

上海交通大学

2004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 (每空格 1 分, 共 15 分)

1. 铀-235 热中子裂变, 每次裂变的中子产额为 (1), 其中 99% 以上的中子是在裂变瞬间释放出来的, 叫 (2) 中子; 还有小于 1% 的是在裂变碎片衰变过程中释放出来的, 叫 (3) 中子。
2. 轻水堆的转换比约为 (4), 由此可得出轻水堆中最终加以利用的易裂变原子核的数目是初始装载的 (5) 倍。
3. 试列举三种反应堆设计过程中必须加以考虑的反应性效应 (6)、(7)、(8)。
4. 在目前压水堆常用的三种反应性控制方式中, (9) 控制的反应性总量最大。
5. 核电站安全分析方法可分为 (10) 方法和 (11) 方法。
6. 对热中子堆运行影响最大的裂变产物是 (12)。
7. 反应堆的主要控制系统包括 (13)、(14)、(15) 等。

二. 名词解释 (每题 2 分, 共 20 分)

- | | |
|----------------|-----------|
| 1. $1/\beta$ 律 | 2. 最终热阱 |
| 3. 反应堆周期 | 4. 裂变产物中毒 |
| 5. 故障安全原则 | 6. 反应性事故 |
| 7. 一回路压力边界 | 8. 燃料温度系数 |
| 9. 临界流 | 10. 热管因子 |

三. 简答题 (每题 5 分, 共 30 分)

1. 为什么说瞬发临界是极其危险的?
2. 你所了解的目前世界上正在设计的先进反应堆有哪些类型, 它们的称呼是什么?
3. 二氧化锆在水蒸汽中会发生何现象, 会产生什么后果?
4. 为什么反应堆停堆时必须保证有足够的停堆深度?
5. 如何保证失流事故后的反应堆传热安全?
6. 何谓保守设计? 请举例说明。

四. 论述题 (共 45 分)

1. 已知轻水和重水这两种慢化剂的性能参数如下表所示, 试据此分析并比较轻水堆和重水堆各自的特点。(8 分)

	慢化能力, cm^2	慢化比
轻水	1.53	70
重水	0.177	2100

2. 叙述在压水堆核电站中瞬态运行中可能发生哪几种典型的流动不稳定问题, 说明它们各自的特征。(8 分)
3. 试写出增殖介质内无外源条件下的单群中子扩散方程, 并解释方程中各项的物理意义。(7 分)
4. 已知以低富集铀作核燃料的反应堆, 由于多普勒效应, 当核燃料温度升高时, 其中的铀-238 对中子的吸收将增加。试从能量自屏和空间自屏两方面阐述原因。(9 分)
5. 叙述热工设计的基本准则。(7 分)
6. 你是否知道最近国家的核电发展规划, 请叙述你了解的情况。(6 分)

五. 计算题 (共 40 分)

1. 已知一侧面带有反射层的均匀圆柱形反应堆, 堆芯半径为 150cm, 高为 355cm, 径向反射层节省为 5cm, 芯部材料的 $L^2 = 24 \text{ cm}^2$, 试用单群临界理论求: (1) 为使反应堆临界所必需的芯部材料的 k_{∞} 数值; (2) 若已知芯部材料的 k_{∞} 为 1.27, 试求该反应堆的反应性。(10 分)
2. 已知一长、宽为无限大, 厚度 (包括外推距离在内) 等于 a 的均匀平板形反应堆, 试:
- (1). 写出该反应堆的几何曲率及临界时反应堆内的中子通量密度分布; (4 分)
 - (2). 求出与波动方程次小特征值 (即 B_1^2) 相对应的特征函数; (6 分)
 - (3). 在同一坐标图上定性画出以上两个分布。(5 分)
3. 一反应堆及其一回路系统中包含 9 m^3 的饱和水和 1.5 m^3 的饱和蒸汽, 压力为 10MPa, 在发生失水事故后, 这些介质排入容积为 2000 m^3 的安全壳中, 安全壳的初始压力为 0.1 MPa (绝对), 温度为 40°C 。假定水和蒸汽与环境之间不发生热交换, 问形成的平衡压力是多少? (15 分)
- 物性参数参考, 忽略低压下的焓随压力的变化。

压力 MPa	饱和水密度 kg m^{-3}	饱和蒸汽密度 kg m^{-3}	饱和水焓 kJ kg^{-1}	饱和蒸汽焓 kJ kg^{-1}
0.1	958.4	0.5977		
0.2	943.1	1.122	500	2700
10.0	691.1	54.54	1402	2730