

主编 / [美] 戴尔·古德

康普顿百科全书

自然科学卷



中国商务印书馆

美国康普顿知识出版社

Compton's
Encyclopedia

康普顿百科全书

自然科学卷

〔美〕戴尔·古德 主编
周志成 等编译

中国商务印书馆
美国康普顿知识出版社

2003年·北京

图书在版编目(CIP)数据

康普顿百科全书. 自然科学卷/(美)古德主编;周志成等编译. —北京:商务印书馆,2003

ISBN 7-100-03256-3

I. 康... II. ①古... ②周... III. ①百科全书-美国-现代 ②自然科学-百科全书 IV. Z271.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 013277 号

所有权利保留。

未经许可,不得以任何方式使用。

康普顿百科全书

自然科学卷

〔美〕戴尔·古德 主编

周志成 等编译

商务印书馆出版

(北京王府井大街36号 邮政编码 100710)

商务印书馆发行

北京冠中印刷厂印刷

ISBN 7-100-03256-3/Z·35

2003年11月第1版

开本 787×1092 1/16

2003年11月北京第1次印刷

印张 33½ 插页 2

定价: 55.00 元

康普顿百科全书

自然科学卷

王选题



《康普顿百科全书》中文版编译出版委员会

主 任 徐式谷

顾 问 金常政 徐慰曾

委 员 (以姓氏笔画为序)

江 远 杨枕旦 李 平 吴延佳 吴衡康 张二国
张曼真 陈成谱 周志成 赵景纯 徐奕春 常绍民

康普顿百科全书

自然科学卷

中译本

分卷编译委员会

主 编 周志成
编 委 王碧泉 刘宗礼 陈祖荫
陈慧英 吴延佳 魏国洪

译 校 者

丁辽生	卢鼎霍	李 竞	李赋宁	应幼梅	张天佑	陈子欣
周 茵	周志成	金常政	施萃善	徐述华	唐子健	黄士鹏
龚定金	盛红昱	盛志浩	傅祚华	戴中器		

前 言

《康普顿百科全书》是美国最畅销、最著名的几套百科全书之一。1922年初版问世后,经不断增订,该书深受广大读者的青睐,被誉为是一部文字浅显易懂、生动有趣的家用阅读百科和教学参考全书。1994年版全书26卷,分正篇和事实索引两部分,内附精美插图10000余幅,约合中译文1700万字。正篇部分25卷,收词条5700条,均由各科专家精选、撰写,再由作家和编辑共同加工而成。其中重要词条,数千或上万字不等,实际上就是一篇全面扼要地介绍某项事物或某种知识的文章或小册子。事实索引部分为全书最后一卷,收资料性词条28500条,以极简练语言介绍各项资料性内容,我馆拟待全书正篇部分出齐后另行编译,读者若将其与正篇部分词条内容相互参照,可进一步获取相关信息。

《康普顿百科全书》以青少年和中等文化程度的社会各界人士为主要读者对象。其行文力求将知识性、科学性和趣味性融为一体,极易将读者引入知识的殿堂。我馆与康普顿知识出版社签约,在购得该书1994年版中文翻译版权后,旋即将其列为馆内重点出版项目,并成功地将其申报为国家重点图书,进而纳入九五出版规划。为确保全书的编译质量,便利读者进行系统阅读或检索,培养读者对某些学科或专业的兴趣,迅速增长科学知识,提高自身综合素质,我们先后邀请中国社会科学院、中国科学院、北京大学、中国大百科全书出版社等科研、教学和出版单位数百位专家、学者和编辑参加编译工作,在编译过程中,删除全书有关中国内容的词条83条,适当压缩部分篇幅较长的有关美国、加拿大内容的词条,将原书正篇部分原来按英语字母次序排列的词条打乱,重新按各大学科组合分类编排,分为自然科学、生命科学、社会与社会科学、技术与经济、文化体育等5卷。各卷独立成册,以便读者根据各自需要,单卷或成套购买。

需要说明的是,我们在编译《康普顿百科全书》时,对原文只译不改,因此,原书中某些词条所反映的观点,仅代表原著者的看法。由于编译工作工程量浩大,科目繁多,编辑与审订人员的学识、能力有限,部分词条的分类可能不够准确,译文质量亦难免参差不齐。我们虽始终注意各种译名、术语的统一等问题,但终究难免会有一些缺憾。我们热忱期待读者的批评和建议,以便今后予以修正。

商务印书馆编辑部

2003年9月·北京

Director Dale Good
COMPTON'S ENCYCLOPEDIA

COPYRIGHT © 1994 by **COMPTON'S LEARNING COMPANY**

本书由美国康普顿知识出版社授权出版

© 1994 Compton's Learning Company. Published under license from Encyclopaedia Britannica, Inc.

Translated and printed by The Commercial Press, Beijing.

No part of this work may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage and retrieval system, without permission in writing by the publisher.

