

自然科学基础

余翔 黄跃华/主编



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

自然科学基础

主 编 余 翔 黄跃华

副主编 黄晓雷

撰 稿：(按姓氏笔画顺序)

万永红 卢 春 卢 霖 余 翔

余期洪 何小凤 罗保平 徐新麒

梁 芳 黄晓雷

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书以自然科学的基础知识、基本概念、基本原理和基本方法为基础,以人与自然的关系协调为主线,以学生的发展为核心,紧密联系小学科学教育教学实际,培养具有一定科学素质的合格师范毕业生。每节内容都是从提出问题入手,介绍相关知识,然后解答或解释问题。此外,还选用与小学科学教育有关的小制作和小实验等内容,构建了一个重基础、有层次、实践性强的综合理科课程结构。本书既可作为高校小学教育专业所有方向学生的通识类专业必修课教材,也可作为其他专业方向大学生的科学素质类通选教材,还可供广大在职小学教师阅读。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

自然科学基础/余翔,黄跃华主编. —北京:北京理工大学出版社,2013.8

ISBN 978-7-5640-7985-7

I. ①自… II. ①余… ②黄… III. ①自然科学-高等师范院校-教材 IV. ①N

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第172237号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)
82562903 (教材售后服务热线)
68948351 (其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京地质印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/25

字 数/756千字

版 次/2013年8月第1版 2013年8月第1次印刷

定 价/59.00元

责任编辑/王俊洁

文案编辑/王俊洁

责任校对/周瑞红

责任印制/王美丽

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

小学教师担负着科学启蒙教育的重任，他们的工作对于培养学生对科学的兴趣和科学探究能力，形成科学志趣和理想起奠基性、决定性的作用。因此，小学教师掌握和了解自然科学的基础理论和知识具有非常重要的意义。

高等院校小学教育专业的培养目标是培养德、智、体等诸方面全面发展，具备高素质的大学生的小学教师。《自然科学基础》是高等师范院校文科类大学生的一门通识类专业必修课。本课程的教学目标在于使文科生获得一些自然科学基础知识，学习一些自然科学的基本思想、方法，提高分析问题和解决问题的能力，开阔眼界，完善知识结构，培养科学态度，提高科学素质，以适应小学教师文理兼教的需要。

本教材以自然科学的基础知识、基本概念、基本原理、基本方法为基础，以人与自然的关系协调为主线，以学生的发展为核心，紧密联系小学科学教育教学实际，培养具有一定科学素质的合格师范毕业生。每节内容都是从提出问题入手，介绍相关知识，然后解答或解释问题。此外，还选用与小学科学教育有关的小制作和小实验等内容，构建了一个重基础、有层次、实践性强的综合理科课程结构。考虑到此教材主要是文科类大学生使用，因此尽量避免过于高深和专业化的知识，既保留了经典自然科学的基础知识、理论和方法，又增加了新技术和新成果，基础理论知识占主要篇幅。注重打破学科间的人为界限，不追求物理、化学、生物、地理学科知识的系统性和完备性，但还是有相对的独立性。尽可能介绍比较前沿的自然科学研究和高新技术基本知识，拓宽学生了解现代社会的视野。

本书由余翔、黄跃华担任主编。编写的具体分工是：第一篇第一章（徐新麒），第二章（余翔）；第二篇第一章第一节（余翔），第二、第三节（卢春）；第二篇第二章第一、第二节（余期洪），第三、第四节（梁芳）；第二篇第三章第一、第二、第三、第四节（罗保平），第五节（余期洪）；第三篇第一、第二、第三章（徐新麒），第四、第五章（梁芳）；第四篇（黄晓雷）；第五篇（梁芳）；第六篇第一章第一节（卢霖），第二、第五节（万永红），第三节（何小凤），第四节（卢春）；第六篇第二章第一节（万永红），第二节（卢霖），第三节（余翔），第四节（卢春）。全书由余翔统稿、徐新麒审稿。

本书在编写过程中参考了大量的文献资料，引用了许多学者的成果，谨向原作者致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，不妥之处在所难免，恳请各位专家、老师和同学批评和指正，以便修订时进一步完善。

编者

2013年6月

目 录

第一篇 绪论

第一章 自然科学概述	2
第一节 科学概念	2
第二节 自然科学发展历程	5
第二章 自然科学研究方法	17
第一节 观察、实验方法	17
第二节 自然科学研究中的理性思维	20

