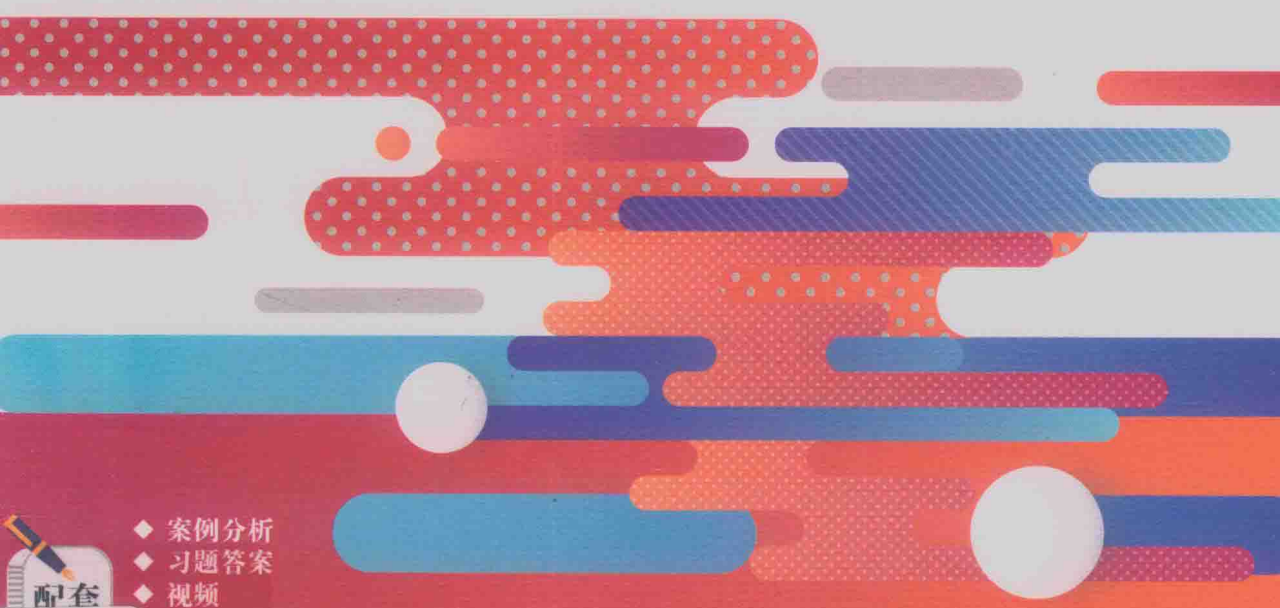


高等院校立体化创新规划教材



物理学概论

吴海娜 编著



配套

- ◆ 案例分析
- ◆ 习题答案
- ◆ 视频
- ◆ 知识点纲要
- ◆ PPT
- ◆ 二维码教材

清华大学出版社



高等院校立体化创新规划教材

物理学概论

吴海娜 编 著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书对物理学基本规律和基本结论进行了系统阐述,采用具体的概念式而不是数学的方法,重点勾勒出物理学的重大成就以及物理学在现代科技前沿中的主要应用。从提高学生的科学素养和创新能力出发,结合物理学中的科学思想、科学方法以及文化智慧,重点介绍物理学基本规律,并融物理知识和前沿应用为一体。行文力求深入浅出、通俗易懂、生动有趣,增强实践环节,采用以案例带动理论教学的创新写作模式。

本书既可以作为非物理专业的文科类及理工科学生的科学素养通识课教材,还可以作为广大教师和一般读者了解物理学基本规律及最新前沿应用的参考读物。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

物理学概论/吴海娜编著. —北京:清华大学出版社,2018
(高等院校立体化创新规划教材)

ISBN 978-7-302-50239-5

I. ①物… II. ①吴… III. ①物理学—高等学校—教材 IV. ①04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 114732 号

责任编辑:陈冬梅

装帧设计:杨玉兰

责任校对:李玉茹

责任印制:丛怀宇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:15.75 字 数:383千字

版 次:2018年7月第1版 印 次:2018年7月第1次印刷

定 价:39.00元

产品编号:078083-01

前 言

物理学作为自然科学的一门重要基础学科，历来是人类物质文明发展的基础和动力。作为人类追求真理、探索未知世界奥秘的有力工具，物理学又是一种哲学观和方法论。由于物理学研究内容和方法的特殊性，使物理学教育成为培养大学生科学文化素质最为有效的手段。面对当代如此庞大的科学文化系统，任何人也不可能向古代圣贤那样做一个百科全书式的学者，去通识每一片知识绿叶。尽管如此，我们仍然可以从系统和整体的角度出发，领悟物理学与其他各个学科之间的关联，侧重各门交叉学科之间的基本规律和基本思想，为成长为一个新时代高素质人才培养基本科学素养。

本书高度概括了力学、热学、电磁学、光学、相对论和量子物理等领域的基本知识及其中蕴含的科学思想、科学方法和科学精神，重视理论联系实际，注意反映新的科技进展以及相关的社会问题，介绍物理学原理在文化、经济、政治、社会网络和科技等日常生活领域中的最新前沿应用。我们尽力保持本书对每部分内容合理的篇幅，同时覆盖物理学概论书籍应包含的核心内容。要详尽了解这些概念，需要有充分的讨论和思考时间。

