

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

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 14 分)

- 1、热力系与外界发生 热 交换而引起的熵变化称为熵流  $\Delta S_f$ 。熵产值  $\Delta S_g$  恒  $\geq$  (填: 大于零、小于零或等于零)
- 2、定温、定熵两过程的 P-V 图曲线, 定熵 过程的曲线更陡峭。
- 3、有一均质等截面长杆, 两端分别由温度为  $t_1$ ,  $t_2$  的两热源保持  $t_1$  和  $t_2$  不变, 如取此杆为热力系统, 则系统处于 稳态 状态。
- 4、热力循环按目的来分, 有正向循环和逆向循环两类。正向循环的目的是 输出动力。
- 5、热量和功量正负号规定, 当热力系从外界吸热时, 热量为 正, 外界向系统做功时, 功量为 负。
- 6、状态参数只跟过程 始末状态 有关, 而跟经历的路线无关。工程热力学中常用的状态参数有 P、T、 $v$ 、 $u$ ,  $h$  和  $s$ 。
- 7、卡诺循环的组成 两个等温、两个等熵。
- 8、根据卡诺定理, 在相同高、低温热源间工作的一切不可逆机的热效率  $\eta_{\text{不可逆}}$  和可逆机的热效率  $\eta_{\text{可逆}}$  的大小关系为  $\eta_{\text{不可逆}} < \eta_{\text{可逆}}$ 。
- 9、某压气机采用三级压缩, 已知: 初压  $P_1=1\text{MPa}$ , 要求终压  $P_2=27\text{MPa}$ , 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  $\pi =$  3。
- 10、一台逆循环装置可供暖和制冷两用, 已知耗功  $5\text{kJ}$ , 同时从一大水池中取热  $15\text{kJ}$ 。如果装置的目的是向高温环境供暖, 则供暖系数为  $\varepsilon' =$  4。
- 11、一个热力系统如果和外界只有能量交换而无物质交换, 则该系统称为 闭口系。

## 二、选择题 (每空 2 分, 共计 10 分)

- 1、某制冷机在热源  $T_1=300\text{K}$ , 及冷源  $T_2=250\text{K}$  之间工作, 其制冷量为  $750\text{KJ}$ , 消耗功为  $450\text{KJ}$ , 此制冷机是 B。  
(A) 可逆的; (B) 不可逆的; (C) 不可能的; (D) 可逆或不可逆的。
- 2、同时工作在温度恒定的  $T_1$  和  $T_2$  之间的概括性卡诺循环热机的热效率  $\eta_{\text{概括性}}$  和卡诺循环的热效率  $\eta_{\text{卡诺机}}$  的关系为 C。  
(A)  $\eta_{\text{概括性}} > \eta_{\text{卡诺机}}$  (B)  $\eta_{\text{概括性}} < \eta_{\text{卡诺机}}$  (C)  $\eta_{\text{概括性}} = \eta_{\text{卡诺机}}$  (D) 不确定
- 3、制冷循环的制冷系数  $\varepsilon$  是 D。  
(A) 只能大于 1 (B) 等于 1 (C) 小于 1 (D) 以上三种情况都有可能
- 4、初态 1 和终态 2 间, 有一可逆过程和一不可逆过程, 两过程的工质为同量的同一气体, C。  
(A) 可逆过程工质的熵变量可以计算, 不可逆过程工质的熵变量无法计算  
(B)  $\Delta S_{12(\text{不可逆})} < \Delta S_{12(\text{可逆})}$  (C)  $\Delta S_{12(\text{不可逆})} = \Delta S_{12(\text{可逆})}$  (D)  $\Delta S_{12(\text{不可逆})} > \Delta S_{12(\text{可逆})}$



