

统计热力学-内蒙古大学-中国大学MOOC慕课答案

第一章 预备知识 测试

1、单选题：第一章 第 1 题 试求在体积 V 内、在 $\epsilon \sim \epsilon + d\epsilon$ 的能量范围内，三维非相对论性自由电子的量子态数 $D(\epsilon)d\epsilon$ ，式中 $D(\epsilon)$ 为态密度。解第 1 题 第 1 步 一个三维自由粒子在六维 μ 空间体积元中可能的微观状态数应为

选项：

- A、
- B、
- C、
- D、

参考：【】

2、单选题：第 1 题 第 2 步若将体积求和（积分），可得出体积 V 中、动量范围为（即在 V 内）的微观状态数为

选项：

- A、
- B、
- C、
- D、

参考：【】

3、单选题：第 1 题 第 3 步那么，对于三维非相对论性自由电子，自旋简并度为 2，在体积 V 中，动量的绝对值在（动量壳层）内的微观状态数为

选项：

- A、
- B、
- C、
- D、

参考：【】

4、单选题：第 1 题 第 4 步 能量与动量满足关系,由此可得，则

选项：

- A、
- B、
- C、
- D、

参考：【】

5、单选题：第 1 题 第 5 步在 $\epsilon \sim \epsilon + d\epsilon$ 的能量范围内，三维非相对论性自由电子的量子态数

选项：

- A、
- B、
- C、

D、
参考：【】

6、单选题：第一章第2题 粒子运动速度接近光速的情形称为极端相对论性情形。这时，粒子能量与动量的关系可写为 $\varepsilon=cp$ ，其中 c 为光速。试求：在体积 V 内、在 $\varepsilon\sim\varepsilon+d\varepsilon$ 的能量范围内，三维极端相对论性自由粒子的量子态数 $D(\varepsilon)d\varepsilon$ ，式中 $D(\varepsilon)$ 为态密度。解第2题第1步 在体积 V 内、动量在范围内，三维极端相对论性自由粒子可能的状态数为

选项：

- A、
- B、
- C、
- D、

参考：【】

7、单选题：第2题第2步根据极端相对论粒子的能量与动量关系 $\varepsilon=cp$ ，可得 $d\varepsilon=cdp$ 。由此可得在体积 V 内，能量在 $\varepsilon\sim\varepsilon+d\varepsilon$ 范围内，三维极端相对论性自由粒子的量子态数为

选项：

- A、
- B、
- C、
- D、

参考：【】

8、单选题：第一章第3题 试求在面积内、在 $\varepsilon\sim\varepsilon+d\varepsilon$ 的能量范围内，二维自由粒子的量子态数 $D(\varepsilon)d\varepsilon$ ，式中 $D(\varepsilon)$ 为态密度。解第3题第1步 二维自由粒子在四维 μ 空间体积元中可能的微观状态数为

选项：

- A、
- B、
- C、
- D、

参考：【】

9、单选题：第3题第2步 则在面积 S 中，动量绝对值在范围内的量子态（微观状态）数为

选项：

- A、
- B、
- C、
- D、

参考：【】

10、单选题：第3题第3步根据二维自由粒子的能量动量关系，可得，即

选项：

- A、
- B、
- C、
- D、

参考：【】

11、单选题：第3题第4步整理可得，在 $\varepsilon \sim \varepsilon + d\varepsilon$ 的能量范围内，二维自由粒子的量子态数

- 选项：
A、
B、
C、
D、

参考：【】

12、单选题：第一章第4题已知一维线性谐振子的能量为 ε ，试求在 $\varepsilon \sim \varepsilon + d\varepsilon$ 的能量范围内，一维线性谐振子的量子态数。解第4题第1步根据一维线性谐振子的能量动量关系将其整理后得

- 选项：
A、
B、
C、
D、

参考：【】

13、单选题：第4题第2步容易看到谐振子在二维 μ 空间的运动方程为椭圆。根据椭圆面积公式，可以得到 μ 空间能量小于等于 ε 的面积为

- 选项：
A、
B、
C、
D、

参考：【】

14、单选题：第4题第3步因此，可通过对上式求微分得到在 $\varepsilon \sim \varepsilon + d\varepsilon$ 的能量范围内面积元的面积为

