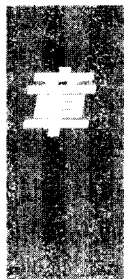


第 1 章



物理教育——物理学的一门子学科

§ 1 从物理教学到物理教育

1.1 狭义的物理教学和广义的物理教学

物理学研究的是自然界的物质形态在不同层次上的结构特征和自然界各种不同形式的运动以及它们之间互相转换的规律，因此，物理学是自然科学的一门基础学科。

物理教学是为达到一定的教学目的和教育目标对物理学的基础知识和基本内容进行重新组织和系统归纳而形成的一门学科教学。从课程设置的层面上说，物理教学有中学物理教学和大学物理教学两个层次（按现代终身教育的观念，物理教学还应包括对在职物理教师的各种形式的进修和培训）。在狭义上，物理教学指的是在目前中学（初二到高三年级）阶段和大学（主要是理工科大学）阶段所进行的“教”物理和“学”物理的教学活动全过程。从广义上说，物理教学过程不仅是一个传授物理知识的过程，而且是一个育人的过程。首先在物理教学的过程中教师必须努力遵循教育学、心理学和学科教学论的

基本思想和基本原理，并以此指导自己的教学过程，以达到最佳的教学效果；与此同时，一个物理教师不管他是否意识到，实际上他在教学的过程中也在用自己的人格和素养影响学生、感化学生和培育学生。而学生在学习物理学科知识（包括学习其他学科知识）的同时也可以通过自己的努力提高自己的求知能力、实践能力和创造能力，从而发展和完善自己的科学素质。此外，物理教学还是一个研究的过程——教学是一门科学，也是一门艺术。从物理教学的模式设计、课程设置、教材编写、教学方法和手段的有效使用到发挥物理教学在科学素养和人文素养上的育人功能；在影响人类思维活动上的应用功能和向社会和民众普及物理知识的社会功能等方面尚有许多问题需要人们从理论上和实践上进行研究和探索。在这样的意义上说，广义的物理教学就是以物理学科为主要内容进行的物理教育。

1.2 物理教育面临的新课题

基础教育是整个教育事业的基石，是实施科教兴国战略的奠基工程。作为整个教育大厦的基础，基础教育必须全面实施素质教育。近几年来，随着我国基础教育改革步伐的加快，素质教育进入了关键阶段。2001年6月国务院颁布的《关于基础教育与发展的决定》要求“加快构建符合素质教育要求的新的基础教育课程体系”。同年7月教育部又颁布了《基础教育课程改革纲要（试行）》。这是我国基础教育课程改革的纲领性文件，它的颁布预示着一个新的符合素质教育要求的新课程体系的诞生。目前，物理学科和其他各门学科都相继推出了素质教育的新的课程方案，如上海的第二期物理学科的课程改革就出台了《行动纲领》和《课程标准》两个指导性文件。这些课程方案无论在教育理念上、教学模式上、教材的编写上直至为适应课程和教学改革而对中学教师进行的培训上都体现了上述两个重要文件的精神，将对我国的基础教育产生深远的影响。

与当前基础教育改革的活跃和深入的程度相比，相对来讲，高等学校的物理课程和教学改革，特别是与基础教育休戚相关的高等师

范院校的物理课程和教学改革在应对这一变化时显得滞后，在有些方面还表现为与中小学物理教学脱节，如不改革，就会直接影响和阻碍基础教育物理课程改革的顺利推进。

高等师范院校在我国教育事业中担负着两大使命：一是使经过高考被挑选进入大学的中学生继续在德、智、体、美各方面得到深造，成长为对现代化建设有用的人才。这个任务是与其他高等学校相同的；二是使有志于献身教育事业的师范生掌握在中学推进素质教育的有关学科知识、教育教学理论和实践的知识，提高实施素质教育的能力。这个使命是师范大学特有的。在当前和今后一段时期内，重新审视师范教育的培养目标，为基础教育培养推行素质教育的教师是摆在高等师范院校面前的紧迫任务。高等师范院校要主动适应基础教育的改革，要致力于人的创新精神和创新能力的培养。未来的教师应该是带领学生创新的引路人和创新的榜样，因此，从师范教育的宏观层面上看，师范教育必须树立新的教育观念，探索和建立多样化的人才培养模式；从课程设置的中观层面上看，必须对现有的课程结构进行重新调整，创立具有时代特色的新的师范教育课程体系；从课程教学的微观层面上看，必须改革学科课程的教学内容、教学方法、学生的学习方法以及考试评价方法。