第二篇 多姿多彩的物质世界

第一章 物质结构	26
第一节 物质微观结构的探索	26
第二节 化学上最伟大的发现之一——元素周期律	39
第三节 化学反应	44
第二章 物体的运动	52
第一节 运动与力	52
第二节 沉和浮	76
第三节 声与听觉	79
第四节 光与视觉	87
第三章 能量及其转化	96
第一节 功与机械	96
第二节 能与功率	99
第三节 热能与热量	105
第四节 太阳与能源	112
第五节 电和磁	118

第三篇 奇妙的生命世界

第一章 生物概述	140
第一节 生命的定义	140
第二节 生命的共性	140
第二章 生物的多样性	146
第一节 生物的多样性	146
第二节 生物类群	149

第三章 被子植物的器官	165
第一节 根	165
第二节 茎	167
第三节 叶	169
第四节 花	172
第五节 果实	174
第六节 种子	177
第四章 人体的构造	180
第一节 人体重要器官	180
第二节 人体系统组成	190
第五章 生物的起源与进化	198
第一节 生命的化学起源过程	198
第二节 生物的进化	200
第三节 人类的起源	205

第四篇 地球科学

第一章 地球概貌	210
第一节 地球的形状与大小	210
第二节 绘制我们的世界	213
第三节 地球的圈层结构	217
第二章 地球的构成	222
第一节 矿物	222
第二节 岩石	227
第三节 土壤	234
第三章 地表的演化	238
第一节 风化、侵蚀	238
第二节 块体运动、风和冰川	242
第四章 地球上的大气	248
第一节 地球的大气层	248
第二节 风——大气的运动	251
第三节 天气	255
第四节 气候	266
第五章 地球与宇宙	271
第一节 天体与天体系统	271
第二节 太阳和太阳系	277
第三节 月球与地月系	283
第四节 地球的运动	289

第五篇 环境与我们

第一章 人类生存的环境	300
第一节 生物与环境	300
第二节 生态系统	307
第二章 环境保护	318
第一节 环境问题	318
第二节 环境保护和治理	326

第六篇 科学技术与人类

第一章 科技改变生活	334
第一节 伟大的粮食工程	334
第二节 网尽天下——计算机与网络	339
第三节 新世纪之光——激光	347
第四节 材料的开发与利用	354
第五节 机器人的研究与开发	366
第二章 科学技术是把双刃剑	374
第一节 核能与核污染	374
第二节 基因工程与基因安全	377
第三节 太空资源开发与太空垃圾	381
第四节 反思塑料	386
参考文献	390

世界知识出版社

（北京）

第一篇

绪 论



第一章 自然科学概述

第一节 科学概念

本节学习要点

- 掌握自然科学的基本概念；
- 了解自然科学的研究领域及相互关系。

本节学习意义

- 通过本节学习，学生了解自然科学的基本概念；
- 能分辨科学与伪科学，从而树立辩证唯物主义观点，提高分析问题和解决问题的能力。

一、科学

科学一词在中国古汉语中意为“科举之学”“学问”“物理”，自明代时称为格致，即格物致知。英文单词是“science”，“science”一词来源于拉丁文“scientia”，意为“知识”“学问”。明治时代日本启蒙思想家西周使用“科学”作为“science”的对应译词。到了1893年，康有为引进并使用“科学”二字。此后，“科学”二字便在中国被广泛运用。

提出问题

什么是科学？

相关知识

许多哲学家和科学家都曾试图给科学下一个准确的定义，但似乎都不是很成功，如下面几种定义：
1888年，达尔文：“科学就是整理事实，从中发现规律，得出结论。”

《辞海》1979年版：“科学是关于自然界、社会和思维的知识体系，它是适应人们的生产斗争和阶级斗争的需要而产生和发展的，它是人们实践经验的结晶。”

《辞海》1999年版：“科学：运用范畴、定理、定律等思维形式反映现实世界各种现象的本质规律的知识体系。”

法国《百科全书》：“科学首先不同于常识，科学通过分类，以寻求事物之中的条理。此外，科学通过揭示支配事物的规律，以求说明事物。”

苏联《大百科全书》：“科学是人类活动的一个范畴，它的职能是总结关于客观世界的知识，并使之系统化。‘科学’这个概念本身不仅包括获得新知识的活动，而且包括这个活动的结果。”

《现代科学技术概论》：“可以简单地说，科学是如实反映客观事物固有规律的系统知识。”