词 条 分 类 目 录

科学	科学	1	科学领域	12	信息论	14	控制论	16	伪科学	17	度量	17	米制	22	度量衡	22	数学		数学	27	算术	32	减法	36	乘法	36	分数(普通分数和十进分数)	36	对数	38	代数	38	几何学	52	三角学	59	微积分学	62	概率	65	命数系统和数	66	罗马数码	71	图和图表	72	算盘	79	计算器	80	欧几里得	81	阿基米德	82	阿波罗尼奥斯	82	笛卡儿	82	费马	83	帕斯卡	83	惠更斯	83	夏特莱	83	欧拉	84	班纳克	84	拉格朗日	84	拉普拉斯	84	傅里叶	84	高斯	85	巴贝奇	85	施泰纳	85	阿贝尔	85	布尔	86	黎曼	86	康托尔	86	弗雷格	86	科瓦列夫斯卡娅	86	庞加莱	87	蒂拉克	87	怀特海	87	希尔伯特	87	拉马奴金	88	维纳	88	柯尔莫哥洛夫	88	哥德尔	88	物理学		物理学	88	原子核物理学	93	等离子体和等离子体物理学	95	固体物理学	95	物质	96	原子粒子	101	夸克	106	反物质	107	分子	107	真空	107	万有引力	108	能量	110	太阳能	116	核能	116	固体	127	半导体	129	晶体	129	液晶	133	液体	133	虹吸管	133	液态空气	134	胶体	134	冰	134	空气	134	渗透作用	137	摩擦	138	热力学	138	热	138	火	141	低温学	143	光学	144	光	145	颜色	152	光谱和分光镜	157	透镜	160	全息术	161	荧光	162	声学	162	声音	164	回声	168	电	168	磁体和磁学	178	辐射	182	放射性	189	红外辐射	195	紫外辐射	195	X射线	196	激光器和微波激射器	199	微波激射器	201	相对论	201	第四维	203	力学	203	量子力学	209	摆	209	风洞	210	牛顿	211	华伦海特	212	普里斯特利	212	安培	212	法拉第	212	亨利	212	哈密顿	213	亥姆霍兹	213	开尔文勋爵	213	斯旺	214	麦克斯韦	214	范德瓦耳斯	214	马赫	214	伦琴	214	迈克耳孙	215	汤姆森	215	赫兹	216
----	----	---	------	----	-----	----	-----	----	-----	----	----	----	----	----	-----	----	----	--	----	----	----	----	----	----	----	----	---------------	----	----	----	----	----	-----	----	-----	----	------	----	----	----	--------	----	------	----	------	----	----	----	-----	----	------	----	------	----	--------	----	-----	----	----	----	-----	----	-----	----	-----	----	----	----	-----	----	------	----	------	----	-----	----	----	----	-----	----	-----	----	-----	----	----	----	----	----	-----	----	-----	----	---------	----	-----	----	-----	----	-----	----	------	----	------	----	----	----	--------	----	-----	----	-----	--	-----	----	--------	----	--------------	----	-------	----	----	----	------	-----	----	-----	-----	-----	----	-----	----	-----	------	-----	----	-----	-----	-----	----	-----	----	-----	-----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	-----	-----	------	-----	----	-----	---	-----	----	-----	------	-----	----	-----	-----	-----	---	-----	---	-----	-----	-----	----	-----	---	-----	----	-----	--------	-----	----	-----	-----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	----	-----	---	-----	-------	-----	----	-----	-----	-----	------	-----	------	-----	-----	-----	-----------	-----	-------	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	------	-----	---	-----	----	-----	----	-----	------	-----	-------	-----	----	-----	-----	-----	----	-----	-----	-----	------	-----	-------	-----	----	-----	------	-----	-------	-----	----	-----	----	-----	------	-----	-----	-----	----	-----

普朗克	216	碱金属	245	氯仿	274
居里一家	216	钠	245	多氯化联苯	274
卢瑟福	217	钾	246	碳水化合物	275
金斯	217	碱土金属	246	聚合物	275
迈特纳	217	镁	247	塑料	276
爱因斯坦	218	钙	247	氨基酸	281
玻尔	218	镭	247	催化剂	281
薛定谔	219	铝	248	腐蚀	281
拉曼	219	碳	249	炼金术	282
康普顿	219	一氧化碳	251	拉瓦锡	282
泡利	220	二氧化碳	251	李比希	282
费米	220	氟碳化合物	252	本生	282
海森伯	220	硅	252	巴斯德	283
狄拉克	220	锡	252	门捷列夫	284
奥本海默	221	铅	253	霍普金斯	284
梅耶夫人	221	氮	253	哈恩	284
朝永振一郎	221	硝酸	255	尤里	285
汤川秀树	221	磷	255	鲍林	285
朗道	222	砷	256	霍奇金	285
巴丁	222	氧	256	西博格	286
特勒	222	硫	256		
阿耳瓦雷茨	223	二氧化硫	257	天文学	
吴健雄	223	硫酸	257	天文学	286
富兰克林	223	硒	258	太阳系	299
萨哈罗夫	223	卤素	258	太阳	304
杨振宁	223	氟	258	行星	307
穆斯堡尔	224	盐酸	258	月球	313
盖耳-曼	224	碘	258	食	317
环境*	224	铜	259	极光	319
同位素*	224	银	261	流星和陨石	319
超声	224	锌	261	小行星	320
统一场论	225	镉	262	土星*	320
		汞	262	彗星	321
化 学		铀	262	恒星	322
化学	225	钛	264	超新星*	327
分析化学*	230	钒	265	脉冲星	327
化学分析	230	铌	265	类星体	327
物理化学	232	钽	265	黑洞	328
电化学	235	铬	265	星系*	328
无机化学	237	钼	266	宇宙线*	328
溶液	239	钨	266	宇宙学	328
溶剂	239	锰	266	宇宙*	331
酸和碱	240	铁	266	星座	331
离子*	240	钴	267	地外生命	334
化学元素	240	镍	267	占星术	335
元素*	242	铂	267	天文台	336
周期表	242	有机化学	268	天文馆	338
惰性气体	244	苯*	272	天文爱好者活动	339
氮	244	醇	272	时间	340
氟	244	甲醇	274	历法	343
氢	244	甲醛	274	年*	344

