

江苏教育出版社

G633.7/151:2

ZHONGXUE WULI JIAOCAI JIAOFA

许国梁 倪汉彬 主编

连

中学物理
教材教法

第二分册
高中
力学部分

WL

中学物理教材教法

● 许国梁 倪汉彬 主编

● 江苏教育出版社

本书由许国梁、倪汉彬主编

编写分工如下:

倪汉彬 负责全书的审订和定稿;编写力学教材总分析、第三章、第四章和第九章。

束炳如 编写第五章、第七章和第八章。

谢坚城 编写第一章、第二章和第六章。

郭子正 编写第十章、第十一章1~3节和14~18节。

陶 洪 编写第十一章4~13节和第十二章。

张永生为本书绘制了部分插图。

中学物理教材教法

(高中力学部分)

第二分册

许国梁 倪汉彬

出版: 江苏教育出版社

发行: 江苏省新华书店

印刷: 苏州印刷总厂

开本 850×1168 毫米 1/32 印张11.25 插页8 字数276,000
1989年1月第1版 1989年1月第1次印刷
印数 1—3,356册

ISBN 7-5348-0442-3

G · 402

定价 3.45(平)元

4.50(精)

责任编辑 朱宝栋

前 言

“中学物理教材教法”是一门由物理学、教育学、心理学、哲学和现代科学技术相结合的综合性的边缘科学。而且它又是高等师范院校物理系学生必修的一门重要课程。

一九六三年，江苏师范学院（现苏州大学）物理系，为了适应当时高等师范院校物理系的教材需要和促进这一学科的科学水平的提高，组织我们“中学物理教材教法教研室”的教师根据当时的教学计划和教学大纲，用了近两年的时间编写了一套《中学物理教材教法讲义》。这套讲义分三个分册共六本，经过内部发行交流，受到了一些高等师范院校物理系师生和中学物理教师的普遍重视和好评。该讲义出版社准备正式出版，后因十年动乱的影响而搁置下来。

一九八三年，江苏教育出版社为了满足广大中学物理教师进修和参考的需要，要求我们编写一套新的《中学物理教材教法》。于是，在这套讲义的基础上，结合国内外现代物理教学改革的精神和经验，重新编写本书。本书共分四册，第一分册包括“中学物理教学法的基本问题”、“初中物理教材教法分析”和“物理实验研究”三编（这一册就是江苏教育出版社1985年出版的供初中物理教师自学进修的《中学物理教材教法》）；第二分册（本册）高中力学部分，其内容是高中力学的教材教法分析和实验；第三分册是高中热学和电学部分，其内容是高中热学和电学的教材教法分析和实验；第四分册高中电磁学、光学、原子物理部分，其内容是高中电磁学、光学和原子物理的教材教法分析和实验。从这套书的内容顺序来看，它虽与现行的初、高中物理教材的体系基本配合，但却又不受其局限。

这套书各分册既有连贯性，又各有其独立性。例如，第一分册中的第一编所讨论的“中学物理教学法的基本问题”和第三编所述的“实验技术及其研究”是贯穿全书各分册的物理教学法的基本原理和物理实验的基本技术。在这套书第一分册之后的各分册就不再重复这些内容了。至于第一分册第二编和第三编的一部分，以及第二、三、四分册的内容，分别论述初、高中物理的教材教法分析和实验研究，故各有其独立性。

近几年来，教学论的研究有了许多新的进展。我们在这套书中对教学过程提出了一个“三体”问题的观点。大家都知道，教学过程是教师在一定的教学计划之下，引导和指导学生去认识客观事物的一种认识过程。它既与人类的一般认识过程有共性，但又有区别。人类的一般认识过程所涉及的是认识的主体和被认识的客体两者之间的关系，可称之为认识论的“二体”问题。而教学过程除涉及认识的主体(学生)和被认识的客体(教材或客观事物)两者之间的关系以外，还有教师在那里起作用，故可称之为“三体”问题。

教学过程是一个充满矛盾的十分复杂的过程。教师、学生和被认识的客体这三个方面的相互依存、联系和作用就构成了教学过程的基本矛盾。由于人们对教学过程中的“三体”各在总体中所处的地位、作用及其矛盾有不同的认识和不同的处理方法，所以导致了不同的教学思想、理论和方法。

