

本试卷适应范围  
机制 151--156

# 南京农业大学试题纸

2016-2017 学年第二学期

课程类型: 选修

试卷类型: A、B (√)

课程号 MEEN4110

课程名 工程热力学

学分 2

学号

姓名

班级

签名

题号	一	二	三	四	五	总分	签名
得分							

备注: (允许使用计算器)

## 一、 填空题 (每空 1 分, 共计 12 分)

- 组成制冷系统的四大设备是 压缩机, 冷凝器, 节流阀, 蒸发器。
- 工质经历一个可逆吸热过程后, 其熵会 增大。(填: 增大、减小或不变)
- 用 U 形管差压计测量凝汽器的压力, 采用水银作测量液体, 测得水银柱高为 720.6mm。已知当时当地大气压力  $P_b=750\text{mmHg}$ , 则凝汽器内蒸汽的绝对压力为 1470.6 mmHg。
- 理想气体绝热自由膨胀, 膨胀前后温度变化  $\Delta T$  20, 熵变  $\Delta S$  70。(填: 增大、减小或不变)
- 对逆卡诺制冷循环, 冷热源的温度越大, 则制冷系数将 增大。
- 多热源可逆热机热效率  $\eta_{\text{卡诺}}$  与相同温度界限的卡诺热机的热效率  $\eta_{\text{卡诺}}$  相比, 二者的大小关系为  $\eta_{\text{卡诺}} < \eta_{\text{卡诺}}$ , 可逆循环  $\Delta S$  与不可逆循环  $\Delta S$  的关系为  $\Delta S_{\text{可逆循环}} = \Delta S_{\text{不可逆循环}}$ 。
- 某压气机采用  $n$  级压缩, 已知: 初压  $P_1$ , 要求终压  $P_2$ , 当各级压气机采用相同的增压比时压气机的耗功量最少, 此时增压比  $\pi =$   $\sqrt[n]{P_2/P_1}$ 。

## 二、 选择题 (每空 2 分, 共计 10 分)

- 制冷循环的工作好坏是以 D 来区分的。  
(A) 制冷系数的大小 (B) 制冷能力的大小 (C) 耗功量的大小 (D) A 和 B
- 准静态过程, 系统经过的所有状态都接近于 D。  
(A) 初态 (B) 环境状态 (C) 邻近状态 (D) 平衡状态
- 如果热机从热源吸热 100KJ, 对外做功 100KJ, 则 B。  
(A) 违反热力学第一定律 (B) 违反热力学第二定律 (C) 不违反第一、第二定律 (D) A 和 B
- 在 T-S 图上, 任意一个逆向循环其 C。  
(A) 吸热大于放热 (B) 吸热等于放热 (C) 吸热小于放热 (D) 吸热和放热关系不定
- 卡诺循环的热效率, 只与 B 有关。  
(A) 热源与冷源的温差 (B) 热源与冷源的温度 (C) 吸热过程中的吸热量 (D) 循环中对外所做的功 W

## 三、 判断题: (对的打“√”, 错的打“×”, 每小题 2 分, 共 12 分)

- 如果多级压缩的分级越多, 且每两级之间均设置中间冷却措施, 则压气机消耗的轴功将减少的越多。(X)
- 准静态过程一定是可逆过程。(X)
- 若从某一初态经可逆与不可逆两条路径到达同一终点, 则不可逆途径的  $\Delta S$  必大于可逆过程的  $\Delta S$  (X)



- 4、概括性（回热）卡诺循环的热效率与卡诺热机的热效率相同。（ $\checkmark$ ）  
 5、物质的温度越高，则所具有的热量愈多。（ $\times$ ）  
 6、熵流可能大于零、等于零或小于零而熵产不可能小于零。（ $\checkmark$ ）

#### 四、简答题（共计 32 分）

- 1、压缩比升高对汽油机所对应的理想循环（定容加热循环）的性能有何影响？是否压缩比越高越好？

（5分）  
 答：压缩比 $\epsilon$ 升高，汽油机的热效率提高<sup>+2</sup>，但由于吸入的是汽油和空气的混合气，如 $\epsilon$ 太高气体会提前爆燃，效率反而会降低<sup>+3</sup>