5、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

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

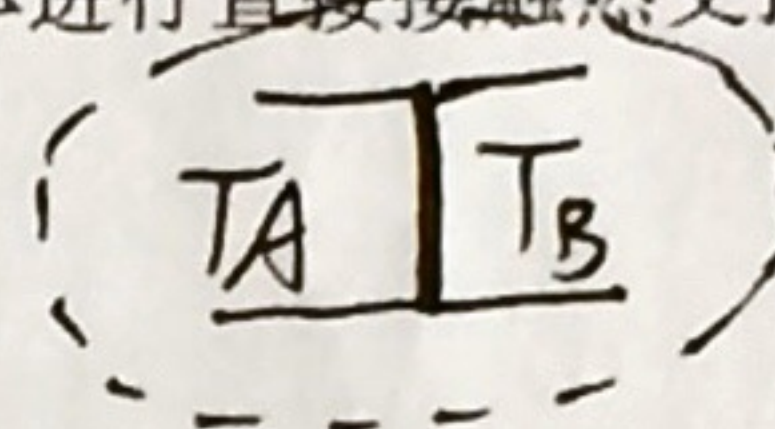
- 1、对一定大小汽缸的活塞式压气机，因余隙容积的存在，压缩每千克气体的理论耗功增大，但压气机产量下降。(×)
- 2、一个可逆过程一定是准平衡过程，没有任何形式能量耗散的准平衡过程一定也是可逆过程。(√)
- 3、工作在 1000K 和 300K 热源之间的不可逆热机，其热效率一定大于 70%。(×)
- 4、通用摩尔气体常量 R 和气体常数  $R_g$  的关系为  $R=R_g/M$ 。(×)
- 5、卡诺循环的热效率不仅取决于其热源和冷源的温度，而且与工质的性质还有关系。(×)
- 6、从同一初态 1 分别经二个不同过程最终到达相同的终态 2，这二个过程的作功量一定相同。(×)

### 四、简答题 (共计 14 分)

- 1、两个质量 m 和比热 c 相同，温度分别为  $T_A$  和  $T_B$  的二固体热物体进行直接接触热交换，请推导说明达到热平衡的过程是一个不可逆过程。(7 分)

