

北京大学
普通物理教学
研究论文集

第二集

张之翔 主编



北京大学出版社

北京大学普通物理 教学研究论文集

第 二 集

张之翔 主编

北 京 大 学 出 版 社

新登字(京)159号

北京大学普通物理
教学研究论文集
(第二集)

张之翔 主编
责任编辑:瞿 定

*

北京大学出版社出版
(北京大学校内)

国防科工委印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

850×1168毫米 32开本 8.75 印张 220千字

1992年1月第一版 1992年1月第一次印刷

印数: 00001—2,200册

ISBN 7-301-01663-8/O·263

定价: 5.60元

编 者 的 话

1985年春，我们编辑了《北京大学普通物理 教学 研究论文集》第一集，由北京大学出版社于1987年出版。出版后，受到全国同行的欢迎。近几年来，我们教研室的同志们在辛勤而紧张的教学工作之余，孜孜不倦地钻研教学内容，发表了大量的教学研究论文。我们受教研室的委托，怀着丰收的喜悦心情，从这些论文中，精选出一部分，编成这个集子，是为《北京大学普通物理教学研究论文集》第二集。

第一集里，我们收入的都是具体教学内容方面的研究论文；这一集里，主要仍然是这方面的论文，但也收入了其他方面的几篇论文。论文的次序是按评论、力学、热学、电磁学、光学和物理学史排列的。

象第一集一样，这一集中的论文，也都是作者们个人研究的心得，由于我们的水平有限，不妥当和错误的地方在所难免，我们热忱地欢迎读者指教。

在编辑出版这一集的过程中，得到了教研室主任陈秉乾同志的鼓励，陈熙谋和钟锡华两同志的协助，还得到了北京大学自然科学处的大力支持，谨在此一并致谢。

张之翔

1991年3月15日于畅春园

目 录

深入开展普通物理学的教学研究·····陈熙谋 陈秉乾	(1)
教材建设述评·····钟锡华	(7)
谈谈我们的《电磁学》·····陈熙谋 赵凯华	(11)
泛读断想	
——评[印度]加塔克的《光学》·····钟锡华	(16)
力学中不定解的问题·····舒幼生	(22)
滑轮的运动·····舒幼生	(24)
关于质心的定义·····舒幼生	(30)
只滚不滑时摩擦力的做功问题·····张之翔	(34)
关于临界现象的演示实验·····舒幼生	(36)
“热寂说”的终结·····赵凯华	(41)
关于库仑定律·····陈秉乾 王稼军	(54)
也谈感生电动势和动生电动势的相对性·····刘秀华	(59)
关于感生电动势和动生电动势问题的讨论·····刘秀华	(63)
通量法则反例问题·····赵凯华	(67)
也谈“三维导体”的自感系数·····赵凯华	(75)
该用串联式还是并联式?·····赵凯华	(79)
形状因子怎么不见了?·····钟锡华	(81)
论电磁场边值关系的物理图象·····钟锡华	(84)
磁场中正则动量守恒定律的应用·····赵凯华	(95)
特鲁顿-诺伯实验的解释·····陈熙谋	(102)
磁单极强度的单位与电磁对称性·····张之翔 王书仁	(109)