多年来，我国师范院校的物理专业为师范生开设有两类教育学科类课程。一类是教育学和心理学，这是各个师范专业的公共必修课。另一类就是物理教育专业的《中学物理教材教法》课（现在有些学校已改为《物理学科教学论》）这是物理教育专业的必修课。作为现代学科教学论的一个分支，物理学科教学论研究的是物理教学的原理、方法和实现途径。物理学科教学论既包含学科教学论的一般原理，也具有物理教学的特殊性。物理教学虽然以物理学为它的主体内容，但与同样以物理学为主体内容的物理科学研究不同，它是一个发生在教师与学生之间以传授和学习物理知识为背景的双向互动的教学过程。因此，一个中学物理教师除了应该精通物理学的基本理论知识和实验技能以外，还必须掌握关于物理教学的基本理论知

识和具备在物理教学各个环节有效地开展教学活动和进行教学研究的实践能力。

就目前职前教师教育课程的教学状况而言，无论在内容上或在教学方式上都是远远不能适应教育和教学改革发展的需要，不能体现师范教育的特色的。首先，这些课程在整个师范专业的教学计划中占的比例很小（在物理教育专业课程的全部教学时数中，包括教育实习在内的这类教育类课程时数一般大约只占十分之一左右），因此，如果在一所师范学院物理教育专业的教学计划中去掉这些课程，整个课程设置与其他综合性大学物理系的课程设置不会有太多的不同。当然，作为体现师范教育特色的这类课程，究竟应该如何开设，合适的时数是多少，这是师范教育研究的一个重要课题。目前的问题在于，对这些师范教育的必修课程，很多大学生不感兴趣，缺乏学习热情，这已经成了师范院校教学中的一个较为普遍的问题。常见的现象是，学生上课时漫不经心甚至学习别的课程或做其他作业，考试时靠突击死记硬背，但实际上却是“考前背条条，考后全忘掉”。就物理专业设置的《中学物理教材教法》课程而言，造成这种状况的原因主要有以下两个方面：一是课程内容的“经验化”。虽然这门课程经过多次改革，但目前仍基本上停留在阐述物理教学过程“是什么”和“怎样教”的问题上。教学的内容虽然涉及到物理学的知识，但主要停留在中学物理的层次上，毕竟没有很多的定理和定律需要推导。在涉及教学过程时，虽然比较多地会提到一些教学的基本理论，但是大多以叙述性的表述形式出现。对于已处于三四年级的学生而言，从字面上了解这门课程的内容和对付这门课程的考试要比学习深奥抽象并充满严密推理的《量子力学》和《电动力学》之类的课程容易得多。二是教学方式的“模式化”。这门课程本身是一门研究如何开展物理教学活动的课程。与物理专业其他课程如普通物理、理论物理的教学比较，这门课程具有更强的实践性。这种实践性主要表现为整个教学过程应体现一般的教育理论与教学的典型案例相结合；书本的知识与到中学的见习和实习相结

合这样的教学原则。尤其重要的但又往往不被注意的实践性表现为担任这门课程教学的教师自己应该身体力行，用自己的教学实践使物理教学的原理和方法具体化，为学生起一种教学示范的作用。但是，目前这些课程的教学方式比较多的还是以传统的单一的课堂讲授为主如果既脱离中学教学实践，又没有示范的体现，单凭学生原有的在中学学习物理课程时的一些感受，要使他们理解如何分析中学教材和组织课堂教学确实要比理解如何学习中学物理显得更为困难一些。这样的教学模式显然与当前中学物理教学改革的需要形成了强烈的反差。一门研究教学的课程却不讲究教学的思想、教学的模式和方法，其教学效果一定是大打折扣的。以上两个方面一个是在字面上学生的感觉是“容易得多”另一个是在理解上，学生的感觉却是“困难得多”）就决定了学生对待这门课的学习态度。目前的现状是，在物理教育专业的课程和教学改革方面，这门课程的教学改革（教学的理念、课程设置、教材编写和教学方法改革等）是大大落后于其他必修课程（如普通物理）的改革的。作为物理教育专业学生的一门必修课，它的教学改革应该被提到议事日程上来了。许多师范院校的学生在踏上工作岗位以后深切地感到，要站好讲台，单凭在大学里学习的一些书本上的物理知识是远远不够的。他们甚至尖锐地指出，回顾大学四年的学习，没有用的知识学了不少，但有用的知识却学得很少。这里指的有用的知识当然也包括关于物理教学论方面的知识。当然，并不是有了物理教学论的知识就是一个称职的教师，但是，为了认识和把握物理教学的规律，学习一些物理教学的理论知识是完全必要的。很多事例表明，一个师范院校的毕业生在物理教学上从写出一份像样的教案开始到成为一个合格的物理教师，必须经过一个在实践上艰苦探索和在理论上继续学习提高的过程。

