

# 电子图书



信息技术的结晶

人类文明的载体

网络的基本资源

## 序

### 阎金铎

近十多年来，物理教学改革，无论在教育思想的转变、教学内容的调整、教学方法的改革诸方面，都取得了可喜的成绩，物理教育科学研究也随着不断地扩展和深入，并取得了长足的进步，这正是物理教育科学发展和物理教学论专业课程建设的基础。

国务院学位委员会已将原“教材教法研究”学科名称，更名为“学科教学论”，这确是教育改革不断深入发展的产物。

学科教学论（物理专业），包括三个大的研究方向：物理教学论；比较物理教学论；物理教育史。

物理教育史是研究物理教育的产生、发展及其规律的教育科学。其主要任务是以辩证唯物主义和历史唯物主义为武器，介绍、分析和评价物理教育和教学目的、内容、理论的发生、发展与演变的历史，总结物理教育和教学的经验与教训，揭示物理教育和教学的理论与实践发展的规律，预测其继续发展的趋向，为今后的物理教育建设提供借鉴。

编写中国物理教育史是一次十分艰巨的工作。早在五年前，我曾与骆炳贤等同志谈及此事，他们开始整理已有的资料，并进行广泛地调查分析。1988年10月，在南京召开的国家教委高校理科物理学教材编审委员会教材教法编审小组扩大会议上，正式把《中国物理教育简史》列为该组系列研究课题之一，并推举骆炳贤同志为课题负责人。1989年9月至1990年7月，骆炳贤同志作为我的访问学者，在北京师范大学物理系对该课题深入研究了一年，完成了初稿。南京师范大学何汝鑫老先生也参加了研究工作。1990年8月，在长春召开的教材教法编审小组扩大会上，对书稿进行了审查，认为基本成熟，并提出进一步修改的意见。现经作者再次修改，业已完成，前后经历了五个年头。

本书的主要特色是理论联系实际，史论结合，融理论性与应用性于一体。它以辩证唯物主义和历史唯物主义的观点和方法为指导，以中国物理教育的产生、发展的过程为基本线索，分析了引起物理教育演变的原因，论述了其发展过程的特点及规律。全书史料比较丰富，论证力求严谨，提出了许多自己的见解；叙述简明、扼要。因此，它可以作为师范生选修课的教材，也可以作为物理教师进修学习的教学用书。我相信，本书的出版对推动物理教育改革，提高物理教育质量是有现实意义的。

也应当指出，中国物理教育史的系统研究还处于初始阶段，因此，尽管《中国物理教育简史》的出版，有一定的开创意义，但它毕竟是一个尝试，从体系到内容都有待进一步修正、充实和完善。

我祝贺本书的出版，并希望通过它能引起同行们对研究中国物理教育史的兴趣与思考，通过大家的共同努力，逐步建立起更有特色的中国物理教育史的教材和专著。并借此机会，再次呼吁大力开展物理教育科学研究，期待着有更多、更好的研究报告、论文、教材和论著问世。

1991年8月于北京

## 前言

中国物理教育史的研究，是顺应我国物理教育要面向现代化、面向世界和面向未来这一形势需要的一个崭新课题。这一研究广泛深入的开展，必将有助于我国物理教育的健康发展。

中国物理教育史是研究中国物理教育产生、发展及其规律的教育科学。其内容可概括为两个方面：一是从物理教育的角度，反映和研究我国各个时代或历史时期物理教育的指导思想、课程设置、教学大纲、课程教材、教学理论和教学方法等的演变过程；二是从社会历史的沿革，分析和探求引起我国物理教育发展中发生这样或那样变化的原因。从而呈现我国物理教育发展过程的特点及其规律。

学习和研究中国物理教育史，具有十分重要的现实意义和深远的历史意义。分清和认识我国物理教育遗产中的精华与糟粕，可以批判地继承和借鉴前人的物理教育经验，这是改革物理教育、提高物理教学质量的基础；了解和掌握我国历次物理教育变革的历史背景、内容和产生的影响，正确认识其中成败、得失的根源，可为选择物理教育改革的方向，确定主攻的目标提供科学的依据，这是深化物理教育改革，使其适应我国历史性转变的前提。

本书是以马克思列宁主义、毛泽东思想为指导，以辩证唯物主义和历史唯物主义的观点，采用史论结合的方式编写的。史料丰富、观点新颖、脉络清晰、重点突出、厚今薄古、简明扼要，并融理论性和应用性于一体。因此，既可用于物理教育、教学改革的参考，也可作为了解、掌握中国物理教育史基本知识的教学用书。

本书定名《中国物理教育简史》，是因为：其一，物理教育史在我国尚属空白，是刚起步的新兴科学，从其体系到内容都有待于进一步完善、丰富和发展；其二，就物理教育而言，涉及到各个不同层次、不同专业，本书突出的是中学物理教育的沿革。

本书第三、四章 由何汝鑫执笔。骆炳贤编写其他各章，并负责全书统稿。

最后应说明的是，本书在编写过程中，不仅吸取了许多专家学者的研究成果，而且汪世清、束炳如、邹延肃、乔际平、田俊恒、张宪魁、郭子正、李来政、张橙华、马子振、徐小洲等同志还提供了宝贵的资料和积极的建议，楼世洲同志协助了部分章节的选编，阎金铎教授自始至终对本书的编写加以精心的指导和无私的帮助，并最后审定了全稿，谭清莲同志为本书的出版，做了大量深入细致的工作。在此，谨向他们表示由衷的敬意和诚挚的谢忱！

