

# 物理学：研究物质及其运动规律的科学

孙昌璞

**编者按：**高中物理教科书中的序言是学生在高中阶段的第一堂物理课，其重要性不言而喻。人教版高中物理教科书特别邀请了中国科学院院士、中国工程物理研究院研究生院院长孙昌璞先生撰写了序言“物理学：研究物质及其运动规律的科学”。序言从物理学的研究对象、研究方法、蕴含的科学精神、对人类文明的巨大贡献以及广阔的发展前景等方面介绍了物理学的特点，对广大师生理解物理学的学科本质、更好地开展物理课程的教与学具有重要意义。孙昌璞院士作为我国著名科学家，能在百忙之中为这套教科书撰写序言，充分体现了他对基础教育的关心和重视，对科教兴国的高度责任感。

本刊全文刊载这篇序言，以飨读者。

人类自古以来就对自然界充满好奇。日出日落、辰宿列张、春华秋实、寒来暑往，大自然的各种神奇现象让人们惊叹不已，强烈渴望弄清其背后的规律和联系。这种好奇心和人类提高生产力水平的需求，构成了自然科学发展最主要的两个动力。在它们的驱使下，人类对自然规律进行着不懈的探索。物理学是这些探索过程中结出的最重要的果实之一。

在初中，大家已经学习了一些有趣的物理知识和思考物理问题的方法。进入高中，我们将认识更丰富多彩的物理现象，学到更为深刻的物理知识。在学习过程中，大家还要进一步领悟科学研究的方法，受到科学精神的陶冶。这里，让我们先概览一下物理这门学科。

## 洞天察地，万物之理——物理学概述

早在2000多年前的古希腊时期，亚里士多德、阿基米德等一批科学家就开始了物理现象和规律的探索，并发现了杠杆原理、浮力定律等规律。这是物理学的萌芽时期。16~17世纪，伽利略和牛顿等人在前人工作的基础上创立了系统性的力学理论，建立了实验观测和理论分析计

算相结合的现代研究方式。1687年，牛顿出版了他的名著《自然哲学的数学原理》。这标志着现代意义的物理学正式诞生。

经过四个世纪的发展，物理学已经成为一门分支众多、深刻影响当代科学技术发展乃至人类社会文明进步的基础学科。

远到宇宙深处，近至咫尺之间，面对广袤苍穹之浩瀚、基本粒子之精微，物理学定量地研究物质的存在形式、基本性质以及运动和转化规律。物理学不仅要探索物质的深层次结构，还要在不同层次上认识物质的组成部分及其相互作用。因此，说物理学是关于“万物之理”的学问并不为过。

物理学是一门实验科学，也是一门崇尚理性、遵循逻辑推理的理论科学。由于物质世界纷繁复杂，有限的实验和观察难以完全揭示其背后的本质规律和内在联系。因此，在依赖先进的科学装置的同时，物理学的发展也必须借助于强有力的数学工具和大型计算技术，以及深刻的洞察力和丰富的想象力。

今天，物理学中的基本概念和理论、实验方法和手段，已经越来越广泛地应用于其他学科，



极大地丰富了人类对物质世界的认识，推动了科学技术的创新和革命，促进了生产力的发展和人类文明的进步。

### 观察现象，揭示本质——物理学研究的特点

物理学通过定量的实验和严谨的逻辑分析，不断地揭示出自然界的客观规律和各种现象的内在联系。其中有的和直觉吻合，也有很多与直觉不尽相同，需要通过严密的实验和思考，才能透过表象看到本质。这些成果极大地丰富了人类对物质世界的认识，也展现了人类理性思维的巨大威力。这可以从物理学发展中的几个典型例子看出。