解释问题

综上所述，科学就是能正确地反映自然、社会、思维等领域的客观规律的知识体系。

二、自然科学

科学按研究对象的不同可分为自然科学、社会科学、思维科学以及总结和贯穿于三个领域的哲学和

数学。

“社会科学”通常指研究社会现象及其规律的科学，它是一个以社会客体为对象，包括经济学、政治学、法学、社会学等学科的庞大知识体系。“思维科学”是研究人的意识与大脑、精神与物质、主观与客观的综合性科学。思维学有三个组成部分：抽象（逻辑）思维学、形象（直感）思维学和灵感（顿悟）思维学。

提出问题

什么是自然科学？

相关知识

自然科学是研究无机自然界和包括人的生物属性在内的有机自然界的各门科学的总称。认识的对象是整个自然界，即自然界物质的各种类型、状态、属性及运动形式。认识的任务在于揭示自然界发生的现象以及自然现象发生过程的实质，进而把握这些现象和过程的规律性，以便解读它们，并预见新的现象和过程，为在社会实践中合理而有目的地利用自然界的规律开辟新的途径。自然科学的根本目的在于发现自然现象背后的规律。

自然科学涵盖了许多领域的研究，包括基础科学、技术科学和工程科学。

（一）基础科学

基础科学是以自然现象和物质运动形式为研究对象，探索自然界发展规律的科学。包括天文学、地球科学、生物学、物理学、化学五大基础学科及其分支学科、边缘学科。

1. 天文学

天文学主要研究天体的结构、运动、起源和演化。它一般分为天体测量学、天体力学、天体物理学、射电天文学、恒星天文学、天体演化学等分支学科。

2. 地球科学

地球科学是研究地球的组成、结构、演化和运动规律的学科。它一般分为地球物理学、气象学、海洋学、地理学和地质学等主要分支学科。

3. 生物学

生物学是研究生命运动形式的本质特征和规律的学科。生物学分支学科主要有植物学、动物学、微生物学、生物分类学、形态学、解剖学、生理学、组织学、胚胎学、细胞学、分子生物学、遗传学、生态学、古生物学、进化论等。

4. 物理学

物理学是研究自然界物质的结构、相互作用及运动规律的学科。它一般分为力学、热学、声学、光学、电磁学、分子物理学、原子物理学、原子核物理学、波动力学和粒子物理学等。其中每一个分支学科又细分为若干子学科。

5. 化学

化学是在原子和分子层次上研究物质的组成、结构、性质及变化规律的学科。根据研究的对象和研究方法的不同，化学又分为五大分支学科，即无机化学、有机化学、高分子化学、分析化学和物理化学。其中每一个分支学科又细分为若干子学科。

基础科学有以下一些特点：

- （1）基础科学是物质运动最本质规律的反映，与其他科学相比，抽象性、概括性最强，是由概念、定理、定律组成的严密的理论体系。
- （2）基础科学与生产实践的关系比较间接，需通过一系列中间环节，才能转化为物质生产力。
- （3）基础科学的一些成果的重大作用易被人们忽视。
- （4）基础科学的研究具有长期性、艰苦性和连续性。
- （5）基础科学的研究成果具有非保密性，一般公开发表，成为全人类共同的精神财富。

（二）技术科学

技术科学是研究生产技术和工艺过程中的共同性规律的科学。技术科学的任务是把认识自然的理论转化为改造自然的能力。

技术科学一般包括应用数学、计算机科学、材料科学、能源科学、信息科学、空间科学、应用光学、环境科学，等等。

1. 应用数学

应用数学就是利用数学的方法去解决实际问题的科学。它是联系数学与自然科学、工程技术及信息、管理、经济、金融、社会和人文科学的重要桥梁。

2. 计算机科学

计算机科学是一门包含各种各样与计算和信息处理相关主题的系统学科。

3. 材料科学

材料科学是研究材料的组织结构、性质、生产流程和使用效能，以及它们之间相互关系的科学。

4. 能源科学

能源科学是研究能源结构、性质、能源安全、能源的转换以及开发应用的科学。

5. 信息科学

信息科学是以信息为主要研究对象，以信息的运动规律和应用方法为主要研究内容，以计算机等技术为主要研究工具，以扩展人类的信息功能为主要目标的一门新兴的综合性学科。

6. 空间科学

空间科学是指利用航天器研究发生在日地空间、行星际空间乃至整个宇宙空间的物理、天文、化学及生命等自然现象及其规律的科学。

7. 环境科学

环境科学是研究人类生存的环境质量及其保护与改善的科学。

（三）工程科学

工程科学具体研究把基础科学和技术科学转化为生产技术和工程技术和工艺流程的原则和方法。

工程科学领域广泛，主要有水利工程学、土木建筑工程学、机械工程学、农业工程学、矿山工程学、电力工程学、化学工程学、生物工程学、宇航工程学、海洋工程学、仪器仪表工程学、冶金学、半导体科学、自动化科学，等等。