由于我们水平的局限，本书在史料的收集、整理和分析上，难免挂一漏万和失之偏颇，祈同行们不吝批评指正，以便今后修正、补充和完善。

编著者  
1991.4

## 绪论

物理教育史是关于物理教育的发展及其规律的科学。它属于教育史的范畴，是教育史发展过程中的一个新兴的分支，即一门学科教育的发展史。

物理教育是出于人类自身的物质生活和维持生存的需要，起源于在生产活动中传授使用和制造生产工具的经验，它是社会的政治、经济和科技文化的反映，同时又对它们起推动作用并受其制约。所以物理教育产生、发展的过程，实质上是社会的经济、政治和科技文化与物理教育之间相互作用的过程。

人类在长期生产实践和科学实验中，不断地积累和发展着物理知识与技能，又不断地把它们传授给下一代。这种传授的内容与经验，经过科学的总结，并为新的实践和新的认识所修正和发展，使之在更符合社会需要、更科学的基础上进行传授，如此循环往复，逐步深入，这就是物理教育不断发展的过程。因此，物理教育史也是人类不断地认识和改革物理教育的历史。

研究物理教育史的根本任务，是揭示物理教育的客观规律，为物理教育实践提供理论指导。恩格斯说过：“世界不是一成不变的事物的集合体，而是过程的集合体。”物理教育的基本规律正是存在于物理教育发展运动的过程中。通过全面、系统地研究物理教育的发展过程，认真、科学地分析历次物理教育改革的背景、内容和影响，有助于探索社会的政治、经济、科技文化对物理教育的影响和物理教育对国家建设与社会发展的作用。事实上，物理教育的价值与功能，也只有在与社会其他因素的相互作用中，才能比较全面、客观、准确地反映出来。这对正确认识物理教育在我国社会主义四个现代化建设中所肩负的历史任务，对国家制订物理教育的方针政策，从而摆正物理学科在学校教育中的地位，有重要的理论意义。

研究物理教育史，发现物理教育整个发展过程的基本线索和特点，客观地得出规律性的认识，这是物理教育进一步发展的重要前提，每一个物理教育工作者，了解和掌握物理教育的全过程，比较准确地把握新的物理教育生长点、突破口，预测物理教育、教学改革的方向和趋势，将有益于扩展视野和提高物理教育质量，有利于继承和借鉴前人的教学经验，这既包括从前人物理教学遗产中吸取其精华，也包括从前人的失误原因中吸取教训。历史上，许多教育家就是从对教育史的研究开始自己的创造活动的。了解历史上各个不同时期、不同自然科学水平上所产生的物理教育的指导思想、教学理论、教学内容和方法的积极作用与历史局限性，是今天进行物理教育、教学改革的基础。因此，在造就和培养合格物理教师的教育中，把熟悉物理学科的教育发展史作为对学生或学员的一项基本要求，是完全必要的。

在物理教育改革中，学习国外先进的教育观点、教学理论和教学方法固然十分重要，但它们在发展过程中所经历的道路和所处的情景，往往与我国是不同的。学习和研究中国物理教育史，可以了解我国历史上

在向日本学习、向英美学习和向苏联等国学习中的经验教训。

中国近代的物理教育，虽是从 19 世纪末才开始的，至今不过 100 多年的历史，但中国是世界文明古国，有悠久的历史 and 灿烂的文化，其中包括丰富的物理知识及运用物理知识的技术、技能，这是中国物理教育史的特点。同时，100 多年来，我国物理教育在曲折的道路上也得到不断发展。学习和研究中国物理教育史，可以了解我国古代的物理知识及其有关的教学理论，也可以学习我国物理教育家严谨的治学、治教的态度和为发展与繁荣我国物理教育事业而自强不息、奋斗不已的献身精神。

中国物理教育史作为中国教育史的一个分支，有与中国教育发展史一致的共性，又有它特有的个性，内容相当丰富复杂。因此，研究中国物理教育史，一定要在充分占有史料的基础上，以马克思列宁主义、毛泽东思想为指导，对中国物理教育发展中的沿革、事件、人物进行科学的整理、分析和总结。它既要展现物理教育发展的历史过程，又要努力探索有关物理教育发展的理论和规律。例如：物理教育是怎样在生产的推动下，在社会的经济、政治、科技文化的影响下发展，又是怎样反作用于生产并影响着社会生活的各个方面的；不同社会制度，不同历史时期的物理教育是怎样繁荣昌盛，又是怎样停滞衰落的；物理教育的指导思想、教学理论、教学内容、教学方法及教育测量与评估是怎样提出、演化、继承和革新的；物理教育中的不同教育观点、不同教学理论、不同教学方法是怎样比较、论争以相互促进和鉴别取舍的；物理教育家的思想、品格和教育观点与研究方法是怎样影响着他们的物理教育的成败得失的等等。本书中，只就中国物理教育史中的某些问题，作了一定深度的探讨。

中国物理教育史是物理教育改革向新的广度和深度发展过程中，刚刚兴起的一门教育科学。随着这一研究工作的不断深入和成熟，一定会在物理教育改革中发挥越来越积极的作用。

## 内容简介

本书以丰富的史料和国内最新研究成果，系统深入地探索了中国物理教育产生、发展的历史过程，反映了各个时期有代表性的物理教育指导思想、课程设置、教学大纲、教材、教育理论和教学方法等具体内容及演变，并运用历史唯物主义和辩证唯物主义的观点和方法，揭示了引起物理教育发生变化的原因。

本书是由国家教委高等学校理科物理教材编审委员会中学物理教材教法编审小组审定并推荐出版的，在国内尚属空白，可作为高等师范学院物理系和教育学院物理系继续教育的选课教材，也可供广大中学物理教师参考。