本书的主要对象是非物理专业的文科类及理工科学生，通过物理学的普及教育使学生获得逻辑思维能力、解决问题的能力 and 接受新事物能力等的熏陶。本书还可以是一般读者了解物理学基础知识及与现代高新技术发展前沿关系的参考读物。对于许多非科学专业的学生而言，物理学课程中关于数学的内容越少越好，并不需要学习以数学运算为基础的解题技巧，而应将注意力明确地集中在物理学的意义上是非常重要的。因此，本书采用概念式的方法而不是数学的方法向读者介绍物理学，通过具体的图像来思考物理问题，而不是通过方程式、积分和数字等数学运算，就能更好地掌握物理学的基本思想。

本书以培养学生科学素养和创新能力为目标，以案例贯穿式为主线来介绍物理学基础理论知识，结合案例讲解，注重教材内容的科学性、趣味性、实用性与科学价值观的有机结合，让学生在学的过程中结合科学史，了解物理学家们的创造性思维，承前启后、勇于创新的精神以及对科学事业的奉献精神；结合理论和高科技应用，扩大知识面并开阔眼界。由此来了解物理现象及其变化和发展的物理概念和规律，探讨物理学基本规律与现代科技及社会发展之间的关系，以培养学生综合科学素养。

本书配套慕课在线课程《物理与人类未来》(2017年3月上线中国大学慕课，2017年10月上线学堂在线)，引进新型技术参与教材实现真正的立体化。借助二维码技术，通过“扫一扫”方式，方便学生手机学习，实现了教学中的“互联网+”碎片化概念，每章设置一个二维码，里面有本章重要内容的视频讲解。本书曾以讲义的形式于2016年至2017年在东北大学的全校素质选修课试用，许多老师和同学提出了宝贵的意见和建议。在此向他们一并表示衷心的感谢！出版过程中得到了东北大学教务处和清华大学出版社的大力协助和支持，在此致谢！

由于本书涉及面广，作者水平有限，书中难免存在这样或那样的错误或缺点，恳请广大读者批评指正。

目 录

第一章 导论.....1	第三章 如何解释运动..... 37
第一节 什么是科学.....2	第一节 力使物体产生加速度..... 38
一、科学及科学方法.....2	一、什么是力..... 38
二、科学与伪科学、文化、艺术 及宗教.....5	二、常见的力..... 39
第二节 什么是物理学.....7	三、力产生加速度..... 47
一、物理学的概念.....7	第二节 牛顿第二定律..... 49
二、物理学的分支.....8	一、合力的作用..... 49
第三节 物理学中的科学思想及人文精神.....9	二、牛顿第二定律概述..... 51
一、物理学中的科学思想.....9	第三节 牛顿第三定律..... 51
二、物理学中的人文精神.....11	一、作用力与反作用力..... 51
第四节 物理学决定人类的未来.....12	二、牛顿第三定律概述..... 52
一、什么是人类.....12	第四节 牛顿定律的应用..... 54
二、科技文明中人类的未来.....13	一、在现代科技中的应用..... 54
复习思考题.....15	二、牛顿定律中的人文思想..... 57
第二章 如何描述运动.....17	复习思考题..... 59
第一节 亚里士多德论运动.....18	第四章 牛顿世界观..... 61
一、对运动常识性的看法.....18	第一节 牛顿统一论..... 62
二、亚里士多德物理学的局限性.....19	一、苹果和月亮的思考..... 62
第二节 惯性定律.....20	二、牛顿统一论概述..... 64
一、中世纪的认识.....20	第二节 引力：宇宙的起源..... 65
二、笛卡儿的认识.....20	一、引力：太阳系演化的驱动力..... 65
三、惯性定律的概述.....21	二、引力：质量更大的恒星死亡的 诱因..... 67
第三节 描述运动的物理量.....22	第三节 牛顿的机械宇宙观..... 69
一、位置.....22	一、牛顿世界观..... 69
二、速度.....25	二、机械世界观..... 69
三、加速度.....28	第四节 牛顿物理学的局限性..... 70
第四节 落体运动和抛体运动.....30	一、适用范围的局限性..... 70
一、落体运动.....30	二、时空观的局限性..... 71
二、抛体运动.....33	复习思考题..... 75
复习思考题.....35	

第五章 动量和能量76	三、多普勒效应..... 130
第一节 动量和角动量.....77	第二节 光..... 132
一、动量和动量守恒.....77	一、光的波动性..... 132
二、角动量和角动量守恒.....81	二、光的偏振..... 134
第二节 功.....84	三、光的本性..... 135
一、做功.....85	第三节 电学..... 138
二、功率.....86	一、电荷..... 138
第三节 能量.....86	二、电流..... 140
一、能量概述.....86	三、电场..... 142
二、能量守恒.....89	第四节 磁学..... 143
第四节 未来的能量选择.....91	一、磁场..... 143
一、能量效率.....91	二、电磁感应..... 144
二、能量的来源.....92	三、麦克斯韦的电磁场理论..... 145
三、未来的能量选择概述.....93	四、电磁波谱..... 147
复习思考题.....97	第五节 原子和原子核..... 149
第六章 热现象及热力学基本定律99	一、原子模型..... 149
第一节 温度和热量.....100	二、原子核与放射性..... 151
一、温度.....100	复习思考题..... 154
二、热量.....103	第八章 相对论和现代时空观 156
三、热传递.....105	第一节 狭义相对论..... 157
第二节 热力学第一定律.....108	一、运动的相对性..... 157
一、内能.....108	二、狭义相对论的基本假设..... 159
二、热力学第一定律概述.....109	三、狭义相对论的时空观..... 160
第三节 热力学第二定律.....113	四、质能等价..... 165
一、热机.....113	第二节 广义相对论..... 166
二、热力学第二定律概述.....117	一、等效原理..... 167
第四节 熵.....120	二、引力和时空..... 169
一、熵的物理定义.....120	三、相对论与政治及艺术..... 174
二、熵的人文启示.....124	第三节 窥视宇宙..... 178
复习思考题.....125	一、宇宙的起源..... 178
第七章 光和电磁学127	二、宇宙暴胀..... 180
第一节 波.....128	三、暗物质..... 180
一、波的产生.....128	四、暗能量..... 181
二、波的特征量.....129	第四节 探寻地外生命..... 182
	一、地球上生命出现的条件..... 182
	二、其他行星出现生命的可能性..... 183

