

# 中国科学技术大学

## 2012 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、填空题（每空 1 分，共 30 分）

- (1) 传热的驱动势是 ( )，传质的驱动势是 ( )。
- (2) 一般来说，传热模式有 ( )、( )、( )。
- (3) 无量纲参数雷诺数  $Re$  可以解释为特征长度为  $L$  的区域中 ( ) 力与 ( ) 力之比；普朗特数  $Pr$  为 1，表明扩散引起的能量和动量的传递相当，当  $Pr$  小于 1，则能量扩散速率 ( ) 动量扩散速率。施密特数  $St$  提供了速度边界层和 ( ) 边界层中由扩散引起的 ( ) 和 ( ) 输运相对效果的度量，施密特数除普朗特数定义为 ( ) 无量纲数。
- (4) 固体中的局部热流密度是一个处处垂直于 ( ) 的矢量。按定义热流线是热流的方向，( ) 不可能横越热流线。
- (5) 组分 A 可由液体表面上的 ( ) 或由于固体表面上的 ( ) 而以气态形式输入组分 B 中，这将会建立浓度边界层。
- (6) 自由边界流动可以卷流 (plume) 或 ( ) 的形式发生，区分它们通常基于 ( ) 流体速度，对于前者，速度为 ( )，对于后者，为 ( )。
- (7) 黑体能吸收任何 ( ) 和任何 ( ) 的全部投射辐射，基尔霍夫定律的主要物理含义是，任何实际表面的发射功率都不可能 ( ) 同温度下黑体表面的发射功率。
- (8) 毕渥数  $Bi$  定义为 ( )，在涉及有表面对流影响的导热中起重要作用，当毕渥数  $Bi$  远小于 1 时，反映了固体中的 ( ) 远小于穿越流体边界层的 ( )。

(9) 对于层流管道流动,热入口长度越等于( ),而流体力学入口长度定义为( )。

(10) 交接面接触热阻可定义为( ),接触热阻存在的主要原因是( )的影响。

## 二、简答题 (共 40 分)

(1) 传热学与热力学关系及不同是什么? (3 分)

(2) 针对热力学第一定律,封闭系统内的机械能和热能是否守恒?为什么? (3 分)

(3) 简述传热过程的三类边界条件。(3 分)

(4) 试列举几例火灾中的传热传质现象。(3 分)

(5) 格拉晓夫数的物理意义?瑞利数的定义?它们与特征长度的关系?(4 分)

(6) 简述速度边界层、热边界层和浓度边界层的厚度定义?(4 分)

(7) 简述池内沸腾、受迫对流沸腾、过冷沸腾、饱和沸腾、珠状凝结与膜状凝结。(5 分)

(8) 边界层控制方程组由连续性方程、动量方程、能量方程和组分守恒方程组成,试给出一个边界层中计算局部对流换热系数和二元扩散系数的求解策略。(5 分)

(9) 一般来说,固体、液体和气体导热系数大小如何排序?简述固体、气体导热机理?试说明泡沫保温材料的隔热机理?(5 分)

(10) 分别写出以下二维瞬态导热方程的显式和隐式差分格式,

$$\frac{1}{a} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{\partial T}{\partial y}$$
, 其中,  $a$  为常数,  $T$  为温度,  $t$  为时间。(5 分)

### 三、综合分析与计算题（共 80 分）

- (1) 传热学中不合适的边界条件将使解不确定，试举一个例子？（10 分）
- (2) 电热杯干烧（杯中无水）会发生火灾，这一现象的传热学原理是什么？（10 分）
- (3) 热线风速仪是通过探头中的电流数据来测量探头所在位置的流体流速，试分析其中的传热学原理并说明速度的计算过程。（12 分）
- (4) 如要进行消防员的防辐射服设计，假定生产成本  $Q=Q(N, \varepsilon_3)$ ，其中， $N$  为  $N$  层防辐射衣料， $\varepsilon_3$  每层防辐射衣料的发射率，设人体和火源温度分别为  $T_1$  和  $T_2$ 、发射率分别为  $\varepsilon_1$  和  $\varepsilon_2$ ， $\sigma$  为斯蒂芬-波尔兹曼常数，试给出一个防辐射服的最佳方案设计思路。（12 分）
- (5) 将盛有热水的杯子放入冰箱里，热水存在某一温度范围，在该范围中，水的温度越高，结冰所需时间越短，试解释之。（12 分）
- (6) 一半径为  $r_1$  的球体，具有均匀的内热源  $\omega$ ，导热系数为  $\lambda$ ，外表面维持恒定温度  $T_s$ ，试确定球体中的温度场和最高温度。（12 分）
- (7) 有两个房间被一垂直的侧墙分隔，侧墙的高和宽分别为  $H$  和  $B$ ，其中一个房间内发生了火灾，如果已知墙的温度为  $T_s$ ，没发生火灾的房间中空气温度为  $T_a$ 。试推导侧墙向没发生火灾房间的自然对流换热速率、以及净辐射传热速率。（已知重力加速度  $g$ 、容积热膨胀系数  $\beta$ ，黏性  $\nu$ ，热扩散系数  $\alpha$ ，导热系数  $k$ ，普朗特数  $Pr$ ，侧墙发射率  $\varepsilon$ ，斯蒂芬-波尔兹曼常数  $\sigma$ ）。（12 分）