现在，国内外的物理教学研究工作者无不承认在教学过程中，学生是认识的主体。然而，在教学过程中怎样认识学生的主体地位和作用，则因人而异。传统教学的弊端之一就在于以教师为中心，过份强调教师在教学过程中的主导作用，忽视学生的主体地位及其在学习中的主动性作用，导致了注入式的单一讲授法，使学生始终处于接受灌输的被动地位，限制了学生的才智的发展。在我们倡导的“启发式综合教学”中，提倡以启发式代替注入式，以综合多种教法代替单一的满堂灌的讲授法。这种教学特别强调在

教学过程中要充分体现以学生为主体的精神，积极发挥学生学习的主动性的作用；在重视“双基”的同时，着重于学生能力的培养，加强物理实验和课外活动。实践表明，“启发式综合教学”在物理教学中非但是可行的，而且还取得了可喜的成绩。作者在编写本书的过程中虽致力于朝着这个教改方向去做，但实际上却做得很不够。

中学物理教学需要研究的问题很多，本书不可能包罗一切。这套书第一分册的第一编——“中学物理教学法的基本问题”除简要地介绍了“启发式综合教学”外，着重介绍物理教学法的基本要素和当前国内外其他一些主要的教学方法。本书从第一分册的第二、三两编起，直到第二、三、四各分册都只着重于对中学物理教材教法和实验的主要问题进行分析 and 讨论。

关于中学物理教材教法分析和实验研究，我们在六十年代初所编写的那套《中学物理教材教法讲义》中，就已提出了“居高临下”的要求。所谓“居高临下”，就是在内容上居物理理论和教学理论之“高”，临中学物理教材和教学实际之“下”。我们认为，这个要求虽是正确的，但要真正做到“居高临下”却很不容易。尽管如此，在编写本书的过程中仍然把“居高临下”作为努力的目标。

我们体会到，中学物理教师要保证和提高教学质量，首先必须掌握教材。掌握教材决不意味着只是指能看懂和理解教材内容、会做习题、会做实验，而是要在这个基础上对教材能做到融会贯通，掌握实质，居高临下。居高是为了更好地临下；要做好临下就必须居高。然而居高临下各有其界和度。若置界和度于不顾，片面追求任何一方面而又超越了界和度，则这种观点和教法必然会给教学带来不利和危害。总之，要掌握教材就必须努力做到“居高临下”。本书着力于对物理教材中的某些概念、规律和实验的分析和讨论，希望能对物理教师，特别是青年教师在掌握教材上有所帮助。

掌握了教材还必须研究教学方案。由于物理教学过程存在着复杂性和特殊性，所以直接搬用现成的教学经验或套用某种固定

的教学模式往往是行不通的。基于这一观点，本书对某些主要的物理概念的形成和物理定律的建立以及公式的导出，常参照多种版本物理教材的不同处理方法和某些中学物理教师的物理教学经验加以讨论。但我们不希望将本书写成物理教学参考资料的汇编。本书之所以对某些基本概念和定律的教学往往同时介绍了几种教法，其目的是为了帮助读者广开思路，结合学生和学校的实际以及自己的教学经验，选择适宜的教法，灵活应用，以求较好以至最佳的教学效果。

为了加强物理实验在教学中的作用，以体现物理学以实验为基础的特点，这套书每一分册都有专门章节或几章用来对某些有关的基本实验技术和重要的演示实验、学生实验进行论析。关于物理实验教学，也有个“居高临下”的问题。毫无疑问，凡对实验的理论和器材选择的依据分析得清楚，实验关键抓得准，实验目的和作用理解得深，实验教学的效果就好。我们对同一实验也常介绍一组或一系列实验，并进行分析比较，其目的还是帮助读者从学生和学校的实际出发，结合自己的心得，灵活选用，从而有效地发挥实验在物理教学中的作用。

这套书的编写虽然参照了中学物理教学大纲和中学物理课本，但对问题的讨论并不受大纲和课本的限制，因为这套书涉及的内容多属探讨研究性质，供教师参考之用，并非要求学生必学的。

最后，还要说明，任何一套物理教材的出版都离不开当时特定的历史条件，这套书凡提到某课本关于某概念、某定律所作的阐述或处理方法等，仅是以之作分析研究问题的某一方面的例证或根据而已，并非对该课本的评价。

