
电子图书
信息技术的结晶
人类文明的载体
网络的基本资源

第一章 原子能科学溯源

通过发黄的书本或者古老的原始黑白电影片段，回顾人类过去几千年的历史，想想最近这 100 余年人类社会发生的巨大变化，我们不难发现，在古代，虽然出现了中国的四大发明，埃及人的金字塔，但是在那漫长的人类生活中，变化十分缓慢，只是从 19 世纪末至今的近百年间，才出现了翻天覆地的变化。

太空中的航天器、人造卫星，高空的超音速喷气机，地面上鳞次栉比的摩天大楼，工厂家庭中的电视、电脑，海面上的数十万吨巨型油轮，大洋深处的核潜艇，以及发出强大电力的核电站等等，几乎完全改变了人们的生活面貌。那么，造成这种深刻变化的原因是什么呢？是科学技术。

再细细想一想，近百年来科学发现或技术发明，最根本的发现又是什么呢？

是原子科学的发现。

现在的电脑或核电站，是离不开原子外层的电子及原子内的核子这两种粒子的。在 19 世纪就开始使用至今的家家户户的电灯开关，是由无数亿万个原子组成的物质造出来的；而今天，高效电脑，一个原子就是一个开关。在 20 世纪上半期，每年需用上百万吨煤的电厂，现在只要几吨铀就足够了。一部原子科学发展的历史充分说明了科学技术是第一生产力。

第一节 原子学说的起源

世界是由各种各样的物质组成的。人们自然会问，物质是由什么构成的呢？

公元前五世纪，中国的墨翟曾提出过物质微粒说，他称物质的微粒为“端”，意思是不能再被分割的质点。

但在战国时代，有一本著作《庄子·天下篇》中却提到了物质无限可分的思想：“一尺之棰，日取其半，万世不竭。”意思是说，一个短棍今天是一尺，明天取一半，余二分之一尺，后天取一半，余四分之一尺，以此类推，永远没有尽头。当然，这里并没有提出，也不可能提出用什么方法分割的问题。但在那个时代，我国古代学者就能用思辩的方法来这样提出问题，是难能可贵的。

公元前四世纪，希腊人德漠克利特提出了“原子”的概念，也认为这是一种不能再被分割的质点。后来伊壁鸠鲁又把这一概念大大地推进了一步。

罗马人卢克莱修（约公元前 99—55 年）曾用诗句阐明德漠克利特和伊壁鸠鲁的原子观点：

物体或者说物质要素，

都是由原始粒子集合而成；

虽有雷霆万钧之力，
要破坏物质要素也不可能。
……
原始物质，由此可见，是既结实又单纯，
由极小粒子之力牢固抱紧，
但又不是粒子的堆集，
其特征在任何情况下是无穷地单纯。
不能从它夺取什么，
也不许缩小其本性，
原始物质，
世世代代，永远长存。
……
原始物质，
在无边无际的真空，
当然不会静止，
反而被迫不断地作各种各样的运动。
……

从这里可以看出，古代的原子论者认为：一切物质都由最小粒子的原子组成，原子是不可分割的；原子是客观的、物质性的存在，它是永远地运动着的。

德漠克利特和他的老师留基伯共同创立了古希腊的原子论，认为一切事物的本源，是原子和虚无的空间。按照这种想法，人的感觉器官所感觉到的自然界物质的多样性，都是由原子的多种排列和各种不同的结合方式产生的。德谟克利特说：“根据现实的感觉，有甜与苦、热与伶、芳香和色彩的存在。但在本质上，仅有原子与空间的存在。我们认为似乎是本体的每一样物体，仅仅只有原子与空间才是真正的实质。”德谟克利特用原子论观点分析了一系列物理现象。他认为，无论是物质从一种状态过渡到另一种状态，从固体过渡到液体或气体以及相反的变化，还是物体的味道、颜色等等，并不是由于物体内部成分的改变，而是取决于原子的形状、大小、排列的变化和结合方式。

关于德谟克利特的学识，后人有许多传说。据记载，德谟克利特诞生时，他的家庭正在款待国王。国王为了报答他家的感情，就把身边几个学问渊博的人，留在了他家，以便教育和培养德谟克利特。这个故事未必属实，但德谟克利特的丰富的学识和深刻的思想确实是超人的。

德谟克利特的性格与众不同，他对财产一点儿也不重视。德谟克利特的父亲死后，兄弟们分配土地遗产，他什么也不要，只要一些现金以便作为周游世界、探求知识的路费。他到世界各地听了许多著名学者的讲学，一心思考着学术问题。回到家乡后，他笑话别人碌碌无为；别人却说他不务正业，

整天想入非非，是个“疯子”，并请了当时的大医生给他看病。这位医生与德谟克利特很谈得来，他的“诊断”结果说，德漠克利特并没有病，说德谟克利特有病的人才是有“病”的。从此这位大医生与德谟克利特结下了深厚的友谊。

德谟克利特对那些自以为了不起的人，不以为然。他认为，看重自己无可非议，但觉得自己“了不起”，就是荒谬的。一个人对于自己的狭小的生活圈子来说，也许觉得很重要；但对于整个宇宙来说，只不过是阳光下的一粒尘埃。可见德谟克利特的眼光是何等远大。

古代对物质结构奥秘的探索，只能靠想象，靠思考。那时自然科学还没有从哲学中分离出来，原子只是哲学上的猜想，没有条件靠精密的实验加以证实。尽管原子说是一种很深刻的见解，但终究还是没有科学论证的一种猜测。至于一种物质能否转变为另一种物质，在那时候，科学技术水平还没有达到相应的高度，物质的内幕在理论上也没有揭开，所以只不过是想象而已。

原子是不是真的存在呢？在整个封建时代，没有人去证实它。当时，化学为了适应封建主的特殊要求，走进了炼金术和炼丹术的泥坑，致力于寻求点石成金和长生不老的秘方。不仅如此，它还受到了封建的神学思想的束缚。当时，科学由古代社会的图书馆和科学院搬进了中世纪的教堂。于是，对“圣典”条文的研究代替了对自然的研究。从物质结构的争论，转移到另一种争论，去争论什么一个针尖里能住得下几个天使，以及天使吃些什么东西等等。