- 选项：
A、
B、
C、
D、

参考：【】

15、单选题：第4题第4步根据对应关系，每个可能的微观状态在2r维 μ 空间中所占体积为 Ω ，则一维谐振子一个量子态占据 μ 空间的面积为 Ω 。可得在 $\varepsilon \sim \varepsilon + d\varepsilon$ 的能量范围内，一维线性谐振子的量子态数为

- 选项：
A、
B、
C、
D、

参考：【】

第二章 孤立系 测试

1、单选题：第二章第1题若一温度为 T_1 的高温物体向另一温度为 T_2 的低温物体传递热量，试用熵增加原理证明这一过程（热传导）为不可逆过程。证第1题第1步证明此题的基本思路：引进孤立系，再证明

其在热传导过程中熵是增加的，则由熵增加原理可确定该过程是不可逆过程。由于熵增加原理只适用于孤立系，所以我们可设想一温度为的热源与一温度为的物体构成一孤立系。由于热源很大，在热传导过程中，可认为其温度不变，且经历的过程为可逆过程，热源的熵增加为

选项：

- A、
- B、
- C、
- D、

参考：【】

2、单选题：第1题第2步 由于熵为态函数，可设物体经历一可逆等温过程由初态变为末态，在该过程中物体的熵增加为

选项：

- A、
- B、
- C、
- D、

参考：【】

3、单选题：第1题第3步与这一热传导过程的熵变相等。于是，孤立系经历热传导过程的熵变为

选项：

- A、 因此，根据熵增加原理，可以确定热传导过程为不可逆过程。
- B、 因此，根据熵增加原理，可以确定热传导过程为不可逆过程。
- C、 因此，根据熵增加原理，可以确定热传导过程为不可逆过程。
- D、 因此，根据熵增加原理，可以确定热传导过程为不可逆过程。

参考：【因此，根据熵增加原理，可以确定热传导过程为不可逆过程。】

4、单选题：第二章第4题 N个频率相同的三维经典谐振子的能量为 试求系统在能量范围内的微观状态数。解第4题第1步 直接计算系统在能量范围内的微观状态数比较困难，我们可以先来计算在能量范围 $H \leq E$ 内的微观状态数 作变量代换，，则有

选项：

- A、
- B、
- C、
- D、

参考：【】

5、单选题：第4题第2步 为了计算K，先计算一种算法为 由此解得

选项：

- A、
- B、
- C、
- D、

参考：【】

6、单选题：第4题第3步另一种算法为 由此可得

选项：

- A、
 - B、
 - C、
 - D、
- 参考：【】

7、单选题：第 4 题 第 4 步 比较两种算法可得
选项：

- A、
 - B、
 - C、
 - D、
- 参考：【】

8、单选题：第 4 题 第 5 步则在能量范围内的微观状态数为
选项：

- A、
 - B、
 - C、
 - D、
- 参考：【】

第三章 封闭系 测试(1)

1、单选题：第三章 第 1 题 对正则分布，系统处于s态的概率可表示为,试给出用表示的熵表达式.解第 1 题第 1 步 由系统处于s态的概率 (1) 可得系统的配分函数Z为
选项：

- A、 (2)
 - B、 (2)
 - C、 (2)
 - D、 (2)
- 参考：【 (2) 】

2、单选题：第 1 题第 2 步显然，满足归一化条件，即 (3) 通过配分函数可得正则分布中熵的表达式为
选项：

- A、 (4)
 - B、 (4)
 - C、 (4)
 - D、 (4)
- 参考：【 (4) 】

3、单选题：第 1 题第 3 步利用正则分布中内能的表达式
选项：

- A、 (5)
- B、 (5)
- C、 (5)

D、 (5)

参考：【 (5) 】

4、单选题：第 1 题第 4 步可将熵改写为

选项：

A、 (6)

B、 (6)

C、 (6)

D、 (6)

参考：【 (6) 】

5、单选题：第 1 题第 5 步根据式 (1) 和其归一化条件式 (3) 可得

选项：

A、 (7)

B、 (7)

C、 (7)

D、 (7)

参考：【 (7) 】

6、单选题：第 1 题第 6 步比较式 (6) 与式 (7) ， 可将正则分布中的熵 S 表示为

选项：

A、 (8)

B、 (8)

C、 (8)

D、 (8)

参考：【 (8) 】

7、单选题：第三章 第 2 题 对单原子分子理想气体， 试由正则分布验证玻尔兹曼关系.解 第 2 题第 1 步对单原子分子理想气体， 易得体系配分函数为

选项：

A、 (1)

