### Работа 4.1. Зависимость мощности излучения лампы накаливания от температуры вольфрамовой нити

***Постановка задачи.***

При увеличении напряжения на лампе накаливания она раскаляется все сильнее и излучает в окружающее пространство все больше энергии. Часть этой энергии излучается в невидимом диапазоне электромагнитных волн – в виде инфракрасного излучения. Унос энергии от вольфрамовой нити накаливания иными способами (конвекция, теплопередача за счет теплопроводности подводящих напряжение держателей нити) в некоторых лампах несущественен. Подходящая лампа имеется в наборе демонстрационного оборудования «Постоянный ток» фирмы «Научные развлечения». При ее использовании можно полагать, что вся подводимая к нити электроэнергия идет на излучение электромагнитных волн.

Используя

1. цифровой датчик напряжения 25 В
2. цифровой датчик тока 2,5 А
3. цифровой датчик напряжения 250 мВ
4. цифровой датчик тока 250 мА
5. цифровой датчик температуры
6. переменный резистор 0-150 Ом
7. резистор на 200 Ом
8. лампу накаливания 12 В
9. источник тока 0÷24 В (регулируемый)
10. ключ и соединительные провода

исследуйте, как связаны температура нити лампы накаливания и энергия, излучаемая нитью в окружающее пространство.

***Рекомендации по проведению исследования:***

1. Температуру нити накаливания можно оценить, зная что сопротивление вольфрама растет с ростом температуры по линейному закону *Rt=R0(1+α*•*tо),* где *R0 –* электрическое сопротивление проводника при 0оС, *t*о - температура в градусах Цельсия, а α = 0,005 град-1 – температурный коэффициент сопротивления вольфрама. Для этого нужно измерить сопротивление нити *R0* при 0оС. Это возможно, если пропуская через нить такой ток (*I*<150 мА), что она не будет нагреваться, и ее сопротивление будет равно сопротивлению *Rкомн* при температуре окружающего воздуха. Температуру окружающего воздуха можно измерить при помощи датчика температуры.

2) В качестве источника переменного напряжения можно использовать источник постоянного тока на 24 В регулируемый (рис.1). Для более тонкого регулирования низкого напряжения, подаваемого на лампу, рекомендуется использовать делитель напряжения на основе переменный резистора (0-100 Ом) постоянного резистора на 200 Ом, подавая на лампу напряжение с переменного резистора и выставляя на источнике 24 В выходное напряжение около 4 В (рис.1). Для измерения малых токов и напряжений можно использовать датчики напряжения и тока на 250 мВ и на 250 мА, соответственно. Для крепления элементов электрической цепи, входящих в набор оборудования «Цифровая лаборатория» удобно использовать стальную пластину для крепления элементов цепи, поскольку элементы цепи установлены на держателях, имеющих магнитные полосы, притягивающиеся к пластине.

Рис.1

К USB-порту

К USB-порту

Датчик напряжения

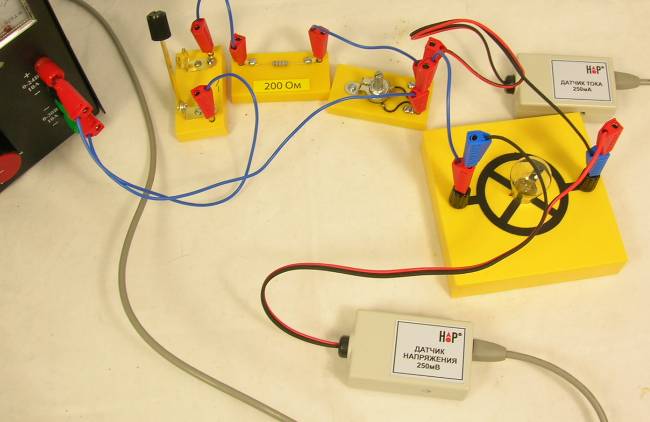
Источник тока регулируемый

(0÷24В)

+ –

Датчик тока

24В



1. Определив *Rкомн* и комнатную температуру и рассчитав *R0* можно приступать к измерению температуры нити при высоких напряжениях (от 1 до 12 В), подаваемого напрямую с выхода источника тока регулируемого (0÷24В). При снятии вольтамперной характеристики лампы с раскаленной нитью следует заменить датчики тока и напряжения на датчики с пределом измерения 2,5А и 25 В (рис.2). Вольтамперная характеристика позволяет при каждом напряжении одновременно измерять излучаемую нитью энергию электромагнитных волн (мощность излучения равна подводимой к лампе мощности *P=UI*).

