241.1 ПРЕВРАЩЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛОТУ

Введение

Энергия является одной из основных физических величин. Энергия имеет различные формы, которые могут преобразовываться из одной в другую. В замкнутых системах, в процессе перехода полная энергия сохраняется.

В данной работе устанавливается соотношение механической и тепловой энергии. Механическая работа затрачивается на преодолении сил трения при прокручивании шнура. При этом повышается температура в калориметре и, следовательно, увеличивается тепловая энергия. Два вида энергии, механическая и тепловая, могут быть получены и рассчитаны из числа оборотов и температуры.

Цель работы

- ✓ Получение соотношения между механической энергией и тепловой энергией (теплотой) при их преобразовании в данной экспериментальной установке

Решаемые задачи

- ✓ Измерение температуры с помощью термопары
- ✓ Использования калориметра для измерения теплоты
- ✓ Экспериментальное наблюдение преобразование работы силы трения в теплоту

Экспериментальная установка

Приборы и принадлежности

- ✓ Компьютерный интерфейс для регистрации экспериментальных данных сенсор-CASSY 2 (①, Рис.1)
- ✓ Водяной калориметр (②, Рис.1)
- ✓ Медный калориметр (③, Рис.1)
- ✓ Алюминиевый калориметр (④, Рис.1)
- ✓ Большой алюминиевый калориметр (⑤, Рис.1)
- ✓ Термопара (⑥, Рис.1)
- ✓ Световые ворота (⑦, Рис.1)
- ✓ Груз, 5 кг (⑧, Рис.1)
- ✓ Вращающий механизм (⑨, Рис.1)

Порядок выполнения работы

Требования безопасности

- ✓ **Убедитесь в том, что экспериментатор стоит так, что он или она не подвержен опасности, если вдруг, по неосторожности, упадет груз.**

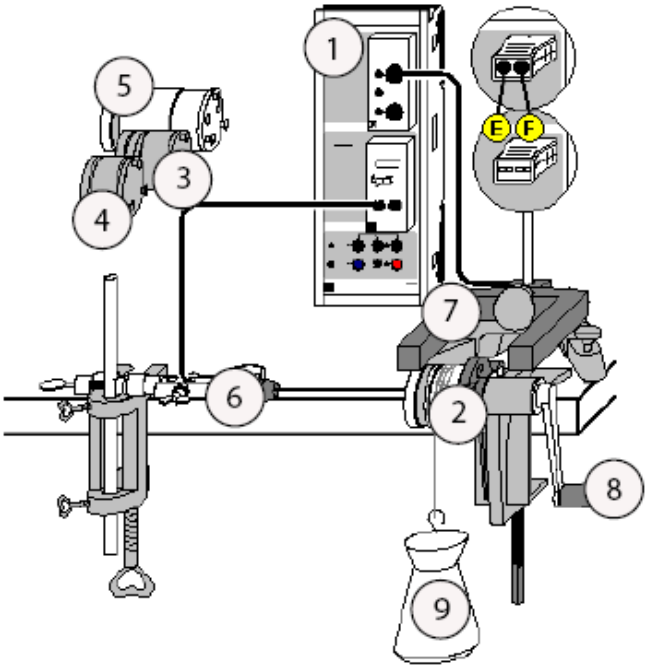


Рис.1

Подготовка установки к работе

1. Проверьте правильность сборки установки (см. рис. 1). Световые ворота, необходимые для подсчета количества оборотов, необходимо установить так, чтобы при при совершении оборотов, рука проходила через них (Рис.2)