由于时间和作者水平的限制，这套书不免存在缺点，甚至错误，诚恳希望读者提出宝贵意见。

许国梁 于苏州大学
1987年8月

目 录

前 言	1
力学教材总分析	1
第一章 力	8
§ 1.1 力的种类	9
§ 1.2 物体受力分析	18
§ 1.3 力的合成和分解	22
第二章 直线运动	28
§ 2.1 速度和速率	29
§ 2.2 平均速度和即时速度	31
§ 2.3 加速度	36
§ 2.4 匀变速直线运动的规律	39
§ 2.5 用直线运动规律解题	45
第三章 运动定律	51
§ 3.1 力	53
§ 3.2 质量	57
§ 3.3 惯性和惯性定律	62
§ 3.4 牛顿第二定律	66
§ 3.5 牛顿第三定律	76

第四章 曲线运动	80
§ 4.1 曲线运动中的速度·····	81
§ 4.2 曲线运动中的加速度·····	83
§ 4.3 平抛运动·····	85
§ 4.4 斜抛运动·····	86
§ 4.5 匀速圆周运动·····	89
第五章 万有引力定律	101
§ 5.1 万有引力定律建立的历史过程·····	103
§ 5.2 关于万有引力的教学建议·····	110
第六章 物体的平衡	121
§ 6.1 物体平衡的条件和一些基本概念·····	122
§ 6.2 物体平衡的教学·····	124
第七章 机械能	137
§ 7.1 功和能概念的物理意义及其定义·····	139
§ 7.2 机械能教材的结构和体系·····	149
§ 7.3 关于机械能教学的几点建议·····	154
第八章 动量	163
§ 8.1 动量和动能——机械运动的两种量度·····	164
§ 8.2 动量守恒定律·····	169
§ 8.3 关于动量教学的几点建议·····	176
第九章 机械振动和机械波	185
§ 9.1 简谐振动·····	186

§ 9.2	弹簧振子	188
§ 9.3	单摆	190
§ 9.4	参考圆	195
§ 9.5	受迫振动	196
§ 9.6	振动与波的联系和区别	200
§ 9.7	介绍几个简易实验	210
第十章	力学实验基本技术	213
§ 10.1	电磁打点计时器的调整及使用	213
§ 10.2	闪光照相	218
第十一章	力学演示实验研究	229
§ 11.1	形变和弹力	229
§ 11.2	共点力的合成和分解	235
§ 11.3	力对物体的转动作用	239
§ 11.4	即时速度	247
§ 11.5	超重与失重	249
§ 11.6	牛顿第三定律	254
§ 11.7	运动的独立性原理	258
§ 11.8	平抛与自由落体等时	262
§ 11.9	抛体运动	267
§ 11.10	机械能	271
§ 11.11	动量定理	277
§ 11.12	动量守恒	281
§ 11.13	碰撞与反冲	286
§ 11.14	简谐振动	291
§ 11.15	简谐振动的图象	295
§ 11.16	受迫振动和共振现象	299

§ 11.17	水波的干涉和衍射	305
§ 11.18	声振动	309
第十二章	学生分组实验研究	318
§ 12.1	牛顿第二定律	318
§ 12.2	研究平抛物体的运动	329
§ 12.3	验证机械能守恒定律	334
§ 12.4	用冲击摆测弹丸的速度	341
§ 12.5	用单摆测定重力加速度	346

力学教材总分析

力学是研究物体机械运动和物体间相互作用的科学。

统观力学的发展历史，大致可以分为这样几个阶段。

在古代，力学的个别规律早就发现并已应用于实际。约两千年前，就有了关于力学的文字记载。例如，我国战国时代的《墨经》，对力的定义、杠杆的平衡、二力平衡等内容均已有所论述，特别是我国古代建筑和机械结构充分反映了我国人民很早就已掌握了相当水平的力学知识。但是在17世纪以前，世界各国力学的发展只限于静力学部分。

17世纪，由于资本主义的兴趣，机器制造和航海事业都得到了很大发展。原先的静力学知识已不能满足高速器的设计和航海对天体运动要作精密计算的要求。于是托勒玫的“地心说”开始动摇了。1687年，牛顿《自然哲学的数学原理》一书的出版标志着力学的突破性的进展，力学从此有了一个普遍性的理论体系，并且成为物理学的基础。后来人们都把建立在牛顿定律基础上的力学称为经典力学，并把建立在牛顿时空观基础上的物理学称为经典物理。

19世纪末，物理学中的各种新发现，使经典力学的普遍性受到了怀疑。

本世纪初，爱因斯坦的相对论力学开创了力学的新纪元，与此同时，物理学也进入了近代物理的时代。

相对论力学的出现，并不是简单地宣告了经典力学的失败，而只是指出了经典力学的局限性，即它不能适用于微观运动领域和接近光速的高速运动领域。对于通常交通工具乃至火箭、人造

