

6. 热力学基础

班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

一、选择题

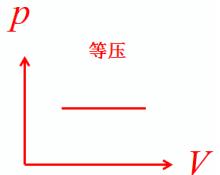
$$Q = \Delta E + W$$

1. 对于一定量的理想气体，下列过程中可能实现的是：

ΔE 为 0, Q 为 0, W 只能是 0, 不做功。 Q 为 0, W 为 0, E 只能为 0, 温度不变。

(A) 恒温下绝热膨胀做功； (B) 绝热过程中体积不变而温度上升；

(C) 恒压下温度不变； (D) 吸热而温度不变。例如：等温过程
见右图，恒压过程 T 随 V 变化



2. 一定量的理想气体，如果内能的增量 $dE = \frac{M}{\mu} C_v dT$ ，那么它的适用条件是：

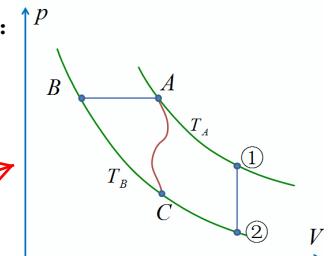
(A) 必须温度升高； (B) 应该是双原子分子气体；

(C) 任何热力学过程； (D) 必须是等体过程。



适应于理想气体的一切过程 $\Delta E_{AB} = \Delta E_{①②} = \Delta E_{AC}$

根据公式中字母的位置判断字母所代表的物理量。



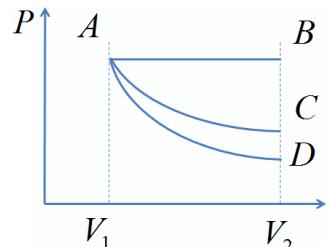
3. 如图所示，一定量理想气体从体积 V_1 膨胀到体积 V_2 分别经历的过程是： $A \rightarrow B$ 等压过程； $A \rightarrow C$ 等温过程； $A \rightarrow D$ 绝热过程，其中吸热最多的过程： $Q = \Delta E + W$

(A) 是 $A \rightarrow B$

(B) 是 $A \rightarrow C$ 由图中 D 、 B 、 C 位置可判断 $T_B > T_C > T_D$ 可知 E 变化
过程线下的面积代表做功，可知 W

(C) 是 $A \rightarrow D$

(D) 既是 $A \rightarrow B$ 也是 $A \rightarrow C$ ，两过程吸热一样多。



4. 用下列两种方法：(1) 使高温热源的温度 T_1 升高 ΔT ；(2) 使低温热源的温度 T_2 降低同样的 ΔT 值。

代入特殊值容易算 例如： $T_1=500$, $T_2=300$, $\Delta T=20$

分别可使卡诺循环的效率升高 $\Delta\eta_1$ 和 $\Delta\eta_2$ ，两者相比：

(A) $\Delta\eta_1 > \Delta\eta_2$; (B) $\Delta\eta_2 > \Delta\eta_1$; (C) $\Delta\eta_1 = \Delta\eta_2$; (D) 无法确定哪个大。

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \left\{ \begin{array}{l} \eta_1 = 1 - \frac{T_2}{T_1 + \Delta T} \\ \eta_2 = 1 - \frac{T_2 - \Delta T}{T_1} \end{array} \right.$$

5. 一绝热容器被隔板分为两半，一半是真空，另一半理想气体，若把隔板抽出，气体将进行自由膨胀，

达到平衡后：

$Q = \Delta E + W$ 自由膨胀不做功， $W=0$ ；绝热说明 $Q=0$ ；所以 $E=0$ ，温度不变。

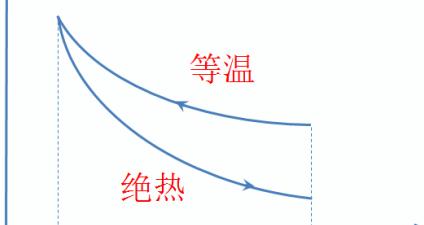
(A) 温度不变，熵增加； (B) 温度升高，熵增加；

(C) 温度降低，熵增加； (D) 温度不变，熵不变。

()

二、1

等温过程， $Q = W = -|A_1|$



二、填空题

等温过程内能不变，绝热过程做功 $|A_2|$ ，所以内能增加 $-|A_2|$

1. 某理想气体等温压缩到给定体积时对外界气体作功 $|A_1|$ ，又经绝热膨胀返回原来体积时气体对外作功 $|A_2|$ ，则整个过程中气体(1)从外界吸收的热量 $Q = \underline{-|A_1|}$ ；(2)内能增加了 $\Delta E = \underline{-|A_2|}$ 。

2. 3mol 的理想气体开始时处在压强 $p_1=6\text{atm}$ 、温度 $T_1=500\text{K}$ 的平衡态，经过一个等温过程，压强变为 $p_2=3\text{atm}$ ，该气体在等温过程中吸收的热量为 $Q = \underline{8.64 \times 10^3}$ J。等温过程 $Q = W = vRT \ln \frac{p_1}{p_2}$

