

北京师范大学
2002 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

专业： 理论物理

科目代码:330

研究方向: 统计物理, 噪声与混沌

考试科目: 统计物理

1. 某恒星大气中氢原子的平均动能为 1.0 eV . 请问:
 - (1) 其大气的温度为多少 K?
 - (2) 第二激发态 ($n=3$) 与基态上的氢原子数目之比是多少? (氢原子能级: $E_n = -13.6 \text{ eV} / n^2$) (20 分)
2. 体积 V 内, N 个不可分辨粒子组成理想气体, 遵从玻耳兹曼分布, 温度为 T . 在相对论极限下, $\epsilon = pc$, 请导出其压强, 熵和比热. (20 分)
3. 导出限制在 L 长度内的一维自由电子气体的态密度 (计及自旋贡献). 假设电子数为 N , 计算 0 K 时的费米能量和内能. (20 分)
4. 宇宙中充满着 $T=3\text{K}$ 的黑体辐射光子, 这可看作是大爆炸的痕迹.
 - (1) 求光子数密度与温度 T 的关系.
 - (2) 估计大爆炸留下的光子数密度. (20 分)
5. 考虑由两个原子 (其磁矩分别为 s_1, s_2) 组成的体系. 每个原子磁矩的取值都可为 ± 1 (约化掉单位), 表示其平行或反平行于 z 轴. 体系的能量可表示为: $-Js_1s_2$, 其中 J 为常数. 体系同温度为 T 的大热源接触. 请确定体系的配分函数和内能, 并说明在温度很低时, 系统会处于什么状态? (20 分)

附: 电子质量: $m_e = 3 \times 10^{-31} \text{ kg} = 0.5 \text{ MeV} / c^2$, 真空光速: $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$,

玻耳兹曼常数: $k = 1.4 \times 10^{-23} \text{ J/K} = 8.6 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$,

普朗克常数: $\hbar = 1.1 \times 10^{-34} \text{ Js} = 6.6 \times 10^{-22} \text{ MeVs}$

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}, \quad \int_0^{\infty} \frac{x^2 dx}{e^x - 1} \approx 2.4, \quad \int_0^{\infty} e^{-x} x^{n-1} dx = (n-1)!, \quad n \text{ 为整数}$$