

Температура смесей и теплоемкость калориметра cCobra SMARTsense



Физика

Термодинамика

Калориметрия



Уровень сложности

средний



Кол-во учеников

1



Время подготовки

10 Минут



Время выполнения

10 Минут

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/5fc8f54a190a470003708336>

PHYWE

Информация для учителей

Описание

PHYWE



Экспериментальная установка

В этом эксперименте рассматривается температура смешивания и теплоемкость калориметра. Горячая вода добавляется в калориметр с водой, находящейся при комнатной температуре.

Это необходимо, поскольку емкость калориметра по возможности хорошо поддерживает равномерную температуру.

Используемую разницу температур можно оставить небольшой по сравнению с вариантом эксперимента без Cobra SmartSense, так как электронный датчик температуры имеет лучшее разрешение, чем ученические лабораторные спиртовые термометры.

Дополнительная информация для учителей (1/3)

PHYWE

предварительные знания



Принцип



Ученики должны быть знакомы с основными понятиями термодинамики, такими как температура и преобразование энергии.

В этом эксперименте в калориметре смешивают воду при разных температурах.

Затем наблюдают за изменением температуры в системе и делают выводы о температуре смеси и теплоемкости калориметра.

Дополнительная информация для учителей (2/3)

PHYWE

Цель



Задачи



Учащиеся выясняют, как изменяется температура смешивания двух жидкостей со временем.

Нагрейте разное количество воды с помощью бутановой горелки и определите ее температуру.

Затем смешайте горячую воду с известным количеством воды в калориметре, температуру которого Вы уже определили.

Измерьте установившуюся в калориметре температуру смешивания.

Дополнительная информация для учителей (3/3)

PHYWE

Инструкции по подготовке и выполнению работы

- При нагревании воды не нужно записывать температурную кривую для того, чтобы соответствующие измеренные значения не терялись на длинной кривой измерения, а оставались четко видимыми.
- Большая разница температур приводит к большим ошибкам измерения - рекомендуется, чтобы все детали и вода находились при (равномерной) комнатной температуре. Воду не нужно нагревать слишком сильно.
- Максимумы температурной кривой оцениваются как соответствующие значения измерения температуры - чтобы они были хорошо видны, датчик между ними охлаждается.

Инструкции по технике безопасности

PHYWE



К этому эксперименту применяются общие инструкции по безопасному проведению экспериментов при преподавании естественных наук.

PHYWE

Информация для студентов

Мотивация

PHYWE



Кофе с молоком

Количество теплоты распределяется таким образом, что в конечном итоге все тела, находящиеся в контакте друг с другом, имеют одинаковую температуру.

Если известны теплоемкость и начальные температуры, то можно вычислить конечную температуру. И наоборот, измеряя конечную температуру воды можно сделать выводы о теплоемкости, если известны начальные температуры.

В повседневной жизни мы часто встречаем смесь жидкостей: кофе и молоко. Для того, чтобы получить представление о температуре различных смесей, мы проведем следующий эксперимент.

Задачи

PHYWE



Экспериментальная установка

Какая температура устанавливается в калориметре при смешивании воды различной температуры?

Нагрейте разное количество воды с помощью бутановой горелки и определите ее температуру.

Затем смешайте горячую воду с известным количеством воды в калориметре, температуру которого Вы уже определили. Измерьте температуру смешивания, установившуюся в калориметре.

Материал

Позиция	Материал	Пункт No.	Количество
1	Cobra SMARTsense - Температура, - 40 ... 120 °C (Bluetooth)	12903-00	1
2	Основа штатива, PHYWE	02001-00	1
3	Штативный стержень, нерж. ст., l=250 мм, d = 10 mm	02031-00	1
4	Штативный стержень, нерж. ст., l=600 мм, , d = 10 мм	02037-00	1
5	Двойная муфта	02043-00	2
6	Держатель для стеклянной трубки	05961-00	1
7	Кольцо с зажимом, внутр. диам. 10 см	37701-01	1
8	Проволочная сетка с керамикой, 160x160 мм	33287-01	1
9	Универсальный зажим	37715-01	1
10	Крышка для учебного калориметра	04404-01	1
11	Стержень - мешалка	04404-10	1
12	Фетр, листовой, 100x100 мм	04404-20	2
13	Колба Эрленмейера, широкогорлая, 250 мл,	46152-00	1
14	Мензурка, низкая, 250 мл	46054-00	1
15	Мензурка, низкая, 400 мл,	46055-00	1
16	Мерный цилиндр, 100 мл, прозрачный, PP	36629-01	1
17	Пипетка, с резиновым колпачком	64701-00	1
18	Горелка LABOGAZ 206, бутан	32178-00	1
19	Бутановый картридж, без вентиля, 190 г	47535-01	1
20	measureAPP - бесплатное измерительное программное обеспечение всех пр	14581-61	1

