

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

世界科技全景百卷书 (9)

科技之謎

 **eBOOK**
内容资料 免费下载

科技之谜

事实又是如何

落体实验的真相

意大利的伽利莱·伽利略（1564～1642 年）被称为近代科学之父。

在他以前，希腊大哲学家亚里士多德的学说在学术界具有绝对权威，就连科学家，也要以亚里士多德的书来衡量一件事情是否正确。伽利略反抗这种风潮，提出了以自己的观察和实验为基础进行判断的正确的科学方法。作为反抗的手段之一，他特意选择了亚里士多德的“物体越重下落越快”的学说，决定给予迎头痛击。

1590 年的一天，比萨大学讲师伽利略，在有名的比萨大学斜塔的七层阳台上（高 30 多米）把轻重不同的两个金属球同时抛下。比萨大学的教授和学生聚集在塔下，注视着实验。谁都以为会像亚里士多德所说的那样，重的先落地。但没有料到，两个球却同时落地，这使在场的人都大吃一惊。

这实际上只是个故事，从各种证据看，其实没有这回事，纯系传说。

如果真有这件事，那肯定会引起很大轰动，但是，查遍当时的文献，也找不到类似的记载，就连伽利略本人的著作，也根本没有谈及。

说实话，伽利略根本就没有必要特意做实验。他仅仅通过论据就已巧妙地证明了亚里士多德的学说是错误的。如果假定物体越重落得越快，那么，用绳子把重的物体和轻的物体紧紧地拴在一起让它落下又会怎样呢？即使重物想要快速落下，但由于后面有慢的轻物体拽着它，也会比单独落下时慢吧。但是，要是考虑到在重物体的基础上又增加了轻物体的重量的事实，那么，变得更重的物体岂不应该比单独落下时更快吗？从同一个假设中得出了两个完全矛盾的结论。这就证明，开始时的假设是错误的。因此，重的物体和轻的物体也是以同样的速度下落的。

实际上，1587 年曾有人证实，从二楼窗户下落的两个铅球是同时着地的。这个人就是荷兰的西蒙·斯台文。但是，伽利略并不知道这件事。伽利略进行公开实验的说法是他晚年时的学生韦韦亚尼写的《伽利略传》（1654 年出版）中首次提到的，但这总像是韦韦亚尼过于尊敬老师，有意无意地把别人的功绩算到了伽利略头上。

地球依然在转动吗

1633 年，伽利略被传到了罗马宗教法庭。他的嫌疑是，三年前出版的《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》（简称《天文对话》）一书，虽然巧妙地作了掩饰，但实际上仍然是在支持和宣传波兰天文学家哥白尼（1473～1543 年）提倡的地动学说。

在此以前，人们大都相信天动学说，认为地球是宇宙的中心，一切天体都在围绕着地球转动。地动学说（正确地说是太阳中心说）认为，太阳是宇宙的中心，地球和其他的行星围绕着它转动。从今天的科学观点来看，这是正确的想法。然而，天主教认为，地动学说同圣经上的说法相矛盾，因此是错误的，是异常危险的想法。

据教会方面说，在 1616 年，伽利略受到了宗教法庭的传讯，受到警告，要他不支持和传播地动学说，他曾宣誓服从。据说记载这件事的文件还保

存着。如果什么情况都不知道，则情有可原，但他下了保证却又违背了它，其罪自然是严重的。但是，多数人认为，这个文件是为了陷害他而捏造的假文件。据说，他当时只是被告知：哥白尼的著作已被列入禁书目录里（因此，天主教徒是不能读的）。

因此，法庭的追究很严厉。让他看了许多酷刑的刑具，并威胁说，如果不承认怀疑他犯罪的事实将上刑。年已七旬、有病、身心衰弱的伽利略终于违心地承认自己有罪，向法庭屈服了。

1633年6月22日，罗马的某修道院作出了判决。伽利略被判处无期徒刑，之后，他当着法官们的面，把手放在圣书上，双膝跪下，庄严宣誓：今后，决不相信、宣传和传授任何地动学说。

但是，宣誓完毕站起来的伽利略，难以忍受他作为一个科学家的良心的责难，自言自语地说：“尽管如此，地球仍在转动。”

说明伽利略热爱真理和有勇气的各种小故事在人们中广为传播。但遗憾的是，并不是真有其事。如果他真的那样说了，法庭肯定会认为是侮辱法庭的行为，会立即重新逮捕他，判以更重的刑罚。然而，尽管对他判了徒刑，但实际上蹲了两天监狱后就被释放了，不久就允许他回自己的家，处罚是很轻的。更重要的是，对于体弱多病，在以用刑相威胁的情况下屈服了的70岁的老人来说，是不能指望他有那样的勇气的。

但是，完全可以设想，伽利略在宣判完毕，到了朋友家里，放了心后会说出那种牢骚话的。20世纪以来，已发现能间接证实说过这种牢骚话的证据。也许是这种私人之间的谈话在不知不觉之间被人们传成了在法庭上的充满勇气的发言了。

哲学家伯特兰·拉塞尔说：“说伽利略在宣誓之后，自言自语说‘尽管如此，地球仍在转动’的说法是不真实的。说这种话的并不是伽利略，而是世界。”

但是伽利略并没有完全向教会屈服。此后，直到逝世，他一直被监禁在私宅，最后双目失明。尽管如此，他于1636年完成了他最后的巨著《论两种新科学》，并于1638年在有出版自由的新教国家荷兰出版。这部巨著奠定了近代科学的基础，在历史上放射着夺目的光辉。

