

《力学》

LiXue
XueXi FuDao

学习辅导

王宗箴 肖荣辉 编



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

《力学》学习辅导

王宗麓 肖荣辉 编

厦门大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

《力学》学习辅导/王宗箴,肖荣辉编. —厦门:厦门大学出版社,2010

ISBN 978-7-5615-3635-3

I. ①力… II. ①王…②肖… III. ①力学-高等学校-教学参考资料 IV. ①O3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 181932 号

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

<http://www.xmupress.com>

xmup@public.xm.fj.cn

南平市武夷美彩印中心印刷

2010 年 9 月 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:396 千字

定价:25.00 元

如有印装质量问题请与承印厂调换

前 言

本书是三明学院“力学”精品课程建设项目成果的汇编。总体编排结构如下：第一章为教学目标与形成性测试。主要内容包括力学各模块教学目标、力学两套形成性测试题。第二章为力学各章节知识小结与习题解答。主要内容包括各章节知识点的归纳小结、各章节习题解答。第三章为八套力学综合练习及参考答案。第四章为网络搜集的部分高校考研力学试题选编，我们提供了参考解答。

本书从力学的教学大纲出发，对每章节知识点按能力层次进行了教学目标分类，编制了以教学目标为达成度的形成性测试题，提供了以自我检查为目的的综合练习及研究生入学考试力学试题选编。通过以上这些较为丰富的学习辅导材料，希望能增强学生的自主学习能力，提高力学课程的教学质量。

本书在编写过程中得到三明学院教务处的大力支持，获学校教改立项(ZL0702/JJ)资助。感谢物理与机电工程系彭永仙主任、魏茂金教授对本书编写工作的支持；杨秀珍、颜慧贤老师参与了第四章部分内容的题解工作，魏炽旭老师参与了部分图形的绘制工作，对他们致以衷心的感谢。

由于编者学识有限，汇编时间仓促，书中难免有不妥和错误之处，敬请读者批评指正。

编者
2010年9月

目 录

前言

第 1 章 教学目标与形成性测试	1
§ 1.1 教学目标	1
§ 1.2 形成性测试题 A 卷	11
§ 1.3 形成性测试题 B 卷	24
§ 1.4 形成性测试题 A 卷参考解答	36
§ 1.5 形成性测试题 B 卷参考解答	46
第 2 章 各章节知识小结及习题解答	56
§ 2.1 质点运动学知识小结及习题解答	56
§ 2.2 动量定理及其守恒定律知识小结及习题解答	69
§ 2.3 动能和势能知识小结及习题解答	85
§ 2.4 角动量及其规律知识小结及习题解答	97
§ 2.5 万有引力定律知识小结及习题解答	102
§ 2.6 刚体力学知识小结及习题解答	105
§ 2.7 弹性体的应力和应变知识小结及习题解答	119
§ 2.8 振动知识小结及习题解答	123
§ 2.9 波动和声知识小结及习题解答	134
§ 2.10 流体力学知识小结及习题解答	142
第 3 章 综合练习	150
§ 3.1 综合练习一	150
§ 3.2 综合练习二	155
§ 3.3 综合练习三	159
§ 3.4 综合练习四	164
§ 3.5 综合练习五	168

§ 3.6	综合练习六	173
§ 3.7	综合练习七	177
§ 3.8	综合练习八	181
§ 3.9	综合练习参考答案	186
第 4 章 部分高校考研力学试题		197
§ 4.1	选择题	197
§ 4.2	填空题	202
§ 4.3	计算题	205
§ 4.4	参考答案	215

第 1 章

教学目标与形成性测试

§ 1.1 教学目标

一、质点与刚体教学目标一览表

教 学 目 标 知 识 点 目 标 层 次	知识	领会	运用	分析与综合
质点和刚体	叙述质点和刚体的定义	说明物体抽象成质点和刚体的条件、意义		
参考系	表述参考系的定义	解释运动学引入参考系的原因	从不同的参考系确定质点的运动	
时刻和时间	指出测量长度、时间的标准	说明时刻和时间间隔概念的区别		
直线运动	指出质点直线运动的坐标系选择	解释位置坐标、速度、加速度正负号的意义	应用统一的坐标和方程描述质点运动的方法,解决中途改变方向的变速直线运动问题	系统阐述如何选定坐标系、确定初始条件,推导出匀变速直线运动学公式
运动方程与位置矢量	写出位置矢量的定义和运动方程的表示式		由加速度或速度和初始条件,确定质点的运动方程和位移	
位移图线与速度图线	指出位移图线与速度图线的画法	作出位移图线、速度图线及加速度图线间的变换		
运动叠加原理	表述运动叠加原理	推导抛体运动有关公式	建立坐标系、确定初始条件,解决抛体运动学问题	分析和判断不正确应用运动学公式所得结果的错误所在及原因