工程科学与生产领域最为接近，研究目的十分明确，其宗旨是解决产业中生产技术的一系列理论问题。例如，怎样制造出特定的机器、绘制出图纸、制定出合适的工艺流程，等等。

基础科学、技术科学、工程科学的相互关系：

- (1) 三者相辅相成、密不可分。
- (2) 基础科学是技术科学、工程科学的先导。
- (3) 技术科学推动工程科学的迅速进步。
- (4) 工程科学的发展，必将丰富、完善技术科学和基础科学。



解释问题

自然科学是研究无机自然界和包括人的生物属性在内的有机自然界的各门科学的总称。包括五大基础科学、技术科学和工程科学三个领域。



练习与思考

1. 什么是自然科学？它的研究对象和研究任务是什么？
2. 自然科学包括哪几个领域？试述它们之间的相互关系。

第二节 自然科学发展历程

本节学习要点

- 了解古代、近代自然科学发展的成就；
- 了解现代自然科学技术的发展趋势。

本节学习意义

通过学习本节内容，学生能够了解一些自然科学的发展情况，知道近代特别是现代我国与发达国家之间在自然科学技术发展方面存在的巨大差异，从而激发学生科学强国的精神。

自然科学知识萌芽于古代。人类历史有 300 多万年，原始人类主要的生产工具是石器，因此当时很长一段时间被称为石器时代。其中 99% 以上的时间是以打制石器为主的旧石器时代，直到距今约一万年才进入以磨制石器为主的新石器时代。也就是一万年前人类才有了第一个“发明”——弓箭。弓箭这种远距离杀伤性武器大大地提高了生产效率，古人因此有了猎物剩余，也才有了“家畜”的驯养，人类才由狩猎生活进入了畜牧生活。也是在一万年前，人类有了一个更伟大的发明——钻木取火。火的使用使人类能够吃熟食、取暖、防卫、照明，使人类的生存环境得到了实质性的改善，也使人类彻底从动物中分离出来。“钻木取火”是人类最早的一项技术革命。一万年前人类还发明了制陶技术，这是人类制造的第一种非自然产物，大约 6 500 年前，人类发明了高温冶炼技术，人类进入了青铜器时代，大约 4 000 年前，人类发明了炼铁技术，人类进入了金属时代，制造金属农具，是人类生产技术的一次革命。从此结束了一万多年迁徙不定的畜牧生活，进入了“自给自足”的农业社会。以金属农具为代表的整套农业技术的推广应用，形成了人类史上的“第一次浪潮”，成为人类社会发展的第一个转折点。从此人类文明得以大踏步前进。

一、古代科技成就

（一）中国古代自然科学成就

中国是世界文明发展最早的国家之一，在长期的发展中，创造了灿烂的古代文化。中国古代自然科学创造了辉煌的历史和卓越的成就，对整个人类文明做出了不可估量的贡献。

提出问题

中国古代自然科学成就主要有哪些？

相关知识

1. 天文学方面

（1）我国历法的精密度一直名列世界前茅。早在 4 000 多年前的夏朝，就开始有了历法，而南北朝的祖冲之（429—500 年）（如图 1-1-1 所示）在制定《大明历》时，最早将“岁差”引进历法，经他推算出的回归年长度为 365.242 814 8 日，与今日推算值只差 46 秒。

（2）我国古代在大量观测恒星、行星、日月和异常天象等方面积累了世界上最丰富、最完整的天象资料。《尚书·胤征》中记载了公元前 2137 年的一次日食，这是世界上最古老的日月食记录。殷商（前 1600—前 1046 年）甲骨文中有与太阳黑子、新星、超新星和日食、月食有关的记载。商代甲骨卜辞中记载着大约公元前 13 世纪出现于天蝎座 α 星（我国称作心宿二）附近的一颗新星：“七日己巳夕……新大星并火。”殷商卜辞中还有多次关于日食、月食的记录，例如：“癸未卜争斗，翼甲申易日？之夕月有食，甲雀，不雨。”《竹书记年》中记录周昭王十九年（公元前 1034 年），“有星孛于紫微”，这是世界公认的



