
中国科学技术大学
2015 年硕士学位研究生入学考试试题
(传热学)

所有试题答案写在答题纸上，答案写在试卷上无效

需使用计算器 不使用计算器

一、简答题 (65 分)

- (1) 简述热力学第二定律。(2 分)
- (2) 简述热力学第一定律中总能、内能和热能的组成情况。(3 分)
- (3) 简述黏性耗散。(2 分)
- (4) 对于常温常压下不同物质及各态热导率值的范围，你能说点什么？(2 分)
- (5) 试分别写出直角坐标系下、圆柱坐标系下、以及球坐标系下的导热方程的通用形式。(3 分)
- (6) 简述肋片有效度、肋片效率和表面总效率。(3 分)
- (7) 简述边界层相似参数和边界层类比。(5 分)
- (8) 试画出一个圆形气体射流对表面冲击的示意图，并简介自由射流区、速度核心区和滞止区。(3 分)
- (9) 试写出浮力驱动(layer)的层流边界层流动的控制方程组。(4 分)
- (10) 简述黑体辐射、普朗克分布、维恩位移定律。(4 分)
- (11) 简述毕渥 (Biot) 数和傅立叶 (Fourier) 数的物理意义。(3 分)
- (12) 简述非稳态导热正规状况阶段的物理概念。(2 分)

(13) 一圆筒筒壁内外表面温度已知，假定该圆筒由三个不同材料的圆筒相套而组成，各圆筒的几何尺寸已知，圆筒间有接触热阻，试分析写出导热热流量。(3分)

(14) 简述不同传热模式在建筑火灾发生轰燃中的作用。(3分)

(15) 简述大空间自然对流换热和有限空间自然对流换热？它们与强制对流中的外部流动和内部流动有什么异同？(3分)

(16) 简述水平管外膜状凝结和水平管外膜态沸腾换热过程的异同。(3分)

(17) 杯中加入热水，快速搅拌热水，握杯子的手会显著地感到热，简述其原因。(3分)

(18) 简述遮热板并举出几个应用遮热板的例子。(2分)

(19) 用热电偶测定气流温度时，简述如何改善热电偶的温度响应特性？(3分)

(20) 试列举几例火灾中的传热传质现象和传热传质在消防中的应用。(3分)

(21) 简述强化单相强制对流换热、核态沸腾及膜状凝结的基本思想。(3分)

(22) 对于温度已知的多表面系统，简述求解每一表面净辐射换热量的基本步骤。(3分)

二、综合分析与计算题 (85分)

(1) 用一薄壁长圆筒容器存贮某化工物质，该物质会放热，其单位体积的局部产能速率 q' 可用 $q' = q_0' [1 - (r/r_0)^3]$ 表达，其中， q_0' 为常数， r_0 是容器半径，把容器浸没在温度为 T_∞ 的水中进行冷却，假定对流系数为 h ，推导容器壁面温度的表达式。(6分)

(2) 假定表面积为 A (米²) 的人体每天消耗食物产生 Q (焦耳) 的热能，其中用来对外做功为 W (焦耳)，其它以热量和排汗的形式排出体外，汗

的热值 h_{fg} (焦耳/公斤)。设人处于温度为 T_{∞} (开尔文) 的室内, 房间壁面温度为 T_{sur} (开尔文), 假定人体皮肤的平均温度为 T_s (开尔文) ($T_{\infty} < T_s < T_{sur}$), 试推导出汗速率。(7分)

(3) 某材料的热导率可能极小, 试设计一种测量该材料热导率的实验装置并说明理由。(8分)

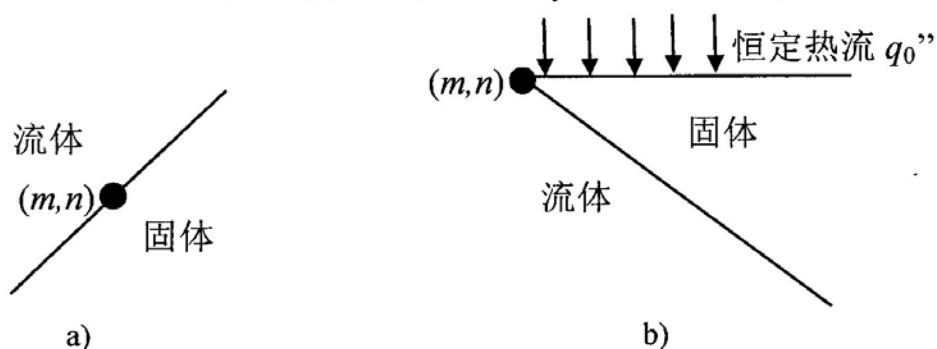
(4) 一薄平板其长度为 L 、壁厚为 δ , 宽度 $W \gg L$, 平板的下底面绝热, 上表面由于辐射具有均匀的净热流密度 q_s' , 平板长度方向两边与温度为 T_0 的热沉联接良好。推导平板稳态温度控制方程, 并求解温度分布和平板与热沉之间传热速率的表达式。(7分)

(5) 试设计一种测量固体表面温度的实验装置并加以说明, 要求其空间分辨率达到纳米尺度。(9分)

(6) 给定二维稳态导热的矩形平板的三个边为第一类边界条件, 另一个边为 Neumann 边界条件, 试推导平板内温度分布表达式。(7分)

(7) 二维固体稳态导热有限差分方程推导: (10分)

a) 位于 45 度对角边界上的节点 (m, n) , 周围流体温度为 T_{∞} , 换热系数为 h , 固体导热系数为 k , 假定 x 和 y 方向上的空间步长相等;



b) 端部节点 (m, n) , 上边具有恒定热流 q_0'' , 流体温度为 T_{∞} , 换热系数为 h , 固体导热系数为 k , 假定 x 和 y 方向上的空间步长相等。

(8) A、B 两个很大的金属体, 密度、比热、导热系数及初温分别为 ρ_A 、 c_A 、 k_A 、 T_A 和 ρ_B 、 c_B 、 k_B 、 T_B , 突然在一侧表面上将它们紧密接触, 不存在接触热阻, 试推导界面温度。(8分)

(9) 对于流体外掠平板流动, 采用量级分析法, 试从动量方程推出边界层厚度 δ 的关系式: $\delta/x \sim 1/(\text{Re}_x)^{1/2}$, Re 为雷诺数。(7分)

(10) 试设计一个测定液滴平均对流传质系数的实验并说明之。(8分)

(11) 为防止飞机机翼结冰,有人建议在机翼中安装电阻加热元件。试根据飞行条件、空气物性以及平均摩擦系数,试设计一个维持机翼表面温度恒定的加热元件功率的计算方案。(8分)