Radiação Térmica

O ano de 1900 é considerado o ano de nascimento da física quântica. Foi nesse ano que Max Planck apresentou um artigo na reunião da Sociedade alemã de Física resolvendo o chamado problema da radiação de cavidade.

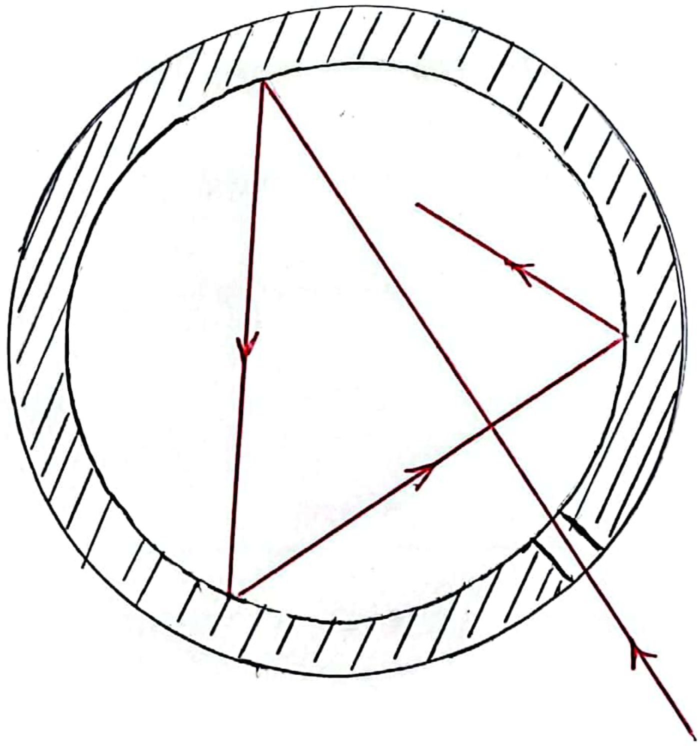
O problema lida com o conceito de corpo negro, definido como aquele que absorve toda a radiação que sobre ele incide (i.e. um absorvedor perfeito) independentemente do comprimento de onda.

Um corpo em equilíbrio Térmico a temperatura T com o meio que o circunda deve absorver energia do meio à mesma taxa em que emite energia ao meio. Sendo assim, um corpo negro é ao mesmo tempo um absorvedor perfeito e um emissor perfeito.

No laboratório podemos criar sistemas que se aproximam de um corpo negro ideal. Por exemplo, tome o caso de uma cavidade mantida a temperatura fixa em que a parede da cavidade é conectada ao exterior por um pequeno orifício.

Para um observador externo, o orifício apresentará ②
propriedades de corpo negro, pois radiação incidente a
partir do meio terá grande probabilidade de absorção
após múltiplas reflexões no interior da cavidade.

Por outro lado, uma vez que as paredes estão em
equilíbrio térmico com o meio, elas emitem radiação
que escapa pelo orifício.

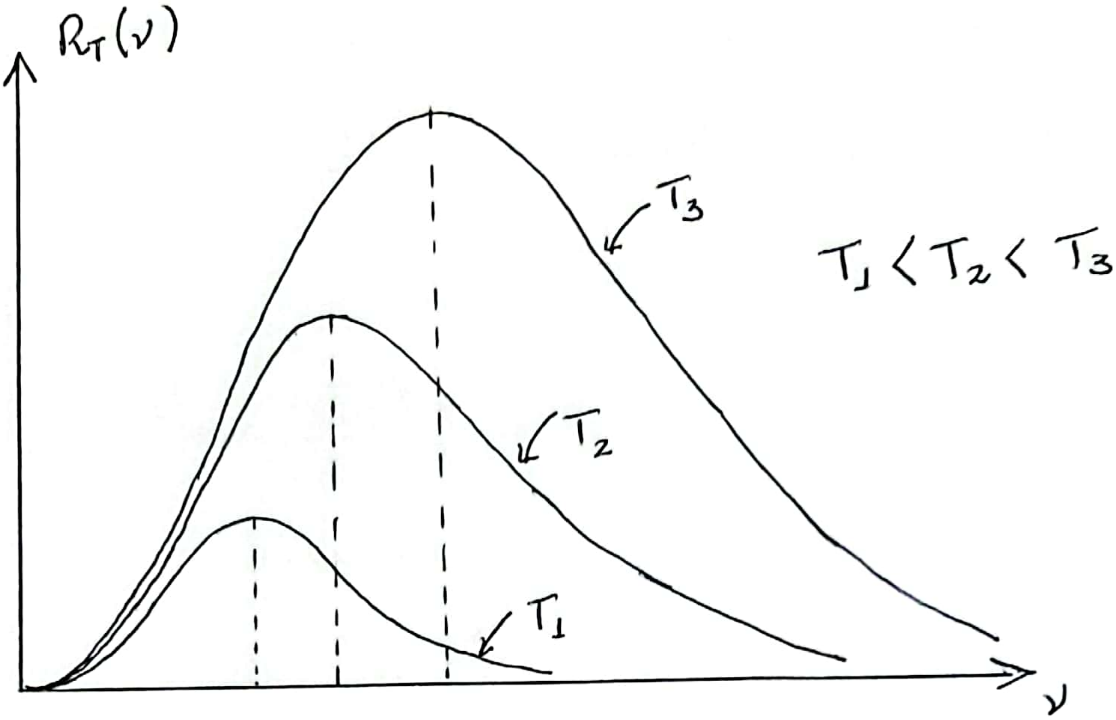


O problema da radiação de cavidade lida com a questão de prever as propriedades da radiação emitida por uma cavidade tomada como aproximação de um corpo negro. Mais precisamente, determinar a distribuição espectral da radiação especificada pela chamada radiância espectral $R_T(\nu)$ e definida de tal forma que

$R_T(\nu)\,d\nu \equiv$ energia emitida por unidade de tempo e por unidade de área na forma de radiação térmica com frequência no intervalo $[\nu, \nu + d\nu]$

$$[R_T(\nu)] = \frac{\text{energia}}{\text{tempo} \times \text{área} \times \text{frequência}}$$

Medidas precisas de radiância espectral já estavam disponíveis desde 1899 (Lummer & Pringsheim).



Mesmo antes das medidas de Lummer & Pringsheim, Joseph Stefan (1879), com base em medidas de John Tyndall da chamada radiância total

$$\boxed{R_T \equiv \int_0^{\infty} R_T(\nu)\, d\nu},$$

se deu conta de que

$$\boxed{R_T = \sigma T^4}, \quad \text{(lei de Stefan)}$$

onde σ é conhecida como constante de Stefan-Boltzmann

$$\sigma = 5{,}67 \times 10^{-8} \ W\, m^{-2}\, K^{-4}$$

Outra propriedade de $R_T(\nu)$ já notada em 1893 por Wilhelm Wien e conhecida como lei do deslocamento de Wien é que

$$\nu_{max} \propto T \quad ,$$

ou seja, que a frequência na qual $R_T(\nu)$ atinge seu valor máximo é diretamente proporcional à temperatura T.

Essa lei tem aplicações práticas muito importantes. Por exemplo, podemos utilizar medidas de $R_T(\nu)$ para determinar ν_{max} e por meio da lei de Wien estimar a temperatura de um corpo.

Escrita em termos do comprimento de onda da radiação $\lambda = c/\nu$, a lei do deslocamento de Wien diz que

$$\lambda_{max} T = cte = \underbrace{2{,}898 \times 10^{-3} \text{ mK}}_{\text{cte de Wien}}$$