1.3 发挥物理教学的育人功能

回顾物理学的发展历程，改进和发展物理教育一直是物理学家

关注的一个内容。20 世纪以来最伟大的物理学家爱因斯坦为后人留下了对物理教育的许多深刻论述。他在《培养独立思考的教育》一文中尖锐地指出：“用专业知识教育人是不够的。通过专业教育，他可以成为一种有用的机器，但是不能成为一个和谐发展的人。要使学生对价值有所理解并且产生热烈的感情，那是最基本的。他必须获得对美和道德上的善有鲜明的辨别力。否则，他——连同他的专业知识——就更像一只受过很好训练的狗，而不像一个和谐发展的人。”^[1]如果说，几十年前，爱因斯坦就指出了当时在专业教育中偏重传授知识的弊端，那么今天，我们更应该重视发挥物理教学的育人功能。诺贝尔物理学奖获得者杨振宁曾在 20 世纪 80 年代以后 在上海、北京和香港等地就当时的物理教学发表了一系列演讲，其中在《读书教学四十年》的演讲中 他尖锐地指出：“我最近这些年常常到中国访问，发现中国大学所教的课程往往是非常之深的。有所谓‘四大力学’。每一个大学物理系的学生都要花很长的时间去念这 4 门艰深的理论课。‘四大力学’是不是重要的呢？当然是重要的。没有人能否认‘四大力学’是物理学的骨干。不过，物理学不单只是骨干。只有骨干的物理学是一个骷髅，不是活的。物理学需要有骨头，还需要有血、有肉 这才是活的物理学。”^[2]片面追求学科知识体系的完整性，忽视了对学生的实践能力和创造能力的培养；只讲书本知识的传授，不关心新的、活的物理学的发展，这正是许多年来我国物理教学中存在的一个主要问题。

随着教育改革的深入，发挥学科课程所具有的育人功能，包括提高学生的实践能力和创造能力的功能被摆到了学科教育的重要位置上，而物理学科又在这方面具有其他学科不可替代的优势。于是，从广义上对物理教学进行研究逐渐为人们所重视。

作为未来的物理教师，师范生不仅要有扎实的物理知识基础，掌握物理学发展的前沿知识，不仅要学习先进的教学技能和教学方法，能较顺利地开展物理教学各主要环节上的教学活动，而且需要对物理教学乃至物理教育的全过程的有关理论知识和教育功能有所把握

和了解，并初步具备开展教学研究的能力。很多师范生从师范院校毕业，加入教师队伍的行列以后，感到似乎一切都必须从头学起。这种感受除了反映出师范教育还存在许多与基础教育发展不相适应之处外（更确切地说，师范教育不仅要适应基础教育的发展，更重要的是要指导和推进基础教育），一个根本的原因是因为他们面临一个从学生到教师的角色转换阶段，也就是从教师教育的职前阶段走向教师教育的在职阶段。在这个在职阶段上，随着教学实践经验的积累，他们对学习教育和教学的理论以及提高自己的物理知识水平有更迫切的学习愿望，对提高自己的教育教学水平和能力有更强烈的需求。很多中学物理教师在工作了多年以后，深感自己需要有“三个更新”：一是教育理念上需要更新，特别是需要学习先进的教育思想和教育教学理论；二是在物理知识上需要更新，特别是需要学习和了解最新的物理科学前沿知识以及它们在高新技术领域中的应用；三是在教学手段和方法上需要更新，特别是需要掌握现代化的教育信息技术和网络技术。因此，对物理教学的关注和研究正在从对教学本身走向对教育过程的关注和研究，从职前的物理教学研究走向包括在职教育在内的物理教师教育一体化的研究。