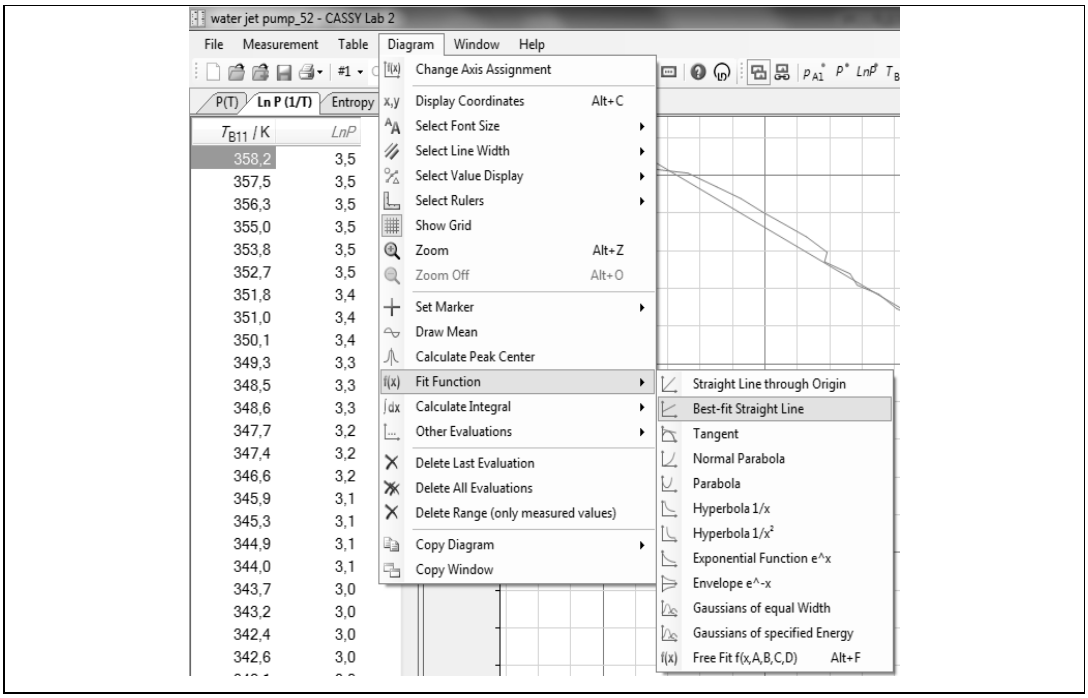
Рис.2

2. Залейте воду до края в водный калориметр. Закройте его блокировочным винтом.

3. Закрепите наполненный калориметр в основном механизме (см. рис. 1). Для этого вставьте штифт в углубление пластмассового держателя и поворотом тела калориметра заблокируйте штифт в пазе.
4. Намотайте шнур (4, максимум 6 оборотов) на калориметр.
5. Подвесьте груз так, чтобы при вращении ручки вращательного механизма, шнур проскальзывал и груз оставался на постоянной высоте (несколько сантиметров) от пола. Если он поднимается (опускается) уменьшить (увеличить) число витков шнура на калориметре.
6. Вставьте термопару в калориметр как можно глубже. Подтяните блокировочный винт. Закрепите ручку термопары в заранее подготовленный держатель (см. рис. 1).
7. Для измерения числа оборотов, положение световых ворот должно быть таким как указано на рисунке 2 Световые ворота должны быть подключены к входу **A** сенсор-CASSY.
8. Проверьте подсоединение датчика температуры через температурный блок к входу **B** сенсор-CASSY через «временной» блок.
9. Запустите на ноутбуке CASSY Lab 2. Загрузите настройки для работы. (File-Open; D:\эксперименты\241.1).
10. В настройках CASSY обнулите значения числа оборотов (Sensor-CASSY2 – Input A_1 – Time; |–>0<–|), задайте теплоемкость калориметра (C=40+4.2 Дж/К, 4.2 Дж/К – теплоемкость воды) (Calculator – Formula – Heat capacity).

