多尺度物理问题计算方法 课程教学大纲

Course Outline

课程基本信息 (Course Information)					
课程代码 (Course Code)	PH379	*学时 (Credit Hours)	48	*学分 (Credits)	3
*课程名称 (Course Title)	(中文) 多尺度物理问题计算方法 (英文) Computational Methods for Multi-scale Physical Problems				
*课程性质 (Course Type)	专业选修课 (Subject Elective Course)				
授课对象 (Target Audience)	本科高年级 (硕士生, 博士生也可以参加)				
*授课语言 (Language of Instruction)	英文				
*开课院系 (School)	致远学院				
先修课程 (Prerequisite)	计算方法, 偏微分方程				
授课教师 (Instructor)	金石	课程网址 (Course Webpage)			
*课程简介 (Description)	<p>本课程介绍从量子力学到古典力学到动理学理论到连续介质力学的数学连系; 相应的多尺度计算方法, 动理学方程, 可压与不可压流体力学计算方法。</p> <p>主要教学内容: 薛定谔方程及其基本数学性质; 高频波问题的计算方法: WKB 方法, 高斯波包方法, Wigner 变换, 量子力学的半古典极限; BBGKY Hierarchy, 古典力学多体问题的平均场极限; 玻尔兹曼方程及其基本性质, 直接蒙特卡罗模拟方法, Chapman-Enskog 展开, 玻尔兹曼方程的流体力学极限; 双曲型守恒律方程基本性质, 激波捕捉方法; 不可压流体方程计算方法; 多尺度问题计算方法, 渐进保持方法</p> <p>通过本课程的学习, 学生将对现代数学物理在不同尺度下的几个基本方程有个横向的全面了解, 掌握多尺度问题的基本计算方法, 了解相关问题的学术研究前沿, 为本科生研究奠定较高的数学和计算基础。</p>				
*课程简介 (Description)	<p>This course introduces the mathematical linkage from quantum mechanics, to classical mechanics, to kinetic theory and continuum mechanics, the corresponding multi-scale computational methods, kinetic theory, and computational methods for compressible and incompressible flows.</p> <p>Course materials: The Schrodinger equation and its basic mathematical properties; High frequency</p>				

	wave computation: WKB method, Gaussian wave packet method, Wigner transform, and the semi-classical limit of quantum mechanics; BBGKY hierarchy, the mean-field limit of multi-body particles in classical mechanics; The Boltzmann equation and its mathematical properties; Direct Simulation Monte-Carlo (DSMC) method; Chapman-Enskog expansion, the fluid dynamic limit of the Boltzmann equation; Mathematical properties of hyperbolic conservation laws, shock capturing methods; Multis-scale computational methods, Asymptotic-preserving methods
--	---

课程教学大纲 (course syllabus)

*学习目标(Learning Outcomes)	<ol style="list-style-type: none"> 薛定谔方程及其基本数学性质 高频波问题的计算方法: WKB 方法, 高斯波包方法 Wigner 变换, 量子力学的半古典极限 BBGKY Hierarchy, 古典力学多体问题的平均场极限 玻尔兹曼方程及其基本性质 直接蒙地卡罗模拟方法 Chapman-Enskog 展开, 玻尔兹曼方程的流体力学极限 双曲型守恒律方程基本性质 激波捕捉方法 不可压流体计算方法 多尺度问题计算方法 渐进保持方法
--------------------------	---

	教学内容	学时	教学方式	作业及要求	基本要求	考查方式
*教学内容、进度安排及要求 (Class Schedule & Requirements)	薛定谔方程及其基本数学性质	3	课堂讲授	学期中将有两次作业/小课题 (下同)	上课与完成作业 (下同)	根据作业/课题表现 (下同)
	高频波问题的计算方法	6	课堂讲授			
	量子力学的半古典极限	4	课堂讲授			
	古典力学多体问题的平均场极限	2	课堂讲授			
	玻尔兹曼方程及其基本性质	3	课堂讲授			
	直接蒙地卡罗模拟方法	2	课堂讲授			
	玻尔兹曼方程的流体力学极限	3	课堂讲授			
	双曲型守恒律方程基本性质	4	课堂讲授			

	激波捕捉方法	8	课堂讲授			
	不可压流体计算方法	6	课堂讲授			
	多尺度问题计算方法	3	课堂讲授			
	渐进保持方法	4	课堂讲授			
*考核方式 (Grading)	学期中将布置 2 次课外作业，包括理论和计算的问题，各占 40% 和 60%，计算的问题是具有很小的研究课题的性质，学生需要阅读一篇论文后才能完成。最后的成绩根据根据学生这些作业的表现来确定					
*教材或参考资料 (Textbooks & Other Materials)	<p>S. Jin, C. Sparber and P.A. Markowich, <i>Mathematical and computational methods for semiclassical Schrodinger equations</i>, Acta Numerica 20, 211-289, 2011.</p> <p>C. Cercignani: <i>The Boltzmann Equation and its Applications</i>, Springer, 1998.</p> <p>Francois Bouchut, Francois Golse and Mario Pulvirenti: <i>Kinetic Equations and Asymptotic Theory</i>, Gauthier-Villars, 2000.</p> <p>R.J. LeVeque: <i>Numerical Methods for Conservation Laws</i>, Birkhauser, 1992; <i>Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems</i>, Cambridge University Press, 2002.</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。