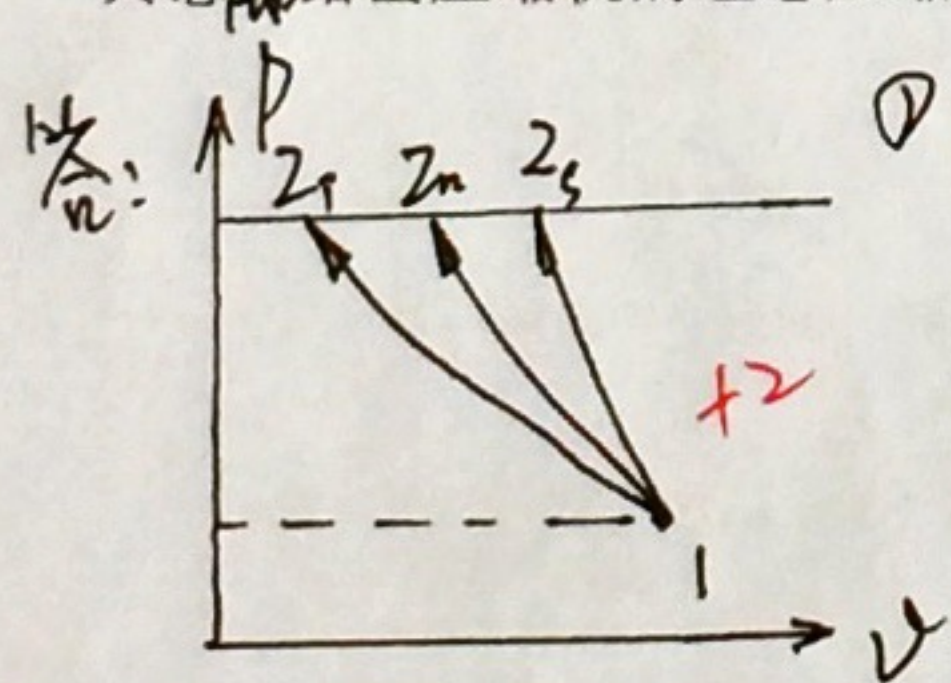
- 2、状态量（参数）与过程量有什么不同？常用的状态参数哪些是可以直接测定的？哪些又是不可直接测定的？

（6分）  
 答：状态量只跟过程初、终态有关而跟中间过程无关，过程量不仅与初、终态有关<sup>+2</sup>还与中间状态有关，常见状态参数为  $p, T, v, u, h, s$ ，可直接测定  $p, T, v$ <sup>+1</sup>

- 3、三块相同的金属块被加热到温度  $T_A$ ，第一块迅速被冷却到环境温度  $T_0$ ，其熵变为  $\Delta S_1$ ；第二块在环境中缓慢冷却到  $T_0$ ，其熵变为  $\Delta S_2$ ；第三块先与温度为  $T_B$  ( $T_A > T_B > T_0$ ) 的热源接触，达到平衡后再被冷却到环境温度  $T_0$ ，其熵变为  $\Delta S_3$ ；试说明这三个过程  $\Delta S_1$ 、 $\Delta S_2$  和  $\Delta S_3$  的大小关系。并简要说明理由。

