

北京航空航天大学  
二〇〇四年硕士试题

题单号: 452

## 热工基础

(共 6 页)

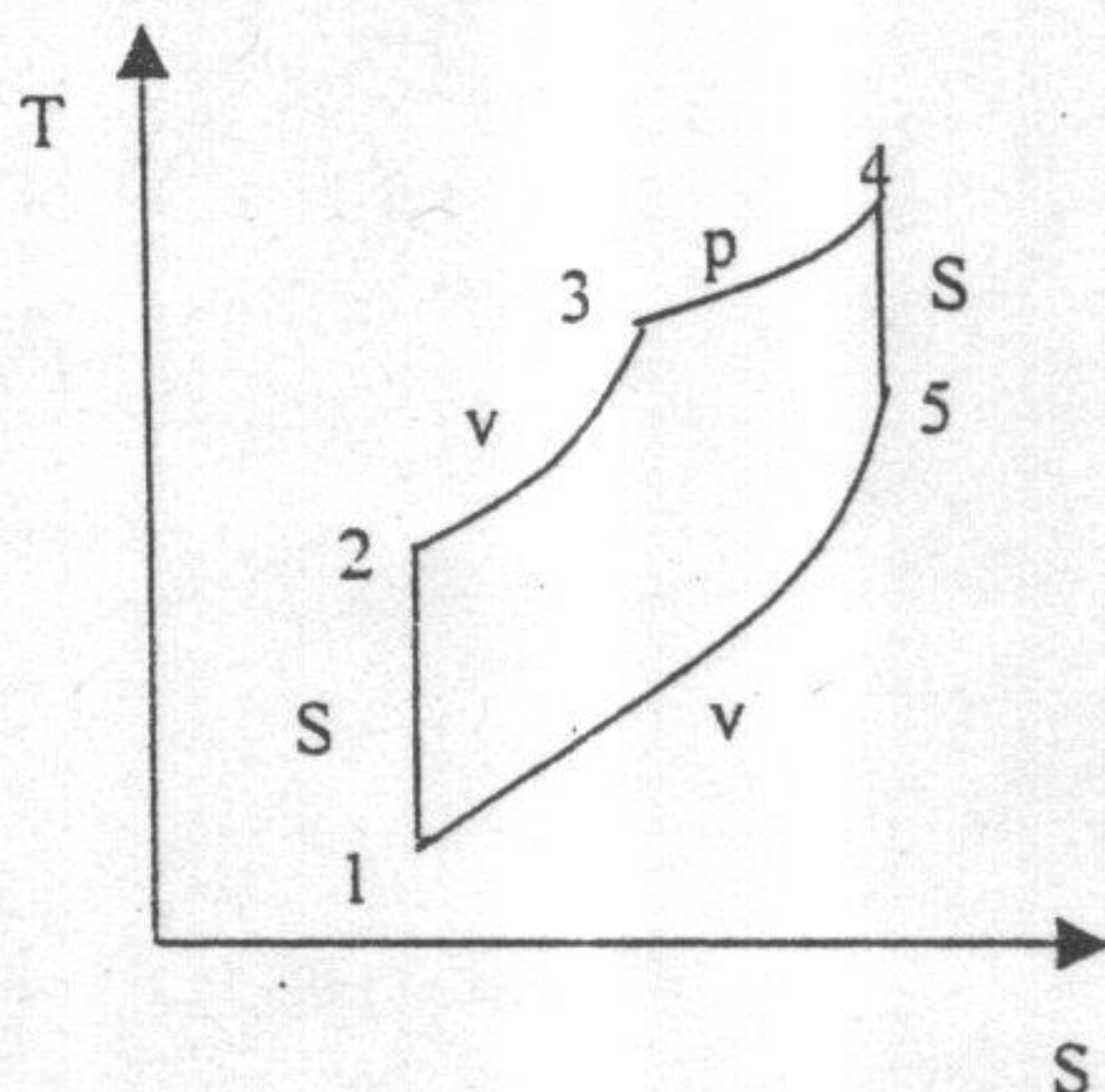
考生注意: 所有答题务必书写在考场提供的答题纸上, 写在本试题单上的答题一律无效 (本题单不参与阅卷)。

一、判断正误 (本题共 15 分, 每小题答案正确各得 1.5 分, 不答或答错得 0 分,)

