

耳溫槍：生活中的量子物理

與本主題有關的數學

一、普朗克定律

普朗克定律(Planck's law)，也稱黑體輻射定律，描述在任意溫度 T 下，從一個黑體發射出的電磁輻射的輻射率與頻率的關係：

$$I(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

其中， I 為輻射率($\text{W}\cdot\text{sr}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{Hz}^{-1}$)， ν 是頻率(Hz)， T 是黑體的溫度(K)， h 是普朗克常數($\text{J}\cdot\text{s}$)， c 是光速(m/s)， k 是波茲曼常數(J/k)。

(資管 113 洪唯瑄)

二、韋恩(維因)位移定律

韋恩位移定律(Wien's displacement law)，描述黑體電磁輻射光譜輻射度峰值所對應的波長與自身溫度會成反比的關係：

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$$

其中， λ_{max} 為輻射的峰值波長(m)，T為黑體的絕對溫度(K)，b為韋恩位移常數($2.897 \times 10^{-3} \text{m} \cdot \text{K}$)

(資管 113 洪唯瑄)

三、斯特凡-波茲曼定律

Blackbody Radiation

<https://www.youtube.com/embed/kTRaPlzHW5s>

熱理學中一個著名的定律，內容為一個黑體表面單位面積在單位時間內輻射出的總能量 j^* 與黑體本身的絕對溫度 T 的四次方成正比：

$$j^* = \epsilon \sigma T^4$$

其中輻射度 j^* 具有功率密度的因次 (能量 / (時間 · 距離²))，國際單位制標準單位為焦耳 / (秒 · 平方米)，即瓦特 / 平方米。絕對溫度 T 的標準單位是克耳文， ϵ 為黑體的輻射係數；若為絕對黑體，則 $\epsilon = 1$ 。

比例係數 σ 稱為斯特凡-波茲曼常數或斯特凡常量。它可由自然界其他已知的基本物理常數算得，因此它不是一個基本物理常數。該常數的值為：

$$\sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3} = 5.670400(40) \times 10^8 \text{Js}^{-1}\text{m}^2\text{K}^4$$

我們可以透過這個定律來計算星球表面的溫度。

(資管 113 洪唯瑄、生科 113 康芷菱)

四、瑞立-金斯定律

Quantum Chemistry 1.1 - Blackbody Radiation

https://www.youtube.com/embed/_r5TtnjRzaY

物理學用來描述光譜熱輻射的定律，適用於低頻區域的近似解。

其內容為，在黑體發出的輻射中，黑體溫度與輻射波長的關係為：

$$I(\lambda, T) = \frac{2ckT}{\lambda^4}$$

其中， $I(\lambda, T)$ 為每單位立體角、每單位波長的輻射強度，單位為 $\text{Wm}^{-3}\text{sr}^{-1}$ ， λ 為輻射波長(m)， T 為黑體的溫度(K)， c 是真空中光速(m/s)， k 是波茲曼常數。

(資管 113 洪唯瑄)