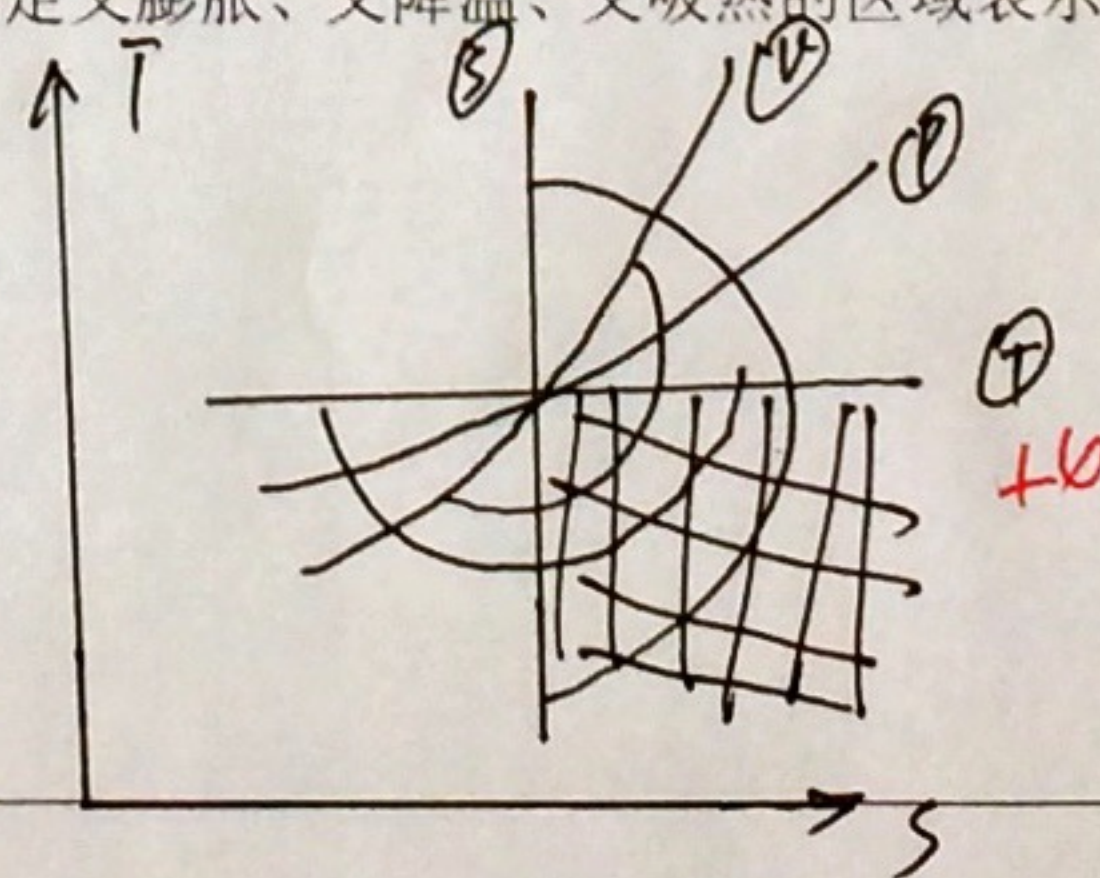
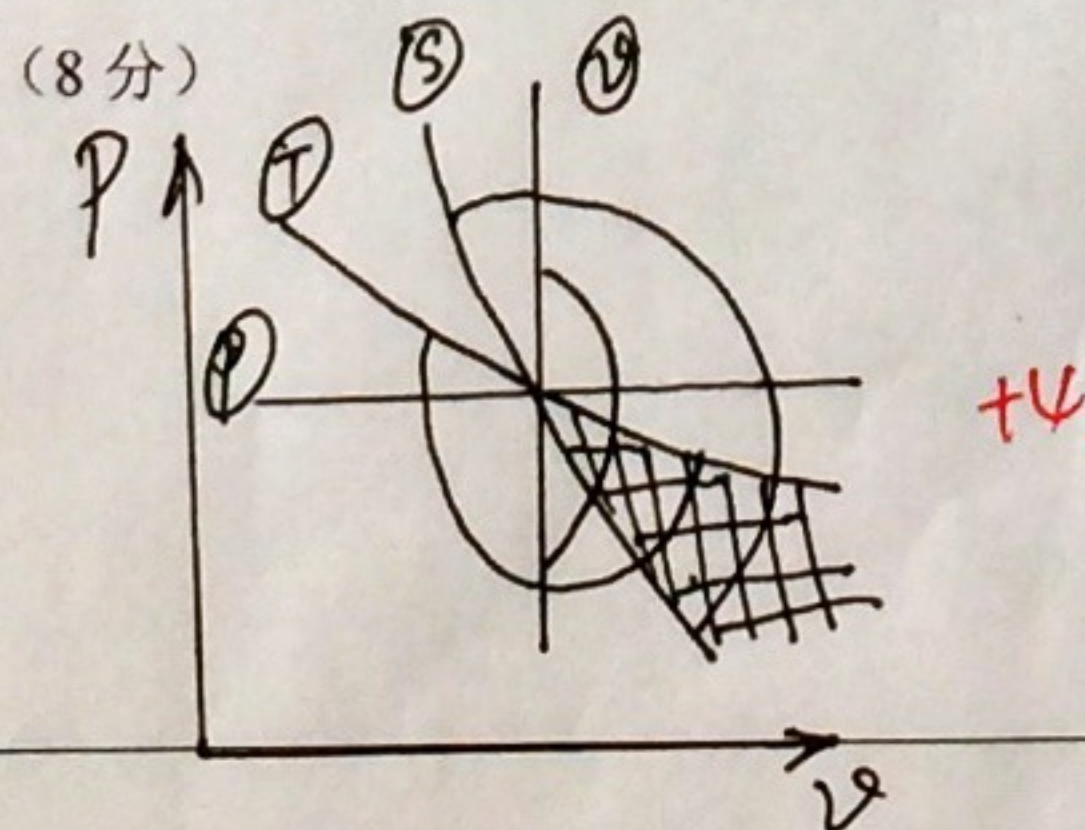
（5分）  
 答： $\Delta S_1 = \Delta S_2 = \Delta S_3$  因为熵是状态量。

