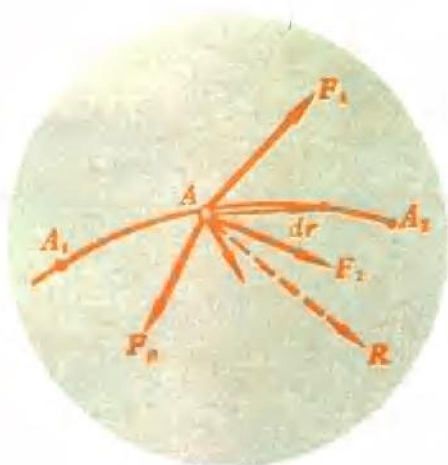




自学函授基础课教材

自学函授理论力学(上)

李树焕 杨来伍 戴泽墩 编



北京工业学院出版社

自学函授理论力学(上)

李树焕 杨来伍 戴泽墩 编

北京工业学院出版社

内 容 简 介

本书是为适应目前我国函授教育迅速发展的迫切需要编写的一套高等工业学校基础课自学函授教材之一。全书分上、下两册。上册包括静力学和运动学，下册为动力学。

为便于自学，本书在各章前面都写有内容提要，明确指出了本章所要研究的问题和所需要的预备知识。在各节的后面都附有思考与练习题，各章的后面都附有学习指导。学习指导包括内容小结、基本要求、重点和难点以及对需要进一步深入理解的问题的辅导。各章的最后均附有综合性的习题，并在题后给出了答案。

本书除做为自学函授教材外，还可作为电大、职工大学和全日制大学机械类专业的教材或教学参考书。

自 学 函 授 理 论 力 学 (上)

李树煊 杨来伍 戴泽墩 编

*

北京工业学院出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

三河县中赵甫印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本15.5印张333千字

1986年3月第1版 1986年3月第1次印刷

印数：1—10000册

统一书号：7434·25 定价：2.60元

前 言

这套自学函授教材是根据高等工业学校函授大学教学大纲和自学考试大纲编写的机械类专业用基础课教材。它的出版为高等函授学生和参加自学考试的自学者做了一件极有意义的好事。

党的十一届三中全会以来，随着我国四个现代化建设事业的发展，出现了全社会努力学习科学文化的可喜形势。成千上万的自学者在缺少面授条件的困难条件下，为四化事业而勤奋地刻苦学习。但是，由于缺乏合适的教材，给他们的学习造成不少困难。他们迫切需要能反映成人教育特点、极便于自学的书。

现在推荐给读者的这套自学函授教材，就是北京工业学院一批热心成人教育的同志奉献给广大自学者的礼物。全书包括高等数学、工程数学、普通物理、英语、机械制图、理论力学、材料力学、机械原理、机械零件、电工电子学等。每本书名都冠以“自学函授”字样，以示区别于普通高等学校教材。本书不仅适用于函授学生和参加自学考试的人员，也可作为电大、夜大、职工大学、甚至普通高等学校学生的参考资料。

参加编写的同志把自己多年积累的丰富的教学经验和心得编入书中，力求按照自学者学习特点和规律进行编写，

使本书具有鲜明的特色。全书内容取材适当，重视基本概念和基本理论，并保证一定的高度和深度；为了便于自学，书中叙述详尽细致，讲解深入透澈；书中编有具体的自学指导，针对性强，编排合理，指导及时，便于读者参阅使用；全书力求文字简洁、通俗易懂，生动活泼，引人入胜。

希望这套书能够有效地帮助读者顺利学习，迅速自学成材，这是编者们的最大心愿。

孙树本

一九八五年二月于北京工业学院

序

本书是为适应我国目前函授教育发展的迫切需要，在北京工业学院高等工业学校基础课自学函授教材编委会的组织下而编写的一套自学函授教材之一。编写本书的主要依据是一九八一年教育部审订的《高等工业学校理论力学函授教学大纲》（草案）（机械类专业试用），和我院多年来的教学情况与经验。