季节	344	冰期	384	潮汐*	444
月*	345	冰川	387	海底观察员*	444
一月*	345	冰山	388	海市蜃楼	444
二月*	346	地震	389	气象学	446
三月*	346	火山	391	大气	446
四月*	346	岩石	394	气候	448
五月*	346	熔岩和岩浆	397	天气	453
六月*	346	玄武岩	397	温室效应	459
七月*	346	花岗岩	398	云	459
八月*	346	石灰岩	398	降雨	460
九月*	346	斑脱岩	398	雪	462
十月*	346	矿物	398	霜	463
十一月*	346	沙	401	雾	463
十二月*	346	云母	402	虹	463
星期*	346	大裂谷	402	闪电	464
夏令时	346	大陆	402	风	465
托勒密	346	高原	405	飓风*	471
欧玛尔·海亚姆	346	山	406	风暴	471
哥白尼	346	峡谷	407	气溶胶	473
伽利略	347	谷	408	干旱	474
开普勒	347	洞穴	408	测量	474
卡西尼	348	草原	410	地图和地球仪	475
雷恩	348	荒漠	411	地球仪*	482
哈雷	348	绿洲	413	纬度和经度	482
赫歇尔	349	沼泽	414	国际日界线	486
米切尔	349	水	415	方位	488
纽科姆	349	泉	423	城市	493
坎农	349	间歇泉和喷气孔	423	环境污染	501
阿尔文	349	自流井*	424	酸雨	504
范艾伦	350	河流	424	噪声	505
萨根	350	三角洲	425	垃圾和废渣的处理	505
地球科学		瀑布	426	有毒废物	507
地球科学	350	瀑布线	427	墨卡托	508
地球	351	湖泊	428	赫顿	508
新开拓地	375	半岛	429	洪堡	508
赤道	381	岛屿	429	莱伊尔	509
半球	381	海洋学	429	莫里	509
地质学	382	海洋	438	鲍威尔	509
板块构造学	384	海滩和海岸	441	缪尔	509
		海洋波和潮汐	442	魏格纳	510

附注:词条右上角*符号表示该词条仅列词条名,具体内容参见相关词条。

附:汉语拼音索引	511
汉语笔画索引	514
英汉词目对照表	517

科学 SCIENCE 人们不停地对周围的世界进行探索、实验、创造和检验。研究物理现象、生命现象和社会现象的智力活动就是科学。致力于科学研究的人称为科学家。他们为了追求所探索的问题的答案,往往献出了整个一生。这种发展中的研究活动经常产生科学探究的新领域。

虽然科学研究的许多领域是互相关联的,还是建立了一个个专门的学科或者说门类。科学的三大门类是物理学、生物科学(或者说生命科学)和社会科学。(见:科学领域)

有的科学家从事研究工作只是因为他们需要研究。他们从事研究,获得知识,也许只是为了知识本身。这些科学家所从事的是基础科学,或者说纯粹科学。他们的研究工作也许与日常生活有关,也许完全不相干。反过来,从事应用科学的科学家往往心里有一定的目的,可能是一种产品,可能是一个过程,或许与一种行业有关,或许与人类的其他的的需求有关。应用科学家往往利用其他科学家最近获得的资料以及纯粹科学所积累的知识。

科学在社会中的重要性

科学在社会中起着重要的作用。即使不是科学家,也能意识到科学的进展。因为科学的缘故,人们过去、现在和未来的理解是始终处在不停的变化中的。例如关于宇宙飞船在月亮上着陆这样的设想,如果几十年前提出来,会被认为是不可能的事情,而在今天,这是科学进展的一个标志。因为科学的探索永无休止,有的事情,一度被认为只是科学幻想小说的材料而不予考虑,例如在火星上着陆,现在看来也是必然会实现的。

日常生活中差不多各个方面都能见到科学技术。例如,如果当初没有发现电,如今就不会有电热器、电灯、电视等各种电器。无线电、电视、钟表,以及计算机里的电子元件,比起以前来体积变小了,性能更加可靠了。电子学的进步导致了所谓计算机时代。有了计算机技术,信息的加工几秒钟内就能完成。

计算机在一个时期里曾经是非常昂贵的。在实验室和大企业以外的地方很少见到计算机。现在因为计算机的制造更为经济,在许多家庭、学校、商店、图书馆里都可以见到它们。计算机向旅行代理商提供航班表、价格,以及可乘坐的座位等等情况,促进了旅行计划。企业利用计算机查对货物清单,买卖货物,计算员工薪水,以及完成其他许多工作。计算机还用来作为学校的教学工具,用来监控家庭的供热系统,以及用来为人造卫星和宇宙探测器导航。计算机的微处理器今后将在外层空间生产,因为那样的环境里没有地球上的尘埃和重力。

在物理学方面,核能的发现对世界产生巨大的影响。它用于核武器,而在有些地区它为家庭提供了电能。在过去的几十年里,物理学家修订了关于原子的概念。他们一度把原子看作物质的基本组成单位。利用粒子加速器,已经确定原子本身是由许多种基本粒子组成的。这些基本粒

子由于特殊的力量聚集在一起。(参见:原子粒子;核能)

物理学家还发明了激光。激光产生汇集的光束。它用于医学、工业、通讯、航行,以及军事(见:激光和微波激光器)。20世纪80年代后期,物理化学领域里的科学家在实验室里生产了一类新的超导物质。从理论上说来,只要保持超导温度,电流可以通过超导体永远流转。这种所谓高温超导在粒子加速器、计算机、输电线路,以及磁悬浮超速火车等等方面有许多潜在的应用。(见:低温学)

人与疾病的斗争也大大地得益于科学。现在正在使用更加安全的外科手术,包括那些用于器官移植、冠状动脉分流的外科手术。许多操作因为特种医疗器械的发展得到了改进。有些器械能使医生看到人体内部的情况而不留下一个切口。有些器械能够实现人体的基本功能,例如血液循环和呼吸。医学研究者在生产人造血液方面获得了进展。人造血液最终会消除在输血过程中传染疾病的威胁。艾滋病,或者说获得性免疫缺陷综合症,就是这些疾病当中的一种。这种致死的疾病侵犯人的免疫系统,使人的免疫系统不能防御传染。

许多其他的科学进展能使人显著地改变环境。科学家们现在知道,向空气里释放某些合成的化合物会造成例如臭氧层破坏这样的危险的空气变化。人们害怕臭氧层的损坏会增加从太阳进入空气的紫外线辐射量从而大量增加皮肤癌的发病率。人们也知道,燃烧矿物燃料会大量增加空气中的二氧化碳。后者具有捕获太阳的热的作用,造成所谓温室效应。空气平均温度因此不断提高,南极、北极的冰盖将会融解,海洋中的水将会增加,人们担心这将提高海平面,淹没沿海地区。为了获得更多关于这种潜在危险的信息,科学家对臭氧层和空气中的二氧化碳进行监视,并对从人造卫星获得的计算机绘制的图像进行研究。