电磁波在运动媒质中的传播特性·····	舒幼生 胡望雨	(116)
基础光学的格调与风采 ·····	钟锡华 潘维济	(127)
透镜反射成象 ·····	舒幼生	(131)
理想光具组是否存在? ·····	陈秉乾 金仲辉	(134)
迈克耳孙干涉仪白光等厚干涉 ·····	舒幼生	(139)
γ射线显微镜思想实验的进一步讨论 ·····	陈熙谋	(146)
偏振光的相干条件 ·····	陈秉乾	(149)
非常光线的进行方向 ·····	张之翔	(156)
电磁波在全反射时的相位变化 ·····	张之翔	(165)
光在单轴晶体表面上的全反射和内反射 ·····	胡望雨 舒幼生	(171)
光沿单轴晶体主截面入射的非涅耳公式 ·····	胡望雨 舒幼生	(180)
光在高速运动界面上的反射和折射·····	舒幼生 胡望雨	(188)
高速运动物体的表观长度和特雷耳 (Terrell) 转动 ·····	胡望雨	(198)
任意方向上的塞曼效应 ·····	张之翔	(205)
“天上”“人间”的统一		
——牛顿万有引力定律的建立·····	陈秉乾 唐子健	(208)
毕奥-萨伐尔-拉普拉斯定律是怎样建立的? ·····	陈熙谋 陈秉乾	(215)
电磁感应定律的定量表达式是怎样得出的? ·····	陈秉乾 王稼军	(218)
麦克斯韦电磁场理论的建立和它的启迪 ——纪念麦克斯韦电磁场理论诞生 120 周年 ·····	陈熙谋 陈秉乾	(231)
赫兹和电磁波的发现 ·····	张之翔	(255)
我国古代在电磁学方面的成就 ·····	张之翔	(266)

COLLECTED RESEARCH WORKS ON GENERAL PHYSICS AT PEKING UNIVERSITY (Vol. II)

edited by Zhang Zhixiang

CONTENTS

On Teaching Research in General Physics

..... Chen Ximou Chen Bingqian (1)

Review of Textbook Construction Zhong Xihua (7)

A Few Words about Our Book ELECTRO-

MAGNETICS..... Chen Ximou Zhao Kaihua (11)

Comment on Ghatak's OPTICS Zhong Xihua (16)

Indeterminate problems in Mechanics Shu Yousheng (22)

The Motion of Pulley Shu Yousheng (24)

On The Definition of Center of Mass Shu Yousheng (30)

The Problem of Work Done by Frictional Force in The Case of

Rolling without Slipping Zhang Zhixiang (34)

The Demonstration Experiment on Critical Phenomena

..... Shu Yousheng (36)

End of "The Theory of Heat Death" Zhao Kaihua (41)

About Coulomb's Law Chen Bingqian Wang Jiajun (54)

On The Relativity of Induced And Motional Electromotive

Force Liu Xiuhua (59)

A Discussion of Induced And Motional Electro-

motive Force Liu Xiuhua (63)

Exceptions And Paradoxes in Flux Rule Zhao Kaihua (67)

Self-Induced Coefficient of "Three Dimensional Conductor"	Zhao Kaihua (75)
Series Circuit Formula And Parallel Circuit Formula, Which One Should be Adopted?... Zhao Kaihua (79)	
Where Is The Form Factor?	Zhong Xihua (81)
On The Physical Picture of The Relation of Boundary Values in Electromagnetic Field ...	Zhong Xihua (84)
The Application of The Law of Conservation of Canonical Momentum in Magnetic Field	Zhao Kaihua (95)
The Interpretation of Trouton-Noble Experiment	Chen Ximou (102)
The Unit of The Strength of Magnetic Monopole And The Electro-magnetic Symmetry	Zhang Zhixiang Wang Shuren (109)
The Propagation Properties of Electromagnetic Wave in Moving Medium	Shu Yousheng Hu Wangyu (116)
Style And Grace of Fundamental Optics	Zhong Xihua Pan Weiji (127)
Images Formed by Lens Reflection	Shu Yousheng (131)
Does Ideal Optical System Exist?	Chen Bingqian Jin Zhonghui (134)
White Light Interference of Equal Thick- ness in Michelson Interferometer	Shu Yousheng (139)
On The Gedanken Experiment of γ -Ray Microscope	Chen Ximou (146)
Interference Condition of Polarized Light	Chen Bingqian (149)
The Direction of Extraordinary Ray	Zhang Zhixiang (156)
Phase Shifts on Total Reflection of The Electromagnetic Wave.....	Zhang Zhixiang (165)
Total And Internal Reflection of Light on The Surface of Uniaxial Crystal	Hu Wangyu Shu Yousheng (171)