复习思考题.....	185	一、摩尔定律的结束.....	217
第九章 量子观念	187	二、虚拟现实.....	217
第一节 早期量子论.....	188	三、心力控制计算机.....	219
一、普朗克量子假设.....	188	第二节 人工智能的未来	221
二、光的量子化.....	191	一、无处不在的机器人.....	221
三、光的波粒二象性.....	193	二、人工智能与工业 4.0.....	223
第二节 物质的量子奥秘	194	三、人工智能的未来概述.....	224
一、德布罗意波：实物的波动性.....	194	第三节 大数据与社会的未来	228
二、物质波的实验验证.....	196	一、大数据规划城市.....	228
三、物质波的统计解释.....	196	二、大数据帮助公共健康.....	229
第三节 量子力学	198	三、大数据与私人数据安全.....	230
一、量子力学概述.....	198	第四节 地球的未来	231
二、不确定关系.....	203	一、核武器.....	231
三、量子非局域性.....	205	二、时空旅行.....	233
四、量子世界观.....	207	三、地球的危险.....	235
第四节 量子场	209	第五节 人类的未来	236
一、量子场论.....	209	一、医学的未来.....	236
二、量子电动力学.....	210	二、财富的未来.....	238
三、反物质.....	212	三、人类的未来概述.....	239
复习思考题.....	214	复习思考题.....	242
第十章 物理与人类未来	216	参考文献	244
第一节 计算机的未来.....	217		

第一章 导 论

学习要点及目录

1. 了解和掌握科学方法及科学思想的基本内涵。
2. 了解和掌握物理学的基本定义及研究范围。
3. 掌握物理学中所蕴含的科学思想及人文精神。
4. 了解现代文明中的科学发展及科技如何改变人类的未来。

核心概念

科学 物理学 科学思想 人文精神 科技 人类的未来



引导案例

未来的竞争将是技术的争夺

科学技术是第一生产力。未来国家之间的竞争，不再是对领地的抢夺，而是看谁率先占领科学教育的制高点，掌握未来技术的操控权。只要细心估算一下美国、日本、中国和德国等国家对增强科技核心竞争力的重视程度，就可以预测未来科技领域将成为争夺的焦点，是引领未来的关键所在。在不久的将来，世界财务的两大源泉将是金融和科技。而超过 20% 的金融业务在 2020 年之前将被金融科技所取代。我们将目睹高速发展的人工智能，届时将面对机器与智能的完美融合，这将引起科技对人类在生产及决策过程中作用的反思。



案例导学

如果说 15、16 世纪是文学与艺术复兴的时代，17 世纪则是哲学与科学兴盛的时代，在那之前的西欧，基督教义尤其是天主教义被认为是真理的最终来源。从 1543 年开始，伟大的波兰数学家、天文学家和地动学说的创始人尼古拉·哥白尼(Nikolaus Kopernikus)出版了著作《天体运行论》，断言宇宙的中心是太阳而不是地球；比利时的医生、伟大的生物学家、近代人体解剖学的创始人安德烈·维塞留斯(Andreas Visalius)出版了《人体构造》，冲破了旧权威臆测的解剖学理论，建立了科学的解剖学；英国生物学家、进化论的奠基人查尔斯·罗伯特·达尔文(Charles Robert Darwin)出版了《物种起源》与《生物进化

论》，提出了生物进化论学说，摧毁了各种唯心的神造论以及物种不变论，从而掀起了一场科学革命。

科学革命的本质其实是科学思维方式的革命，英国唯物主义哲学家、实验科学的创始人和近代归纳法的创始人弗朗西斯·培根(Francis Bacon)对科学方法进行了系统的阐述，被称为是现代科学之父。培根最重要的著作是《新工具》(发表于1620年)，他提出人们应采用实验调查法。知识不是推论中的已知条件，而是从条件中归纳出要达到的结论。人们要想了解世界，必须采用直接观察法来发现世界的真相。培根的归纳法构成了科学家们一直所采用的核心方法，成功地丰富了人们对世界的认识，并提高人们操控自然的能力。

第一节 什么是科学

一、科学及科学方法

“科学”(science)一词来源于中世纪拉丁文 scientia，指知识。一般来说，科学是描述自然范围之内的秩序及导致这些秩序产生的原因的知识。科学也代表人类共同努力、探索发现、智慧持续发展的人类活动，由可观察和测量的事实(科学家称为数据)整理并提炼出可供检测的规律和理论。科学以直接经验和对这种经验进行组织与理解的理性思维为基础，在有历史记录之前，当人们第一次发现自然规律时，比如太阳每天都会从东边升起、午后彩虹出现在东方等，科学就开始了。从这些自然规律中，人们学会了如何作出预测并对周围环境实施某种控制。科学以经验与理性为基础的这种特性将它与基于信仰、直觉、个人权威等其他性质的知识区分开来。