## 第一章 古代的物理教育

(-1840 年)自距今大约 100 多万年以前,在我国领土上有最原始的人群——我们的祖先开始,他们为了自身的物质生活和维持人类生存的需要,就必须把生产活动的经验,其中包括使用和制造生产工具的经验,传授给下一代。众所周知,物理知识广泛存在于生活和生产之中,又与使用和制造生产工具息息相关。所以在传授生产活动经验的过程中,也同时把其中属于物理学的内容进行了传授,这就是物理教育的起源。诚然,这时的物理知识是他们的直接经验,其传授是在集体生产和集体生活中以口耳相传、示范模仿的形式进行的,是与生产劳动和实际生活结合在一起的,是直接为当时的生产和生活服务的。

此后,随着生产工具的改良和生产技术的不断进步,物理知识也通过代代相传而不断地积累,不断地丰富。据我国考古工作者发现,到了中国奴隶社会的殷商时期,青铜工业、冶铸技术的水平已大有提高。如殷墟出土的“司母戊大方鼎”就重达 875 千克。\_\_可见,若当时没有一定的力学和热学知识,以及运用的技能,是绝对制造不出来的。

我国到了 2400 多年前的春秋时期,已有文字可考的含有物理知识的著作——《墨经》,它是墨家进行私学教育的教材,其中,不仅在教学内容上,已有力学和光学方面的知识,而且在教学方法上,也已运用了自然观察法,这是物理实验的起源。

春秋以后,中国进入了封建社会,在长达 2000 多年的封建社会里,学校教育虽然有了进一步的发展,特别在医学、算学、天文、历法等自然科学方面,在唐代已出现了世界上最早的实科学学校,比欧洲 12——14 世纪产生的分科大学,早了 500 多年。然而,总的说来,学校教育都是重人文科学、轻自然科学,尤其是鄙视生产知识和生产技术的。因此,不论官学、私学、书院,都是普遍地以修习经史、古文或诗词歌赋为手段,以求取功名为目的,以致到鸦片战争期间,造成了“独是科名声利之习,深入人心,积习难返,士子所岌岌皇皇者,唯是之求”的局面。所以在中国古代,物理学始终没有从哲学、自然科学中分化出来成为一门独立的科学。

但是,中国是世界文明古国,在古代,不仅有丰富的科技教育遗产,而且也培养了众多的科学家、发明家和大批的能工巧匠,他们发展了中国的手工业和文化艺术,也曾使中国的科学技术在相当长的一段历史时期内居于世界的领先地位。我们从他们的学说中,可以了解当时的物理知识和教育思想,从他们的创造发明中,也可以有力地印证当时运用物理知识的水平。因此,研究这一方面的内容,在我国物理教育改革向新的广度和深度进发的今天,也有值得借鉴之处。

## 第一节 古代传授物理知识的途径

中国在夏代建立学校的基础上，经商、周、秦、汉、隋的发展，至唐代就形成了从中央到地方的一整套的学校体制，并对各级各类学校的教师名额、学生人数、招生对象、教学内容等等，都作了详细的规定。但由于中国封建社会的政治制度、教育制度和经济基础的制约，所以直至 18 世纪 60 年代近代学校创设之前，物理知识的传授，主要都是通过下列途径进行的。

### 一、手工业科技教育

在手工业的生产技术中，广泛地存在着物理知识的应用。因此，家族或师傅在把他们所掌握的专门知识与技能，传授给子孙或徒弟的过程中，同时也就把其中包含的应用物理知识的经验进行了传授。但由于中国手工业科技教育的主要形式，是家业世传和学徒制，而这两种形式的教育，其共同点，都是没有教材的言传身教，即一边教、一边学、一边干。所以，虽有在实践中教学容易掌握的优点，也有既不易流传推广，更难于把经验上升到理论的缺点。

### 二、著书立说

在古代，也有一些哲学或科技著作中，包含了一些物理知识，例如《墨经》、《考工记》等等，因而随着这种著作或学说的流传，同时也传授了有关的物理知识。这种传授的途径和方法，其优点是传授不受时间和地点的限制，但其缺点是既没有一定的要求，也很难于掌握。

### 三、聚徒讲学

在古代，学有专长的士子，自春秋兴起私学以来，就有以各自不同的哲学、政治、经济、社会观点和不同的知识领域，对招收的弟子进行教授的。在这种聚徒讲学的教学内容中，有时也有属于物理知识的内容。例如：春秋时期的墨家学派，在进行教学过程中，就含有物理知识的传授，又如明末清初的颜元，在他创办的漳南书院中，也曾设有水学、火学等科目，里面也含有属于流体力学和热学范畴的物理知识的传授。但这种私学，时聚时散，时办时停，所以只是断断续续地传授了一些其中与物理学有关的内容。

诚然，传授物理知识的上述途径，是在当时的社会历史条件下的产物，属于物理教育发展史上的孕育过程。

## 第二节 古代有关物理教育的思想

中国自远古以来，在教育发展的漫长历史过程中，积累了丰富的教育经验，涌现了众多的教育家和实践家，形成了自己独具的特点和优良的传统。其中，特别是古代的教育思想，它不仅是中国教育史上的一份极为宝贵的教育遗产，而且在世界教育史上，也占有显著的地位，在日本、东南亚、朝鲜及后来的美国，都产生了深远的影响。这里仅就墨翟、王充的教育思想和唐代的教育思想，作一择要的介绍，并简要联系当前的物理教育。

### 一、墨翟的教育思想

墨翟（约公元前 468 年—前 376 年）是春秋战国之际代表小手工业者和劳动人民的思想家、政治家，墨家的创始人（墨翟像见插页图 1）。墨家的成员大多来自生产第一线，《墨经》是他们发掘墨翟思想的著作。其中，关于教育思想方面，也有一些影响较大的值得我们注意的论述。