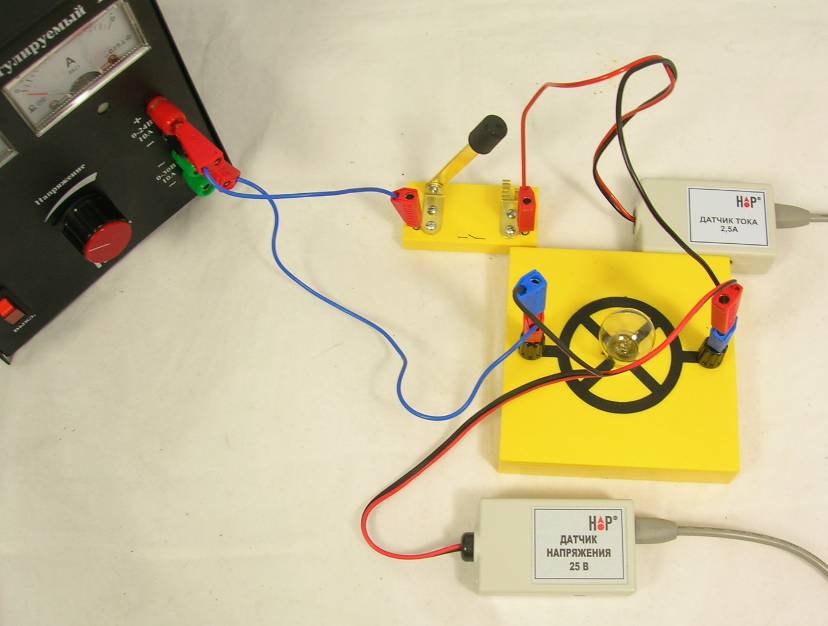


Рис.2

1. Для формирования таблиц *U-I* с исходными данными в одном опыте снимается кривая с показаниями двух датчиков (рис.3) при разных напряжениях на лампе. Затем значения силы тока и напряжения с кривых с показаниями датчиков, переносятся в txt-файл (установка желтого маркера в нужном месте кривой и нажатие кнопки «+» на рабочем поле). Файл сохраняется в нужной директории, а затем обрабатываются в редакторе Таблиц (в электронной таблице Open Office или в MS Excel).

