) цилиндр.

Количество теплоты *Q*1, отданное нагретым цилиндром в результате теплообмена, равно:

*Q*1 = *c*ц*m*1(*t*к– *t*1), (1)

где *с*ц— удельная теплоёмкость цилиндра; *m*1 — масса цилиндра; *t*1 — начальная темпе­ратура цилиндра.

Количество теплоты *Q*2, полученное холодной водой в результате теплообмена, равно:

*Q*2 = *c*в*m*2(*t*к– *t*2), (2)

где *с*в— удельная теплоёмкость воды, равная 4200 Дж/ (кг ∙ С); *m*2 — масса холодной воды; *t*2 — начальная температура холодной воды.

**Считая рассматриваемую систему теплоизолированной, можно принять, что количе­ство теплоты, отданное при остывании цилиндра, равно по модулю количеству теплоты, полученной холодной водой**

Приравнивая формулы (1) и (2), можно получить выражение для расчета удельной те­плоёмкости металлического цилиндра

**При проведении данных лабораторных работ по молекулярной физике по вышеуказанной методике были обнаружены невыполнение уравнения теплового баланса при смешивании воды различных температур, а также вычисленное значение удельной теплоемкости цилиндра от табличного значения.**

**Целью нашей работы является исследование дополнительных факторов, влияющих на результаты проведения данных лабораторных работ.**

**Основная часть.**

**Исходя из того, что основным прибором при проведении данных лабораторных работ является калориметр**, мы решили изучить его устройство и его свойства.

 Калориметр состоит из внешнего стакана из органического материала и внутреннего металлического стакана из металла. Между ними находится теплоизолирующий материал из пенопласта. Все это закрывается крышкой из органического материала. Так как по ходу проведения экспериментов в калориметре температура воды не остается постоянной величиной, то и нагреваются элементы, из которых состоит калориметр. (в основном внутренний металлический стакан) и частично другие материалы, из которых состоит калориметр. То есть мы предполагаем, что и калориметр имеет некоторую теплоемкость.

Наша задача состоит в том, чтобы найти численное значение данной теплоемкости (калориметра) и учитывать его значение при проведении лабораторных работ с применением данного калориметра.

Итак, данные при проведении лабораторной работы №2. (***Сравнение количеств теплоты при смешивании воды разной температуры)***

Первые два эксперимента проводим для вычисления теплоемкости калориметра. Для этого в калориметр без воды наливаем воду с температурами 47,200С и во втором случае с температурой 41,350С. После установления теплового равновесия данные измерений заносим в таблицу.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер экспе­римента**  | **Масса горячей воды м1****кг**  | **Начальная температура** **горячей воды.** ***t*1,** 0**С**  | **Начальная температура калориметра** **t2,** 0**С**  | **Конечная температура калориметра с водой** ***t*к, 0С**  |
| 1 | 0,15 | **47,20** | 20,55 | **44,75** |
|  2 2 | 0,15 | **41,35** | 20,55 | **39,45** |

Согласно нашим данным, конечная установившая температура калориметра не равняется начальной температуре горячей воды. Мы предполагаем, что часть теплоты идет на нагрев самого калориметра. Исходя из этого, составляем уравнение теплового баланса и находим теплоемкость ( не удельную) нашего калориметра.

t1 – tk = 47,20 – 44,75 =2,450C Q1= Cb\*m1\*2,45 = 4200\*0,15\*2,45 = 1543,5 Дж.

Где Q1 количество теплоты, отданное горячей водой. Вся это теплота идет на нагрев нашего калориметра. Q2 = Ck\*(tk - t2) =Ck\*24,20C

Отсюда **Ск = 1543,5/24,2 = 63,7 Дж/0С**

**Для второго эксперимента:**

t1 – tk = 41,35 – 39,45 =1,900C Q1= Cb\*m1\*1,95 = 4200\*0,15\*1,9 = 1197 Дж.

Q2 = Ck\*(tk - t2) =Ck\*18,90C

Отсюда **Ск = 1197/18,9 = 63,3 Дж/0С**

**Мы нашли 2 значения теплоемкости калориметра: 63,7 и 63, 3** Дж/0С. Для применения найдем среднее значение **Ск = (63,3 +63,7)/2 = 63,5 Дж/0С**

Теплоемкость калориметра Ск показывает, что на нагрев самого калориметра на **1 0С** расходуется **63,5 Дж**.

