

上海交通大学

2003年硕士研究生入学考试试题

2-1

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 (共 20 空, 每空 0.5 分)

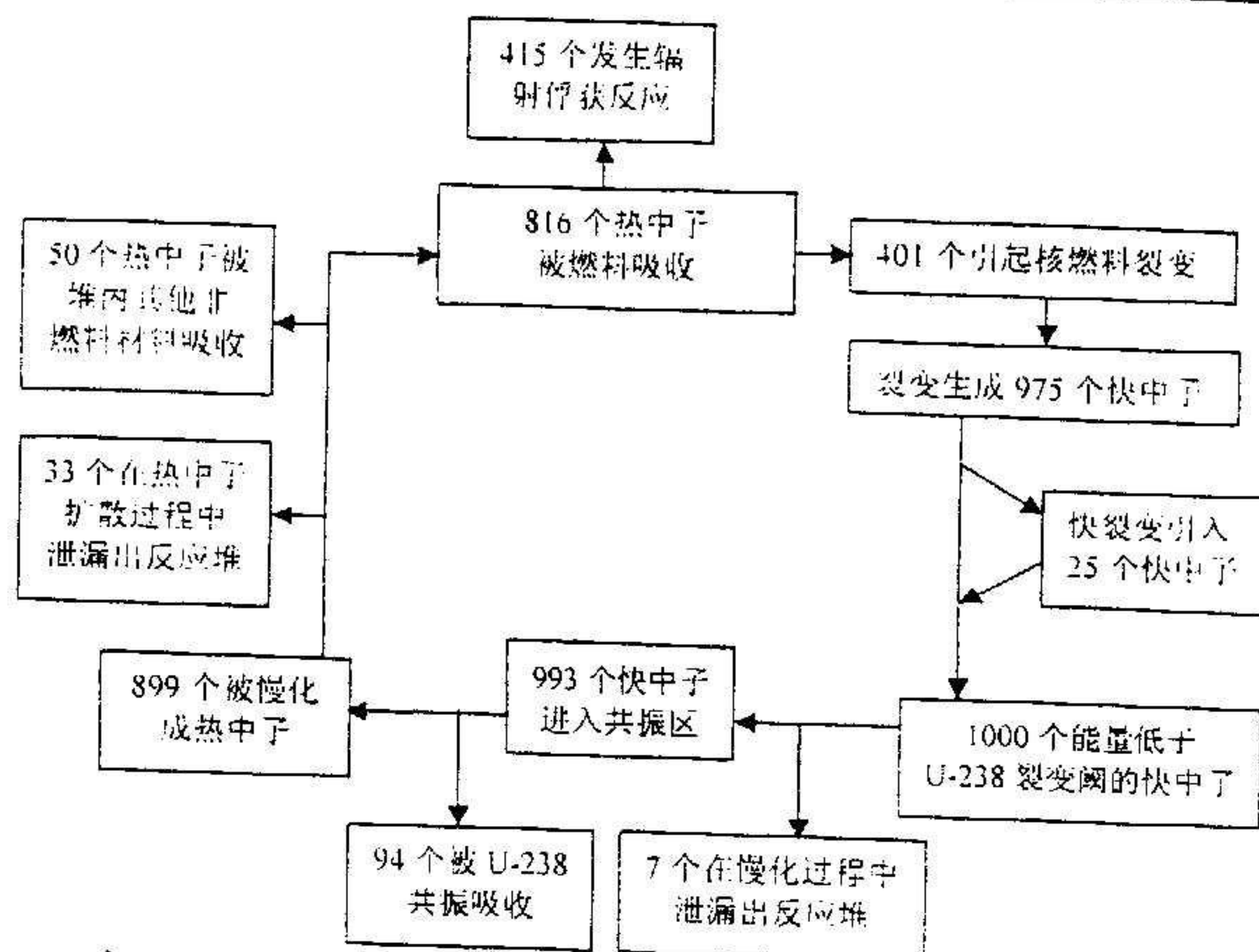
1. 天然铀中 U-238 约占(1), U-235 只约占(2).
2. 自然循环的驱动力是由于流体的(3)形成冷流体(4)和热流体(5)的流动.
3. U-235 原子核在热中子作用下, 平均一次核裂变释放出 (6) 个中子, (7)MeV 的能量.
4. DNBR 是(8)和(9)之比.
5. 压水反应堆以(10)作为中子慢化剂, (11)作为堆芯的冷却剂.
6. 用以表示反应性大小的常用单位包括(12)和(13).
7. 流体流动压降包括(14)、(15)、(16)和(17).
8. 过冷沸腾发生的条件是(18)和(19).
9. U-235 热中子裂变时的缓发中子份额是(20).