人们对地球上石油的有限供应有了进一步的了解。这是科学进展的又一个标志。因为关心未来世界的能量需求,人们一直在研究可以替代的其他能源,其中包括太阳能、核能、风能、波浪能,以及地球内部的热能。(见:能量)

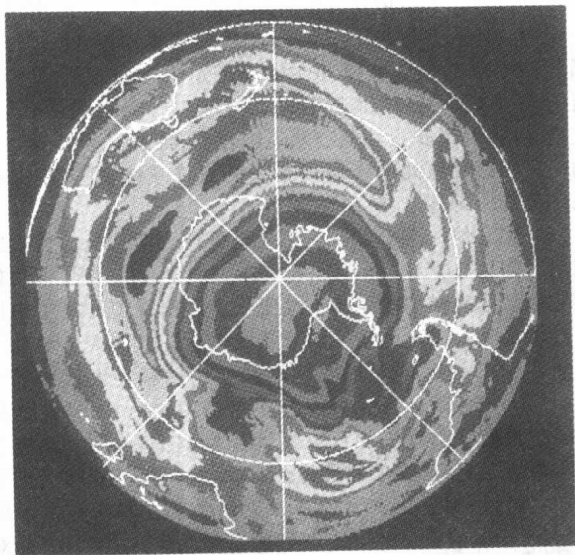
科学地解决问题

有科学头脑的人一般都相信因果关系。他们觉得大多数事物都有一个完美的自然的解释。例如为什么牛乳会变酸,为什么有的叶子到了秋天变红,而有的变黄。这都是原因的。像这样容易观察到的变化称为现象。现在,有些普通的现象人们并不完全理解,还有一些现象则完全无法解释。相信有果必有因,这在科学方法上起着重要的作用。例如人患艾滋病的原因一度是不知道的。虽然如此,科学家们相信必然存在着原因。一旦他们发现它是由一种病毒引起的,他们就可以找寻治疗的途径。如果每个人都相信刚刚遇到的疾病并没有自然的原因,那么在研究如何加以控制方面必将一事无成。

科学家耗费大量的时间进行观察,收集信息,或者说数据。他们用科学的方法工作。科学家也许最初是被某一个具体问题引起了兴趣。他们通过不同的途径意识到这些问题。有的时候他们是通过偶然的观察发现问题的。他们意

识到这些问题也可能是阅读的结果,也可能是通过实验室的实验产生的,也许就是通过思索想出来的。问题一经牢牢地抓住,科学家就尽量研究它的一切。这种研究经常包括学习有关的书籍和期刊,其中包含有关这个问题的知识。这种学习称为文献调查。

科学家在收集和分析了数据以后,提出一个精炼的猜想。这种猜想称为假说。然后科学家设计实验,验证这种假说。实验可能包括设计一个理论模型,由计算机加以模拟和验证。不管实验采取什么样的形式,科学家必须从实验得出测量的或者其他的的数据。数据的分析或者说明假说是正确的,或者说明假设需要修改。



一幅经过计算机增强处理的卫星地图,用于观测南极上空大气中的臭氧水平。它显示南极地区上空每年春季开始出现的臭氧空洞。

经过修改和重新试验的假说,可能被同样对这个问题感兴趣的其他科学家所接受。他们会重复实验,验证这个假说的正确性。一种思想、一个模型,或者一种解释,经过严格地试验分析而被科学界接受了,称为理论(或学说)。理论将继续成为公认的解释。除非获得了新的信息,科学界因此否定了这项理论。科学家的持续的仔细的检查有助于避免错误的发生。

科学的哲学

人类总是对环境感到好奇。如何解释人类的起源和命运,是最基本的探索之一。研究人与宇宙的关系,或许就是自然哲学的开端。社会各界都曾尝试对人类起源以及人在自然界中的作用作出解释。哲学家、神学家,以及科学家都曾谈论过这些问题。

宗教曾经对科学界的发现和见解有过巨大的影响。例如意大利的自然哲学家伽利略用他发现的天文学真理说服罗马天主教时就曾遇到巨大的困难。他的日心说与教会承认的地心说是矛盾的。他因为所从事的观察而受审判。由于他坚持主见,他在一生中的许多时间内受到严密的监视。

另外一个历史性的争论集中于地球的年龄。许多宗教的教义说地球的年龄是6 000年;而科学家们认为地球比这老得多,有46亿年历史。这两个例子都说明科学与宗教是以不同的方式获得有关地球的知识。

科学和哲学一样,强调逻辑的应用。事实上科学可以看作是缜密的逻辑系统。它企图通过观察现象来回答问题。科学的方法是科学家应用的逻辑系统,只不过有的科学在应用逻辑上有所不同罢了。科学家在试图解决问题的时候,他们可能会应用一个模型。这个模型是建立在事件的合乎逻辑的、似乎可能的结合上的。然后,对这个模型也像对假说那样,作出预言。如果预言被证明是错误的,就来修改模型;如果模型通过了考验,就成为描述这个理论的逻辑模型。这种性质的理论模型已被用来研究经济、原子构造、宇宙、进化,甚至生命的起源。

科学和哲学不一样,科学强调结果的可重复性。这说明一组给定的情况应该总是产生同样的结果。科学理论在被证实以前,科学界是不会承认的。证实一个理论的一种方法是让别的实验室的科学家重复这项实验或计算。用另外一组材料和方法,这些科学家可以重复这项实验,检验原先报告的正确性。这种漫长细致的过程将确认原来的结果不是偶发事件,也不是对事件的错误的解释或者操作过程中的差错。

一种情况经过若干科学家的调查研究,可以确定最正确的因果的叙述。科学中的许多问题可以叙述为“如何……?”,“为什么……?”,以及“什么原因决定……?”这些都是为了确定因果的。在有许多因素或者说变量同时影响一个系统的时候就会发生困难。变量在不同的情况下有不同的值。在一类实验室试验里,所有的变量中只有一个是不可控制的。不可控制的变量称为实验变量,其他的变量称为控制变量。这种试验方法称为控制实验法。