图 1-1-1 中国古代天文学家

对哈雷彗星最早的记载。《汉书·五行志》记载了公元前 43 年，“日黑居仄，大如弹丸”，这是目前公认的世界上最早的太阳黑子记载。

(3) 我国古代的天文观测仪器也独具特色。中国远在一五六千年前的葛天氏、黄帝、尧、舜时代，就已创制了测天仪器“浑仪”。东汉著名科学家张衡（78—139 年）制作了演示实际天象的浑天仪、预测地震的候风地动仪。宋代天文学家苏颂（1020—1101 年）设计建造的水运仪象台，被认为是世界上最早的天文钟。元代科学家郭守敬（1231—1316 年）制造的主表、简仪等既准确又精致。

(4) 我国古代也曾提出过“盖天说”“浑天说”和“宣夜说”等宇宙结构理论，这对后来的天文观测和天文仪器的制作影响较大。

2. 农学方面

(1) 最早的农学著作《吕氏春秋》成书于公元前 239 年前后。两汉时期氾胜之的《氾胜之书》、北魏贾思勰所著的《齐民要术》、南宋初年陈敷的《农书》、元代王祯的《王祯农书》等涉及农业生产的不同地区、不同环节和不同方面。

(2) 明末杰出的科学家徐光启编写的《农政全书》，汇总了祖国历代农学各方面的经验知识，是一部我国古代农业科学的百科全书。全书共 60 卷，50 多万字，分为《农本》《田制》《农事》《水利》《农器》《树艺》《蚕桑》《蚕桑广类》《种植》《牧养》《制造》和《荒政》共 12 大门类。《农政全书》不仅吸取了历代著名农书的精华，而且更加侧重农政方面，它把保证农业生产的农业政策，如田地制度、开垦荒地、兴修水利、灭除蝗虫、赈济灾荒放在突出的地位。

3. 中医药学方面

(1) 在墓葬于公元前 168 年的马王堆汉墓出土了我国至今最早的医学类著作，但均无标题。流传至今的《黄帝内经》则是最早的医学经典，共收录 162 篇古代医学论文。它表明了两千年前中国古代医学的博大精深。

(2) 《神农本草经》是中国最早的药理学专著，其成书年代不确切，史学家多认为出自东汉。该书是我国本草学的经典。

(3) 《伤寒杂病论》是中国医圣张仲景（2 世纪中—3 世纪初）所著。此书是理、法、方、药俱全的经典著作。与此同时，神医华佗已经开始使用“麻沸散”施行全身麻醉来进行外科手术。

(4) 公元 610 年，巢方编纂的《诸病源候论》，虽不涉及治疗，但专对疾病症状进行分类描述，比西方同类著作早 1 000 年。

(5) 中医学方面的代表作是明朝李时珍所著的《本草纲目》，如图 1-1-2 所示。全书共 52 卷，分 16 部、62 类，190 万字，共记载药物 1 892 种，附方 11 096 个，配有插图 1 160 幅。书中对每种药物的名称、产地、形态、气味及药物采集、栽培方法和炮制过程都有详细叙述，并附有药方。本书规模宏大，内容准确严谨，是我国中药学的集大成之作。不仅如此，由于此书还涉及生物学等方面的知识，在世界上影响很大。

(6) 中国在 16 世纪中叶，就首先应用人痘接种来预防天花；从北宋初期起，我国就可以从尿中提取激素。



图 1-1-2 李时珍与《本草纲目》

解释问题

中国古代自然科学成就除了大家耳熟能详的“四大发明”（造纸术、印刷术、指南针和火药）以及制瓷技术、丝织技术外，中国古代在天文学、农学、中医学等自然科学领域也长期领先于世界。

（二）外国古代自然科学成就

提出问题

世界上有哪几个文明古国？

相关知识

1. 古埃及

古埃及人创造了人类历史上最早的太阳历，把1年确定为365天。埃及在公元前两千多年修建的国王陵墓——金字塔是古代建筑的奇迹，是古埃及人聪明智慧的象征。

2. 古印度

在自然科学方面，古印度最杰出的贡献是发明了目前世界上通用的计数法，创造了包括“0”在内的10个数字符号。

3. 巴比伦

巴比伦有着较为发达的数理天文学体系。他们发明了阴历历法，并且编制了日月运行表，可计算月食出现的周期。他们还发明了最早的冶铁技术，建造了世界上最雄伟气派的城市——新巴比伦城和“空中花园”。

