

## 北京航空航天大学

## 二 00 三年硕士生试题

题单号: 452

## 热工基础

(共 5 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、(本题共 20 分, 每小题 5 分)

推导以下各种情况下求熵变化的计算公式。

- 1、物体的温度从  $T_1$  变到  $T_2$  的情况。
- 2、饱和液蒸发变为同温度的饱和蒸汽的情况。
- 3、不同温度的液体 (物质的种类相同) 混合的情况。
- 4、在温度为  $T_1$  和  $T_2$  的两个系统间热移动的情况。

## 二、(本题 15 分)

从范德瓦尔方程推导临界参数与范德瓦尔常数间的关系, 推出临界点  $p_c$  (压力)、 $v_c$  (比容)、 $T_c$  (温度) 与范德瓦尔常数  $a, b$  和气体常数  $R$  的表达式。

## 三、(本题共 15 分, 每小题 5 分)

测定某气体的等温压缩系数  $\mu$  和容积膨胀系数  $\beta$  时得到如下关系式:

$$\mu = \frac{T f(p)}{v}; \quad \beta = \frac{R}{pv} + \frac{a}{vT^2}$$



式中,  $T$  为温度,  $f(p)$  为压力  $p$  的单值函数,  $v$  为比容,  $R$  为气体常数,  $a$  为常数。  
假定该气体在低压时的定压比热  $c_p$  为单原子气体的理想值, 试证明以下各关系式。

$$1、 f(p) = \frac{R}{p^2}$$

$$2、 p v = R T - \frac{a p}{T}$$

$$3、 c_p = \frac{2 a p}{T^2} + \frac{5 R}{2}$$

#### 四、(本题 10 分)

内燃机循环有定容加热理想循环、定压加热理想循环和混合加热理想循环, 当各种循环的压缩比和吸热量相同的情况下, 试通过  $T-s$  图来分析比较哪种循环方式的热效率高。

#### 五、(本题 15 分)

压力为  $1\text{MPa}$  和温度为  $200^\circ\text{C}$  的空气在一主管道中稳定流动。现以一绝热容器用带阀门的管道与它相连, 慢慢开启阀门使空气从主管道流入容器。设①容器开始是真空的; ②容器装有一个用弹簧控制的活塞, 活塞的位移与施加在活塞上的压力成正比, 而活塞上面的空间是真空、假定弹簧的最初长度是其自由长度; ③容器装有一个活塞, 其上载有重物, 需要  $1\text{MPa}$  的压力举起它。求在每种情况下容器内空气的最终温度。

