

Guia de execução do trabalho sobre a radiação do Corpo Negro

Objectivos do trabalho

- I- Obtenção do espectro de emissão de um modelo do corpo negro para várias temperaturas, abrangendo a gama de comprimentos de onda acessível ao equipamento. Verificação experimental da lei de radiação de Planck e da lei do deslocamento de Wien.
- II- Estudo experimental da variação da intensidade da radiação emitida pelo corpo negro em função da sua temperatura absoluta (lei de radiação de Stefan).
- III- Comparação entre as emissividades de diferentes superfícies para a mesma temperatura.

Descrição do equipamento a utilizar:

Iremos utilizar como modelo de corpo negro em I e II uma lâmpada de filamento de tungsténio. O conhecimento da resistividade do tungsténio em função da sua temperatura vai permitir que conheçamos a temperatura a que se encontra o filamento da lâmpada.

Em III um cubo metálico aquecido internamente com quatro faces de superfícies distintas (cubo de Leslie) e munido de um sensor de temperatura será a fonte de radiação a utilizar.

O detector de radiação disponível é uma termopilha com uma resposta uniforme na gama compreendida entre os 500 nm e os 25000 nm, a tensão que produz é proporcional à intensidade da radiação que nele incide.

Em I irá ser utilizado um goniómetro em associação com um prisma de dispersão para a decomposição espectral da radiação da lâmpada.

Execução de I

1- Alinhamento dos braços do goniómetro

O goniómetro é composto por dois braços, um que recebe a radiação da fonte e a faz incidir sobre o prisma e outro que recebe do prisma a radiação refractada e a faz incidir no detector. Nesta montagem ambos os braços estão equipados junto ao prisma com lentes convergentes de distância focal 18.2 cm e junto quer da fonte quer do detector com fendas ajustáveis. A distância entre as lentes e as fendas é variável e foi previamente ajustada de modo a ser paralelo o feixe de luz incidente no prisma e a estar focada sobre o detector a radiação refractada pelo prisma. A abertura das fendas foi previamente ajustada, deve ser o mais pequena possível mas permitindo ainda leituras

razoáveis no detector. O alinhamento directo entre os braços do goniómetro corresponde a uma leitura da escala de $1^{\circ} 44' 30''$. A resolução das escalas do goniómetro é $30''$.

2- Alimentação da lâmpada de filamento de tungsténio

A lâmpada disponível no laboratório aceita uma tensão máxima de alimentação de 13 V. Para evitar sobrecargas o circuito de alimentação inclui uma resistência previamente ajustada em série com a fonte. A tensão fornecida à lâmpada e a corrente que a atravessa são medidas por dois multímetros inseridos no circuito. Para uma tensão de alimentação da lâmpada V , a sua resistência será $R=V/I$ sendo I a corrente que a atravessa. A resistência desta lâmpada medida a 23°C foi de $0.278\ \Omega$, o quociente $R/0.278$ é igual ao quociente entre as resistividades do tungsténio á temperatura de funcionamento e a 23°C . A tabela de resistividades anexa permite determinar a temperatura do filamento da lâmpada.

3- Alinhamento do prisma no goniómetro

Para a correcta utilização do sistema prisma + goniómetro é necessário alinhar o prisma de dispersão, para tal determina-se em primeiro lugar o ângulo (lido na escala) correspondente à posição da face do prisma de entrada da radiação, normal ao feixe incidente. Liga-se a alimentação da lâmpada ajustando a tensão da fonte de modo a que $V=10\text{V}$ e coloca-se sobre a lente de saída da radiação a máscara com fenda vertical, roda-se o prisma até que o feixe reflectido coincida com o incidente e determina-se o valor indicado na escala. Roda-se agora o prisma no sentido anti-horário fazendo incidir a radiação refractada sobre um alvo temporário de modo a determinar a orientação do prisma correspondente ao ângulo de desvio mínimo da radiação para a gama do vermelho do espectro visível. Desvia-se o prisma um pouco desta orientação no sentido horário, fixa-se a sua posição e anota-se o ângulo correspondente.