3. 单原子理想气体在等压下膨胀所作的功为 W ，则传递给气体的热量是 详解在后面。

4. 对下列过程中各物理量用符号“+， - 或 0”填入表中：

物理量 过程	ΔV	ΔP	ΔT	ΔE	W	Q
等容升温	0	+	+	+	0	+
等压膨胀	+	0	+	+	+	+
等温压缩	-	+	0	0	-	-
绝热膨胀	+	-	-	-	+	0

5. 在一个孤立系统内，一切实际过程都向着状态概率 增大 的方向进行，这就是热力学第二定律的统计意义，从宏观上说，一切与热现象有关的实际的过程都是 不 可逆的。

二、3. 详解

$$\left. \begin{array}{l} p(V_2 - V_1) = W \\ pV = \nu RT \end{array} \right\} \nu R(T_2 - T_1) = \nu R\Delta T = W \quad \left. \begin{array}{l} \Delta E = \nu C_{v,m} \Delta T = \nu \frac{3}{2} R \Delta T \end{array} \right\} \Delta E = \frac{3}{2} W$$

$$\therefore Q = \frac{3}{2} W + W = \frac{5}{2} W$$

6. 热力学基础参考答案

一、选择题：1、D； 2、C； 3、A； 4、B； 5、A

二、填空题：1、 $-|A_1|, -|A_2|$ ； 2、 $8.64 \times 10^3 \text{ J}$ ； 3、 $5W / 2$ ；

4、

	ΔV	ΔP	ΔT	ΔE	A	Q
等容升温	0	+	+	+	0	+
等压膨胀	+	0	+	+	+	+
等温压缩	-	+	0	0	-	-
绝热膨胀	+	-	-	-	+	0

5、增大，不

三、计算题：

1、解：(1) p - V 图如右图：

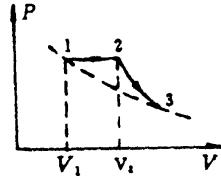
$$(2) T_1 = 273 + 27 = 300 \text{ K} \quad \text{由: } V_1/T_1 = V_2/T_2$$

$$\text{得: } T_2 = V_2 T_1 / V_1 = 600 \text{ K} ;$$

$$\text{所以: } Q = \nu C_{p,m} (T_2 - T_1) = 1.25 \times 10^4 \text{ J}$$

$$(3) \Delta E = 0 ; (C_{p,m} = 5R/2)$$

$$(4) \text{由: } Q = \Delta E + W \quad \text{得: } W = Q = 1.25 \times 10^4 \text{ J}$$



注： ν 表示物质的量 $\nu = \frac{m'}{M} = \frac{\text{总质量}}{\text{摩尔质量}}$ ，不同课本符号不一致，这里用汉字说明一下。

2、解：在等压过程中： $V_1 = V_0 T_1 / T_0$

$$\text{又: } \frac{m'}{M} = \frac{p_0 V_0}{R T_0}; \quad C_v = \frac{5}{2} R$$

$$\text{得: } W_1 = p_0 (V_1 - V_2) = 200 \text{ (J)} , \quad W_2 = \frac{5}{2} \frac{p_0 V_0}{T_0} (T_1 - T_2) = 500 \text{ (J)}$$

系统在整个过程中作的功为： $W = W_1 + W_2 = 700 \text{ J}$

3、解：(1) 气体对外作的功： $W = (p_c + p_a)(V_c - V_a) / 2 = 405.2 \text{ (J)}$

(2) 由图中可以看出： $p_a V_a = p_c V_c$ ，所以 $T_a = T_c$ ， $\Delta E = 0$

(3) 由热力学第一定律： $Q = \Delta E + W = 405.2 \text{ J}$

$$4、解：(1) \because \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\therefore \text{在第一个循环中 } Q_1 = \frac{W}{1 - \frac{T_2}{T_1}} = 3.2 \times 10^4 (J)$$

$$\text{又 } \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad \therefore Q_2 = Q_1 \frac{T_2}{T_1} = 2.4 \times 10^4 (J)$$

$$\text{在第二个循环中 } Q_1' = W' + Q_2 = 1.0 \times 10^4 + 2.4 \times 10^4 = 3.4 \times 10^4 (J)$$

注意：此处低温热源 T_2 没变， Q_2 也没变。

$$\therefore \eta = \frac{W'}{Q_1'} = \frac{1.0 \times 10^4}{3.4 \times 10^4} = 29.4\%$$

$$(2) \because \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1'} = 29.4\% \quad \therefore T_1' = 425(K)$$

5、解：(1) 过程 ab 和 bc 为吸热过程，所吸热量为：

$$Q_1 = C_{v,m}(T_b - T_a) + C_{p,m}(T_c - T_b) = 3(P_b V_b - P_a V_a)/2 + 5(P_c V_c - P_b V_b) / 2 = 800J$$

(2) 循环过程对外所作的功为图中矩形面积：

$$W = P_b(V_c - V_b) - P_d(V_d - V_a) = 100J$$

$$(3) T_a = P_a V_a / R; \quad T_b = P_b V_b / R; \quad T_c = P_c V_c / R; \quad T_d = P_d V_d / R;$$

$$T_a T_c = P_a V_a P_c V_c / R = 12 \times 10^4 / R^2; \quad T_d T_b = P_d V_d P_b V_b / R = 12 \times 10^4 / R^2$$

$$\therefore T_a T_c = T_b T_d$$