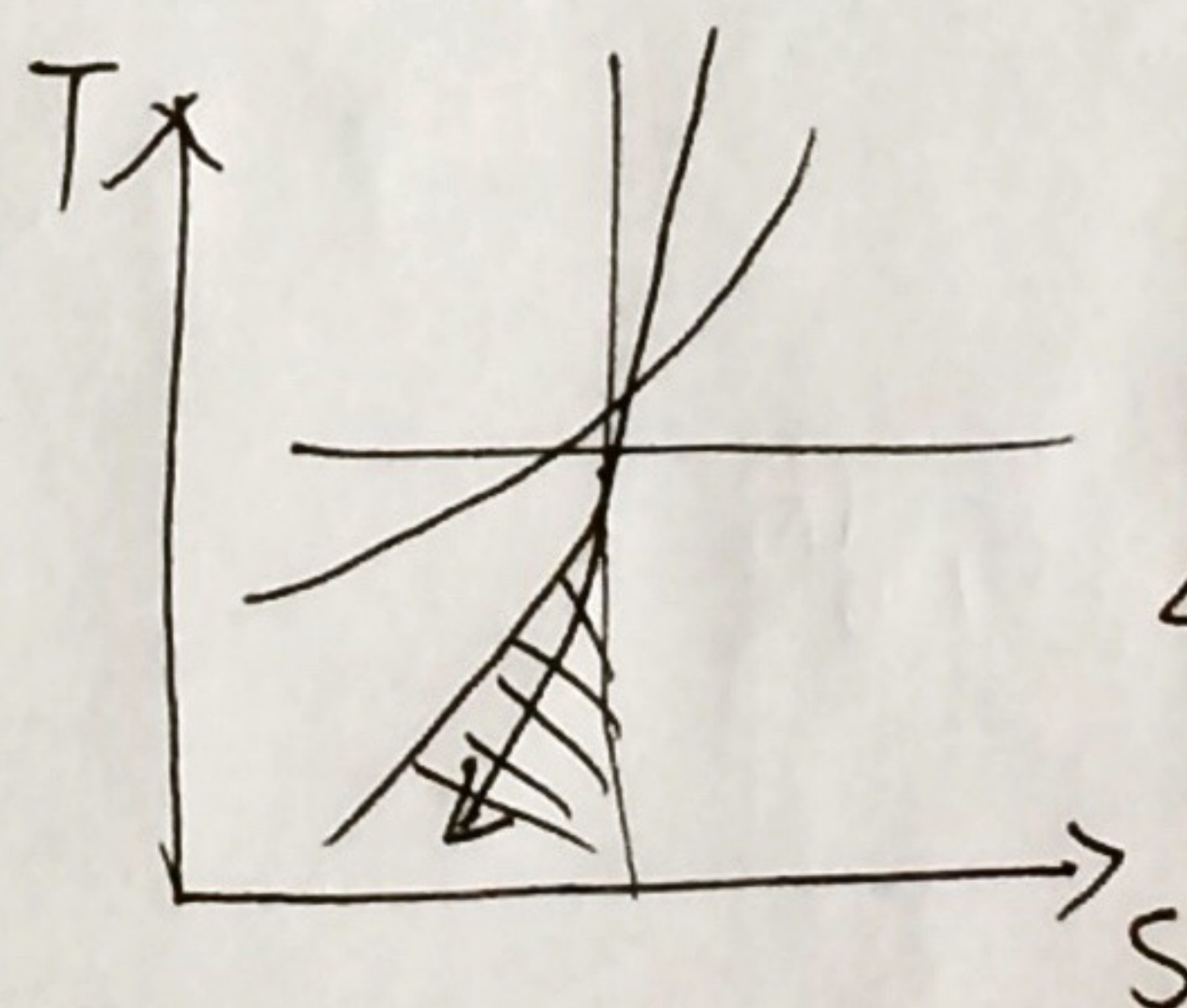
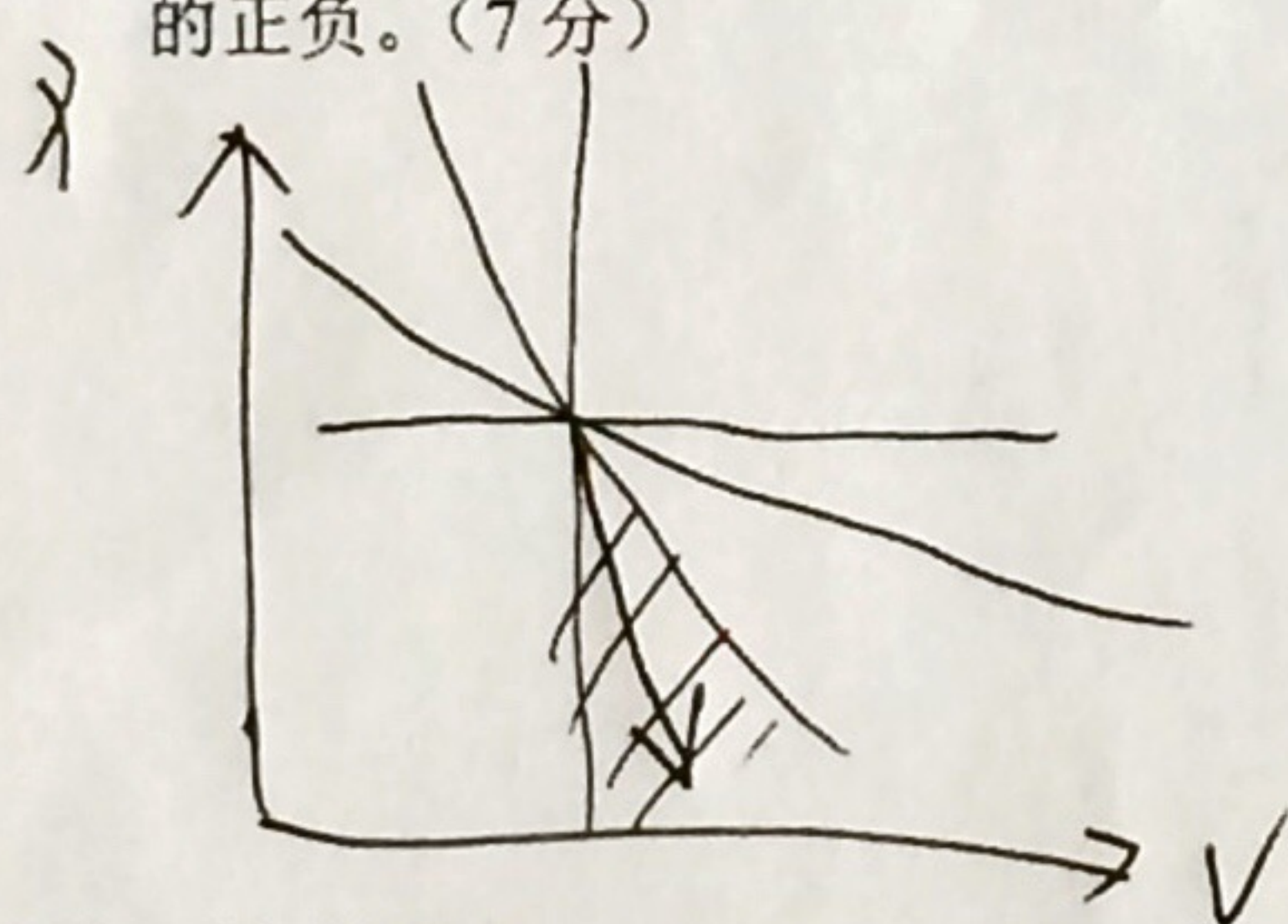
$$T_m = \frac{1}{2}(T_A + T_B)$$