4- Medição da intensidade da radiação refractada

Ajusta-se a tensão da fonte para 12V. Retira-se a cobertura da lente do braço do detector assim como a cobertura da entrada do detector e roda-se o braço do goniómetro até observar a região do verde do espectro visível a incidir na abertura do detector, mede-se o ângulo correspondente. Colocam-se de novo as coberturas anteriormente removidas e liga-se o microvoltímetro na escala mais sensível. Como o detector é afectado pelo ruído térmico circundante, é necessário fazer a sua compensação anulando a leitura do microvoltímetro pressionando o interruptor existente para esse efeito.

Seguidamente retira-se a cobertura da lente e move-se lentamente o braço do goniómetro em sentido horário até ser detectado um máximo de intensidade, regista-se o ângulo correspondente e coloca-se de novo a cobertura na lente.

Desloca-se o braço para a orientação inicial correspondente à região verde do espectro, anula-se a leitura do microvoltímetro, tira-se a cobertura da lente e 5 a 10s depois faz-se a leitura, repondo de seguida a cobertura. Se quando se repuser a cobertura da lente a leitura não for zero ou pouco significativa, deve repetir-se o processo de leitura.

Fazem-se 20 leituras com intervalos angulares entre elas correspondentes a um décimo do intervalo angular inicialmente determinado entre a região verde do espectro e a região do máximo de intensidade. (Para cada ângulo fazem-se três leituras válidas)

Repetem-se as 20 leituras para as tensões de alimentação da lâmpada de 9V e 6V, sendo necessário para cada uma destas tensões determinar a nova posição do máximo de intensidade, vindo por isso diferentes os intervalos angulares para cada caso.

5- Análise dos resultados de I

Utilizando a expressão 1 e a curva de dispersão do prisma utilizado, comece por converter as leituras angulares feitas em comprimentos de onda.

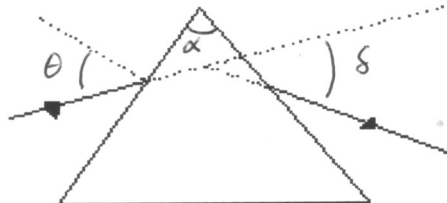
A partir da tabela da resistividade do tungsténio determine as temperaturas de trabalho que utilizou para o filamento.

Represente num gráfico intensidade versus comprimento de onda os seus dados experimentais para cada temperatura e a curva teórica (2) respectiva, normalizando as duas curvas para o ponto de intensidade máxima. Comente os resultados.

Represente graficamente o comprimento de onda correspondente à máxima intensidade em função do inverso da temperatura absoluta e determine a constante de Wien. Comente os resultados.

$$n = \{ \sin(\theta)^2 + [\sin(\delta - \theta + \alpha) + \cos(\alpha)\sin(\theta)]^2 / \sin(\alpha)^2 \}^{(1/2)} \quad (1)$$

$$I_{\lambda} \Delta\lambda = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5} \{ e^{[hc/(kT\lambda)]} - 1 \}^{-1} \Delta\lambda \quad (2)$$



Execução de II

Coloque o detector a uma distância fixa da lâmpada e faça leituras da intensidade da radiação emitida para tensões de alimentação da lâmpada de 5V, 6V, 7V, 8V, 9V, 10V, 11V e 12V. Determine as temperaturas de trabalho correspondentes e represente graficamente o logaritmo da intensidade da radiação emitida versus o logaritmo da temperatura absoluta. Determine o declive da recta obtida e compare-o com o previsto pela Lei de Stefan.

Execução de III

Coloque o detector a uma distância fixa do cubo e coloque a alimentação deste a $\frac{3}{4}$ do máximo. Deixe estabilizar a temperatura e registre o seu valor. Registe as medidas de intensidade de radiação emitida por cada uma das faces do cubo (o detector tem de estar colocado a uma distância fixa do cubo durante todos os ensaios). Repita as medições para a alimentação do cubo no seu valor máximo. Comente os resultados relativos às emissividades das diferentes superfícies à luz do teorema de Kirchhoff sobre a razão entre os poderes emissivo e de absorção de um corpo.