瓦将与开壶的蒸汽

在英国的产业革命中，詹姆斯·瓦特（1736～1819年）在技术方面起了最重要的作用。他的名字永远放射着耀眼的光。经常有人说，瓦特是蒸汽机的发明人，但这是一个很大的错误。在瓦特之前，就有很多人在研究利用蒸汽的动力机械，其中，托马斯·纽可门（1663～1729年）发明的机械远在瓦特的蒸汽机问世50多年前，就已被广泛地用来抽出矿山的地下水。

瓦特和茶壶的传说却广为流传。但是这个传说是从距离瓦特少年时代50多年后开始传出来的。一天晚上，少年瓦特同伯母的女儿缪亚赫德一起喝茶。当时，外祖母对少年的态度不满，指责他说：“詹姆斯！我没有见过你这样的懒虫。在这一小时里，你一声不吭，在那里摆弄壶盖，一会儿打开，一会儿盖上，把茶碗和勺子罩在蒸汽上，一会儿看蒸汽的喷出情况，一会儿又在数勺子上的蒸汽凝结成的水滴。在这些事上白白地浪费时间，你不感到羞耻么？你念点书干点活不好吗？”

据其他的故事说，瓦特发现，当他把壶嘴堵住，不让蒸汽跑掉时蒸汽却把壶盖冲开了。

瓦特由此领悟到，蒸汽中潜藏着多么巨大的力量，他反复研究，要把这种力量很好地利用起来，终于发明了出色的蒸汽机。

但是，这并不符合历史事实。瓦特开始接触蒸汽机是在 1763 年，他受委托修理安装在格拉斯哥大学的一台出了故障的纽可门蒸汽机模型。他轻易地排除了故障。从此，他对蒸汽机有了兴趣，开始研制效率更高的机器。尔后，经过辛勤的劳动，造出了性能更为优良的蒸汽机，从而奠定了产业革命和今天的物质文明的基础。

单纯地认识到蒸汽的巨大力量并不能促使他完成这样巨大的事业。瓦特少年时代的故事也许实际上存在，但那是出于常见的那种少年人的单纯的好奇心，这同后来瓦特的工作没有本质的联系。这样认为可能是妥当的。

另外，有趣的是，关于蒸汽机的研究者，伍斯特伯爵二世（真名叫爱德华·萨默塞特，1601~1667 年）和托马斯·纽可门，也有与此完全相同的故事。

谁是汽船的发明人

1807 年 8 月 17 日，罗伯特·富尔顿（1765~1815 年）制造的蒸汽船克拉蒙特号航行在纽约港外。在长 40.5 米的船体的两侧，有两个轮子迅速地划着水，从烟囱里冒出浓浓的黑烟，以每小时 8 公里的速度溯赫德森河而上。站在岸上的数千名观众大为吃惊，呆呆地看着。其中，也有直到前一天还认为富尔顿是发了疯的人。

克拉蒙特号用了 32 个小时，抵达了距纽约 240 公里的上游的奥尔巴尼。这次试航的成功，使人们深深地认识到，汽船的力量是巨大的。从而揭开了汽船时代的序幕。

许多人认为，克拉蒙特号是世界上第一艘汽船，因而相信，建造这艘船的富尔顿是汽船的发明人。然而，这是错误的。在 1807 年以前，建造以蒸汽为动力的船舶，并使之在水上航行的人，英、法、美三国加起来有近 10 人。

克拉蒙特号只不过是集先驱者经验的大成，因此，船体大，性能好。同先驱者们的工作还没有为世人所承认的时代相比，到克拉蒙特号出现时，经济已很繁荣，人们易于认识汽船的优越性。再加上富尔顿的出色的宣传，因此取得了那样大的成功。

那么，汽船的真正发明人是谁呢？这是一个难以解答的问题，至今还没有定论。但是，可能性最大的恐怕是美国的约翰·菲奇（1743~1798 年）。

菲奇没有受过学校教育，曾当过钟表匠和测量员，在各地流浪，以后，他在特拉华河边的沃辛斯塔定居下来，开始研究汽船。他费尽心血，于 1787 年夏天建成了一艘独木舟式的靠划水前进的船只。这艘船的两侧前后各装有三只一组的长桨，用蒸汽机使它交替划动。

菲奇又经过反复改良，建造了新的大型汽船，并征集了投资者，在特拉华河上开辟了定期航线。1790 年夏天，这艘船往返于费城和巴林顿之间，载运了相当多的乘客。它比克拉蒙特号取得成功早 17 年，船的速度平均每小时 12 公里，比克拉蒙特号快。但是，这条定期航线后来因出现很大的赤字而停航，投资者对汽船的前景感到绝望，撤回了资金。菲奇在贫困中虽然仍在继

续研究，但无成果，最后服安眠药自杀了。

谁是蒸汽机车的发明人

要问谁是蒸汽机车的发明人，恐怕大多数人都会说，是英国的乔治·史蒂芬森（1781~1846年）。但是，正像汽船的发明人不是富尔顿一样，最先制造蒸汽机车的人并不是史蒂芬森。的确，史蒂芬森对蒸汽机车进行了各种各样的改革，奠定了现代机车的基础，参与了斯托克顿——达林顿之间的铁路（1825年通车）和利物浦——曼彻斯特铁路（1830年通车）的建设，为铁路事业的迅猛发展铺平了道路。在这个意义上，把他称作铁路之父是对的。但是，他并不是蒸汽机车的发明人。

蒸汽机车的发明人是英国人理查德·德来维西克（1771~1833年）。但是，虽然他是一位天才的发明家，一个接一个的设想像泉水似地涌流出来，然而，他没能静下心来，搞一个有成就的发明，而且，缺乏运用自己的发明的才能。因此，不能像史蒂芬森那样留名后世。

