

# 陕西师范大学

## 2005 年攻读硕士学位研究生入学考试专业课试题

专业名称: 凝聚态物理

考试科目名称: 热力学与统计物理学 科目代码: 434

注意事项:

- 1、 请将答案直接做到答题纸上, 做在试题纸上无效。
- 2、 除答题纸上规定的位置外, 不得在卷面上出现姓名、准考证号或其它标志, 否则按违纪处理。
- 3、 本试题共 2 页, 满分 150 分, 考试时间 180 分钟。

### 一、简述题 (每小题 10 分, 共 40 分)

1. 请写出热力学系统特性函数的定义; 说明利用特性函数处理问题的方法; 对于等温等容系统和等温等压系统, 它们的特性函数各是什么?
2. 请大致画出  $T > 0K$  和  $T = 0K$  时电子分布函数  $f_e$  与电子能量  $\epsilon$  的关系, 并用定性和半定量方法说明常温下电子气对金属热容量贡献很小的原因, 给出电子气热容量与温度的关系式。
3. 简述固体热容量问题的三种模型 (杜隆-珀替, 爱因斯坦和德拜), 并分别说明它们的优、缺点; 大体画出三者的热容量与温度的关系。
4. 在统计物理学中, 为了形象描述物质的运动状态, 引入了  $\mu$  空间和  $\Gamma$  空间, 请说明这两种空间的定义; 空间中代表点和轨线的意义以及两种空间的比较。

### 二、请证明下列热力学恒等式 (每小题 10 分, 共 20 分)

1. 
$$\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_T = -p^2 \left[\frac{\partial}{\partial p} \left(\frac{T}{p}\right)\right]_V;$$
2. 
$$\left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_V = -S \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_T + V。$$

### 三、(15 分) 已知满足居里定律

$\chi \propto 1/B$

的理想顺磁物质，是类似于理想气体的另一种理想热力学体系。式中  
 $T$ 、 $C$  分别为磁化率，磁感应强度，绝对温度和常数。已知

$$c_m = \text{const.}$$

$$c_B = C \left( \frac{B}{T} \right)^2 + c_m = \frac{m^2}{C} + c_m$$

其中， $c_m$  和  $c_B$  分别为磁化率不变时和磁场不变时顺磁物质的摩尔热容；  
想顺磁物质的摩尔熵  $s(m, B)$ 。

四、（20 分）已知一个很高的圆柱筒垂直地放在地面上置于重力场中，  
由  $N$  个同类粒子组成的理想气体，圆筒的截面积为  $A$ 。求

- （1）粒子的配分函数  $Z_1$ ；
- （2）气体的内能  $U$  和定容热容量  $C_V$ ；
- （3）气体的自由能  $F$ 。

五、（15 分）已知黑体在三维空间中辐射，试由玻色—爱因斯坦分布导出  
辐射公式。

六、（20 分）已知有  $N$  个非相对论的，无相互作用的电子组成的电子气  
沿长度为  $L$  的线段上运动；（2）在一个二维平面  $A$  上运动；（3）在  
体积  $V$  中运动。求

- （1）量子态密度  $D(\epsilon)$ ；
- （2） $T=0K$  时的费米能量  $\epsilon_F$ 。

七、（20 分）已知系统有  $N$  个无相互作用的分子组成，分子的能量与动量  
为  $\epsilon = aP^3$ ，试由正则分布求系统的压强  $p$ 、体积  $V$  和内能  $U$  之间的

（试题完）