卫星等，由于它们的速度远小于光速，经典力学是足够准确和适用的。因此，新的力学与其说是对经典力学之否定，倒不如说是经典力学体系的发展。

一、力学在中学物理教学中的地位

1. 力学是物理学的基础

经典物理是以牛顿力学为基础的，因此，力学在整个中学物理教材中占有重要的地位。

物质的机械运动是一切运动形式中最简单、最普遍的运动形式。在物理学里，热、电磁以及其他物理过程都是较机械运动更为复杂的运动形式，由于不同的运动形式遵循着不同的运动规律，因而不可能用机械运动的观点来解释全部物理现象和物理过程。但是各种不同的运动形式又不是孤立的，一些复杂的物理现象往往同时伴有机械运动的特征。特别是力学中的一些基本概念如力、质量、功、能和动量等，一些基本规律如牛顿运动定律、动量守恒定律，能的转换和守恒定律，也都是物理学中最重要、最基本的概念和规律，贯穿于整个物理学。

2. 力学在日常生活和生产技术中有最广泛的应用

力学作为一门较为古老的学科，一开始就同人们的生活和生产密切相关。衣、食、住、行，无处不有力学知识。中学阶段所学习的经典力学，不只是为后续课程打基础，亦是为毕业后参加生产劳动作准备。

3. 力学的教学从教学法的观点看具有重要的意义

相对于物理学的其他部分，力学在中学阶段讨论得比较完整、深入和有系统。特别是质点力学部分无论是内容和体系都已粗具普通物理学的雏形。力学的课时一般占有中学物理教材总课时的三分之一以上，力学历来作为中学物理的重点教材。力学教材具

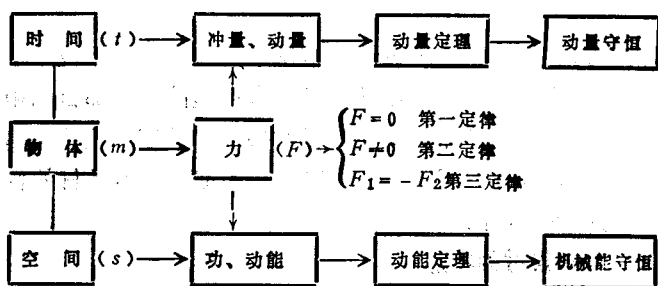
有比较丰富的内容并提供充分的机会来培养学生的观察和实验能力、思维能力、分析和解决实际问题的能力。

二、基本内容和体系

中学物理教学大纲和教材，卅多年来虽几经变动，但力学教材的基本内容如直线运动、牛顿运动定律、物体的平衡、曲线运动、功和能、动量、振动和波等，就总体来说，陈设依旧，仅是变动了布局。

为了便于了解高中力学教材梗概，不妨把它的基本内容列表如下：

表 力学基本内容及其基本线索



基本内容确定后，怎样组成有一定系统的教材，是一项值得研究的课题。比如说按科学体系即一般说来按逻辑体系编写，还是基本上按历史发展顺序编写，或者二者兼顾，即注意逻辑与历史的统一，在一些教学论或教学法书上均有所介绍，这里不再赘述。不管采用什么体系编写，都要考虑学生学习上的便利和有助于学生学习能力的培养。就力学而言，如果作为复习教学，完全可以按运动学、动力学和静力学等各部分按科学体系作归纳、整理，可是作为课本安排的教学顺序不能不考虑到各部分具体内容之间

的联系。例如，作为学习牛顿第二定律的必要准备，要求掌握加速度 a 的意义及其表达式，要求掌握力的概念以及力的合成与分解等知识；学习力的概念在论及力的作用是相互的这一特点时，就自然引出了牛顿第三定律；平抛、斜抛和圆周运动，由于它们是运动的不同形式，因而可以归并在运动学一起研究，可是，为了教学上的便利，特别是为了认识物体作这种或那种运动形式的原因，因而通常都把上述内容归并为曲线运动，而列于牛顿运动定律之后；再如力的合成、分解和物体的平衡是合在一起学，还是分开学，是先于还是后于运动学和动力学学习，这都跟有关内容的要求与侧重点等因素有关。

三、力学教学的特点

高中力学是中学物理教学中最困难的部分。如果说中学物理教学中的某些分化点在初中阶段还不太明显的话，那么高中力学便是更大的分化点所在。学生学习的兴趣、成绩，往往在高一年级发生明显的差异。高中力学之所以成为难点是由教材的特点和学生的情况所决定的。