#### 1. 教育的目的和内容

墨翟的教育目的，是培养有实际知识与技能，有“兼爱”的品德和能够“爱利万民”的“贤士”或“兼士”。所以在教育内容上，除了诗书以外，还注重生产知识与技能、军事知识与技能的传授。

#### 2. 关于认识过程的思想

墨翟把知识分为闻知（传授而得的知识）、说知（类推的知识）、亲知（亲身经历而得的知识）三种。他特别重视亲知，这对物理教学中要重视观察和实验具有启发性。

墨翟还对认识的过程作了研究，其中具有特色和代表性的，是他的“知的四要素和三表说”。

墨翟认为，人的认识形成有四个要素：这就是《经上》里说的：“知，材也。”“知材”是指人的认识能力，是所以知的主观条件。“虑，求也。”“虑求”是人的求知欲望。“知，接也。”这里的“知”仅指人同外界接触形成的感觉。同时，墨子还把各种感觉器官概称为“五路”，即通过“过物”的接知，是由眼、耳、鼻、舌、身五种感觉器官形成的感性认识：“（古智字），明也。”“智明”是指人们对事物深刻而明确的认识，是由“过物”到“论物”，即由感性认识上升为理性认识。显然在这里，墨子认识事物的出发点，是承认客观事物的存在，并承认它是第一性的东西，人的意识是客观存在的反映，是第二性的。

那么，人的认识是否正确呢？他提出“言必立仪”，即他认为还需要有衡量的标准。他在《非命上》里写道：“言必有三表（即三个标准），何谓三表？墨子言曰：“有本之者，有原之者，有利之者。”这就是说既要依据史籍上的古人的间接知识，还要用众百姓耳目所接触的实际经验予以验证，并要把它用于实际，观察是否于国家百姓有利。墨子在教育中提出了这三个检验认识是否正确的标准，并用来教导学生获得知识，判断是非，对今天的物理教育，仍具有很大的积极意义。

#### 3. 教学理论

---

毛礼锐等主编《中国教育通史》济南，山东教育出版社，第一卷第 315 页。

《墨子·非命上》。

墨家根据墨子的教学思想和他们自己的认识和经验，阐述了教学理论，这主要体现在他们提出的虽不全面，但有特色的教学原则上，主要的有：

(1)因材施教，“不叩必鸣”。对于因材施教，墨家认为：“子深其深、浅其浅、益其益、尊其尊。”即要根据学生的不同水平，采用不同的教材、不同的教学方法。“不叩必鸣”是当儒家之徒公孟子对墨子说到“君子恭己以待，问焉则答，不问焉则止，譬如钟焉，叩则鸣，不叩则不鸣”的儒家态度时，墨子便明确表态，“虽不叩必鸣”。墨子主张对来求教的固然要教，对不来求教的也要主动去教，即教师应有以教人为己任的精神。由于学生，尤其是学习有困难的学生，往往自己提不出问题，应该说，这种精神特别对于物理教师，是更应该具备的。

(2)以名举实，察类明故。这是墨家在名实关系中的辩证法，更为可贵的是他们还在此基础上，提出“以取验名”的观点，“取”就是动手行动。已认识到行动可以检验认识。

(3)以本约末，量力所至。这是墨家对教学的要求，可以概括为：其一、博乎道术，无务杂知。其二、深浅适度，繁简得当。其三、同方而取，不择小溪。

(4)言行一致，合其志功。墨子说“士虽存学，而行为本焉。”他在教学中强调知行一致，志功统一，即考察言行的效果，既要看主观的志，又要看结果的功。所以，他提出“言必信，行必果；强力而行，不敢怠倦；意志锻炼，强化意志；合其志功，明辨志功。”要求学生说话要能实行，不能实行的话就不要多说。也要求学生严格锻炼自己，培养坚强的意志。他说：“志不强者智不达。”“雄（勇）而不修者，其后必惰。”这些教学理论对于注意开发学生的非智力因素、强调理论与实践统一的物理教育，有一定的积极意义。

此外，墨子还重视社会环境在教育中的作用。例如，他以染丝为例，来比喻人格受环境的影响而变化，他说：“染于苍则苍，染于黄则黄，所入者变，其色亦变。”因此他主张选择良好的环境和仁义的朋友。

## 二、王充的教育思想

王充（公元27年—97年）是我国汉代伟大的唯物主义思想家和教育家（王充像见插页图2）。他好博览而不守章句，非常勤学，因此能“博通众流百家之言”。王充所著的《论衡》，内容十分丰富，可称是中古时期我国的一部百科全书，在教育思想方面，他对理学教育中虚妄、繁琐、僵化的弊端进行了大胆而深刻的揭露批判，提出了一些很有价值的论述。

### 1. 教育的价值

王充认为教育的价值在于能够陶冶儿童的本性，发展人的才能，通过教育，可以使人们“学问日多，简练其性，雕琢其材。”培养既能“知大圣之意”，又能“晓细民之情”的人才，而且这样的人才，应该还是“其身简练，知虑光明，见是审非”的。可见，他的教育目的就是培养“为国为事”的贤人君子。

### 2. 教学原则

王充对教学和学习有其独特的见解，表现出与众不同的远见卓识。

(1)“以心原物”。王充认识到只凭感觉还不能揭示事物的本质，可能产生假像或错觉。他说：“夫以耳目论，则以虚象为言，虚象效，则以实事为非。是故是非者不徒耳目，必开心意。”说明王充已认识到由于人的生理条件的限制，所以听觉、视觉之所及是有一定限度的，许多事物不能直接经验，即便直接经验，也往往会产生假像失真。因此，还要经过演绎推理，即理性思维的过程，王充称此为“以心原物”。王充在此基础上，又提出了“效证”的观点，他说：“事莫明于有效，事莫定于有证。”认为判断是非、真假，还应该经过事实的验证才能相信。