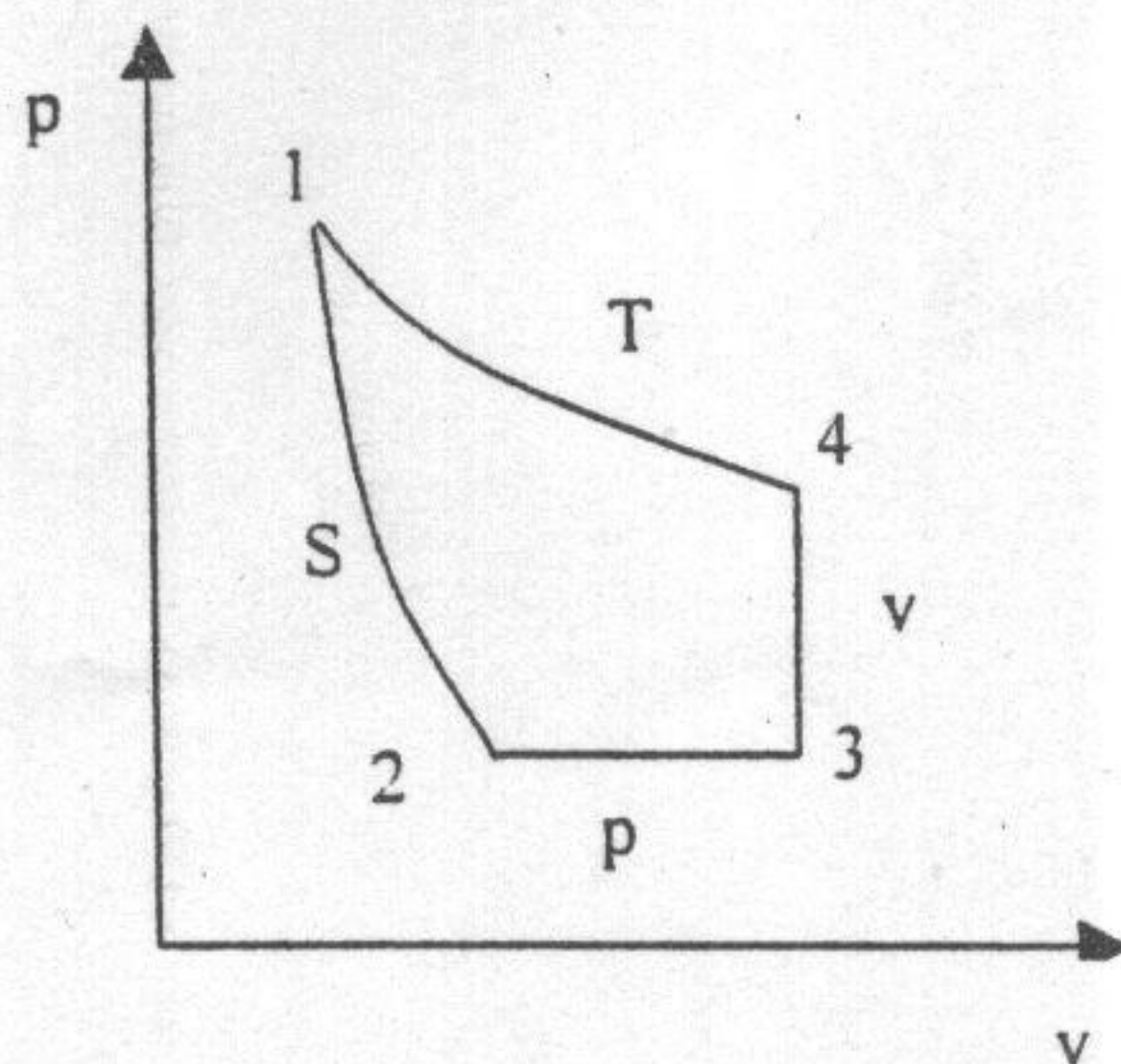
1. 等熵过程是绝热过程; 反之, 绝热过程也是等熵过程。
2. 水蒸汽的定温过程前后温度不变, 所以其内能也不变。
3. 活塞式压气机采用多级压缩和级间冷却方法可提高其容积效率。
4. 干球温度及含湿量相同的条件下, 高压湿空气的相对湿度大于低压湿空气的相对湿度。
5. 热源和冷源温度分别为  $100^{\circ}\text{C}$  和  $50^{\circ}\text{C}$  时, 热机效率不可能高于 15%。
6. 对蒸汽压缩式制冷机, 其它条件相同时, 其制冷效率必定随冷凝温度降低而降低, 随蒸发温度升高而升高。
7. 节流过程前后焓值不变, 所以节流过程是等焓过程。
8. 渐缩管可以增加气体流速, 但渐扩管不能。
9. 肯定能得到  $105^{\circ}\text{C}$  的过冷水、也肯定能得到  $30^{\circ}\text{C}$  的过热水蒸汽。
10. 相同的冷、热源条件下, 热泵的制热系数必定大于其制冷系数。

