

# 北 京 科 技 大 学

## 2010 年硕士学位研究生入学考试试题

试题编号: 808 试题名称: 统计物理 (共 2 页)

适用专业: 材料科学与工程

说明: 所有答案必须写在答题纸上, 做在试题或草稿纸上无效。

### 一、解释如下概念 (30 分, 每题 6 分)

(1) 系综 (2)  $\Gamma$  空间 (3) 玻色—爱因斯坦凝聚 (4) 等概率原理 (5) 最概然分布

### 二、简答题 (20 分, 每题 10 分)

- (1) 简述玻耳兹曼系统、玻色系统和费米系统有什么区别和联系?
- (2) 经典能量均分定理的内容是什么? 举出 3 种不满足经典能量均分定理的情形。

三、(15 分) 系综统计理论与近独立粒子的统计理论有何不同 (6 分)? 何谓正则分布, 写出其经典表达式, 并根据正则分布求出单原子理想气体的配分函数 (9 分)。

四、(15 分) 由  $N$  个弱相互作用的定域粒子组成的体系, 其单粒子能级  $\varepsilon_L$  和相应的简并度  $\omega_L$  分别为:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon, \quad \varepsilon_2 = 2\varepsilon, \quad \varepsilon_3 = 3\varepsilon$$

$$\omega_1 = 1, \quad \omega_2 = 2, \quad \omega_3 = 3$$

求该体系的热容量  $C_V$ 。

五、(20 分) 证明玻耳兹曼关系, 简述公式的物理意义

六、(共 24 分) 何为经典近似条件 (3 分)? 量子统计与经典统计有何异同 (3 分)? 试用量子统计和经典统计 (不能用能量均分定理) 分别计算双原子分子理想气体体系由振动引起的热容量  $C_V$  (16 分), 并说明两种计算方法所得结果异同的原因 (2 分)? [把双原子分子中两原子的相对振动看成线形谐振子, 振子的能级为  $\varepsilon_n = (n + 1/2) \eta \omega$ ,  $n = 0, 1, 2, \dots$ ; 双原子分子振动能量的经典表达式为  $\varepsilon = 1/2 \mu (P_r^2 + \mu^2 \omega^2 r^2)$ ]

七、(共 26 分) 简要叙述 Einstein, Born, Deby 是怎样发展固体热容量理论模型的 (8 分)。当  $T \gg \Theta_D$  (Deby 温度) 时, 则固体热容量  $C_V$  为 \_\_\_\_\_; 当  $T \ll \Theta_D$  时,  $C_V$  与 \_\_\_\_\_ 成比例; 若固体为金属, 在  $T \rightarrow 0$  K 时,  $C_V$  与 \_\_\_\_\_ 成比例, 这是由于 \_\_\_\_\_ 的缘故 (8 分)。根据三维 Deby 理论, 你觉得在低温下一维晶体的热容量  $C_V$  跟温度  $T$  之间应有怎样的关系? 试证明这种关系。(10 分)。(其中  $\int_0^x \frac{y}{e^y - 1} dy \cong \int_0^\infty \frac{y}{e^y - 1} dy = \frac{\pi^2}{6}$ )