B、 (1)

C、 (1)

D、 (1)

参考：【 (1) 】

8、单选题：第 2 题第 2 步 由 (1) 计算得到

选项：

A、 (2)

B、 (2)

C、 (2)

D、 (2)

参考：【 (2) 】

9、单选题：第 2 题第 3 步以及

选项：

A、 (3)

B、 (3)

C、(3)

D、(3)

参考：【(3)】

10、单选题：第2题第4步将式(2)和(3)代入熵的热力学公式(4)并考虑 $E=(3/2)NkT$ 可得

选项：

A、(5)

B、(5)

C、(5)

D、(5)

参考：【(5)】

11、单选题：第2题第5步由单原子分子理想气体微观状态数

选项：

A、(6)

B、(6)

C、(6)

D、(6)

参考：【(6)】

12、单选题：第2题第6步由以下式子(7)可得。

选项：

A、(7)

B、(7)

C、(7)

D、(7)

参考：【(7)】

13、单选题：第三章第3题 体积为 V 的容器内盛有A, B两种组分的单原子分子混合理想气体, 其原子数分别为 N_A 和 N_B , 温度为 T . 试用正则系综理论求此混合理想气体的物态方程、内能和熵. 解第3题第1步可以用经典统计理论处理单原子分子混合理想气体. 由 N_A 个A原子和 N_B 个B原子组成的单原子分子混合理想气体, 其能量的经典表达式为(1)式中, m_A 和 m_B 分别为A原子和B原子的质量. 体系的配分函数为

选项：

A、(2)

B、(2)

C、(2)

D、(2)

参考：【(2)】

14、单选题：第3题第2步进而, 有

选项：

A、(3)

B、(3)

C、(3)

D、(3)

参考：【(3)】

15、单选题：第3题第3步配分函数是两组元的配分函数之积.对式(3)取对数,有(4)可见,配分函数的对数是两组元的配分函数对数之和.故混合理想气体的压强为

选项:

A、(5)

B、(5)

C、(5)

D、(5)

参考:【(5)】

16、单选题:第3题第4步内能为

选项:

A、(6)

B、(6)

C、(6)

D、(6)

参考:【(6)】

17、单选题:第3题第5步熵为

选项:

A、(7)

B、(7)

C、(7)

D、(7)

参考:【(7)】

18、单选题:第三章第4题一个处于热平衡的系统,能量为E,能量平均值为,试求能量涨落与系统定容热容量的关系.解第4题第1步设体系能级的简并度为,体系的配分函数则为

选项:

A、(1)

B、(1)

C、(1)

D、(1)

参考:【(1)】

19、单选题:第4题第2步式中, $\beta=1/kT$.体系能量E的平均值为

选项:

A、(2)

B、(2)

C、(2)

D、(2)

参考:【(2)】

20、单选题:第4题第3步体系的能量E的平方平均值为

选项:

A、(3)

B、(3)

C、(3)

D、(3)

参考：【(3)】

21、单选题：第4题第4步体系的内能为定容热容量，或者这样，就可以得到选项：

A、(4)无论粒子间是否有相互作用，以上各式均成立.

B、(4)无论粒子间是否有相互作用，以上各式均成立.

C、(4)无论粒子间是否有相互作用，以上各式均成立.

D、(4)无论粒子间是否有相互作用，以上各式均成立.

参考：【(4)无论粒子间是否有相互作用，以上各式均成立.】

第三章 封闭系 测试(2)

1、单选题：第三章第6题 设一维线性谐振子能量的经典表达式为 试计算经典近似的振动配分函数 Z 、内能和熵. 解第6题第1步 本题可通过正则分布或麦-玻分布来获得系统的配分函数 Z ，从而得到内能和熵. 解决此类问题的关键是得到系统的配分函数，我们将以正则分布为例来给出此题的解题过程. 正则分布给出“封闭系”微观状态按能量分布的规律，即(1)式中，为玻尔兹曼因子，系统的配分函数为

(2) 在经典极限下，系统微观状态为连续分布，我们可以利用相空间来描述系统的力学运动状态，很容易由式(1)和式(2)两式描述的正则分布给出其经典极限形式：系统处于相体积 $d\Omega$ 内的概率为选项：

A、(3)

B、(3)