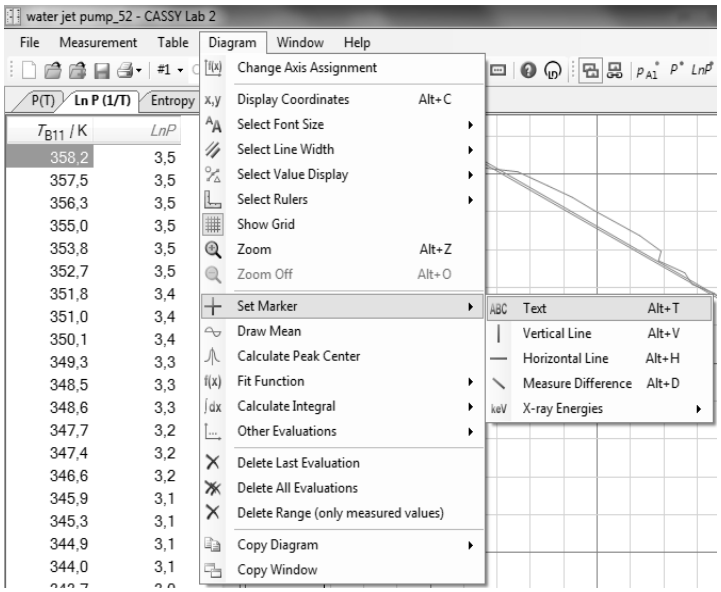
<u>Выполнение измерений</u>

1. Запустите эксперимент в CASSY (F9).
2. Крутите ручку вращательного механизма. Необходимо следить, чтобы веревка не наматывалась на калориметр. Остановить эксперимент при достижении температуры на 5^0C выше начальной (F9).
3. Повторить эксперимент для медного калориметра (C=264+4.2 Дж/К), алюминиевого калориметра (C=188+4.2 Дж/К) и большого алюминиевого калориметра (C=384+4.2 Дж/К).
4. Аппроксимируйте экспериментальные точки Eth от Em прямой линией, проходящей через начало координат и вычислите тангенс угла наклона. Для этого:
   а) Зайдите во вкладку «Diagram», из пункта «Fit Function» выберите «Best-fit-Straight Line», если график проходит через начало координат, *то выберите «Straight Line through origin»*



б) Наведите курсор мыши на левую нижнюю точку графика и, зажав левую кнопку, потяните курсор вдоль экспериментальной прямой (при этом прямая будет выделяться цветом). Отпустите левую кнопку мыши.

в) Во вкладке «Diagram» перейдите в пункт «Set Marker» и выберите «Text»



г) На экране появится уравнение прямой и его параметры (в левом нижнем углу). Параметр A соответствует тангенсу наклона прямой

д) На экране появится уравнение прямой и его параметры (в левом нижнем углу). Параметр A соответствует тангенсу наклона прямой.

5. Проанализируйте соотношение между механической энергией и тепловой энергией по тангенсу угла наклона аппроксимационной прямой для всех калориметров.

Обработка и представление результатов

В течение эксперимента температура калориметра постоянно отображается как функция числа оборотов. Механическая энергия E_m равна произведению величины силы трения F и длины шнура s, намотанного на калориметр:

$$E_m = FS,$$

$$F = mg,$$

$$S = N\pi d$$

где m – масса груза, g – ускорение свободного падения, N – число витков, d – диаметр калориметра, равный 47мм.

Увеличение тепловой энергии обусловлено увеличением температуры и определяется как:

$$E_{th} = C(\theta_2 - \theta_1),$$

где C - теплоемкость калориметра и воды, θ_1 и θ_2 – начальная и конечная температуры, соответственно.

На вкладке Evaluation, тепловая энергия строится в зависимости от механической энергии.

241.2 ПРЕВРАЩЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛОВУЮ ЭНЕРГИЮ.

Введение

Энергия есть мера запасенной работы (энергия в физике отождествляется со способностью произвести работу). Она проявляется в различных формах, которые могут переходить из одной в другую. В замкнутой системе в процессе превращения полная энергия сохраняется, таким образом, энергия является одной из основных физических величин.

В данной лабораторной работе опытным путем устанавливается эквивалентность электрической энергии (работы электрического поля по перемещению электрического заряда в проводнике) и тепловой энергии. Электрическая энергия преобразуется в тепловую энергию (теплоту) в результате нагрева металлической спирали, погруженной в воду. Это приводит к повышению температуры воды в калориметре и самого калориметра. Электрическая и тепловая энергии рассчитываются и сравниваются между собой в процессе измерения.

Цель работы

- ✓ Проверка закона сохранения энергии при преобразовании электрической энергии в тепловую энергию.

Решаемые задачи

- ✓ Измерение температуры с помощью термопары
- ✓ Использования калориметра для измерения теплоты
- ✓ Экспериментальное наблюдение преобразование работы электрического поля по перемещению электрического заряда в проводнике в теплоту

Экспериментальная установка

<u>Приборы и принадлежности</u>

- ✓ Компьютерный интерфейс для регистрации экспериментальных данных сенсор-CASSY 2 (①, Рис.1)
- ✓ Медный калориметр (②, Рис.1)
- ✓ Алюминиевый калориметр (③, Рис.1)
- ✓ Большой алюминиевый калориметр (④, Рис.1)
- ✓ Датчик температуры (термопара NiCr-Ni) (⑤, Рис.1)
- ✓ Источник пониженного переменного и постоянного напряжения (⑥, Рис.1)

