

# Работа 5.8.1

## Тепловое излучение

Работу выполнил Трунов Владимир Б01-108

**Цель работы:** При помощи модели АЧТ произвести измерения температуры оптическим пирометром с исчезающей нитью и термопарой. Определить постоянные Планка и Стефана-Больцмана.

# 1 Теория

**В работе используются:** оптический пирометр; модель абсолютно чёрного тела; вольфрамовая лампа; неоновая лампа; блок питания; цифровые вольтметр и амперметр; термопара.

В работе измеряется яркостная температура. **Яркостная температура** - это температура абсолютно чёрного тела, при которой его спектральная излучательная способность равна спектральной излучательной способности исследуемого тела при той же длине волны.

Зависимость термодинамической температуры от яркостной температуры для вольфрама представлена на рисунке 1.

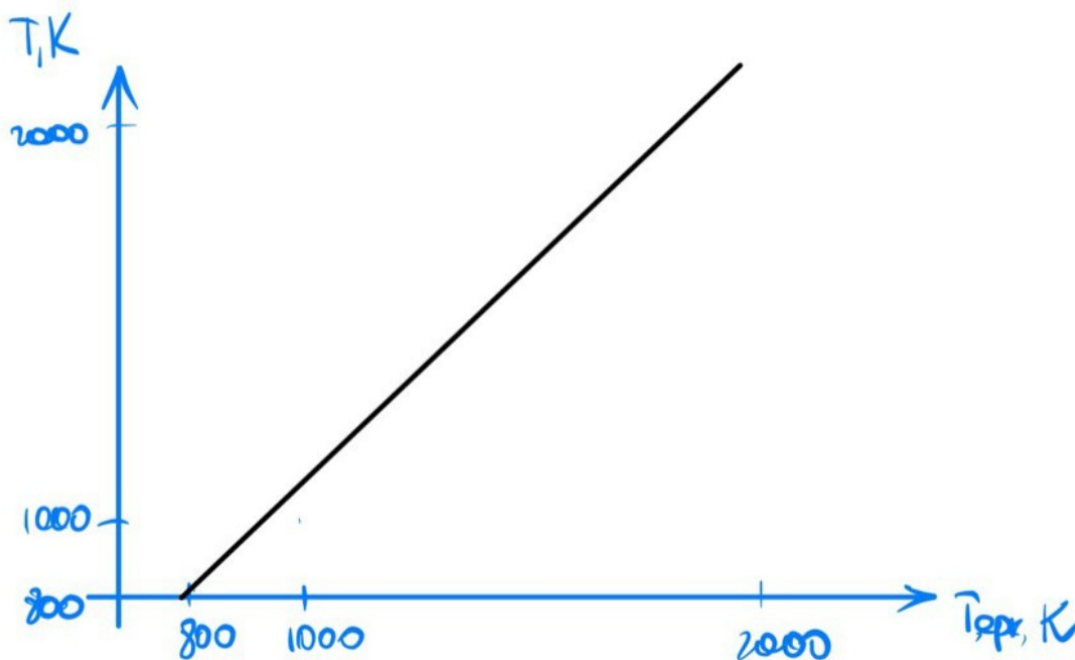


Рис 1. Зависимость термодинамической температуры от яркостной температуры для вольфрама

По результатам измерений мощности излучения вольфрамовой нити можно судить о справедливости закона Стефана-Больцмана. Если бы нить излучала как АЧТ, то баланс потребляемой и излучаемой энергии определялся бы соотношением:

$$W = \sigma S(T^4 - T_0^4) \quad (1)$$

Где  $W$  - потребляемая нитью электрическая мощность,  $S$  - площадь излучающей поверхности нити,  $T$  - температура нити,  $T_0$  - температура окружающей среды.

Для серого тела можно переписать в виде:

$$W = \varepsilon_T \sigma S T^4 \quad (2)$$

В справедливости закона Стефана-Больцмана можно убедиться, построив график зависимости  $W(T)$  в логарифмическом масштабе и по углу наклона определить показатель степени  $n$  исследуемой температурной зависимости. В пределах погрешности показатель степени должен быть близок к четырём.

## 2 Ход работы

### 2.1 Изучение работы оптического пирометра

$T, K$	$V, mV$	$T_{table}, K$
1191	45,93	1157
1201	46,16	1163
1207	46,19	1164

Проверили, что различия в значениях термодинамической и яркостной температуры АЧТ менее 10%.

### 2.2 Измерение яркостной температуры тел

Убедились, что различные тела, нагретые до одинаковой термодинамической температуры могут иметь различную яркостную температуру - использовали нагретые кольца с различными  $k$ -тами отражения. Данную проверку получилось провести только посредством визуального наблюдения - яркостная температура некоторых колец была слишком мала для измерения с помощью пирометра. Фотография колец предоставлена на рисунке 2.

