



ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Измерение зависимости температуры алюминиевого тела от количества витков бечевки трения.
- Исследование пропорциональности между изменением температуры и работой силы трения и проверка таким образом первого закона термодинамики.
- Определение удельной теплоемкости алюминия.

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Проверка первого закона термодинамики.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Этот опыт ставит своей целью исследование увеличения внутренней энергии алюминиевого тела под действием трения. Это увеличение можно наблюдать, измеряя повышение температуры тела, которое пропорционально совершенной работе при отсутствии изменения агрегатного состояния тела и каких-либо химических реакций. Чтобы в максимально возможной степени исключить теплообмен между алюминиевым телом и окружающей средой, серия измерений начинается при температуре несколько ниже комнатной, а заканчивается при температуре несколько выше комнатной. Разница между температурами ниже и выше комнатной температуры до начала измерений и в момент их завершения и собственно комнатной температурой должна быть примерно одинакова.

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Устройство измерения теплового эквивалента	U10365
1	Цифровой универсальный измерительный прибор P1035	U11806
1	Пара безопасных соединительных проводов для опытов длиной 75 см, красный/синий	U13816

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

В соответствии с первым законом термодинамики изменение внутренней энергии системы ΔE равняется сумме выполненной работы ΔW и перенесенного тепла ΔQ . Его можно измерить как пропорциональное изменение температуры системы ΔT , при условии что отсутствует изменение агрегатного состояния и не происходит химических реакций.

Данный опыт проводится с целью исследования увеличения внутренней энергии алюминиевого тела, вызванного механической работой. Цилиндрическое тело вращается вокруг своей оси с помощью рукоятки. Бечевка, проходящая по криволинейной поверхности, создает трение для нагревания тела. Сила трения F соответствует силе тяжести груза, который подвешен на конце бечевки трения. Подвешенный груз уравнивается силой трения. Поэтому работа, совершаемая для преодоления силы трения за n оборотов тела, равна

$$(1) \quad \Delta W_n = F \cdot \pi \cdot d \cdot n$$

d : диаметр цилиндрического тела.

Во время n оборотов работа по преодолению трения повышает температуру тела с начального значения T_0 до конечного значения T_n . В то же время внутренняя энергия увеличивается на

$$(2) \quad \Delta E_n = m \cdot c_{Al} \cdot (T_n - T_0)$$

m : масса тела
 c_{Al} : удельная теплоемкость алюминия.

Для того чтобы в максимальной степени избежать обмена полезным теплом с окружающей средой, тело охлаждается перед началом измерения до начальной температуры T_0 , которая лишь немного ниже комнатной температуры. Измерение завершается, как только тело достигает конечной температуры T_n , которая чуть выше комнатной температуры.

Примечание: Разница между температурами ниже и выше комнатной температуры до начала измерений и в момент их завершения и собственно комнатной температурой должна быть примерно одинакова.

Этим обеспечивается соответствие преобразования внутренней энергии совершенной работе. Таким образом, мы имеем следующее соотношение:

$$(3) \quad \Delta E_n = \Delta W_n$$

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Из уравнений 2 и 3 получаем соотношение

$$T_n = T_0 + \frac{1}{m \cdot c_{Al}} \cdot \Delta W_n$$

Поэтому необходимо построить график зависимости измеренных окончательных температур T_n от совершаемой работы ΔW_n (см. рис. 1). Измеренные значения вблизи комнатной температуры лежат на прямой линии. По наклону этой прямой можно определить удельную теплоемкость алюминия. В области ниже комнатной температуры повышение измеряемых температур идет быстрее по сравнению со скоростью повышения, соответствующей наклону прямой, так как алюминиевое тело поглощает тепло из окружающей среды. И наоборот, в области выше комнатной температуры тепло отдается в окружающую среду.

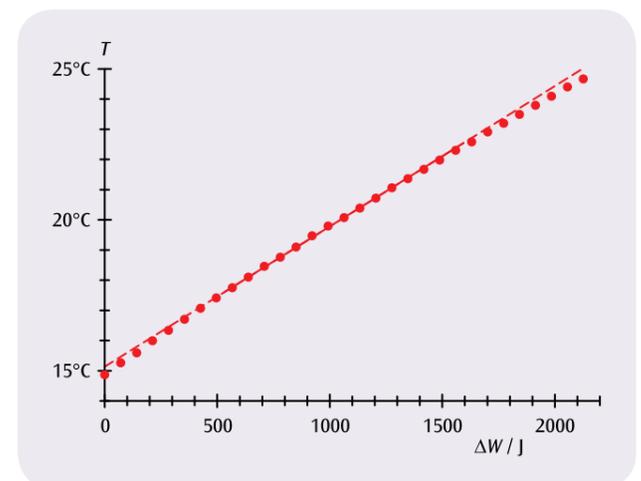


Рис. 1: Зависимость температуры алюминиевого тела от работы, совершаемой по преодолению силы трения