回顾一下历史，大约在上一个世纪的 30 年代 美国就出现了关于学科教育学的博士论文。20 世纪 70 年代以来，日本已出版了多套学科教育学丛书。我国在改革开放以后于 1988 年召开了第一次学科教育的研讨会。目前国内已有多种关于物理学科教育的论著出版。一门在物理学科范围内研究充分发挥物理教学对人的全面发展、提高人的科学素质和加强人的实践能力培养的功能和规律的新兴课程《物理教育学》也就应运而生了。^[3] 物理教育学'实际上是处于物理学和教育学之间的一门边缘学科，也是一门年轻的学科。与教材教法的课程或物理教学论的课程相比，物理教育学的课程并不是仅限于把一般教学论的原理简单用于物理学科的教学，而是从一般教育原理出发去提出物理学科教育本身的教育原则。不少物理教师常常会遇到这样的苦恼：他们通过改革教材和教学方法取得了一

些成效 并且可以从过去只知道‘做什么’到现在可以说出‘应该怎样做’然而却难以说出‘为什么这样做’的理论依据。当他们提出了一些教学改革的思路并准备实施时，却在调研过程中发现这些看来新的想法在理论上和实践上不过是对他人研究的重复或甚至已被否定。一些从事教学管理的人也常常感叹，在一校一地成功的教学改革经验难以在异校和异地得到推广和应用。以上种种现象存在的一个基本原因，正在于这些物理教学改革经验，无论是成功的、还是失败的，都得不到从学科教育原理上的概括和总结，没有上升为理性的认识去丰富和发展物理学科教育的理论。

正是在目前这样的物理教学课程的现状和中学物理教育改革需求下，物理教学从只研究物理教学教材和教法进入到研究物理教学过程，再进一步进入到在物理学科范围内研究物理教学对提高人的素质、发展人的才能、健全人的品格等方面的教育功能。在实施物理教育的过程中，物理教学始终是主体和基本的途径。物理教育是物理教学在理论功能、应用功能和教育功能方面的深入和延伸。物理教育是更高层次上的物理教学。

§ 2 物理教育正在成为物理学的子学科

2.1 物理学对人类未来的进步起着关键作用

物理学有着悠久的历史。阅读物理学发展史上的每一页，我们不但为人类在洞悉物质世界结构和揭示物质演化发展运动的规律的进程中所表现出来的智慧和力量所叹服，而且可以得到人类在发现自然界最普遍最基本运动定律的漫长历史中所形成的一整套科学思想和科学方法的深刻感悟。且不说古希腊的亚里士多德，即使从牛顿创立经典物理学的体系至今，物理学的发展也已有三百多年的历史了。其中特别是以量子论和相对论的创立为开端的 20 世纪物理学，以物理学各个领域取得的激动人心的进展为标志，无论从科学

观念上、思想方法上和对其他自然科学学科的关系上都出现了重大的进展。与其他学科相比 20 世纪物理学已经成了自然科学发展史上一个最富有物质成果和思想成果的学科。

在已过去的 20 世纪中，特别是近几十年来，物理学的研究领域在空间层次上，微观上已达 10^{-18} m 核子 之小 宏观上已达 10^{26} m (哈勃半径) 之远 在时间尺度的范围也从小于 10^{-25} s (Z^0 粒子的寿命) 的短寿命层次到 10^{18} s 宇宙年龄 的层次。除了微观和宏观的层次外，近几十年来物理学的研究又出现在第三个层次上，这个层次被称为复杂性层次。它的空间尺度基本上处在人们通过感官可以观察到的范围内。在这个层次上物理学的认识正在从线性走向非线性，从平衡走向非平衡，从可逆走向不可逆。正是在这些基本的方向上物理学使人类对自然界的认识推进到了前所未有的深度和高度，物理学与人类的生产和生活更加息息相关。今天的物理学已经成为庞大的自然科学体系和技术科学体系形成和发展的重要基础，很多新兴学科、交叉学科的形成无不渗透了物理学的最新成果。至于在高新技术领域中，物理学的原理和方法所占的比重也是相当大的。它表现为：

第一，几乎所有的科学技术体系中理论依据和技术手段都离不开物理学的研究成果；

第二，物理学通过提供理论方法、实验手段和新型材料，推动科学技术的进步和社会的发展。^[4]