4. 古希腊、罗马

著名天文学家托勒密（如图1-1-3所示）写出了13卷的《天文学大成》，使“地心说”成为一套完整而严密的理论体系。天文学家阿利斯塔克还提出了太阳中心说的思想。学者留基伯和德漠克利特提出了构成事物更为本质的学说——原子论。他们认为，组成物质的最小单位是原子，原子不可分，但数量无限，它们在宇宙中处于漩涡运动，由于结合和分离，造成事物的生灭，也带来了事物的大小、形状等方面的差异。阿基米德（前287—前212年）（如图1-1-4）创立的力学原理是古希腊力学的高峰。其代表作有《论浮体》《论平板的平衡》《论杠杆》《论重心》，等等。他提出的杠杆原理、浮体定律最著名。阿基米德在力学研究中所开创的把科学研究与实验和数学相结合、把自然科学与技术发明应用相结合的方法和途径，对近代科学的发展有重大的方法论意义。古希腊早在公元前1200年时，就掌握了较高的造船技术，挂有帆的大船已能航行到非洲。古希腊的建筑别具一格，在公元前500年，古希腊就已采用高大华丽的列柱技术建造高大的神庙，对日后整个西方建筑的发展有着重要的影响。罗马帝国时期，相继建成了宏伟和豪华多姿的大剧场、大神殿、大浴池、凯旋门、竞技场等，这使古罗马的建筑著称一时。古希腊、罗马的科学技术成就，尤其是科学成就，对近代西方科学技术的兴起和发展有着极为重要的影响。

解释问题

世界上有古代中国、古印度、古埃及、巴比伦、古希腊五大文明古国，是人类文明最早诞生的地区，也是现代文明的发源地。在天文学、历法、数学、医学、文学和文字学方面，在建筑、水利、冶炼等自然科学技术方面都为人类做出了巨大贡献，成为古代生产力发达的进步代表。



图1-1-3 托勒密



图1-1-4 阿基米德

二、近代自然科学成就

近代自然科学首先在天文学和医学生理学两大领域取得了突破性成就。1543 年出版的哥白尼 (1473—1543 年) 的《天体运行论》和维萨里 (1514—1564 年) 的《人体的结构》，成为近代自然科学革命的开端。

提出问题

近代自然科学成就主要有哪些？

相关知识

(一) 近代自然科学的发展

1. 天文学

(1) “日心说”的创立：波兰天文学家哥白尼 (如图 1-1-5 所示) 经过数十年的观察和研究，终于建立了以太阳为中心的宇宙体系——“日心说”。日心说认为，地球并非静止不动，也不处于宇宙中心，地球是一颗普通的行星，它既绕自转轴自转，又与其他行星一起围绕宇宙中心——太阳旋转。这就使得以前看来极不协调的种种天象变得简单而和谐。哥白尼的日心说彻底推翻了古希腊、罗马的托勒密和亚里士多德的“地心说”，动摇了神学宇宙观的支柱，成为把自然科学从神学中解放出来的宣言书。

(2) 开普勒建立行星运动三定律：德国著名天文学家、数学家开普勒 (1571—1630 年) (如图 1-1-6 所示) 利用第谷·布拉赫 (1546—1601 年) 长达 20 年观测行星运动的精确记录，通过计算后创立了行星运动三定律。

①行星第一运动定律：所有行星分别在大小不同的椭圆轨道上运行，太阳位于这些椭圆的一个焦点上。

②行星运动第二定律：在相等的时间间隔内，行星和太阳的连线在任何地点沿轨道所扫过的面积相等。

③行星运动第三定律：太阳系中任何两颗行星公转周期的平方与其轨道半径的立方成正比。

开普勒的行星运动三定律，正确地描绘了行星运动的轨迹、时间、速度及与太阳的关系，揭示了天体的基本运动规律，为天体力学的诞生奠定了坚实的基础，因此，开普勒获得了“天空的立法者”的美誉。

(3) 康德—拉普拉斯星云假说：1755 年德国哲学家康德 (1724—1804 年) 在《宇宙发展史概论》一书中，首先提出太阳系起源于原始星云的假说。他认为太阳系起源于原始星云，原始星云一开始弥漫于太空，并不停旋转，在引力作用下，星云中的微粒不断聚集，其中心部分形成太阳，边线部分受斥力作用逐渐形成绕中心旋转的较大团块，最终演变成绕太阳旋转的行星。1796 年，法国科学家拉普拉斯 (1740—1827 年) 在《宇宙系统论》一书中，也提出了一个类似的星云假说。康德的星云假说尽管有不少缺陷，但它使自然科学摆脱了宇宙不变论的束缚，把演化的思想带进了自然科学领域。