德来维西克同史蒂芬森一样，都是矿山的蒸汽机泵技师，积累了丰富的经验。他为了把蒸汽机用于交通工具，最终想到把瓦特没有着手利用的高压蒸汽利用起来。

经过一番苦心钻研，他于1801年完成了能够在道路上行驶的载人的蒸汽机车。在那年圣诞节的晚上，载着几位朋友，在上行的坡道上行驶了约半英里，但是，这台蒸汽机车在几天以后，因操作失误而烧毁了。

1803年，德来维西克制造了第二台蒸汽机车，并在伦敦公开展出，引起了很大的轰动。但由于驾驶失误，撞坏了人家的墙壁，运行表演就此结束。

第二年，他为南威尔士炼钢业者建造的蒸汽机车，行驶在有刻纹的钢轨上，牵引着载有25吨货物的4辆货车，以时速四英里的速度行驶了近10英里。这比史蒂芬森的第一辆机车布卢赫尔号早9年。

1808年，他又制造了新的蒸汽机车，在伦敦使之行驶在直径约30米的圆形轨道上，获得了很高的声誉。有几千人乘坐这辆蒸汽机车，票价为一先令。但有一天，机车翻倒摔坏。从此，蒸汽机车被视为危险物，无人问津。

此后，德来维西克到了南美，在秘鲁的矿山从事安装蒸汽机的工作，但都失败了，最后是在靠故乡的救济机构的救济维持生活的情况下死去的。

诺贝尔真的反对研制杀人武器吗

“诺贝尔发明安全的黄色炸药，为社会作出了贡献，他自己也成了富翁。但与其意愿相反，黄色炸药被用于战争，因此他非常伤心，为了有所补救，消除战争，带来和平，他在遗书中决定献出自己的全部财产，设立诺贝尔奖金。”

人们经常这样说，但是其中有两个大错误。一是黄色炸药被作为武器的问题，二是“违背诺贝尔意愿”的问题。

艾尔弗雷德·诺贝尔（1833~1896年）从他父亲一代起，就参与火药生产，先是制造了液体炸药硝化甘油。但是，这种炸药一晃动或者一受到冲击就会爆炸，极端危险。这致使诺贝尔工厂和仓库相继因发生大爆炸而化为乌有，整个世界为之震惊。

为了把事业继续下去，诺贝尔被迫设法生产更为安全的炸药。因此，他费尽心血，终于发明了使硝化甘油渗进硅藻土的炸药，并于 1867 年获得专利权。这就是黄色炸药。这种炸药，不管怎么晃动，冲击，还是用火点燃，都不发生反应，不使用雷管（雷管也是诺贝尔发明的）引爆，就不会发生爆炸。所以，这种炸药大受土木建筑、矿山等方面的欢迎，诺贝尔立刻成了世界上屈指可数的富翁。

但是，反应如此迟钝的炸药，即使想用于武器也用不上。充其量也只能用来爆破炮台和据点。

自此以后，诺贝尔便积极地致力研制军用火药。1887 年发明的无烟火药——混合无烟火药，可以普遍用于枪炮、鱼雷、炸弹等。诺贝尔不顾一切地生产这种优良的军用火药，向世界各国出售。

这种行为完全与和平主义背道而驰，但诺贝尔本人却没有意识到这一点。

他终生诅咒战争，渴望和平是真的，但是，他认为，要实现这一点，只靠缩减军备和缔结不战条约是没有多大效果的。

“我想制造一种具有摧毁一切的可怕威力的物质或机械。这样，交战双方的军队就可以在瞬息之间同归于尽。文明国家便会由于极端恐怖而不再打仗，并解散军队。”

就是说，诺贝尔的想法中有一种以毒攻毒的理论，即越是研制杀伤效果大的武器，就越能导致和平。

爱迪生的耳朵是怎么聋的

关于发明大王托马斯·爱迪生（1847～1931 年）的逸闻和传说多不胜数，其中有很多不是事实。这是由于爱迪生自己的记叙模棱两可和人们以讹传讹的结果。

爱迪生少年时代耳聋的故事也是其中之一。他从 12 岁起在往返于波特休伦和德特路易特之间的火车上卖报纸和饮料，挣钱帮助维持家庭生活，同时赚些实验费和零花钱。不久他便把药品和化学器皿等搬进空闲的吸烟室，在卖完报纸后，钻进吸烟室，一心搞实验。

大家熟悉的一个故事是这样说的：有一天他正大作试验，列车突然倾斜，水里放着黄磷的罐子从架子上掉下来。罐子破碎，黄磷遇空气燃烧，周围成了一片火海。列车员史蒂芬森急忙跑过来，帮助他扑灭了火。但史蒂芬森大怒，向爱迪生打了几拳，有一拳头打在耳朵上，鼓膜破裂，爱迪生的耳朵从此再也听不到声音了。到了下一站，列车员把爱迪生推下车，接着，实验器皿和药品也被一点不剩地扔掉了。

不过，据爱迪生本人说，情况完全相反。他说：

“有一天，我上火车晚了，两手抱着一大捆报纸，勉强抓住已开动的车的把手，但力气不足，渐渐下滑。列车员赶忙伸手来拉，不凑巧抓住了我的耳朵，就这样硬把我拉了上来，当时我的耳朵嗡嗡作响，我的生命得救了，但耳朵却聋了。”

就是说，列车员不但心眼不坏，反而还是他的救命恩人。因此，此后两人一直相处得很好。据说，由于在车内失火，被勒令把实验器皿全部拿下车，是确有其事，这件事发生在 1862 年。而他变成聋子，则发生在两年前。