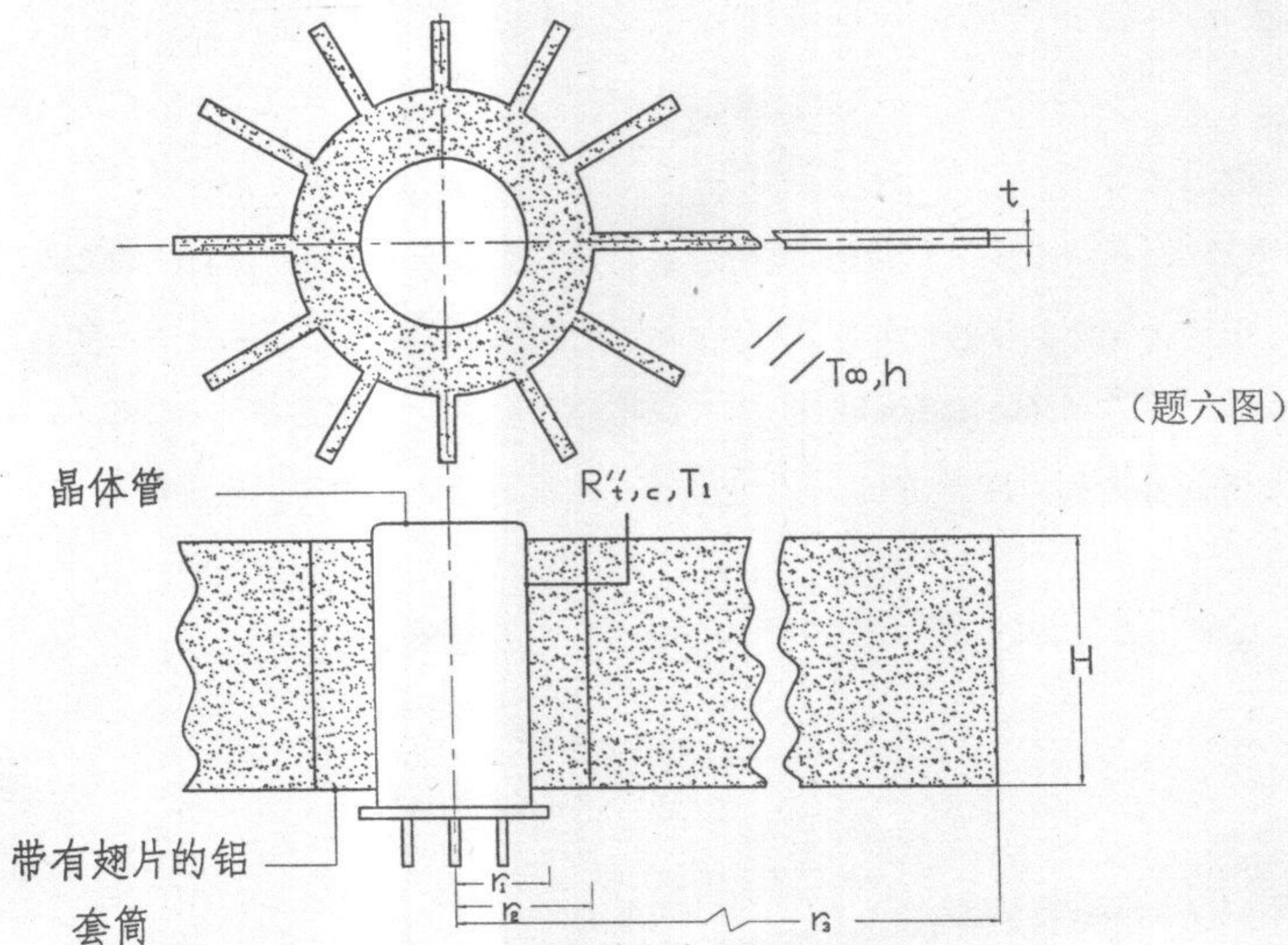
#### 六、(本题 20 分、每小题 10 分)

为了强化晶体管的散热, 将它插入一个铝套筒中 (导热系数  $\lambda = 200 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ , 在套筒表面有十二个整体加工而成的径向翅片 (如图所示), 晶体管的半径和高分



别是  $r_1 = 2\text{ mm}$ ,  $H = 6\text{ mm}$ , 翅片的长度为  $L = r_3 - r_2 = 10\text{ mm}$ , 厚度  $t = 0.7\text{ mm}$ 。铝套筒的厚度为  $r_2 - r_1 = 1\text{ mm}$ , 套筒与晶体管之间的接触热阻为  $R''_{t,c} = 10^{-3}\text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 。温度为  $T_\infty = 20^\circ\text{C}$  的空气流过翅片表面, 对流换热系数为  $h = 25\text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 。求:

- 1、设传热过程为一维径向导热, 试画出从晶体管表面到空气的传热过程的等效电路图, 计算每个传热热阻的值并说明为了强化传热应从哪个环节入手;
- 2、如果晶体管表面的温度为  $T_1 = 80^\circ\text{C}$ , 试计算铝套筒的传热率。