试看 20 世纪初 人类就全面地进入了“电气化时代”这个时代的出现与 19 世纪安培、法拉第、麦克斯韦等一批物理学家在电磁理论方面的研究成果是密切相关的。到了 20 世纪 40 年代 人类又跨进了“原子时代”核技术的应用正在为人类提供新的能源 放射性技术目前在医学上已成为对疾病进行诊断和治疗的有力手段。这方面的成果归功于卢瑟福、玻尔、爱因斯坦、居里夫妇、海森堡、费米等一大批物理学家的杰出研究。自 50 年代起，激光技术又在众多的新兴产业中异军突起，它的理论基础就是爱因斯坦在 1916 年提出的光的

受激发射理论。20 世纪的科学技术以计算机技术发展为标志已把人类带入了“信息时代”，实际上这个时代的诞生可以追溯到半个多世纪以前由巴丁、肖克莱和布赖顿等三位物理学家发明的晶体管。正是晶体管的出现，才相继有了集成电路、大规模集成电路、超大规模集成电路——它们如今成了计算机硬件的核心部分。

1999 年在美国亚特兰大市举行的国际纯粹物理和应用物理联合会第 23 届大会通过决议，呼吁社会正视物理教育的重要性。决议指出：物理学——研究物质、能量和它们相互作用的学科——是一项国际事业，它对人类未来的进步起着关键的作用。对物理教育的支持和研究，对所有国家都是重要的。这是因为：

- 物理学是一项激动人心的智力探险活动，它鼓舞着青年人，并扩展着我们关于大自然知识的疆界；

- 物理学发展着未来技术进步所需要的基本知识，而技术进步将持续驱动着世界经济发动机的运转；

- 物理学有助于技术的基本建设，它为科学进步和发明的利用，提供所需的训练有素的人才；

- 物理学在培养化学家、工程师、计算机科学家以及其他物理科学和生物医学科学工作者的教育中，是一个重要的组成部分；

- 物理学扩展和提高我们对其他学科的理解，诸如地球科学、农业科学、化学、生物学、环境科学以及天文学和宇宙学——这些科学对世界上所有民族都是重要的；

- 物理学提供发展应用于医学的新设备和新技术所需要的基本知识，如计算机层析术 (CT)、磁共振成像、正电子发射层析术、超声波成像和激光手术等，改善了我们的生活质量。

大会从物理学的发展对人类进步所起的关键作用上提出支持和研究物理教育的重要性，这就预示着物理教育正在成为物理学的一个子学科，物理教育的进展正在成为物理学进展的一个重要组成部分。

2.2 物理学是当代人类文化的重要组成部分

作为自然科学的一门基础学科，物理学具有巨大的物质价值，它的成果可以转化为推动科学发展的强大动力，显然这一点容易为人们所明了，并已经体现在物理教育的内容中。然而物理学还蕴藏着丰富的精神价值，它为人们展示出一幅大自然的美妙画卷，这幅画卷深刻地影响着人类的科学思维方式。尤其是在现代物理学中体现的科学思想和科学方法论的新突破与传统物理学思想方法之间的“撞击”已影响和渗透到了人们社会生活的各个方面。物理学在人类文明史上写下了精彩的篇章，正在成为当代人类文化的一个重要组成部分。未来的物理教育将汇入当代先进的文化发展方向，比以往更多地体现出物理学的精神价值。

一个社会的文化是作为社会成员的人所具有的习惯、能力和行为的总合，它是包括科学、信仰、艺术、伦理、法律、习俗等在内的一套复合的整体。这个整体的各部分可同时反映出人们的某种世界观和对现实的看法。作为研究物质结构和物质基本运动形式和运动规律的一门基础学科，物理学给人们带来了视野广阔而又深邃的世界观和宇宙观。正是这样的世界观决定了人们对待自然界现实事物的态度。具体地说，这样的世界观决定了一个人会注意什么问题、提出什么问题、用什么方法和态度去解决问题。杨振宁提出，每个学习物理的人都会根据他自己的经验对物理问题产生在长、中距离（甚至是短距离）的看法。他把这样的看法称为是“第二种哲学”以与哲学家的哲学有所区别。他认为，爱因斯坦的成功正是由于他的第二种哲学。杨振宁在一篇文章的英文序言中写过这样一件事：荣获1948年诺贝尔文学奖的英国诗人艾略特在访问美国普林斯顿高等学术研究所时，所长、负责研制美国第一颗原子弹的物理学家奥本海默对他说：“在物理学方面，我们设法解释以前大家不理解的现象；在诗歌方面，你们设法描述大家早就理解的东西。”一个是“解释世界”，一个是“描述世界”，这就是对世界的两种不同的视角。我们不妨假设一个文学