(2)主张循序渐进，提倡“勤学不舍”。王充主张学习必须立志发奋，力学不辍，才有成功的希望，他说：“河冰结合，非一日之寒，积土成山，非斯须之作。”并指出“学不宿习”，“其进锐者退速。”要求人们不要一曝十寒，企图一蹴而就，而要脚踏实地地循序渐进地学习。

(3)反对“信师是古”，主张“极问”。王充认为学习要有创造、有新意，要追根求源，务求甚解。

(4)提倡“博达疏通”，主张“学为世用”。王充说：“海不通于百川，安得巨大之名？夫人含百家之言，犹海怀百川之流也。”善于学习的人，应该“其于道术，无所不包。”方能才高智大，又说：“人有知学，则有力矣。”“圣人作经，贤者传记，匡济薄俗，驱民使之归实诚也。”可见他已不仅意识到知识的力量，而且认为获得知识的目的，是治世救民。在物理教学中要扩大知识面，要有利于改造社会、教育学生，其中不无继承和发展之处。

### 三、唐代的教育思想

唐代是我国历史上封建经济最繁荣时期，也是封建主义教育发展的鼎盛时期。所以，唐代积累并创造的培养科技人才的宝贵经验，曾使我国在古代人才群体中大放异彩。因此，唐代的教育思想具有独特的意义，也带有一定的普遍性，很值得我们重视。

#### 1. 教育思想

(1)科技人才的规格。唐代不少科学家在科技教育中，对科技人才应具有什么样的规格都很重视。例如，医学家孙思邈在总结医学实践基础上向后学者郑重指出，要掌握医道，必须做到“胆欲大而心欲小，智欲圆而行欲方”。这里“智圆”，指知识丰富而又有智谋，能做到“见机而作，不俟终日。”“行方”，指行为方正不阿，即不为利欲而偏离正道，也不因坚持正义而感到忧惧不安。又如史学家刘知几，在关于史才的论述中指出，“史有三长，才、学、识，也罕兼之，故史者少。夫有学无才，犹愚贾操金，不能殖货，有才无学，犹巧匠无斧斤，弗能成器，善恶必书，使骄君贼臣知惧，此为无可加者。”这种思想在当时就被视为“笃论”，与孙思邈对人才的要求，正相呼应，对后世影响很大，可谓是有关系人才结构的重要论述。

(2)科技道德教育。唐代有成就的科学家和工匠在传授科学知识和技

---

参阅毛礼锐等主编《中国教育通史》，第二卷，第577页。

《旧唐书·孙思邈传》。

《新唐书·刘知几传》。

艺的同时，大都十分重视进行科技道德教育，十分注重培养科技人才的专业品德。当时，他们已认识到科技工作者德高术精可以造福百姓，若德劣术高就可能造成很大的危害。所以把确立献身科学事业的理想，以服务于天下国家为目的，作为科技教育中的一项重要内容，并要求后学“济扶苦难”，“不怜富憎贫”，“不淫声色”，“调和心性不乍嗔乍喜”。这在今天来说，就是在物理教育中要培养学生和让学生树立正确科学的人生观。

(3)科技专业教育。唐代的科技专业教育，主要表现在重智能和集众长两方面，即一方面很重视学生智能的培养，提出了“智圆”的要求，强调要求知识能够融会贯通，灵活运用于实际，反对“算者昧于象，占者迷于数”，注重培养后学者独立思考、敢于创造的能力；另一方面很提倡博古通今，集众家之长，大胆地突破儒家重师法，守家法的限制。对于集诸家之要，孙思邈在《千金方·序》中提出，要“上极文字之初，下迄有隋之世，或经或方，无不采摭。集诸家之所秘要，去众说之所未致”。又说“一事长于己者，不远千里，伏膺取决。”也就是说，他的经验和对后学者的要求是既要博采，又要深入钻研，去粗取精，同时还应该不耻下问。

在我国当前的物理教育中，在培养目标上，强调了要求学生有共产主义的崇高理想，全心全意为人民服务的精神，要使学生有合理的智能结构；在教材编撰上，突出了要有利于学生进一步掌握物理知识和懂得物理知识的应用，也注意了反映物理学的前沿和科技的最新成就；在专业上，重视了使学生有宽广的知识面和分析问题、解决问题的能力；在教学方法上，加强了物理实验和动手能力的培养等等，这是对唐代科技教育精神的继承和发展。

## 2. 科技教材

我国由国家颁定统一的科技专业教材，是从唐代开始的。它颁定的科技专业教材，具有四个特点：

(1)荟萃集成。

(2)编写教材与研究相结合。唐代编撰科技专业教材，选派第一流的科学家，将编写教材与科学研究相结合，使所编教材本身就是最新的科研成果。

(3)具有独特体例。唐代颁定的教材都是注释本，使学生能知其源，又使学生能知其流，学到新知识。有的还是集注本，使学生借以了解各家的见解，开阔眼界，活跃学术思想。所以这种体制，易于学生自学。

(4)图文并茂，形象生动。此外，在唐代运用诗歌、韵文记叙科学知识也十分普遍，使其具有一定的韵律，读来琅琅上口，所有这些对我们当前编撰物理教材，不无值得借鉴和学习的方面。