但是，爱迪生的耳朵似乎在这以前很早就不太好。据说，他出生不久，便得了重猩红热病，发了高烧。病总算治好了，但耳朵却不好使了。

爱迪生 8 岁时到附近一家小学读书，但听不清老师讲话，理解能力也差，因此有人嘲笑他呆头呆脑，最后终于休学，跟着母亲学习。这也是一个有名的故事。大概是因为老师和周围的人（或许连爱迪生本人）都没有注意到他的耳朵听不清吧。

摄氏温度表的刻度

对温度和温度计的研究，从伽利略的时代起就很活跃。但是，科学家们各使各的温度表。到了 18 世纪初叶，统一温度表刻度的气氛高涨起来，并相继作了几种尝试。

最初的温度表是德国气象机械制造者 G·D·华伦海（1686～1736 年）于 1714 年前后想出来的。日本取华伦海的中国译名的第一个字，称作华氏温度表。他把氯化氨、水、冰的混合物作为最低温度，定为零度，把冰溶解的温度定为 32 度，把口腔的温度定为 96 度，后来，人们用这种温度表测出来水的沸点为 212 度，于是，沸点 212 度和冰点 32 度就被用作温度的起止点。华氏温度表主要在英美国家使用。

接着，法国的列米尔（1683～1757 年）于 1730 年发表了把水的冰点定为零度，沸点定为 80 度的温度表。这种温度表称为列氏温度表。80 这个数字是这样产生的：使用酒精的温度表，把冰点时的酒精体积定为 1000，那么沸点就是 1080。

目前，除英美以外，世界广泛使用的是摄氏温度表。这种温度表的命名是取瑞典人摄尔修于（1701～1744 年）的中国译名的第一个字。摄尔修于 1742 年提出把水的冰点至沸点之间分成 100 份的温度表。不过，与目前使用的相反，是把冰点定为 100 度，把沸点定为零度。

但是，似乎很快就有人感觉到，这样用起来很不方便。据考证，J·D·克利斯（1683～1755 年）很快就于第二年，即 1743 年把刻度颠倒了过来。因提出二名分类法而闻名于世的博物学家林耐（1707～1778 年）也于 1745 年使用了把刻度颠倒过来的寒暑表。林耐本人在信中说：“是我第一个设计以冰点为零度，以沸点为 100° 的温度表的。”

也有人说，1710 年时就有人想出了这种刻度的温度表，并于 1737 年开始使用。由于这个原因，特别是英美国家不承认摄氏温度表的发明人。摄尔修于摄氏温度表的记号写作 C。一般人都认为，这个 C 字是摄尔修于的英文字头，但英美国家却说，这是 Centigrade（百分度）的字头。解释有分歧不好，因此到 1948 年，英美国家也作出妥协，从此统一解释是摄尔修于的字头。

从 1967 年起，把水的三态（水、冰和水蒸汽）的平均温度，改定为零点零一度，取代了以冰点为零度。但是，实际上这与原来的刻度表没有区别。

野口英世发现黄热病的真伪

野口英世（1876～1928 年）被认为是教育方面的最高理想人物，他的传记在儿童中最受欢迎。他出生在福岛县一个穷苦的农民家里，小时一只手被烧伤，活动不便。这个被笑为“跛子”的聪明少年，在小学校的小林荣老师、

渡部鼎医生和血胁守之助医生等人的亲切保护和指导下，努力学习，1900年留学美国，终于成为世界闻名的细菌学家。

但是，并非野口英世的一切都是修身的教课书。他聪明，肯于学习，但另一方面，他自私自利，爱自我吹嘘。年青时浪费成癖，也喜欢同艺妓鬼混。他在箱根温泉认识了一对夫妇，对他们十分钦佩，希望和他们的女儿结婚，但条件是要求对方拿出很多钱作为去美国的旅费。但在启程前，同朋友们尽情玩耍，一夜之间几乎把钱全部花光。于是，又向血胁老师苦苦乞求，血胁老师非常吃惊，没办法，为野口向高利贷者借了钱。野口去美国后，一直没有回国，在日本长期等他回来结婚的那位姑娘，终于未能实现结婚的愿望。这种有点令人不寒而栗的事，当然没有载入儿童们阅读的传记。

野口英世取得的主要成就是：研究蛇的各种毒素、培养梅毒的纯病原体——螺旋体属（1911年），在因麻痹性痴呆和脊髓痨而死亡的人的脑中和脊髓中发现螺旋体属（1913年），以及对黄热病的研究等。他对于黄热病的研究，最为人们所熟知。野口日本人就是患这种病而死的，很多书都说野口发现了黄热病的病原体，其实这是不对的。

黄热病是中南美和非洲流行的一种可怕的传染病，蚊子是这种传染病的媒介物。1918年，野口作为黄热病调查团的一员，被洛克菲勒研究所派往厄瓜多尔，仅仅在两个月后便在患者身上发现了钩端旋体属这种微生物，于是他宣布说这就是黄热病的病原体。厄瓜多尔政府为感谢他而送给他陆军军医监、名誉大校的称号，还召开了盛大的感谢会。

但是，在此以前已经有一种说法，说黄热病的病原体似乎比钩端旋体属更小的、能通过磁器过滤器的病毒。还有很多人提出不同意见，认为野口发现的可能是魏尔氏黄疸病的病原体。野口反复强调他的想法是正确的。但是，美国终于肯定无疑地证明了黄热病的病原体是病毒。为了寻找最后的反驳论据，野口于1927年到非洲的阿克拉，在那里死于这种黄热病。那时他似乎已经感到他自己的说法是错误的。甚至有人说，他是由于绝望而特意患黄热病死的。也就是说，这是一种自杀。