2. 物理学

(1) 运动力学的创立。

意大利著名的天文学家和实验物理学家伽利略 (1564—1642 年) (如图 1-1-7 所示) 开创了近代科学的实验研究方法，强调科学认识必须来自观察和实验，并接受实验的验证。他除了用自制的天文望远镜给日心说提供了一系列确凿的证据外，还用自己设计制造的实验仪器，揭示了地面物体运动的基本定律。

①自由落体定律：物体下落的速度与时间成正比，它下落的距离与时间的平方成正比。



图 1-1-5 哥白尼



图 1-1-6 开普勒



图 1-1-7 伽利略

②惯性定律：当物体不受外力作用（或外力合力为零）时，运动的物体做匀速直线运动。

③加速度定律：力是产生加速度的原因。

伽利略在运动力学上的一系列开创性工作，打破了亚里士多德运动学思想对物理学的束缚，把近代物理学推上了历史舞台，因此，他被誉为近代“物理学之父”。

（2）经典力学体系的创立。

①牛顿三大定律。

第一定律：任何物体都保持静止或匀速直线运动状态，直到其他任何物体所作用的力迫使它改变这种状态为止。

第二定律：物体受到外力时，物体所获得的加速度的大小与合外力的大小成正比，而与物体的质量成反比，加速度的方向与合外力的方向相同。

第三定律：作用力和反作用力大小相等，方向相反，分别作用于不同的物体上。

②万有引力定律：任何两个物体间都存在着相互作用的吸引力，引力的方向沿着两个物体连线的方向，力的大小与两个物体质量乘积成正比，与两个物体之间的距离的平方成反比。万有引力定律的发现，使天体的运动与地面的运动统一起来，可以统一地加以研究。牛顿将万有引力定律应用于研究天体的运动，也就诞生了天体力学。牛顿（如图1-1-8所示）的工作，实现了近代科学史上的第一次重大综合。他的成就鼓舞了18世纪的法国科学家和数学家，他们引入新的数学工具，从而丰富和发展了经典力学体系。



图1-1-8 牛顿

（3）热力学两大定律的发现。

法国青年军事工程师沙第·卡诺（1796—1832年）于1824年发表了《关于火的动力的考查》一书。他在书中指出：热机做功的必要条件是它必须工作在“热源”和“冷源”之间；一部热机所能产生的机械功的大小，在原则上决定于热源与冷源的温度差，而与热机的工作物质无关。这就是以后所谓的“卡诺原理”，实质上也就是热力学第二定律。能量守恒定律（即热力学第一定律）的发现，揭示了热、力学、电、化学等各种运动形式之间的统一性，说明了自然界物质间能量转化的规律性。这是牛顿建立力学体系以来物理学上的第二次理论大综合。能量守恒原理是由六七种不同职业的几十个科学家先后在4个国家，从不同的侧面独立地发现的。热力学第一定律和第二定律的建立，从几个方面表明了热运动及其转化的规律，奠定了经典热力学的理论基础。

（4）电动力学的建立。

意大利解剖学家伽伐尼（1737—1798年）于1780年在解剖青蛙时偶然发现电流。以后意大利物理学家伏打（1745—1827年）制成了世界上第一个能产生稳恒电流的装置——伏打电池。丹麦物理学家奥斯特（1777—1851年）于1820年年初发现电和磁之间的联系。1822年，法国物理学家安培（1775—1836年）（如图1-1-9所示）发现了电流产生磁力的基本定律，奠定了电磁学的基础。1831年实验物理学家法拉第（1791—1867年）发现了电磁感应现象，提出“磁力线”和“场”的概念，认为空间不是虚空的，而是布满磁力线的“场”。法拉第发现的电磁感应定律是发电机的理论基础，为人类开辟了新的能源，电力时代的大门从此被打开了。



图1-1-9 安培

（5）经典电动力学的确立。

1858年，英国青年物理学家麦克斯韦（1831—1879年）（如图1-1-10所示）把法拉第的思想用数学语言表述出来，建立了经典电动力学的基本运动方程——麦克斯韦方程组。麦克斯韦预言了电磁波的存在，预言电磁波传播的速度就是光传播的速度，并进而认为光不过是波长在一定范围内的特殊的电磁波。这样，光学、电学和磁学就融合为一体，实现了经典物理学的第三次大综合。

经典理论物理学经过众多物理学家三个多世纪的努力，到19世纪末，已发展成为一个极为严密的科学体系，使经典物理学的大厦得以落成。经典物理学的众多研究成果既带来了科技史上的第一次技术革命（蒸汽机革命），又推动了第二次技术革命（电力革命）的发展。