二. 名词解释 (15 分)

- | | |
|-----------|-----------|
| 1. 强迫对流换热 | 5. 瞬发临界状态 |
| 2. 反应堆临界 | 6. 临界热流密度 |
| 3. 控制棒价值 | 7. 饱和沸腾 |
| 4. 热通道 | |

三. 简答题 (35 分)

1. 试说明微观截面和宏观截面的物理意义. 5 分
2. 有哪些因素影响对流换热系数? 5 分
3. 为什么说压水堆具有一定的自稳特性? 5 分
4. 简述汽液两相流在垂直加热通道中流动时的几种流型. 5 分
5. 何谓泡核沸腾? 它有什么特点? 5 分
6. 简述并联通道不稳定性. 5 分
7. 已知某反应堆内的中子循环过程如下图所示, 试问该反应堆的有效增殖系数及堆芯材料的无限介质增殖系数各是多少. 5 分



四. 论述题 50 分

1. 反射层的作用是什么？为什么说反射层不是越厚越好？8 分
2. 核电站的本质是将核能转变为电能，试从压水堆核电站堆芯的核反应开始，到汽轮发电机为止，描述能量转换和传递的各个过程（可以用简图来辅助回答）。8 分
3. 从反应堆物理的角度出发，良好的中子慢化剂材料应具有哪些特性？为什么？8 分
4. 维持一回路的自然循环对压水堆核电站的安全运行有什么作用？8 分
5. 试分析热中子反应堆分别从 50%、80% 额定功率阶跃提升到 100% 额定功率时，反应堆内氙中毒的瞬态变化过程，并给出示意图。10 分
6. 在圆管内做强迫对流定型紊流传热时，其热边界层的厚度（也称流体膜）怎样影响其对流传热系数？8 分

五. 计算题 40 分

1. 设有一均匀圆柱形裸堆，堆芯半径为 1.5m，高为 3.55m， $L^2 = 24 \text{ cm}^2$ ， $\lambda_{tr} = 9.7 \text{ cm}$ 。试用单群临界理论求：(1) 为使堆芯临界所必须的 k_{∞} 数值；(2) 若已知堆芯的 k_{∞} 为 1.27，试求堆芯的反应性；(3) 如果该反应堆的热功率为 5000kW，且已知堆芯的 $\Sigma_f = 0.04 \text{ cm}^{-1}$ ，试列出用以确定该反应堆内某空间点 r 处中子通量密度大小的方程式（不要求确定出通量密度的显式表达式）。15 分
2. 有一底部加热密闭大容器内装 30 m³ 的饱和水，其总容积为 100m³，其余为蒸汽，设底部加热功率为 100kW，计算压力从 1 巴升高到 10 巴需要多少时间？（已知饱和水、蒸汽的

2-2

物性参数, 忽略加热过程中蒸汽和水的体积比例和密度的变化)。15 分

1 巴时的饱和水焓 $=420 \text{ (kJ/kg)}$, 饱和汽焓 $=2676 \text{ (kJ/kg)}$,

饱和水密度 $=958 \text{ (kg/m}^3\text{)}$, 饱和汽密度 $=0.6 \text{ (kg/m}^3\text{)}$ 。

10 巴时的饱和水焓 $=760 \text{ (kJ/kg)}$, 饱和汽焓 $=2776 \text{ (kJ/kg)}$,

饱和水密度 $=887 \text{ (kg/m}^3\text{)}$, 饱和汽密度 $=5.2 \text{ (kg/m}^3\text{)}$ 。

3. 半径为 R (包括外推距离) 的均匀石墨球体中心处有一每秒各向同性产生 S 个中子的点源, 已知石墨的中子扩散长度, 宏观吸收截面, 试求该球体内的中子通量密度分布。10 分