二、简答题（本题共 15 分，第 1 小题为 4 分，第 2 小题为 5 分，第 3 小题为 6 分）

1. 根据如下的图 a 画出对应的  $p-v$  图；反之，根据图 b 画出对应的  $T-s$  图（请用  $p, v, s$  分别表示定压、定容、定熵过程，注意标明序号并画清楚斜率的大小）



题二、1 图 a



题二、1 图 b

2. 什么是饱和湿空气？请在温湿图上显示未饱和湿空气变为饱和湿空气的至少两种可能过程并从热力学角度说明如何实现；举例说明湿球温度和露点温度有何实际应用。
3. 请画出空气循环制冷、蒸汽压缩制冷循环和吸收式制冷循环的原理流程图，并比较关键部件异同。

三、（本题共 45 分，第 1 小题为 12 分，第 2 小题为 9 分，第 3 小题为 12 分，第 4 小题为 12 分）

1. 压气机中气体压缩后的极限温度为  $150^{\circ}\text{C}$ 。若已知压气机水套中冷却水的流量为  $360\text{kg/h}$ ，水温在气缸中升高  $15^{\circ}\text{C}$ ，吸入空气的压力和温度为

$p_1=0.1\text{MPa}$ ,  $t_1=20^\circ\text{C}$ , 吸入空气的流量为  $180\text{m}^3/\text{h}$ , 求在理想单级压气机中可能达到的最高压力及压气机所需功率。

- 在恒温热源  $T_h$ 、恒温冷源  $T_l$  和环境温度  $T_0$  之间设置有可逆的卡诺热机与卡诺制冷机,  $Q_h$  是从热源吸取的热量,  $Q_c$  是从冷源吸收的冷量, 并且卡诺热机提供的功量恰好等于卡诺制冷机所消耗的功量。请推导出  $Q_c/Q_h$  的表达式  $f(T_l, T_h, T_0)$ 。
- 环境空气的压力为  $100\text{kPa}$ , 干球温度  $38^\circ\text{C}$ , 相对湿度  $40\%$ 。房间回气的干球温度  $35^\circ\text{C}$ , 相对湿度  $75\%$ , 房间回气经空调设备降温去湿后温度变为  $15^\circ\text{C}$ 。将此降温去湿后的空气与环境空气以  $2:3$  的比例混合后送入室内, 计算(1)每  $\text{kg}$  干空气在空调设备中排出的水量; (2)混合后送入房间的空气的干球温度。

