

# 核反应堆物理课程教学大纲

课程基本信息 (Course Information)					
课程代码 (Course Code)	NU307	*学时 (Credit Hours)	48	*学分 (Credits)	3
*课程名称 (Course Name)	(中文) 核反应堆物理				
	(英文) Nuclear reactor physics				
课程性质 (Course Type)					
授课对象 (Audience)	核工程与核技术本科三年级				
授课语言 (Language of Instruction)	中文				
*开课院系 (School)	机械与动力工程学院				
先修课程 (Prerequisite)	微积分、大学物理				
授课教师 (Instructor)	张腾飞、何东豪、潘清泉、郭辉	课程网址 (Course Webpage)	无		
*课程简介 (Description)	《核反应堆物理》课程是核反应堆工程的一门核心课程。该课程介绍核裂变反应堆相关的物理基础理论、裂变反应堆能量产生及控制的原理方法、反应堆运行涉及的关键物理现象及相关分析计算方法。该课程的主要内容包括：与反应堆物理有关的核物理知识，中子在介质中的慢化和扩散现象，核反应堆临界理论，非均匀堆的设计、燃耗、反应性反馈及控制、反应堆动力学。本课程的内容是核工程专业学生后续学习核反应堆运行及燃料管理等课程的基础。				
*课程简介 (Description)	The course Nuclear Reactor Physics is essential in the major of nuclear engineering. It introduces the fundamental theory related to the fission reactor, how the fission energy is produced and how fission is controlled in a reactor. Also it introduces other important neutronics phenomena related to the operation of a fission reactor and the analytical and computational methods. The main contents in this course includes: knowledge of nuclear physics related to fission reactor, neutron moderation and diffusion in a media, criticality theory of fission reactor, design of non-uniform reactor, burnup of nuclear fuel, reactivity feedback and control and kinetics of fission nuclear reactor. This course is the basis of nuclear reactor operation and fuel management courses.				

课程教学大纲 (course syllabus)

\*学习目标  
(Learning Outcomes)

1. 掌握裂变反应堆相关的中子物理学知识; (A5.1)
2. 理解并弄懂中子在堆内的能谱特征及慢化、扩散过程; (A5.1)
3. 掌握反应堆临界理论, 能够分析几何、材料等因素对临界的影响; (A5.1, A5.2, B4, C4)
4. 掌握共振计算的几种近似方法和基础的均匀化理论 (A5.1)
5. 掌握燃耗方面的知识, 能够分析反应堆运行、启停、功率变化过程中堆内氙、碘等重要同位素的变化规律 (A5.1, B4, C4)
6. 掌握反应性反馈机制及反应性控制方法, 能够分析突发事件对反应性的影响规律 (A5.1, B4, C4)
7. 掌握反应堆动力学分析方法, 并能分析反应性引入后的功率变化 (A5.1, A5.2, A5.3, A5.4, B4, C4)

毕业要求指标点与课程目标的对应关系

毕业要求指标点	课程目标
1.4 掌握核工程与核技术的专业知识, 并能用于核工程与核技术问题的解决方案的分析与改进。	课程目标 1 课程目标 2

\*教学内容、进度安排及要求  
(Class Schedule & Requirements)

教学内容	学时	教学方式	作业及要求	基本要求	考查方式	课程思政融入点	对应课程目标
核反应堆物理要解决的基本问题	2	课堂教学及讨论	掌握裂变反应堆产生能量的基本工作原理	掌握裂变反应堆产生能量的基本原理	课堂提问	通过了解我国近代核能发展经历、国家发展战略, 培养专业热情	课程目标 1
核反应堆的核物理基础	6	课堂教学及讨论	掌握裂变反应堆相关的中子物理学知识, 完成课后作业	掌握中子与物质作用的机制、微观及宏观截面、共振吸收、自持链式裂变反应的条件	课堂提问 课后作业		课程目标 1
中子慢化和慢化能	6	课堂教学及讨论、习题课	掌握中子慢化过程及其对中	掌握对数能降、慢化能谱、慢化剂的选择方	课堂提问 课后作业 考勤	通过对中子慢化和中子能谱计算方程	课程目标 1