家、一个工程师和一个物理学家都看到了放在桌子上的一只普通的杯子。如果问他们：“你们各自对杯子的关注重点是什么？”那么他们的答案很可能是这样的：文学家会从“今天”这个杯子上联想它的“过去”。例如，在历史上的某个时代，人们使用过什么样的杯子，那个时代的诗人、学者曾用什么样的语言赞美过杯子等等。当然还可以再延伸到外国的诗人、学者是怎样刻画这种杯子的。总之，在文学家看来，世界上的每一件事物都是可以被描述的。工程师则可能更多地想到的是，这样的杯子除了用来盛水以外，还可能有什么用处。例如，在制作加工的水平上能否再提高一些，使杯子的外观更美观一些。能否再改进制造杯子的材料，使它更轻巧一些。如果美观上和材料上达到一定的要求，这个杯子是否可以作为一个工艺品。总之，在工程师眼里，我们面前的世界是可以被改造的。然而，物理学家却在看到“是什么”以后，下一步就可能提出“为什么”的问题。例如，为什么杯子一般都呈现类似圆柱体这样的形状，这样的形状对使用者有什么好处，再进一步物理学家就可能会提出制成杯子所用材料的分子原子结构有什么特征等问题。总之，对物理学家来说，客观世界是可以被人类所认识的，而且这样的认识总是从近距离到中距离，再到远距离的。围绕“杯子”产生的这些不同的看法形象化地反映了不同的学科会给人带来对世界的不同态度，这正是不同的世界观的反映。

物理学发展史告诉人们，一个重要的物理学定律或定理的产生往往是一代人甚至几代人的努力成果。而在每一项物理学成果背后，总有新的物理学思想作为它的世界观的支撑点。因此，随着物理学成果不断转化为技术和生产力，使生产的发展达到一个新水平，人类对自然界的认识和相应的世界观也达到了一个前所未有的新高度。现代物理学的进步不但正在改变人们对自然界的看法，也正在改变人在宇宙中的地位。由此形成的宇宙观和世界观也已成了人类文化发展史上的宝贵财富。

现代物理学正在发展起来的系统论和随机论的认识论模式是对

牛顿以来的还原论和确定论的认识在更高层次上的更新，它承认人类是自然界的一部分，因此，人类对自然界的认识必然包含着人类对自然界的相互作用，这种相互作用必然包含某些不确定的因素。物理学不但在揭示和理解自然界的奥秘方面要符合大自然的客观规律，而且在发展使人类掌握和利用物理学知识的行为方面更要提倡对大自然的尊重。人类与大自然的关系不是对立的主宰和被主宰的关系，而是和谐的、统一的协调共存关系。正是以这样的世界观和认识论为明显特征，现代物理学正在成为人类发展对自己生存目标的认识例如道德、精神和美学价值的有力手段。在这样的价值观念中包括了人的尊严、对他人的爱以及同大自然的和谐相处等等。在人类文化发展史上，这些价值观在任何时代都充满着活力，并能够在原有的价值基础上不断地自我更新，创造出新的价值观。物理学已经融入了人类的整个文化体系之中，并成为当代人类文化的重要组成部分。可以预料，在未来的几十年时间内，包括物理学在内的整个科学技术将会出现前所未有的大发展，而实现和推动大发展的唯一财富和动力就是人。人类为了顺应和把握这个发展的趋势，就需要比以往更加重视通过适当的教育去掌握科学技术，而使科学技术服务于人类的进步事业又越来越需要对全民进行全面的文化素养教育。这就是文化的重要作用所在。

2.3 时代赋予物理教育基础性的新内涵

毫无疑问，物理教育的知识内容是以物理学科的内容为主要源泉的。在未来社会，社会职业的不断更换，知识更新的速度明显加快，学习化社会的大步到来要求人们必须具备扎实的、宽厚的基础知识。物理教育及其相应的课程是中学和理工科大学的一门基础教育课程，更应该加强它的基础性。物理教育课程是一门学科中心课程，它的存在和发展除了必须遵循它本身作为课程的发展规律以外，还必然深刻地受到物理学科发展的制约和影响。物理教育课程又是一门知识类课程，它的发展也离不开整个科学技术的发展和社会经济