Fresnel Formula for Light Incident in Principal Section	Hu Wangyu Shu Yousheng (180)
Light Reflected And Refracted on The Surface in High Speed Motion	Shu Yousheng Hu Wangyu (188)
Apparent Length of A High Speed Body And Terrell Rotation	Hu Wangyu (198)
Zeeman Effect in Any Direction	Zhang Zhixiang (205)
 The Unification of "Heaven" And "World"	Chen Bingqian Tang Zijian (208)
How Was The Biot-Savart-Laplace Law Established?	Chen Ximou Chen Bingqian (215)
How Was The Quantitative Expression of Electromagnetic Induction Formulated?	Chen Bingqian Wang Jjajun (218)
The Establishment of Maxwell's Electromagnetic Field Theory And Its Enlightenment	Chen Ximou Chen Bingqian (231)
H. Hertz And The Discovery of Electromag netic Waves	Zhang Zhixiang (255)
The Achievements in Electricity And Magnetism in Ancient China	Zhang Zhixiang (266)

深入开展普通物理学的教学研究

陈熙谋 陈秉乾

由于物理学的发展及其在自然科学中的地位和作用，作为大学理、工、农、医等系科的一门重要基础课——普通物理学，是把学生引入科学技术大门的必经阶梯。普通物理学内容广泛，凝聚着几百年来物理学家（也包括化学家、数学家、天文学家、哲学家等等）创造性劳动的结晶。1977年以来，国内自编和翻译引进的各类普物教材大量出版，与此同时，普物的教学研究也从各方面广泛开展，呈现出一派繁荣景象。

国内的普物教学和教材，历来重视基本概念，规律的严谨准确和理论体系的系统完整，多年教学经验的积累形成了一套便于学生切实掌握这些概念规律的比较行之有效的措施和环节。近年来，又在一定程度上吸取了近代物理学发展的内容，并针对不同专业层次的需要作了一些考虑。这些优良传统对确保普物教学质量起着重要作用。

但是，从总体来看，也还有一些明显的不足之处：体系结构比较雷同划一，缺乏多样性和特色；在着力阐明基本概念规律的同时，没有适当地展示在物理概念规律发现和发展中那些生动的、富有创造气息的思维过程；强调了理论体系的完整框架，而对物理对象的具体分析则重视不够；注意吸收前沿的内容，但还未能有机地融合在概念规律的发展之中；此外，重视知识的传播，而比较忽视物理思维方法的培养；对于学科内和学科之间的横向联系也重视不够等等，因而一般说来教材显得比较刻板枯

燥，缺乏生气。

教学，是一种创造性的劳动。教学质量的提高，有特色高水平教材的出现，不仅依赖于科学水平的提高，还依赖于教学研究的深入，这是一项涉及多学科（包括教育学、心理学、科学史、高等教育理论）综合研究的系统工程。本文仅就普通物理教学研究的深入开展，提出几点不成熟的意见，希望抛砖引玉，引起讨论。

一、研究物理学概念、规律、理论体系的形成、建立和发展

在教学中，准确、严谨、系统地阐述物理学的概念和规律显然十分重要，也是课程的基本要求。但是，如果仅此而已，学生学习时往往会有被动、突然和封闭的感觉。普朗克曾经说过：“在科学史中，一个新概念从来都不会是一开头就以其完整的最后形式出现，象古希腊神话雅典娜一下子从宙斯的头里跳出来那样。”的确，物理学的基本概念是在许多物理学家研究和论争的基础上，经过千锤百炼才逐渐形成的。它的定型和逐渐深化，既是物理学各个部门逐渐成熟的标志，也是物理学不断发展的动力之一。物理学的许多近代进展，多种新兴学科的诞生，也往往植根于一些物理概念含义的重新发掘。

因此，研究物理概念的形成和发展，揭示科学发现的背景、思想渊源和认识过程，并把它们恰当地贯穿在物理教学中，可以向学生展现科学发展的生动过程及必由之路，有助于激发学生学习研究的兴趣和主动性，又具有方法论的教益。

