

## 第 12 章 独立子系统的统计热力学

### 一、概念题

1、对于粒子数  $N$ 、能量  $E$  和体积  $V$  恒定的系统，若以  $\Omega$  表示系统该宏观状态所拥有的微观状态总数，则每个微观状态出现的概率应为 \_\_\_\_\_。

2、一个双原子分子的热运动可以等价地看成是由 \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 运动组成。

3、在相同温度下，\_\_\_\_\_ 子的配分函数最大，\_\_\_\_\_ 子的配分函数最小。（平动、转动、振动）

4、对于独立的离域子系统，其子配分函数  $q$  是子数  $N$ 、温度  $T$ 、体积  $V$  的函数。  
\_\_\_\_\_ （对、错）

5、设双原子分子 AB 的振动为简谐振动，以振动基态为能量标度的零点。若某温度  $T$  时振动配分函数的值为 1.02，则分子占据振动基态的概率为 \_\_\_\_\_。

6、独立子系统能量的微变  $dE = \sum_j \varepsilon_j dN_j + \sum_j N_j d\varepsilon_j$ ，试说明前项和后项的物理意义：前项 \_\_\_\_\_；后项 \_\_\_\_\_。

7、 $\text{Br}_2$  分子的转动特征温度  $\Theta_r = 0.116 \text{ K}$ ，则  $298 \text{ K}$  下理想气体分子  $\text{Br}_2$  占据转动量子数  $J=1$  能级的概率是 \_\_\_\_\_。

8、有些气体如  $\text{N}_2\text{O}$  和  $\text{H}_2\text{O}$  等，他们的光谱熵都比量热熵大，这是由于用量热方法不能测得残余位形熵。\_\_\_\_\_ （对、错）

二、某纯物质理想气体共有  $6.023 \times 10^{23}$  个分子，分子的某内部运动形式只有三个能级，各能级的能量分别为  $\varepsilon_1 = 0$ ， $\varepsilon_2/k = 100 \text{ K}$ ， $\varepsilon_3/k = 300 \text{ K}$ ，各能级的简并度  $g_1 = 1$ ， $g_2 = 3$ ， $g_3 = 5$ ，其中  $k$  为玻耳兹曼常数。试计算：

- (1)  $200 \text{ K}$  时分子的配分函数；
- (2)  $200 \text{ K}$  并且在最概然分布时，能级  $\varepsilon_2$  上的分子数；
- (3)  $T \rightarrow \infty$  并且在最概然分布时，三个能级上的分子数之比。

三、试写出 Ar 和 CO 两种分子，在室温下以基态能级为能量标度的零点的配分函数  $q_0$ ，并指出在求算它们的  $q_0$  时，需要哪些有关 Ar 和 CO 分子的数据？

四、已知理想气体  $\text{F}_2$  分子的转动特征温度  $\Theta_r$  为  $1.269 \text{ K}$ ， $500 \text{ K}$  时其摩尔转动能为  $4157 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，试求该温度下  $\text{F}_2$  的摩尔转动熵。