全书分上、下两册。上册包括静力学和运动学，下册为动力学。

为了突出理论力学研究的基本问题及其方法特点，避免与物理学不必要的重复，根据我们的经验，在编写本书时，对静力学的内容和体系作了适当的调整，对点的运动学和质点动力学的某些内容作了适当的合并与删减。同时为了适应各专业和学有余力学生的不同要求，以及今后发展与提高函授教育水平的需要，加深加宽了某些问题的内容。对这部分内容都标注了*号，以供选择。

为了便于自学，本书采取了如下的编写格式。在各章前面都写有内容提要，明确指出了研究的问题和所需要的预备知识。各节中在阐明基本理论的结论后，都有足够的例题说明它的应用，并且考虑到历届学生对应用基本理论解题时常感到无从下手的实际情况，例题中的多数都在解题前进行了题

意分析，以帮助初学者在解决实际问题时，能逐步提高自己分析解决问题的能力。在各节的后面都附有思考与练习，各章的后面都附有学习指导。学习指导包括内容小结、基本要求、重点与难点，以及对需要进一步深入理解与掌握的问题的辅导。目的是帮助学生对整个章的内容能有系统的全面的深入理解与掌握。在学习指导之后，附有对整章内容的综合性习题，以训练学生综合分析解决问题的能力。习题后面都给出了答案。

为便于各函授站和自学者安排学习计划，本书在目录的前面附有教育部一九八一年审订的《高等工业学校理论力学函授大纲》中关于学时分配的建议，可供参考。

本书的初稿，静力学部分由杨来伍执笔，运动学部分由李树焕执笔，动力学部分由戴泽墩执笔，最后由三人共同讨论修改定稿。

本书承褚亦清同志进行了认真的审阅，提出了许多极为宝贵的意见，特此谨致谢意。

在编写本书过程中，编者得到了北京工业学院理论力学教研室多方面的帮助和支持，也谨此表示谢意。

由于我们水平有限，书中的缺点和错误肯定不少，诚恳希望国内同行和广大读者批评指正。

编 者

1985年2月于北京

本课程基本内容的学时分配和作业安排的建议*

时数 题数 分配 课程内容	教学 环节	自学面授		平时作业		测验作业			总计时数
		自学	面授	题数	时数	次数	题数	时数	
		时数	时数						
绪论		1	0.5						1.5
静力学的基本概念、公理和物体的受力分析		11	4	15+5	5				15
平面汇交力系		8	3	7	4				11
平面力偶系		5	1	5	3				6
平面任意力系		22	6	16+3	12				28
摩 擦		10	4	7+2	5				14
空间汇交力系		3	0.5	3	2				3.5
空间力偶系		3	0.5	1	1				3.5
空间任意力系		11	2	5	4				13
重 心		4	0.5	5	2				4.5
静力学总结			3			1	6	4	7
小 计		78	25	64+10	38			4	107
点的运动		9	1	7+2	4				10
刚体的基本运动		6	1	6+2	3				7
点的合成运动		19	5	12+3	8				24
刚体的平面运动		19	5	12+3	8				24
刚体转动的合成		5	1	3	2				6
运动学总结			3			1	5	4	7
小 计		58	16	40+10	25			4	78

时数 题数 分配 课程内容	教学 环节	自学		平时作业		测验作业			总计时数
		时数	时数	题数	时数	次数	题数	时数	
动力学基本定律		2	0.5						2.5
质点运动微分方程		7	1	8+4	4				8
动量定理		11	2.5	7+4	5				13.5
动量矩定理		16	3	10+4	7				19
动能定理		22	5	16+4	10				27
达朗伯原理		16	5	12+4	6				21
虚位移原理		11	4	8+4	5				15
碰 撞		7	1	5+3	3				8
机械振动基础		15	3	13+3	7				18
动力学总结			4			1	6	4	8
小 计		107	39	79+30	47			4	140
考 试									20
总 计		243	70	183+50	110		17	12	345

