



自然科学基础

编著 / 李海东 张艳玲 史建秀

4

中国社会科学出版社

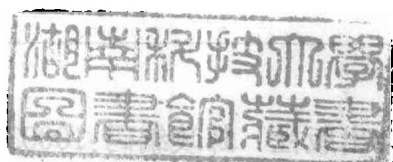
N49

218

D00498774

自然科学基础

李海东 张艳玲 史建秀 编著



湖南科技大学图书馆



KD00498774

中国社会科学出版社

图书在版编目(CIP)数据

自然科学基础 /李海东,张艳玲,史建秀编著. —北京:
中国社会科学出版社,2005.6

ISBN 7-5087-0583-1

I. 自... II. ①李... ②张... ③史...

III. 自然科学—普及读物 IV. N49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 069839 号

书 名:自然科学基础

著 者:李海东 张艳玲 史建秀

责任编辑:贯 一

出版发行:中国社会科学出版社 邮政编码:100032

通联方法:北京市西城区二龙路甲 33 号新龙大厦

电 话:66051698 电 传:66051713

欢迎读者拨打免费热线 8008108114

邮 购:66060275

或登录 www.bj114.com.cn 查询相关信息

经 销:各地新华书店

印 刷 厂:北京市通县永乐印刷厂

开 本:787×1092mm 1/16

印 张:18

字 数:270 千字

版 次:2005 年 6 月第 1 版

印 次:2007 年 1 月第 2 次印刷

书 号:ISBN 7-5087-0583-1 /N·11

定 价:26.00 元

前言

世纪之交,基础教育掀起了又一次改革的热潮。与以往相比,这次教育改革的一个亮点,就是打破了我国初中阶段分科教学的局面,实行综合理科《科学》与综合文科《历史与社会》的教学。

教学过程的完成,离不开教师、学生与教材。为了引领和适当超越这次改革,全面贯彻党的教育方针,深化教育的根本任务,我们及时调整了现有的专业设置与教学计划,并且针对函授教学的特点,组建专门人员,编写了这本《自然科学概论》。综合起来,它有以下五个方面的特点:

一、注重科学的整体性与综合性的结合

20世纪以来,人类对自然界的认识从微观和宏观两个领域都得到了不断扩大和发展,对于基本粒子、原子、分子、细胞、生物个体以及地壳、天体、宇宙,所有的各层次都得到了比较深入的了解。越来越多的事实证明,重大的科技成果,使综合研究成为必然和可能。这种自然科学界所呈现出的结构性整体化、综合化的发展趋势,使得学科的交叉与渗透成为现代科学发展的主旋律。20世纪自然科学最伟大的成就之一——DNA双螺旋结构的发现,就是由来自四个不同学科领域的科学家,在竞争与合作中完成的,这是人类科学史上由学科交叉而产生的又一次重大科研成果。

传统的分科教学主要从学科体系的逻辑性出发,强调内容的系统性、完整性和严密性,在内容上是封闭的。这种模式在注重知识学科化、系统化的同时,割断了科学与社会、科学与人类的联系,影响了科学的社会价值。正确而又全面地认识自然、认识科学,对运动、变化着的物质的自然界构建起完整的图景,形成辩证的自然观与完整的科学思想,是树立正确科学观,提高人的科学素养的基础。

二、注重理论与实践的紧密结合的科学过程

一切科学的出发点,都是从解释人们身边的生活现象入手,从现实的经验出发,抽象出一定的理论,然后又回到我们的身边。也就是说科学的最终目标,还是指向人,指向我们的现实生活。传统的分科教学,恰恰忽视了知识形成的科学探究过程。

有这样一幅有趣的漫画,爷爷问他的孙子:“你知道米是从哪里来的吗?”孩子指指坛子说:“米是从那儿来的”,爷爷啼笑皆非。在孩子的日常生活经验中,坛子是出米的地方,却不知道米是从稻子来的,不知道稻子的生成要经过育种、插秧、灌溉、锄草、施肥、收割、晒干、脱粒等若干工序,每一道工序都需要农民伯伯付出艰辛的劳动,“谁知盘中餐,粒粒皆辛苦”。这个故事可以引申到这样一个我们比较熟悉的问题——“知识是从哪里来的”。对此,最简单、最经常的回答可能是“从书本上来的”。似乎它是生来就有的。殊不知,知识是有来龙去脉的,它有产生、发展和更新的过程,这一过程凝结着许多人的心血和汗水。知识也正是在这个过程中,不断变化,不断推陈出新。从这个意义上讲,知识具有不确定性,对于现存的知识,我们在接受的同时,还要敢于大胆地质疑。

