

# 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  $\beta$  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、 $\mu$ 子、 $\pi$ 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  $\mu$  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。