发展的需求。展望物理学的进步和社会经济的发展，物理教育的基础性将越来越体现时代的要求，并不断丰富和更新基础性的内涵。其主要表现为如下两个方面。

第一，物理教育课程要为人们在科学素质上的提高和将来的发展提供必要的、与时代进步和需求相适应的物理学基础知识。

从人们对客观世界的认识层次上分，在人类面前大致存在着“三个世界”：感觉世界、物理世界和实在世界。感觉世界是人们通过感觉经验对实在世界所建立起来的一个最初步的映像。这个映像是人们从某些重复发生的感觉印象中经过复合而产生的感觉经验中抽象出来的。这是对世界的一个感性的认识，不是真实世界的完整反映，但它是人类精神的一种自由创造。物理世界要比感觉世界高一个层次，它是物理学家凭借实验、观察和科学思维的主观能动性对实在世界建立起来的一种理性的认识（有时还是理想化的认识，例如，物理学家提出的质点、刚体和理想气体及它们的运动规律等）。通过思维手段（概念的运用、创立并运用概念之间确定的函数关系，以及把感觉经验同这些概念对应起来），人们把获得的全部感觉经验整理成确切的物理概念、有序的物理定理和定律。这种由普遍概念、概念之间相互联系以及由概念与感觉经验的关系所产生的认识也并不是真实世界的本来面貌，如同再好的地图也只能是对真实地形的近似认识一样。在学校设置的物理教育课程中使用的物理教材是根据当前学生的认识水平和思维能力，从有利于学生今后的发展出发对有关的物理学内容进行重新编写而成的。显然，经过一番加工以后以物理课程内容出现在学生面前的物理世界与物理学家建立的物理世界是不能划上等号的，更不能说物理教育课程的内容就完全等同于客观的实在世界。物理学的任务就是尽可能完备地从整体上理解感觉经验之间的联系，并通过使用最少的原始概念和关系来达到这一目的，物理课程的设置和物理教材的编写的一个基本要求就是尽可能全面、正确地反映物理世界。如果说在 18 和 19 世纪的科学技术背景下，学生学习的基础知识是经典物理学，那么，今天的基础物理教育

课程必须反映出现代物理学的新成就，就是势在必行的了。例如，现代物理学关于时间和空间、物质和运动、能量和信息、粒子性和波动性等建立的基本理论概念以及关于四种基本相互作用（引力相互作用、电磁相互作用、强相互作用和弱相互作用）的认识比起上一个世纪初要深刻得多，现代物理学知识对其他学科的渗透及其应用也比上一世纪初要广泛得多，这些重大的进展应该成为基础教育物理课程的基本内容。

在学生提供的物理知识必须与社会发展和时代进步相适应的大前提下，基础教育阶段的高中物理课程究竟应该如何设置，物理课程究竟应该选取什么内容，达到什么目的，是各国物理课程改革所关注的问题。在 1999 年欧洲物理学会举行的一次国际性的物理教育研讨会上发表了一篇题为“2000 年以后：未来的科学教育”的报告。这个报告对为 5 至 16 岁的学生设置的新的科学课程提出了十条推荐性的意见，它们对于物理课程也是完全适用的。^[5]

- 科学的课程将应该是自成体系的，它为学生提供一个基础，即终身学习的基础；一个准备，即在现代化社会中生活的准备。科学课程应该被看做是提高学生普遍的“科学阅读和写作能力”的一个初始的教程，而不是为学生进入更高级的学习作准备的。

确实，科学的课程必须适应社会对人才的有价值的选择，社会需要有一支稳定的希望成为科学专家的人才队伍。但是这样的选择仅仅是现在 5 至 16 岁的学生中间一小部分学生未来的成长途径和努力方向，它不应该影响对大多数学生进行科学教育，无论学生具有什么样的抱负和才能，“科学阅读和写作能力”对于在当代社会中成长起来的所有年轻人都是必要的。