本书在内容选择与组织上,尤其注重理论与实践的紧密结合。在理论阐述的同时,紧密结合历史的或现实的案例加以说明,注重对于思考、形成理论体系的艰难的探讨过程。历史的案例绝大多数都选择著名自然科学家的给人启迪、催人奋进的事例;现实的案例则多取自名家的活动实例,以及发生在我们身边的现实生活情节。这样的处理,不但有助于把道理讲透,还会使读者感到很形象、很具体,容易接受,使他们在轻松愉悦而又熟悉的情景中领略自然科学的奥妙、神奇与美丽。

三、注重行文流畅与深入浅出

几乎一切科学都有一个通病:追求准确、系统,追求把握事物的本质,乃至无愧于“科学”的称号。于是,摆出一副高深的学术面孔,脱离大部分人的需要和接受程度。自然科学似乎也不例外,许多教材,我们读起来也并不轻松。本教材在编写的过程中,注重以专题讲座的形式,从我们耳闻目睹、习焉不察的现象入手,去挖掘其中蕴含着深刻的规律与哲理,并且尽可能把读者的思维引领到学科前沿。在讲解的过程中,尽量避免一些繁杂的数学公式,比较讲究内容的通俗易懂、深入浅出与行文流畅,带有一定的科普性,使朋友读来不会感到艰深难懂。只要认真去阅读,你就一定会感受到在轻松愉快中吸取了知识与智慧,越读越爱读,从中汲取到更多的精神食粮,来不断充实自己,完善自己,使自己的知识结构和科学素养踏上一个新台阶。

四、关注教师心声的呼唤

新一轮的基础教育改革,使得教师的知识结构,尤其是科学课程教师的知识结构必须更新。高等教育尤其是高等师范院校的成人教育也只有顺应这场改革,才能使自己的办学保持旺盛的生命力。

本书的阅读对象主要是中小学教师。在实践教学中,他们虽然已经积累了丰富的经验,但是面对新一轮的教改,可能在理念上、知识结构上还有待完善和进一步提高。因此,我们深入了解和走访了一些中小学一线教师,尽可能地去了解他们的所思、所想、所感,加强了选材上的针对性。在内容的选择上,既从史的角度注重了知识的系统性,又站在一定的理论前沿与高度上,注重科学发展的最新动态。通过本教材专题的学习,或许能够为在新一轮教改中感到困惑与迷茫的中小学教师提供些许帮助。

编写本书对我们成人教育工作者来说是一种新的尝试,受时间与水平所限,可能还存在一些缺陷,不足之处,恳请广大读者给予批评指正,我们将不胜感谢。

目 录

第一篇 自然科学发展的历史回顾	(1)
第一章 自然科学的萌芽与兴起	(3)
第一节 古希腊的科学成就	(3)
第二节 黑暗的中世纪——西方不亮东方亮	(9)
第二章 近代自然科学	(15)
第三章 自然科学史给我们的启示	(24)
第一节 学习科学史有助于理科教学	(24)
第二节 科学家探究科学真理的过程及方法	(31)
第二篇 演化的大自然	(37)
第四章 认识我们的宇宙星空	(39)
第一节 宇宙概况	(39)
第二节 我们如何了解宇宙	(42)
第三节 宇宙的去、现在与未来	(47)
第五章 地球——人类的家园	(53)
第一节 地质学史上三次有名的争论	(53)
第二节 现代地学革命	(56)
第三节 地表系统的基本地理过程	(64)
第六章 神秘的生命起源	(70)

第七章 生命的进化与遗传	(80)
第一节 进化与进化论	(80)
第二节 遗传与遗传学	(105)
第三节 人类的起源与进化	(125)
第八章 自然界演化过程中的规律性探讨	(131)
第三篇 我们生存着的大自然	(141)
第九章 物质的大自然	(143)
第一节 非生命物质的基本构成	(143)
第二节 生命体的物质基础	(152)
第三节 生命活动的物质基础	(169)
第四节 人类意识活动的物质基础	(172)
第十章 运动着的自然界	(199)
第一节 经典物理学	(199)
第二节 紫外灾变与量子力学	(203)
第三节 量子的作用	(213)
第十一章 两种不同的时空观	(222)
第一节 牛顿的绝对时空观	(222)
第二节 “迈克尔逊—莫雷实验”与狭义相对论	(225)
第三节 从万有引力到广义相对论	(236)
第四篇 科学技术与人类的未来	(241)
第十二章 人类面临的主要环境问题	(243)
第十三章 人类需要可持续发展	(258)
第一节 可持续发展的理论框架	(258)
第二节 中国 21 世纪议程	(267)
第三节 保护环境的点点滴滴	(270)
主要参考文献	(278)