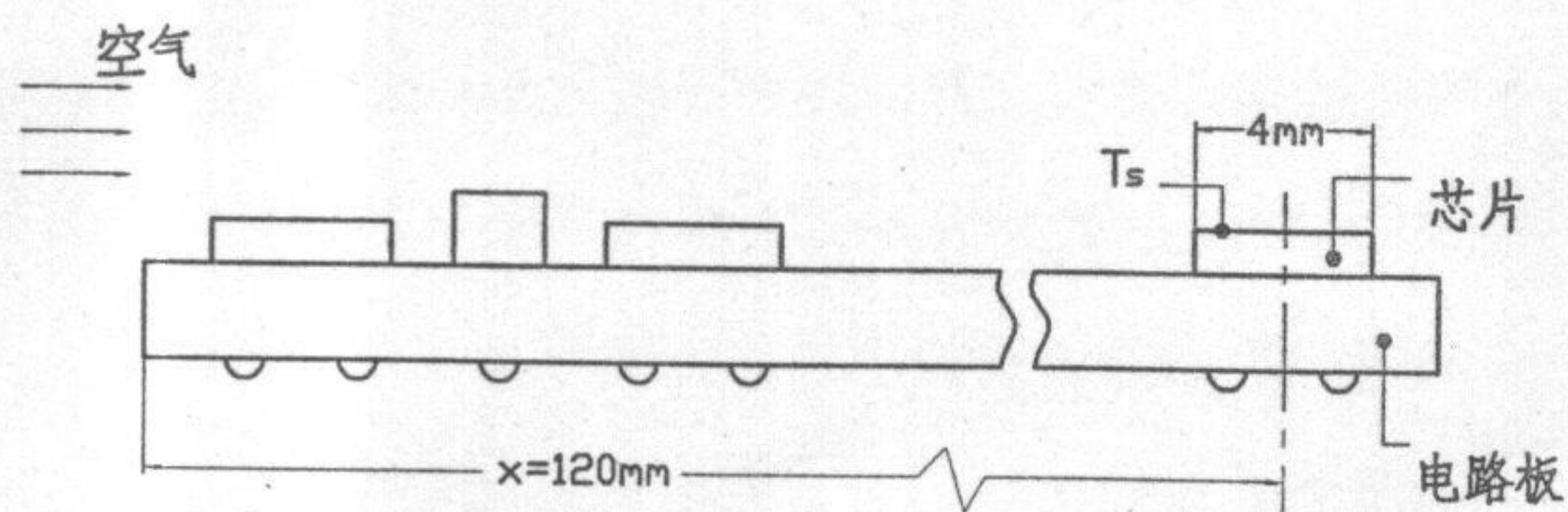


### 七、(本题 15 分)

温度为  $T_\infty = 25^\circ\text{C}$ 、速度为  $V = 10\text{ m/s}$  的强迫空气用来冷却电路板上的电子元件(如图所示)。有一个尺寸为  $4 \times 4\text{ mm}$  的芯片, 位于离前缘  $120\text{ mm}$  处。试验表明流体流动受到电子元件的扰动, 对流换热系数可以表示为  $Nu_x = 0.04\text{Re}_x^{0.85}\text{Pr}^{1/3}$ 。如果芯片的散热率为  $30\text{ mW}$ , 试估计芯片的表面温度。