第四纪冰川是否存在

庐山，飞峙在长江之滨，九江市南，平地拔起于鄱阳湖平原之上。山势巍峨，秀丽壮观，是驰名中外的避暑胜地。她不仅以悬崖、瀑布、云峰、密林引诱着古今中外文人雅士，为之诉诸笔墨，留下脍炙人口的名诗佳句；招揽游人不远千里，前来领略诗人笔下的银河落九天之趣，寻觅醉人的春天。而且以她奇特的地表形态、特殊的堆积物吸引着地质、地理学家。自从本世纪30年代初期，我国卓越的地质学家李四光先生，把庐山存在第四纪冰川的观点公诸于世之后，学者们为研究庐山第四纪冰川遗迹的真伪，足迹遍布山野。赞同者与反对皆不乏其人，各说纷呈，莫衷一是。以庐山为代表的中国东部第四纪冰川是否存在的问题，成为我国地质、地理科学史上，争论时间最长，分歧意见最大的悬案之一。

在我国西部的高山和高原地区，在人迹罕见的南极洲和格陵兰岛上，终年白雪皑皑，银装素裹。降雪在太阳照射下不断消融，在年降雪量大于年消融量的地区，积雪年年有余，形成终年积雪区，又称为冰川积累区。在年降雪量小于消融量的地区，积雪当年消融，又称为冰川的消融区。在年降雪量

等于年消融量的地方，必然是终年积雪区的下部边界，冰川学上称为雪线。雪线以海拔高度表示，我国天山雪线的高度在 3600 ~ 4200 米，喜马拉雅山雪线的高度在 6000 ~ 6200 米。

在雪线以上的地区，由于降雪长年积累，雪层越堆越厚。疏松多孔的雪花在压力和阳光照射下，六角形的冰晶变成较紧密的、乳白色圆形冰粒，最后变成致密的、透明的、浅蓝色的冰体，称为冰川冰。厚达百米左右的冰体，在缓慢而持久的压力下具有可塑性，并且在地面流动，这种长期存在的、沿着斜坡缓慢流动的冰体，就是冰川。终年积雪不流动者，不能叫冰川，河流冬季暂时结冰现象，也不是冰川。

世界上现代冰川覆盖的面积约有 1630 万平方公里，占陆地总面积的 11 %。如果世界冰川全部融化，世界海面将升高 66 米。分布在两极地区的大面积冰盖，称为大陆冰川，如南极洲、格陵兰的冰川；分布在山岳地区、流动在山谷之中的冰川，称为山岳冰川，如阿尔卑斯山、喜马拉雅山的山岳冰川。冰川流动的速度很慢，每天只有数厘米到数十厘米。

冰川存在于寒冷地区的雪线以上。据测定我国现代冰川的雪线年平均温度在 $-8 \sim -1$ 不等。但年平均温度在 0 以下的地方不一定都发育有冰川，如我国的青藏高原、黑龙江省北部以及亚洲北部西伯利亚的广大地区，因降雪量少而不能形成冰川。可见寒冷的气候是冰川形成的必备条件，丰富的降雪是冰川形成的物质基础。只有在雪线以上，年降雪量大于年消融量的地方才能形成冰川。

地球上的气候是有波动性的。在漫长的地质历史上，尽管温暖时期是主要的，但也曾经出现过几次寒冷的时期。在寒冷时期里，全球冰川面积扩大，称为冰期。在较温暖的时期里，冰川面积缩小，称为间冰期。目前已经确认在 6 ~ 7 亿年前的震旦纪、2 ~ 3 亿年前的石炭二迭纪和距今 2 ~ 3 百万年以来的第四纪，都曾出现过大规模的冰川。我们现在是处在第四纪冰期向间冰期的过渡时期。地质历史上古老的冰川由于年代久远，它们的遗迹遭受后期地质作用的破坏，很难再了解它们活动的具体情况，只能根据沉积岩层的特点，确定当时曾经发生过冰川活动。第四纪大冰期，由于年代较近，尚可查清其活动情况。现已查明第四纪大冰期中，有几个亚冰期和间冰期。第四纪最大冰期时，冰川覆盖面积占陆地总面积的 32%，当时的北美和欧洲的广大地区均为冰川覆盖，属于大陆冰川类型。

冰期气候来临，必然引起动植物的迁移，甚至引起一些种属的灭亡。巨厚的冰层，在地面缓慢流动，必然引起地面形态的巨大改造。在山岳冰川地区往往形成鱼鳍状的岭脊——刃脊、尖角状的山峰——“U”形谷等冰川刨蚀作用形成的地貌。冰川在运行过程中，像巨大的推土机工作时的情景一样，铲刮着地面的岩石，在岩石上留下磨光面、擦痕；被掘起、搬运的物质毫无分选地堆积在一起，大小混杂、排列无序，这是冰川作用的堆积——冰碛物的重要特征。这些冰碛物分布在冰床的底部、冰川的侧缘、冰舌的尾端，形成底碛陵、侧碛堤、终碛垅等冰川堆积地貌。

冰川作用形成的地貌和堆积物，与流水作用形成的地貌和堆积物具有明显的区别。这样冰川的刨蚀与堆积作用形成的地貌、冰川的特殊堆积物以及寒冷生物群的存在，就成为古冰川地质作用的依据。地质、地理学家正是通过对它们的研究去恢复第四纪的地质历史。