小贴士

“科学”一词的发展

从科学的严格意义上来说，中国传统文化中没有完全与之对应的语句。最早在《易经》中，“刚柔交错，天文也”“观乎天文以察实变”中的“天文”，指的是自然的运行法则，与科学有相似之处，但还停留在观察的阶段。中国儒家经典《礼记·大学》里说：“物有本末，事有始终”“知所先后，则近道矣”“致知在格物，物格而后致知”，现代汉语将“格物致知”解释为推究事物的原理，从而获得知识。这种认识事物的方式和科学的认知过程是类似的。1893年，康有为首次引进并使用“科学”这个术语，意指作为一种分支学科的学问，也即西方的 science，这与中国儒学对于知识不分类的通识表述方式存在一定差异。民国初年，“科学”一词在国内广泛应用，1915年，留美学生任鸿隽、赵元任、秉志、胡明复、周仁和杨铨等在美国康奈尔大学创办了综合性科学刊物《科学》，在当时颇具影响力。

美国国家科学基金会组织的一项研究表明，虽然大多数美国人意识到几乎生活中的方方面面都是科学研究的成果，但只有30%的受调查者表示了解科学方法。超过半数的受调查者对科学过程并不清楚。的确，置身于山峦之中，难以看到山的全貌。同样，由于人们

的生活是如此之深地沉浸在科学技术之中，也就难以对科学方法有一个清晰的想法。科学其实并不仅是一堆知识，而是一条途径，或者说，是一种学习方法。

一提到科学方法，很多人直觉地认为是科学家从事科学研究时所需要的活动，比如观察、假设、推理和实验等。实际上，每当你用自己的经验来研究一个问题时，你其实已经用到了科学方法的某一个或多个方面。只要你观察周围并基于观察到的东西产生一些想法，你就是在像科学家一样思考。爱因斯坦指出，全部科学不外乎是日常想法的提炼，形成概念的途径，在科学及日常生活中的差别不是根本性的，而仅在于科学对概念和结论的定义更精确，对实验资料的选择更为精心和系统，以及科学的逻辑体系更宏大。因此，科学方法绝不仅限于自然科学，发生在社会中的各种现象，也能透过这种科学方法找出其背后的原因。

科学方法虽然细分起来有多种分支，但基本步骤只有五个(如图 1.1 所示)。

(1) 细心观察，识别问题。科学方法要求对需要研究的问题进行识别，这需要一定的观察技巧、提出疑问以及找到问题原因的探究精神。例如人类学家在研究南海的一个部落时，发现岛上的健康居民几乎都有体虱，但许多病人却没有体虱，于是提出一个问题：体虱和健康之间是不是存在什么因果关系？因此只要注意观察，每个普通人都有可能提出一个新问题，以此来促进科学的进步和发展。

(2) 归纳规则，提出假设。问题一经识别，科学方法的下一步就是提出一个有效假设。用假设来表示一个合理的但未得到证实的猜测，作为进一步研究的出发点。对于体虱和健康之间存在的一种正相关性关系，科学家们提出了几个假设。一些研究者猜测体虱可以促进新陈代谢，因此拥有体虱可以使人健康。但这种假设很快被否定，进一步研究发现，体虱更喜欢健康有活力的身体，而不是患病的身體。且当人体的体温超过正常体温时，体虱就会离开病体去寻找低温的健康身体。提出的假设是试探性的，会随着进一步的观察发生变化，最后通过归纳方法得到一个被充分证实的思想框架即科学理论来对人们的观察进行解释。

对科学理论有一个错觉是认为它们是绝对可靠的，其实不然。例如，开普勒最初尚未证实的设想是行星可能在椭圆轨道上运动，这个假设被第谷和其他人的数据证实了，归纳为椭圆轨道原理。但现在高度精确的观察结果发现，行星运动的轨道有些偏离精确的椭圆，主要原因是各个行星之间还存在引力。尽管如此，科学家还是保留了开普勒理论，因为它是一个有用的近似。美国物理学家理查德·费曼(Richard Feynman)说过：“如果你认为科学是确定的，那么只是你的一己之念而已。”科学理论可以是有用的，但非绝对正确。

环境提供的数据多种多样，假设可以帮助引导人们在观察中需要关注哪些信息，忽略哪些信息。在进一步的观察及搜集信息的过程中，最初的假设有可能被修改。在搜集信息的过程中要尽量确保证据的可靠性和准确性。由于受到实验条件、认知能力等的限制，人们进行的观察也有可能是片面的。例如，科学家在寻找地球及地球以外的新生命形式时，使用的仪器只能检测是否存在 DNA，但对其他 RNA 之类的生命形式却探测不出来。因此通过这种检测你无法判断是否存在新生命形式。

(3) 检验假设，提炼为理论。检验和实验是一个批判性的步骤，如果一个理论不能接

受实验的检验，它就不能告诉我们有关这个世界的任何东西。因为有些我们认为正确的假设，在实际中可能很难经得起检验。例如，最早亚里士多德物理学认为力是维持物体运动的原因，但直觉告诉我们，当你在地面上推动箱子时，你必须对箱子施力，才能使箱子运动，若你不对箱子施力，箱子就会停下来。之后笛卡儿发现力是使物体运动改变的原因，如果没有外力，物体将保持静止或匀速运动状态，这被称为惯性定律。