### 第三节 古代物理知识的代表作

在中国古代，物理学虽一直没有从哲学和自然科学中分化出来成为一门独立的科学，然而通过含有物理知识的哲学、自然科学和科技知识等著作的流传和有关的教学活动，物理知识还是不断地在社会上传播，仍然得到了一定的发展，并在其运用中还有许多举世闻名的发明创造，以致今天人们在追寻物理教学的历史渊源时，不能不看到它们在中国的黄土地上已有最早萌发的绿芽。这里，我们仅对古代在传授物理知识方面比较突出的著作中的主要物理内容及其运用物理知识的典型事例，作一扼要的介绍。

#### 一、《墨经》

《墨经》是墨家学派的著作，也是他们进行私学教育的教材（墨经书页见插页图3）。《墨经》中有关物理知识的内容，主要是在力学和光学方面。

##### 1. 力学方面

《墨经》中对时间和空间概念分别作了正确的定义。如“久，弥异时也”。“宇，弥异所也”。就是说，时间是不同时候的通称。空间是包括各个方面的一切地点。并区分了时间和时刻的概念，如“始，当时也。”“时，或有久，或无久。始，当无久。”就是说，时间可分为“持续（有久）的”和“非持续（无久）的”，即瞬时的两种。“开始”则属于“无久”的瞬时的那一种。墨家又把机械运动定义为“动，或（域）徙也”。意思是说，运动乃是物体空间位置的变动。

《墨经》中对力的概念提出了初步的论述。“力，刑（形）之所以奋也。”即是说，力是使物体开始运动或加快运动的原因。《墨经》中还进一步把重量与力联系起来，“力，重之谓。下与（举），重，奋也”。显然它指出了物体的重量也是一种力。并说明物体下落或向上举时，都有力的作用。墨家以桔槔和秤的工作原理为例，总结了杠杆的工作原理，提出了“本（重臂）”、“标（力臂）”、“权”、“重”等概念，论述了等臂杠杆和不等臂杠杆的平衡条件，并指出“挈，长重者下，轻短者上。”即杠杆的平衡，不但取决于两物的重量，还与“本”、“标”的长短有关。可见墨家已知道了可以用两种方法来调节杠杆的平衡，并已进行了杠杆原理的探讨。

墨家还叙述了斜面上的物体失去平衡的道理，以及利用斜面来提升重物的方法。他们曾设计了一种装着滑轮的前低后高的斜面车，称为“车梯”，用来载重物沿斜面不断升高，以节省人力。

##### 2. 光学方面

《墨经》从早为人们认识的光的直线传播原理出发，首先提出了影与光、物之间的关系。如“景不徙，说在改为。”就是说影是不动的，为什么有时看到影在移动呢？这是由于光源（或物体）移动而使影改变位置的缘故。接着对本影和半影及影子的大小跟光源、物体的关系等等作了论述，如“景二，说在重。”“景之大小，说在正、远近。”这两句分别是说，两种阴影区之所以形成，是由于两个光源的光线照射到同一物体上，在物体后面产生的两个阴影区互相重叠的结果。同一物体之影所以会有时大有时小，是由于光线照射于该物体有时斜、有时正，

以及光源离物体有时远、有时近的缘故。又如“景倒，在午有端，与景长，说在端”，指出了小孔成像之所以倒立，是由于光线在小孔处交叉，至于像的长短，则于小孔的位置有关。并进一步说“光之人照若射。下者之人也高，高者之人也下。足蔽下光，故成景于上；首蔽上光，故成景于下。在远近有端与于光，故景库内也。”具体解释了小孔成像的原因。

《墨经》还介绍了平面镜成像，叙述了凹面镜、凸面镜成像的规律，如“低，景一小而易，一大而正，说在中之内外。”即凹面镜可以生成一个倒立缩小的实像，或一个正立放大的虚像，原因是由于人在球面中心和焦点之外还是之内。又如“团，景一。”即物体不管离凸面镜的距离远近如何，凸面镜只可以生成一个正立缩小的虚像。可见，墨家私学不仅相当系统地研究和传授了几何光学方面的知识，得出了精辟的见解和结论，而且在研究和传授中已运用了观察、分析和科学实验的方法。

此外，墨翟曾在地下设瓮，利用共鸣现象，探查敌方挖洞攻城的计谋。到宋代曾公亮，在他的《武经总要》中，把这种方法称为“瓮听”，这是声学效应在军事中的应用。

## 二、《考工记》

《考工记》是春秋战国时期齐国人的一部科技著作（《考工记》书页见插图4）。它是我国古代一部手工技术规范的汇集。全书所论包括了当时手工业的主要工种，并在论述各种手工技术的同时，还阐述了其科学道理。经分析可以看到在描述每一项手工技术的文字中都包含了一定的物理知识，其中主要是力学和热学方面。

1. 力学方面。《考工记·轮人篇》在论述车轮制造时，以受力、运动和不同接触地面的影响等因素出发，在讲到轮子的形状与运动快慢之间的关系时说：“凡察车之道……不微至，无以为速也”。“微至”是指轮和地面的接触面积少。就是说，车轮与地面接触少，就容易转得快。那么，怎样才能达到“微至”呢？它接着指出：“欲其微至也，无所取之，取之圜（圆）。”即要尽量把轮子做成理想圆。这是在实践中对滚动物体的滚动速度与滚动物体的接触面积大小有关的经验总结，是符合近代摩擦理论的。在论述如何检验轮子各部分是否做得均匀时，它说：“辐必齐，平沈（沉）必均。”“水之以（视）其平沈之均也。”这里水之，即浸入水中，如果“平沈”即浮沉相同，则轮子各部分必定是均匀的，就符合制作轮子的要求了。这是浮力原理在制造轮子中的应用。在论述到轮子大小对拉力（牛或马）的影响时，它说：轮太矮，马就老在上坡一样。从现在力学知识看，当轮太低时，辕与地面成一角度，马除了要克服运动阻力外，要承受部分重力，因此马总象上坡一样费劲。这是实践中对斜面受力的一种极好的分析。

