

河北工业大学 2011 年攻读硕士学位研究生入学考试试题 [B] 卷

科目名称 热力学与统计物理

科目代码 711 共 2 页

适用专业、领域 理论物理, 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、草稿纸上一律无效。

一、简答题 (共 60 分, 每题 15 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

1. 求理想气体的体膨胀系数 α , 压强系数 β 和等温压缩系数 k_T 。
2. 计算热辐射在等温过程中体积由 V_1 变到 V_2 时所吸收的热量。
3. 证明: $\left(\frac{\partial U}{\partial n}\right)_{T,V} - \mu = -T\left(\frac{\partial \mu}{\partial T}\right)_{V,n}$
4. 证明: 对一维自由粒子, 在长度 L 内, 在 ε 到 $\varepsilon + d\varepsilon$ 的能量范围内, 量子态数为

$$D(\varepsilon) = \frac{2L}{h} \left(\frac{m}{2\varepsilon}\right)^{\frac{1}{2}} d\varepsilon$$

二、固体含有 A, B 两种原子, 证明由于原子在晶体格点的随机分布引起的混合熵为

$$S = k \ln \frac{N!}{(Nx)! [N(1-x)]!} = -Nk [x \ln x + (1-x) \ln (1-x)]$$

(共 20 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

三、气柱的高度为 H , 处于重力场中, 证明此气柱的内能和热容量为

$$U = U_0 + NkT - \frac{NmgH}{e^{\frac{mgH}{kT}} - 1}, \quad C_V = C_V^0 + Nk - \frac{N(mgH)^2 e^{\frac{mgH}{kT}}}{\left(e^{\frac{mgH}{kT}} - 1\right)^2} \frac{1}{kT^2}$$

(共 20 分。答案一律写在答题纸上, 否则无效。)

四、考虑布朗颗粒在竖直方向的运动, 取 z 轴 (向上) 沿竖直方向, 朗之万方程为

$$m \frac{dv_z}{dt} = -av_z - mg + F_z(t)$$

- (1) 证明: 达到定常状态后, 布朗颗粒的平均速度为 $\overline{v_z} = -\frac{mg}{a}$ (10 分)

(2) 定常状态后，布朗颗粒的流量为零，即 $J_z = -D \frac{dn_z}{dz} + n \overline{v_z}$ ， n 为布朗颗粒的密度，求：

达到定常状态后布朗颗粒按高度的分布。(10 分)

(共 20 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。)

五、体积为 V 的容器保持恒定的温度 T ，容器内的气体通过面积为 A 的小孔缓慢地漏入周围的真空中，求容器中气体压强将到处是压强的 $1/e$ 所需的时间。

(共 30 分。答案一律写在答题纸上，否则无效。)