

安徽师范大学

2018 年硕士研究生招生考试初试试题

科目代码: 704

科目名称: 统计物理学

一、问答题(每小题 8 分, 共 40 分)

1. 单元两相系达到平衡时所满足的平衡条件是什么?
2. 根据玻耳兹曼关系式: $S = k \ln \Omega$ 说明熵函数的统计意义。
3. 简述熵增加原理?
4. 平衡态统计物理的基本假设。
5. 写出玻耳兹曼系统、玻色系统、费米系统这三个系统分布 $\{a_i\}$ 的表达式。

二、选择题(每小题 2 分, 共 20 分)

1. 有关系统与系综关系的表述是正确的 ()
 - A. 系综是大量结构相同, 宏观约束条件相同系统的集合
 - B. 系综是大量不同结构, 但宏观约束条件相同系统的集合
 - C. 系统和系综都是宏观存在的实物
 - D. 系统和系综完全是一回事, 只是在统计物理中不同的称谓
2. 一级相变和二级相变的特点 ()
 - A. 所有物理性质都发生突变
 - B. 化学势一阶偏导数发生突变为一级相变, 二阶偏导数发生突变为二级相变
 - C. 只有比容发生突变的为一级相变, 比热发生突变为二级相变
 - D. 只有比热发生突变的为一级相变, 比容发生突变为二级相变
3. 属于热力学三个基本函数的是 ()
 - A. 物态方程、焓和熵
 - B. 物态方程、内能和熵
 - C. 物态方程、内能和吉布斯函数
 - D. 物态方程、焓和吉布斯函数
4. 玻色-爱因斯坦凝聚: ()
 - A. 只有绝对零度时才能发生
 - B. 没有激发态粒子
 - C. 气体分子间平均距离极小于它的热波长
 - D. 气体分子间平均距离极大于它的热波长
5. 玻色分布表达式: $a_1 = \frac{\omega_1}{e^{\alpha + \beta \epsilon_1} - 1}$ 中的 a_1 是 ()
 - A. 第 1 个能级上的粒子数
 - B. 落入第 1 个能级的几率

考生请注意: 答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸上的无效!

第 1 页, 共 3 页

C. 几率密度

D. 几率分布

6. 玻耳兹曼统计中用粒子配分函数 Z_1 表示的内能是 ()

A. $U = -Z \frac{\partial}{\partial \beta} \ln Z_1$

B. $U = -N \frac{\partial}{\partial \beta} \ln Z_1$

C. $U = -\frac{\partial}{\partial \beta} \ln Z_1$

D. $U = -N \frac{\partial}{\partial \beta} Z_1$

7. 当经典极限条件不能成立时, 玻色分布和费米分布无法过渡为 ()

A. 正则分布

B. 微正则分布

C. 麦克斯韦分布

D. 玻尔兹曼分布

8. 定容压强系数的表达式子是 ()

A. $\beta = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta p}{\Delta T} \right)$

B. $\beta = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \frac{1}{V} \left(\frac{\Delta p}{\Delta T} \right)_V$

C. $\beta = \frac{1}{p} \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V$

D. $\beta = \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V$

9. 理想气体的方均根速率为 ()

A. 0

B. $\sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$

C. $\sqrt{\frac{3kT}{m}}$

D. $\sqrt{\frac{2kT}{m}}$

10. 构成玻色系统的粒子的特征是: ()

A. 可分辨, 个体量子态上容纳粒子数不受限制

B. 不可分辨, 个体量子态上容纳粒子数不受限制

C. 可分辨, 个体量子态上容纳粒子数受限制

D. 粒子较多时不可分辨, 个体量子态上容纳粒子数受限制

三、证明题 (本题 30 分)

已知与物态方程有关的物理量有: 体胀系数 $\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$, 压强系数 $\beta = \frac{1}{p} \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V$, 等温压缩系数

$$k_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T.$$

1) 试证明它们之间满足关系: $\alpha = k_T \beta p$ 2) 求出 1 摩尔范德瓦尔斯气体对应的压强系数 β 的值。

四、填空题 (每小题 4 分, 共 20 分)

1. 双原子分子能量中, 如果有五个平方项, 当温度为 T 时, 则分子数为 N 的双原子分子理想气体的内能 $U =$ _____; 定压热容量 $C_p =$ _____。
2. 在光子、 μ 子、 π 介子、质子等粒子中属于玻色子的有 _____; 属于费米子的有 _____。
3. 盐的水溶液、水蒸气和冰三相平衡共存时, $\varphi =$ _____, $f =$ _____, 溶液的冰点和饱和蒸气压都取决于盐的浓度 x 。
4. 热力学中需要用 _____、_____、_____和 _____ 等四类参量来描写热力学系统的平衡状态。
5. 6 维 μ 空间中, 自由粒子的自由度是 _____。粒子的质量为 m , 粒子在任一时刻运动的动量为 $p_x = m\dot{x}$, $p_y = m\dot{y}$, $p_z = m\dot{z}$, 则此自由粒子的动能: $\varepsilon =$ _____。

五、计算题 (每小题 20 分, 共 40 分)

1. 试根据能量均分定理求出单原子分子理想气体系统在温度为 T 时的内能、定容热容量、及定容热容量与定压热容量之比。
2. 对于某定域子系统满足玻尔兹曼分布, 试推导出下列物理量的统计表达式: 配分函数、内能、广义力和玻尔兹曼关系。