

北京师范大学

2004 年招收攻读硕士学位研究生入学考试试题

专业：理论物理、粒子物理与原子核物理、
核技术及应用等

科目代码：460

研究方向：上述专业各方向

考试科目：统计物理

1 (25 分). 有一相对论完全退化的电子气体, 其能量动量关系为 $\varepsilon^2 = c^2 p^2 + m^2 c^4$, 其中 m 为电子质量, c 为光速, 在零温下, 用费米能级表示数密度。

2 (25 分). 证明在处于温度为 T 平衡态的经典系统中, 一个粒子的能量 ε 在每一个独立平方项的平均值均等于 $\frac{1}{2} k_B T$ 。

3 (25 分). 求证量子分布过渡到经典分布的条件为

$$\frac{1}{n} \left(\frac{2\pi m k_B T}{h^2} \right)^{3/2} \gg 1,$$

式中 n 为气体的粒子数密度, 并从物理上理解这个条件。

4 (25 分). 由 N 个近独立粒子组成的体系, 每个粒子只能处于能量为 $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ 的两个状态之一, 且 $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$ 。

(i) 计算体系平均能量 \bar{E} 和定容热容量 C_V ;

(ii) 画出 $\bar{E} - T$ 和 $C_V - T$ 曲线的大致形状。

5 (25 分). 试推导出双原子分子理想气体的振动热容量, 并证明在低温极限下, 其对总的热容无贡献。

6 (25 分). 在体积为 V 的金属内, 有 N 个自由电子组成的理想电子气体, 电子的能量为:

$$\varepsilon = \frac{p^2}{2m} + U, \text{ 其中 } U = 0, \text{ 金属内; } U = \infty, \text{ 金属外.}$$

求出 $T = 0K$ 时, 电子气体的费米能量, 内能和物态方程。