Подготовка (1/2)

PHYWE

Для измерения с помощью **Датчики Cobra SMARTsense** сайт **PHYWE measureAPP** требуется. Приложение можно бесплатно загрузить из соответствующего магазина приложений (QR-коды см. ниже). Перед запуском приложения убедитесь, что на вашем устройстве (смартфон, планшет, настольный ПК) **Bluetooth** активирован.



iOS



Android



Windows

Подготовка (2/2)

PHYWE



рис. 1

1. Перед началом эксперимента наполните емкость (от 0,5 до 1 л, например, мензурка объемом 1000 мл, 36008-00) водой при комнатной температуре и при той же температуре, что и другой исследуемый материал.
2. Соберите теплоизолирующий сосуд (калориметр) из двух мензурок (250 мл и 400 мл) и двух листов фетра. Лучше всего разместить куски из фетра по краю большой мензурки, а затем вставьте меньшую мензурку.
3. Вставьте стержень для перемешивания снизу через соответствующее отверстие в крышке.
4. Соберите штатив, как показано на рис. 1.

Выполнение работы (1/6)

1. Включите датчик температуры Cobra SMARTsense. Откройте приложение measureApp  и выберите датчик температуры.
2. Выберите частоту дискретизации 1 Гц.
3. Отмерьте 50 мл воды из колбы Эрленмейера в мензурку (точное измерение с помощью пипетки) и налейте ее в калориметр. Запишите количество воды $m_{\text{водыК}}$.
4. Установите крышку с нагревательной спиралью и стержнем для перемешивания на калориметр и вставьте датчик температуры в оставшееся отверстие в крышке так, чтобы он был погружен в воду, но не касался дна.
5. Перемешайте и подождите, пока показания температуры не станут постоянными. Запишите начальную температуру в калориметре $\vartheta_{\text{К1}}$.

Выполнение работы (1/6)

PHYWE

1. Включите датчик температуры Cobra SMARTsense. Откройте приложение measureApp  и выберите датчик температуры.
2. Выберите частоту дискретизации 1 Гц.
3. Отмерьте 50 мл воды из колбы Эрленмейера в мензурку (точное измерение с помощью пипетки) и налейте ее в калориметр. Запишите количество воды $m_{\text{водыК}}$.
4. Установите крышку с нагревательной спиралью и стержнем для перемешивания на калориметр и вставьте датчик температуры в оставшееся отверстие в крышке так, чтобы он был погружен в воду, но не касался дна.
5. Перемешайте и подождите, пока показания температуры не станут постоянными. Запишите начальную температуру в калориметре $\vartheta_{\text{К1}}$.

Выполнение работы (2/6)

PHYWE

6. Отмерьте 150 мл воды в мензурке и налейте ее в колбу Эрленмейера. Запишите количество воды $m_{\text{воды в колбе}}$
7. Нагрейте с помощью горелки воду на 15-25 °C.
8. Прекратите нагрев и охладите датчик температуры в емкости для хранения.
9. Начните запись измеренных значений в приложении measureApp , затем каждую секунду будет записываться значение температуры.
10. Измеряйте температуру воды в колбе Эрленмейера датчиком температуры, пока показания температуры не станут постоянными.
11. Извлеките датчик из горячей воды и на короткое время поместите его в колбу Эрленмейера, чтобы он остыл.

Выполнение работы (3/6)

PHYWE

12. Налейте нагретую воду в калориметр, закройте крышкой и вставьте датчик температуры обратно в воду через отверстие в крышке.
13. Во время измерения осторожно перемешивайте жидкость в калориметре, чтобы тепло распределилось равномерно.
14. Прекратите измерение, когда температура начнет медленно падать. Сохраните измерение. Измерение в разделе "Мои измерения" можно в любое время перезагрузить и проанализировать результаты измерения.
15. Вылейте воду из калориметра и высушите его.

Выполнение работы (4/6)

PHYWE

16. Повторите описанную процедуру для экспериментов 2 и 3.

Для эксперимента 2 сначала наполните калориметр 100 мл воды из емкости для хранения и нагрейте 100 мл воды в колбе Эрленмейера.

Для эксперимента 3 калориметр наполните калориметр 150 мл воды из емкости для хранения, а 50 мл воды нагрейте в колбе Эрленмейера.

17. Выберите инструмент "Измерение" в MeasureApp, чтобы оценить максимумы кривых измерения. Первый максимум соответствует температуре нагретой воды в колбе Эрленмейера $\vartheta_{\text{Э1}}$.