(4) 进一步实验，验证假设。新的数据与已有理论发生矛盾的可能性总是存在的。这时，旧的假设或理论就有可能被修改或推翻，被更具有说服力的新假设所替代。美国哲学家威廉·詹姆斯(William James)说过，今天必须根据我们所能认识的真理来生活，还得准备好在明天称它为谬误。例如，实验表明牛顿运动定律和牛顿时空观在高速情况下失效，应该被爱因斯坦的相对论所取代。

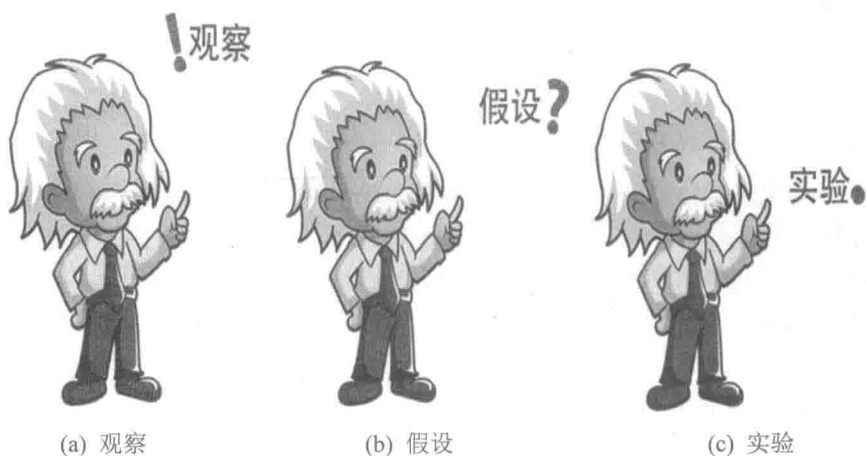


图 1.1 科学方法的基本步骤

(5) 以检验和实验结果为基础，评价假设。若实验结果不支持该假设，则回到科学方法的第(2)步，提出一项新的假设，然后重复这一过程。

虽然这些步骤看上去很吸引人，但科学上许多发展和进步还是来自试错法，或者是来自没有假设的意外实验发现。科学的成功依靠科学家们一种共同的态度，而不是某种特定的方法，这种态度就是质疑、完善、谦逊地勇于承认错误的态度。总之，观察和理论化的科学方法与人们日常生活中所用到的方法没什么不同，在生活中，如同在科学中一样，人们从观察出发，通过对经验的仔细思考来学习。



案例导学

最新证据表明，地球生命进程开始的时间更早

新闻报道，以往的观点认为地球形成于 46 亿年前，是一个由金属溶液和岩石构成的旋转球体，大约过了 7 亿年，地球冷却到海洋可以凝结成浓厚大气的温度。因此，预测最早的生命出现在 38.3 亿年前。澳大利亚杰克山附近曾经发现距今 44 亿年的锆石，是一种

决定岩石年龄常用的矿石,被称为时间胶囊。科学家们的最新研究发现,其中79块锆石可能含有石墨物质,对石墨碳同位素的分析可以推测地球早期生命的演化进程。科学家继续对同位素锆石中铀和铅的比例进行了分析,其中碳-12和碳-13的高比率暗示这是一个生物源,因为早期生命可以利用太阳的能量把二氧化碳转化为碳。研究发现这些锆石实际形成于41亿年前,这表明地球生命在此时已经启动。这项新发现将地球生命起源的时间提前了2.7亿年。

下面用科学方法的基本步骤来具体分析。(1)提出问题。地球上的生命进程到底是从什么时候开始的。(2)提出假设。之前的数据指出“大约过了7亿年,地球冷却到海洋可以凝结成浓厚大气的温度”。(3)进一步实验,验证假设。“科学家们的最新研究发现,其中79块锆石可能含有石墨物质,对石墨碳同位素的分析可以推测地球早期生命的演化进程。科学家继续对同位素锆石中铀和铅的比例进行了分析,其中碳-12和碳-13的高比率暗示这是一个生物源,因为早期生命可以利用太阳的能量把二氧化碳转化为碳。研究发现这些锆石实际形成于41亿年前。”最后,否定假设,进一步得到修正后的结论,地球上的生命进程开始的时间更早。

二、科学与伪科学、文化、艺术及宗教

科学遵循自然规律,科学的解释是基于系统的观察、推理、归纳和检验等科学方法,科学方法在很大程度上已经取代了对超自然的盲目崇拜。但在近代科学产生以前,陈旧的观念还是在科学进步的过程中生存了下来,并伪装成科学,这就是伪科学(pseudoscience)。伪科学指伪装成科学并试图证明自身合理性的解释或假设,其特点是缺乏证据的关键要素以及对错误的检验,一般经不住科学方法的检验。比如占星术、读心术等都是伪科学的例子。它们对问题的描述非常模糊,对任何人都适用,且没有相应的检验或者实验来证明其正确性,不能进行重复性实验。

一个伪科学的例子是能量倍增机器,骗子宣称发明一种机器能够提供比输入能量更多的输出能量,吹嘘此项科技尚处于设计阶段,需要资金进一步开发,将股票卖给无知的、幻想一夜暴富的人。尽管这些预言缺乏科学性,但人们对它的信仰却普遍存在。经过艰辛的努力,人类才获得了科学知识,推翻了迷信,从愚昧无知中获得自由。应该庆幸我们会应用科学方法来独立判断哪些是伪科学,在没有理解这些想法真正的来龙去脉时,不要轻易相信那些流行的思想。



案例导学

“千滚水”能经常饮用吗?