- 4、通过分析压缩机从同一初态分别经可逆定温压缩、可逆绝热压缩和可逆多变压缩三种压缩过程到相同的终态<sup>1</sup>给出压缩机的理想压缩过程，并分析采用多级压缩的原因。（8分）



① 从  $p-v$  图可见，三种压缩过程中，定温压缩过程线占纵坐标围的面积最少，耗功量最少<sup>+3</sup>  
 ② 采用多级压缩的原因，为了降低压缩比，否则排气温度会很高，设备会因温度高而引起损坏<sup>+3</sup>

- 5、在同一  $p-v$ 、 $T-s$  图上画出四种基本过程线，并将工质同时满足又膨胀、又降温、又吸热的区域表示出来。

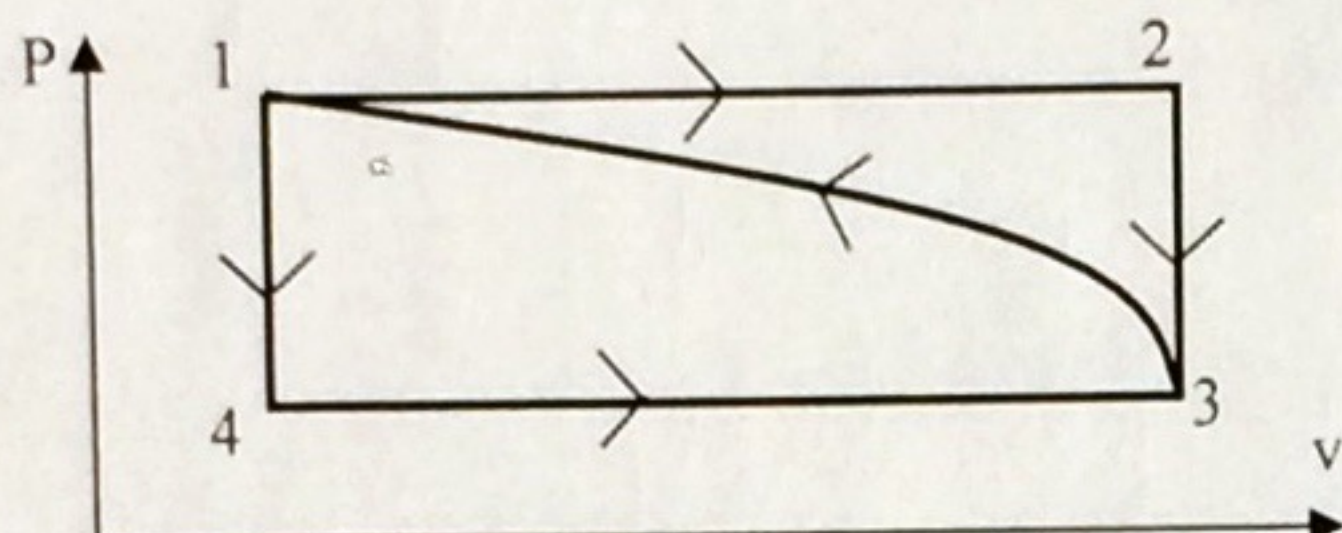




# 五、计算题 (共计 34 分)

1、一闭口系从状态 1 沿 1-2-3 到状态 3，传递外界热量 20KJ，对外做功 50KJ，p-v 图如图所示。

- (1) 1-4-3 变化时，对外做功 15KJ，求该过程系统与外界交换的热量。
- (2) 从 3 沿曲线到 1，外界对系统做功 20KJ，求该过程系统与外界交换的热量。
- (3)  $U_2=100\text{KJ}$ ， $U_3=80\text{KJ}$ ，求过程 2-3 传递的热量和状态 1 的内能。(10 分)