C、(3)

D、(3)

参考：【(3)】

2、单选题：第6题第2步系统的配分函数则为选项：

A、(4)

B、(4)

C、(4)

D、(4)

参考：【(4)】

3、单选题：第6题第3步这里，由于计算的是振动配分函数，所以不必考虑粒子置换带来的影响（粒子的全同性），式中的积分是对整个振动相空间进行的. 设和分别为第 i 个谐振子的坐标和动量，由式(4)可得系统的振动配分函数

选项：

A、(5)

B、(5)

C、(5)

D、(5)

参考：【(5)】

4、单选题：第6题第4步进一步计算得选项：

A、(6)

B、(6)

C、(6)

D、(6)

参考：【(6)】

5、单选题：第6题第5步可通过正则分布的热力学公式分别得到系统的内能和熵。系统的内能

选项：

A、(7)

B、(7)

C、(7)

D、(7)

参考：【(7)】

6、单选题：第6题第6步系统的熵

选项：

A、(8)

B、(8)

C、(8)

D、(8)

参考：【(8)】

7、单选题：第三章第8题气体的体积为 V ，温度为 T ，由 N 个可区分的零静止质量粒子构成，粒子的能量 ϵ 和动量 p 有关系 $\epsilon=cp$ ，式中， c 为光速，在 $p \sim p+dp$ 内，单粒子状态的数目为 Ω ，试求该气体的物态方程和内能。解第8题第1步本题可由多种解法求解。这里首先得到系统的配分函数，然后利用正则分布的热力学公式得到所需结果。设 ϵ_i 和 \mathbf{r}_i 分别为第 i 个粒子的能量、坐标和动量，由题意知，气体的能量为 E （1）题中所涉及系统为纯经典的极端相对论理想气体，体系的分布满足经典极限

选项：

A、(2)

B、(2)

C、(2)

D、(2)

参考：【(2)】

8、单选题：第8题第2步则系统的配分函数为

选项：

A、(3)

B、(3)

C、(3)

D、(3)

参考：【(3)】

9、单选题：第8题第3步将式(1)代入式(3)，并利用公式计算可得

选项：

A、(4)

B、(4)

C、(4)

D、(4)

参考：【(4)】

10、单选题：第8题第4步通过正则分布的热力学公式可以得到体系的物态方程和内能。体系的压强为选项：

A、(5)

B、(5)

C、(5)

D、(5)

参考：【(5)】

11、单选题：第8题第5步式(5)即为体系的物态方程。同样，也可得到体系的内能选项：

A、(6)

B、(6)

C、(6)

D、(6)

参考：【(6)】

12、单选题：第三章第11题晶体由N个原子组成，如图3-2所示。当原子离开正常位置而占据图中的格点间隙位置时，晶体中就出现空位和填隙原子。晶体的这种缺陷称为弗仑克尔(Frenkel)缺陷。假设正常位置和填隙位置数均为N，在晶体中形成n个空位和填隙原子，(1) 求出熵S；(2) 设原子在填隙位置和正常位置的能差为u，求当nN时的空位数n。的规律振动，若偶然测量其位置，试求在 $x \rightarrow x + dx$ 这一间隔内发现质点的几率。解第3题第1步 设质点运动的周期为T，则在 $x \rightarrow x + dx$ 间隔内发现质点的概率满足

选项：

A、 $dW = \rho(x)dx = 2dt/T, (1)$

B、 $dW = \rho(x)dx = dt/T, (1)$

C、 $dW = \rho(x)dx = 4dt/T, (1)$

D、 $dW = \rho(x)dx = 2Tdt, (1)$

参考：【 $dW = \rho(x)dx = 2dt/T, (1)$ 】

9、单选题：第3题第2步又

选项：

A、 $T = 2\pi\omega, (2)$

B、 $T = 2\pi/\omega, (2)$

C、 $T = 1/\omega, (2)$

D、 $T = \omega/2\pi, (2)$

参考：【 $T = 2\pi/\omega, (2)$ 】

10、单选题：第3题第3步且

选项：

A、 $dx = \cos(\omega t + \varphi)dt, (3)$

B、 $dx = \omega \cos(\omega t + \varphi) dt$, (3)

C、 $dx = -\omega \cos(\omega t + \varphi) dt$, (3)

D、 $dx = \omega \sin(\omega t + \varphi) dt$, (3)