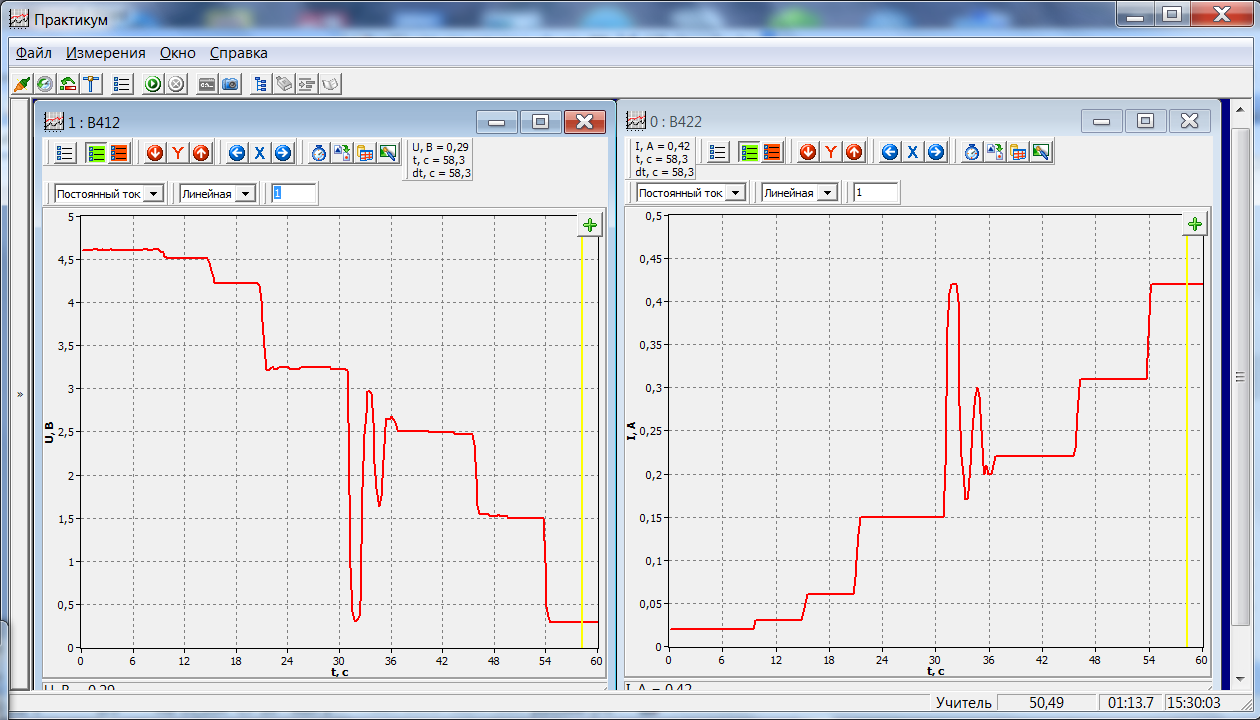


Рис.3

При обработке при каждом значении напряжения на лампе рассчитывается сопротивление нити при этом напряжении, температура нити лампы (в оС и в К) и мощность потребляемая (и рассеиваемая) лампой при данном напряжении. Это позволяет построить график излучаемой мощности энергии электромагнитных волн от температуры нити лампы *P(T)* и сделать качественные выводы о такой зависимости.

1. Если зависимость нелинейная, то следует попытаться подобрать степенную функцию, наиболее хорошо описывающую полученные экспериментальные данные, используя функционал редактора Таблиц. Так редактор Таблиц Open Office позволяет подобрать график функции вида *y=Axn*, варьируя коэффициенты *A* и *n*, так чтобы отклонение от экспериментальных точек было минимальным (метод наименьших квадратов). Если подобранный компьютером показатель функции не целый (например, 3<*n*<4), то постройте на одном графике с экспериментальными данными зависимость *P(Tn)*, где *n* – ближайшие целые числа к подобранному компьютером значению *n* (например, *P* от *T3* и *P* от *T4*). Если экспериментальная зависимость описывается функцией *P=AT3*, то в координатах *P-T3*экспериментальные данные должны ложиться на прямую, идущую в начало координат.
2. Окончательный вывод о том, какая из зависимостей правильно описывает полученную экспериментально зависимость, следует оценить погрешности измерения. Поскольку и значение *T*, и значение *P* рассчитываются на основе измерения *U* и *I* , следует, прежде всего, оценить относительную ошибку этих величин. Погрешностью датчиков можно пренебречь, погрешность процедуры измерения можно проверить установив в определенном положении ручку источника напряжения и несколько раз подключая датчики и устанавливая маркер в разных точках регистрируемой кривой. Относительные ошибки измерения напряжения и силы тока при вычислении электрического сопротивления нити и мощности будут складываться. Относительная ошибка измерения температуры будет равна удвоенной относительной ошибке сопротивления, а если показатель в функции *P=ATn* будет больше единицы, то относительная ошибка еще увеличится в *n* раз. Поэтому рекомендуется на график, прежде всего, внести ошибку измерения температуры и посмотреть как подобранная компьютером кривая графика проходит через экспериментальные точки с учетом погрешности измерений. Если две функции примерно одинаково описывают эксперимент принято выбирать наиболее простую из них. Например, из *P=AT3* и *P=AT4* следует выбрать *P=AT3* или повысить точность измерений для более точного выбора.
3. Выбрав наилучшее совпадение с экспериментом с учетом погрешностей измерений, сделайте вывод, во сколько раз увеличится мощность излучения горячего тела при повышении его температуры в 2 раза. Сравните полученную зависимость с существующими физическими моделями описания мощности излучения твердых тел, например, с законами излучения «абсолютно черного тела».