欧洲和北美的第四纪冰川的遗迹，早在 100 多年以前就有人提出并进行

了研究。从上世纪末到本世纪初，虽有一些外国地质、地理学家在我国进行地质调查，足迹遍于南北，但没有人明确提出过中国东部存在第四纪冰川问题。最早提出我国东部有第四纪冰川存在的是李四光先生。早在 1922 年，他在大同盆地和太行山东麓等处，发现漂砾（冰碛物中较大的冰碛石），有些漂砾上留下了经冰川磨擦形成的条痕，并据此断定其为冰川作用的产物。但因冰川地貌大多已经毁灭，因而太行山东麓冰川流行之说，并未得到人们的公认。

1931 年李四光到庐山考察，首先发现这里的第四纪冰川遗迹，尤其对山上及山麓的冰碛物特别重视，为证明其第四纪冰川活动的存在，他于山上山下反复搜集证据。在山上，他确认了大坳、鼓子寨、黄龙、五乳寺等冰斗，王家坡、大校厂、七里冲等“U”形谷以及悬谷等冰蚀地貌；在山上和山麓还发现广泛分布的冰川泥砾、冰川漂砾和纹泥等冰川堆积物，以及它们堆积而成的终碛堤、侧碛堤、中碛堤等冰川堆积地貌；在一些基岩或岩块上还发现条痕石、冰溜面、羊背石等冰溜痕迹。

李先生从冰川地貌、冰碛物及冰溜遗迹三方面的论证论证了庐山第四纪冰川的存在之后，又根据冰碛物的特征和分布特点，研究了第四纪冰川作用的历史，把庐山第四纪大冰期划分为三个亚冰期。他认为庐山冰碛物中绛色坚硬泥砾，代表了最老一次冰期的堆积物，命名为鄱阳湖冰期；赭色疏松泥砾，代表了较新一次冰期的堆积物，命名为大姑冰期；分布在庐山 800 米以上的、黄色极疏松的泥砾，代表了最新的次冰期的堆积物，命名为庐山冰期。其中大姑冰期规模最大，冰流直达山麓地带，庐山冰期是规模较小的山谷冰川，冰流活动仅限于海拔 800 米以上。

李先生将这些观点于 1937 年写成专著——《冰期之庐山》。因为抗日战争爆发，直到 1947 年，才得以国立中央研究院地质研究所专刊的形式正式发表。这部专著在国内影响很大，为中外许多学者所承认，在我国大专院校有关教科书中被广泛应用，庐山成为我国研究第四纪冰川的标准地点，作为第四纪冰期对比的依据。后来李先生在安徽的黄山、九华山及浙江天目山等地，陆续发现第四纪冰川遗迹。如此，中国东部存在第四纪冰川地质作用的观点，为更多的人所接受。

地球上的气候，在第三纪的晚期（距今 1000 ~ 1200 万年前）已经明显变冷，第四纪以来曾有过几次寒冷与温暖的交替，这已被古冰川作用的遗迹、古生物以及第四纪冰川沉积物的研究所证实。欧洲和北美的第四纪冰川经过长时间的研究，划分为四次冰期和三次间冰期，并得到一致的公认。英国和前苏联划分的冰期次数更多。虽有人对冰期次数的划分有分歧意见，但对上述地区的第四纪冰川遗迹从未发生过怀疑。早年在外国的人，只有匈牙利人劳兹和德国人塔裴尔等少数人，认为中国西部高原冰蚀地貌和冰碛物分布颇广，其海拔高度较现今冰川所在之地为低，但也未提及东部古冰川问题。德国人李希霍芬在我国从事地质工作前后近 30 年，也认为中国东部无第四纪冰川可言。

当李四光发现庐山第四纪冰川遗迹之后，中外地质、地理学家产生了极大的兴趣。赞成者有，反对者也有，正如李先生所说：“然疑者疑之，反对者仍如故也。”当时在中国工作的、曾看过北欧很多冰川遗迹的瑞典人安特生，认为这些冰川遗迹与北欧不像（一样），而持怀疑态度。也有的人背地里对李先生说：“这在欧洲就是冰川遗迹，在中国嘛……。”言外之意这在

中国就不是冰川。德国人费斯曼教授本来持怀疑态度，后来两次去黄山，改变了原来的看法，表示赞同。尽管如此，但持不同看法者仍大有人在。巴博尔对庐山地貌和沉积物的成因，解释为流水作用和坡积、洪积所产生的结果。巴博尔和德日进断定中国无第四纪冰期存在，至少不过有数次干冷与湿热的循环而已。在我国，丁骥教授对庐山第四纪冰川也持有异议。否定派主要的论点是：中国所处纬度较低，冰期来临之时，温度虽下降，但还不足以发育成冰川；或认为第四纪之初，中国的气候过于干燥，没有足够的降雪量，也不足以演变为冰流；甚至还有人认为地球两极位置有变化，当时北美及北欧更接近于寒带，所以发育有大陆冰川，而中国更近于赤道，气候未必寒冷，不可能形成冰川。可见当时的反对者未从事实上提出反驳意见，实际工作做得不多，只限于从冰川形成的气候条件上去否定。正如李先生所说：“惜其议驳空疏，多未中要肯。”所以，他力排众议，仍完成《冰期之庐山》专著。

《冰期之庐山》发表后，中国第四纪地质历史的研究，由此另开一幕。几十年来，尤其是解放以后，地学工作者先后在我国东部的大兴安岭、太行山东麓、大别山、黄山、九华山、天目山及鄂西山地等也发现了许多冰川遗迹，划分了冰期。并以庐山地区为标准，进行不同地区的冰期对比。60年代初，前苏联科学院院士纳里夫金，波兰的库萨夫斯基等人都著文支持李四光的见解。这样，我国许多地质、地理工作者对庐山第四纪冰川的存在，似乎已不再怀疑，有的地方还直接用冰期和间冰期的概念，来划分第四纪地层的相对新老。实际上对庐山冰川问题，仍有人持不同的看法。