$$T = 824K$$

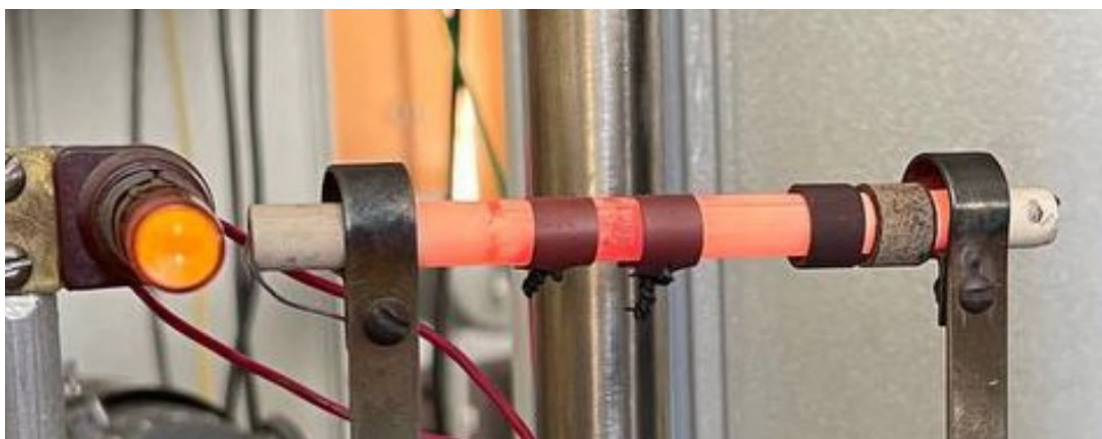


Рис 2. Наблюдаемые кольца

### 2.3 Проверка закона Стефана-Больцмана

Постепенно меняя накал нити лампы в диапазоне  $900 - 1800^{\circ}C$  измерили пирометром яркостную температуру нити накала лампы, а так же значение силы тока и напряжения на ней. Определили так же по значениям яркостной температуры нити ее термодинамическую температуру, используя зависимость  $T(T_{\text{ярк}})$  (см. рисунок 1).

Полученные значения представлены в таблице 1.

Таблица 1: Данные

$t, ^{\circ}C$	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
$t_{table}, ^{\circ}C$	920	1030	1140	1250	1350	1450	1550	1660	1770	1880
$I, A$	0,433	0,471	0,521	0,566	0,633	0,714	0,780	0,844	0,982	1,098
$V, B$	1,35	1,65	2,08	2,49	3,15	4,01	4,76	5,54	7,40	9,15

$$W(T) = V \cdot I$$

Построил зависимость  $W(T)$  в логарифмическом масштабе. Зависимость предоставлена на рисунке 3.

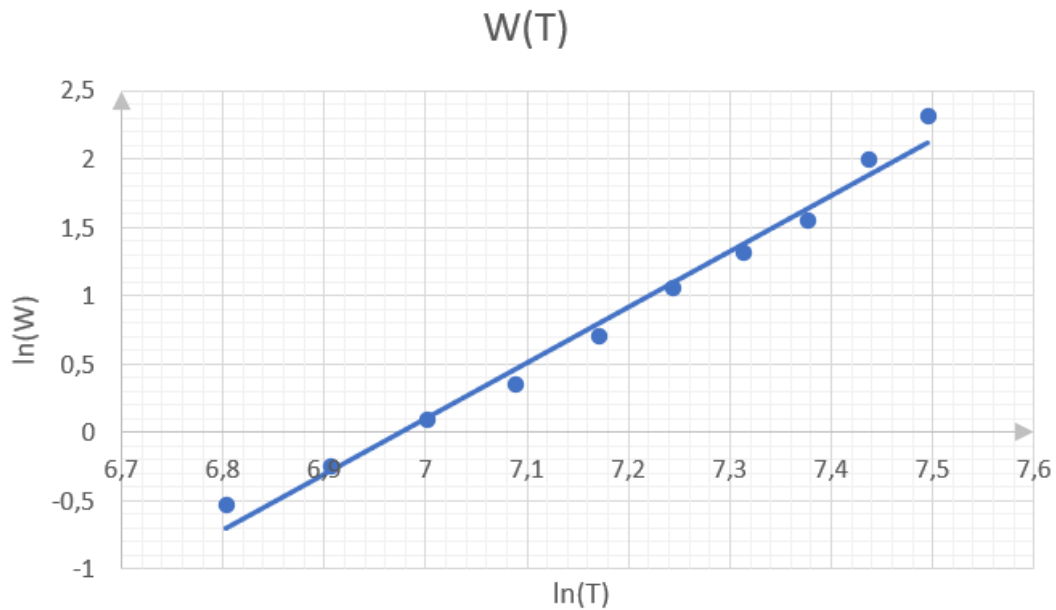


Рис 3. Зависимость  $W(T)$  в логарифмическом масштабе

Получил коэффициент наклона:

$$n = 4,07 \pm 0,17$$

Посчитал постоянную Стефана-Больцмана для  $1700^\circ\text{C}$  и  $1800^\circ\text{C}$ :

$$\sigma_{1700} = (6,3 \pm 0,9) \cdot 10^{-5} \frac{\text{эрг}}{\text{с} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{K}^4}$$

$$\sigma_{1800} = (6,7 \pm 0,9) \cdot 10^{-5} \frac{\text{эрг}}{\text{с} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{K}^4}$$

## 2.4 Измерение яркостной температуры неоновой лампы

Термодинамическая температура лампы приблизительно равна комнатной. Однако ее яркостная температура составляет  $\approx 843^\circ\text{C}$ . Данное расхождение температур обусловлено тем, что неоновая лампа не удовлетворяет модели АЧТ.

## 3 Вывод

В ходе данной работы был проверен закон Стефана-Больцмана и границы его применимости. Успех! Точность измерений можно повысить, заменив пирометр на более удобный (электронный).