例如，从第谷（Tycho Brahe）对行星运动的精确观测，到开普勒的运动学描绘（行星运动三定律），上升到牛顿的万有引力定律，把“天上”、“人间”的运动统一起来，由此得出一系列惊人精确的预言。这是一幅完整的理论建立的图画，为我们提供了一个建立物理学理论全过程的杰出典范。适当地介绍一些材料，可以使学生了解，牛顿当年是怎样在观测、实验和理论研究的基础上，抓住本质（引力与距离平方成反比），作出伟大发现的。

又如，电磁场理论是普通物理学中成熟的经典内容，几十年来无论体系和内容都没有什么变动，经过一遍遍教学的锤炼，它似乎已经完全“定型”了。但是，我们感到有一个明显的不足，即对于超距作用和近距作用观点的论争，对于场概念的形成，特别是对于麦克斯韦在总结前人成果的基础上，怎样提出位移电流和电磁波这两个决定性论点，进而得出麦克斯韦方程组的历史过程，缺乏必要的剖析和说明。这就使学生无法了解电磁场理论建立的背景、思想渊源和曲折的认识过程，不能具体地领悟法拉第-麦克斯韦的天才发现。用学生的话来说，这一切都是“现成的”，是从“老师口袋里掏出来的”。所以，或许考试成绩很好，却可能丢掉了某些真正宝贵的创造精神，这是令人十分遗憾的。

二、研究物理学的基本观念及其深远影响

物理学在其漫长的历史发展中，对于人类文明作出了伟大的贡献。这些伟大的贡献不仅在于一些具体的科学知识和技术，以及由此创造的物质文明，还在于凝聚了一些重要的基本观念。它们曾经引导着物理学家们执着地去追求，终于解开了大自然的一个个谜底，创造了当今辉煌灿烂的物理学。它们还愈来愈深入地影响到其他科学技术的各个领域，改变着现代科学技术和整个社会生活的面貌。从这个意义上，可以说这些物理观念(物理思想)是物理学的灵魂，是人类文化的精粹。

我们在教学中常常会遇到相当一部分学生在某些具体的物理概念上还是比较清楚的，解题也比较正确和熟练，然而总感觉他们的学习比较死板，缺乏生气。他们在学习过程中常常仅局限于具体的物理概念的正确理解和掌握，而没有领悟出隐含其中的物理观念，这与我们当前教材和教学方法的状况不无关系。反之，那些具有创造精神的学生总是思想敏锐，善于抓住问题的真谛，提出创造性的见解，这同他们在听课、阅读教材、广泛浏览课外读物时注意捕捉物理学的基本观念是分不开的。

因此，研究物理学中重要的基本观念以及它们在科学创造活动中的影响是具有重大意义的。如何从纷繁的物理素材中将它们提取出来，如何恰当而正确地阐述，以及如何贯穿在教材和教学中，这是值得深入研究的重要课题。它有助于学生在掌握具体的科学知识的同时，把握住物理学的精髓。

例如，实验和观测是物理学理论的检验标准和发展动力。对星辰运动和地面各种现象的观测古已有之，真正的物理实验则始自伽利略。从他开始的科学实验，把科学从单纯的思辨中解放出来，从此，实验和观测成为检验理论的试金石，成为物理理论发展的动力。例如，近代关于物质的波粒二象性、量子描述特征的探讨十分引人注目。从本世纪30年代到50年代，各种争论多少带有一些思辨的性质。到了近代，关于Bell不等式及其实验检验则揭开了量子理论探索的新篇章。

又如，物理世界的普遍联系是物理学家刻意追求和探索的重要方面，它导致认识的深入和理论的和谐统一。牛顿将“天上”、“人间”运动联系起来确立的万有引力定律和牛顿定律是物理学中的第一个范例。麦克斯韦将电与磁联系起来建立了包括光学在内的电磁场理论。而能量概念和能量守恒定律则将各种运动形式广泛地联系起来。近代则有通讯理论与光学结合诞生的变换光学，以及弱作用与电磁作用的统一理论等等。可以看出，每一种统一理论的建立都是一次认识发展史上的飞跃，从而必然带来科学技术上的飞跃。此外，实验技术上的综合也往往导致新的发现和新的突破。