现在很多场所都安装了自动烧水机,比如机场候机厅、火车上及各个学校的教学楼里随处可见。自动烧水机会不停地把水煮沸,那么,这种“千滚水”能经常饮用吗?

伪科学认为,长期饮用“千滚水”会致癌。因为研究表明水中含有少量硝酸盐与亚硝

酸盐，反复煮开的水会使硝酸盐经过化学反应后形成亚硝酸盐。亚硝酸盐进入血液后，会与血红蛋白结合变为高铁血红蛋白，使人中毒并致癌。

科学研究人员模拟烧水壶中反复烧水的情况并作了详尽研究。实验表明，反复煮沸水或长时间保存的开水确实会促进亚硝酸盐的生成，但按每人每天从长时间加热的饮水机中摄入 1.8L 的水来计算，摄入的亚硝酸盐含量约为 0.26 毫克，仅占每日允许摄入量的 5.8%。对比其他食物，肉类罐头的亚硝酸盐含量则高达 50 毫克每千克。

结论：“千滚水”确实会产生有毒性及致癌性的亚硝酸盐，但饮水中获取的亚硝酸盐对人体影响非常小，远没有从其他食物中获得的那么多。

人类已经采取了不同的方式来寻找周围世界的规律和意义。而文化从总体上包含了人类的知识体系、价值观念、生存方式以及由它们构成的观念形态和人类所创造的物质形态等内容。文化按照人类活动探究的领域和范围来划分，可以分为科学文化和人文文化。科学文化探求自然的本质是什么，人文文化探求人和社会及人与人之间的关系，回答社会要怎样以及人应怎样的问题。文化的本质是诠释宇宙间各种事物形式背后的内容本性所在，即“释本”。艺术是表现人文文化的一种形式，对历史生活各种事物现象的描述、演示与传播，即“演形，传本”。科学与艺术两方面的知识全面影响了人类观察世界和对世界及人类自身进行选择的方式，二者协同将人类从自然野蛮引向现代文明。

科学和宗教从根本上是不同的，在两者关系的认识上，有四种基本立场：①科学总是在宗教之上；②宗教总是在科学之上；③科学和宗教分别是两个相互独立的领域；④科学和宗教涉及同一领域，相容且互补。大多数科学家和西方哲学家站在第一种立场之上，但大部分美国公众却保持第二种立场，很多美国人接受神创论学说。持有第三种立场的人认为科学负责处理客观和经验中的现实，宗教则关注主观和精神领域的现实。科学解决“是什么”和“如何做”的问题，而宗教解决“为什么”的问题。这样，人类既可以接受达尔文的进化论，又可以接受“人类是上帝按照自己的形象创造出来的”这一宗教信仰，因为赋予灵魂是一个只发生在精神领域里的问题。生物化学家和神学家亚瑟·皮考克(Arthur Peacocke)赞同第四种立场，他认为科学和神学活动应当是相互作用、相互启发的两种方法。因此，科学和宗教应当互相吸收对方的信息，以此来开阔自身研究的视角。



案例导学

空与形

经典力学的宇宙观认为，物质由在空虚的空间中运动着的不可消灭的致密粒子组成。近代物理学对这种描述作了根本的修正，提出关于粒子的全新概念。量子场被看作基本的物理实体，是一种在空间中到处存在的连续介质。粒子只不过是场的局部凝聚。爱因斯坦说：“我们可以把物质看作由极强的场所在的空间区域组成……只有场才是唯一的实在。”物理学中把物质和现象看作潜在的基本实体的暂时表现，和东方神秘主义的直觉十分相似。东方神秘主义者用潜在的终极实在来解释自己对世界的体验。物理学家试图把

各种不同的场统一为单一的基本场，它们常被形容成“无形”“无”或“空”，但这种“无”不是空无一物，而是一切形式的本质，是一切生命的源泉。道家把终极的实在称为“空”，是充满生气的空，由此产生可以感知世界的一切形式。《管子》一书中说：“虚而无形谓之道”，把“道”比作空，包含无限多事物的潜势。

近代物理学提出场是一种连续体，它在空间中无处不在，但是从它表现为粒子性方面来说，它又是不连续的“颗粒状”结构。这两个对立的属性，可以看成同一实在的两个不同侧面。用噶文达喇嘛的话说：“不能把‘形’与‘空’之间的关系理解为一种相互排斥的状态，而只能理解为同一实在的两个不同侧面，它们同时存在，且不停地同时起作用。”在佛经里有一句名言也表达了这种对立统一的思想：“色不异空，空不异色，色即是空，空即是色。”

科学使宗教清除错误和迷信，使人们建立起关于自然世界的知识体系。但是对于人类的日常生活而言，最重要的思想和概念却常常是不科学的，它们不能在实验室里来证明对错。有趣的是，似乎人们都认为自己的想法是正确的，而那些持有不同观点的人的想法是错误的，即使能找到反对对方的理由和论点，但也不能绝对地认为自己的观点是正确的。为什么会这样？法国哲学家勒奈·笛卡儿(Rene Descartes)认为，外在世界只是人类大脑中的一个观念，但是怎么证明“外在”的世界是真实存在的呢？科学的起点是物质世界，而物质世界的存在性无法得到经验的证明。此外，一些哲学家认为，单纯的观察并不能从逻辑上确定接连发生的两件事之间必然的因果关系。因果不是外部世界的一种属性，而是人类头脑的一种产物。量子力学对可预测性及物质现实提出了质疑，在宇宙中，除了严格的物理定律之外，也许还有其他力量在发挥着重要作用。科学理论并不是绝对可靠的，总是暂时的、非教条的，所有的科学完全依赖于证据。这一事实既是科学的弱点，也是科学的力量，促使科学家们对未知的事物持续保持高昂的兴致。