火——最早的发现之一

在有记载的历史以前的几千年里,人们不知道科学。虽然如此,在这“前科学”的时期里已经有了许多重大的发现和发明。其中一项发现是利用火,使火工作。

有些动物本能上害怕火,而人却不知怎么地发现火可以控制,可以在一个地方保存下来。没有人确切知道这种发现最初是什么时候出现的。虽然如此,考古学家已经查明人类在冰期就已经开始用火烹饪和取暖。如今这同一个热源用来为涡轮机产生蒸汽。

早期的狩猎方法和农业

早期的人类也利用火来帮助打猎和杀死动物作为食物。有一种称为火攻的方法使少数人不费多大力气就能杀死几只动物。首先,必须在夏季草枯的时候找到在悬崖峭壁附近吃草的动物。然后,当风朝着合适的方向吹的时候,少数猎人用火把点燃枯草。火焰驱使动物跌落悬崖。早期的猎人利用这样的火攻只用少量的人力就能吃到比整个星期用矛、棍棒打猎能够得到的更多的动物。

在很久的一段时期里,人们遍地猎取野兽以供食用。人们偶然注意到狗这一类动物有一种本能,甚至在猎人不

能见到猎物时就能察觉猎物。它们往往跟随猎人,逐渐被训练用来找寻猎物以便猎人捕杀,然后与猎人分享猎物。人们终于明白了别的野兽也是可以驯养,供人使用的。他们也发现用不着长途跋涉去收集可供食用的植物,植物可以长在需要它们的地方,不久人类就开始栽种各种作物。

其他早期的发现

鞣革和纺织的原始的方法或许就是这个时候发现的。人们也学会了制作泥盆,储存用品。也许这种泥盆偶然落入火中结果成为最初的陶器。这种泥盆不能用于烹饪。因为泥盆不论是否经过燃烧,都是热的不良导体。代替的方法是把圆的石头放在明火里烧。当它们烧热了烧红了的时候,用木制或泥制的长柄勺子舀出来倒进一盆水里。石头因此加热水,烧熟了食物。直到20世纪初期,这种原始的烹饪方法还在某些地区应用。

轮子是又一项早期的发明。关于轮子的灵感也许来自利用圆木作为滚柱来移动重物。不管来源如何,轮子立刻得到广泛应用。把轮子放平了,可以用来帮助制造陶器。不过轮子最大的价值在于制造原始的车子用来运输重物。发明了水车作为提起水的工具。风车则成为动力的来源。

铜是最早被早期的人类使用的金属之一。和金、银一样,有的时候也能找到自然铜。它的延伸性极好,所以不用加热就可以锤打成各种形状。人也许是偶然发现怎样加热矿石和熔化金属的。从锡和铜的混合物产生了最早的青铜,得到了广泛的使用。

人在明白了矿石可以熔化之后,可能就用许多不同的物质进行了试验。这类工作往往只是造成浪费,但偶然也产生有用的结果。玻璃可能就是这样发现的。

熔化金属成了件平常的事情以后,或许不久就发明了金属货币。固定价值的货币使贸易和商业成为可能。铜用来制造价值最低的货币,银用来制造价值较高的货币,而金用来制造价值最高的货币。

文字的开端

文字开始于公元前几千年的美索不达米亚和埃及。用图画书写或许是记录人的见闻和感觉的最初的方法。它被称为象形文字,比任何种类字母的发展要早许多世纪。

在开始有文字的时候,一切上述的发现以及其他更多的发现已经完成。但是这些发现的实际应用都不是科学的。例如鞣革的人并不真的知道动物的皮肤是怎样转变成皮革的。他的有关鞣革技艺的知识只是从他的父亲和祖父那里学来的。他知道怎么做,不知道为什么这样做。制造玻璃的人和熔解金属的人不知道他们操作过程中的化学知识。各种工艺的工人都是如此。他们是技巧高超的手艺人,但是他们不知道他们的技艺或行业中包含的科学原理。

文字使科学的开端成为可能。它使人能够记录下来这一代人学会的东西,把它传给下一代人。当时并没有地理学、动物学或者植物学这些科学,然而有了文字就使古人

有可能描述各个地方、各种动物和植物,并列举它们的名称。他们就是这样做的。

科学在希腊的开端

现代科学中最早出现的科学都与数学有关。它们开端于美索不达米亚和埃及,后来传到希腊。

希腊哲学家阿基米德是个伟大的科学家,也是早期论述力学的重要的作者(见:阿基米德)。数学和力学在公元前600年开始的希腊的黄金时期里获得了实际的应用。几何学的知识广泛地被用于希腊的建筑。物理学的知识被用于建筑和战争。有了杠杆,才有可能在建筑中搬动巨大的石块。有了石弩,战士就能用它将分量很重的矛或者巨大的石头猛烈地投向敌人的防御工事。

古希腊人发展的另一门科学是天文学。他们能预报什么日子可以看到某个行星,它将在天空什么地方出现。这类科学现在称为“方位天文学”。(参见:天文学)

古希腊人开始对周围的世界提出了重要的问题。这是理论科学的开端。他们需要知道东西是什么制成的,它们是怎么得出来的。他们希望不仅制造东西,而且明白东西怎样和为什么会成为这个样子。提出这些问题和得到最初的答案(其中许多答案后来被证明是错误的)奠定了西方科学的基础。希腊人把他们的理论传给罗马人以及西欧其他民族。欧洲的科学在许多世纪里是建筑在希腊早期的理论上的。

罗马帝国

罗马人扩充了实用科学的范围。他们筑路的业绩在现代以前是无与伦比的。他们制作了最初的道路图,标明了沿路各站之间经过仔细步测的距离。他们建造了巨大的水渠,远距离地输水。

黑暗时代和中世纪

从罗马帝国结束到大约公元800年这一段时间常被称作黑暗时代。在这段时期里,欧洲在科学上没有什么进步。不过这个时候已经为后继的中世纪后期和文艺复兴时期的重要进展奠定了基础。

马镫或许是在黑暗时代里发明的。水车最初也是在那个时期里出现的。在小河和河流入海的地方水流推动水车,成为动力的来源。从水车又引出了风车,它大约是在1100年被采用的。罗盘也是差不多这个时候发明的。