	谱			子能量分布的影响	法、慢化长度等概念		的求解，培养勇于探索的科学精神	
	中子扩散理论	4	课堂教学及讨论	掌握中子扩散过程以及扩散方程的物理意义	掌握中子扩散的菲克定律及其假设前提条件、中子扩散方程的物理意义		通过对菲克定律和中子扩散方程的推导，培养勇于探索的科学精神	课程目标 1
	不同裂变堆型的能谱特征	2	讨论课 学生研究并报告不同堆型中的中子能谱分布，通过比较讨论学习不同裂变堆的能谱分布	掌握不同反应堆的能谱分布特征及其缘由	掌握不同反应堆的能谱分布特征及其缘由	讨论表现	通过对我国不同裂变堆型及运行维护单位的介绍，展现我国核能技术水平，培养专业热情	课程目标 1 课程目标 2
	均匀反应堆临界理论	4	课堂教学及讨论	掌握均匀裸堆的单群临界理论，几何、材料因素对临界的影响以及不同几何的反应堆中子通量的空间分布特征	掌握均匀裸堆的单群临界理论，几何、材料因素对临界的影响以及不同几何的反应堆中子通量的空间分布特征	课后作业 考勤		课程目标 1
	双群扩散	4	课堂教学及讨论	掌握与能量相	掌握与能量相关的中子	课堂提问 考勤		课程目标 1

理论		论	关的中子扩散理论，掌握双群扩散理论及方程形式	扩散理论，掌握双群扩散理论及方程形式			
非均匀化效应与均匀化群常数计算	4	课堂教学及讨论	掌握栅格非均匀化效应的基本概念，掌握均匀化群常数的计算方法	掌握栅格非均匀化群常数的计算方法	课堂提问 考勤	通过对我国核电软件的计算功能及发展的介绍，传承我国核电文化	课程目标 1 课程目标 2
反应性随时间的变化	4	课堂教学及讨论	掌握核燃料中同位素成分随时间的变化及裂变产物中毒	掌握核燃料中同位素成分随时间的变化及裂变产物中毒的概念	课堂提问 课后作业 考勤		课程目标 1 课程目标 2
温度效应与反应性控制	2	课堂教学及讨论	掌握反应性系数的基本概念、反应性控制的任务和方法及不同控制方式的优缺点	掌握反应性系数的基本概念、反应性控制的任务和方法及其优缺点	课堂提问 及考勤		课程目标 1 课程目标 2
不同裂变堆型的反应性控制	2	讨论课 学生研究并报告不同堆型中的反应	掌握不同反应堆的反应性控制方式及其缘	掌握不同反应堆的反应性控制方式及其缘由	讨论表现		课程目标 1 课程目标 2

	方式		性控制方式，通过比较讨论学习不同类型反应堆的控制方式	由				
	点堆中子动力学方程及其数值解法	4	课堂教学及讨论	掌握点堆中子动力学方程的形式及其数值解法	掌握点堆中子动力学方程的形式及其数值解法，掌握反应堆周期的概念	课堂提问 课后作业 考勤		课程目标1 课程目标2
	核燃料管理的基本概念	4	课堂教学及讨论	掌握核燃料管理的基本原则及管理方法	掌握核燃料管理的基本原则及管理方法	课堂提问 考勤	通过对我国核电堆内燃料管理方法的介绍，传承我国核电文化	课程目标1 课程目标2
课程目标达成度评价 (Grading)	考核方式 课程目标	平时作业 (10%)	大作业 (30%)	期末考试 (60%)	课程目标权重 ( $w_i$ )	课程目标达成度 ( $Obj_i$ )		
	课程目标 1	√	√	√	1	$Obj_i = \text{课程成绩}/100$		
	课程目标 2	√	√	√	1	$Obj_i = \text{课程成绩}/100$		
	课程总体目标达成度 ( $Obj$ )	各课程目标达成度加权求和为： $Obj = \frac{\sum_{i=1}^2 w_i Obj_i}{\sum_{i=1}^3 w_i}$						
*教材或参考资料 (Textbooks & Other Materials)	<p>(必含信息：教材名称，作者，出版社，出版年份，版次，书号)</p> <p>谢仲生，西安交通大学出版社，2003， ISBN 7-5605-1810-9</p> <p>John R. Lamarsh, Anthony J. Baratta, Introduction to Nuclear Engineering (3<sup>rd</sup> edition) Prentice Hall, 2001, ISBN 0-201-82498-1</p> <p>E. E. Lewis Fundamentals of Nuclear Reactor Physics, Academic Press, 2008, ISBN 978-0-12-370631-7</p>							
其它 (More)								

备注 (Notes)	
---------------	--

备注说明：

1. 带\*内容为必填项。
2. 课程简介字数为 300-500 字；课程大纲以表述清楚教学安排为宜，字数不限。