续表					
教 学 目 标 层 次 知 识 点		知识	领会	运用	分析与综合
位移和路程		表述位移和路程的定义及表示式	说明位移和路程的区别	计算质点的位移和路程	
速度		表述平均速度、速度的定义	说明速度、平均速度、速率的区别	由运动学方程确定质点的速度和加速度	
加速度		表述平均加速度、加速度的定义	说明加速度与速度的关系		
法向与切向加速度		写出切向加速度、法向加速度的表示式	推导圆周运动的向心加速度和切向加速度公式		
相对运动		指出绝对速度、相对速度、牵连速度的定义	举例说明相对运动中绝对速度、相对速度、牵连速度的意义	应用绝对速度等于相对速度加上牵连速度的公式,解决相对运动学的问题	
刚体的平动和转动		表述刚体的平动、转动和绕定轴的转动	说明如何确定刚体的平动和转动		
角速度和角加速度		定义刚体转动的角速度和角加速度	由角速度、角加速度的定义确定转动刚体的角速度和角加速度	应用刚体绕定轴转动的运动学公式解决刚体绕定轴转动的运动状态问题	
角量与线量		写出角速度与线速度、法向加速度,角加速度与切向加速度的关系	由角量与线量关系说明刚体的运动状态		

二、质点动力学教学目标一览表

教 学 目 标 知 识 点	目 标 层 次	知识	领会	运用	分析与综合
惯性和惯性参照系		表述力和惯性的概念,定义惯性参照系			

续表

教 学 目 标 知 识 点	目 标 层 次	知识	领会	运用	分析与综合
牛顿第一定律		叙述牛顿第一定律及适用条件	根据惯性定律解释日常生活中碰到的惯性现象		
质量和动量		表述质量和动量的概念			
牛顿第二定律		叙述牛顿第二定律及适用条件	说明力和运动状态之间的关系		
牛顿第三定律		叙述牛顿第三定律及适用条件	说明一对作用力与反作用力和一对平衡力的区别		
单位制和量纲		指出国际单位制中力学的基本单位	表示力学量的量纲式	应用量纲法则判断公式的正确性	由量纲分析概括出物理量之间的关系
弹性力和摩擦力		写出摩擦力和弹簧弹性力的表示式	说明静摩擦力和滑动摩擦力的区别及在不同情况下摩擦力的计算	计算复杂情况下的弹性力和摩擦力	
牛顿运动定律的运用			说明用牛顿运动定律解决动力学问题的方法和步骤	应用牛顿运动定律解决质点直线和平面运动的问题	应用牛顿运动定律解决变力作用下质点运动的问题
相对性原理		叙述力学相对性原理	举例说明力学相对性原理的意义		
伽利略变换		写出伽利略变换关系式	证明牛顿第二定律在伽利略变换下保持不变		由伽利略变换下时空特性对牛顿力学的时空观作出评价
非惯性参照系		表述非惯性参照系的定义	解释在非惯性系中质点运动状态改变的原因	应用非惯性系中的动力学方程解决质点的动力学问题	
惯性力		写出加速平动的惯性力和转动的离心惯性力	说明惯性力与相互作用力的区别及惯性力的本质		
牛顿力学的适用范围		标明牛顿力学适用的速度及作用量的范围			

