

8.1 Определение постоянных Стефана-Больцмана и Планка из анализа теплового излучения накаливаемого тела

Александр Романов Б01-107

1 Введение

1.1 Краткое описание

При помощи модели абсолютно чёрного тела проводятся измерения температуры оптическим пирометром с исчезающей нитью и термопарой, исследуется излучение накаливаемых тел с различной испускательной способностью, определяются постоянные Планка и Стефана-Больцмана.

1.2 Теоретическая справка

Если бы нить излучала как АЧТ, то баланс потребляемой и излучаемой энергии был бы:

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

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

Если предположить, что нить излучает как серое тело, то выражение можно записать в виде:

$$W = \varepsilon_T \sigma S T^4$$

1.3 Экспериментальная установка

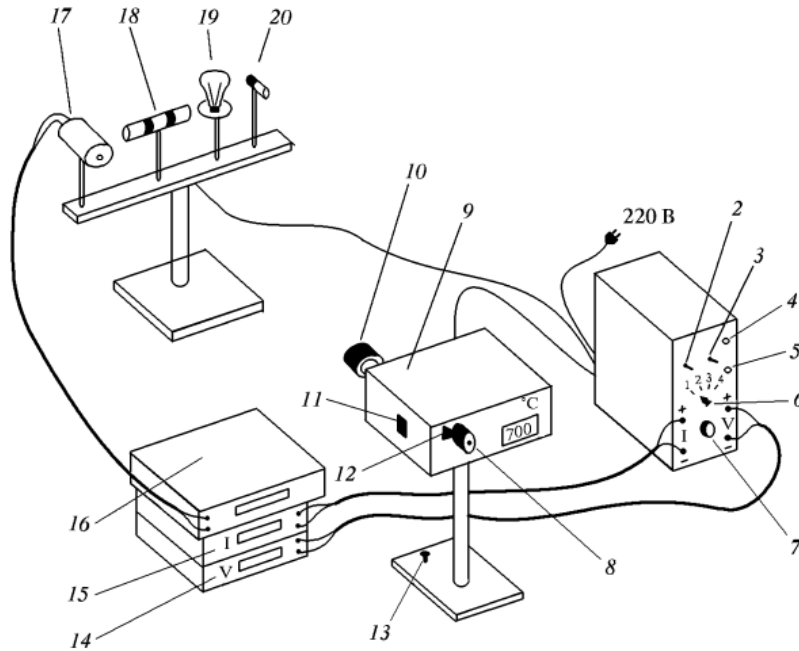


Рис. 3. Схема экспериментальной установки: 1 — блок питания; 2 — тумблер включения питания пирометра и образцов; 3 — тумблер нагрева нити пирометра: «Быстро» — вверх, «Медленно» — вниз; 4 — кнопка «Нагрев нити»; 5 — кнопка «Охлаждение нити»; 6 — тумблер переключения образцов; 7 — регулятор мощности нагрева образцов; 8 — окуляр пирометра; 9 — корпус пирометра; 10 — объектив пирометра; 11 — переключение диапазонов: 700–1200 °C — вниз, 1200–2000 °C — вверх; 12 — ручка перемещения красного светофильтра; 13 — регулировочный винт; 14 — вольтметр (напряжение на лампе накаливания); 15 — амперметр (ток через образцы); 16 — вольтметр в цепи термопары; 17 — модель АЧТ; 18 — трубка с кольцами из материалов с разной излучательной способностью; 19 — лампа накаливания; 20 — неоновая лампочка

2 Работа

2.1 Изучение работы оптического пирометра

В этой части работы мы измерим температуру модели АЧТ с помощью пирометра и сравним её с температурой, полученной по термопаре.

Включив пирометр будем методом последовательных приближений изменять его температуру так, чтобы определить момент визуального исчезновения нити на фоне АЧТ. Получим значение $T = 1190 \pm 20^\circ\text{C}$. При этом показания термопары: $U_p = 47.25 \text{ mV}$. Учитывая постоянную термопары

($41 \mu V/^{\circ}C$) получим значение температуры:

$$T_p = 41 \cdot U_p = 1173 \pm +21^{\circ}C = 1173 \pm^{\circ}C$$

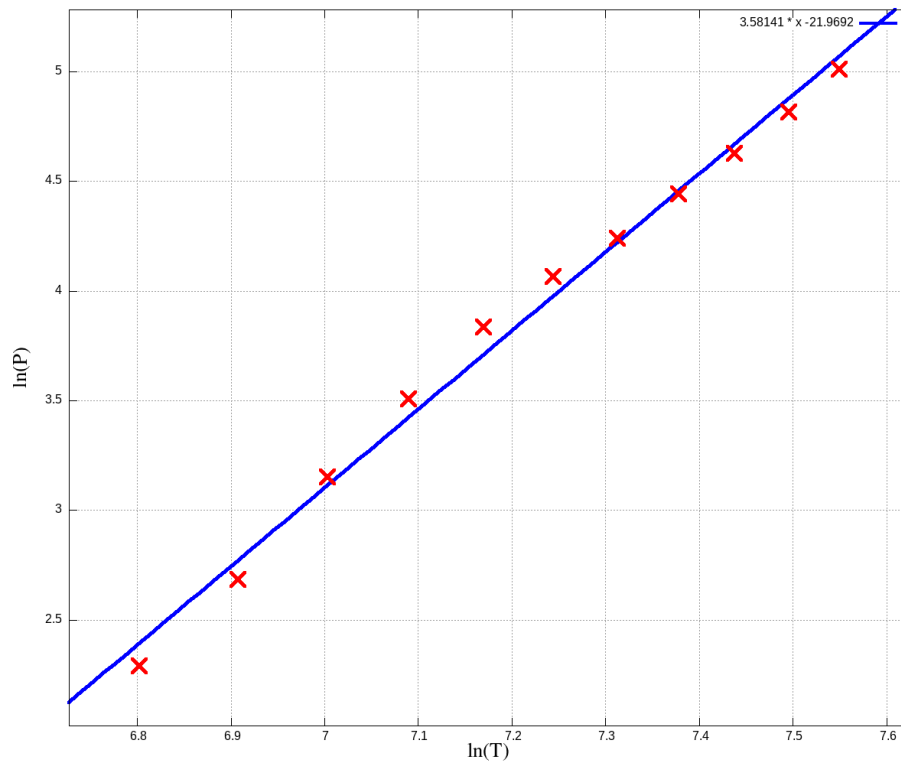
Значение температуры, полученное при помощи пирометра, совпадает с температурой термопары в пределах погрешности.

2.2 Проверка закона Стефана-Больцмана

Направим пирометр на нить лампы накаливания и включим её. Постепенно увеличивая накал нити лампы, начиная со слабого тёмно-красного накала ($\simeq 900^{\circ}C$) вплоть до $1900^{\circ}C$. Помимо температуры необходимо записывать также величину тока и напряжения на нити лампы.

$T, ^{\circ}C$	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
I, A	0.625	0.702	0.806	0.902	1	1.08	1.15	1.23	1.31	1.4	1.5
U, V	15.8	20.87	29	37	46.4	54	60.3	69.1	78	88.3	100
$P = IV, J$	9.88	14.65	23.37	33.37	46.40	58.32	69.34	84.99	102.18	123.62	150.00

Построим график $P = f(T)$:



Получили зависимость вида $y = k \cdot x + b$:

$$k = 3.58 \pm 0.10$$

$$b = -21.97 \pm 0,02$$

3 Выводы