注：1. 自学时数中包括平时作业(不包括选作题)时数。

2. 复习考试：二天复习半天考试，计20学时。

* 本建议录自一九八一年十二月教育部在石家庄召开的高等工业学校函授教学工作会议审订的理论力学函授教学大纲

绪 论

理论力学是研究物体机械运动普遍规律的科学。

所谓机械运动，是指物体在空间的位置随时间而变化。

在客观世界中存在着各种各样的物质运动形式，例如，光、热、电、磁、化合和分解的化学变化乃至人的思维活动等，都是物质的运动形式。机械运动是物质各种运动形式中最常见、最简单的一种，是物质其它运动形式的基础。

理论力学所研究的内容是以伽利略和牛顿所建立的基本定律为基础的，属于古典力学的范畴。近代物理学的发展，一方面指出，对于微观粒子的运动和接近于光速的物体的运动，古典力学的理论已经不适用了。但是另一方面，近代物理的理论又指出，古典力学的理论对于宏观物体在低速运动时，是完全适用的。一般工程中所遇到的大量力学问题，用古典力学来解决，不仅简便，而且有足够的精确度。

理论力学通常包含以下三部分内容：

静力学 研究物体的平衡规律，同时也研究力的一般性质和力系的简化。

运动学 研究物体运动的几何性质，而不考虑物体运动的物理原因。

动力学 研究物体的运动变化与其所受力之间的关系。

从实践出发，经过抽象、综合、归纳建立公理，再应用数学演绎和逻辑推理而得到定理和结论，形成理论体系，然后又通过实践来检验理论的正确性，这就是理论力学学科发

展形成至今所走过的道路，也是理论力学的研究方法。

理论力学是一门理论性较强的技术基础课。学习理论力学的任务在于一方面它与其他学科相结合可以直接解决工程技术问题；另一方面它又是学习专业后继课程例如材料力学、机械零件和机械原理等的基础；同时，学习理论力学也有助于培养辩证唯物主义的世界观。

为了学好理论力学，在学习方法上要充分重视基本概念、基本理论和基本方法的学习，只有抓住了基本，才能提高分析解决实际问题的能力。

上册目录

绪论	(1)
----	-----

第一篇 静力学

引言	(1)
----	-----

第一章 静力学基础	(3)
-----------	-----

§ 1-1 刚体和力的概念	(3)
---------------	-----

§ 1-2 静力学公理	(5)
-------------	-----

§ 1-3 力在直角坐标轴上的投影与力沿直角坐标轴的分解式	(13)
-------------------------------	------

§ 1-4 力对点之矩·合力矩定理	(21)
-------------------	------

§ 1-5 力对轴的矩·点矩与轴矩的关系	(29)
----------------------	------

§ 1-6 约束和约束反力	(37)
---------------	------

§ 1-7 物体的受力分析和受力图	(44)
-------------------	------

本章学习指导	(53)
--------	------

习题	(59)
----	------

第二章 汇交力系	(61)
----------	------

§ 2-1 汇交力系的简化	(61)
---------------	------

§ 2-2 汇交力系的平衡	(69)
---------------	------

§ 2-3 汇交力系平衡问题的解法	(71)
-------------------	------

本章学习指导	(86)
--------	------

习题	(90)
----	------

第三章 力偶系	(94)
§ 3-1 力偶·力偶矩.....	(94)
§ 3-2 力偶的性质.....	(97)
§ 3-3 力偶系的简化.....	(103)
§ 3-4 力偶系的平衡.....	(110)
本章学习指导.....	(116)
习题.....	(119)
第四章 平面任意力系	(122)
§ 4-1 平面任意力系向作用面内任一点简化 (123)	
§ 4-2 平面任意力系的简化结果.....	(130)
§ 4-3 平面任意力系的平衡条件和平衡方程 (136)	
§ 4-4 平面平行力系的平衡方程.....	(146)
§ 4-5 物体系的平衡·静定与静不定问题的概念	
.....	(150)
§ 4-6 平面静定桁架内力的计算.....	(164)
本章学习指导.....	(174)
习题.....	(180)
第五章 空间任意力系	(186)
§ 5-1 空间任意力系向任一点简化.....	(186)
§ 5-2 空间任意力系的简化结果.....	(191)
§ 5-3 空间任意力系的平衡方程.....	(195)
本章学习指导.....	(207)
习题.....	(209)
第六章 考虑摩擦的平衡问题	(213)
§ 6-1 滑动摩擦.....	(213)
§ 6-2 摩擦角和摩擦自锁.....	(223)