Второй максимум соответствует температуре смешивания в калориметре $\vartheta_{\text{К2}}$.

Выполнение работы (5/6)

PHYWE

18. Вода из колбы Эрленмейера охлаждается из-за разности температур $\Delta\vartheta_{\text{Э}}$, в то время как вода в калориметре нагревается из-за разности температур.

Для разности температур действуют следующие правила:

$$\Delta\vartheta_{\text{Э}} = \vartheta_{\text{Э1}} - \vartheta_{\text{Э2}} = \vartheta_{\text{Э1}} - \vartheta_{\text{К2}}$$

$$\Delta\vartheta_{\text{К}} = \vartheta_{\text{К2}} - \vartheta_{\text{К1}}$$

Выполнение работы (6/6)

PHYWE

19. При условии, что тепло не выделяется в окружающую среду и нет никаких других источников тепла, можно применить закон теплового равновесия:

Количество теплоты $\Delta Q_{\text{Э}}$, которое выделяется горячей водой, равно количеству теплоты $\Delta Q_{\text{К}}$, которое поглощается холодной водой в калориметре (предполагая, что только вода играет роль):

$$\Delta Q_{\text{Э}} = c_{\text{воды}} \cdot m_{\text{водыЭ}} \cdot \Delta \vartheta_{\text{Э}}$$

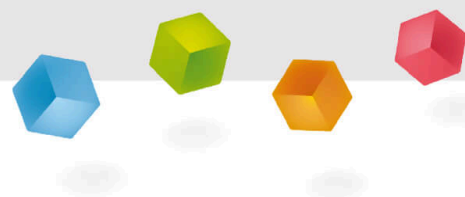
$$\Delta Q_{\text{К}} = c_{\text{воды}} \cdot m_{\text{водыК}} \cdot \Delta \vartheta_{\text{К}}$$

Масса воды может быть рассчитана из (1) и (2) в соответствии с:

$$m_{\text{водыК}} = m_{\text{водыЭ}} \cdot \frac{\Delta \vartheta_{\text{Э}}}{\Delta \vartheta_{\text{К}}}$$

Протокол

PHYWE



Протокол

Задача 1

PHYWE

Введите измеренные значения в таблицу

Эксперимент 1	$m_{\text{водыК}} , \text{ г}$	50	$\vartheta_{\text{К1}} , ^\circ\text{C}$		$\vartheta_{\text{К2}} , ^\circ\text{C}$	
	$m_{\text{водыЭ}} , \text{ г}$	150	$\vartheta_{\text{Э1}} , ^\circ\text{C}$			
Эксперимент 2	$m_{\text{водыК}} , \text{ г}$	100	$\vartheta_{\text{К1}} , ^\circ\text{C}$		$\vartheta_{\text{К2}} , ^\circ\text{C}$	
	$m_{\text{водыЭ}} , \text{ г}$	100	$\vartheta_{\text{Э1}} , ^\circ\text{C}$			
Эксперимент 3	$m_{\text{водыК}} , \text{ г}$	150	$\vartheta_{\text{К1}} , ^\circ\text{C}$		$\vartheta_{\text{К2}} , ^\circ\text{C}$	
	$m_{\text{водыЭ}} , \text{ г}$	50	$\vartheta_{\text{Э1}} , ^\circ\text{C}$			

Задача 2

PHYWE

Заполните таблицу, используя расчетные формулы

	$\vartheta_{\text{Э}}, ^\circ\text{C}$	$\vartheta_{\text{К}}, ^\circ\text{C}$	$m_{\text{водыК}}, \text{г}$
Эксперимент 1			
Эксперимент 2			
Эксперимент 3			

Задача 3

PHYWE

Между значениями, определенными из задачи 1 и вычисленными значениями из задачи 2, кажется, есть отклонение? Почему?

Во время эксперимента вода испаряется в очень больших количествах, что достаточно для объяснения разницы между двумя значениями.

Когда две жидкости смешиваются, соответствующая часть воды остается на поверхности колбы Эрленмейера.

В вычисленном значении теплоемкости не учитывалась теплоемкость калориметра. Однако во время выполнения эта величина влияет на измеренные значения.

Сильный нагрев изменяет массу воды. Чем больше нагревается вода, тем меньше ее масса.

Задача 4

PHYWE

Заполните пробелы в тексте

между вычисленным значением количества воды и фактическим количеством воды - называется в калориметре.

С калориметра соответствует массе воды в нем. Это необходимо учитывать как во всех экспериментальных установках.

☒ Проверить

Задача 5

PHYWE

Приведите среднее значение трех экспериментов массы воды и, следовательно, теплоемкость калориметра: