

图|说|科|普|百|科

TU SHUO KE PU BAI KE

透析万物的

物理科学

林新杰 主编

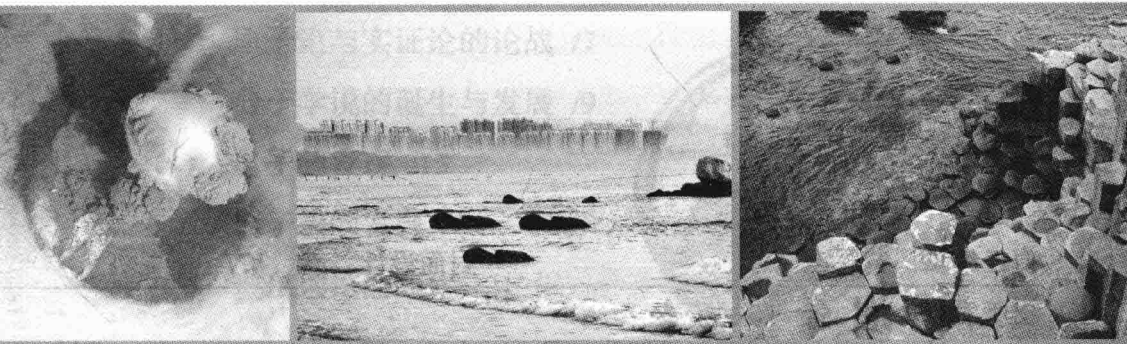


测绘出版社

图说科普百科

透析万物的物理科学

林新杰 主编



测绘出版社

·北京·

© 林新杰 2013

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

图书在版编目(CIP)数据

透析万物的物理科学/林新杰主编. —北京:
测绘出版社, 2013. 6

(图说科普百科)

ISBN 978-7-5030-3031-4

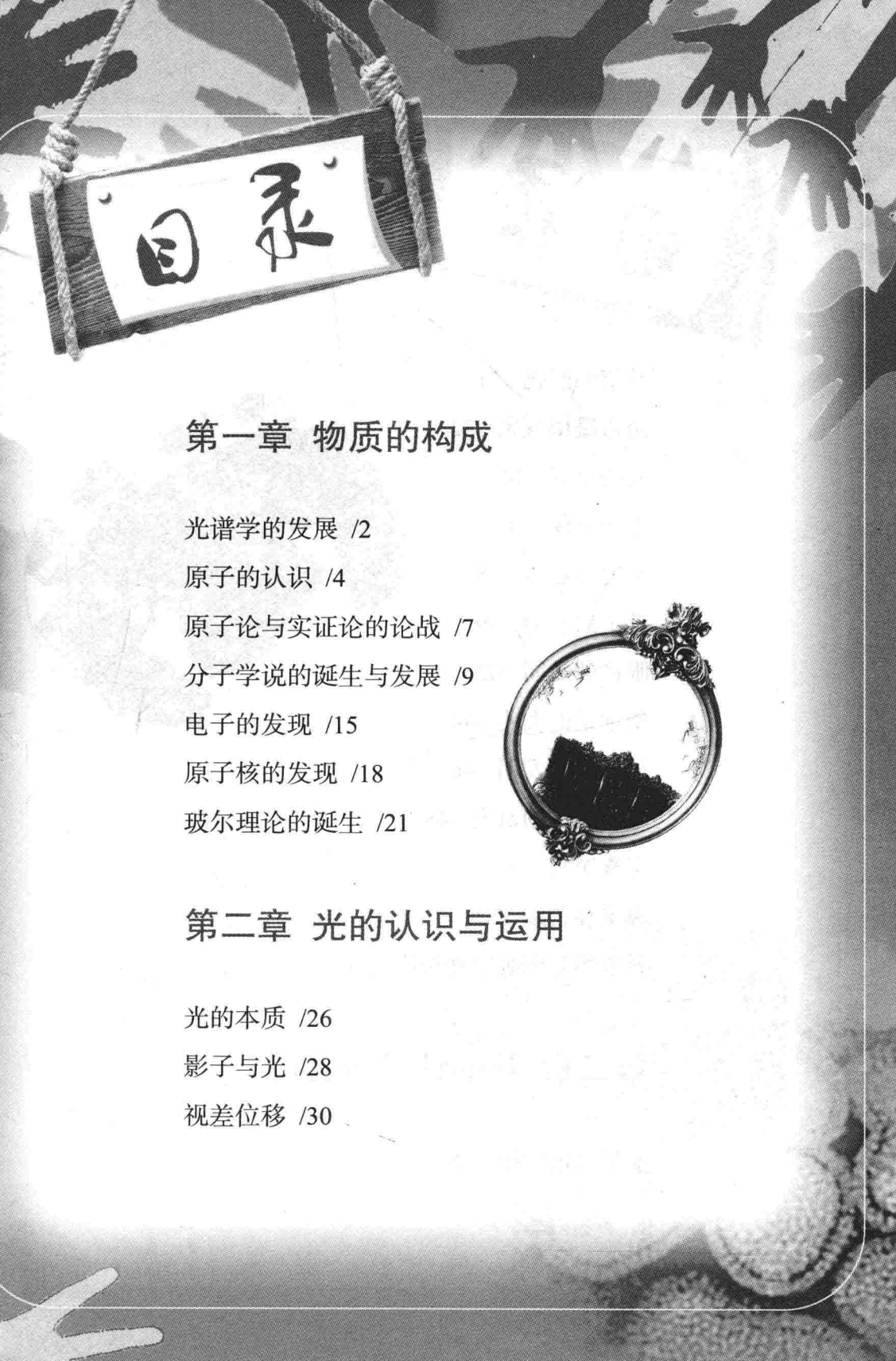
I. ①透… II. ①林… III. ①物理学—青年读物
②物理学—少年读物 IV. ①04-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第115057号

责任编辑	黄忠民	封面设计	高 寒
出版发行	测绘出版社		
地 址	北京市西城区三里河路50号	电 话	010-68531160 (营销) 010-68531609 (门市)
邮政编码	100045	网 址	www.sinomaps.com
电子邮箱	smp@sinomaps.com	经 销	新华书店
印 刷	天津市蓟县宏图印务有限公司		
成品规格	160mm×230mm		
印 张	10.00	字 数	139千字
版 次	2013年7月第1版	印 次	2013年7月第1次印刷
印 数	00001—10000	定 价	29.80元
书 号	ISBN 978-7-5030-3031-4		

本书如有印装质量问题,请与我社联系调换。

部分图片由于无法与原作者联系,稿酬未能寄达,敬请谅解!如有发现,请及时与我们联系,以赠样书。



目录

第一章 物质的构成

光谱学的发展 /2

原子的认识 /4

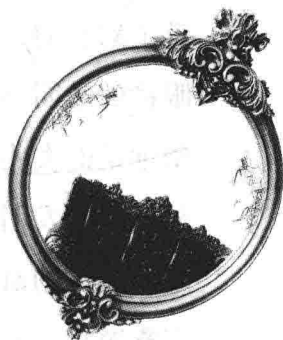
原子论与实证论的论战 /7

分子学说的诞生与发展 /9

电子的发现 /15

原子核的发现 /18

玻尔理论的诞生 /21



第二章 光的认识与运用

光的本质 /26

影子与光 /28

视差位移 /30



- 日出的问题 /31
- 海市蜃楼现象 /32
- 光的反射 /34
- 镜子成像 /36
- 折射与透镜 /38
- 镜子的发明 /39
- 眼镜的发明 /42
- 望远镜的发明 /44
- 显微镜的发明 /46
- 电子眼珠的研究 /48
- 穿雾照相 /50
- 夫琅和费线 /52
- 看电影与图画的理想距离 /53



第三章 热的认识与运用

- 能量守恒定律 /56

热质说与热动说 /60

温度计的发明 /65

温度计的种类 /68

蹈火舞者 /69

莱顿弗罗斯特现象 /70

埃菲尔铁塔的高度 /71

热膨胀与热传导 /72

沸点与大气压 /75

用冰烧开水 /76

不会融化的冰块 /77

纸锅煮鸡蛋 /78

两头冒烟的香烟 /79

冬天会缩短的电线 /79

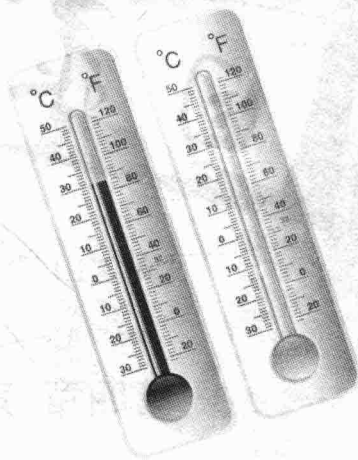
无处不在的风 /80

地球的“体温” /81

地底下的四季 /82

卫星的“冷热病” /84

“记忆”形状的合金 /85





“真空工厂” /86

第四章 声与波

各种各样的声音 /89

声波原理 /90

声音的速度与测量 /92

声音的反射和吸收 /94

波及其分类 /94

波的速度 /96

波的作用力 /98

波的传播 /99

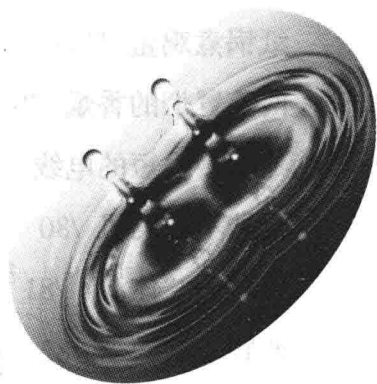
波与能量 /100

地震波 /102

超声波 /104

长“眼睛”的鱼雷 /105

超声波在医学上的运用 /107



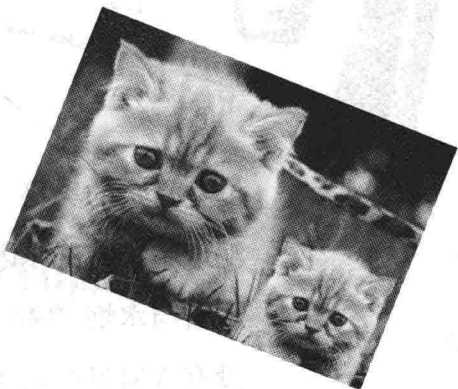
第五章 电与磁

电流 /113

电功率 /114

电路 /115

电与磁的关系 /116



第六章 神奇的力

自由落体运动 /118

开普勒三定律 /126

万有引力 /130

胡克定律 /136

猫绝技的启发 /138

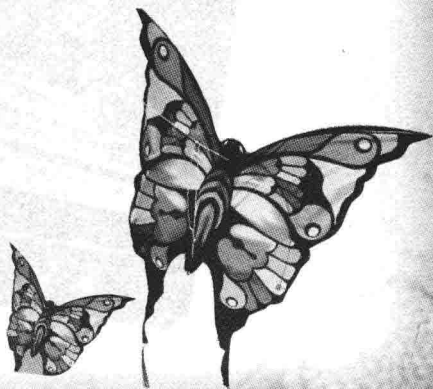
断裂力学 /139

石块与浮力 /141

饺子的沉浮 /142

泉水泡茶 /143

飞翔的风筝 /144





倒立行走的奥秘 /144

泥地骑车难的原因 /145

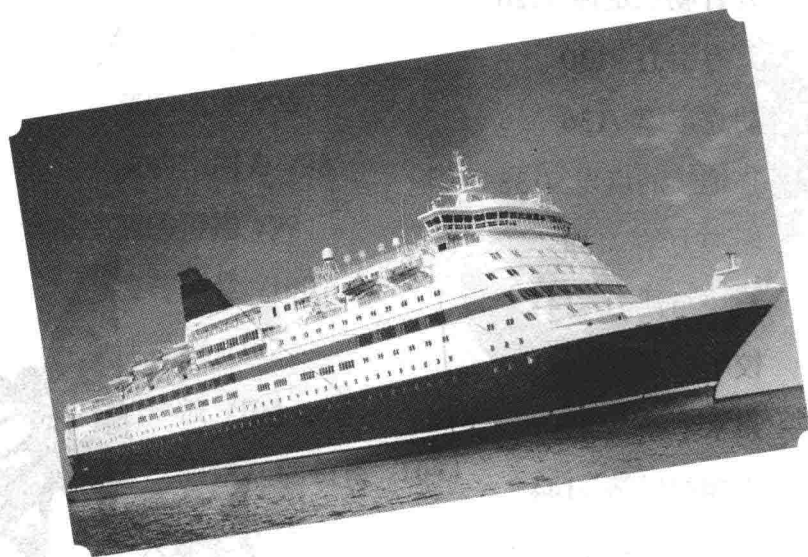
水塔与水炮 /146

没有方向盘的火车 /148

轮船的“刹车”方法 /149

“船吸现象” /150

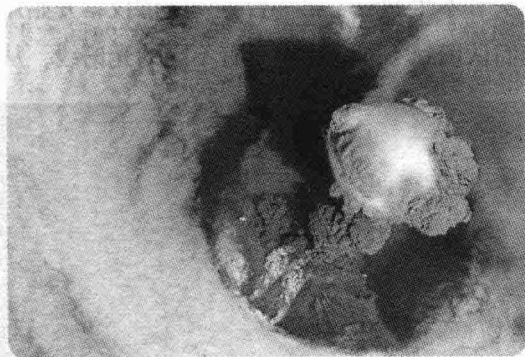
太空进食 /151



第一章

物质的构成

物质的基本成分是元素。分子、原子、离子是构成物质最基本的微粒。当然，人类对物质的这种科学认识，是经历过许许多多科学家不懈的探索和研究，反复论证而得来的，是人类智慧的结晶。本章将带领我们进入物理的世界，去认识那些历史上的重大发现和重要理论。



► 光谱学的发展

GUANGPUXUE DE FAZHAN

光谱学早期研究可以追溯到 1666 年牛顿的色散实验，光谱就是一种色散现象。其后一百多年，这方面的研究没有多大进展。直到 1800 年，赫歇耳对太阳光谱进行了热效应的测量，他发现光谱红端较热，甚至在红端之外，还有热效应区域，于是他发现了红外线。第二年，里特从化学效应发现了紫外线。1802 年，沃拉斯顿观察到太阳光谱中间有许多黑线，这实际上是吸收光谱，沃拉斯顿误以为是颜色的分界线。

光谱学的发展和天文观测有密切关系。因为光带来了遥远天体的信息。为了这个目的，天文学家夫琅和费对太阳光谱进行了非常细致的观测。1815 年，他发表了自己编绘的太阳光谱图，对其中一些谱线标以 A、B、C……H 等字母，后来就把这些线称为 A 线、B 线……H 线。这就是特征谱线的最早认识。

夫琅和费还发明了光栅。他先是用银丝缠在两根平行的细纹螺杆上，焊好后切去一面，即成金属丝光栅，后又用刻纹机在玻璃上刻痕，做成透射式玻璃光栅。

1859 年，基尔霍夫和本生制成了第一台棱镜光谱仪，开始用光谱方法分析物质的组成。他们认识到不同的物质具有不同的光谱线，从光谱线可



透析万物的

物理科学



以鉴定化学成分。用这种方法，人们陆续发现了一些新的微量化学元素。

瑞典物理学家埃斯特朗以精密测定光谱波长闻名于世，他以毕生的精力从事光谱测量。在他 1868 年发表的标准太阳谱图表中，记录有上千条光谱波长，数据精确到六位有效数字，均以 10^{-10} 米为单位。为了纪念他的功绩， 10^{-10} 米后来就命名为“埃”（Å）。他的光谱数据当年被认定为国际标准。

精确测量上千条光谱的波长值，这是非常繁琐复杂的工作，需要实验者付出极其艰巨的劳动，始终坚持进行一丝不苟的耐心测量和计算。

19 世纪的光谱学家为了探索物质的奥秘，就这样为科学事业采集了浩瀚的数据资料。然而，仅仅是数据资料还是不够的。把几千页的数据罗列在一起，这些数据杂乱无章，找不到头绪，人们面对一大堆“密码”似的数据，只能望“数”兴叹，无可奈何。还是埃斯特朗，他第一个找到了解开“密码”的钥匙。埃斯特朗最先从气体放电的光谱中确定了氢的红线，即 H_{α} ，证明它就是夫琅和费从太阳光谱中发现的 C 线，后来，他又找到了氢的另外三根在可见光范围内的谱线， H_{β} 、 H_{γ} 及 H_{δ} ，精确地测量了它们的波长。1880 年，又有两位天文学家胡金斯和沃格尔成功地拍摄了恒星的光谱，发现氢的这几根光谱还可以扩展到紫外区，组成一光谱系。这个光谱系呈现阶梯形，一根接一根，非常有规律。这样明显的排列，难道会没有规律吗？

当时，物理学家致力于寻找光谱的规律，发表过许多文章。他们大多是将光谱线类比于声音的谐音，企图用力学振动系统说明光的发射，找到光谱线之间的关系。例如，英国的斯坦尼根据基音、谐音之间频率的倍数关系，从三条可见光区域的氢谱线波长找到它们之间成 20:27:32 的比例关系，进而猜测基音波长应为 131 277.1 埃。这个结论立即有人反对。1882 年，舒斯特反驳说：“在目前的精度内，要找谱线之间的数量关系是没有希望的。”

这些物理学家习惯于用力学方法来处理问题，没有摆脱传统观念的约束。也许正是由于这个原因，在光谱规律的研究上首先打开突破口的不是物理学家，而是瑞士的一位中学数学教师巴尔末。巴尔末擅长投影



几何，对建筑结构、透射图形、几何素描有浓厚兴趣。他在这方面的特长使他取得了物理学家没有想到的结果。开始他也是在谱线间寻找比例关系，但是凑来凑去，总得不到满意结果。经过反复推敲，他终于从几何图形上领悟到谱线波长有逼近某一极值的趋势，就像建筑结构那样，由近而远，逐渐缩小。他又从几何关系找到谱线波长之间遵循毕达哥拉斯定理（即勾股定理），经过反复试算，找到一个共同因子 B ，列出一个公式： $\lambda = B \frac{n^2}{n^2 - 4} \quad n = 3, 4, 5, \dots$

其中 λ 是谱线的波长， $B = 3.6546 \times 10^{-7} \text{m}$ ，是一个常数。用这个公式反推氢光谱的波长，与埃斯特朗的测量结果，相差不超过波长的 $1/40\,000$ 。

一位中学数学教师，竟然解决了许多物理学家大伤脑筋的难题，打开了光谱奥秘的大门，成功的诀窍也许就在于他不是物理学家，不受传统观念的约束，能够客观地看待问题吧！

巴尔末公式的建立，为光谱系的整理工作提供了范例，因为氢光谱是最简单、最典型的一种。从此，光谱学形成了一门系统性很强的科学，为进一步了解原子的特性准备了丰富资料。至于原子究竟是如何组成的，光谱与原子结构究竟有什么关系，这些问题仅靠光谱学是解决不了的。人们必须探测到原子内部，才能对这些问题作出决断。

► 原子的认识

YUANZI DE RENSHI

人类对自然界这个物质世界的认识，经历的探索时间是漫长的。土石叠为山丘，水流汇成河海。那么，土石和水流是由什么东西组成的？世间万物是怎样来的？假如不是无中生有的话，那么它们必定是由某些原始物质组成的，这些原始物质是什么？对这些问题的看法，或者说关



于“原子”的设想，古代人就多种多样。

早在公元前1000多年的殷周时期，我们中国人就提出了五行说，用金、木、水、火、土这5种常见的物质来说明宇宙万物的起源和变化。到了春秋战国时期，由五行说的发展而产生了五行相生、相克的观念。相生如木生火，火生土，土生金，金生水，水生木；相克如水克火，火克金，金克木，木克土，土克水。五行说中的合理因素，对我国古代的天文、历数和医学等方面，起了一定的作用。古代印度人也提出过与此类似的五大说，五大指的是地、水、火、风、空。

我国春秋时期的楚国，出了个与孔子齐名的大学问家老子。老子做过周朝管理藏书的官，后来隐居了。他写的《道德经》虽然只有5000字，内容却非常丰富。那时候，人们认为宇宙间的万事万物都由神的意志统治和主宰。最高的神是天，也称为上天或天帝。所以，几乎人人都敬畏上天。然而，老子的看法却与众不同，他说，天地是没有仁义的，它对于万事万物，就像人对待用草扎的供祭祀用的狗一样，用完了就扔，不会有什么爱憎之情的。那么，天地万物的根本是什么呢？老子认为，有一样东西，在天地万物生长运行之前就存在了，世界上的所有东西不论什么都是由它产生的，没有了它，就什么也不会有。它就是“道”，即世界的本原是“道”。那么，道是一种什么样的东西呢？老子认为道是不能用语言表达的一种看不见、听不着、摸不到的混沌沌沌的东西。你遇见它时，看不见它的前面；你跟着它时，看不见它的后面。然而，它又无处不在。按老子所言：“它惟恍惟惚，是无状之状，无像之像。”这就是我们所称的道家。道家说的这个“道”是精神的还是物

质的，人们对此有不同的看法。我们也会觉得，这种“原子”，的确让人“恍惚”。

大约公元前600年，在古希腊，有个叫泰勒斯的哲学家，认为水是万物的本原。他认为，大地和万物，都是经过了一个自然过程，从水中产生的，就像尼罗河三角洲，是由淤泥沉积起来的一样。稍



后，有个叫阿那克西曼德的人认为，万物的本原是一种被叫做“无限”的不固定的物质。它在运动中分裂出冷和热、干和湿等对立的東西，并且产生万物。

大约在公元前 400 多年，古希腊的哲学家德谟克利特发展了他的老师留基伯的原子学说，他把构成物质的最小单元叫做原子。他认为，原子是一种不可分割的、看不见的物质微粒，它的内部没有任何空隙。原子在数量上是无限的，它们只有大小、形状和排列方式的不同，而没有本质的差别。原子在无限的虚空中急剧而无规则地运动着，互相碰撞，形成旋涡，从而产生了世界万物。

古人对物质的本原即“原子”的设想很多很多，这许许多多的说法，只能当做近代科学研究的一种参考，而不能看做是科学真谛。为什么这样说呢？因为这些假说的提出人，都没有想到或没有条件用实验来检验它们的正确性。只有能够用科学的方法进行检验，并且能经受住这种检验的东西，才是科学的东西。大约过了 2 000 年的时间，直到 17 世纪，人们才开始用近似于科学的方法来研究物质结构的活動。

17 世纪以前，人们还不知道空气里含有多种成分，以为空气就是空气，甚至不知道空气与蒸汽的区别。17 世纪初，比利时的一个叫海尔蒙特的医生，第一次“天才地”起用了“气体”这个名词，并首次指出“蒸汽比气体容易凝结”的现象。海尔蒙特是个二元论者，他认为世间万物都是由水和空气这两种单元构成的。为证实这种猜想，他做了个非常有趣的柳树实验。

海尔蒙特用一个大瓦罐，往里面放了 90.7 千克烘干的土，再栽上一棵 2.25 千克的柳树苗。此后，除了往罐里浇水之外，不再放任何东西。而且，还把柳树的落叶一片片地拾起来保存着。这样过了 5 年，他拔起柳树再称，连同所有的落叶一共重 76.8 千克。再把土倒出来烘干称，只比原来少了 0.05 千克，柳树净长了 74.6 千克。多出来的物质是从哪里生出来的呢？海尔蒙特认为它来自空气和水。

1661 年，英国科学家波意耳提出了化学元素概念，为科学地研究化学奠定了基础。百余年后，人们相继用实验手段发现了氢、氮和氧等





元素，到这时才知道空气是由多种气体组成的。

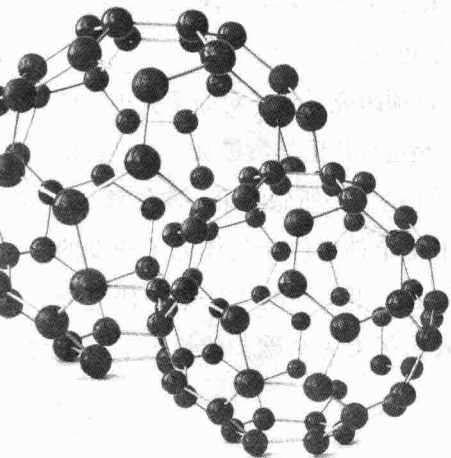
1803年，英国化学家和物理学家道尔顿，把原子从一个扑朔迷离的哲学名词变为化学中掷地有声的实在单元。他用原子的概念来阐明化合物的组成及其所服从的定量规律，并通过实验来测量不同元素的原子质量之比，即通常所说的“原子量”。这种始自化学的原子假说叫做“化学原子论”，也可以说是科学的原子论。

道尔顿认为：“化学的分解和化合所能做到的，充其量只能让原子彼此分离和重新结合。物质的创生和毁灭，不是化学作用所能达到的。就像我们不可能在太阳系中放进一颗新行星和消灭一颗老行星一样，我们也不可能创造出或消灭掉一个氢原子。”

由于时代的局限性，道尔顿不可能预见到百年之后化学作用之外的物理作用的巨大威力。科学的发展表明，采用物理手段，就像我们能在太阳系中放进一颗新行星或消灭一颗老行星一样，我们不仅能创造出或消灭掉任意原子，而且同样能分割原子核乃至更深层次的基本粒子。

原子论与实证论的论战

YUANZILUN YU SHIZHENGLUN DE LUNZHAN



在19世纪和20世纪之交，物理学中的原子论与实证论发生了尖锐的冲突。很多著名科学家都卷入了这场论战。物理学与哲学的关系，二者的相互影响，在这场论战中都表现得很充分，富有启示意义和警示作用。

关于物质原子构成的争论是物理学中历史最为悠久的问题之一。它始于大约公元前500年的留基伯和公

元前 400 年的德谟克利特，最后直到 1906 年玻耳兹曼去世后才结束，前后持续了近 2 500 年。

到了 16 世纪和 17 世纪，由于对神学的争论，原子论变得重要起来。布鲁诺仔细考虑了与之密切相关的“单子”。《牛津英语词典》中把单子描述为“一个单位，所存在的不能再分解的单位，比如，一个灵魂、一个人、一个原子、独一无二的上帝等”。然而，一些问题也

随着经典的单子而出现。如果在大小上单子是有限的，至少从原则上讲它必定是可分的，可是那样的话，单子就将不是一个原子。

19 世纪中叶，苏格兰阿伯丁大学有两个学院，奉大学之命决定只保留一个，因此每个学科需要免除一位教授的职务。在物理这一学科中，这个不得不到其他地方另谋生路的不走运的人就是麦克斯韦。尽管麦克斯韦无疑是 19 世纪最伟大的物理学家，但我们也不应对阿伯丁选举团的成员过于苛责。虽然麦克斯韦的理解力远在普通人之上，但此时他还未曾充分显示出他的潜力。他最伟大的贡献是在电磁学方面做出的。不过与之相比，他对气体分子运动论所做的贡献，也许具有同样的历史重要性。麦克斯韦、洛施密特和开尔文有史以来第一次指出，通过实验称量来确定原子的大小和其他性质是可能的。

1865 年，洛施密特开始了一项研究，这项研究导致了对原子大小的计算。他算得的值比预计的大 4 倍，却没有超过现代值的数量级。这是自留基伯和德谟克利特以来这 2 500 年间对原子的大小所做的第一次估算。

同一年，也就是 1865 年，麦克斯韦正全神贯注于气体分子速度的分布及其相关问题。与此同时，开尔文也正用不同的方法集中研究分子的大小。1870 年，以熔合的潜热和表面张力为基础，他给出了一个与洛施密特的值十分类似的结果。

