

附件：

《理论力学》课程教学大纲

课程编号：00432211

课程类别：物理学骨干基础课

授课对象：物理学院、元培学院、地空学院等本科生

开课学期：第1学期

学 分：4 学分

主讲教师：许甫荣

指定教材：胡慧玲等，《理论力学基础教程》，高等教育出版社，1986年

主要参考书：周衍柏，《理论力学教程》（第二版，1985，高等教学出版社）

梁昆森，《力学》下（1980，人民教育出版社）

苏云荪，《理论力学》（1990，高等教学出版社）

周乐柱，《理论力学简明教程》（2004年，北京大学出版社）

张启仁，《经典力学》（2002年，科学出版社）

教学目的：

理论力学的重点是分析力学，这部分是全新内容，普通物理没有涉及，目的是让学生掌握分析力学知识和方法。利用系统的数学方法解决物理问题，特别是处理包含有复杂约束的力学问题。理论力学中的许多方法（如：拉格朗日函数、哈密顿函数及它们的方程）在今后的量子力学中要经常用到，理论力学是现代力学（量子力学）的基础。通过理论力学学习，提高学生利用数学工具解决物理问题的能力。

第一章 拉格朗日方程

课时：约 8 课时

力学中的约束问题，广义坐标，广义力，虚功原理，拉格朗日函数及其方程，广义势，耗散函数，应用拉格朗日方程解题。

- 一、约束，广义坐标，变换方程，虚位移，理想约束
- 二、虚功原理及其应用，达朗伯原理
- 三、拉格朗日函数及其方程，能量积分，循环坐标
- 四、广义势，带电粒子运动
- 五、耗散力，耗散函数
- 六、拉格朗日方程应用举例

第二章 在平衡位置附近的小振动

课时：约 6 课时

一般小振动举例，小振动的普遍理论，振动方程及其小振动解，本征频率和本征振动，对小振动理论的一些应用，关于有限振动和非稳定平衡的讨论。

- 一、小振动例子，双原子分子，耦合摆的小振动
- 二、小振动的运动方程，小振动解，以及本征频率和本征振动
- 三、简正坐标，小振动理论的应用——分子振动
- 四、有限振幅运动，非简谐振动以及非稳定平衡的情形

第三章 正则方程与泊松括号

课时：约 6 课时

引入广义动量，正则变量，得到哈密顿函数和正则方程，讨论哈密顿函数的物理意义，能量积分，广义动量积分，举例应用哈密顿函数和正则方程，引入泊松括号，分析运动守恒律与

时空对称性。

- 一、广义动量，正则变量
- 二、哈密顿函数和正则方程
- 三、哈密顿函数的物理意义，正则方程的能量积分，广义动量积分
- 四、哈密顿函数和正则方程应用举例
- 五、泊松括号性质，泊松定理及泊松括号应用举例
- 六、运动守恒律与时空对称性

第四章 力学中的变分原理

课时：约 8 课时

运动路径，哈密顿作用量和哈密顿原理，并由哈密顿原理导出拉格朗日方程，修正的哈密顿原理，一般体系哈密顿原理，提出最小作用量原理。

- 一、运动路径，哈密顿作用量，哈密顿原理
- 二、由哈密顿原理导出拉格朗日方程
- 三、修正的哈密顿量原理，一般体系哈密顿原理
- 四、最小作用量原理
- 五、最小作用量原理与拉格朗日方程
- 六、最小作用量原理的其他形式

第五章 正则变换与哈密顿-雅克比方程

课时：约 8 课时

正则变换及其母函数，应用正则变换解题，提出哈密顿-雅克比方程，并举例说明哈密顿-雅克比方程的应用。

- 一、正则变换，母函数，母函数的其他形式
- 二、正则变换应用举例
- 三、哈密顿-雅克比方程
- 四、哈密顿主函数
- 五、哈密顿-雅克比方程应用举例，一维谐振子的运动，作用变量，周期公式
- 六、哈密顿特性函数

第六章 有心运动

课时：约 4 课时

力学中的角动量定理，描述有心运动的一般特性，运动方程和轨道的分类，轨道微分方程和反平方律力的运动轨道，开普勒三定律，人造星体运动和三种宇宙速度， α 粒子在核库仑场中的散射，有心力的两体问题。

- 一、角动量定理，有心运动的一般特性，运动方程，轨道分类
- 二、轨道微分方程，开普勒三定律
- 三、反平方律力下的运动轨道，人造星体的运动
- 四、 α 粒子在核库仑场中的散射，有心力的两体问题，折合质量

第七章 刚体动力学

课时：约 10 课时

刚体动力学基本方程，惯量张量，刚体定轴转动，平面平行运动，绕固定点的运动，绕定点的自由运动，重陀螺的定点运动， NKZ 坐标系并用 NKZ 坐标系讨论重陀螺运动，高速陀螺的

近似理论及其应用。

- 一、刚体动力学基本方程，惯量张量，惯量主轴，惯量椭球
- 二、刚体定轴转动
- 三、刚体平面平行运动
- 四、刚体绕固定点的运动，基本方程，欧勒动力学方程，欧勒角、欧勒运动学方程
- 五、刚体绕定点的自由运动
- 六、重陀螺的定点运动，拉格朗日情形下进动和章动
- 七、 NKZ 坐标系并用 NKZ 坐标系讨论重陀螺运动
- 八、高速陀螺的近似理论及其应用

第八章 连续介质力学

课时：约 12 课时

流体运动学，包括：流体的拉格朗日描述、流体的欧拉描述、流体速度场的描述、分析流体速度场、流体的转动等。

- 一．流线、流管、流线微分方程
- 二．流速的描述，当地变化率，实体变化率。
- 三．速度场分析，伸长速率，切向速率。
- 四．流速的转动，有旋，无旋。
- 五．科希一里曼方程，速度势，流函数，流体的连续性问题。

其中考试：2课时

执笔人：许甫荣
2017 年9 月 10 日