$t/^\circ\text{C}$	38	35	25	18	15
$p_s/\text{kPa}$	6.674	5.662	3.167	2.063	1.704

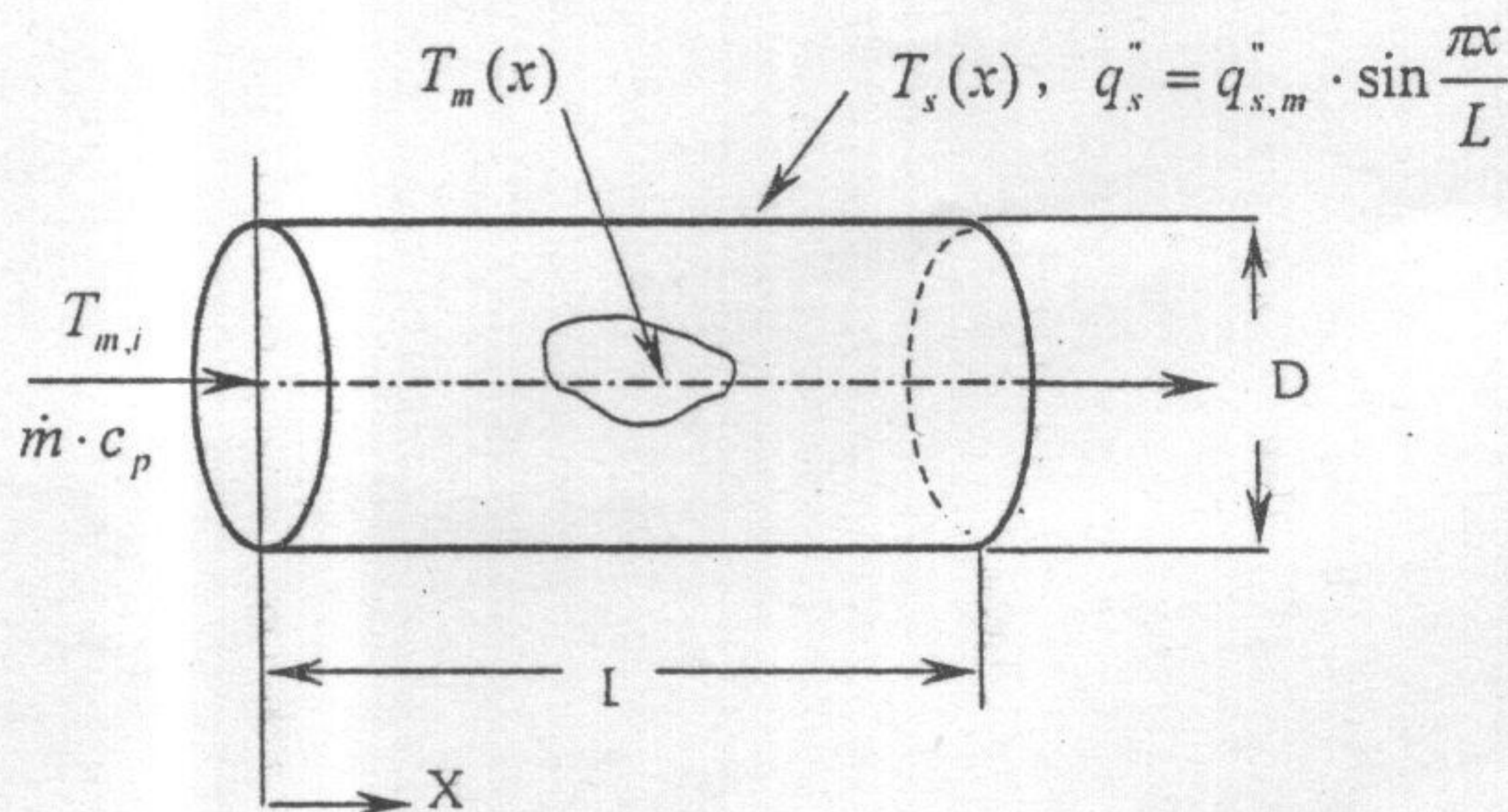
注:  $p_s$  为温度  $t$  所对应的水蒸气饱和压力

- $\text{R134a}$  作工质的理论蒸汽压缩式制冷循环(等熵压缩, 节流前后焓相等)。若蒸发器中的蒸发温度为  $t_e$  且出口为干蒸汽, 冷凝器中的冷凝温度为  $t_c$  且出口为饱和液体, 制冷剂流量为  $m$ , 环境温度为  $t_0$ 。请先在  $\lg P-h$  图上画出其工作过程及各状态点位置并求: (1) 制冷量; (2) 电动机功率; (3) 循环的制冷系数; (4) 节流过程的作功能力损失。(5) 装置的焓效率。(以上计算假设可以查表, 即  $p$ 、 $h$ 、 $s$ 、 $t$  等可以由已知量查出并可以表示成对应的函数关系  $p(t, x)$ 、 $h(t, x)$ 、 $s(t, x)$ 、 $t(s, p)\dots$ )。

## 四、(本题 15 分)

流体以质量流量  $\dot{m}$  流过一圆管，圆管长为  $L$ ，直径为  $D$ 。已知圆管表面单位热流沿  $X$  方向按正弦规律变化  $q_s''(x) = q_{s,m}'' \cdot \sin\left(\frac{\pi x}{L}\right)$ ，其中最大单位热流  $q_{s,m}''$  是一个已知常数，且已知流体进入管子时的温度  $T_{m,i}$ 。假设对流换热系数是常数，问流体平均温度和圆管表面温度沿  $X$  方向如何变化？