第一篇

自然科学发展的历史回顾

如今,科学的实际用处随处可见,我们日常生活中的每一个细节,衣食住行都是由科学来规定和支撑的……。我们的蔬菜瓜果和食品,经由科学栽培和科学的工艺烹制;我们的衣服,是用科学的工艺纺织加工的;我们的居室里,塞满了电灯、电话、电视、冰箱、洗衣机、录像机;我们的楼房,是带电梯的混凝土钢架高层建筑……我们正享受着科技文明的成果,谁也不会怀疑科学技术的用处,相反,当代中国人正越来越意识到科学技术对于发展生产力、发展经济的决定性意义。

在这个由科学自身造就的繁忙的世界上,很少有人会静下心来回顾科学的过去,甚至有人会提出这样的问题:学习科学史有什么意义?我们在学习科学的同时还有必要学习科学史吗?

答案是肯定的。英国著名哲学家培根曾经说过一句脍炙人口的名言:“读史使人明智,诗歌使人巧慧,数学使人精细,博物使人深沉,伦理之学使人庄重,逻辑和修辞使人善辩。”在科学无孔不入地渗透到我们生活中每一个角落的今天,我们可能已经习焉不觉,但是我们仍然需要回顾科学的历史。因为,读史使人明智,阅读科学的历史将会使身处科学时代的我们变得更加深谋远虑,更为重要的是,我们不能忘记数千年来,科学先辈们为摆脱观念的困扰及扩大知识领域所做的艰苦卓绝的工作,正是他们为我们创造了今天的幸福生活。

第一章 自然科学的萌芽与兴起

人不仅是一种生物的人,更重要的是一种文化的人。自从有了人类以后,各种人类文化活动如语言、原始技术、原始艺术、神话和原始宗教、历史和哲学就先后相继应运而生。它们都在不同程度上关注着自然界,试图揭示自然界中的种种奥秘。神话和宗教为人们描绘了一幅神创造自然界万物,神创造人类,神赋予万物运动秩序的自然图景。哲学则为人们描绘了一幅抽象的、原则的、物质的、运动的自然图景。

科学可以说是人类历史上迄今为止最后出台的一类文化现象,也是迄今为止人们认识自然界的一种最有效的文化形态,是今天人类文化最高层次和最为独特的成就。科学以自然为研究对象,是一种只有在特殊条件下才可能得到发展的甚为精致的成果。虽然,既存的科学理论并不是绝对真理,人们可以对其提出各种质疑,但是它的一般的认识功能和社会功能似乎是无可置疑的。正是科学给了我们洞察自然界以精确的工具,使我们对自然界产生具有可知性的信念。阿基米德曾说:给我一个支点,我就能撬动地球。在变化不定的自然界中,正是科学为人们确定了推动地球的支点。

第一节 古希腊的科学成就

在人类文明史上,古希腊可称得上是科学精神的起源。打开世界地图,将目光移至地中海,你会不期而遇一只手指弯曲的瘦骨嶙峋的手,它就是在公元前 2000 年抓住西方文明源头的希腊本土。

那时的希腊,面积比现在要大得多,几乎包括地中海沿岸的地区和岛屿。这里风光迷人,阳光充沛,但土地贫瘠,人民生活清苦。艰苦的自然环境使得他们背井离乡,远涉他地,并热衷于航海和经商。于是地中海沿岸的许多城邦逐渐地变成了繁忙的航海和商业中心,成为众多民族交流与各种思想集中的地方,这一宽松的氛围和环境,再加上希腊人崇尚理性和智慧追求真理的热情,使得希腊文化最终成为人类文化史上的一朵奇葩。

一、希腊神话中的自然观

科学的认知方式脱胎于原始的宗教神话的认知方式,对这些前科学的宇宙图

景,我们也将提及,因为它不仅能帮助我们认识科学的起源,而且也是很富于诗意和想像力的。

像埃及和西亚地区一样,早期希腊人的自然观也是神话的自然观。自然被赋予神话色彩,自然现象被神话为神的行为。如公元前8世纪古希腊最早的诗人赫西俄德的传世名著《神谱》中有这样的叙述:

太初之始,混沌生成,
随后是胸脯宽广的地母,
在她牢固的怀抱里,
万物永远繁衍滋生。
从混沌和幽暗生出了黑色的夜,
夜和幽暗因爱相融合和孕育,
分娩下以太和白昼。
为者严密覆盖,地母生下乌兰诺斯,
与她自身相等,繁星簇簇的天空,
这是处永不衰败的圣地,
长驻着那些洪福的神灵。

在这里,远古时代的人用神话的语言,以形象思维的方式,为我们展现了一幅自然界的总图景。在他们看来,整个自然界是神创造的,神(地母)创造了广袤的大地和大地上的万物,神(乌兰诺斯)创造了天空和天空中的星星。

许多古老的民族,或者只有神话或宗教式的自然观,或者缺乏对自然界的系统看法。自然界常被认为是混乱、神秘、变化无常的,人在自然面前只能听从命运的摆布。而希腊人,首先把自然作为一个有内在规律的,可以为人所知的独立于人的整体地来看待。不仅如此,他们还发展了复杂精致的数学工具,以把握和解释自然规律,所以说希腊人开创了科学精神之先河,在人类历史上,是希腊人第一次形成了独具特色的理性自然观,这是科学精神的最基本的因素。

所有这一切与希腊本土的自然环境与地理位置有着密切的关系。希腊虽然土地贫乏,但有着优越的地理位置,这为人们广泛地交流,积极地比较、分析和思考创造了独特的条件。在各种纷繁复杂的交往中,见多识广的商人成为不盲信传统的怀疑论者,他们逐渐用自己的脑筋去思考问题,慢慢地科学也跟着发展起来:数学在交换日益复杂的情况下不断成熟;天文学随着日益大胆的海上冒险而得以深化。经济的发达和财富的增长,为学术研究和理论探索提供了必需的闲暇和物质保障,使许多心智发达的人能够不为一日三餐奔忙,而献身于单纯的知识追求。不懈的追求与钻研使人变得越来越有胆识,他们把一切能想像到的领域都归于自己的知识范畴,在把各种知识和过程归结为超自然之前,总是要大胆尝试一下合乎自然规律的解释。于是,魔鬼神祇和宗教仪式渐渐让位给科学探索和人力控制的企图。

在古代世界所有的民族中,少有像古希腊人那样对近代世界发生如此巨大的影响。希腊人开启了哲学,也开启了科学。从公元前500年左右开始,希腊人中出

现了一大批卓越的哲学家和科学家,比如我们比较熟悉的泰勒斯、苏格拉底、亚里士多德、托勒密、阿基米德等自然科学家以及诗人荷马等,他们都是以后许多学科的鼻祖。这些天才人物中,有些不仅在一个学科领域颇有建树,而且在许多领域都做出了开创性的工作,如希腊文化的集大成者亚里士多德^①。任何一个时代出现这么多天才的人物,都称得上是伟大的时代,但说它是一个伟大的时代还远远不够,因为希腊人所开创的科学精神恰恰是现代的科学精神,这才是奇迹所在。那么他们是怎样推动和影响人类文明历史的发展的呢?下面我们分两个阶段——希腊科学的古典时期和希腊化时期分别给大家作一简要介绍。

二、希腊古典时期的科学成就

希腊科学的古典时期是从第一个自然哲学家泰勒斯开始,到马其顿王亚历山大大帝征服全希腊为止的200多年间。希腊科学是近代科学的真正先驱,这一时期几乎在每一个领域、每一个问题上,希腊人都留下了自己的思考,都是近代科学的老师。由于时间和篇幅的限制,我们也只能拈重就轻,仅以亚里士多德为代表,重点讲述一下这一伟大先哲对于现代自然科学的贡献。

(一) 自然界的结构——地心说

关于自然界的结构,亚里士多德从当时人们的观察经验和柏拉图及其学生欧多克斯的宇宙模型出发,提出了“地心说”。即宇宙以地球为中心呈同心圆结构,月亮、水星、金星、太阳、火星、木星、土星和诸恒星依次按不同大小的轨道绕地球做圆周运动,其中月亮的轨道半径最小。每一个同心圆算一个天层,地球之外共有九个天层,恒星天层之外的叫原动力天层,并且他假定神是宇宙万物各种原因的始点,神推动原动天后,运动经过恒星天层依次传下来。