《考工记》还分析了与弹道有关的技术。它在《矢人篇》中说：“水之以辩其阴阳，以设其比，夹其比以设其羽，参分其羽，以设其刃，则虽有疾风，亦弗之能惮矣。”这就是说，为了要使箭在飞行中保持稳定，采取了把箭上的羽毛按一定比例对称地安排，然后加上箭头，则在飞行中就不怕风的影响了。接着又说：“前弱则（俯），后弱则翔（仰），中弱则纡（纡 旋转之意），中强则扬。”“羽丰则迟，羽杀则。”

这说明了箭杆如果前轻后重，或前重后轻，都会影响飞行的高度；中间轻重配置不当，会影响飞行的稳定性；羽毛太多，则飞行速度慢。而羽毛太少，则箭容易落向旁侧，射不到目的物。

《考工记》最早作出了关于物体惯性的论述。在《人篇》中说：“劝登马力，马力既竭，尤能一取焉”。意思是说，马拉车的时候，马已停止用力了，但车还能前进一段路程，这里指出了物体的一种基本属性——惯性，这也是世界上对惯性现象的最早论述。

## 2. 热学方面

《考工记》中论述的热学知识，是很有实际意义的。它说：“凡铸金之状，金（铜）与锡，黑浊之气竭，黄白次之，黄白之气竭，青白次之，青白之气竭，青气次之。然后可铸也。”指出了冶炼金属时加热后先呈暗红色，温度渐高，依次是呈橙色、黄色、白色、最后是青色。这是因为金属里含有碳、钠一类的杂质，不同物质有不同的汽化点，所以可以根据汽化物质的颜色作为判断火候或温度高低的标准，最后达到“炉火纯青”，就可以浇铸了。这个从实践中总结出来的区别冶炼金属程度的实际知识，传至今日，仍为冶炼工人所利用。

## 三、《论衡》

《论衡》是东汉王充所著，内容十分丰富，其所述的物理知识，也较之《墨经》有十分明显的充实和发展。

### 1. 力学方面

王充在对物体的运动进行了仔细观察的基础上，在《论衡》中指出了人的视觉，在观察物体的运动快慢时会造成错觉的原因和如何量度物体运动的快慢。他在《论衡》中说：“天行已疾，人去高远，视之若迟。盖望远物者，动若不动，行若不行；何以验之？乘船江海之中，顺风而驱，近岸则行疾，远岸则行迟，船行一实也，或疾或迟，远近之视使之然也。”说明是由于观察者离运动物体远近不同，因而感到它的快慢也就不同了道理。这也说明王充已知道了视角差对于观察物体运动快慢的影响。在关于运动的快慢上，又说“日昼行千里，夜行千里，麒麟昼日亦行千里，然则日行舒疾与麒麟之步相类似也。”意思是太阳和麒麟在日间运动的快慢相比是一样的，说明已有了现代物理学中“速率”概念之萌芽。

关于力和运动的关系，说：“是故车行于陆，船行于沟，其满而重者行迟，空而轻者行疾，”“任重，其进取疾速，难矣。”又说“古之多力者，身能负荷千钧。乎能决角伸钩，使之自举。不能离地。”显然已不仅知道在外力的作用下，若外力大小一定，则物体越重，要它开始运动，或使之运动状态发生变化就越难。这显然是现在称之为牛顿第二运动定律的萌芽，而且还认识到内力不能改变物体运动状态这一事实。

### 2. 声学方面

在《论衡》中有：“生人所以言语呼吁者，气括口喉之中，动摇其舌，张歛其口，故能成言。譬犹吹萧笙，萧笙折破，气越不括，手无所弄，则不音。夫萧之管犹人之口舌也，手弄其孔犹人之动舌也。”又说：“令人操行变气远近，宜与鱼等，气应而变，宜与水均。”可见他已认

---

钧为古代重力的一种单位，一钧等于 15 千克。

识到人发声是使空气振动而产生的，并将声音在空气中的传播用可见的水波的传播来作了比喻。这种比喻，在今天的物理教学中，在讲光的干涉和衍射时，不是仍然在运用吗？在这里，还应特别予以注意的是王充实际上已指出了振动的传播要通过媒质。

### 3. 热学方面

《论衡》中有“夫近水则寒，近火则温，远之渐微，何则？气之所加，远近有差也。”“云雾，雨之征也，夏则为露，冬则为霜，温则为雨，寒则为雪，雨露冰凝者，皆由地发，不从天降也。”这些论述可以说明，王充不仅用“气”来解释热现象，指出热传递与距离远近的关系，而且对自然界中雨、露、霜、雪的成因也进行了研究，指出了它们都是地面上的水蒸发所致，所以实质上他已进入了物态与温度之间的关系的研究。可见，王充对热现象的观察和分析是十分细致深入的，这种运用观察、分析的方法对现在的物理教学和科学研究，都有指导意义。

### 4. 电磁方面

关于摩擦起电的现象，西周末年已有“玳瑁吸襆”的记载。（玳瑁是一种跟龟极相似的海生爬行动物，产于中国沿海地区，它的甲壳黄褐色，光滑、有黑斑，是一种绝缘体，故摩擦能生电）。在《论衡》中，对这现象作了进一步的解释：“顿牟拾芥，磁石引针，皆以其真，不假他类，他类肖似，不能掇取者，何也？气性异殊，不能相感动也。”这里顿牟即玳瑁，王充用气性相同，也就是性质相同来解释上述相互吸引的现象，和气性不同，即性质不同来解释别类物体不能“感动”的原因。