造纸和火器

造纸术在13世纪传遍了欧洲。纸是中国人发明的。它先被波斯人,后被阿拉伯人采用。阿拉伯人把造纸工艺传到欧洲。

火药(不是枪弹的火药,因为当时还没有枪)和火箭是在13世纪引进欧洲的。它是早些年前中国发明的。

最早提起步枪的是1313年一本荷兰史书,说步枪是在德国发明的。最原始的平射炮图见于1326年的一本英国著作。

谷登堡的贡献

15 世纪谷登堡改进了实用的印刷方法。11 世纪中国人已经发明了活字印刷,但初期很少应用。谷登堡的印刷方法使科学的发展进入新的纪元。

在谷登堡以前,一个学生手抄一本书或许要花费整年的时间。在谷登堡之后,书就快速印刷出版了。而且可以大量供应给各个大学,扩充图书馆,满足教师和学生日益增长的需要。

主要是因为有了印成的书籍,16 世纪的科学家们就可以系统地工作。书籍使人容易获得老的和新的知识。因为书籍可以很容易地在人们之间流传,任何人只要他真想学习,他就可以学习。

虽然在 16 世纪里写作和印刷了大量书籍,大部分科学还是处在它们发展的最早时期。这个最早的时期只是收集某个领域里知道的一切,然后回顾这些材料,加以评论,而并不解释事物为什么是那样的。

例如 A. 维萨里在解剖学方面做了开创性的工作。他命名了人身体里的每块骨头、每条肌肉,以及大多数血管,但是他不知道人的身体是怎样工作的。动物学家 K. 格斯纳列举了人们所知道的一切动物,但是他不知道各种动物彼此间的关系。G. 阿格里科拉(G. 鲍尔)写出了金属的开采和矿石的冶炼,但是他一点不知道化学。枪炮专家 L. 弗龙斯佩格写了一本关于枪炮和射击的书,但是他对弹道学也一无所知。

天文学的突破

1543 年出版了一本天文学上历史性的著作。这就是哥白尼的《天体运行论》(见:哥白尼)。几世纪以来天文学是建立在托勒密学说之上的。这个学说认为地球是宇宙的中心而且是不动的。问题在于解释其他的行星和天体是如何运动的。

人们起初设想其他行星只是沿着围绕地球的圆形轨道运动。但是根据这种观点的计算与实际的观察不相符合。然后人们设想地球以外的其他行星以小的圆形轨道运行,而这些轨道又是沿着围绕地球的更大的轨道运转的。不过根据这种学说,不能证明地球是宇宙的中心。

哥白尼在他的历史性著作里说道,地球应该被看做围绕太阳运行的行星当中的一个。他还说地球是围着一个轴转动的。不过哥白尼仍然坚持那种思想,说行星是以小的圆形轨道行动的,而圆形轨道的中心又沿着较大的轨道运动。哥白尼的理论虽然是革命的,他却没有对行星的运动提出合适的解释。这种解释是半个多世纪以后才出现的。

开普勒的行星运动定律

J. 开普勒花了几年的工夫试图作出火星用小的圆沿着围绕太阳的大圆运动的轨道(见:开普勒)。不论他怎么尝试都没有成功。经过 6 年研究,他发现火星的运动是可以理解的。但首先必须假定行星是沿着椭圆形的轨道运动的。运动的速度根据行星与太阳之间距离的不同而变动。

现在符合一切观察了。开普勒因此可以写下作为现代

天文学基础的两条定律:(1) 每个行星围着太阳运动的路径形成一个椭圆形。太阳的位置落在椭圆的两个焦点中的一个焦点上。(2) 行星在轨道上运动的速度是变动的。如果在行星和太阳之间画一条线,在相同的时间里它扫描的面积是一样的。这第二条定律意味着行星靠近太阳的时候它的运动比较快;行星离太阳较远的时候它的运动比较慢。后来开普勒又提出了行星运动的第三条定律,说的是行星、太阳之间的距离与行星沿着轨道运行一周所需时间的关系。

伽利略用望远镜进行的工作

开普勒作出他的行星运动定律的时候,意大利人伽利略证实了哥白尼关于地球围着它的轴自转的说法(见:伽利略)。伽利略是用望远镜完成这项工作的。

伽利略听说荷兰磨制眼镜的利珀希发明了一根管子,能使远处的东西看起来变近。虽然伽利略对这种原始的望远镜的情况知道得很少,他还是自己制造了一个。他用它发现了行星木星有卫星。他也见到金星像月亮那样经历从盈到亏的位相变化。这说明金星是在地球的轨道以内围着太阳运转的。他也看见了银河是由遥远的无数恒星组成的。伽利略的观察使他得出结论:哥白尼的天文学理论至少部分是正确的。(参见:天文学)

牛顿的发现

开普勒已经能够说明行星如何运动。17 世纪后期牛顿说明行星为什么那样运行(见:牛顿)。开普勒疑惑不解,使行星运动的动力来自何方。在发现了行星的运动在靠近太阳的时候更加迅速的现象以后,他推测驱使行星运动的动力可能来自太阳。

牛顿说明通常有两种力起着作用。它们是物体的惯性和物体之间的引力。牛顿伟大的著作《原理》出版于 1687 年。现代科学家发现在这一著作里牛顿推进了人造地球卫星的理论。他还推进了火箭在真空中如何运动的理论。

电

在哥白尼、开普勒、伽利略、牛顿建立天文学作为一门科学的时候,其他科学还正在积累材料。德国马格德堡的 O. 冯·盖利克发明了产生电的原始的方法。他用一块普通的磨石,后来又用一个硫磺球代替石头。他一手转动球,一手摩擦球。这种摩擦产生静电。蜡和琥珀也用来这样摩擦生电。牛顿还用玻璃球代替硫磺球改进这种产生电的方法。