§ 6-3 滚动摩阻·····	(229)
本章学习指导·····	(234)
习题·····	(237)
第七章 重心 ·····	(241)
§ 7-1 平行力系中心·重心·····	(241)
§ 7-2 均质物体的重心·形心·····	(246)
§ 7-3 复合形体的重心·····	(253)
本章学习指导·····	(259)
习题·····	(260)

第二篇 运 动 学

引言·····	(263)
第八章 点的运动学 ·····	(266)
§ 8-1 点的运动方程·····	(267)
§ 8-2 点的速度和加速度·····	(273)
§ 8-3 点的速度和加速度在直角坐标轴上的投影 ·····	(277)
§ 8-4 自然轴系·····	(288)
§ 8-5 点的速度和加速度在自然轴上的投影··	(291)
* § 8-6 点的速度和加速度在极坐标中的投影··	(304)
本章学习指导·····	(308)
习题·····	(313)
第九章 刚体的基本运动 ·····	(317)
§ 9-1 刚体的平行移动·····	(317)
§ 9-2 刚体绕固定轴的转动·····	(321)

§ 9-3	转动刚体上点的速度和加速度·····	(325)
§ 9-4	定轴轮系传动比·····	(336)
§ 9-5	以矢量表示角速度和角加速度·以矢积表示点的速度和加速度·····	(340)
	本章学习指导·····	(344)
	习题·····	(348)
第十章	点的复合运动 ·····	(353)
§ 10-1	绝对运动·相对运动·牵连运动·····	(353)
§ 10-2	速度合成定理·····	(359)
§ 10-3	任意变矢量的绝对变化率与相对变化率 ·····	(371)
§ 10-4	牵连运动为平动时的加速度合成定理··	(375)
§ 10-5	牵连运动为定轴转动时的加速度合成定理 ·····	(383)
	本章学习指导·····	(392)
	习题·····	(396)
第十一章	刚体的平面运动 ·····	(400)
§ 11-1	刚体的平面运动方程·····	(400)
§ 11-2	平面运动分解为平动与转动·····	(402)
§ 11-3	分析平面图形上各点速度的基点法····	(406)
§ 11-4	速度投影定理·····	(420)
§ 11-5	分析平面图形上各点速度的瞬心法····	(425)
§ 11-6	平面图形上各点的加速度分析·····	(439)
§ 11-7	刚体绕平行轴转动的合成·····	(449)
	本章学习指导·····	(456)
	习题·····	(465)

第一篇 静力学

引言

静力学是研究物体在力系作用下的平衡规律的科学。

力系是指作用于物体上的一群力。

平衡是指物体机械运动的一种特殊状态，若物体相对于惯性参考系静止或作匀速直线运动，则称此物体处于平衡。对工程技术中的多数问题来说，平衡是指物体相对于地球表面保持静止或作匀速直线运动。静置于地面的机器、作匀速直线飞行的飞机，都是物体处于平衡状态的实例。

物体平衡时，作用于其上的力系称为**平衡力系**（平衡力系中的任一力对其余的力来说都称为**平衡力**）。显然平衡力系中各力不能是任意的，而应满足某些特定的条件，这些条件称为力系的**平衡条件**。所以又可以说满足平衡条件的力系称为平衡力系。研究物体在力系作用下的平衡规律，就是要研究作用于其上的力系成为平衡力系时所应满足的条件。因此，也可以说静力学是研究力系平衡条件的一门科学。

为了便于研究一个复杂的力系对物体作用的效应（平衡、还是不平衡），和力系的平衡条件，常需将此复杂的力系进行简化，即用一个最简单的力系来取代此复杂力系而使其对物体的作用效应不变。这种简化的方法称为力系的**等效替换**。若两个力系对物体的作用效应相同，则称此二