就在这样的历史条件下，原子学说在长达二十个世纪的时期里竟为人们所遗忘。

一直到 18 世纪中叶，俄国人罗蒙诺索夫（1711～1765 年）才把原子观点复活起来，1808 年，英国人道尔顿又加以进一步的总结。这样就结束了化学史上的愚昧的炼金时代，保证了化学向前健康的迅速发展。因此，化学中的新时代应该说是从原子论开始的。

这个时代的原子论的基本内容有如下几点：

（1）物质是由最小的微粒——原子组成的。原子就是不能再分的最小的徽粒。

（2）同种的原子在重量、大小和其他性质上都相同。

（3）一切原子都处在不停地运动的状态。

18～19 世纪，原子学说处在创立和发展的阶段，它解释了不少物理、化学现象。但是到了 19 世纪后期，由于科学的进一步发展，发现了许多新的现象，为旧的原子学说所无法解释，因而暴露出严重的缺陷。

这是任何学说的共同发展规律。因为客观事物的本质并不是一下子就会被人们全部加以认识的，而是在人们的不断实践中，被逐渐地认识到的。在更广泛和更深入的实践中，原来的理论就逐渐暴露出缺点，这是很自然的事情。不懂得这个道理的人，面对这种现象，往往十分困惑，甚至很不高兴。认为科学进入了死胡同，再也无法前进。而懂得这个道理的人，面对这种现

象、则会满怀喜悦，认为这是新希望的曙光，并且朝着曙光往前探索，修改原来的理论，开辟出一个科学的新世界来。

原子真是不可再分割的吗？

1869 年门捷列夫（俄国人，1834～1907 年）发表元素的周期律，实际上就是向“原子不可分割”论埋下了一颗炸弹。当人们着手研究元素以及由它所形成的单质和化合物的性质为什么会随着元素原子量的递增而有周期性的变化，以及同族元素性质为什么相似的原因时，必然导致这颗炸弹的爆炸，从而对“原子不可分割”论产生种种疑点：

元素和元素间为什么有这样紧密的联系呢？如果每个原子都是光秃秃的一颗不可分割的最小微粒，各自独立，互不相关，那么元素间还有什么联系？门捷列夫又怎么能找到元素周期律的呢？

合理的分析虽说在当时很难被有的科学家所接受，而又不得不予以承认的，那就是否定“原子不可分割”论，相信原子不是不可分割的，原子有着复杂的结构；正是由于原子内部结构具有某种共同的因素，使元素和元素间的性质有着规律性的联系。元素周期律表明原子还是可以分割的。

门捷列夫的元素周期律开始动摇了原子是“不可分割的”这种根深蒂固的信念，而使这种信念受到摧毁性打击的则是放射性现象的发现。

第二节原子学说的发展

物质是由原子构成的这一猜想，虽然早就提出来了，但一直到了 18 世纪，尤其是 18 世纪后半期至 19 世纪中期，工业兴起，科学迅速发展，人们通过生产实践和大量化学、物理学实验，才加深了对原子的认识。

把原子学说第一次从推测转变为科学概念的，应归功于英国一个教会学校的化学教员，他就是道尔顿（1766～1844）。

道尔顿由于家境贫寒，从小就在乡村干农活，完全靠自学当上了教员。19 岁时，他就当上了乡村小学的校长，后来又在教会学校任教员和在曼彻斯特大学任数学和自然科学教授。他一生观察天气的气象记录达 20 万项之多。道尔顿在业余学习中接触到古希腊的自然哲学，包括关于元素和原子的种种学说，很受启发。

道尔顿首先研究了法国化学家普鲁斯特于 1806 年发现的有趣结论 参与化学反应的物质质量都成一定的整数比（定比定律）；例如 1 克氢和 8 克氧化合成 9 克水，假如不按这个一定的比例，多余的就要剩下而不参加化合。道尔顿自己又发现：当两种元素所组成的化合物具有两种以上时，在这些化合物中，如果一种元素的量是一定的，那么与它化合的另一种元素的量总是成倍地变化的（倍比定律）。

为什么元素间的化合总是成整数和倍数的关系呢？道尔顿丰富的想象力，给他以激励。他感到，这一事实暗示物质是由某种可数的最小单位构成

需要全本请访问 www.ertongbook.com

的。于是，道尔顿把这些事实总结概括加以分析，提出了关于原子的著名论断：物质是由具有一定质量的原子构成的；元素是由同一种类的原子构成的；化合物是由构成该化合物成分的元素的原子结合而成的；原子是化学作用的最小单位，它在化学变化中不会改变。

道尔顿的一生是艰苦奋斗的一生。他直到临死前，还用颤抖的手，作了最后一次气象记录。他自始致终都是利用业余时间进行科学研究，所用的仪器大多是自制的，所用的材料也都是自己搜集来的不值钱的东西。他在物质条件十分匮乏的情况下，利用简单的仪器，得出了人们难以想象的出色的结论；这不仅仅是因为他勇于实践，而且是因为他善于思考。

道尔顿的原子论同过去的原子论相比，已有雄厚的科学依据。但是，在道尔顿的原子论提出以后，在新的实验事实面前又出现了一个新的矛盾。

1809 年，法国科学家盖·吕萨克发现，在气体的化学反应中，在同温同压下参与反应的气体的体积成简单的整数比；如果生成物也是气体，它的体积也和参加反应气体的体积成简单的整数比（气体反应定律）。例如，两公升的氢和一公升的氧化合时，生成两公升的水蒸汽。盖·吕萨克想，如果不论哪种气体在同温同压下，在相同体积内部含有相同的原子数，不就可以用道尔顿的原子论解释气体反应定律了吗？

可是道尔顿发现，这项假定如果正确，在上述实例中，两个氢原子和一个氧原子应当生成两个“水原子”（后来称水分子），这样，一个“水原子”中不就只能含有半个氧原子了吗？为了解决这一矛盾，1811 年意大利科学家阿伏加德罗在原子论中引进了“分子”的概念。他认为，构成任何气体的粒子不是原子，而是分子。单质的分子是由同种原子构成的；化合物的分子是由几种不同的原子构成的。在上述例子中，氢的分子是由两个氢原子构成的，氧的分子是由两上氧原子构成的，而水的分子是由两个氢原子和一个氧原子构成的。

这样，经过了不同国家的许多人的努力，才逐步地建立了原子分子学说。

这个学说认为：（1）物质是由分子组成的，分子是保留原物质性质的微粒。例如，糖溶解在一杯水里，糖分子遍及全杯水，水就有了甜味。（2）分子是由原子组成的，原子则是用化学方法不能再分割的最小粒子，它已失去了原物质的性质。例如，我们平时食用的食盐（氯化钠）的分子是由钠原子和氯原子组成，氯是有毒的，显然食盐的性质与氯和钠的性质截然不同；另一方面，完全无害的元素碳和氮，组成的化合物却可以是剧毒的气体氰（CN）化物。

这个原子分子学说比以前的原子学说又有了很大进展。过去，在原子和宏观物质之间没有任何过渡，要从原子推论各种物质的性质是很困难的。现在，在物质结构中发现了分子、原子这样不同的层次。因而我们可以认为，人们对于物质是怎样构成的问题，认识已经接近物质的本来面貌了。

分子是否确定有呢？实践终于证明了分子的存在和分子的运动。

1827 年英国植物学家布朗首先在显微镜下观察到，水中的小花粉在不停地作不规则的运动。仔细观察，可以发现任何悬浮在液体或气体中的非常小的微粒，都永远处于无休止的没有规则的运动状态之中。这个悬浮的微粒愈小，它的运动就愈激烈；温度愈高，这种运动也愈激烈。后来人们把这种运动叫布朗运动，把象花粉那样的小微粒叫做布朗微粒。布朗运动是永不休止的，它不受外界因素的影响，完全是物质内部运动的反映。

布朗运动说明了什么问题呢？原来，这种运动就是由液体的分子运动引起的。由于液体的分子每时每刻都在作不规则的热运动，这些分子撞击布朗微料，就引起了布朗微料的运动。如果悬浮物的颗粒太大，则在每一瞬间撞击到这个大颗粒上的分子数目就太多了，致使这些撞击作用基本上相互抵消了，大颗粒就会保持不动。当悬浮粒小到一定程度时，碰撞到小颗粒上的分子就不那么多，就会从某一个方向出现分子撞击的不平衡，使小颗粒发生运动。布朗颗粒体积愈小，发生撞击的不平衡的可能性愈大，布朗运动就愈急剧。另一方面，温度愈高，分子无规则运动的速度就愈大，分子撞击引起的布朗运动也随之加剧。由于对布朗运动现象的观察和了解，使得人们深入理解了布朗运动的本质。因此证实了分子的存在和分子运动的存在。

我们熟悉的自然界的物质有三态：固态、液态和气态。可以这样理解：固体的分子排列得比较整齐和紧密，分子运动的范围相对来说是很小的；液体分子的排列就自由些和松散些，因此分子运动的范围就比较大些；气体的分子，表现得最自由，它们往往或多或少地独立运动，与其它的分子无所牵连。永无休止的分子的剧烈运动足以说明气体的性质。后来计算出在一秒钟内，气体中的一个分子和其它分子的碰撞次数就达 50 多亿次。气体分子的运动，就总体来说，它全是不规则的运动。

从 19 世纪中期，开始了气体分子运动论的研究。这一研究取得了巨大的成功，科学家们根据气体分子运动论确定了原子的质量和直径。各种原子的大小不同，它们只有 1 亿分之一至 1 亿分子之四厘米。50 万个原子只能排满头发丝细的距离，500 万个原子排成一行，也只不过是在我们这本书上的一个小句号的范围里。原子的重量只有 1 千万亿亿分之一克。一杯水的重量与其中的一个原子的重量相比，约等于地球的重量与其上的一小块砖头的重量之比，可见原子是何等的微小。

长期以来，人们并没有用肉眼看见过原子。原子，就是在高倍显微镜下，在近代电子显微镜下也难看见。但是，人们对原子的客观存在不再怀疑。这是为什么呢？因为，发现科学和检验真理的唯一可靠的标准是实践。人类的大量的生产实践，间接地证实了原子的存在，用原子分子学说可以准确无误地解释和指导我们的生产实践。

一直到 1970 年，才有一位美国科学家报道说，他借助扫描电子显微镜第一次观察到了单个的铀和钍的原子。1978 年 2 月，日本一位科学家宣布，他们用具有超高度分辨能力的电子显微镜拍摄了世界上第一张原子的照片，看

到了几种原子的图像。

第三节　揭示元素周期律

人类对于化学元素的定性分析，特别是定量分析进行了长期的实践。

根据道尔顿提出的原子观点，人们对元素有了新的认识，认为每一种元素都是由特定的原子组成的；不管这一种元素的数量多少，它都是由原子组成的。这种元素与另一种元素之所以不同，是因为它们的原子的性质不相同。一种原子与另一种原子的最基本的物理性质的区别，就是原子的重量不同。

1862 年，法国地质学家坎古杜瓦首先提出了元素随着原子量的变化，其化学性质呈现周期性变化的问题。1864 年德国化学家迈耶，按原子量递增顺序制定了一个“六元素表”。这个“六元素表”，1865 年，英国化学家纽兰兹按原子量递增顺序，将已知元素作了排列。他发现，到了第八个元素就与第一个元素性质相似，亦即元素的排列每逢八就出现周期性。

纽兰兹从小受母亲的影响，爱好音乐，觉得这好像音乐上的八个音阶一样重复出现，于是自己把它称为“八音律”，画出了“八音律”表。1866 年 3 月当他在伦敦化学学会发表这一观点时，得到的却是嘲笑和讽刺；他的有关论文也被退稿。七年以后，他的论文又被拒绝发表。虽然纽兰兹的“八音律”表存在着缺点和不成熟的地方，但他发现了元素的性质在排列上有周期性这一研讨方向是完全正确的，而且在这个正确的方向上向前迈进了一大步。一直到 18 年以后，即在门捷列夫的元素周期表的重要性得到普遍承认后，纽兰兹的论文才得以发表，英国皇家学会才给他颁赠了勋章。

事实上，在 1869 年，德国的迈耶和俄国的门捷列夫几乎同时发现了元素周期律。一项科学技术的发现或发明，同时被几个人在不同地方各自独立地完成，这在科学史上是屡见不鲜的。因为科学是反映客观规律的，科学技术的发现和发明绝不是孤立的现象，它是前人研究成果的继续和在此基础上的突破，是时代的使命，是科学技术发展到一定阶段时的必然结果。如果这项科学成就，只有某个人能发现，而另外的人不能够发现，那么就不成其为反映客观规律的科学了。只不过科学发现的时间略有早晚而已。

俄罗斯化学家门捷列夫，生在西伯利亚。他从小热爱劳动，喜爱大自然，学习勤奋。他在 15 岁时为了进大学，跟他母亲千里迢迢来到莫斯科，但因他不是出身于豪门贵族，又来自穷乡僻壤，被学校当局拒绝接受入学，于是不得不转往彼得堡。在那里，名牌大学也拒绝他入学，他只好进了彼得堡大学的一个师范学院，后来成为一名教师。门捷列夫从青年时代就立下攻读化学的志向，曾阅读了大量的化学书籍，总结了许多化学家的经验教训。

1860 年门捷列夫在为著作《化学原理》一书考虑写作计划时，深为无机化学的缺乏系统性所困扰。于是，他开始搜集每一个已知元素的性质资料和有关数据，把前人在实践中所得成果，凡能找到的都收集在一起。人类关于

元素问题的长期实践和认识活动，为他提供了丰富的材料。他在研究前人所得成果的基础上，发现一些元素除有特性之外还有共性。例如，已知卤素元素的氟、氯、溴、碘，都具有相似的性质；碱金属元素锂、钠、钾暴露于空气中时，都很快就被氧化，因此都是只能以化合物形式存在于自然界中；有的金属例如铜、银、金都能长久保持在空气中而不被腐蚀，正因为如此它们被称为贵金属。

于是，门捷列夫开始试着排列这些元素。他把每个元素都建立了一张长方形纸板卡片。在每一块长方形纸板上写上了元素符号、原子量、元素性质及其化合物。然后把它们钉在实验室的墙上排了又排。经过了一系列的排队以后，他发现了元素化学性质的规律性。

因此，当有人将门捷列夫对元素周期律的发现看得很简单，轻松地说他是用玩扑克牌的方法得到这一伟大发现的，门捷列夫却认真地回答说，从他立志从事这项探索工作起，一直花了大约 20 年的功夫，才终于在 1869 年发表了元素周期律。他把化学元素从杂乱无章的迷宫中分门别类地理出了一个头绪。此外，因为他具有很大的勇气和信心，不怕名家指责，不怕嘲讽，勇于实践，敢于宣传自己的观点，终于得到了广泛的承认。

元素周期律揭示了一个非常重要而有趣的规律：元素的性质，随着原子量的增加呈周期性的变化，但又不是简单的重复。门捷列夫根据这个道理，不但纠正了一些有错误的原子量，还先后预言了 15 种以上的未知元素的存在。结果，有三个元素有门捷列夫还在世的时候就被发现了。1875 年，法国化学家布瓦博德兰，发现了第一个待填补的元素，命名为镓。这个元素的一切性质都和门捷列夫预言的一样，只是比重不一致。门捷列夫为此写了一封信给巴黎科学院，指出镓的比重应该是 5.9 左右，而不是 4.7。当时镓还在布瓦博德兰手里，门捷列夫还没有见到过。这件事使布瓦博德兰大为惊讶，于是他设法提纯，重新测量镓的比重，结果证实了门捷列夫的预言，比重确实是 5.94。这一结果大大提高了人们对元素周期律的认识，它也说明很多科学理论被称为真理，不是在科学家创立这些理论的时候，而是在这一理论不断被实践所证实的时候。当年门捷列夫通过元素周期表预言新元素时，有的科学家说他狂妄地臆造一些不存在的元素。而通过实践，门捷列夫的理论受到了越来越普遍的重视。

后来，人们根据周期律理论，把已经发现的 100 多种元素排列、分类，列出了今天的化学元素周期表，张贴于实验室墙壁上，编排于辞书后面，是每一位学生在学化学的时候，都必须学习和掌握的一课。

在人类生活的浩瀚的宇宙里，一切物质都是由这 100 多种元素组成的，包括人本身在内。

可是，化学元素是什么呢？化学元素是同类原子的总称。所以，人们常说，原子是构成物质世界的“基本砖石”，这从一定意义上来说，还是可以的。然而，化学元素周期律说明，化学元素并不是孤立地存在和互相毫无关

需要全本请访问 www.ertongbook.com

联的。这些事实意味着，元素原子还肯定会有自己的内在规律。这里已经蕴育着物质结构理论的变革。

终于，到了 19 世纪末，实践有了新的发展，放射性元素和电子被发现了，这本来是揭开原子内幕的极好机会。可是门捷列夫在实践面前却产生了困惑。一方面他害怕这些发现“会使事情复杂化”，动摇“整个世界观的基础”；另一方面又感到这“将是十分有趣的事……周期性规律的原因也许会被揭示”。但门捷列夫本人就在将要揭开周期律本质的前夜，1907 年带着这种矛盾的思想逝世了。

门捷列夫并没有看到，正是由于 19 世纪末、20 世纪初的一系列伟大发现和实践，揭示了元素周期律的本质，扬弃了门捷列夫那个时代关于原子不可分的旧观念。在扬弃其不准确的部分的同时，充分肯定了它的合理内涵和历史地位。在此基础上诞生的元素周期律的新理论，比当年门捷列夫的理论更具有真理性。

第四节 原子世界的曙光

到了 19 世纪末期，物理学已能令人满意地勾画出自然现象及其相互关系的图像，并且似乎达到了相当完善的程度。看来，一切都好象很适合一般的力学概念，甚至包括电、磁、光等现象。许多人认为牛顿的物理学是无所不包、无所不能的，它能“概括”宇宙中最大的物体运动和最小的原子运动。

许多物理学家们觉得，他们已经完成了他们应该做的全部工作。当时有一位著名的科学家在 1893 年发表演说，认为可能物理学的所有伟大发现都已完备。他把科学的发展状况及历史，精心地编制成纲目。他说：以后的物理学家们除了重复及改良过去的实践，使原子量或一些自然常数增加些小数点位数以外，将再也不会有什么事可做了。这种言论在当时来说，是有一定代表性的。在一些人看来，“科学的大厦已经建成”，人类对自然界的认识已经到了顶点，经典物理学已经发展到“终极理论”，科学似乎已完成了历史使命。

可是，就在两三年以后，即在 19 世纪的最后几年里，一些轰动世界的革命性发现无情地冲击了物理学界的保守观点。活生生的客观事实使一些科学的“顶峰论”者目瞪口呆。这些事实也使一些原来已经认为熟悉了这个物质世界的人们，立即又感到并不完全熟悉了，对某些领域又感到陌生了：对于从前蛮有信心地描绘的那个“简单”、“纯朴”、“有秩序”的世界，立刻又产生了怀疑。

当时轰动世界的事件，首先是 X 光的发现和放射性元素的发现。

1895 年 11 月 8 日的傍晚，德国物理学家伦琴（1845～1923 年）正在沃兹堡大学的一个实验室，做一项有关阴极射线的实验。（阴极射线实验是在抽空的电子管中，由阴极发出的电子在电场加速下所形成的电子流。确认电

子的存在，是两年以后的事情，下面将专门叙述。）

伦琴用黑纸将阴极射线管完全掩遮好，使之与外界相隔绝，然后把窗帘放下，打开高压电源，以便检查有没有光线从管中漏光。突然，他发现有一道绿光从附近的一个板凳射出，掠过他的眼前。他把高压电源关掉，光线也随着消失。奇怪！板凳怎么会发射出光来呢？“留心意外的事情”是科学研究工作者的座右铭。伦琴马上点了灯，照了照板凳，发现那里摆着的原来是自己做其他试验时用的一块硬纸板，硬纸板上涂了一层荧光材料（氰亚铂酸钡的晶体）。

伦琴感到十分惊讶。从阴极射线管中散出的阴极射线有效射程仅有一英寸（1 英寸=2.54 厘米），显然是不会跑出这么远的。那么是什么使荧光材料闪出光亮的呢？伦琴很快意识到有某种崭新的未知光线发现了。这种未知光线从阴极射线管发出，穿过了黑纸包层，射到了硬纸板上，激发了涂料的晶体发出荧光。

对大自然最细致的超出常轨的举动，要加以注意，对那些意外事件进行研究，这是科研工作能取得成果的秘诀之一。在这里，最需要的是始终不懈的敏感性。因为“机遇只垂青那些懂得怎样追求它的人”。伦琴为此惊喜万分，再次打开开关，随手拿一本书挡在阴极射线管与硬纸板之间，发现硬纸板依然有光。

伦琴激动得难以控制自己，一连几天几夜关在实验室里继续实验。他先后在阴极射线管和硬纸板之间放了木头、乌木、硬橡校、氟石以及许多种金属，结果发现这种未知的光线仍然能够照直穿透这些物质。只有铝和铂挡住了这种光线。

伦琴的妻子对于伦琴总是迟迟不回家很生气。于是伦琴把她带到实验室里，把用一张黑纸包好的照相底片放在她的手掌下，然后用阴极射线管一照，拍下了历史上最著名的一张照片。冲洗出来的底片清楚地呈现出伦琴夫人的手骨结构，手上那枚金戒指的轮廓也清晰地印在上面。

伦琴当时无法说明这种未知的射线，就用代数上常用来求未知数的“X”来表示，把它定名为 X 射线。实际上后来才知道，X 射线是由阴极射线打在阳极靶上而获得的。伦琴经过了一连七个星期废寝忘食的紧张工作，终于在 12 月 28 日完成了举世轰动的科学报告。不久，世界上各大报纸都报道了这一重要新闻。这时，有一些物理学家们才开始懊悔自己没有追究实验室内照相底片“走光”的问题。也有的物理学家责备自己把照相底片感光，错误地归于阴极射线的作用结果。还有一位物理学家声称，他发现 X 光是在伦琴之前，只是由于不愿中断正常的研究工作，而未发表。的确，这个发现完全有条件在 20 年前的任何实验室完成。可是，如果伦琴对这一“科学的闪光”漫不经心，轻意放过这一重要线索，或是不深入思索，轻率地把它归于任何一种别的原因，那么 X 光还是发现不了。

伦琴的这个发现并不是偶然的。因为早在 1878 年 8 月英国物理学家克鲁

克斯的工作就曾轰动一时。那时克鲁克斯就根据自己的研究在英国皇学会作了讲演，他说：“这些真空管中出现的物理现象揭示出物理学的一个新世界”。但他不正确地把阴极射线归于物质的第四态了，他认为阴极射线是“超气态”。德国的勒纳受克鲁克斯的影响，进行了研究，并于1893年公布了关于阴极射线的研究报告。

伦琴在他们研究的基础上，进而通过试验发现，这种X射线不是像阴极射线那样随磁场偏转，它似乎发生在真空管中阴极射线照射的地方。因为他发现，当阴极射线随着磁铁偏转时，X射线的发源点也跟着移动。例如让阴极射线照射铂，产生的X射线远远比在铝、玻璃和其他物质中产生的X射线强。此外，尽管伦琴利用了区分普通光的梭镜，并没有观察到X光的折射，利用透镜也没有观察到反射和聚焦。显然，X光与普通光是不同的。

1901年，当瑞典科学院颁发第一次诺贝尔奖金时，物理学奖的选择对象自然落在伦琴身上。伦琴成名以后，反对用自己的姓名来命名X射线。同时他还谢绝了巴伐利亚王子所授予他的贵族爵位，并因此受到贵族的冷遇。他把他获得的全部诺贝尔奖金都捐献给了自己的工作单位沃兹堡大学物理实验室作为研究费用。他说：“我认为发明和发现都应属于整个人类”。伦琴的无私精神受到了世界各国人民的高度赞扬。

X射线在后来一直到今天，得到了广泛的应用，工业上用于金属探伤，医院里用它来透视人体的心肺、脏腑和骨胳，已经成了重要的医疗设备。

对于X射线的研究，不久又促成了天然放射性的发现。因此，可以说X射线是原子世界透出的一道曙光，为人们深入观察原子及其运动带来了光明。

第五节铀天然放射性的发现

在一个物理学家的家庭里，爸爸是研究荧光的。有一种钟表上使用的物质，白天在阳光照射后，到了黑夜里会发出微弱的光亮，在物理学上，这种经过太阳光的紫外线照射以后发出的可见辐射，称为荧光。

1896年，儿子亨利·贝克勒耳从爸爸那里选了一种荧光物质铀盐，学名叫硫酸钾铀，想研究一下一年前伦琴发现的X射线到底与灾光有没有关系。

贝克勒耳想，要弄清这个问题，方法并不难。只要把荧光物质放在一块用黑纸包起来的照相底片上面，让它们受太阳光的照射，就能作出判断。由于太阳光是不能穿透黑纸的，因此太阳光本身是不会使黑纸里面的照相底片感光的。如果在由于太阳光的激发而产生的荧光中含有X射线，X射线就会穿透黑纸而使照相底片感光。

于是，贝克勒耳进行了这个实验，结果照相底片真的感光了。因此，他满以为在荧光中含有X射线。他又让这种现象中的“X射线”穿过铝箔和铜箔，这样，似乎就更加证明了X射线的存在。因为当时除了X射线之外，人

们还不知道有别的射线能穿过这些东西。

可是，有次一连几天是阴沉沉的天气，太阳始终不肯露头，这就使贝克勒耳无法再进行实验。他只好把那块已经准备好的硫酸钾铀和用黑纸包裹着的照相底片一同放进暗橱，无意中还将一把钥匙搁在了上面。几天之后，当他取出一张照相底片，企图检查底片是否漏光。冲洗的结果，却意外地发现，底片强烈地感光了，在底片上出现了硫酸钾铀很黑的痕迹，还留有钥匙的影子。可这次照相底片并没有离开过暗橱，没有外来光线；硫酸钾铀未曾受光线照射，也谈不上荧光，更谈不到含有什么 X 射线了。

那么，是什么东西使照相底片感光的呢？照相底片是同硫酸钾铀放在一起的，只能推测这一定是硫酸钾铀本身的性质造成的。硫酸钾铀是一种每个分子都含有一个铀原子的化合物。

物质的最小单元是分子，分子若是由不同元素的原子组成的物质，被称为化合物。

硫酸钾铀这种化合物，含有硫原子、氧原子、钾原子、铀原子，通过比较和鉴别，后来进一步发现，原来，硫酸钾铀中，硫、氧、钾原子是稳定的，只有其中的铀原子能够悄悄地放出另一种人们肉眼看不见的射线，使照相底片感光了。

这种神秘的射线，似乎是无限地进行着，强度不见衰减。发出 X 射线还需要阴极射线管和高压电源，而铀盐无需任何外界作用却能永久地放射着一种神秘的射线。

贝克勒耳虽然没有完成他预想的试验，却意外地发现了一种新的射线。后来，人们把物质这种自发放出射线的性质叫放射性，把有放射性的物质叫做放射性物质。这就是世界闻名的关于天然放射性的发现。

在科学上，决不能轻易地放过偶然出现的现象。新的苗头或线索，一经出现，就要立即抓住它，刨根究底，问它个为什么，查它个水落石出。

据说，在贝克勒耳之前，已经有人发现了这种怪现象。有一位科研人员把沥青铀矿石和包好的照相底片搁在一起，底片因曝光而作废了。但是，这个人只得出了一个“ 常识性 ”的结论：不能把照相底片同沥青铀矿石放在一起。这个结论虽然是对的，也有实用价值；可是由于他缺乏一种究根究底的钻研精神，没有把原因搞清楚，以至白白地放过了完成一项重大发现的机会。

朋友！您想当科学家工程师吗？一定要明白，粗心的人是难有重要发现的，伟大的机会到来时，常常被擦肩而过的。因此，科学上想要有成就，必须首先养成善于细心观察事物的习惯和本领。

近代微生物学奠基人巴斯德说过一句话：“ 在观察的领域中，机遇只偏爱那种有准备的头脑。 ”这话说的很有道理。

天然放射性的发现揭示了一个非常重要的问题。在自然界中有某些元素能自发地放出射线来，可是这些元素又都是由某种原子构成的，这不就说明了本身还会发生某种变化吗？这种变化深刻地意味着原子还有结构，原子还