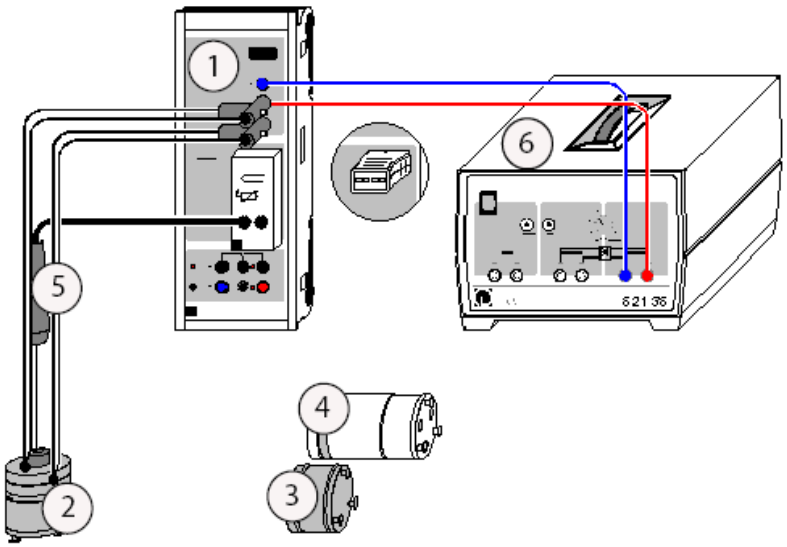


Рис.2

<u>Подготовка установки к работе</u>

1. Залейте воду до края в медный калориметр, закройте его блокировочным винтом.
2. Вставьте датчик температуры как можно глубже в отверстие калориметра.
3. Подключите источник напряжения к сенсор-CASSY как показано на рисунке.
4. Подключить нагреватель колориметра к входу **A** сенсор-CASSY (см. рисунок).
5. Подсоедините датчик температуры через температурный блок к входу **B** сенсор-CASSY.

<u>Выполнение измерений</u>

1. Запустите на ноутбуке CASSY Lab 2. Загрузите настройки для работы: File-Open; D:\эксперименты\241.2.
2. В настройках CASSY вывести показания напряжения: Sensor-CASSY2 – Input A_1 – Voltage U_{A1}.
3. Включить источник напряжения. Вращая ручку выставить напряжение U_{A1} примерно 9 В.
4. Прочитать точное значение U_{A1} и ввести его в <u>Setting U</u> как параметр.
5. Выключить источник напряжения. Выбрать Current I_{A1} в качестве измеряемой величины и 0 .. 2.1 А, как диапазон в <u>Setting UA1</u>.
6. В настройках <u>Setting C</u> задайте теплоемкость медного калориметра и воды (264+4.2 Дж/К) (Calculator – Formula – Heat capacity).
7. Запустить эксперимент в CASSY (F9).

8. Если начальная температура не изменяется со временем, включить источник напряжения.
9. Выключить источник напряжения при достижении конечной температуры на 5°C выше начальной.
10. Остановить эксперимент в CASSY (F9) при неизменной конечной температуре.
11. Повторить эксперимент для алюминиевого калориметра (C=188+4.2 Дж/К) и большого алюминиевого калориметра (C=384+4.2 Дж/К).
12. Посмотреть соотношение между механической энергией и тепловой для всех калориметров на диаграмме во вкладке Evaluation.
13. Аппроксимируйте экспериментальные точки E_{th} от E_{el} прямой линией, проходящей через начало координат.
14. Проанализируйте соотношение между электрической энергией и тепловой энергией по тангенсу угла наклона аппроксимационной прямой для всех калориметров.

Обработка и представление результатов

Сила тока I_{A1} и температура θ_{B11} измеряются и отображаются на графике в зависимости от времени в процессе эксперимента. Работа электрического поля по перемещению электрического заряда в проводнике (электрическая энергия) равна:

$$E_{el}=U \cdot I \cdot \Delta t,$$

где Δt – время в течении которого происходит нагрев. Тепловая энергия определяется выражением:

$$E_{th}=C \cdot (\theta_2-\theta_1),$$

где C - теплоемкость калориметра и воды, θ_1 и θ_2 – начальная и конечная температуры, соответственно. E_{th} строится в зависимости от E_{el} на диаграмме во вкладке Evaluation.