

# 上海交通大学

## 2005年硕士研究生入学考试试题

试题序号: 487 试题名称: \_\_\_\_\_

核反应堆工程

(答案必须写在答题纸上, 写在试题纸上的一律不给分)

### 一. 填空题 (每题 1 分, 共 20 分)

1. 热中子反应堆中, 裂变中子的平均能量约为(1), 最高能量约为(2)。
2. 一个系统实现自持链式裂变反应的临界条件是(3), 仅依靠瞬发中子的贡献就可以维持自持链式裂变反应的状态称(4)。
3. 目前的压水堆主要通过(5)、(6)和(7)三种方式来联合控制堆芯的剩余反应性。
4. 反应堆净堆启动后, 在保持工况稳定的情况下, 大约经过(8)小时建立起平衡氙状态。
5. 对大多数裂变产物来说, 其中子微观吸收截面随能量的变化呈(9)规律。
6. 一个实际的反应堆, 在零燃耗、满功率、控制棒全提的条件下, 其上半堆芯的功率(10)于下半堆芯的功率。
7. 试写出我国压水堆的主要热工参数的典型值: 一回路压力(11) Pa, 堆芯平均温度(12) °C, 二回路压力(13) Pa, 铀-235的富集度(14)。
8. 列出压水堆核电站的三个专设安全设施(15)、(16)、(17)。
9. 同临界热流密度相关的另外三个名词有(18)、(19)、(20)。

### 二. 名词解释 (每题 3 分, 共 24 分)

1. 堆芯寿期
2. 控制棒微分价值
3.  $k_{\infty}$
4. 微观截面
5. 空泡率
6. 一回路压力边界
7. 自然循环能力
8. 流动不稳定性

### 三. 简答题 (每题 5 分, 共 40 分)

1. 请说明四因子公式中各个因子的含义?
2. 为什么压水堆的燃料温度系数总是负的?

3. 已知核燃料的温度系数为 $-4\text{pcm}/^\circ\text{C}$ ，慢化剂的温度系数为 $-30\text{pcm}/^\circ\text{C}$ ，则反应堆从冷态( $25^\circ\text{C}$ )到热态零功率( $290^\circ\text{C}$ )过程中由这两种成分引起的温度亏损为多少？
4. 若测得反应堆的功率在 30 秒内翻了一番，则该反应堆的周期是多少秒？
5. 画出压水堆核电站核蒸气供应系统的流程简图，并标出主要设备的名称。
6. 请写出流体流过堆芯的单相流换热计算公式和沿程阻力计算公式，并写出相应的换热系数和阻力系数的经验关系式。需要写出各符号的物理意义。
7. 请写出主要的热工设计准则。
8. 请叙述威胁反应堆停堆后安全性的主要因素。

#### 四. 论述题 (共 35 分)

1. 试说明用于研究反应堆动力学问题的点堆模型的适用范围。(8 分)
2. 已知反应堆单群中子扩散方程为 
$$-\nabla \cdot D(r)\nabla\phi(r) + \Sigma_a(r)\phi(r) = \frac{\nu}{k} \Sigma_f(r)\phi(r)$$
，现若要将堆内的中子按其能量划分为热中子和快中子两个能群，试建立起双群中子扩散方程组，并说明方程中每项的物理意义。(10 分)
3. 从反应堆物理的角度出发，良好的反射层材料应具有哪些特性？为什么？(7 分)
4. 根据美国标准协会 (ANSI) 的分类法，核电站的事故分类应该分为哪四类？其中第二、第三类事故的主要安全设计准则是什么？(10 分)

#### 五. 计算题 (共 31 分)

1. 一个有限高均匀圆柱体裸堆，假设其体积给定，为获得最大的中子不泄漏概率，试问其高径比应为多少？(6 分)
2. 试列出压水堆热量从燃料棒，经过气隙和燃料包壳，传至冷却剂的径向传热计算方程式，并用图画出均匀堆轴向温度分布示意图，需对分布的形状加于说明。(15 分)
3. 设一无限均匀介质内均匀地产生能量为  $E_0$  的快中子，该介质的宏观散射截面为常数。设这些中子在慢化至  $E_1$  能量前没有吸收， $E_1 \ll \alpha E_0$ ，而在  $[E_1, E_2]$  区间内有一强的共振吸收峰，假设慢化到该区间的中子都被吸收。试计算中子的逃脱共振俘获概率。(10 分)