三、动量、角动量定理教学目标一览表

教 学 目 标 知 识 点	目 标 层 次	知识	领会	运用	分析与综合
动量		表述质点动量和冲力的概念	说明冲力与其他力的区别		
冲量		写出冲量的表达式	用冲量和冲力的概念解释有关冲击现象		
质点动量定理		定义质点动量定理及适用条件	从牛顿第二定律推导质点的动量定理	应用质点动量定理求解冲量和平均冲力	
质点系动量		定义质点系的动量	计算质点系的动量		分析内力对质点系统的动量和质点系内质点的动量的影响
质点系动量定理		表述质点系动量定理		应用质点系动量定理解决质点系的动力学问题	
质心		写出质点系质心的定义式	说明质心与重心的区别	由质心公式求质点系质心的位置	
质心运动定理		表述质点系的质心运动定理		应用质心运动定理解决质点系的动力学问题	
动量守恒定律		表述动量守恒定律及适用条件,表述动量沿某一方向的投影守恒律及成立的条件	根据动量守恒定律解释有关力学现象	应用动量守恒定律解决一维和二维动力学问题	
火箭推进原理		表述火箭推进的基本原理	推导齐奥科夫斯基公式		
力矩		写出力对定点和定轴的力矩定义式	由力矩的定义式计算对定点的力矩		
质点的角动量		写出质点对定点和定轴的角动量定义式	计算质点对定点的角动量		
质点的角动量定理		表述质点对定点的角动量定理	从牛顿第二定律推导质点对定点的角动量定理	应用质点的角动量定理解决质点的动力学问题	
质点系的角动量		写出质点系对定点和定轴的角动量定义式	计算质点系对定点的角动量		
质点系的角动量定理		表述质点系对定点的角动量定理	推导质点系对定点的角动量定理	应用质点系角动量定理解决质点系动力学问题	
质点系角动量守恒定律		表述质点系的角动量守恒定律		应用质点系角动量守恒定律解决质点系动力学问题	

四、功和能教学目标一览表

教 学 目 标 知 识 点	目 标 层 次	知识	领会	运用	分析与综合
功和功率		写出功和功率的定义	说明功和参照系的关系	计算恒力或变力的功	
质点的动能		写出质点的动能表达式	说明动能与动量的区别	在不同参照系下计算同一质点的动能	
质点的动能定理		表述质点的动能定理	由牛顿第二定律推导质点的动能定理	应用质点的动能定理解决质点的动力学问题	
质点系的动能定理		表述质点系的动能定理	说明内力的总功与参照系的选择无关	应用质点系的动能定理解决质点系的动力学问题	
保守力与非保守力		表述保守力与非保守力的定义	说明保守力做功的特点并区别保守力与非保守力		
势能		表述势能的定义并写出弹性势能和重力势能的表达式	由势能表达式画出势能曲线,阐明保守力与势能的关系	由势能定义计算保守系统的势能	由势能曲线分析物体受力情况
功能原理		表述质点系的功能原理	推导质点系的功能原理	应用功能原理解决动力学问题	
机械能守恒定律		表述质点系的机械能守恒定律	说明质点系机械能守恒的条件	应用机械能守恒定律解决动力学问题	
碰撞		表述碰撞的分类与特征	用碰撞理论解释碰撞现象	应用动量守恒定律解决碰撞的问题	综合应用动量守恒定律、功能原理、牛顿定律解决碰撞问题
恢复系数		表述恢复系数的定义并写出其表示式	用恢复系数说明碰撞的分类		
能量守恒与转化定律		表述能量守恒与转化定律	说明能量守恒与转化定律的意义		

续表					
教 学 目 标 层 次 知 识 点		知识	领会	运用	分析与综合
万有引力定律		表述开普勒三定律和万有引力定律			由万有引力定律的建立过程概述牛顿力学的研究方法
重力与地球引力			说明重力与地球引力、重量和质量的区别,说明重力加速度随地球纬度变化的原因		
引力势能与宇宙速度		写出引力势能的表达式和第一、第二宇宙速度	推导第一、第二宇宙速度	计算引力势能和引力	
人造地球卫星				计算人造地球卫星的运动参数和轨道参数	
引力质量与惯性质量			说明引力质量与惯性质量的区别及联系		

五、刚体的平衡与转动、弹性形变教学目标一览表

教 学 目 标 知 识 点	目 标 层 次	知识	领会	运用	分析与综合
刚体的质心与重心		表述平行力合成法则	说明质心与重心的区别与联系	应用质心或重心公式计算刚体的质心或重心	
力系的简化		表述力偶的特征	说明平面力系在任意点化简的方法	根据平面力系化简方法求解刚体上力在某一点上化简问题	
平衡条件		写出刚体的平衡条件		应用刚体的平衡条件解决刚体平衡问题	

