

2004 年上海理工大学硕士研究生入学考试试题

考试科目: 传热学 准考证号: _____ 得分: _____

一、问答题(每题 5 分)

- 一无内热源平板沿厚度 x 方向发生一维稳态导热, 其一侧表面上的温度梯度 $\frac{\partial t}{\partial x} = -30$ $^{\circ}\text{C}/\text{m}$, 导热系数 $\lambda_1 = 40\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$, 如果其另一侧表面上的导热系数 $\lambda_2 = 50\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$, 问这一侧表面上的温度梯度是多少?
- 解释毕渥准则数 Bi 的物理含义, 并说明为什么用 Bi 判别非稳态导热问题能否采用集总参数法求解。
- 图 1.1 示出了常物性、有均匀内热源 $\dot{\Phi}$ 、二维稳态导热问题局部边界区域的网格配置, 试用元体平衡法建立节点 0 关于温度 t 的有限差分方程式(设 $\Delta x = \Delta y$, 所需参数的符号自己设定)。
- 当条件相同时, 物体在空气中冷却快还是在水中冷却快? 这一现象说明对流换热与什么因素相关?
- 试用简图表示流体沿平板流动时速度边界层的发展并说明速度边界层内分成哪些区域?
- 试解释普朗特数 Pr 的物理意义, 并示意性的画出 $Pr > 1$ 时的速度边界层和热边界层厚度沿板长的变化(速度边界层和热边界层要画在同一图上以便比较)。
- 说明温度附面层的概念及附面层能量微分方程在物理上忽略了哪部分换热。
- 在应用管内旺盛紊流实验关联式 $Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^n$ 时, 当流体与换热壁面温差较大时需要对计算结果修正, 为什么?
- 试说明为什么一个细长圆柱水平放置时自然对流换热一般大于竖直放置时的自然对流换热?
- 在稳定膜态沸腾过程中, 为什么换热系数随 Δt 增加而迅速上升?
- 试说明大气中 CO_2 含量增高为什么会出出现大气温室效应?

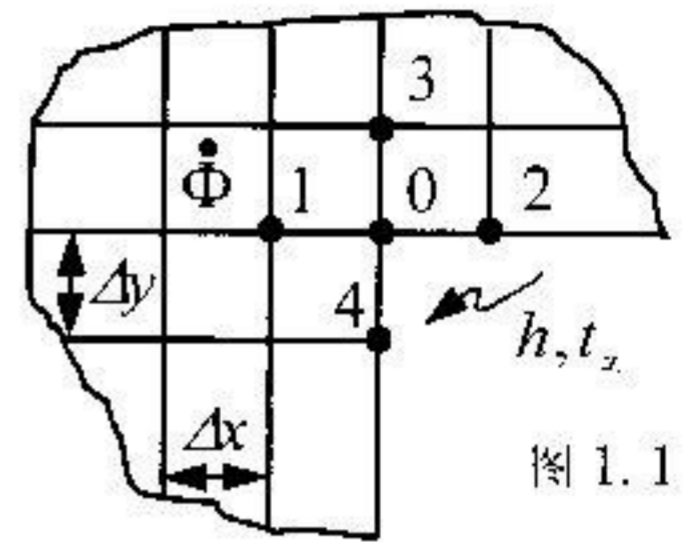


图 1.1

二、计算题

- (10 分) 一直径为 5cm 的钢球, 其初始温度为 500°C , 突然被置于温度为 30°C 的空气中。设钢球表面与周围环境的对流换热系数为 $10\text{W}/\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$, 试计算钢球非稳态导热的无量纲时间常数及其被冷却到 300°C 所需的时间。已知钢球的比热为 $c = 0.48\text{kJ}/\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C}$, $\rho = 7753\text{kg}/\text{m}^3$, $\lambda = 33\text{W}/\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}$ 。
- (20 分) 长 10m 、外径 133mm 的水平管道通过一大房间, 房间壁面及其内的空气温度均为 30°C 。若管道表面温度为 90°C 、黑度为 0.9 , 求管道的散热量(自然对流换热的努塞尔特数用下式计算 $Nu = 0.48(Gr Pr)^{0.25}$)。
- (22 分) 如图 2 所示为一半径 $R = 1\text{m}$ 的半球, 球冠 3 绝热。底面 1 和 2 的温度分别为 500°C 和 100°C , 黑度都为 0.9 , 求底面 1 和 2 间的辐射散热量。
- (23 分) 温度为 95°C 的热空气流经一内径 100mm 、厚度

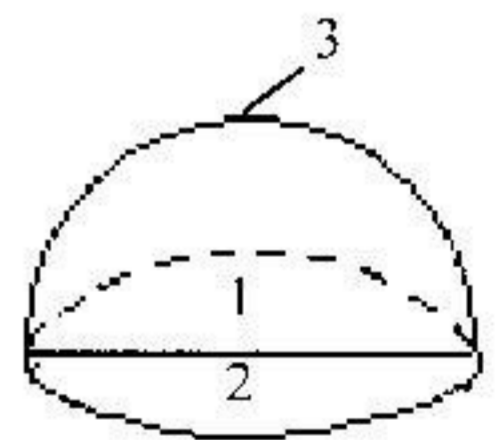


图 2

6mm 的圆管, 管壁导热系数为 $22 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ 。管外环境温度为 30°C , 管外壁与环境的总换热系数为 $10 \text{ W/m}^2^\circ\text{C}$ 。若管内空气质量流量为 407 kg/h , 求管出口空气温度降低到 65°C 时的管长(不需考虑修正)。

三、理论题

1. (8分) 一厚度为 2δ 的无内热源薄平板, 其导热系数和初始温度分别为 λ 和 t_0 , 突然被插在温度为 t_r 的流体中。平板表面与流体的换热系数为 h , 给出问题的完整数学描述。

2. (12分) 绕流平板换热的附面层积分方程为:

$$\frac{d}{dx} \int_0^{\delta_t} (t_\infty - t) u dy = a \left. \frac{\partial t}{\partial y} \right|_{y=0}$$

平板温度为 t_w , 来流速度和温度分别为 U_∞ 和 t_∞ , 若 $Pr \ll 1$, 可以忽略速度附面层而取流速 $U=U_\infty$, 求: (1) 用附面层积分方程写出绕流平板换热的数学描述; (2) 若温度函数取为一次多项式, 求温度附面层厚度 δ_t 的计算式。

空气热物性表

温度 (t) $^\circ\text{C}$	密度 (ρ) kg/m^3	比热 (C_p) $\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$	导热系数 ($\lambda \times 10^2$) $\text{W/m}^\circ\text{C}$	黏度 ($\nu \times 10^6$) m^2/s	Pr
60	1.060	1.005	2.90	18.97	0.696
70	1.029	1.009	2.96	20.02	0.694
80	1.000	1.009	3.05	21.09	0.692