

1、点阵气体。设有  $N_0$  个点阵位置，其上可以有一个或没有原子。若  $N$  个原子随机分布于点阵位置上 ( $N \leq N_0$ )，求简并函数(即可实现状态数)。分别讨论原子可分区与不可分区的情况。

2、设某种分子的许可能级为  $0, \varepsilon, 2\varepsilon, 3\varepsilon, \dots$ ，各能级都是非简并的。若体系由 6 个不可区分的分子组成，问：总能量为  $3\varepsilon$  时有多少种可能的微观态？

3、在容积  $V$  中，若一个粒子的能量  $E$  与动量  $P$  的关系为

$$E = cP \quad (c \text{ 为光速})$$

求该粒子在能量  $E \sim (E + d_E)$  范围内的可实现状态数  $\Omega(E)dE$ 。

4、求一维谐振子在能量  $E \sim (E + d_E)$  范围内的可实现状态数  $\Omega(E)dE$ 。

5、经典粒子的状态可用其坐标和动量描述，以坐标  $X_i$  和动量  $P_i$  为坐标轴构成的状态空间称为相空间。统计力学的准经典描述认为：粒子的每个状态占有相空间  $h^r$  ( $h$  为普朗克常数， $r$  为粒子自由度)。于是，在体积为  $V$ ，动量为  $P_x \sim P_x + dP_x$ 、 $P_y \sim P_y + dP_y$ 、 $P_z \sim P_z + dP_z$  的

相空间范围内，含有可实现状态数为  $d\Omega = \frac{V}{h^3} dP_x dP_y dP_z$ 。试由此导出体积  $V$  中的自由粒子

在能量  $E \sim (E + d_E)$  范围内的可实现状态数  $\Omega(E)dE$ 。

6、某系统具有两个单粒子能级，能量分别为  $0$  和  $\varepsilon$ ，每个能级上最多可占有一个粒子。在平衡温度  $T$  时，求此系统的平均粒子数，能级为  $\varepsilon$  状态的平均占有率；系统平均能量。

7、处于基态的费米气体。设在体积  $V$  中有  $N$  个电子构成一个处于基态的理想气体系统，求此系统的能量和压强。

8、设在某自由电子系统中，当  $\varepsilon > 0$  时，电子的状态密度  $\Omega(\varepsilon) = D$  (常数)；当  $\varepsilon < 0$  时， $\Omega(\varepsilon) = 0$ 。系统总电子数为  $N$ ，占有体积为  $V$ 。求此系统在  $T=0$  时的费米能级  $\varepsilon_{f0}$ ，平均能量  $\bar{E}_0$ 。

9、N 型半导体在  $0K$  时有被电子填满的杂质能级。在较高温度下，电子可以从这些能级激发到导带从而成为导电电子。这样的能级称为施主能级。计算施主能级上电子数时可以采用下列模型：将一个能级看作一个系统，则此系统有三种可能状态  $(N, \varepsilon)$ ：不被电子占据  $(0, 0)$ ；被自旋向上的电子占据  $(1, -\varepsilon_0)$ ；被自旋向下的电子占据  $(1, +\varepsilon_0)$ 。若一块半导体中含  $N$  个施主能级，求这些能级上的平均电子数。

10. 对金属中的价电子，可以认为是自旋量子数为  $1/2$  的三维自由粒子系统。若自由电子的态

密度  $\Omega(\varepsilon)$  可写为  $\frac{V}{2\pi^2 \hbar^3} (2m)^{3/2} \varepsilon^{1/2}$  ( $V$  为系统体积， $m$  为电子质量)。

(1) 请写出能量为  $\varepsilon$  的单粒子态上的平均粒子数  $\bar{N}$ ，并讨论温度  $T=0$  时  $\bar{N}$  的取值。(3 分)

(2) 设系统的总粒子数为  $N$ ，求温度  $T=0$  时的费米能级  $\varepsilon_f$ 。(4 分)

(3)  $T=0$  时系统的内能  $U$  和压强  $P$ 。(3 分)