续表				
教 学 目 标 层 次 知 识 点	知识	领会	运用	分析与综合
转动定理	表述刚体绕定轴转动的角动量定理和转动定理	推导刚体绕定轴转动的转动定理	应用转动定理解决刚体绕定轴转动问题	综合应用转动定理、牛顿定律或质心运动定理解决转动问题
转动惯量	写出转动惯量的定义和常见刚体对定轴的转动惯量	解释转动惯量的物理意义,由转动惯量定义证明平行轴定理和垂直轴定理	计算刚体对定轴的转动惯量	
对轴的角动量守恒定律	表述刚体或物体对轴的角动量守恒定律	用对轴的角动量守恒定律解释转动的力学现象	应用角动量守恒定律解决刚体转动的动力学问题	综合应用角动量守恒定律与功能原理或能量守恒定律分析和解决刚体动力学问题
力矩的功	写出力矩的功和功率的表达式		计算力矩的功	
转动动能定理	写出刚体绕定轴转动动能的定义和动能定理		应用转动动能定理解决刚体转动的动力学问题	综合应用转动动能定理或能量守恒定律和质心运动定律解决刚体转动的动力学问题
平面运动	写出刚体平面运动的动力学方程		应用平面运动的动力学方程解决刚体平面运动问题	
长变的胡克定律	表述长变的胡克定律及适用条件	说明杨氏模量的物理意义	应用胡克定律解决弹性体长变问题	
长变的弹性势能	写出长变的弹性势能和势能密度	推导长变的弹性势能		
切变的胡克定律	表述切变的胡克定律	说明切变模量的物理意义	应用切变的胡克定律解决弹性体的切变问题	
切变的弹性势能	写出切变的弹性势能和势能密度	推导切变的弹性势能		
扭转形变	表述扭转形变并写出扭转角与扭转力矩的关系	说明扭转形变的实质		

六、流体力学教学目标一览表

教 学 目 标 知 识 点	目 标 层 次	知识	领会	运用	分析与综合
流体的压强		定义静止流体内的压强概念	说明在重力场中静止流体的压强分布	计算重力场中静止流体的压强和压力	
阿基米德定律		表述浮力概念和阿基米德定律		应用阿基米德定律求解流体静力学问题	
帕斯卡定律		表述帕斯卡定律	说明油压机或水压机的的工作原理	应用帕斯卡定律求解流体静力学问题	
理想流体的稳定流动		定义理想流体的概念和稳定流动的概念			
连续性原理		表述连续性原理及适用条件	推导连续性方程	应用连续性原理解决流体动力学问题	
伯努利方程		写出伯努利方程及适用条件	用伯努利方程解释流体力学的一些现象	应用伯努利方程解决流体动力学问题	综合应用伯努利方程和连续原理解决流体动力学问题
粘滞流体的运动		表述流体的粘滞定律,写出泊肃叶流量公式			
雷诺数		写出雷诺数的表示式	说明层流和湍流的判别方法		
斯托克斯公式与机翼的升力		写出斯托克斯公式及适用条件	说明机翼升力产生的机理		

七、机械振动教学目标一览表

教 学 目 标 知 识 点	目 标 层 次	知识	领会	运用	分析与综合
简谐振动		表述振动和简谐振动的概念	说明简谐振动的基本特征和旋转矢量表示法		

续表				
教 学 目 标 层 次 知 识 点	知识	领会	运用	分析与综合
简谐振动的运动学	定义简谐振动的振幅、周期、相位, 写出运动学方程及速度、加速度的表示式	由简谐振动方程推断出运动学参数并画出 $x-t$ 图线, 由 $x-t$ 图线写出简谐振动方程	给定初始条件求出一维简谐振动的运动学方程	分析物体具体振动情况, 找出回复力, 把复杂的振动简化为简谐振动并求出振动周期
简谐振动的能量	写出简谐振动的动力学方程和势能、动能、总能量表示式	叙述简谐振动中的能量转化过程	应用简谐振动的能量公式解决振动的能量问题	综合简谐振动方程和牛顿定律或动量守恒定律解决复杂的振动问题
单摆、复摆、扭摆	写出单摆、复摆和扭摆的简谐振动周期	推导单摆、复摆和扭摆的简谐振动方程和周期		
同方向简谐振动的合成	写出两个同频同向简谐振动合成的振幅、相位表示式, 写出拍频公式	由相位差说明两个同频同向简谐振动合成的振幅极大或极小的条件	应用同向简谐振动的合成公式解决同频同向简谐振动的合成问题	
李萨如图	识别两个同频相互垂直简谐振动合成的轨迹形状, 表述合振动轨迹图形构成李萨如图的条件	由两个相互垂直同频简谐振动的相位差推断出合振动轨迹的形状		
阻尼振动	表述阻尼振动的概念, 写出其运动微分方程	说明阻尼振动的分类	应用阻尼振动的振幅、周期、阻力公式求解欠阻尼振动的问题	
受迫振动	表述受迫振动和策动力的概念及共振现象	区别位移共振和速度共振的条件, 从能量观点解释共振现象	应用共振条件解决共振问题	