**Третий эксперимент проведем с учетом теплоемкости самого калориметра. Данные для эксперимента**:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер экспе­римента  | Объём г. в. *V*1, мл  | Объём х. в. *V*2, мл  | Начальная температура г. в. *t*1, 0С  | Начальная температура х. в. t2, 0С  | Температура смеси *t*к, 0С  |
| 3 | **90** | **90** | **52,1** | **12,85** | **31,0** |
| Номер экспе­римента  | Масса г. в. *m*1, кг  | Масса х. в. *m*2, кг  | Количество теплоты *Q*1, Дж  | Количество теплоты *Q*2, Дж  | Количество теплоты *Q3*, Дж  |
| 3 | **0,09** | **0,09** | **7975,8** | **6860,7** | **8013,22** |

**Уравнение теплого баланса для третьего эксперимента без учета теплоемкости калориметра**

**Количество теплоты Q1, отданное горячей водой.** Количество теплоты ты**Q1, отданное горячей водой в результате теплообмена, равно**:

Q1 = c\*m1\*(tк – t1) = 4200\*0,09\*(-21,1) = -7975,8 Дж. Знак – означает что горячая вода теряет такое количество теплоты.

где c — удельная теплоёмкость воды; m1 — масса горячей воды; t1 — начальная температура горячей воды.

**КоличествотеплотыQ2,полученноехолоднойводойврезультатетеплообмена,равно:Q2=c\*m2\*(tк–t2)= 4200\*0,09\*(31,0 – 12,85) = 4200\*0,09\*18,15= 6860,7 *Дж.***

**Как показывают расчеты без учета теплоемкости калориметра уравнение теплового баланса не выполняется. 7975,8Дж не равно 6860,7Дж**

***Итого: уравнение теплового баланса не выполняется.***

 Решим данную проблему с учетом нашего предположения: калориметр имеет некоторое значение теплоемкости (не удельное значение теплоемкости, а теплоемкость Ск). Калориметр нагревается от температуры Т2 до температуры Тк. Тогда на нагревание калориметра и холодной воды идет количество теплоты Q3=Q2+Qк=см2(Тк-Т2) + Ск\*(Тк-Т2);

Где Q2 количество теплоты на нагревание холодной воды в калориметре и Qк количество теплоты на нагревание самого калориметра.

Составляем уравнение теплового баланса. Учитываем только численные значения без знака.

Q1= Q3; Q1=7975,8 Дж.Q3=Q2 +Qk = 6860,7+Ck\*18,15=6860,7+63,5\*18,15=

=6860,7+1152,52=8013,22Дж.

**Q1=7975,8 Дж; Q3=8013,22 Дж**. С учетом погрешностей оборудования можно считать, что тепловой баланс выполняется.

**Выводы:1**. При выполнении экспериментов с применением калориметра необходимо учитывать и теплоемкость самого калориметра, численное значение данной величины для данного калориметра равно 63,5Дж/0С

**2**. Значения температур воды в калориметре необходимо занести в таблицу после установления теплового равновесия между датчиком и жидкостью в калориметре.

**3**. Не все прекрасно с этим калориметром. Ниже показаны потери тепла самим калориметром в промежутке от 0 до 450 секунд.

****

Температура воды за этот промежуток упала с 72 0С до 67,5 0С, т.е калориметр не держит температуру, есть утечки тепла.

 Для уточнения потерь тепла нальем горячую воду в калориметр и после измерим температуру воды, внешнего стакана и крышки калориметра.

Температура воды в калориметре 670С, температура внешнего стакана равна температуре окружающей среды, т.е. здесь потери тепла нет.

Температура крышки калориметра 350С, т.е здесь есть потери тепла в окружающую среду. За промежуток времени 80 секунд крышка нагрелась от 20 0С до 350С. С увеличение этогопромежутка времени крышка калориметра нагреется еще больше.

График также показывает инертность датчика температуры: температура не сбрасывается мгновенно (плавные переходы между значениями температур.) Для уменьшения потерь через крышку желательно установить прокладку из теплоизолирующего материала между крышкой и поверхностью калориметра.

4. Итог всей работы:

1.Для последующего учета теплоемкости калориметра при проведении вышеуказанных лабораторных работ необходимо включить в перечень работ и работу №1 по определению теплоемкости калориметра.

2. Снизить потери тепла в окружающую среду самого калориметра

5.Для проведения эксперимента были использованы следующие материалы:

**Ноутбук** с соответствующей программой для записи данных с различных датчиков, в нашем случае с датчика температуры.

**Калориметр**. Виден внешний стаканчик, теплоизолирующий материал, внутренний металлический стаканчик, крышка калориметра с отверстиями для наливания воды и для датчика температуры. Самым теплоемким материалом является металлический внутренний стаканчик объемом 200 мл. За калориметром виден мерный стаканчик объемом 250 мл.

**Датчик температуры** – представляет собой термопару. Датчик температуры через переходник подключается к USBпорту ноутбука и позволяет измерять температуру от -500С до +10000С с точностью до 0,5 0С.

 Для нагревания воды использовался обычный электрочайник.

**Использованная литература:** Реализация образовательных программ естественнонаучной и технологической направленностей по физике с использованием оборудования центра «Точка роста».

 Авторы С.В. Лозовенко и Т.А. Трушина.