

一、选择题：

4. 根据热力学第二定律可知：

- (A) 功可以全部转换为热，但热不能全部转换为功.
- (B) 热可以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
- (C) 不可逆过程就是不能向相反方向进行的过程.
- (D) 一切自发过程都是不可逆的.

[       ]

5. 一平面简谐波在弹性媒质中传播，在媒质质元从最大位移处回到平衡位置的过程中

- (A) 它的势能转换成动能.
- (B) 它的动能转换成势能.
- (C) 它从相邻的一段媒质质元获得能量，其能量逐渐增加.
- (D) 它把自己的能量传给相邻的一段媒质质元，其能量逐渐减小.

[       ]

6. 沿着相反方向传播的两列相干波，其表达式为

$$y_1 = A \cos 2\pi(\nu t - x/\lambda) \quad \text{和} \quad y_2 = A \cos 2\pi(\nu t + x/\lambda).$$

叠加后形成的驻波中，波节的位置坐标为

- (A)  $x = \pm k\lambda$  .
- (B)  $x = \pm \frac{1}{2}k\lambda$  .
- (C)  $x = \pm \frac{1}{2}(2k+1)\lambda$  .
- (D)  $x = \pm(2k+1)\lambda/4$  .

其中的  $k = 0, 1, 2, 3, \dots$ .

[       ]

7. 一束光强为  $I_0$  的自然光垂直穿过两个偏振片，且此两偏振片的偏振化方向成  $45^\circ$  角，则穿过两个偏振片后的光强  $I$  为

- (A)  $I_0/4\sqrt{2}$  .
- (B)  $I_0/4$  .
- (C)  $I_0/2$  .
- (D)  $\sqrt{2}I_0/2$  .

[       ]

9. 若  $\alpha$  粒子(电荷为  $2e$ )在磁感应强度为  $B$  均匀磁场中沿半径为  $R$  的圆形轨道运动，则  $\alpha$  粒子的德布罗意波长是

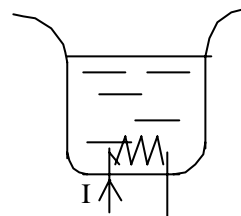
- (A)  $h/(2eRB)$  .
- (B)  $h/(eRB)$  .
- (C)  $1/(2eRBh)$  .
- (D)  $1/(eRBh)$  .

[       ]

二、填空题:

1.  $A$ 、 $B$ 、 $C$  三个容器中皆装有理想气体, 它们的分子数密度之比为  $n_A : n_B : n_C = 4 : 2 : 1$ , 而分子的平均平动动能之比为  $\overline{w_A} : \overline{w_B} : \overline{w_C} = 1 : 2 : 4$ , 则它们的压强之比  $p_A : p_B : p_C =$ \_\_\_\_\_.

2. 水的定压比热为  $4.2 \text{ J/g} \cdot \text{K}$ . 有  $1 \text{ kg}$  的水放在有电热丝的开口桶内, 如图所示. 已知在通电使水从  $30^\circ \text{C}$  升高到  $80^\circ \text{C}$  的过程中, 电流做功为  $4.2 \times 10^5 \text{ J}$ , 那么过程中系统从外界吸收的热量  $Q =$ \_\_\_\_\_.



3. 已知  $1 \text{ mol}$  的某种理想气体(其分子可视为刚性分子), 在等压过程中温度上升  $1 \text{ K}$ , 内能增加了  $20.78 \text{ J}$ , 则气体对外做功为\_\_\_\_\_, 气体吸收热量为\_\_\_\_\_.

(普适气体常量  $R = 8.31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

4. 一平面简谐波沿  $x$  轴负方向传播. 已知  $x = -1 \text{ m}$  处质点的振动方程为  $y = A \cos(\omega t + \phi)$ , 若波速为  $u$ , 则此波的表达式为\_\_\_\_\_.

5. 用波长为  $\lambda$  的单色光垂直照射置于空气中的厚度为  $e$  折射率为  $1.5$  的透明薄膜, 两束反射光的光程差  $\delta =$ \_\_\_\_\_.

6. 把双缝干涉实验装置放在折射率为  $n$  的媒质中, 双缝到观察屏的距离为  $D$ , 两缝之间的距离为  $d$  ( $d \ll D$ ), 入射光在真空中的波长为  $\lambda$ , 则屏上干涉条纹中相邻明纹的间距是\_\_\_\_\_.

7. 某单色光垂直入射到一个每毫米有  $800$  条刻线的光栅上, 如果第一级谱线的衍射角为  $30^\circ$ , 则入射光的波长应为\_\_\_\_\_.

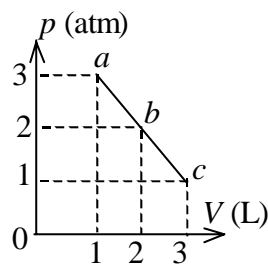
8. 质子在加速器中被加速, 当其动能为静止能量的  $3$  倍时, 其质量为静止质量的\_\_\_\_\_倍.