参考：【 $dx = \omega \cos(\omega t + \varphi) dt$, (3)】

11、单选题：第3题 第4步则在 $x \rightarrow x + dx$ 间隔内发现质点的概率为选项：

A、 $dW = \frac{1}{2\pi\omega} \frac{dx}{\cos(\omega t + \varphi)} = \frac{dx}{2\pi\omega\sqrt{1-x^2}}$. (4)

B、 $dW = \frac{1}{2\pi} \frac{dx}{\cos(\omega t + \varphi)} = \frac{dx}{2\pi\sqrt{1-x^2}}$. (4)

C、 $dW = \frac{1}{\pi} \frac{dx}{\cos(\omega t + \varphi)} = \frac{dx}{\pi\sqrt{1-x^2}}$. (4)

D、 $dW = \frac{2\pi}{\omega^2} \frac{dx}{\cos(\omega t + \varphi)} = \frac{2\pi dx}{\omega^2\sqrt{1-x^2}}$. (4)

参考：【 $dW = \frac{1}{\pi} \frac{dx}{\cos(\omega t + \varphi)} = \frac{dx}{\pi\sqrt{1-x^2}}$. (4)】

12、单选题：第4题 证明 $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_E = \frac{p}{C_V} - T\left(\frac{\partial p}{\partial E}\right)_V$ 证第4题 第1步 易知 $\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_E = -\left(\frac{\partial T}{\partial E}\right)_V \left(\frac{\partial E}{\partial V}\right)_T$,

(1) 又由

选项：

A、 $dE = TdS + pdV$, (2)

B、 $dE = -TdS - pdV$, (2)

C、 $dE = -TdS + pdV$, (2)

D、 $dE = TdS - pdV$, (2)

参考：【 $dE = TdS - pdV$, (2)】

13、单选题：第4题 第2步可得

选项：

A、 $\left(\frac{\partial E}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T - p$. (3)

B、 $\left(\frac{\partial E}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T + p$. (3)

C、 $\left(\frac{\partial E}{\partial V}\right)_T = -T\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T + p$. (3)

$$D、\left(\frac{\partial E}{\partial V}\right)_T = -T\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T - p. \quad (3)$$

$$\text{参考: } \left[\left(\frac{\partial E}{\partial V}\right)_T = T\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T - p. \quad (3)\right]$$

14、单选题：第4题 第3步将式(3)代入式 (1) 有选项：

$$A、\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_E = -\frac{p}{C_V} - T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V\left(\frac{\partial T}{\partial E}\right)_V \text{得证.}$$

$$B、\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_E = \frac{p}{C_V} + T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V\left(\frac{\partial T}{\partial E}\right)_V \text{得证.}$$

$$C、\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_E = \frac{p}{C_V} - T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V\left(\frac{\partial T}{\partial E}\right)_V \text{得证.}$$

$$D、\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_E = -\frac{p}{C_V} + T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V\left(\frac{\partial T}{\partial E}\right)_V \text{得证.}$$

$$\text{参考: } \left[\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_E = \frac{p}{C_V} - T\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_V\left(\frac{\partial T}{\partial E}\right)_V \text{得证.}\right]$$

15、单选题：第5题 试求绝对零度下电子气的化学势.解第5题 第1步 在体积V和在动量 $p \sim p + dp$ 范围内, 单电子可能的微观状态数为

选项：

$$A、\frac{4\pi V}{h^3} p^2 dp, \quad (1)$$

$$B、\frac{4\pi V}{h^2} p dp, \quad (1)$$

$$C、\frac{2\pi V}{h^2} p dp, \quad (1)$$

$$D、\frac{8\pi V}{h^3} p^2 dp, \quad (1)$$

$$\text{参考: } \left[\frac{8\pi V}{h^3} p^2 dp, \quad (1)\right]$$

16、单选题：第5题 第2步由式 (1) 可得, 在体积V和在能量范围 $\varepsilon \sim \varepsilon + d\varepsilon$ 内, 电子可能的微观状态数为

选项：

$$A、g(\varepsilon)d\varepsilon = \frac{4\pi V}{h^3} (2m)^{3/2} \varepsilon^{1/2} d\varepsilon. \quad (2)$$

$$B、g(\varepsilon)d\varepsilon = \frac{4\pi Vm}{h^2} d\varepsilon. \quad (2)$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/318037134013006032>