假设：局部对流系数与  $X$  无关；动能、位能的变化以及轴向导热可略；流体是理想气体或者是  $d(pv) \ll (c_v \cdot T_m)$  的液体。



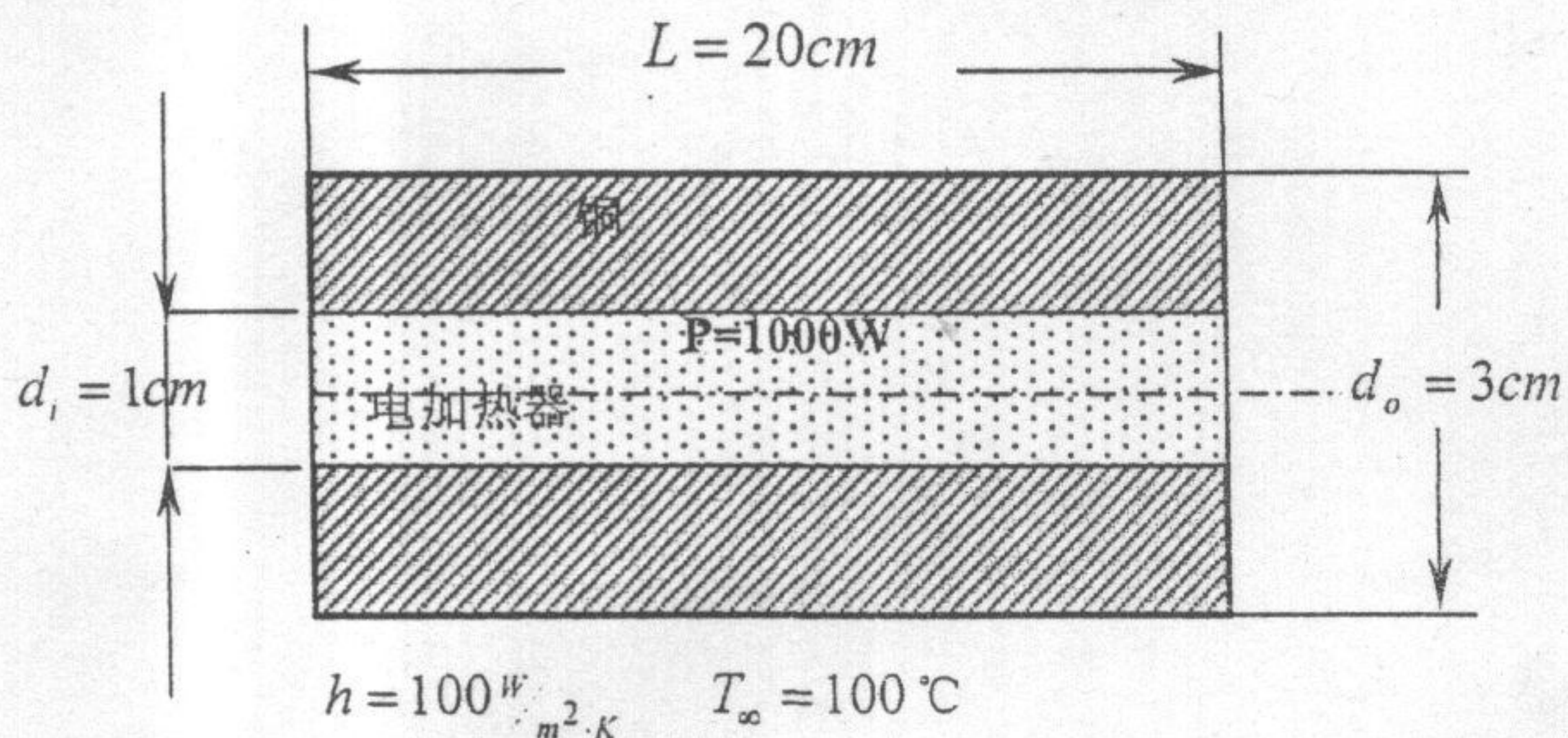
题四图

## 五、(本题 20 分)

如图所示，直径为 1cm 的圆柱形电加热器嵌入内径为 1cm 外径为 3cm 的铜制中空圆柱体中，铜制中空圆柱体的初始温度为  $20^\circ\text{C}$ 。在  $\tau = 0$  时刻  $100^\circ\text{C}$  的热空气强制流过圆柱体外表面，同时，开启电加热器。加热器的供电量为 1000W，圆柱体外表面与热空气的换热系数为  $100 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ 。计算系统传热达到稳定时铜圆柱体的温度，以及加热器分别开启 5 秒钟和 15 分钟后铜圆柱体的温度。