隐藏着秘密。所以说，这项发现从根本上动摇了在这以前那种认为原子是不可分割的陈旧观念。从此，人类跨入了进一步了解原子的大门。

天然放射性的发现被誉为原子科学发展的第一个重大发现。

在世纪之交的十九世纪末期，科学上是令人迷惘的时期，面对如此重大的发现，有的科学家想不通，例如，当时很有名望的科学家洛伦兹就企图把这些崭新的实验事实纳入旧理论的框框，从旧的原子学说中寻找答案，这当然是不行的，不会取得任何成就的。于是，在这些客观事实面前，他们苦恼的仿惶，甚至对科学丧失信心，哀叹物理学发生了“危机”，“科学破产”了。他本人曾绝望地说：“在今天，人们提出了与昨天所说的话完全相反的主张；在这样的时期，真理已经没有标准，也不知道科学是什么了。我很悔恨，我没有在这些矛盾出现的五年前死去。”个别科学家甚至因此而走上了自杀的道路。

而后来的事实发展充分证明，正是这些划时代的发现，点燃了新世纪的火炬。

第六节第一个“基本粒子”的发现

汤姆生与其他青年物理学家一起，研究为什么气体在X射线照射下会变成电的导体。据汤姆生的推测：这种导电性，可能是由于在X射线的作用下，产生了某种带正电和带负电的微粒所引起的。他甚至认为：这些带电的微粒可能就是想象中原子的一部分。这种想法，在当时不能接受，世界上哪有比原子更小的东西呢？

为了搞清楚在通电玻璃管内从阴极发出的射线可能就是由那些连续发射的粒子所组成的。汤姆生想称量出这些粒子的重量。可是怎么去称量那么小的粒子呢？

汤姆生利用电场和磁场来测量这种带电粒子流的偏转程度，以推测粒子的重量。他说，粒子愈重，愈不易被偏折；磁场愈强，粒子被愈折愈厉害。测量这些粒子被偏折的程度和磁场强度，就能间接地测出它们的质量，亦即能得出粒子所带电荷与其质量之比。这仿佛是要测定子弹的重量（铁子弹），我们可以在一个大磁场附近发射子弹，子弹受磁场的作用会偏离靶心，然后根据子弹偏离靶子多远和磁场强度大小推知子弹重量多大。

1897年，汤姆生根据实验指出，阴极射线是由速度很高（每秒10万公里）的带负电的粒子组成的。起初称为“粒子”，后来借用了以前人们对电荷最小单位的命名，称之为“电子”。实验结果表明，阴极射线粒子的电荷与质量之比与阴极所用的物质无关。也就是说，用任何物质做阴极射线管的阴极，都可以发出同样的粒子流，这表示任何元素的原子中都含有电子。

汤姆生还发现，除阴极射线外，在其他许多现象中也遇到了这种粒子。例如把金属加热到足够高的温度时，金属或某些其它物质受光特别是受紫外

线照射时，也都放出电子。这个事实更进一步说明了任何元素的原子中都含有电子。

汤姆生测出，电子的质量只有氢原子质量的 1/1840，电子的电荷是-4.8×10^{-10}静电系单位（或 -1.602×10^{-19} 库仑）。

电子的重量只有9.11×10^{-28}克（约一千亿亿亿分之一克）

汤姆生的思想摆脱了传统观念的束缚，发现了电子，但又受到了嘲笑。因为许多人根本就不相信，认为汤姆生的说法是愚蠢的，甚至说他是个骗子。汤姆生在英国科学知识普及会上讲述他关于电子方面的实验时，在座的大部分物理学家对他所持的观点表示怀疑。所以，在当时，电子的发现并没有引起广泛注意。关于这一点，汤姆生的儿子后来写道：“ 反对这种比原子还小的粒子客观存在的论调，还是不停地出现，但那只不过是旧物理概念间歇的垂死痉挛。 ”

电子的客观存在，被后来愈来愈多的事实完全证实了。这项重大发现，不仅使我们对原子结构有了进一步认识，而且还使我们弄清了电的性质。每秒钟在导体的某一截面上会有6.242×10^{18} （10^{18}即100亿亿）个电子的定向流动，就是我们所知道的 1 安培的电流。

电子的发现及电子学的一系列成就，是现代文明的基础，天上的航天飞机、人造卫星，地上的电气列车，城市的电车，电灯、电视、电炉、收音机、雷达等，无一不是靠电子的工作。

电子的发现，直接证明了原子不是不可分割的物质最小单位。原子的自身还有结构，电子就是原子家族中的第一个成员。

第七节 发现镭的艰苦历程

玛丽·居里，即著名的居里夫人，与她的丈夫皮埃尔·居里一起，夫妇俩共同就贝克勒耳首先发现的放射性现象进行研究，先后发现补（pǒ 和镭（léi）两种天然放射性元素，为原子时代的开始作出了重大贡献。

居里夫人在科学上的刻苦自励、坚韧不拔，生活上的不畏挫折、艰苦朴素，成为后代人敬仰和传颂的佳话。

玛丽生长在波兰一个诚实的农民家庭。她的父母后来离开了农业劳动，从事教育工作，父亲是一位中学的数学和物理教员，母亲做过小学校长，弹得一手漂亮的钢琴。玛丽继承了父亲的才智和母亲的灵秀。玛丽记忆力很强，三四岁时，就能熟背许多诗篇。玛丽常到父亲的房间去，那里摆着不少的物理仪器和矿物标本，这些使年幼的玛丽萌生了对科学的好奇心，她觉得这些小东西非常有趣，她时常踮起脚尖，长时间地仔细端详，还不时用小手指去触一触玻璃管。一次，她问父亲：“ 这些东西叫什么名字呀？ ”父亲告诉她说：“ 这叫物理仪器。 ”从此，这些仪器就深深地印刻在玛丽的脑海里。但是，她的父母却不敢让儿女们在学习上过于用功，因为家里有肺痨的病根。

每当玛丽抱起书本，母亲就会心疼地对她说：“去花园里玩玩吧，孩子，外面多美啊！”

后来，大姐得伤寒病夭折，相继，母亲又因病去世。从此，玛丽失去了母亲和大姐的爱抚。家庭的不幸，深深地刺伤了玛丽幼小的心灵。但是，逆境也磨炼了她坚韧的性格和对知识的执著追求。