1729 年,英国的 S. 格雷发现了电能够通过金属棒传导。当时因为某些关于电的错误认识,人们对电的知识停止发展了。

像硫磺、玻璃、蜡、琥珀这些可以产生电的物质被人称为“带电体”。它们可以用来产生电,但是它们不导电。格雷发现金属导体是导电的,但是它们不能产生电。

现在认为一种物质不是“带电体”就是“导体”。当然,正确的区别是“绝缘体”和“导体”。一个导体如果使它绝缘,也能产生电。(参见:电)

数学

17世纪里有两项极其重要的数学的进展。1614年J.耐普尔发明了对数。在发明对数以前,已经可以进行多位数的乘法和除法。但是有了对数以后,节约的计算时间可以高达90%。

17世纪将近结束的时候,英国的牛顿和德国的莱布尼兹是发展微积分的两位主要人物。对数是节省时间的主要方法,微积分则可以解决某些类型的问题,没有微积分,这些问题的计算将是完全不可能的。(参见:微积分)

蒸汽机

18世纪有一项实用的发明,像活字的发明那么重要,那么影响深远。这就是蒸汽机。这是一项在工业上有实用价值,在物理学上也引人入胜的发明。

要理解蒸汽机的重要,必须先理解一个工程学的术语。这个术语是“稳定的动力”,意思是随时随地都能提供的动力。一个大的风车,很有力量,但它只在有风吹着的时候才能提供动力。水车比较接近于供应稳定的动力,但它在设置水车的地点方面极少有选择余地。

蒸汽机提供稳定的动力。它可以建立在随便什么地方。惟一的问题或许只是使它运转的燃料的运输问题。

早期的蒸汽机

人们知道的最早的蒸汽机是公元1世纪亚历山大里亚的希罗制造的。这个机器称为汽转球。它的工作原理和草地上的洒水器相同,不过它用的不是水而是蒸汽。1629年G.布兰卡发明汽轮机。它是通过把一股气流喷在一类改进了的水车上来的运转的。这两种机器力量都不大,它们做不了任何有用的工作。

第一个有实用价值的蒸汽机是1698年T.萨弗里发明的。因为它专门用来抽矿井里的水,所以那个时候称它为抽水机。这个机器里用来抽水的软管通向一个充满蒸汽的大容器。然后蒸汽阀关闭,一股冷水流过金属容器,容器里的蒸汽凝结,造成部分真空,水就吸到容器里来了,然后再将水排出。

1705年T.纽科门制成了大气发动机。它有一个活塞与一个大的横梁连接。蒸汽进入汽缸,举起活塞,冷水洒向汽缸,凝结蒸汽。大气压力迫使活塞下降。活塞因此拉下横梁的一头。与此同时,横梁的另一头就上升。横梁就是这样来驱动水泵的。

大约在1760年,有人让苏格兰的瓦特修理这种大气发动机。他认为在活塞每次运动后冷却汽缸是浪费燃料。他试图使蒸汽直接工作而不冷却汽缸。他努力工作,在1765年创造了改良的蒸汽机。

生物科学

18世纪生物科学的许多进展应该归功于瑞典的植物学家C.冯·林奈。林奈观察到有些植物彼此十分类似,而有些则不相似。他建立了确定和描述植物相同之处的方法,渐渐地构筑了一个植物学分类系统。他把植物的相似

的种归类成为目、科和亚科。

林奈也构筑了一个动物分类的同样的系统。从此以后,动物的目录不再只是一个装着动物名称索引卡片的抽屉,而是一个动物学系统。学者可以查看哪些动物是归类在一起的,它们之间的关系是否亲近。

化学

18世纪后期化学的研究有许多重要的进展。人们常说化学是从炼丹术产生的。炼丹家的目标很特别,他们要找寻某些哲人石或长生不老药。他们希望用这些东西改变廉价的金属,使之成为黄金并能治疗人的一切疾病。他们努力工作,但是他们的努力没有得出哪怕一项大的发现。(参见:炼金术)

化学主要是从冶炼工人、金属制造工人、制革工人、染色工人,以及玻璃制造工人这些人的需要中产生的。在他们的工作中发现了钴和镍这样的新的元素。然后在18世纪后期,普里斯特利和舍勒发现了另一种元素氧。(参见:普里斯特利;化学)

燃素论

在发现氧以前的许多年里,化学的发展由于错误的燃素论而退缩不前。J.贝歇尔和G.E.斯塔耳试图用燃素解释燃烧。根据这个理论,任何能够燃烧的物质含有一种称为燃素的“要素”。物质燃烧的时候,燃素就离开物质进入空气。

人们已经观察到物质在密闭的容器里不能长久地燃烧。贝歇尔和斯塔耳认为燃烧之所以停止是因为密闭容器里的空气吸收了如此多的燃素,已经达到饱和的程度,再也不能吸收了。现在知道,密闭容器里氧被耗尽的时候,物质将停止燃烧。

在发现了氧以后,又发现了可以燃烧的物质在氧里比在空气里燃烧得更好。人们因此错误地假设氧是完全不含燃素的气体,所以它可以吸收大量从燃烧物质释放的燃素。刚刚发现的氧因此被称为“脱燃素空气”。

拉瓦锡的贡献

金属在空气中加热,正常情况下会生成氧化物。18世纪的科学家把金属化合物称为金属灰。他们推论金属灰加上燃素相等于金属。但是问题在于金属的重量比金属灰小。这个时期的科学家又进一步推论,说是既然物质加上燃素反而变得轻了,那么燃素的重量必然是个负数。

照着这个思路想下去,事情就越来越混乱了。最后,法国伟大的化学家A.拉瓦锡在1783年证明了金属是元素。他也说明所谓的金属灰是金属和氧化合的结果(见:拉瓦锡)。化学最终摆脱了它自己制造的错误,以惊人的速度前进了。

电流

电流是刚好在18世纪结束之前发现的。1780年,一位意大利人L.伽伐尼注意到刚被杀死的青蛙的腿在接触金属的时候有时会突然抽动。他认为这是由于一种“生物电”

造成的。另外一位意大利人 A. 伏打相信这与化学有关。1800 年,伏打制造了一个原始的电池证明了他的理论。这个电池称为伏打电池。(参见:电;物理学)