$$\Delta S_{iso} = \Delta S_A + \Delta S_B = C_m \left( \ln \frac{T_m}{T_A} + \ln \frac{T_m}{T_B} \right) = C_m \ln \frac{T_m^2}{T_A T_B} > 0.$$



热平衡

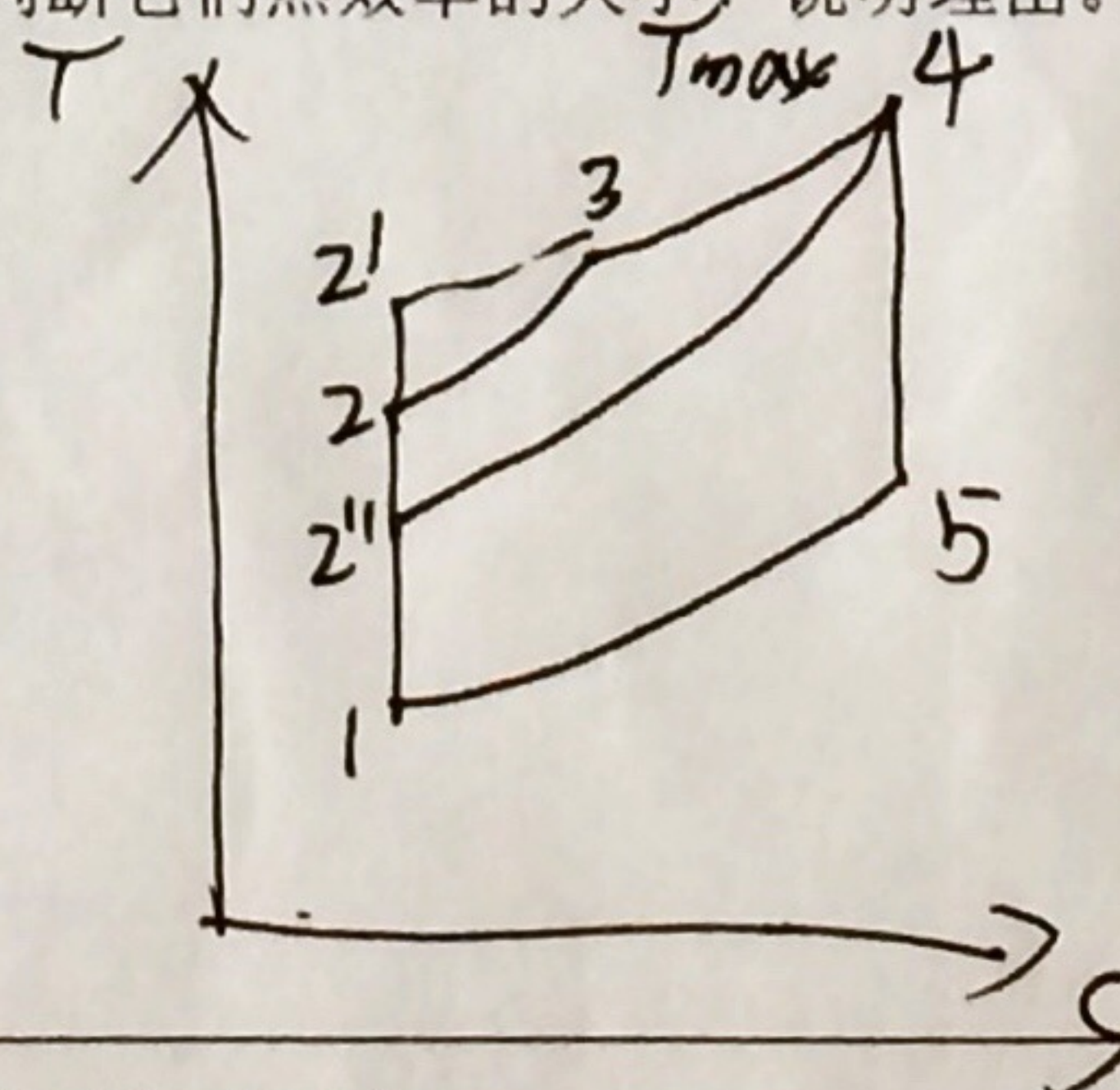
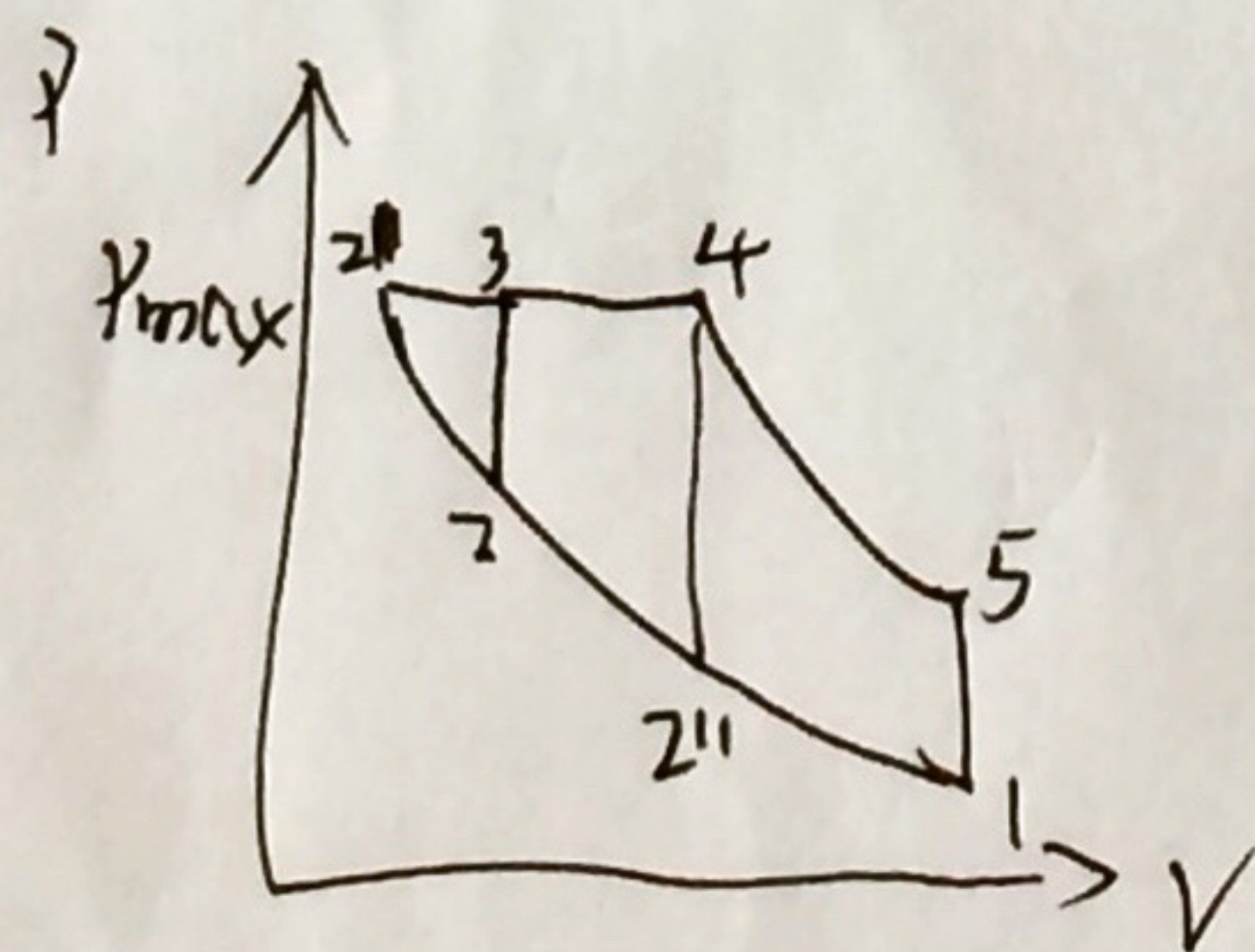
- 2、请将满足条件：工质既膨胀，又降温，又放热的多变过程表示在 P-V 图及 T-S 图上，并判断 q, w,  $\Delta u$  的正负。(7 分)



