



ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Определение излучения куба Лесли с помощью термоэлектрического элемента Молля.
- Измерение интенсивности тепла, излучаемого четырьмя поверхностями по отношению друг к другу, в зависимости от температуры.
- Подтверждение того, что интенсивности излучения пропорциональны T^4 .

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Измерение тепла, излучаемого кубом Лесли.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Излучение тепла телом зависит от его температуры и характера его поверхности. Точнее говоря, в соответствии с законом Кирхгофа, отношение излучающей и поглощающей способности одинаково для всех тел при данной температуре и соответствует излучающей способности черного тела ESB при этой температуре. В этом опыте мы будем нагревать куб Лесли, наполняя его водой, до температуры 100°C и определять интенсивность излучения путем косвенного измерения с помощью термоэлектрического элемента Молля.

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Куб Лесли	U8442835
1	Вращающаяся подставка для куба Лесли	U8557350
1	Термоэлектрический элемент Молля	U8441301
1	Измерительный усилитель (230 В, 50/60 Гц)	U8531401-230 или
	Измерительный усилитель (115 В, 50/60 Гц)	U8531401-115
1	Универсальный цифровой измерительный прибор P3340	U118091
1	Цифровой быстродействующий карманный термометр	U11853
1	Никель-хром-никелевый погружной датчик типа К с диапазоном измерения от -65° С до 550° С	U11854
1	Пара безопасных соединительных проводов для опытов длиной 75 см	U13812
1	Высокочастотный соединительный шнур, байонетный разъем/4-мм штекер	U11257
2	Тяжелая круглая опора весом 500 г	U8611210
1	Карманная рулетка длиной 2 м	U10073

1

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ

Между телом и окружающей его средой происходит теплообмен за счет испускания и поглощения теплового излучения. Излучение зависит от температуры тела и характера его поверхности, что можно продемонстрировать с помощью куба Лесли.

Излучаемая интенсивность описывается излучающей способностью тела E . Поглощающая способность A – это отношение интенсивностей поглощенного и падающего излучения. Оказывается, поглощающая способность возрастает с излучающей способностью. Точнее говоря, в соответствии с законом Кирхгофа отношение излучающей и поглощающей способностей одинаково для всех тел при данной температуре и соответствует излучающей способности черного тела E_{sb} при этой температуре:

$$(1) \quad \frac{E(T)}{A} = E_{sb}(T) = \sigma \cdot T^4$$

σ : постоянная Стефана-Больцмана
 T : температура в кельвинах

Степень, в которой поглощающая способность зависит от температуры, обычно пренебрежимо мала. Поэтому излучающую способность тела можно выразить следующим образом:

$$(2) \quad E(T) = A \cdot \sigma \cdot T^4$$

Если тело имеет такую же температуру T_0 , что и окружающая его среда, интенсивность тепла, излучаемого телом в окружающую среду, равна интенсивности тепла, поглощаемого телом из нее:

$$(3) \quad E(T_0) = A \cdot \sigma \cdot T_0^4$$

Если температура тела выше, интенсивность излучения, поглощаемого из окружающей среды, не меняется, пока температура окружающей среды остается постоянной. Поэтому энергия, излучаемая телом с единицы поверхности в единицу времени и измеряемая с помощью датчика излучения, записывается следующим образом:

$$(4) \quad \Delta E(T) = A \cdot \sigma \cdot (T^4 - T_0^4)$$

В этом опыте куб Лесли, имеющий одну белую, одну черную, одну матовую и одну блестящую поверхности, нагревается путем наполнения его водой, нагретой до температуры 100°C. Затем интенсивность излучения определяется косвенным измерением с помощью термоэлектрического элемента Молля. Измеряемые значения для четырех разных поверхностей контролируются на протяжении всего процесса охлаждения до комнатной температуры.

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Построение графика зависимости показаний от количества $x = T^4 - T_0^4$ дает четыре линии, которые проходят через начало координат и имеют наклоны, соответствующие поглощающим способностям поверхностей. В исследуемом диапазоне температур до 100°C нет существенной разницы между черной и белой поверхностями, а также между матовой и блестящей поверхностями, несмотря на очевидные внешние различия. По всей видимости, эти поверхности не слишком отличаются друг от друга в инфракрасном диапазоне длин волн.

1: белая поверхность 2: черная поверхность 3: матовая поверхность
 4: блестящая поверхность

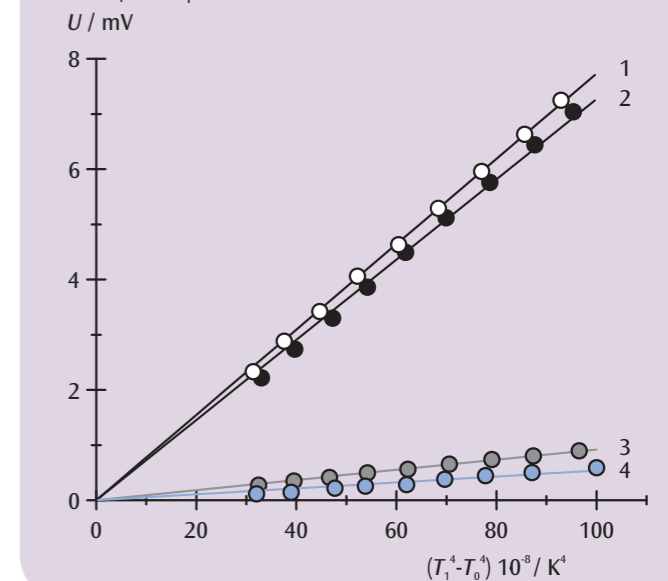


Рис. 1: Зависимость интенсивности излучения кубом Лесли от $x = T^4 - T_0^4$