

计算物理作业-5

Spring 2026

课程内容: 经典数值计算

上交方式: 上传至“学在浙大”

开始时间: 2026/03/18

截止时间: 2026/03/25, 24:00

1. 宇宙微波背景辐射的拟合

宇宙微波背景辐射 (Cosmic Microwave Background, CMB) 是宇宙大爆炸遗留下来的热辐射, 充满整个宇宙, 特征与一定温度的黑体辐射相同, 可以由黑体辐射函数描述:

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

这里 ν 为波数, 单位为 cm^{-1} , c 为光速, 单位为 $cm \cdot s^{-1}$ 。

NASA 的 COBE 卫星 (Cosmic Background Explorer) 的测量结果已上传至“学在浙大”上 (cmb-data.txt), 其中第一列为波数 ν , 第二列为 $I(\nu, T)$, 单位为 $erg \cdot s^{-1} \cdot cm^{-1} \cdot sr^{-1}$, 其中 $1 J = 10^7 erg$ 。试拟合确定 CMB 的温度。

注: 如有需要, 物理常数可以通过如下调用:

```
from scipy.constants import h, c, k
```

注意单位。

2. 黑体辐射谱的数值计算

根据普朗克公式, 黑体辐射谱的波长和温度关系可以写成:

$$B(\lambda, T) = \frac{c_1}{\lambda^5} \frac{1}{e^{c_2/\lambda T} - 1} \quad (2)$$

其中归一化常数我们设为 $c_1 = 1.0$, 指数上的常数 $c_2 = 1.44 * 10^4 (\mu m \cdot K)$, 波长单位为 μm 。

(a) 请用数值微分方法, 找出不同温度下 (2000-6000K), 黑体辐射强度达到最大时的波长 λ_{max} 与温度 T 之间的关系 (即维恩位移定律), 并用合适的函数进行拟合;

(b) 请用数值积分方法, 计算 $T = 5000K$ 情况下, 对于可见光波段 $0.3 - 0.8 \mu m$ 范围内的辐射强度。