上中学时，一次她正在家里低头看书，姐妹们和她开玩笔，把几把椅子高高地叠在她的周围，可她一点都没有觉察。时间一分一秒地过去，等着看热闹的姐妹们互相挤眉弄眼，有些不耐烦了。又过了大约半小时，玛丽读完了预定的章节，才抬起头来，象姐妹们盼望的那样碰倒了“椅塔”，引得她们前俯后仰地笑个不停。

功夫不负有心人。玛丽中学毕业时以优异成绩获得了金质奖章，全家人都为她高兴，她的父亲更感到由衷的欣慰。

十九世纪的波兰大学不收女学生，这使玛丽和她的另一个姐姐很犯愁。因为如果出国求学，需要一笔很大的开支。“有办法了！一天，玛丽在月光下兴奋地对姐姐说：“是这样，你把我们俩省下来的钱都带上，先去巴黎。我在这儿做家庭教师，把挣来的钱再给你寄去。等你毕业有了工作再帮助我。若是我们仍旧各自奋斗，那就谁也无法离开这里。”

姐姐高兴地拥抱着妹妹，眼里闪着激动的泪花：“玛丽，你真愿意帮助我吗？你的天资这样好，应该你先出去，也许很快就会功成名就，为什么先让我走呢？”

“因为你是 20 岁，我才 17 岁。”

就这样，姐妹分手了。

姐姐从巴黎寄来了信，妹妹从华沙寄去了钱。为了支持姐姐读书，玛丽有时连一张邮票都买不起。

玛丽做家庭教师时，经受了一次感情上的磨难。这户人家的大儿子是华沙大学的学生，回家度假时认识了玛丽，从此一见钟情，玛丽高雅的谈吐，优美的舞姿，强烈地吸引着他；而热情、单纯的玛丽也深深地坠入了情网。

但是，他们的恋情引起了一场轩然大波。大学生的父母尽管深知玛丽天性聪颖、品行端正，可是，贫穷的女老师怎能配得上自己高贵的家庭和门第呢？父亲大发雷霆，母亲几乎气晕了过去，大学生终于屈从了父母的意志。

失恋的痛苦折磨着善良的玛丽，她写信给一个表姐准备“向尘世告别”。但是，坚定的信念，使玛丽很快战胜了内心的懦弱，她开始把全部精力放在了自学上。几年后，她又与大学生作了最后一次交谈，但是，他还是那样犹豫、软弱。玛丽毅然折断了心灵上的幻想之帆，动身前往巴黎求学去了。

这是一次幸运的失恋。否则，她的历史也许将要重新改写，玛丽也不会成为举世闻名的居里夫人了。

玛丽在巴黎求学期间，一个波兰籍物理教授为物理学家皮埃尔·居里做了牵线搭桥的人，用中国话说，为玛丽和皮埃尔做了“红娘”。

皮埃尔原是一位对女性抱有成见的人，在他的日记中曾这样写道：“女人比我们更加留恋生命，天才的女人是少见的。”

皮埃尔与玛丽第一次见面时，漫不经心地同她握手，伸过来的是一只秀丽纤巧的小手，手指上留有硫酸灼伤的斑痕。

对于年轻有为的科学家皮埃尔，玛丽闻名已久。然而，第一次会见，除了欣喜之外，在这位 27 岁的姑娘心中还激起了一道波澜。

当晚，皮埃尔和玛丽都失眠了，皮埃尔找出了自己的日记本，把上面关于女性的偏见涂抹得一干二净。一年之后，两人的感情终于找到了共同的节奏，皮埃尔在给玛丽的信中写道：“如果我们能够生活在一起，那该有多好啊！”

1805 年，玛丽和皮埃尔在充满诗情画意的夏天里结婚了。 玛丽的婚礼没有白礼服，没有金戒指，也没有按照当地的习俗到教堂去举行仪式。亲友们来祝贺他们的结合，这对新婚夫妇用亲友的馈赠，购买了两辆新自行车。

婚后的蜜月，玛丽和皮埃尔骑着两辆新自行车，在附近森林中崎岖的小道上漫游。累了坐在大树下，吃着带来的面包、香肠、干酪和梨。他们尽情享受着只有两个人在一起时的宁静之乐。晚上，到一家就近的小客店里去住。吃完了晚餐之后，话题自然而然地转到研究中的某一个难点上来。

理化学校的校长同意玛丽在皮埃尔的实验室里继续进行她的钢磁化性能研究。在那些日子里，玛丽白天做八小时的科学研究，回家料理两三小时的家务，学会了煮牛肉和剪土豆片。晚饭后，她坐在一张没有上漆的白木桌子的一端，在煤油灯下准备着大学毕业生的职业考试。皮埃尔坐在这张桌子的另一端，准备明天要上的课。他们不说话，只有翻书页的声音和钢笔尖在纸上摩擦的声音。偶尔，他俩不约而同地抬起头来，相互望一眼，交换一个深情的微笑，又低头专心干他们自己的事，一直到凌晨两三点钟。

婚后第三年，玛丽生了一个女儿，玛丽下决心把对科学的热爱和做母亲的责任同时担负起来。她每天给女儿喂奶、换尿布。幸好玛丽的公公给了她很大的帮助。这位老人细心地看管这个小女孩，使玛丽有较多的时间从事她喜爱的科研工作。

那时玛丽已经考得了硕士学位，也写完了钢磁化性能的专论。下一步她该做什么呢？

按照一般的顺序，当然是准备考博士学位。可是选一个什么样的研究题目呢？玛丽仔细阅读了物理学方面的最近论著，想找出一个新奇的有希望的研究课题来。

玛丽看到一份报告，是法国物理学家贝克勒耳写的，内容是关于他发现铀矿石会放出看不见的射线，而使底片感光的研究。这真是一种奇妙的现象。这种射线是从那儿来的？具有什么性质？这是一个好题目，还没有人做过详细的研究，正可写一篇绝妙的博士论文！

玛丽的想法得到了皮埃尔的支持，于是她便立刻动手，搜罗了一些铀矿

需要全本请访问 www.ertongbook.com