1963年黄培华首先在《科学通报》上著文，对庐山地区的冰川遗迹问题，提出了不同的意见。继而地质力学研究所的曹照垣、吴锡浩等人先后又在《科学通报》上发文反驳。然后黄培华又从沉积物、地貌、冰川形成条件和古生物等方面，动摇庐山存在第四纪冰川的观点。30年代争论的问题，过了30年之后，纷争再起。但在当时的历史条件下，论战只能在僵持中平息。

近几年来，在第四纪地质或第四纪冰川的有关学术会议和刊物上，对庐山冰川问题持不同意见的人，纷纷著文发表自己的见解。中国科学院兰州冰川冻土研究所所长施雅风先生，在1981年《自然辩证法通讯》第二期上，发表《庐山真的有第四纪冰川吗？》一文，再次在全国范围内掀起庐山冰川真伪问题的争论。持不同意见的双方，都撰文陈述各自的理由。争论是剧烈的，提出的问题是尖锐的，但争议的双方都是采取了摆事实、讲道理的科学态度，去探求真理。

目前争论的双方，各持己见，争持不下。简单归纳他们对庐山冰川问题的分歧，主要在以下三个方面：

1. 关于堆积物方面

冰川论者认为，庐山山麓，冰川作用形成的泥砾堆积布广泛，西北方向至新桥、羊角岭，北至八里坡，东北方向至姑塘、白石嘴。它们是粘土、砂和砾石，大小混杂，毫无分选，其中还夹有直径2~3米的巨大块石，有些砾石上留下冰川磨擦的条痕。具有这样特征的堆积物，除去冰流运输之外，没有任何解释能说明其成因。

非冰川论者则认为，庐山山麓这一套特殊堆积物不是冰川所搬运，而是古代泥石流或融冻泥流堆积所形成。并认为形成条痕砾石和基岩擦面的动力不仅限于冰川作用，泥石流、山崩、滑坡和断层都可以导致这种形态的产生。庐山西麓的巨大块石，从山麓向边缘，直径有减小的趋势，显然不同于冰川

堆积。山麓地带的所谓冰碛物，是典型的山洪泥石流扇形地。

2. 关于地貌形态方面

冰川论者认为，庐山不仅山麓有第四纪冰川堆积物，山上还有各种冰蚀地貌，正是由于冰川在山上的刨蚀作用，大量碎块被冰流输送到山下，才形成山麓冰川堆积。山上冰蚀地貌，虽经冰川消融之后的流水破坏，但像天目山东北的大坳冰斗，仍不失为典型的冰斗，与其高度相近的还有几个冰斗，代表了古代雪线。小天池至长岭头的王家坡槽状“U”形谷地，谷身笔直而无山嘴，谷底平坦而宽广，与流水侵蚀成的“V”形谷地，在形态上极不相同。现今王家坡谷中之流水，不在谷底最低处，而在其一旁，乃是冰川退缩之后，现代流水循古代冰川侧缘河继续下切的结果。此外还有悬谷、冰阶等冰蚀地貌也是冰川作用留下的地貌形态。

非冰川论者认为，大坳冰斗没有斗门槛和平坦的斗底，不宜称为冰斗。这个“大坳冰斗”实是山坡块体运动和流水侵蚀的共同产物。王家坡“U”形谷位于一个完整的向斜构造中，谷壁的陡峭程度和谷壁坚硬砂岩的倾角一致，用向斜构造谷地解释王家坡“U”形谷是极其方便的。同样认为李先生所指的其他几条“U”形谷，都是向斜谷或是被软弱地层控制的次成宽谷。由此认为冰川论者对庐山地貌的解释是一种误解。

3. 关于冰川形成的条件

冰川论者认为，第四纪古气候变化是全球性的，随着冰期的来临，北半球寒冷气候带南移约 10 度左右。位于我国北方极端严寒的西伯利亚，成为北半球冷空气的策源地，强大寒流爆发南下，使我国东部比世界同纬度地区气温低下。湿热的夏季风减弱，其影响范围向南萎退，导致雪线降低。现在庐山牯岭年平均气温约 11.4℃，平均降水量为 1834 毫米。据第四纪生物群推算，冰期时我国东部中纬度地区气温要下降 7~15℃，庐山平均气温可达—5℃~—2℃，完全符合冰雪积累的条件。加之庐山位于江湖之间，突起于平原之上，相对湿度特别大，终年云雾缭绕，太阳辐射被反射，所以冰期时庐山水温较低，降雪量丰富，存在着发育冰川的有利条件。

非冰川论者则认为，第四纪冰期来临时，我国东部只有高于 3500 米以上的高山地区，才有发育冰川的条件。庐山主峰汉阳峰，海拔 1474 米。据牯岭气象站记录。1834 毫米的年降水量主要集中在 4~7 月份。但那时的降雪只出现在庐山 3000 米高空，气温低于—6℃，那时庐山地面气温为 6℃，若要夏季降雪，温度的下降值至少为 16℃，这样剧烈的降温幅度，在中纬度出现的可能性很少。他们还根据陕西省太白山、台湾省玉山、第四纪末次冰期雪线的高度在 3500 米到 3700 米左右，日本本州末次冰期雪线位于 2500 米左右等事实，估计位于上述三点之间的庐山，当时的雪线应在 3000 米左右。并由此认为庐山第四纪发育冰川实际上是不可能的。他们还从冰川发育的冰雪积累区要大于消融区的比例关系上，否认庐山冰川的存在。