物理学是定量的科学，数量的大小不仅对于辨明问题中的主次因素以及问题的层次极为重要，甚至会导致性质特征以及所循规律和研究方法的根本变化。这种由于量的变化导致质的飞跃的现象在物理学中屡见不鲜。对高速运动物体的研究诞生了相对论，它深刻揭示了相对、绝对的辩证关系，把时空与物质运动联系起来，建立了新的时空观，打开了认识宇宙生成和演化的大门。

向微观世界的进军则揭示了不连续性、测不准关系、波粒二象性等一系列微观世界新特征。当研究对象从个别质点、刚体转向由大量子系构成的体系时，出现了统计和概率、无序和有序、可逆与不可逆等新概念以及新的统计方法和统计规律性，与牛顿力学的决定论形式迥然不同。因此，胸中有“数”，把握住转变的关节，洞察数量变化可能引起的深刻含义，常常引导物理学家把精力集中到主要方面，分层次地找出解决的办法，豁然明朗起来。

三、研究如何吸取近代物理成果，并有机地融合在普通物理学的教学之中

目前国内普物教学内容大体上是19世纪末已经基本完成的经典物理。本世纪开始，物理学经历了极其深刻的革命，从宏观发展到微观、从低速发展到高速，由此诞生了量子物理和相对论，并在许多科学技术领域引起了新的变革。本世纪以来，物理学在认识和改造物质世界方面不断取得伟大成就，不断揭开物质世界的奥秘。原子能的利用，使人类掌握了新的能源；半导体科学技术的发展，导致了计算技术和自动控制系统的革命；激光的出现，焕发了经典光学的青春；凝聚态物理学的发展，使人们不断创造出许多性能大大提高的材料；……所有这些，都向作为基础课的普物教学提出了不容回避的问题：普通物理教学的面貌，即它的总体结构、基本内容和讲授方法是否需要作重大的变动、更新、改革和补充呢？我们认为：

1. 经典物理学的基础应该加强

基础从来是相对于前沿相对于未来的发展而言的。作为基础的物理内容是否陈腐落后甚至错误，不在于年代是否久远，也不在于当今的科学论文多少年增加一倍，而在于从高速发展的现代科学来看，它们是否确实仍然起着整个科学大厦不可取代的基石的作用。从这个意义上讲，牛顿力学、热学理论，麦克斯韦电磁场理论等等经典内容，以及相对论、量子物理学等，仍然保持着

旺盛的生命力，舍此，物理学便是无源之水，无本之木，何论其发展呢？近几十年国内外普物基本内容和体系大体上没有变化，其原因即在于此。对于基础内容的任何重大变动都要谨慎从事，要有充分的根据，切不可草率，这是有过沉痛教训的。

2. 吸取近代物理成果，有机地融合在普物教学之中

但是，加强基础绝不意味着墨守成规，也不意味着简单地增删补遗，单纯地介绍一些近代物理内容。近几十年来物理学的巨大发展，不仅极大地扩展和加深了传统的研究领域，而且产生了许多新的学科，这就要求在新的科学技术水平上重新认识、发掘和概括基础的深刻含义。离开了发展着的前沿，单纯强调基础也是没有意义的。当前的任务应该是广泛地吸取近代物理学的成果，进行深入的分析研究，有机地融合在普通物理的教学之中。

例如，近30年来，以全息术的提出、光学传递函数的建立、新型光源激光器的诞生为标志，现代光学兴起并得到了蓬勃的发展，它已经渗透到物理学和其他科学技术的许多领域，得到了广泛的应用。针对这种情况，经过深入的分析，许多同志认为，现代变换光学的基本规律并未超出传统波动光学的范围，问题在于如何把两者紧密地结合和衔接起来，在讲授传统内容时，应该考虑到现代需要，适当地引伸发挥、挖掘新意。诸如此类的尝试是十分有益的。应该提倡从事普物教学的同志根据自己的专业特长和教学经验，吸收消化、融会贯通，谨慎而有分析地丰富、充实、改造传统的经典内容。