(二) 自然界的组成——四元素说

关于自然界的组成,亚里士多德首先将自然界按月亮天层的轨道为分界,把整个自然界分为“月上区”和“月下区”,月上区即月亮天层及其之外的各个天层的区域,月下区即地球与月亮天层之间包括地球在内的区域。在他看来,月下区是一个世俗地区,每一种实际物质均由“土”、“水”、“气”、“火”这四种元素之一或全部组成。这四种元素能按任何比例结合而生成荷蒙米利亚,它们是组成血、石头、肉的微粒。这些微粒再结合起来,形成安荷蒙米利亚,如脸,手等等。

元素及其微粒结合的方式有三类:合成、化合和掺合。他用这种结合去解释他所知道的一切化学现象。为了说明四元素的存在状态和它们之间的相互转化,他提出了元素可以和一组“质”并存的设想。基本的“质”有四种,即热、冷、干和湿,它们可以组合成四对,即热和干、湿和热、冷和干以及冷和湿。这四对质分别隶属

^① 亚里士多德是继柏拉图之后的希腊世界最伟大的思想家、哲学家和科学家。他曾师从柏拉图,并且是柏拉图的得意门生,但是后来,他还是创立了与柏拉图非常不同的哲学体系。对此,他说过一句名言,“我爱柏拉图,但我更爱真理”,今日人尽皆知的“吾爱吾师,吾尤爱真理”即出自于此。

于四元素:火是热和干的,气是热和湿的,水是冷和湿的,而土则是冷和干的。他认为,由于这些质在程度上可以任意变化,于是一种元素完全可以变成另一种元素。例如,由于气和水都含有湿,所以只要以冷克热,即可变气为水。

亚里士多德用“四元素说”来解释自然界一切物体的物理运动。他认为,四种元素都具有达到它们原来各自静止的“天然位置”的趋势或意向:土元素在最底层,即地球的中心是它的天然位置,土的天然位置之上依次是水、气和火的天然位置,后者已接近月亮天层。元素的这种趋向天然位置的意向是月下区物体作天然运动的原因。对月上区,亚里士多德则认为它是一个完美的地区,它们中的一切如月亮、水星等天体,均由另一种元素“以太”组成。以太是完美的,由它构成的天体都是球体并作圆周运动,因为球和圆都是完美的。他还认为,自然界的一切活动是有秩序的,这种秩序呈现出一种目的性,形式就是构成这种目的性的本原。自然界的一切事物都是生成的,是由质料和形式而生成的。亚里士多德的自然观实际上是一种有机的宇宙生成论。

(三)人与自然的关系

在人与自然的关系问题上,亚里士多德认为,人是要依赖他所处的自然环境的,如果不能不断地适应自然环境,人就不可能生存下去。人的一切活动的目的在于求善,人在其行为中应体现出美德,而这也是出于适应自然环境之需要,因为善和至善也存在于自然界中,自然界的万物是依某种秩序安排的。亚里士多德认为“我们是由于自然界而适于接纳美德,又由于习惯而达到完善”,这种见解后来在斯多葛派那里得到进一步发挥。他们认为,按美德生活就是按照自然界万物所体现出来的秩序而生活,善就是以一种顺从自然而生活的方式,这也就是顺从人自己的本性和顺从万物普遍的本性而生活的方式。这种观念为人的生存立下了这样一条原则,即生活本身是变动不定的,但生活的真正价值则应当从自然界中不容变动的永恒秩序中去寻找。这种秩序只有靠人自己的认识能力才能把握它。在亚里士多德看来,求知是人类的本性,人是具有理性的存在,人可以通过求知而获得关于自然界秩序的完满知识。

亚里士多德是一位分科型的学者。他不仅融会贯通了此前哲学家的许多学术,形成了自己空前绝后的理论,而且在各门具体科学的研究中也做出了不少开拓性的贡献,在每一个学术领域都留下了自己的著作,从第一部哲学著作《形而上学》,物理学著作《物理学》、《论生灭》、《论天》、《天象学》、《论宇宙》,生物学著作《动物志》、《论动物的历史》、《论灵魂》,到逻辑学著作《范畴篇》、《分析篇》,伦理学著作《尼各马可伦理学》、《大伦理学》、《欧德谟斯伦理学》,以及《政治学》、《诗学》、《修辞学》等,他的著作几乎遍及每一个学术领域,开创了许多学科的先河。

可以说亚里士多德是一位名副其实的百科全书式的学者,他对西方科学的影响是无与伦比的。但是“一个伟大人物的出现往往会窒息数代人的思考”,亚里士多德这个伟大的天才在他死后长达 1000 多年的时间里,其权威一直是不容置疑的,因此在许多方面他又成为科学进一步发展的障碍。