古人曾凭直觉认为，地球是宇宙的中心。16~17世纪，哥白尼、第谷和开普勒等人通过详尽的观测和分析，逐渐认识到地球和其他行星都在绕着太阳运动，并找到了这些运动的规律。最终，依据这些观测和分析，牛顿发现了万有引力定律，揭示了这些运动规律的根源。伽利略和牛顿还认识到物体即便在不受力的情况下也会一直运动下去，这也与通常的直觉相反。这种对内在规律深刻的认识，靠的是精确的实验和严密的逻辑分析，二者缺一不可。

19世纪初，人们已经知道电流能产生磁场，于是很自然地问：电能生磁，那么磁应该也能生电吧？英国科学家法拉第对此进行了大量实验。一开始，他从直觉出发，认为既然稳定的电流能产生磁场，那么稳定的磁场也应该能产生电场，但是实验都失败了。后来他偶然发现，变化的磁场才能产生电场，这就是著名的电磁感应定律。总的来说，磁能生电的规律是符合直觉的，但其产生方式却和最初的直觉很不相同。可见，客观规律是否与直觉一致，是不能一概而论的，需要针对具体情况通过认真的研究才能搞清楚。

一代代物理学家在探究客观世界的过程中发展了很多行之有效的研究方法。在物理学习中，我们不但要掌握具体的知识，而且要学习和体会这些科学方法，并努力运用它们解决各种实际问题。

### 学以致用，客观理性——物理学背后的科学精神

物理学的发展和成就与它所蕴含的科学精神

密不可分。

首先是学以致用探索精神。前面说过，人类对自然界的好奇心是科学发展最重要的动力之一。人们在它的驱使下研究很多问题，其中，有的能直接转化成技术，服务于实际应用，但是也有很多是当时看不到直接用途的，比如伽利略研究的力和运动的问题、牛顿发现的万有引力定律，当时都属于无用之学。正是这些看似没有用的、以求知为目的的探索，使人们获得了对自然规律完整深入的认识。

其次是实事求是的客观精神。物理学的目的是求真，客观事实是判断对错的标准，对就是对，错就是错。猜想和论断必须能经受得住实验的检验和逻辑的推敲。19世纪末20世纪初，当人们发现权威的牛顿学说不适用于微观和高速情况时，便认真地对其进行修正；1936年，大名鼎鼎的爱因斯坦向杂志投出一篇论文，审稿人和编辑发现论文有错，便毫不犹豫地指出并拒稿。这些都是物理学史上实事求是、务实求真的佳话。

还有就是理性分析的精神。物理学强调数学计算和逻辑分析，环环相扣，有原因才有结果。不合乎逻辑的地方必然意味着有问题，必须搞清楚。物理学的殿堂中，没有诡辩者的位置。

需要指出的是，科学精神不仅对科学研究很重要，而且在社会生产、日常生活的各方面都是有价值的。现代社会分工精细、节奏紧凑，很多时候“失之毫厘，差之千里”。这就要求我们在工作和生活中要做到实事求是、严谨认真并且讲求逻辑，敬畏和尊重客观规律，从而提高效率、减少失误。另外，秉承实事求是和讲求逻辑的精神，还会使我们在碰到问题的时候，面对现实、认真分析，根据实际作出判断与选择，不盲从、不走极端。

### 揭示自然，造福人类——物理学的应用

物理学的发展，推动了工业、农业和信息技术等方面的进步，引发了一次次的产业革命，改变了人类的生产和生活方式。技术的进步又为物理学的研究提供了更为强大的手段，并引发人们对物理问题进行更深入的思考，从而反过来促进物理学的发展。

创立于17世纪的牛顿力学，被广泛地应用



于工程技术，大大推动了社会发展。18~19世纪，工程上对蒸汽机等热机的改进需求，又迫使人们对热的问题进行深入研究，引发了热力学的巨大进步。

19~20世纪初，电磁学的发展，直接导致发电机和无线电通信的诞生，使电能被广泛利用。电走进了千家万户，世界被电灯点亮，电话和电报把各地的人们连接起来，人类从此进入了电气时代。