图1-1-10 麦克斯韦

3. 化学

(1) 化学元素概念的提出：英国化学家玻义耳（1627—1691 年）给“元素”下了一个科学定义。玻义耳认为，化学的主要任务是研究万物由什么组成、万物分解成什么。他认为，组成万物的元素不是古代自然哲学家或炼金术人士所说的元素，而是用一般化学方法不能再分解为更简单的实物。玻义耳为元素概念提出了一个科学的定义，为化学研究指出了正确的方向。玻义耳对化学的另一个重要贡献是奠定了化学研究中定量的分析。在实验中，他特别要求对化学变化做定量的研究分析。玻义耳所进行的大量实验使他做出了众多重要的发现。

(2) 氧化理论的建立：氧化理论是在否定燃素说的基础上发展起来的。法国化学家拉瓦锡（1743—1794 年）对燃烧的过程进行了严格的定量研究。他于 1777 年向巴黎科学院提交了一篇名为《燃烧理论》的报告。他指出，燃烧是有氧参加的发出光和热的化学反应，物质燃烧时会吸收氧，因而重量会增加，所增加的重量等于吸收氧的重量，一般物质燃烧后会变成酸，金属燃烧后会变成金属氧化物。拉瓦锡建立的科学燃烧理论，否定了统治人们思想长达 100 多年的燃素说，给化学树立了一个里程碑。

(3) 原子—分子学说的提出：英国化学家、物理学家道尔顿（1766—1844 年）（如图 1-1-11 所示）提出了建立在科学的基础之上的原子论。道尔顿科学原子论的主要内容有：

①原子是组成物质或元素的最小粒子，它们极其微小，是看不见的，是既不能创造，也不能毁灭和不可再分的。它们在一切化学变化中保持其本质不变。

②同一元素的原子，其形状、质量和各种性质相同；不同元素的原子，其质量和性质不同。每一种元素以其原子的质量为最基本的特征。

③不同元素的原子以简单数目的比例相结合，形成了化学中的化合现象。

科学原子论在化学的发展史上具有划时代的意义，它阐明了物质不灭定律的内涵。但道尔顿的原子论还存在着两个重要缺陷：一是把组成化合物的最小粒子称为“复杂原子”，否定乃至废弃“分子”的概念；二是认为原子是不可再分割的。1811 年意大利化学家阿佛伽德罗（1776—1856 年）提出了分子学说。他的学说有三个要点：第一，无论是化合物还是单质，在被进行分割时，必有一个最小并且保持该物质特性的单位，这个单位就是分子；第二，单质的分子可以由多个原子组成；第三，处于同样温度和压力下的气体，无论是单质还是化合物，相同的体积中必有相同数目的分子。阿佛伽德罗分子学说的确定，使道尔顿原子论发展成为完整、全面的原子—分子论。

原子—分子论是近代化学发展史上首次重大的辩证综合，它揭示了物质结构存在原子、分子这样的层次，近代物质结构理论由此取得了重大突破。因此，随着原子—分子论的形成，整个近代化学发展的基础也就奠定了。

(4) 有机化学的兴起：18 世纪后期，德国著名化学家舍勒亲自提取了大量纯净的有机酸。1824 年，德国化学家维勒（1800—1882 年）合成了尿素，开辟了有机物人工合成的新天地。德国化学家凯库勒（1829—1896 年）提出了“碳链学说”，由此建立了有机立体化学结构理论。

(5) 元素周期律的发现：1869 年，俄国化学家门捷列夫（1834—1907 年）（如图 1-1-12 所示）和德国化学家迈尔（1830—1895 年）各自独立地发现了元素周期律。制成了一个化学元素周期表，并预言了一些还未被发现元素。后来，这些预言都被证实。周期律的发现表明，自然界的元素不是孤立的偶然堆积，而是有机联系的统一体。同时也表明元素性质的发展变化的过程是由量变到质变的过程，是由低级到高级、由简单到复杂的过程。周期律的发现，拉开了无机化学系统化的序幕，为现代化学系统发展奠定了重要的理论基础。

4. 生物学

(1) 细胞学说的建立：德国植物学家施莱登（1804—1881 年）和动物学家施旺（1810—1882 年）于 1838 年和 1839 年先后创立了细胞学说。其中心内容是：一切动植物都是由细胞构成的，细胞是生命的基本单元。这一学说标志着细胞学这门学科的兴起，也促进了生物学各学科较快的发展。



图 1-1-11 道尔顿



图 1-1-12 门捷列夫