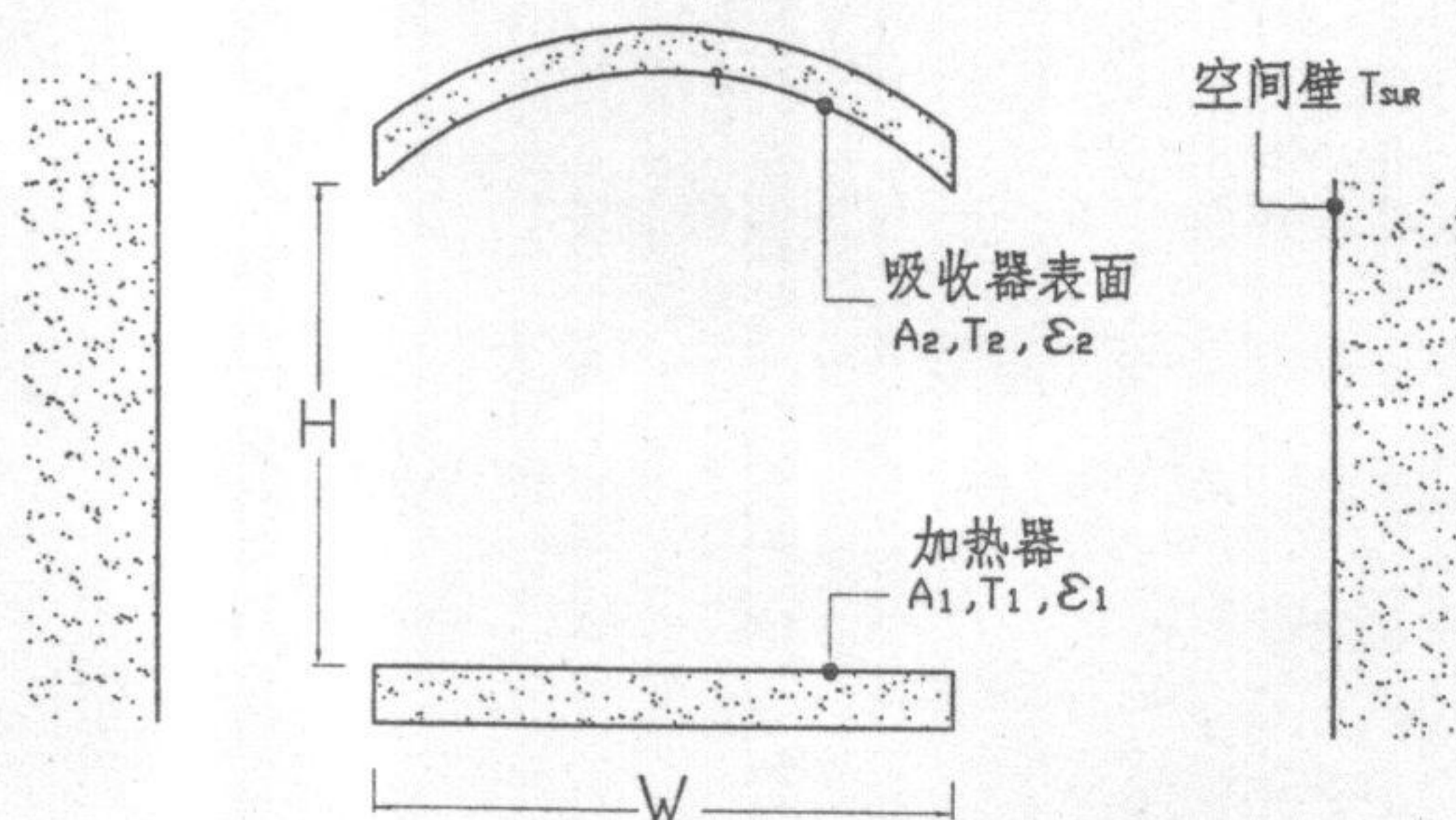
(空气的热物性参数:  $\mu = 1.86 \times 10^{-5} \text{ kg/(ms)}$ ,  $\lambda = 2.67 \times 10^{-2} \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ,  $\text{Pr} = 0.7$ )



(题七图)

#### 八、(本题 20 分)

如图所示, 一面积  $A_2 = 15 \text{ m}^2$  的太阳能集热器, 暴露于一宽度  $W = 1 \text{ m}$  的红外加热器。吸收器和加热器的长度为  $L = 10 \text{ m}$ , 之间的距离  $H = 1 \text{ m}$ 。加热器的温度为  $T_1 = 1000 \text{ K}$ , 发生率为  $\varepsilon_1 = 0.9$ , 吸收器的温度为  $T_2 = 600 \text{ K}$ , 发生率为  $\varepsilon_2 = 0.5$ 。该系统处于一个壁面温度为  $300 \text{ K}$  的大空间内。求吸收器表面的净换热量?