解：由闭口系能量方程  $Q = \Delta U + W$  知

$$\Delta U_{13} = Q_{123} - W_{123} = -20 - 50 = -70 \text{ kJ}$$

$$\Delta U_{123} = \Delta U_{143} = \Delta U_{13} = -\Delta U_{31}$$

$$\textcircled{1} Q_{143} = \Delta U_{13} + W_{143} = -70 + 15 = -55 \text{ kJ}$$

$$\textcircled{2} Q_{31} = \Delta U_{31} + W_{31} = 70 - 20 = 50 \text{ kJ}$$

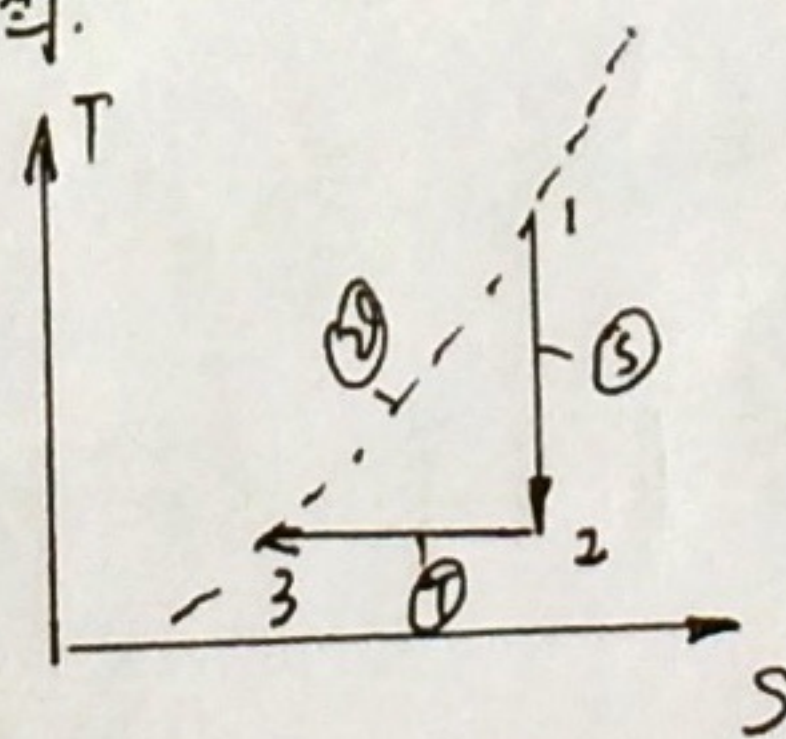
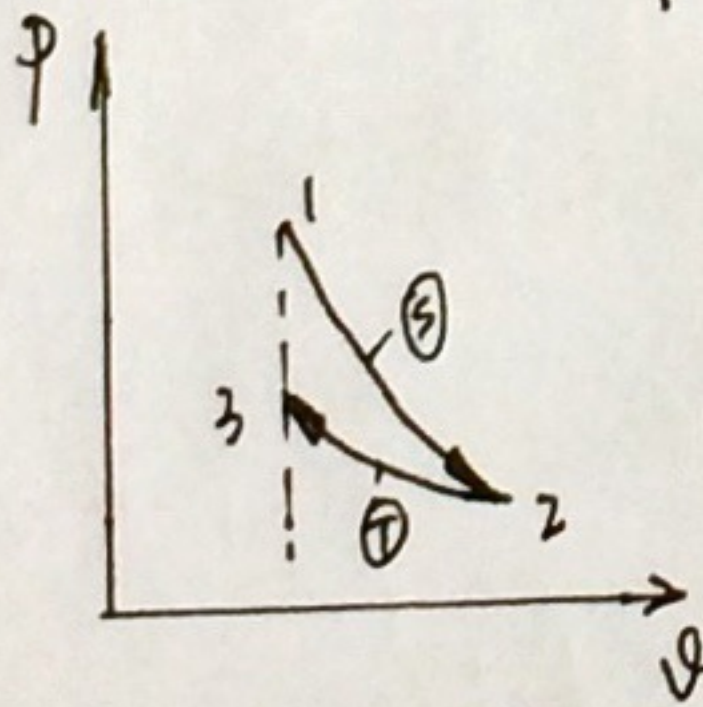
$$\textcircled{3} Q_{23} = W_{23} + \Delta U_{23} = 0 + U_3 - U_2 = 80 - 100 = -20 \text{ kJ}$$

