

## 第七章 热力学基础 参考答案

### 一、选择题

1-5 D B B B B    6-11 C C A C A B

### 二、填空题

1. 包含热现象在内的能量转化和守恒定律

2. 从初态到末态，各中间态都可以近似看作平衡态的过程

3.  $\frac{V_0(P_1 - P_0)}{P_0(V_1 - V_0)}$

4. 260J                  -280J

5.

E	A	Q
-	0	-
-	-	-
-	+	0
0	-	-
-	+	-
-	+	+

6. 95K

7. 开尔文表述：不可能制成一种循环动作的热机，从单一热源取热，使之完全变为功而不引起其它变化。

克劳修斯表述：不可能把热量从低温物体传向高温物体而不引起其它变化。

8. 进行方向      熵增加的方向

9 状态 无序度 平衡态 不变的

$$10. -C(1/V_2 - 1/V_1)$$

三、简答题

略

四 计算与证明题

1

$$(1) \text{ 从 a-b 过程 } A_1 = \int_{V_0}^{2V_0} P dV = \int_{V_0}^{2V_0} \frac{C}{V} dV = P_0 V_0 \ln 2$$

$$\text{从 b-c 过程 } A_2 = -0.5 P_0 V_0$$

$$\text{从 c-a 过程 } A_3 = 0$$

$$\text{历经整个循环后 系统对外做功 } A = A_1 + A_2 + A_3 = P_0 V_0 (\ln 2 - 0.5)$$

$$(2) Q_{a-b} = P_0 V_0 \ln 2$$

$$Q_{c-a} = \frac{5}{2} R (T_c - T_a) = \frac{5}{4} P_0 V_0$$

$$Q_{\text{吸}} = Q_{a-b} + Q_{c-a} = P_0 V_0 (\ln 2 + \frac{5}{4})$$

$$\text{故 总效率 } \eta = \frac{A}{Q_{\text{吸}}} = 9.89\%$$

2 假设两条等温线相交于一点，再做一条等温线，它与两条绝热线组成一循环，且循环只对应与一种恒温热源，这表明工作物质历经一次循环后可将吸收的全部热量全部用来对外做功，而不引起其他变化。

这违反了热力学第二定律。所以假设不成立。

3 (1) 制冷机所需最小功率即为卡诺制冷机的制冷功率

低温  $T_2=300\text{K}$ ，高温  $T_1=310\text{K}$ ；

此空调的制冷系数  $W_c=T_2/(T_1-T_2)=30$ ；

又有空调器的制冷系数  $W_c = Q/P$ ；

dt 时间内空调从室内吸收的热量  $Q=P*dt$ ;

所以有  $P=Q/W_c=P*dt/(W_c*dt)=66.7W$ ;

(2) 在此过程中, 此空调视为热泵

低温  $T_2=300K$ , 高温  $T_1=310K$ ;

此空调的制冷系数  $W_c=T_2/(T_1-T_2)=30$ ;

又有空调器的制冷系数

$$W_c = Q_2/A=(|Q_1|-A)/A=((|Q_1|-A)/dt)/(A/dt) = (|Q_1|/dt-P)/P$$

每秒传入房间的热量  $|Q_1|/dt=(W+1)*P=667w$ ;

4

(1)白天卡诺机工作于制冷状态, 由室内吸收热量  $Q_2$  放到室外热量  $Q_1$ ,

$T_1=373K$ ,  $T_2=293K$ ;

则  $W=Q_2/A=T_2/(T_1-T_2)$ ;  $A=Q_2/W=Q_2*(T_1-T_2)/T_2$ ;

即  $Q_2=C(T_1-T_2)$   $A=Q_2/W=C*(T_1-T_2)^2/T_2=1.09*10^4w$ ;

(2)晚上卡诺机处于制热状态, 从室外吸收热量  $Q_1$ , 放到室内热量  $Q_2$ ,

$T_1=173K$ ,  $T_2=293K$ ;

$W=Q_1/A=T_1/(T_2-T_1)$ ;  $Q_1=A*T_1/(T_2-T_1)$ ;

$Q_1=A*T_1/(T_2-T_1)$ ;

而  $Q_2=Q_1+A=C*(T_2-T_1)=T_1*A/(T_2-T_1)+A$ ;

所以  $A=C*(T_2-T_1)^2/T_2=2.46*10^4w$ ;

5 人体温度为  $T_1=310K$ ,  $T_2=288K$ ;

熵增加量即为人体和环境的熵增加量之和,

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = -Q/T_1 + Q/T_2 = Q*(1/T_1 - 1/T_2) = 1.92*10^3 J/K$$