1. 力学教材的特点

首先，力学教材体系严密，对于逻辑思维和推理论证的能力要求较高。统观高中力学，不论是运动学、动力学和静力学等几大部分，还是各大部分所包含的内容都已形成了比较严密的推理系统，这些都不同于初中物理教材，后者逻辑推理较少，一般通过实例或实验，直接引出概念和结论。以运动学为例，初中主要讨论匀速运动，高中则从直线运动到曲线运动，从匀速到变速，从物体的运动规律到为什么作此种运动都有较为严密的结构和推理过程。

其次，高中力学在定量计算和在应用数学工具解物理问题方

面要求都比较高，这跟初中物理教学中偏重于观察现象和定性描述截然不同。例如，高中力学中直线运动一章教材中的物理公式的数目甚至相当于整个初中物理教材。高中力学中运用数学工具包括算术法、代数法、几何法，乃至运用图线的方法和矢量方法，特别是其中求极值的问题和矢量方法，常是学生的困惑所在。

2. 学生的情况

首先，学生由初中进入高中，物理教材内容的深度和教学要求等方面对他们来说是一个飞跃。高中力学中众多的概念、规律、公式和计算，对于他们具有极大压力。有的学生在初中阶段对物理还有些兴趣，或学得尚不错，可是进入高中，往往不能适应，以致掉队。

其次，很多力学现象如运动的快慢、力的大小等，学生在经验中都接触过，感性认识也比较丰富，这对于学习固然存在有利的一面，可是经验往往夹杂谬误的成份，而力学中的某些错误观念竟是如此顽固地阻碍人们建立正确的概念。历史上亚里士多德关于力是维持运动原因的谬见不是曾禁锢了人们的思想达两千年之久吗？

3. 应注意的问题

首先，如果承认初、高中物理之间存在台阶，那么高中力学便是第一个台阶，而且是级差最大的台阶。为此，在编写教材时，通常都要考虑如何降低台阶，以便于教学。一种做法是，从总体上适当降低高中力学教材的起点要求；另一种做法是，在具体安排教学内容体系时，适当分散难点。作为执教者，要领会教材编写的意图，实际教学时不要随意将教材拓宽加深，要循序渐进。特别是某些重要概念的建立，在教学上要有一个层次，不能指望毕其功于一役。拿力的概念来说，先说明力是物体对物体的作用；在讲到牛顿第三定律时，再进一步明确力是物体之间的相互作用；在讲过力的合成与分解之后，说明力是矢量；在讲到动力学时，

再揭示力与加速度的关系，指出力是产生加速度的原因，得出牛顿第二定律，并提出力的独立作用原理加以讨论。力的概念正是这样逐步深入和逐步丰富起来的，实际教学时就要这般的有层次地逐步进行。

其次，我们承认台阶，注意到循序渐进，就是考虑到中学生实际可接受的程度。这里要指出，传统教育学中的所谓可接受性原则，往往以静止的观点消极地看待学生的接受能力，于是教学内容过浅、过少，学生感到枯燥、少兴趣。实际上，学生具有主观能动作用，接受的可能性是相对的，从教学法的观点来说，我们不只要学生掌握知识，更要培养学生的能力，包括培养学生的自学能力和创造能力。要求通过教学，调动学生的主动性，让学生明确思路，掌握研究物理学的方法。为此，要尽可能让学生理解学习过程，理解物理学的学习和研究的特点。在高中物理学教学的开始，即在力学教学阶段，就要让学生懂得，怎样进行观察和实验；怎样对观察和实验所得的资料进行分析、综合、抽象、概括，形成概念和得出规律；怎样应用概念、规律解释现象和解决实际问题。又如在物理学的学习和研究中，怎样选择典型，选择物理模型和从简单的情况入门，这不仅是为了方便，而且也是一种科学方法。比如学习直线运动从匀速运动开始，学习振动从简谐振动开始，选取研究对象从质点、刚体开始，考虑运动从无摩擦的情形开始，这样就摒除了次要因素，便于突出主要矛盾，抓住事物的本质联系。这样也就易于把问题研究得更加深入，在此基础上再考虑更多因素和更加复杂的情形。

最后，要切实了解学生的情况。高一学生，才从初中来，初中阶段各学校条件不一样，学生的情况更是各有差异。前面说过要“循序渐进”，要对学生进行能力的培养，“渐进”要有个起点，“培养”也要有个基础。脱离学生实际是教学法的一个大忌。为此，要通过调查，切实了解学生在初中阶段掌握了哪些知