

华中科技大学

二〇〇四年招收硕士研究生入学考试试题

考试科目: 工程热力学

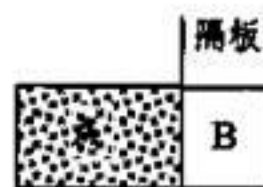
适用专业: 工程热物理、热能工程、动力机械及工程、流体机械及工程、制冷
剂低温工程、化工工程机械、供热、供燃气、通风及空调工程

(除画图题外, 所有答案都必须写在答题纸上, 写在试
题上及草稿纸上无效, 考完后试题随答题纸交回)

1. 回答下列问题

(1) 有一类热力学系统被称作控制质量, 也称作封闭系统 (或闭口系统)。试给出这种热力学系统的具体定义, 并解释两种不同称呼的一致性。(5 分)

(2) 刚性绝热容器中间用隔板分为两部分, A 中存有高压空气, B 中保持真空, 如右图所示。若将隔板抽去, 试分析容器中空气的热力学能如何变化? 若容器中所装的为固定隔板, 隔板上有一小孔, 气体从 A 泄漏入 B 中, 试分析当 A、B 两侧压力相同时 A、B 两部分气体的热力学能如何变化? (5 分)



自由膨胀

(3) 熵的数学定义式为 $ds = \frac{dq_{\text{可逆}}}{T}$, 比热容的定义式为 $c = \frac{dq}{dT}$, 故有 $ds = \frac{cdT}{T}$ 。理想气体的比热容是温度的单值的函数, 若由此认为理想气体的熵也是温度的单值函数, 试问这一结论是否正确? 若不正确, 错在何处? (5 分)

(4) 试说明绝热过程的过程功 w 和技术功 w_t 的计算式

$$w = u_1 - u_2; \quad w_t = h_1 - h_2$$

的适用条件。(5 分)

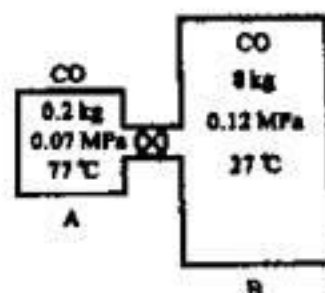
(5) 容积为 $V \text{ m}^3$ 的容器内有压力为 P 的汽水混合物 $m \text{ kg}$, 已知在压力 P 下的饱和水与饱和蒸汽各参数 (即 $v', v'', h', h'', s', s''$ 已知), 试以各已知量表达容器内汽水混合物的总熵。(5 分)

(6) 已知湿空气的温度 t 和相对湿度 ϕ 。试说明根据已知条件计算求解该湿空气露点的方法。(5 分)

2. 透平（涡轮）机以空气为工质。进口处空气的温度 $t_1 = 277^\circ\text{C}$ ，空气的质量流率为 $\dot{m} = 50\text{ kg/min}$ ，透平机稳定地发出的功率 $\dot{W} = 160\text{ kW}$ ，散热率 $\dot{Q} = 480\text{ kJ/min}$ 。

已知空气的定压比热容 $c_p = 1.004\text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ ，气体常数 $R_g = 0.287\text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ ，若空气的流动动能和重力位能可以忽略不计，求透平机出口处的空气温度。（20分）

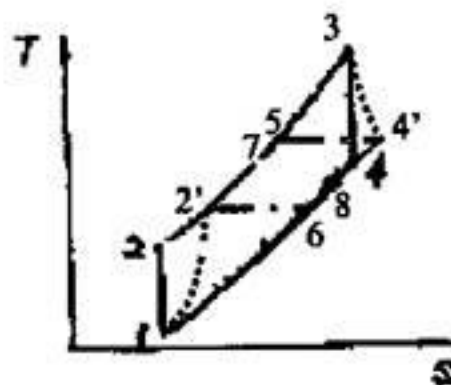
3. 容器 A 中装有一氧化碳 0.2 kg ，压力为 0.07 MPa ，温度为 77°C ；容器 B 中装有一氧化碳 8 kg ，压力为 0.12 MPa ，温度为 27°C ，见右图。A 和 B 之间用管道和阀门相连。现打开阀门，CO 气体由 B 流向 A。若要求压力平衡时气体的温度同为 $t_2 = 42^\circ\text{C}$ ，试求：①平衡时的终压力 P_2 ；②过程的吸热量 Q 。CO 为理想气体，气体常数 $R_{g,\text{CO}} = 297\text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ ，定容比热容 $c_v = 0.745\text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ 。（20分）



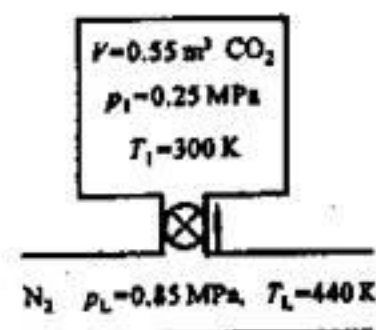
4. 绝热刚性容器中间用隔板将容器均分为二，左侧有 0.05 kmol 温度为 300 K ，压力为 2.8 MPa 的高压空气，右侧为真空。若抽去隔板，试求容器中的熵变。（20分）

5. 有人设计了一台热机，循环中工质分别从温度为 $T_1 = 800\text{ K}$ 、 $T_2 = 500\text{ K}$ 的两个高温热源吸热 $Q_1 = 1500\text{ kJ}$ 和 $Q_2 = 500\text{ kJ}$ 。该热机以 $T_0 = 300\text{ K}$ 的环境为冷源，放热 Q_3 。问：①若热机作出的循环净功为 $W_{\text{net}} = 1000\text{ kJ}$ ，该循环能否实现？②在上述条件下该热机可能输出的最大循环净功 $W_{\text{net,max}}$ 是多少？（20分）

6. 某电厂以燃气轮机装置产生动力，向发电机输出的功率为 20 MW 。循环的最低温度为 290 K 、最高温度为 1500 K ，循环的最低压力为 95 kPa 、最高压力为 950 kPa 。装置中设一回热器，回热度为 75% 。压气机绝热效率 $\eta_{c,s} = 0.85$ ，燃气轮机的相对内部效率 $\eta_r = 0.87$ 。右图中所示的 12'734'81 为循环的示意图。(1)试求燃气轮机发出的总功率、压气机消耗的功率和循环的热效率；(2)求燃气轮机和压气机工作过程的不可逆损失。认为燃气轮机的工质是空气，且为定比热理想气体，比热容比 $k = 1.4$ ，定压比热容 $c_p = 1.005\text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ （20分）



7. $V = 0.55\text{ m}^3$ 的刚性容器中装有 $P_1 = 0.25\text{ MPa}$ 、 $T_1 = 300\text{ K}$ 的二氧化碳；氮气在输气管道中流动，参数保持 $P_L = 0.85\text{ MPa}$ 、 $T_L = 440\text{ K}$ ，如右图所示。打开阀门对容器充入氮气，直到容器中混合气体的压力升高到 $P_2 = 0.5\text{ MPa}$ 时关闭阀门。整个充气过程绝热。试求容器内混合物的终温 T_2 和质量 m_2 。按定值比热容计算，已知 $c_{v,\text{CO}_2} = 0.657\text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ ； $c_{p,\text{CO}_2} = 0.846$



$\text{kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ ； $c_{v,\text{N}_2} = 0.751\text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ ； $c_{p,\text{N}_2} = 1.048\text{ kJ/(kg}\cdot\text{K)}$ 。（20分）