

武汉大学 2019-2020 年第二学期期末考试试卷

热力学与统计物理 (A 卷) (100 分封顶)

一、简述题 (30 分)

1. (10 分) 准确简述热力学第零、第一、第二和第三定律并说明其物理意义。
2. (10 分) 试述什么是相空间、平衡态、孤立系统、弛豫时间、准静态过程?
3. (10 分) 试述你对统计力学的等概率原理及其物理意义的理解。

二、计算、证明题 (70 分)

4. (10 分) (1) 写出微正则系综的状态分布函数及系统平均值的计算式; (2) 写出正则系综的状态分布函数及系统平均值的计算式; (3) 根据系统 A 与热库 A' 接触, 推导 A 系统的状态分布函数, 即正则系综状态分布概率。
5. (15 分) 写出 N 个全同粒子系统的配分函数的相空间积分形式; (2) 基于配分函数推导理想气体状态方程为 $PV=Nk_B T$; (3) 基于配分函数证明理想气体的内能 E 只是 T 的函数, 即 $E=E(T)$; (4) 计算理想气体的等容比热和等压比热。 ($\int_{-\infty}^{\infty} e^{-(\beta/2m)p^2} d^3 p = \left(\sqrt{\frac{\pi 2m}{\beta}}\right)^3$)
6. (15 分) (1) 分别写出 Maxwell-Boltzmann (MB) 统计、Fermi-Dirac (FD) 统计和 Bose-Einstein (BE) 统计所针对系统的特征; (2) 试写出上述几种统计的统计分布函数; (3) 试述在何种条件下 BE 分布和 FD 分布如何趋于 MB 分布。
7. (10 分) N 个弱相互作用粒子组成的系统处于温度 T , 系统温度足够高经典统计可以适用, 每个粒子质量为 m 且在平衡位置附近做一维振动, 试计算此系统在下述情况下的比热: (1) 有效恢复力与粒子与平衡位置位移 x 成正比; (2) 有效恢复力与粒子与平衡位置位移 x^3 成正比。
8. (10 分) 已知 ν 摩尔气体的状态方程为 $p=nkT(1+nB_2)$ (B_2 为维里系数), 其等容比热为 c_V , 系统从初态 (V_0, T_0) 变化到末态 (V_f, T_f) , 假设 B_2 和 c_V 不随温度发生变化, 试计算此过程熵的变化。
9. (10 分) 一由 N 个原子实组成的晶体, (1) 试述得到晶体比热 Einstein 模型的主要思想及结论; (2) 试述得到晶体比热 Debye 模型的主要思想及结论。

三、选做思考题 (10 分)

10. (10 分) 右图显示了一个起伏粗糙的自由能曲线, 纵坐标为自由能, 横坐标为一广义构象坐标 (对应不同状态, 比如结构)。如果从一个自由能较高的初始态出发, 思考可以通过什么方法找到最低自由能态?