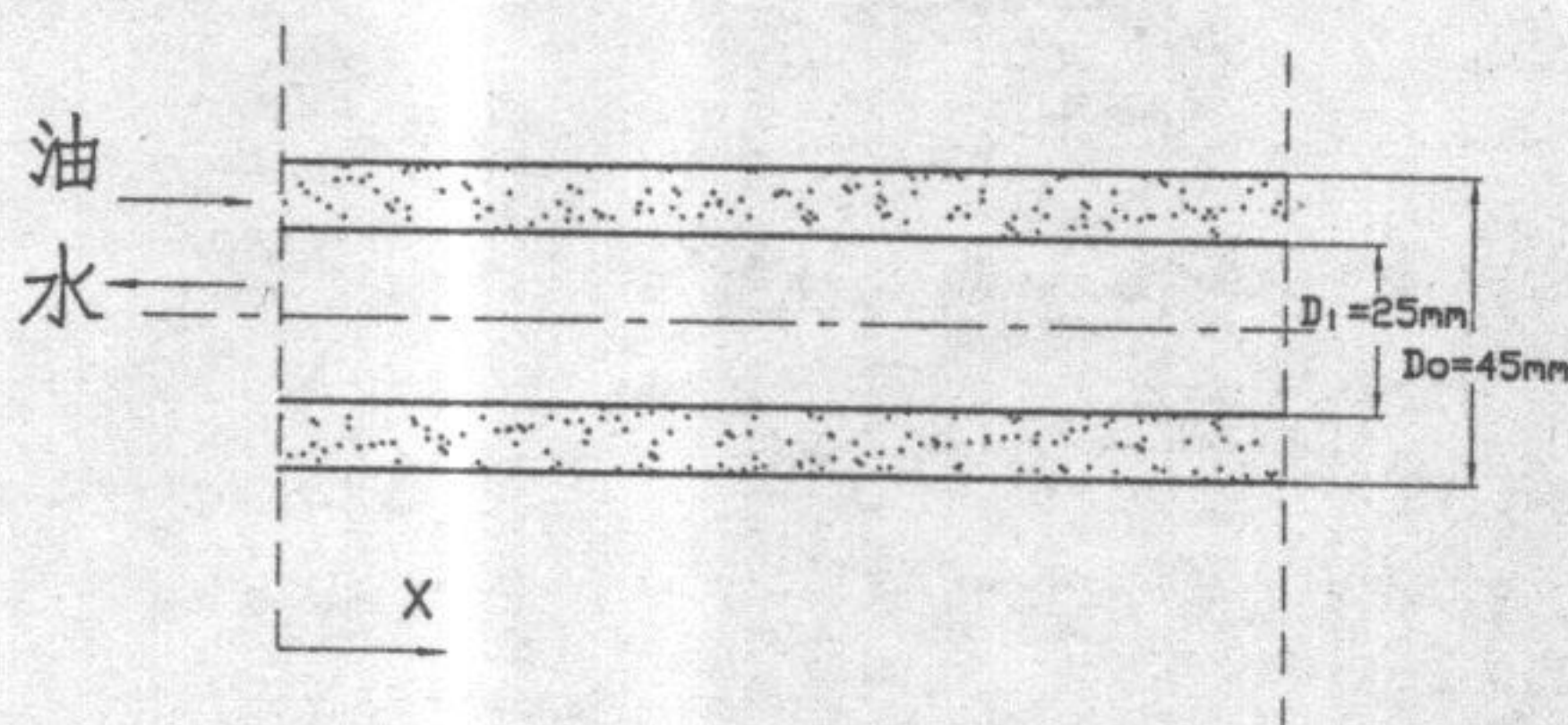
(题八图)



## 九、(本题 20 分)

一同心管式换热器用来冷却燃气轮机的润滑油。管内 ( $D_i = 25 \text{ mm}$ ) 冷却水的流量是  $0.2 \text{ kg/s}$ , 同心环形管中 ( $D_o = 45 \text{ mm}$ ) 润滑油的质量流量是  $0.1 \text{ kg/s}$ 。油和水的进口温度分别是  $100$  和  $30^\circ\text{C}$ 。问管需要多长才能使油的温度降到  $60^\circ\text{C}$ ?

(温度为  $80^\circ\text{C}$  的润滑油的物性参数:  $\mu = 3.25 \times 10^{-2} \text{ kg/(m} \cdot \text{s)}$ ,  $\lambda = 0.138 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ,  $c_p = 2131 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ , 温度为  $35^\circ\text{C}$  水的物性参数:  $\mu = 725 \times 10^{-6} \text{ kg/(m} \cdot \text{s)}$ ,  $\lambda = 0.625 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ,  $c_p = 4178 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ ,  $\text{Pr} = 4.85$ , 管内紊流对流换热关联式:  $Nu_D = 0.023 \text{Re}_D^{4/5} \text{Pr}^{0.4}$ , 环形管内对流换热:  $Nu_i = 5.56$ )



(题九图)