第二节 什么是物理学

一、物理学的概念

随着你打开电灯，使用手机或电脑，你每天都在使用科学的力量。美国科学家和作家艾萨克·阿西莫夫(Isaac Asimov)说过，世界面临的每一个危险都能追究到科学，而拯救世界的每一种手段也都将来自科学。科学这个总领域包括生命科学和自然科学。生命科学指生物学、动物学和植物学。自然科学指化学、地质学、天文学、海洋学、气象学、化学和物理学。

物理学研究基本物质的本质以及决定物质行为的各种相互作用，被普遍认为是最基本的科学，是所有学科的基础。物理学探究自然的最基本特性，构建出关于自然的基本原理、基本定律和基本法则，其理论知识系统和思想方法体系都具有普遍性和基本性特征，对其他学科的创立和发展产生重大影响。例如，物理学中产生的能量概念被广泛用于化

学、生物学和其他学科中，近代化学用量子力学的物理理论来解释原子如何组合并构成分子。

小贴士

物理学的发展

物理学的发展经历了漫长的历史时期。一般分为三个阶段：古代、近代和现代。古代物理学时期大约从公元前 8 世纪至公元 15 世纪，是物理学的萌芽时期，主要研究物质本源、天体运动、静力学和光学等方面的知识。在长达近 8 个世纪的时间里，由于受到欧洲黑暗的教皇统治，古代物理学发展非常缓慢。14 世纪发端于意大利随后波及整个欧洲的文艺复兴创造了近代古典文学和艺术，并为近代自然科学的诞生创造了有利的文化氛围。

近代物理学时期又称为经典物理学时期，公元 16 世纪至 19 世纪，是经典物理学的诞生、发展和完善时期。在意大利和地中海沿岸城市，在手工工厂中开始进一步改进技术和使用机器，资本主义开始萌芽。中国等东方国家的科学技术陆续传入，激励了欧洲航海探险事业的快速发展，为资本主义创造了丰富的原始积累。近代自然科学在这种历史条件下诞生了，首先从天文学的突破开始。16 世纪初开普勒分析了第谷大量精确的天文学数据，提出行星运动三定律。近代物理学之父伽利略，用自制的望远镜观测天文现象，提出落体定律和惯性运动的概念。伽利略的发现以及他所用的科学推理方法被称为人类思想史上最伟大的成就之一，标志着物理学的真正开端。牛顿提出力学的三大运动定律，创立万有引力定律，完成了经典力学的大统一。之后麦克斯韦在法拉第研究的基础上完成了电磁学的大统一。与此同时，热力学和光学也迅速发展，经典物理学逐渐趋于完善。

现代物理学时期指公元 19 世纪末至今。量子力学与相对论是现代物理学的主要标志，其研究对象从宏观低速物体到微观高速物体，对宏观世界的结构、运动规律及微观世界的运动规律的认识，导致了整个物理学的巨大变革，这也为现代高科技的创新和发展提供了强有力的理论基础。

二、物理学的分支

物理学是一门基础学科，它向着物质世界的深度和广度进军，探索物质世界的本源及其运动的基本规律。它犹如一座基础雄厚的大厦，力学、热学、电磁学、光学、相对论、量子力学、核物理学、粒子物理学、凝聚态物理学和天体物理学构成了坚实的主体。它又像一棵参天大树，从根基长出树干，从树干向外生出茂密的树杈，树杈上又开出朵朵鲜花，结出累累硕果。物理学还是一门不断发展着的科学，最新的实验结果和观察数据一直为物理学的发展补充着新鲜的血液。

物理学是对物质的基本特征和相互作用的研究，许多其他学科都是建立在物理学的概念之上。现今物理学按成熟的发展历程分为经典物理学、近代物理学和现代物理学三大类。力学研究力和运动，热力学研究温度、热量和能量，电磁学研究电力、磁力和电流，

光学研究光，这几个分支在 19 世纪末已经发展成熟，归为经典物理学。原子物理学研究原子的结构和行为，粒子物理学研究亚原子粒子(夸克等)，凝聚态物理学研究固态和液态物质性质，这些是 20 世纪之后开始发展成熟的，把它们归为近代物理学。量子力学研究微观物质运动规律，相对论描述高速运动物质规律，这两个分支归为现代物理学。

物理学是人类在认识自然规律和生产实践活动中产生和发展的。物理学的规律有极大的普遍性，在日常生活及工程技术中起着重要的作用。跨学科的物理分支分类越来越广泛和细致，比如生物物理学、地质物理学、金融物理学、社会物理学、地球物理学和物理化学，等等。现如今大数据物联网给人类的工作和生活带来一场新的信息革命，广泛用于移动设备、家用电器、医疗设备、监控摄像头、汽车以及服装等。机器人和自动化系统不断升级，自动驾驶汽车会使交通更加安全高效，机器人负责日常生活中的大量任务，把人从重复性劳动中解放出来。利用新材料和新设计建造智能建筑来提高空调和照明系统的效率，减少浪费。量子计算机将为药物研究及材料学科带来巨大进步。虚拟现实和增强现实(VR 和 AR)技术已经在消费电子市场激发了极大的热情。AR 眼镜把实时相关的信息投放在现实中，通过融合视觉、听觉、嗅觉和触觉来使用户实现深度沉浸的体验。