八、机械波和声波教学目标一览表

教 学 目 标 知 识 点	目 标 层 次	知识	领会	运用	分析与综合
波的基本概念		表述机械波产生的条件和平面波、球面波的概念,写出波速、波长、波的频率的定义及它们的关系	说明振动与波的关系,说明波的传播速度与质点振动速度的区别		
横波与纵波		定义横波与纵波并写出各自的波速公式	说明横波与纵波的异同点		
简谐波		写出平面简谐波方程	说明波形图线与振动图线间的区别与联系,说明波方程的物理意义	从波方程确定波的波速、波长和波的频率或反之,从波方程确定空间任意一点的振动情况	分析确定时刻的波形图线或确定点的振动图线,求出平面简谐波方程
波的能量		定义波的能量、能量密度和能流密度	说明波的能量传播过程		
波的叠加		表述波的叠加原理		应用波叠加原理确定合成波方程和能量分布	
波的干涉		表述波的干涉现象	说明波的干涉图像和条件	应用波的叠加原理解决波的干涉问题	
驻波		表述驻波形成的条件	说明驻波与行波的区别,解释半波损失的原因	应用波的叠加原理求驻波的波方程及波节、波腹的位置	
声波和声速		表述声波的概念并写出气体中的声速公式	推导声速公式		
声音的共鸣		表述声强、声强级和声压概念,叙述声共鸣现象	解释声共鸣的原因		
多普勒效应		表述多普勒效应现象	解释多普勒效应	解决波源与观察者运动的多普勒效应问题	

§ 1.2 形成性测试题 A 卷

一、质点与刚体

(一) 双向细目表

题 知 识 点	层 次 号	知识	领会	运用	分析与综合
质点和刚体			1		
参考系				2	
直线运动				4	
运动方程与位置矢量				3	
位移图线与速度图线			12		
运动叠加原理			10		11
位移				5	
速度			7		
加速度			13		
相对运动				6	
角速度和角加速度			8		
角量与线量		9			

(二) 形成性试题

1. 地球半径为 $6.38 \times 10^6 \text{ m}$, 地日平均距离为 $1.50 \times 10^{11} \text{ m}$, 考虑地球绕太阳公转, 这时地球是否可抽象成质点模型?

- A. 可以 B. 不可以

2. 一物体相对于地面匀速直线下落, 一辆车作匀速圆周运动, 车内的人观察到此物体运动的轨迹是:

- A. 竖直线 B. 斜直线 C. 抛物线 D. 螺旋线

3. 质点作直线运动, 加速度为 $a = A\omega^2 \sin \omega t$ 。已知 $t = 0$ 时, 初始状态为 $x_0 = 0, v_0 = -\omega A$, 则质点的运动方程为:

- A. $x = -A \sin \omega t$ B. $x = A \sin \omega t$ C. $x = -A \cos \omega t$ D. $x = A \cos \omega t$

4. 质点作直线运动, 速度为 $v = 3t^2 - 12 (\text{m/s})$ 。在 $t = 0$ 时, 质点位于 $x_0 = 2 \text{ m}$ 处, 当质点瞬时静止时, 其所在位置和加速度为:

- A. $x = 16 \text{ m}, a = -12 \text{ m/s}^2$ B. $x = 16 \text{ m}, a = 12 \text{ m/s}^2$
 C. $x = 12 \text{ m}, a = -12 \text{ m/s}^2$ D. $x = -14 \text{ m}, a = 12 \text{ m/s}^2$

5. 质点作直线运动, 速度为 $v = 3t^2 - 12 (\text{m/s})$, 质点在 1 至 3 秒内运动的路程为:

- A. 0 B. 2 m C. 6 m D. 12 m