$$\Delta U_{13} = U_3 - U_1 \Rightarrow U_1 = 150 \text{ kJ}$$

2、0.5kmol 理想气体氮，由  $25^\circ\text{C}$ ， $2\text{m}^3$  可逆绝热膨胀到  $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$ ，然后在此状态的温度下可逆定温压缩回到  $2\text{m}^3$ 。1) 画出各过程的 p-v 图及 T-s 图；2) 计算整个过程的  $Q$ ， $W$ ， $\Delta U$ ， $\Delta H$  及  $\Delta S$ 。(取定值比

热  $C_{vm} = nC_v = 12.471 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ ) (12 分)

解：① 画出过程的 p-v 图及 T-s 图。



② 计算整个过程的  $Q$ ， $W$ ， $\Delta U$ ， $\Delta H$  及  $\Delta S$

① 先计算各状态参数

$$p_1 = \frac{nRT_1}{V_1} = \frac{500 \text{ mol} \times 8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K} \times (273 + 25)}{2 \text{ m}^3} = 6.19 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$T_2 = T_1 \left( \frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} = 298 \times \left( \frac{1.013 \times 10^5}{6.19 \times 10^5} \right)^{\frac{1.4-1}{1.4}} = 144.3 \text{ K}$$

$$T_3 = T_2 = 144.3 \text{ K} \quad V_3 = V_1 = 2 \text{ m}^3 \quad p_3 = \frac{500 \times 8.314 \times 144.3}{2} = 2.9 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$Q_{123} = Q_{12} + Q_{23} = Q_{23} = W_{123} = nRT_2 \ln \frac{V_3}{V_2} = -649.4 \text{ kJ}$$

$$W_{123} = W_{12} + W_{23} = U_1 - U_2 + W_{123} = nC_{vm}(T_1 - T_2) + nRT_2 \ln \frac{V_3}{V_2} = 316.1 \text{ kJ}$$