三、希腊化时期的科学成就

亚历山大在埃及建立的城市亚历山大里亚是希腊化文化^①中最耀眼的明珠。在这里,产生了古代世界最杰出的科学家和科学成就。本讲所要介绍的是亚历山大里亚的科学,代表人物为科学巨匠——阿基米德。

阿基米德是古希腊的科学巨匠,是希腊化时期自然科学的杰出代表。他不仅在数理科学上是第一流的天才,而且在工程技术上也颇有建树。同时,阿基米德也是最富有传奇色彩的科学家,他的传奇故事很多,每一个故事都从一个侧面展露了希腊化科学的风采。

(一)阿基米德在数学方面的成就

有人说,阿基米德与牛顿、高斯是有史以来最伟大的三个数学家。阿基米德在数学方面的主要贡献是求面积和体积。在他之前的希腊数学不重视算术计算,关于面积和体积,数学家们顶多证明一下两个面积或体积的比例就完了,而不再算出每一个面积或体积究竟是多少,更不用说精确的 π 值是多少了。从阿基米德开始,或者说从以阿基米德为代表的亚历山大里亚的数学家开始,算术和代数开始成为一门独立的数学学科。阿基米德发现的一个著名的定理是,任一球的面积是外切圆柱表面积的三分之二,而任一球的体积也是外切圆柱体积的三分之二。这个定理是从球面积等于大圆面积的四倍这一定理推来的,据说,该定理遵照阿基米德的遗嘱被刻在了他的墓碑上。

只有直边形的面积以及直边体的体积才可以用算术简单地算出,而曲面的面积和由曲面的运动构成的三维体的体积都无法直接算出。阿基米德更进一步发展了欧多克斯所发明的穷竭法,从正六边形开始一直计算到正96边形周长,求得 π ,取两位小数得 $\pi=3.14$ 。除球面积和球体积的计算外,阿基米德还在抛物面和旋转抛物体的求积方面还做了许多杰出的工作。

阿基米德在数学方面的另一著名工作是创造了一套记大数方法,这种方法记载在他流传下来的《恒河沙数》(原名《砂粒计算者》)一书中。当时希腊人用字母记数,记大数尤其不方便。如何表示这个惊人的数字?阿基米德把数字分为若干级,从1到 10^8 为第1级,从 10^8 到 10^{16} 为第2级,从 10^{16} 到 10^{24} 为第3级,直到 $10^{8 \times 10^8}$,以P表示。但P仍不过是记数法的第一位,P2是第2位,P3是第3位,直到P 10^8 是第 10^8 位。阿基米德按照当时流行的宇宙论推测,宇宙中的砂粒是一个第8级数字,只用了第1位数字。

^① 亚历山大是亚里士多德的学生,他不仅是一位军事奇才,也很重视学术事业的发展。在他金戈铁马的生涯中始终有一批学者跟随。每到一地,地理学家们绘制地图,博物学家们收集标本。据说,亚里士多德的生物学研究大大得益于这些珍稀标本。

亚历山大10余年南征北战,终于建立了一个横跨欧亚非的庞大帝国。亚历山大所创建的希腊帝国以东方为中心,但以希腊文化为统治文化,因此希腊文化随着亚里山大的远征传播到了更广大的地区。从此,这些地区的文化也被称为希腊化文化。

(二)阿基米德在物理学方面的贡献

阿基米德在物理学方面的工作主要有两项:一是关于平衡问题的研究,如杠杆原理。另一是关于浮力问题的研究,如物理学中的浮力定律。阿基米德这两方面的工作记载于他的著作《论平板的平衡》和《论浮力》中,所幸的是这两部著作都流传下来了。

在《论平板的平衡》中,阿基米德用数学公理的方式提出了杠杆原理,即杠杆如果平衡,则支点两端力(重量)与力臂长度的乘积相等。在这里,重要的是建立杠杆的概念,其中包括支点、力臂等概念。另外,为了使一般的平面物(如平板)适用于杠杆原理,阿基米德还建立了“重心”的概念。有了重心,任何平板的平衡问题都可以由杠杆原理解决,而求重心又恰恰可以归结为一个纯几何学的问题。杠杆原理解释了为什么人可以用一根棍子抬起很大的石头。对此,阿基米德有一句名言:给我支点,我可以撬动地球。

有关浮力的传说^①更是为人熟知。阿基米德根据一次浴盆经验总结出了浮力定律:浸在液体中的物体所受到的向上的浮力等于物体排开液体的重量。这个原理定量地给出了浮力的大小,是流体静力学的基本原理之一。