3. 加强学科内以及各学科间的横向联系

现代科学技术发展的一个重要特点是各个学科的相互影响和广泛联系。基本概念和研究方法的渗透、交叉以至移植，往往会诞生有巨大生命力的新兴的边缘学科和交叉学科，普通物理内容广泛，涉及的又是非常基本的内容，除了纵向的历史发展，还应该注意学科内以及各学科之间的横向联系，这对于一些非物理类型系科的普物教学和教材尤为重要。

教材建设述评

钟 锡 华

一、教材建设的基本情况

近年来，全国各项事业兴旺发达，我们普通物理教研室的教材建设也出现了空前的活跃局面，出版教材、教学参考书及专著共22种。

我们教研室的师资力量较好，又有在教学上深入钻研、相互切磋的良好风气，这是开创写作新局面的有利条件。从历史发展过程来看，1952年院系调整以后，在学习苏联参考英美的格局下，我们的课程多数使用翻译的参考书，少数有自编讲义，个别编著成书。经过几十年的教学实践，我们已经积累了丰富的教学经验。“文革”以后，在党的正确路线的指引下，我们编著教材的积极性空前高涨，充满着欲将自己的经验、学识、才能充分调动、总结、提炼成“材”的急切心情，抓紧时间，发挥优势，多作贡献。这是教材建设出现活跃局面的一个历史原因。

教研室领导本着百花齐放、各显神通的精神，一般不主动组织人马出书，原则上由作者本人与出版社联系议定。在具体工作上，教研室给创作者以大力的支持，提供各种可能的方便。如提供信息，沟通出版社与作者的联系，尽快找到“婆家”，适当调配工作，安排相对集中的时间编写试用讲义，作为出书的基础；商定好主编人选和合作人员，扶植后生；推荐有经验的教师主审把关，保证质量；对动作缓慢者，不时地加以促进和激励；调解合

本文发表在《教材通讯》，1985年第8期，题目稍有改动。

作过程中的某些人事矛盾等等。这是教材建设出现活跃局面的一个工作原因。

出版事业的兴旺发达与采用多种办学途径而出现的对教材多品种的需求形势，以及通过校外各种讲习班而建立的广泛的社会联系，这是我们的教材建设出现活跃局面的一个社会原因。

二、重视基本教材的建设

《力学》、《电磁学》和《光学》这三本书都是作者在多年讲课的基础上写成的，其中凝聚了我们长期积累的教学经验。如《力学》教材在经典力学规律以及由此推演其它导出规律时广泛采用微积分和矢量工具，从而把很多经典力学的概念和规律表示成比较恰当的形式。在分析基本概念和规律时加强了参照系的讨论，不仅研究牛顿定律在惯性系和非惯性系中的表述形式，而且也研究了质点组内部一对内力做功之和与参照系无关的特点，从而对内力做功以及势能概念的含义提出作者的解释。引导学生在掌握基本概念和规律上（而不是在演算难题上）下功夫，使学生在较短时间内学习能力有较大的提高，以适应大学的学习。

电磁学是理科物理类各专业的一门重要基础课。其重要性在于它涉及一个全新的而且也是物理学中广泛触及的研究对象——场，无论从概念上还是从处理问题的方法上来说，这门课程的学习都标志着学习进程中的一个新的里程碑。因此，编写《电磁学》一书着重通过典型的实验事实和事例的分析，建立描述场的方法，在此基础上系统阐述基本规律和基本概念，提供一个较为完整的理论体系，使学生受到较为严格的科学训练，从多方面培养他们分析场的能力。

在物理学的几门基础学科中，光学几乎与力学一样的古老。然而，从本世纪40年代末开始的三十多年来，光学在理论方法上和实际应用上都有许多重大的突破和进展。全息术的提出，作为象质评价标准的光学传递函数的兴起，新型光源激光器的诞生，这是