

2017 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. 热力学平衡态
2. 若已知体系的自由能, 试写出相应的吉布斯-亥姆霍兹方程。
3. 什么是微观粒子的全同性原理?
4. 写出与玻耳兹曼系统、玻色系统、费米系统这三个系统对应分布的微观状态数。
5. 写出热力学第二定律的开尔文表述内容。有人利用地球表面和地球内部温度不同, 做一个热机来发电, 称地热发电, 把地球内部能量边为有用的电能, 这是否违背热力学第二定律。

二、选择题(每小题 2 分, 共 20 分)

1. 绝对零度时, 费米子不能完全“沉积”在基态是由于
A. 粒子间没有相互作用 B. 全同性原理
C. 泡利不相容原理 D. 费米气体是简并气体
2. 由热力学基本方程 $dG = -SdT + Vdp$ 可得麦克斯韦关系
A. $\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V = \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T$ B. $\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p = -\left(\frac{\partial S}{\partial p}\right)_T$
C. $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = -\left(\frac{\partial p}{\partial S}\right)_V$ D. $\left(\frac{\partial T}{\partial p}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_p$
3. 关于一级相变和二级相变
A. 两种相变都有相变潜热
B. 两种相变都无相变潜热
C. 一级相变有相变潜热, 二级相变无相变潜热
D. 一级相变无相变潜热, 二级相变有相变潜热
4. 根据热力学第二定律判断下列哪种说法是正确的
A. 气体能够自由膨胀, 但不能自动收缩。
B. 功可以全部变为热, 但热不能全部变为功。
C. 热量能从高温物体传到低温物体, 但不能从低温物体传到高温物体。
D. 规则运动能量能够变为无规则运动的能量, 但无规则运动的能量不能变为有规则运动的能量。
5. 吉布斯函数作为特性函数应选取的独立态参量是
A. 温度和体积 B. 熵和体积 C. 熵和压强 D. 温度和压强

考生请注意: 答案必须写在答题卡上, 写在本试题纸上的无效!

6、如果一个反应可以通过两组不同的中间过程达到，两组过程的反应热之和彼此相等，这个结果名为 ()

- A. 吉布斯相律 B. 刘维定理 C. 热力学第三定律 D. 赫斯定律

7、下列方程正确的是 ()

- A. $TdS = dU + PdV$ B. $TdS = dH + PdV$
C. $dF = dU + Vdp$ D. $dU = TdS + Vdp$

8、理想气体的平均速率为 ()

- A. $\sqrt{\frac{8\pi T}{km}}$ B. $\sqrt{\frac{3kT}{\pi m}}$ C. $\sqrt{\frac{3kT}{m}}$ D. $\sqrt{\frac{2kT}{m}}$

9、粒子具有不可分辨性，但每个个体量子态上可以容纳的粒子数不受限制，这类系统是 ()

- A. 玻耳兹曼系统 B. 费米系统 C. 玻色系统 D. 经典系统

10、焦耳-汤姆孙的多孔塞实验在研究理想气体内能时发现，节流过程前后 ()

- A. 气体温度不变 B. 气体温度下降
C. 气体温度先增加后下降 D. 气体温度增加

三、证明题 (本题 28 分)

试推证费米粒子系统的微观状态数为： $\Omega_{F,D} = \prod_i \frac{\omega_i!}{a_i!(\omega_i - a_i)!}$

四、填空题 (每空 2 分，共 22 分)

1. 若过程进行的每一中间态都是平衡态，则此过程称为_____过程。

2. 盐的水溶液、水蒸气和冰三相平衡共存时， $\phi =$ _____， $f =$ _____，溶液的冰点和饱和蒸气压都取决于盐的浓度 x 。

3. 粒子在三维空间运动，它的自由度为_____，粒子的质量为 m ，粒子在任一时刻运动的动量为

$p_x = mx\dot{x}$ ， $p_y = my\dot{y}$ ， $p_z = mz\dot{z}$ ，则此自由粒子的动能： $\epsilon =$ _____。

4. 爱伦费斯特将一级相变概括为：_____。二级相变概括为：_____。

6. 关于焓的热力学基本微分方程：_____。

7. 能斯脱定理表述为：_____。

8. 热力学与统计物理学的研究对象是：_____。

9. 三维自由粒子的 μ 空间是_____维空间。

五、计算题 (每小题 20 分，共 40 分)

1. 具有一定浓度的溶液冷却到一定温度时，冰开始从溶液中结晶析出，此时溶液、水蒸气、和冰三相共存，试写出吉布斯相律，并说出公式中个项的物理意义，然后求公式中三个量的值。

2. 系统由 N 个无相互作用的线性谐振子组成。

1) 若其能量表达式为： $\epsilon = \frac{p_x^2}{2m} + \frac{1}{2}kx^2$ 时，求系统的内能；

2) 若其能量表达式为： $\epsilon_n = (n + \frac{1}{2})h\omega$, $n = 0, 1, 2, \dots$ 时，求系统的内能。