希腊化时期,值得我们记取的人物和思想还有很多。天文学方面值得一提的是托勒密(约公元90—168年),在其代表作《天文大全》中,他沿袭柏拉图和希帕克的天文学思想,最终完善和发展了一套完整而精致的“地心学说”。该学说设想出描绘宇宙图景的一种几何结构,其中心是地球,所有的天体包括太阳都是围绕着地球在旋转,旋转的轨道由本轮、均轮决定。并且托勒密在其著作中,对绕地球旋转的天体的位置有过大量较为精确的计算。

在生理医学方面,盖伦继承和总结了希波克拉底、亚里士多德以来的医学和生理成果,在对人体的心脏和血管系统、大脑神经、肾脏和膀胱等系统或器官研究方面均有独到的发现。第一次提出了产生人的心理活动的器官是人的大脑。此前,人们一直认为心脏是产生心理活动的器官。盖伦著作颇丰,代表作有《人体各部分的功能》等。

公元前322年,亚里士多德去世,一代天骄亚里士多德的仙逝,瞬间带走了希腊文化的辉煌。同年希腊最伟大的统治者亚历山大大帝驾崩,雅典随着这些伟大人物

^① 即阿基米德解皇冠之谜的故事。有一次,希腊国王请人用黄金打了一顶王冠,打好之后,国王总觉得不太像是纯金的。为了证实工匠是否在其中掺假,于是请了当时有名的科学家阿基米德来解决这个问题,当然前提是不能破坏这顶王冠。阿基米德苦思冥想,怎么也找不到解决这个问题的新方法。有一天,他正在思考这个问题,仆人让他去洗澡。当他坐进浴盆时,由于仆人把水放得太满了,水一下子溢了出来。他漫不经心地看着溢出来的水,豁然开朗:溢出水的体积不正好等于他自己的体积吗?如果把王冠放到水里,根据水面上升的情况,可以得出王冠的体积,然后把与王冠同重量的黄金放在水里浸一下,就可以知道它的体积是否与王冠的体积相同。想到这里,阿基米德激动地从浴盆里跳了出来,光着身子跑了出去,大声叫着,“尤里卡,尤里卡”。尤里卡,希腊语,即发现了。为了纪念这一事件,现代世界最著名的发明博览会以“尤里卡”命名。这有点类似于我国三国时期曹冲称象的故事。在阿基米德生活的那个年代,人们还没有密度的概念,因此只能用这一“笨办法”来解决问题。

的离去而逐渐走向没落。凯撒大帝夺过亚历山大的马鞭,驱赶着大军,东征西讨,建立了比希腊帝国更强大的罗马帝国,政治、经济和文化中心从雅典转到了罗马。

第二节 黑暗的中世纪——西方不亮东方亮

罗马人不同于雅典人,作为军事奇才和政治老手的罗马人,在科学方面却是十足的低能儿。他们面对希腊古典时期和希腊化时期留下的丰富的科学遗产,不仅没有增添新的贡献,反而将这些遗产丢弃了。这可能是由所谓的罗马人的性格所决定的,他们注重实际,不喜欢玄想,对待理性知识缺乏应有的热情。

古希腊人开创人类科学精神之先河,创造了人类文化史上无比灿烂的成就,值得惋惜的是,在黑暗的中世纪它只能让位于“在永恒无限的层面上关注人类的来源与归宿”的宗教。这对于希腊文化是一种毁灭性的打击,一时间希腊文化被视为异教,必被置之死地而后快。

罗马帝国的后期,古典文化的光辉一点点地消失了,整个欧洲进入了暗淡无光的中世纪,也是欧洲文化的沙漠世纪。公元最初的 500 年是古典文化持续衰落的时期。基督教的兴起^①、柏拉图学园被封和亚历山大图书馆被烧,可以看成是古典文化衰落的标志和里程碑。经济大倒退、文化跌入低谷,人们的精神处于愚昧和迷信之中,希腊古典文化在东罗马的首都奄奄一息了。

但在东方,作为文明古国的中华帝国却射出耀眼夺目的科学技术之光华。中国人的四大发明为欧洲的文艺复兴准备了条件,阿拉伯人继承了希腊的科学遗产,成了科学火种的保存者。本节的主要内容阿拉伯人的科学与技术以及中国对世界科学的贡献等。