科学教育应该提供足够的科学知识和认识，使学生能够阅读简单的科学报刊文章，能够跟得上电视节目介绍的关于科学的最新进展，能够在当他们越来越多地面临着重要的社会和伦理问题时表达自己的观点，为以后从事与科学和技术有关的工作中的进修构筑一个可持续发展的基础。

- 科学课程的结构必须更明确地把为“提高科学阅读和写作能力”而设计的课程要素和作为对一个科学家在科学研究早期训练阶段而设计的课程要素区分开来。

在保证所有的学生具备每一个公民应该具备的科学知识和能力的同时，应该承认，有些学生希望在16岁以后能够进入更高级的科学学习阶段。因此，在课程的时间安排和内容结构上要提供灵活的选择性，包括设置偏重学术类的课程和偏重职业类的课程，使学生能够以不同的方式对所学的课程进行组合。进而，这样的组合也要有利于学生在以后的不同阶段重新学习附加的课程。这里重要的是，所有这些选择应该为学生提供对社会和学生个人都有价值的合格证书。

- 科学课程必须开宗明义说明应该达到的课程目标，说明为什么这样的科学课程对所有学习科学的年轻人是有价值的，学生从他们的学习和对周围事物的观察和经历中将获得什么。这样的目标必须表达得十分明确以至容易被教师、学生以及他们的父母所理解，当然，这样的目标还必须是现实的和可以达到的。

科学课程要达到的目标应该强调使人们理解科学在文化发展上的地位和作用，这就是在广大民众中改进科学认识的主要论据。为什么要在民众中进行科学教育？人们常常引用的理由是，科学知识对人们的行动是有用的。然而，由于人们受追求实在和获取功利的观念支配，这个理由已经被教师、家长以及社会各界过分地加以引用，以至当学生感到他们在科学课程中所接受的知识实用性很不明显时，就会产生这样或那样的不满。事实上，作为人们对客观世界认识的概括和总结，科学知识总是在一定程度上体现出对自然界的理想化和模型化。实际情况当然比教师在教室中对学生引入概念时的简化情况要复杂得多，凌乱得多，因此，从学习掌握物理基本概念、物理定律到应用这些概念和定律去解决实际问题，通常必须经过对知识的重新加工和重新组织。还有一个明显的情况是，制作工艺的自动化水平在不断提高，然而制作工艺的复杂程度却正在逐渐减少。

人们可以不需要学习甚至几乎完全不懂计算机、汽车、电视机和录像机的工作原理，但却可以熟练地应用它们。当然在好奇心和向往舒适生活的利益驱动下，人们也会去学习如何维护和改进它们。20世纪以来，科技发展对经济、政治等人类生活各方面的影响越来越深刻。核武器、现代电子、微波通讯、数据处理与存储、医学技术、空间旅行等高新技术领域以及相关产业得到了迅速的发展。在这方面，物理学起了重要的作用。现代社会中的许多问题需要更多的民众参与，例如，核电站是否安全？如何减少电磁辐射对人体的危害？政府对环境污染采取了什么有效措施？如果没有现代科技知识，没有物理学的参与，对现代社会实行民主管理几乎是不可能的。

要使学生懂得科学探索是怎样进行的，帮助他们理解作为科学知识主要基础的推理方式，以使他们能更好地理解这种主张在某种情景和内容范围内的力量所在及其适用性的限制。使学生理解科学探索方法在日常生活中实际上是有用的，但是现在这个论据也被强调过分了。对大多数人而言，应该鼓励他们在日常生活和从事的职业活动中提出创新的思想，做出创造性的探索。

作为学生整个教育经历的一个部分——科学教育的目标应该是：

维持和发展青年人对他们周围自然界的好奇心，并构筑起他们对以自己的能力探索自然界行为的信心。它应该培育一种在科学上激发渴求、热情和兴趣的情景，以使学生感到有信心、有能力去投入科学和技术工作。

帮助学生获得对科学概念的广阔的和一般性的理解、科学的解释性框架和科学探索的程序。它们对我们的物质环境、我们的文化有着重要的影响，学生们由此可以懂得为什么这些概念是有价值的；懂得他们在日常生活中不管是现在或将来在他们希望做出决定时所依据的理由；能够理解并对具有科学成分的媒体报告做出响应；能够在媒体上以科学成分的方式表示和解释个人的观点；在需要的时候，无论是为了兴趣还是为了职业，都能够获得更多的知识。