对于“雷电”现象：“夫雷之发动，一气一声也。”即不过是一种气和一种声而已。那么，为什么会有声呢？他以“人伤于寒，寒气入腹，腹中素温，温寒分争，激气雷鸣。”为喻，认为是不同的气相互激发出来的。可见，王充认识到雷电也是物质的，也是自然界的一种变化现象。

## 四、运用力学原理的创造发明——浑天仪与地动仪

漏水运转浑天仪和候风地动仪，是东汉张衡（公元78—139年）根据物理的力学原理先后制成的。它们分别在天象和地震观察上发挥了作用。漏水运转浑天仪是一台自动测示天象的仪器，它以一空心铜球表示天球，天球画有星座和黄道、赤道，紧附在天球外的有地平环和子午环等，天球可以支架在子午环上绕天轴转动。另外把计量时间的漏壶与浑象联系起来，即利用漏壶的等时性，以漏壶漏出的水为原动力，再通过浑象内部装置的齿轮等使传动和控制设备，以使浑象每日均匀地绕天轴旋一周从而达到自动地、近似正确地演示天象的目的。候风地动仪以精钢制成，形似酒尊，里面均匀排列八根“都柱”——上粗下细的立柱。由于都柱重心高，当地面一有震动，就极容易向震动方向倒下。尊外相应地设置八条口含小铜球的龙，每个龙头下面都有一只蟾蜍，昂首张口（见插页图5）。当某一都柱倒下时，就带动了连接的龙，使龙口张开，所含的铜球落到其下面的蟾蜍口中。因此观察落下的铜球的方位，就可判断地震发生的方向。

## 五、《梦溪笔谈》

《梦溪笔谈》是北宋中期的政治家和科学家沈括（1031—1195）所著，这是中国科学史上一部重要的著作，英国科技史家李约瑟把它称为“中国科技史上的座标”。

《梦溪笔谈》这一举世闻名的科学巨著,内容涉及领域十分广阔(《梦溪笔谈》书页见插页图6)。在物理知识方面,主要是生动地记述了磁学、光学和声学知识。

### 1. 磁学方面

早在春秋战国时期,我国发现磁石具有吸铁和指南的性质。到北宋的沈括,他对指南针的使用作了多种试验。例如,他作了把指南针设法放在水面上(水浮法),碗边上(碗唇法),手指甲上和把指南针悬挂起来等试验,并且进行比较,指出了它们各自的特点,这可以说是世界上关于指南针的最早实验记录。同时其实验方法也十分巧妙。例如,他是如何把指南针悬挂起来进行实验的呢?“其法取新纡中独茧丝,以芥子许蜡缀于针腰,无风处悬之,则针常指南”。(《梦溪笔谈》卷24)这种指南针的实验方法在今天看来,仍不失为是值得仿效的较好方法。

更可钦佩的是,《梦溪笔谈》上还指出了“方家以磁石磨针锋,则能指南,然常微偏东,不全南也。”说明沈括在实验中已发现了磁偏角。西方一般认为哥伦布在1492年远渡大西洋时首先观测到磁偏角,实际上沈括的发现要比哥伦布早400多年。

### 2. 光学方面

在《梦溪笔谈》中,有许多光学方面的观察和实验的记录及其分析。如对日蚀、月蚀的成因作了理论总结,并第一次用类比演示实验来验证月亮圆缺的科学道理。其中说:“如一弹丸,以粉涂其半,侧视之,则粉处如钩,对视之,则正圆。”(《梦溪笔谈》卷七)在该书中还除了通俗地讲凹面镜成像和针孔成像的道理,对光的直线传播、光的折射现象和虹的形成进行了研究和解释以外,还曾认真地作过凹面镜成像的实验,得到了较《墨经》前进一步的结果。如:“阳燧面洼,以一指迫而照之则正,渐远则无所见,过此遂倒。”(《梦溪笔谈》卷三)这里所谓“过此”的“此”,指凹面镜的焦点和中心之间的这段距离,沈括又称之为“碍”。这就明确地指出了物在凹面镜焦点之内时得正像,在焦点和中心之间看不到像,而在中心之外时得倒像。

《梦溪笔谈》中还对我国的一种古铜镜——透光镜的透光原理,也作了精辟的解释。透光镜可能在西汉时代已能制作,最早记载于隋唐之际王度的《古镜记》中,该书说透光镜“承日照之,则背上文、画、墨入影内,纤毫无失”。对于这种现象历来引起人们的注意,沈括对它的制造工艺和原理作了探讨,他说:“此为铸时薄处先冷,唯背文差厚,后冷而铜缩多,文虽在背,而镜面隐然有迹,所以于光中现。”(《梦溪笔谈》卷十九)这个解释表明,由于镜背图案花纹,致使整个镜子厚薄不匀,因此在铸造时厚薄不同,冷却有先后,后冷而铜缩多,造成镜面也有和背面图案相同的微小的凹凸花纹,在它反射光线时就显现出来了。一句话,就是镜面的铭文是由于铜的收缩有差别所造成的。

据近来的中外研究,冷却法和磨刮法均可得到透光镜的效果,但从制镜的技术上看,较一致的看法,是认为利用磨刮的方法而成的。

### 3. 声学方面

《梦溪笔谈》中阐述的声学知识,包括关于乐律,古乐钟的发声,古琴的制作和传声、共鸣等等,并记载了一个作者精心设计的共振实验。由于弦振动比较微弱,不易观察,他剪了一些纸人放在弦上来作试验。