$$\begin{aligned} q &< 0 \\ w &> 0 \\ \Delta u &< 0 \end{aligned}$$

### 五、计算题 (共计 50 分)

- 1、活塞式内燃机三种理想循环在初态相同， $P_{max}$ 、 $T_{max}$  相同情况下，试分别在同一个 p-v 图和同一个 T-S 图上画出它们的比较循环，并分析判断它们热效率的大小？说明理由。(10 分)



$$\begin{aligned} q_{2p} &= q_{2m} = q_{2v} \\ q_{1p} &> q_{1m} > q_{1v} \\ \Rightarrow \eta_{tp} &> \eta_{tm} > \eta_{tv} \end{aligned}$$



2、已知某体积为  $V=1\text{m}^3$  的绝热容器原为真空，不小心有一小孔，周围空气缓慢漏入，直到内部压力与外部环境压力相同，假定容器仍可看作绝热容器。已知大气压力  $P_0=1 \times 10^5\text{Pa}$ ， $T_0=300\text{K}$ ，空气的  $R=0.287\text{KJ/kg}\cdot\text{K}$ ，比热比  $k=1.4$ ， $c_v=0.717\text{KJ/kg}\cdot\text{K}$ ， $c_p=1.004\text{KJ/kg}\cdot\text{K}$

求：（1）容器内空气的终温；

（2）漏入的空气量；（10分）

选容器为热力学系，则为开口系，不稳定流

$$\delta Q = dE + (h_2 + \frac{c_2^2}{2} + gz_2)\delta m_2 - (h_1 + \frac{c_1^2}{2} + gz_1)\delta m_1 + \delta W_s$$

$$\delta Q = 0 \quad \text{忽略动能、位能} \quad \frac{c_1^2}{2} = 0 = \frac{c_2^2}{2}$$

