

河北工业大学 2012 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [A] 卷

科目名称 热力学与统计物理

科目代码 711 共 1 页

适用专业、领域 理论物理, 凝聚态物理, 光学, 生物物理学

注: 所有试题答案一律写在答题纸上, 答案写在试卷、草稿纸上无效。

一、 试证明下列关系式: (25 分)

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V - P$$

二、 若已知特性函数  $F = F(T, V)$ , 试推导出其它热力学函数 (熵, 压强, 内能, 焓, 吉布斯函数等) (25 分)

三、 在一个无限小的准静态过程中, 外界对磁介质的功可表示为  $dW = \mu_0 H dM$ , 其中  $H$  为外磁场,  $M$  为介质总磁矩,  $M = \alpha H / T$ , 磁介质内能为  $U = C_M T$ , 若  $\alpha$  是温度的函数, 请给出在温度不变的情况下  $C_M$  对  $M$  的依赖关系。(25 分)

四、 试求爱因斯坦固体热容量, 并就高、低温极限讨论, 作出合理解释。(25 分)

五、 一固体有  $N$  个彼此无相互作用的粒子, 粒子的自旋量子数为 1, 每个粒子由三个量子态, 量子数  $m = -1, 0, 1$ 。在固体中, 处在量子态  $m = 1$  和  $m = -1$  的粒子, 具有相同能量  $\varepsilon$ ,  $\varepsilon > 0$ ; 处在状态  $m = 0$  的粒子, 能量为零。试讨论: (1) 熵  $S$  与温度  $T$  的函数关系; (2) 在高温极限  $\frac{\varepsilon}{kT} \ll 1$  下的比热容的表达式。(25 分)

六、 试求低温下金属中自由电子气体的巨配分函数的对数, 从而求电子气体的压强、内能和熵。(25 分)  
提示: 积分

$$\int_0^\infty \varepsilon^{1/2} \ln(1 + e^{-\alpha - \beta \varepsilon}) d\varepsilon = \frac{2}{3} \varepsilon^{3/2} \ln(1 + e^{-\alpha - \beta \varepsilon}) \Big|_0^\infty - \frac{2}{3} \int_0^\infty \frac{\varepsilon^{3/2} (-\beta)}{e^{\alpha + \beta \varepsilon} + 1} d\varepsilon = -\frac{2}{3} \int_0^\infty \frac{\varepsilon^{3/2} (-\beta)}{e^{\alpha + \beta \varepsilon} + 1} d\varepsilon$$