到了 18 世纪末,现代科学的大部分都已奠定了基础。在化学方面已经知道什么物质是元素,什么物质是化合物。在物理学方面已经确定了静电和电流的区别。天文学已经有了坚实的理论基础。

19 世纪科学的成长

在 19 世纪里,科学有了长足的进展。这个进展来自已经知道的科学成果的应用加上基本性质的新的发现。蒸汽机终于变得强大有力,足以应用于船舶和火车头。从伏打电池和早已知道的细的金属棒可以导电这一事实出发,它们进一步发展,得到了电报。

1817 年,瑞典化学家 J. 贝采里乌斯发现原先他认为是碲的东西其实不是碲。他把这种新的物质称为硒。后来发现硒在明亮的情况下可以传导电流。但是在黑暗中它不导电。(参见:硒)

早期的一种电话是根据硒的性质发展来的。它还产生了一些最后导致“说着话的图画”的实验,用电线以及电视、光管,或者说电眼传送图像。

19 世纪中叶,一位奥地利修士 G. 孟德尔在生物学上获得了一个重大的发现。他发现了植物的亲本和后代之间的遗传型式,提出了某些植物性状是可以遗传的。这是遗传学研究的开端。

16 世纪里,K. 冯·格斯纳收集了当时所能获得的关于动物的全部知识。后来 C. 林奈把这些知识构成一个系统,说明生物之间的关系。他根据对植物和动物(其中许多是从美洲寄给他的)的观察和描述,将生物分门别类。关系最密切的一类称为种。同一种生物可以繁殖生成能够存活的健康的后代。生物现在是根据构造和形状按照界、门、纲、目、科、属、种分类的。

当时的科学家们开始怀疑,为什么同一种生物虽然相似,却仍然存在微小的差异。博物学家,例如 C. 达尔文和 J. B. 拉马克试图解释动物的栖息地与它们的生物学适应之间看来完美无缺的关系。达尔文发展了生物进化的理论,用来解释为什么存在这种关系。他出版了几部书叙述他的旅行、观察和观点。《物种起源》是他最著名的书中的一种。

1868 年,俄国化学家 D. 门捷列夫发表了《化学原理》,其中包括元素周期表。这些表里的化学元素是以质量增加的次序排列的。门捷列夫的周期表十分准确,以至于他能指出尚未发现的元素将在周期表中出现的位置。(参见:化学;门捷列夫;周期表)

19 世纪 70 年代,苏格兰的物理学家 J. C. 麦克斯韦发表了一个关于电磁辐射的理论。电磁波谱是一群按波长排序的电磁能量,它们都以光速传播。它包括无线电波、微波、可见光、紫外线、X 射线,以及 γ 射线。麦克斯韦提出这些电磁能都是以波的形式,以光的速度在空间传播的。1887 年,H. 赫兹第一个产生和接收了这种波。无线电、雷达和电视正是建立在麦克斯韦的理论基础上的。(参见:赫

兹;麦克斯韦;辐射)

1896 年,法国科学家 A. H. 贝克勒耳的发现,从它的社会影响说来,或许是最重要的发现之一。他把一种铀的化合物放在桌子的抽屉里,抽屉里还有一包没有用过的照相底片。后来从不透光的包装里取走这些底片的时候,贝克勒耳发现底片上形成了灰雾。铀的化合物是底片附近惟一不寻常的东西。显然,铀的存在使底片“曝光”了。这个简单的观察产生了科学上又一次革命。底片形成灰雾说明它们接受了辐射。

在这种现在称为放射性的能以后,玛丽·居里和皮埃尔·居里夫妇接着又发现了放射性元素钋和镭(参见:居里一家;放射性)。贝克勒耳和居里成为测量放射性的两种单位的名字。放射性现在是能量的最强大有力的形式之一。

20 世纪物理学的进展

物理学家原先认为宇宙中能量的量是不变的。它不生不灭,只是转变。同样地,物质的量也是不变的。一片铁可以磨成很细的粉末。它可以与氧结合成为氧化铁。但这被认为是形式和形状的改变,不是量的改变。

爱因斯坦提出,能的量也罢,物质的量也罢,可能不是不变的,但把它们连在一起来说就是不变的了。换句话说,如果有人真能成功地破坏物质(这可是个艰难的过程),得到的将是能。如果有人能够浓缩能,得到的将是物质。这些思想导致产生核能的研究。这种研究称为核物理学。(参见:原子粒子;爱因斯坦;核能;原子核物理学;相对论)

1934 年,物理学家 E. 费米用中子轰击铀的时候偶然地分裂了一个原子的核。1939 年,德国物理化学家 O. 哈恩、L. 迈特纳,以及 F. 斯特拉斯曼重复了费米的一些工作,宣布已经发生了原子核裂变。三年以后,费米和他的同事发现核的链式反应是可以自保持的。这些发现导致产生了最初的核武器和核反应堆。在第二次世界大战以后的年代里发现了原子核反应堆的许多用途。这些用途包括从核动力船舶和核潜艇一直到提供公众用电的核电厂。核裂变式的原子弹具有极大的威力,而有些科学家又开始发展一种甚至更为强大的武器——核聚变式的核武器(氢弹)。第一枚氢弹是在 1952 年试验的。

有一种说法,说光是一种类型的波;另外一种说法,说光是粒子组成的。德国物理学家 M. 普朗克的工作部分地解决了这个争论。1900 年,普朗克提出一切辐射是以称为量子的小的单位发射的。这就是量子论。许多别的科学家也在研究物质的结构。E. 卢瑟福根据核粒子在通过金箔时发生的偏折现象的研究提出一个理论,说原子绝大部分物质浓缩在带正电荷的核里,电子在核的周围旋转。N. 玻尔后来发展了一个更为完整的关于原子构造的理论,并且证实了量子论。1905 年爱因斯坦关于光电效应的解释也有助于证实量子论。德国人海森伯对亚原子粒子的理解做出了贡献。1927 年他说同时测量一个亚原子粒子的位置和动量是不可能的。这就是测不准原理。(参见:玻尔;海森伯;物理学;量子力学;卢瑟福)