

1999 年上海交通大学统计物理(含热力学)试题

考研加油站收集整理 <http://www.kaoyan.com>

1999 年上海交通大学统计物理(含热力学)试题

一. 两个物体具有相同的热容量和不同的初始温度 T_1 和 T_2 ($T_2 > T_1$). 今用一个热机工作在两个物体之间, 求对外输出的最大功. 设物体在定压下工作, 且不发生相变. (10 分)

二. 计算范德瓦尔斯 (Van der Waals) 气体的内能和熵. 与理想气体的内能作比较, 并在物理上简单讨论产生差异的原因. (15 分)

三. 设液滴与蒸汽平衡时的半径为 r , 蒸汽可以近似为理想气体, 试根据平衡相变理论证明蒸汽的压强可近似地表示为

$$p = p_0 \exp\left(\frac{2v\sigma}{rRT}\right)$$

其中 v 是液滴的比容, σ 是液滴的表面张力系数, p_0 是气液分界面是平面时的蒸汽压强 (15 分).

四. 一双原子分子理想气体系统, 分子具有固定的磁矩 μ , 在外磁场 H 中, 转动能量可以表示为

$$\epsilon = \frac{1}{2I} \left[p_\theta^2 + \frac{p_\phi^2}{\sin^2(\theta)} \right] - \mu H \cos \theta$$

其中 I 是分子的转动惯量. (1). 计算系统的转动配分函数; (2).

求高温近似下分子的平均磁矩。(20 分)

五. 电磁场可以看作是一个独立的量子谐振子系统, 频率为 ω_i 的振子, 其能量为 $\epsilon_i = n_i \hbar \omega_i$, $n_i = 0, 1, 2, \dots$. 黑体辐射是处于热平衡状态的电磁场. (1). 试用正则系综统计理论推导黑体辐射能量密度的 Planck 公式; (2). 证明光子气体的压强是其能量密度的三份之一 (20 分).

六. 处于外磁场 H 中的一固体系统由 N 个自旋为 $1/2$ 的粒子所组成, 粒子的磁矩为 μ . 系统处于热平衡状态. 若不计粒子之间的相互作用, 求: (1) 系统的配分函数; (2) 系统的内能和熵; (3) 讨论系统进入负温度状态的可能性. (20 分)