在图书馆随便翻开一本物理学的书，会发现有许多数学符号和公式，光是这些抽象的公式就让你对物理学望而却步了，因为看不懂。其实即便是很多物理学专业的人，如果不是这篇内容特定领域内的专家，也许也不会一下子就完全弄明白其中的符号和定义，或者完全把它推导出来。那么，为什么物理学家要在物理工作中如此大量地使用繁杂的数学公式呢？数学知识真的对理解物理学概念是必备的吗？其实不是，所有的物理公式都可以用语言文字叙述出来，数学只是一个工具，是表述物理思想的非常简约清晰的语言，它可以让人们更加容易、快捷和准确地描述和处理物理学中各个物理量之间的定量关系。

对于非物理专业的人来说，不应该局限在通晓各门学科知识点或技能的学习，不需要必须掌握以数学运算为基础的解题技巧，而应该注重各门学科的思想观念及文化精神的认知。经典物理学规律和牛顿物理观念在日常生活中随处可见，而近代物理学的研究成果对人类社会的影响已不局限于科学和技术方面，它已扩展到思想和文化领域，导致人们对世界观的根本修正。例如，关于物质、空间、时间和因果关系等的基本概念和传统的意识截然不同，而这些概念在人们观察世界时具有根本性的意义。

第三节 物理学中的科学思想及人文精神

一、物理学中的科学思想

把物理学仅仅看成一门专业性的自然科学是不全面的。物理学在创造物质文明的同时，其科学文化也使人类文化价值的理念不断更新。物理学在思想上以科学的思维方式认识世界，深刻的思想可以指导人的思维和行为更加有效，拿破仑曾经说过：“世上只有两种力量：利剑和思想。从长而论，利剑总是败在思想手下。”一个真正有思想的人，才是拥有无穷力量的人。

科学思想是在各种科学认识和研究方法的基础上提炼出来、能够发现和解释更多事物的合理观念和推断法则，包括人类在各种活动中体现出来的科学意识和科学精神。科学思想可以拓展和激发创新思维。例如，人们通过对经典力学的深入思考，形成了规律性和统一性的科学思想，即自然界的运动都应存在相应的统一性规律。物理学家在经典力学思想的指引下，创立了热力学、统计物理学和电磁学等经典物理学科。如果没有科学思想，科学知识本身便不会凸显出有规律的意义。小说《基督山伯爵》中法里亚神甫讲了一句发人深思的名言，“博学不等于智慧”。堂泰斯是远洋货船的代理船长，受人陷害入狱，他非常聪明好学，在狱中从法里亚神甫那里学到了很多方面的文化知识，尽管如此博学，堂泰斯还是想不明白到底为什么他会受到陷害。法里亚帮他分析：“这个问题其实很简单，你想想在陷害过程中谁能得到最大的利益，谁就是陷害者。”这句富有思想性的简单表述，一下子点化了迷茫的堂泰斯，他一下子豁然开朗。实践证明这种推理和质疑的思想是行之有效的。

物理学研究“物”之“理”，从一开始就遵循唯物主义的思想，坚持“实践是检验真理的唯一标准”，主张普遍联系、尊重规律的科学思想，站在问题的原始起点上，养成严谨的科学态度。物理学中的守恒定律揭示了自然界中操作的对称性和自然秩序的和谐性。在微观世界里，不能同时精确地测量粒子的速度和位置，这个不确定原理可使因果律上升为概率因果律。物理学中的许多重要思想、理念和方法极大地丰富了人类的思维方式，使人类的心智更加豁达开放，思维更加敏锐。

展望 21 世纪的物理学，在财富、医学、计算机、人工智能、纳米技术、新能源生产和航天技术等领域取得了一系列重大的突破性成果，充分显示了科学家创造性思维及科学方法应用的正确性。物理学为什么能取得如此辉煌的成就，是因为物理学研究中一致贯穿着以下几点重要的科学方法。

(1) 模型法。实际问题是复杂的，可以先抓住主要矛盾，除去次要矛盾，设计一个理论“模型”。弄清主要矛盾后，一级级地考虑次要矛盾，使模型尽可能逼近实际。比如将太阳表面当作“黑体”的表面，用黑体辐射规律来描述太阳的辐射是一个很好的近似，由此估算出太阳表面温度和辐射功率与实际情况基本相符。

(2) 提出科学假说。发现问题并提出问题是科学假说产生的前提。爱因斯坦说：“提出一个问题往往比解决一个问题更重要。”因为解决一个问题也许只需用到数学或实验上的技能，但提出一个新问题，却需要有创造性的想象力。因此，经过充分思考进而提出科学假说，才能够真正推动科学进步。例如对光的本性的认识，牛顿首先提出光的“微粒说”，认为光是由微粒组成的，由此可以解释光的反射和折射现象，却不能解释光的衍射和干涉现象。之后惠更斯提出光的“波动说”，可以解释上述全部现象。到 19 世纪末麦克斯韦和赫兹更是肯定了光是电磁波，但到了 20 世纪初，为了解释光电效应，爱因斯坦提出了“光量子”假说，认为光具有波粒二象性的本质，这些假说也在一系列实验中得到了验证。科学假说对验证性实验的设计有导向作用，历史上不少验证假说的成功实验都获得了诺贝尔物理学奖。