进入20世纪以后，物理学的研究范围更加广阔。人们掌握了微观世界的规律，这更为有力地推动了技术的进步和社会的变革。对原子核的认识，使人们掌握了核能，建造了核电站并发展了治疗肿瘤的放疗等技术；对固体中电子运动的研究，引发了半导体工业的诞生，导致了晶体管、集成电路和大容量电子存储技术的发明，从而使人们可以制造半导体芯片；对原子、分子物理和光学的深入研究，引发了原子钟、激光和光纤通信等技术的诞生。原子钟是卫星定位系统的核心，激光被广泛用于工业、通信、医疗和国防，而遍布全球的光纤网是互联网的物理载体，它把全世界连在一起。毫不夸张地说，20世纪是物理学的世纪，人们每时每刻都在享受物理学发展带来的果实。今天世界的整个面貌，都和物理学的巨大进步密不可分。

20世纪技术的迅猛发展，也大大推动了物理学的研究。利用现代工业手段，人们制造了巨大的望远镜和粒子加速器等设备，从而把研究的眼光投向更深邃的宇宙和更微小的粒子；利用大型计算机，人们可以完成更为复杂和准确的计算并处理海量的实验数据；在现代交通工具和信息技术的帮助下，学术交流变得更加便捷、高效。

### 前景广阔，充满挑战——物理学的未来

19世纪下半叶，以力学、热学和电磁学为主要内容的经典物理学，几乎能解释当时已知的所有物理现象。因此，当20世纪第一个春天来临之际，英国物理学家、被授予“开尔文勋爵”的W. 汤姆孙在“新春献词”的演说中，踌躇满志地宣告：“科学大厦已经基本建成……后辈物理学家只需做一些零碎的修补工作就行了。”但话音刚落，他的预言就被一个接一个的重大发现

所打破。在20世纪，物理学捷报频传，重大发现此起彼伏，从来没有停止过。

那么，21世纪还会有重要的发现吗？著名法国物理学家、诺贝尔奖得主德布罗意在《物理学的未来》一文中说：“我们的知识越是发展，自然就越是以其多种表现证明它拥有无尽的财富，甚至在很先进的科学领域，如物理学，我们也没有理由认为我们已经‘耗尽’了自然财富，或者认为我们已经接近完整地掌握了自然界的全部财富。”

事实正是这样，当前，还有许多困扰物理学的难题。例如，目前的物质结构理论认为“夸克”构成了质子、中子等强子，但是，夸克为什么不能单独存在？如何将描述微观世界运动的量子力学和描述引力的广义相对论结合起来，以解释宇宙的起源和演化？能否像用麦克斯韦理论统一描述电和磁一样，用某一理论统一描述自然界的四种基本相互作用（弱力、强力、电磁力和引力）？这些问题都有待人们去探索。此外，技术发展的需求，也提出了许多有价值的问题。如何制造可以方便使用的超导材料？如何开发更为清洁的能源？如何进一步提升计算机的性能？这些问题都与物理学直接相关。

物理学如同一座大厦，已经被建设得很壮观了，但尚未完工，也许永远也不会完工，更壮观的还在后面，还在等待着我们去建设和探索。

“江山代有才人出，各领风骚数百年。”综观世界科技史，许多重要的科学发现都产生于科学家风华正茂的青年时期，在这个阶段他们思维敏捷、敢于创新。年轻的同学们，你们当中一定会有人沿着前辈的足迹，为物理学的发展作出自己的贡献。千里之行，始于足下，学好高中物理，你就在通向成功的道路上迈出了坚实的一步。

当然，多数同学今后未必进行基础科学的研究，但是，不论从事什么职业，高中物理积累的科学知识，学到的科学方法和实事求是、讲求逻辑的理性科学精神，都将会使你终身受益。

（作者系中国科学院院士，中国工程物理研究院研究生院院长。）

（责任编辑：郭晨跃）