世界三大宗教除了基督教,还有公元前 5 世纪之后印度兴起的佛教及公元 7 世纪在阿拉伯半岛上则形成的伊斯兰教。伊斯兰教的兴起对于阿拉伯帝国的形成起了重要的作用。公元 8 世纪随着阿拉伯帝国的形成,阿拉伯人的文化事业开始兴盛起来。

一、阿拉伯的科学与技术

阿拉伯人一定程度上继承了希腊的文化遗产。在阿拉伯帝国极盛时期,阿拉伯人得到了许多希腊书籍,阿拉伯帝国掀起了一股翻译希腊学术著作及典籍之风。欧几里得的《几何原本》大约于公元 800 年译成阿拉伯文,托勒密的《天文学大成》于 827 年译成阿拉伯文,成为著名的《至大论》。大翻译运动使阿拉伯人很快掌握

^① 基督教的兴起在科学史上的意义是反面的,它标志着古典文化被抛弃的历史命运已经注定。信仰取代了对于事物的钻研,探索自然的热情被窒息,一种取代正在衰落中的古典文化的新型文化已经出现。总的说来,在基督教文化占统治地位的中世纪,欧洲在自然科学方面没有做出什么有意义的工作。但在 500 年最黑暗的年代中,基督教会保存学术方面也做出了一定的贡献。

了最先进的科学知识,为进一步的科学创造打下了基础。巴格达成了当时的学术中心。

在阿拉伯人所做的科学工作中,首先要提到的是炼金术,炼金术正是在他们手中发展成一门较大的学科。西文“炼金术(alchemy)”一词正来自阿拉伯文。

阿拉伯前期最著名的炼金术师是贾比尔·伊本·哈扬(约公元721—815年)。他有大量的著作传世,贾比尔对炼金术的最大贡献是提出了金属的两大组分理论^①。在贾比尔的著作中,记载了大量的有价值的化学实验。他所开创的炼金术传统,摒弃了传统炼金术的神秘主义成分,是近代化学的先驱。

阿拉伯的第二位炼金术大师是阿尔·拉兹(约850—925),生前是巴格达的一位非常著名的医生。他继承了贾比尔的炼金术传统,少谈神秘之术。他的著作《秘密的秘密》中记下了不少化学配方和化学方法。他发展了贾比尔的组分理论,增加盐为第三种成分。汞、硫、盐的三组分理论一直流行到17世纪波义耳的《怀疑的化学家》出版为止。

虽然从今天的眼光看,炼金术无疑不能称之为科学,它的目标是“使贱金属变成贵金属”,这用化学的方法是根本不能实现的。但从历史的角度来看,炼金术确实是一门“准科学”,是化学史上极为重要的一段,近代化学就是从炼金术中脱胎而出的。西文中的许多化学名词如碱(alkali)、酒精(alcohol)、糖(sugar)等都是从阿拉伯文引入的。

阿拉伯人本来没有多少数学,他们是在吸收了印度和希腊人的数学成就之后,创造了有自己特色的数学,特别是代数。花拉子模是阿拉伯数学的开创者。花拉子模闻名于世的工作是写了一部论印度数字的书和一部《复原和化简的科学》,将印度的算术和代数介绍给了西方,使之成为全人类的共同财富。比如我们常称的1,2,3,4,5,6,7,8,9,0这些数字为阿拉伯数字,实际上是印度数字,只不过西方人是通过阿拉伯人特别是花拉子模的著作知道的,因而误认为是阿拉伯数字。

阿拉伯天文学的主要成就是在新的观察基础上对托勒密体系的完善。此外,他们通过运用印度天文学家发明的正弦表,使球面三角成为天文观测和天文计算的一种极为有效的工具。托勒密体系通过阿拉伯人延续到了现代。

在阿拉伯的历史中,出现过一位继阿基米德之后的又一位著名的物理学家——阿尔·哈里,其成就主要集中于《论视觉》一书中。阿尔·哈里留下了许多光学和天文学著作,如在此之前的人认为,人能看见东西是因为从人眼睛里发出光线经过物体然后又反射回来了,阿尔·哈里纠正了这一看法,他认为人的眼睛并不发射光线,所有的光线均源于太阳。人之所以能看见物体,是因为物体反射了太阳光。这无疑是光学史上的一次重大变革。

^① 金属的两大组分理论认为,所有的金属都由硫和汞这两种物质按一定的比例化合而成。硫具有易燃性,汞具有可塑性和可溶性。黄金富含汞,贱金属富含硫,改变金属中这两种物质的比例,就可以改变金属的贵贱。其重要意义在于,金属的两大组分理论第一次在炼金术士的化学实验中引入了定量分析的方法。