

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  $1.0 \text{ eV}$ . 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  $0 \text{ K}$  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  $\pm 1$  (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:  $\hbar = 1.1 \times 10^{-34} \text{ Js} = 6.6 \times 10^{-22} \text{ MeVs}$

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