9. 根据量子力学理论, 氢原子中电子的动量矩为  $L = \sqrt{l(l+1)} \hbar$ , 当主量子数  $n = 3$  时, 电子动量矩的可能取值为\_\_\_\_\_.

### 三、计算题（共 40 分）

1. 一定量的理想气体，由状态  $a$  经  $b$  到达  $c$ . (如图， $abc$  为一直线)求此过程中

- (1) 气体对外作的功;
- (2) 气体内能的增量;
- (3) 气体吸收的热量. ( $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ )



2. 一横波方程为  $y = A \cos \frac{2\pi}{\lambda}(ut - x)$ , 式中  $A = 0.01 \text{ m}$ ,  $\lambda = 0.2 \text{ m}$ ,  $u = 25 \text{ m/s}$ , 求  $t = 0.1 \text{ s}$  时在  $x = 2 \text{ m}$  处质点振动的位移、速度、加速度.

3. 一束平行光垂直入射到某个光栅上, 该光束有两种波长的光,  $\lambda_1 = 440 \text{ nm}$ ,  $\lambda_2 = 660 \text{ nm}$  ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ). 实验发现, 两种波长的谱线(不计中央明纹)第二次重合于衍射角  $\varphi = 60^\circ$  的方向上. 求此光栅的光栅常数  $d$ .

5. 能量为  $15 \text{ eV}$  的光子, 被处于基态的氢原子吸收, 使氢原子电离发射一个光电子, 求此光电子的德布罗意波长.

(电子的质量  $m_e = 9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ , 普朗克常量  $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$ )

### 参考答案

一、选择题: (每题 3 分, 共 30 分)

4. (D) 5. (C) 6. (D) 7. (B) 9. (A)

二、填空题:

1.  $1:1:1$

2.  $-2.1 \times 10^5 \text{ J}$  负号 1 分, 数值及单位

参考解: 如果加热使水经历同样的等压升温过程, 应有

$$Q' = \Delta E + W' = mc(T_2 - T_1)$$

可知

$$\Delta E = mc(T_2 - T_1) - W'$$

现在通电使水经历等压升温过程, 则应有

$$\therefore Q = \Delta E + W' - W_{\text{电}}$$

$$\therefore Q = mc(T_2 - T_1) - W_{\text{电}} = -2.1 \times 10^5 \text{ J}$$

3.  $8.31 \text{ J}$

$29.09 \text{ J}$

4.  $y = A \cos\{\omega[t + (1+x)/u] + \phi\}$  (SI)

5.  $3e + \lambda/2$  或  $3e - \lambda/2$

6.  $D\lambda/(dn)$

7.  $6250 \text{ \AA}$  (或  $625 \text{ nm}$ )

8. 4 3 分

9.  $0, \sqrt{2}\hbar, \sqrt{6}\hbar$

### 三、计算题

1.解: (1) 气体对外作的功等于线段  $\bar{ac}$  下所围的面积

$$W = (1/2) \times (1+3) \times 1.013 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-3} \text{ J} = 405.2 \text{ J}$$

(2) 由图看出  $P_a V_a = P_c V_c \quad \therefore T_a = T_c$

内能增量  $\Delta E = 0$ .

(3) 由热力学第一定律得

$$Q = \Delta E + W = 405.2 \text{ J}.$$

2. 解:  $y = A \cos 2\pi \frac{ut - x}{\lambda} = -0.01 \text{ m}$

$$v = \left. \frac{dy}{dt} \right|_{x=2, t=0.1} = -A \frac{2\pi u}{\lambda} \sin(2\pi \frac{ut - x}{\lambda}) = 0$$

$$a = \frac{d^2 y}{dt^2} = -A \left( \frac{2\pi u}{\lambda} \right)^2 \cos(2\pi \frac{ut - x}{\lambda}) = 6.17 \times 10^3 \text{ m/s}^2$$

3. (10 分)解: 由光栅衍射主极大公式得

$$d \sin \varphi_1 = k_1 \lambda_1$$

$$d \sin \varphi_2 = k_2 \lambda_2$$

$$\frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2} = \frac{k_1 \lambda_1}{k_2 \lambda_2} = \frac{k_1 \times 440}{k_2 \times 660} = \frac{2k_1}{3k_2}$$

当两谱线重合时有  $\varphi_1 = \varphi_2$

即  $\frac{k_1}{k_2} = \frac{3}{2} = \frac{6}{4} = \frac{9}{6} \dots\dots\dots$

两谱线第二次重合即是

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{6}{4}, \quad k_1=6, \quad k_2=4$$

由光栅公式可知  $d \sin 60^\circ = 6\lambda_1$

$$d = \frac{6\lambda_1}{\sin 60^\circ} = 3.05 \times 10^{-3} \text{ mm}$$

5.解: 远离核的光电子动能为

$$E_K = \frac{1}{2} m_e v^2 = 15 - 13.6 = 1.4 \text{ eV}$$

则  $v = \sqrt{\frac{2E_K}{m_e}} = 7.0 \times 10^5 \text{ m/s}$

光电子的德布罗意波长为

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m_e v} = 1.04 \times 10^{-9} \text{ m} = 10.4 \text{ \AA}$$