(铜的导热系数  $\lambda = 401 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ，比热  $C_p = 385 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ ，密度  $\rho = 8933 \text{ kg/m}^3$ )。

忽略辐射换热，并假设加热器的质量远小于铜圆柱体的质量。

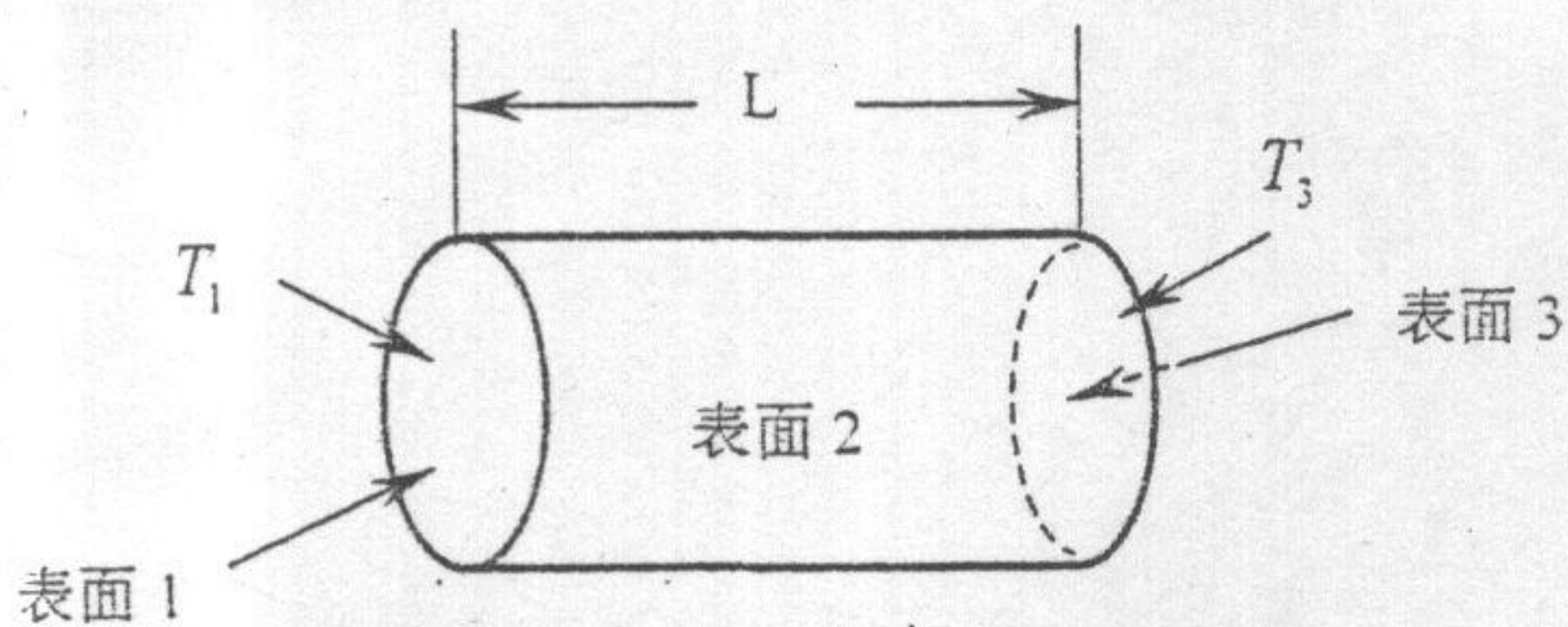


题五图

六、 (本题 20 分)

两端封闭的柱形圆桶直径为 6cm，长 12cm，侧面 2 绝热，端面 1 温度维持在  $300\text{ }^\circ\text{C}$ ，端面 3 温度维持在  $100\text{ }^\circ\text{C}$ ，所有表面的发射率为 0.8，角系数  $F_{1-3} = 0.05573 = F_{3-1}$ 。画出辐射换热网络图，并求：