$$dE = dU \quad gz_1 = gz_2 = 0$$

$$\delta m_2 = 0$$

$$\text{不做功 } \delta W_s = 0$$

$$\Rightarrow dU - h_1 \delta m_1 = 0$$

$$\text{已知： } \Delta U = h_1 m_1 \quad u_1 = 0$$

$$\Rightarrow U_2 = h_1 m_1$$

$$c_v T_2 = c_p T_0 m_1$$

$$m_1 = \frac{P_0 V}{R g T} = 1.16 \text{kg}$$

$$\Rightarrow T_2 = 487.3 \text{K}$$

3、压气机中压缩空气，压缩前参数为： $P_1=1\text{bar}$ ， $v_1=1\text{m}^3/\text{Kg}$ ，压缩后参数为  $P_2=8\text{bar}$ ， $v_2=0.2\text{m}^3/\text{Kg}$ 。若压缩过程中每千克空气内能增加为  $150\text{KJ/Kg}$ ，同时对外放热  $50\text{KJ/Kg}$ ，压气机每分钟生产  $10\text{Kg}$  压缩空气。求：（1）压缩过程中对每千克空气所作的功；（ $1\text{bar}=10^5\text{Pa}$ ）

（2）每生产  $1\text{Kg}$  压缩空气所需的功（技术功）；

（3）带动此压气机所用电动机的功率？（10分）

$$Q = \Delta U + W$$

$$\begin{matrix} -50 & 150 \end{matrix}$$

$$\Rightarrow W = -200 \text{KJ/kg}$$

$$P = \frac{10}{60} \times W_t$$

$$= 43.33 \text{kW}$$

$$Q = \Delta H + W_t$$

$$Q = -50 \text{KJ/kg}$$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta(PV)$$

$$= 150 + (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$= 210 \text{KJ/kg}$$

$$\Rightarrow W_t = -260 \text{KJ/kg}$$



4、两个质量相等皆为  $m$ 、比热相同且为定值  $c$  的物体。设 A 物体初温为  $T_A$ , B 物体初温为  $T_B$ , 用它们作可逆热机的有限热源和有限冷源, 热机工作到两物体温度相等为止。

(1) 证明平衡时的温度  $T_m = \sqrt{T_A T_B}$

(2) 求热机作出的最大功量;

(3) 如果两物体直接接触进行热交换至热量相等时, 求平衡温度及两物体总熵变化量。(10 分)

孤立系: A, B, 热机

$$\Delta S = \Delta S_A + \Delta S_B = 0$$

$$mc \int_{T_A}^{T_m} \frac{dT}{T} + mc \int_{T_B}^{T_m} \frac{dT}{T} = 0$$

$$\Rightarrow T_m^2 = T_A T_B$$

$$T_m = \sqrt{T_A T_B}$$

$$Q_1 = mc(T_A - T_m)$$

$$Q_2 = mc(T_m - T_B)$$

$$W_{\max} = Q_1 - Q_2$$

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow T_m = \frac{T_A + T_B}{2}$$

$$\Delta S = \Delta S_A + \Delta S_B = mc \int_{T_A}^{T_m} \frac{dT}{T} + mc \int_{T_B}^{T_m} \frac{dT}{T} = mc \ln \frac{(T_A + T_B)^2}{4 T_A T_B}$$

5、利用逆向卡诺机作为热泵向房间供暖, 设室外温度为  $-5^\circ\text{C}$ , 室内温度保持  $20^\circ\text{C}$ , 要求每小时向室内供热  $2.5 \times 10^4 \text{ kJ}$ , 试求:

(1) 循环的供暖系数为多少?

(2) 每小时从室外吸热量?

(3) 热泵由电机驱动, 设电机效率为 95%, 求电机的为多少?

(4) 如果直接用电炉取暖, 每小时的耗电量为几度 (KWh)? (10 分)

$$\epsilon = \frac{Q_H}{Q_H - Q_0} = \frac{T_H}{T_H - T_0} = \frac{20 + 273}{20 - (-5)} = 11.72$$

$$Q_H = 2.5 \times 10^4 \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow Q_0 = 22.87 \times 10^3 \text{ kJ}$$

$$W = Q_H - Q_0 = 2133.11 \text{ kJ}$$

$$P = \frac{W / 0.95}{3600} = 0.62 \text{ kW}$$

$$P_{\text{电}} = Q_H = 2.5 \times 10^4 \text{ kJ/h} = \frac{2.5 \times 10^4}{3600} \text{ kJ/s} = 6.94 \text{ kW}$$

$20^\circ\text{C}$