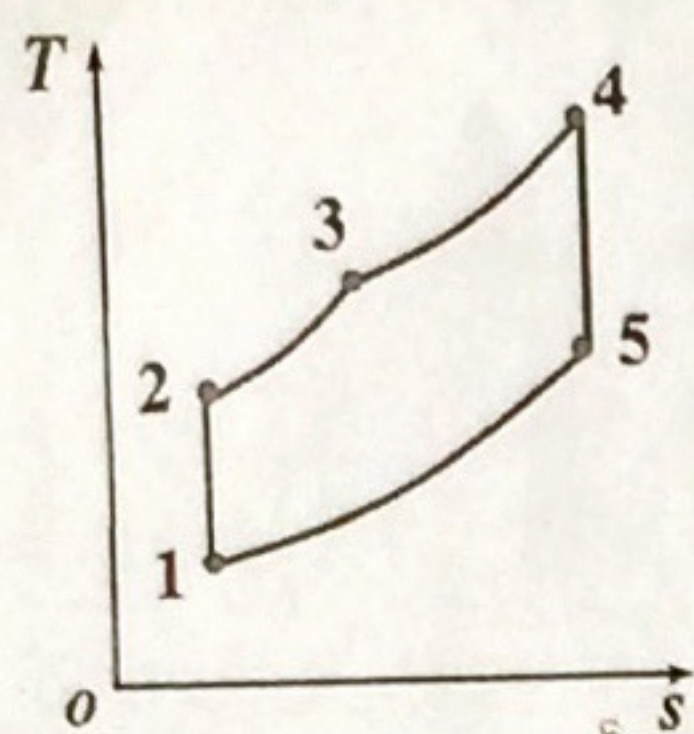
$$\Delta U_{13} = Q_{13} - W_{13} = -965.5 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{13} = nC_{pm}(T_3 - T_1) = 0 \text{ U} + \Delta(pV) = -965.52 + (300 - 619.39) \times 10^3 \times 2 \times 10^{-3} = 1604.6 \text{ kJ}$$

$$\Delta S_{123} = n(C_{vm} \ln \frac{T_3}{T_1} + R \ln \frac{V_3}{V_1}) = 500 \times 12.471 \ln \frac{144.3}{298} = -4.56 \text{ kJ/K}$$



- 3、已知柴油机混合加热理想循环  $P_1=0.17\text{MPa}$ 、 $T_1=333\text{K}$ ，压缩比  $\varepsilon=14.5$ ，气缸中气体最大压力  $10.3\text{MPa}$ ，循环加热量  $q_1=900\text{kJ/kg}$ 。设工质为空气，比热容为定值并取  $C_p=1.004\text{kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ ， $C_v=0.718\text{kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ ， $k=1.4$ ；环境温度  $T_0=293\text{K}$ ，压力  $P_0=0.1\text{MPa}$ 。试求各点的状态并求循环热效率。(12分)



$$V_1 = \frac{R_g T_1}{P_1} = 0.562 \text{ m}^3/\text{kg} \quad +1$$

$$V_2 = \frac{V_1}{\varepsilon} = 0.0387 \text{ m}^3/\text{kg} \quad +1$$

$$1-2 \text{ 定熵过程有 } P_2 = P_1 \left( \frac{V_1}{V_2} \right)^k = P_1 \varepsilon^k = 7.18 \times 10^3 \text{ Pa} \quad +1$$

$$T_2 = \frac{P_2 V_2}{R_g} = 968 \text{ K} \quad +1$$

$$2-3 \text{ 过程为定容过程 } V_2 = V_3 \quad P_4 = P_3 = P_{\max} = 10.3 \text{ MPa}$$

$$T_3 = \frac{P_3 V_3}{R_g} = 1389 \text{ K} \quad +1$$

$$q_{cv} = C_v (T_3 - T_1) = 302 \text{ kJ/kg} \quad +1$$

$$q_{cp} = q_1 - q_{cv} = 598 \text{ kJ/kg} \quad +1$$

$$3-4 \text{ 过程为定压燃烧过程。} \quad P_4 = P_3 = 10.3 \text{ MPa}$$

$$q_{ip} = 0 = q(T_4 - T_3) \Rightarrow T_4 = 1985 \text{ K} \quad +1$$

$$V_4 = \frac{R_g T_4}{P_4} = 0.055 \text{ m}^3/\text{kg} \quad +1$$

$$P_5 = P_4 \left( \frac{V_4}{V_5} \right)^k = 0.398 \text{ MPa} \quad +1$$

$$T_5 = \frac{P_5 V_5}{R_g} = 779 \text{ K} \quad +1$$

$$q_2 = C_v (T_5 - T_1) = 320 \text{ kJ/kg} \quad W_{\text{net}} = q_1 - q_2 = 580 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_t = \frac{W_{\text{net}}}{q_1} = 0.644 \quad +1$$