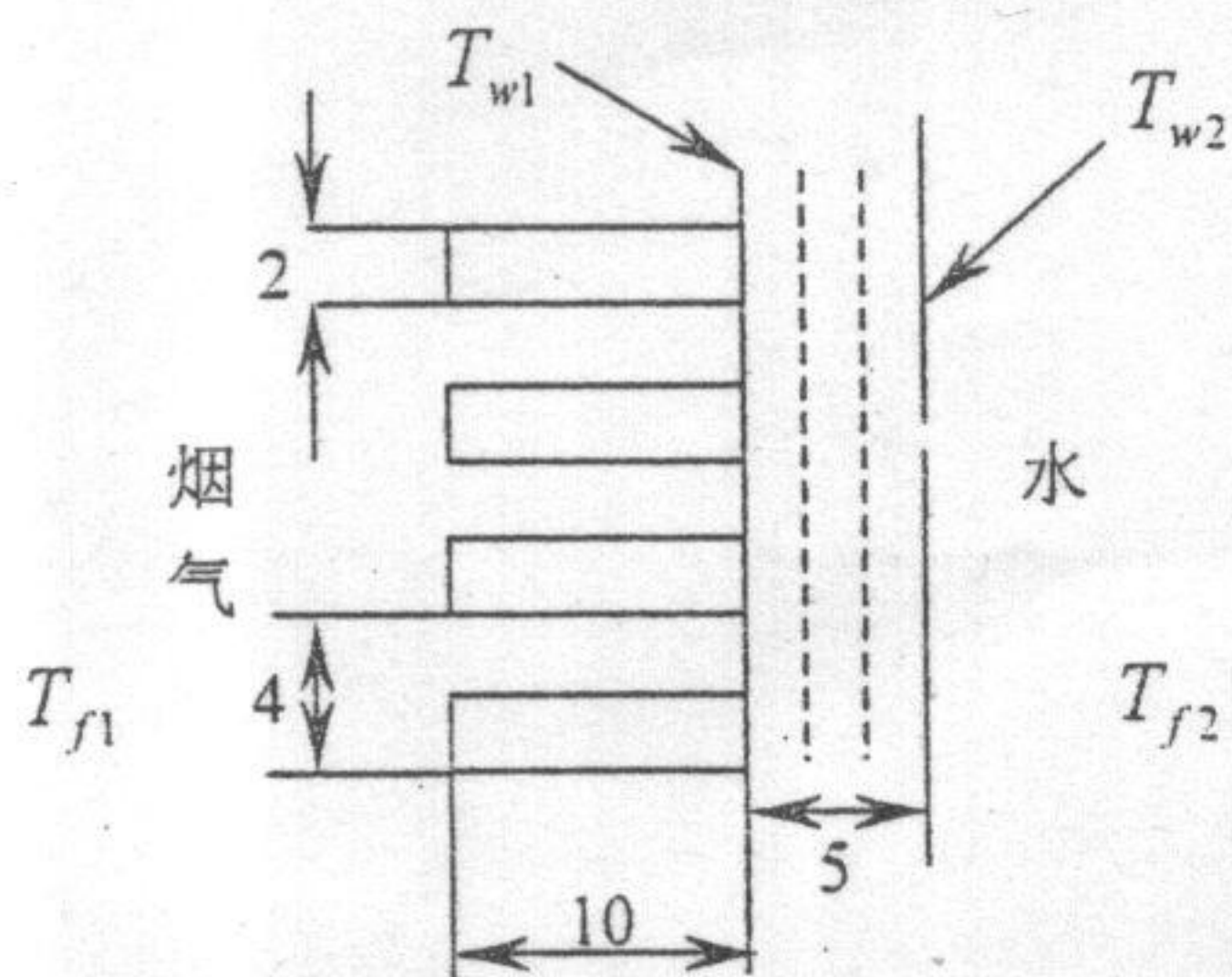
1. 从表面 1 到表面 3 的净辐射换热量；
2. 表面 2 的温度；
3. 角系数  $F_{2-2}$ 。



题六图

## 七、(本题 20 分)

有一厚度为 5mm 的金属平壁，导热系数为  $130 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，左侧为  $280^\circ\text{C}$  的高温烟气，与平壁的换热系数为  $80 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ，右侧为  $50^\circ\text{C}$  的水，与平壁的换热系数为  $800 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  求烟气对水的传热量及平壁两侧的温度。如果分别给平壁烟气侧及水侧加肋，尺寸如图。分别计算以上各量。(提示： $th(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$ )



题七图