由上述可知，目前对庐山、以及中国东部其他一些地区第四纪冰川遗迹，在认识上还存在重大的分歧。从 30 年代的争论，一直延续到 80 年代，认识都未统一，说明问题是复杂的。产生分歧的原因，一方面是由于自然界有些地质现象，在成因上是可以多解的，因为不同的地质作用，可以产生相似的地质现象。另一方面是调查者对事实的观察可能有出入，而事实本身——古代地质作用留下的遗迹，又受后期地质作用的叠加和改造。现象本身变得模糊、复杂，加之对问题的分析又有各自的观点，这样所得结论不同就不奇

怪。

应当指出，80 年代的争论比起 30 年代有了很大的进步。争论双方不仅从理论上去探讨冰川形成的条件，更重视对实际资料的分析和对比。相信随着讨论的深入，双方都会发现各自的观点存在着的矛盾和弱点，必然会更加深入地观察事实本身，有可能发现一些新的线索和细节。长期争论的悬案，定将是在对客观事实更加深入细致的研究基础上才能得到了结。

古墓中的铝片从哪里来

欧洲人写的化学史上把铝的发现归功于丹麦人奥尔斯德和德国人韦勒。1824 年奥尔斯德将氯化铝用钾汞齐还原，提炼出杂质很多的金属铝。1827 年韦勒用金属钾直接从氯化铝中离析出质量较纯的铝，并说明了铝的很多性质。所以多数化学家认为韦勒才是铝的真正发现者。100 多年来，铝是欧洲人发现的这一说法从来没有人提出异议。

1952 年 12 月 1 日，江苏省宜兴县精一中学的学生们在平整操场时发现了一座古墓。经南京博物院的考古工作者考证，墓的主人是西晋平西将军周处，也就是民间传说《周处除三害》的周处。周处死于公元 297 年，距今已有 1600 多年了。

考古工作者从周处尸骨的腰部发现 17 件带有镂孔花纹的金属带饰（17 件是指较为完整的带饰，另外还有少许小残片，没有统计在内）。其中一小块残片经南京大学化学系及中国科学院物理研究所的分析，发现这块残片是以铝为主要成分的合金。消息传出，立刻引起国内外化学工作者、冶金工作者、地质工作者的极大重视。不少刊物杂志纷纷发表文章加以评价。从此，铝究竟是谁最先发现的，成了一个“悬案”。

1958 年，东北工学院金属冶炼教研室从南京博物院取了一小块残片，作了光谱分析、化学分析、全相显微分析，结果证明这块残片是以银为主要成分的合金。

东北工学院的结论与南京大学、中国科学院物理研究所的结论完全相反，引起了有关高等院校和科研单位的重视。1958 年，清华大学工程化学系也索来一块残片进行分析，结果证明这块残片的主要成分是铝，而不是银。1959 年，他们又索来几块残片，再次进行分析，结果一片是铝合金，另外两片则是银合金。同年，东北工学院对清华大学工程化学系分析过的残片再一次分析，证明这些残片确是两种合金：一种是银合金，一种是铝合金。

1964 年，中国科学院物理研究所，对周处墓中出土的 16 件较完整的金属饰带（出土时为 17 件，有一件后来在辗转中被弄碎了）和全部金属碎片，进行了密度测定、光谱分析、X 射线物相分析。三种方法检验的结果是：全部较完整的金属饰带都是银合金，小块金属残片中有银合金也有铝合金。小块金属残片经考古工作者鉴定，发现银合金是饰带的残片，而铝合金的残片形状不规则，难以确定是否是饰带的残片。

1976 年，北京有色金属研究所利用电子探针再次对这些金属饰带残片进行分析，结论和物理研究所一致。

为什么完整的饰带是银合金的，而残片中有银合金的，也有铝合金的呢？不少考古工作者对铝片的来源产生了怀疑。

从人类利用金属的历史来看，人类所以最先发现了铜，这是因为地壳中

存在着自然状态的铜，以及铜容易从含铜矿石中分离出来的缘故。虽然铝在地壳中分布极为广泛，几乎占地壳中全部金属的三分之一，差不多比铁多一倍，但是由于铝的化学性质极为活泼，极易与氧相结合，化合为三氧化二铝。因此在地壳中自然状态的铝少极了，70 年代末前苏联地质学家才在西伯利亚玄武岩里发现了直径为一毫米的自然铝薄片。由于自然界中几乎不存在自然铝，那么西晋人或者西晋以前的汉朝人，不可能从自然状态的铝中获取铝。要得到铝就必须从铝矿石中提炼。铝与氧结合极为紧密，用冶炼铜、铁、铅、锌的方法，是无法从铝矿石中提取出铝来的。正因为如此，自 1825 年科学家们获得铝后，整理 20 年铝只能是实验室的观赏品。直到 1854 年德维尔用钠作为还原剂才生产出较多量的金属铝。又过了 32 年，美国人霍尔和法国人赫罗尔特才发明了电解法提取金属铝，金属铝的生产才走上工业生产的轨道。但是，由于当时人们还没有充分利用电，铝的产量很低，每年全世界不过只生产几十吨。1600 多年前的西晋，科学技术肯定要比 19 世纪的欧洲落后，连电是什么东西都不知道，冶炼技术主要是木炭还原法。近代实践证明，碳法炼金是无法从铝矿石中还原出来铝来的。如果周处墓中的小铝片真是晋代人提炼出来的，那么他们肯定是用其他方法。然而，遗憾的是无据可查。如果晋代人真会提炼铝的话，那么用铝做的装饰品，绝对不会只有周处一个人佩戴。而从很多西晋古墓中，从来没有发现过铝制品。因此不少科学家认为，铝片很可能是后世混入的。我国著名历史学家夏鼐对周处墓的历史进行了详细考证，发现周处墓曾于 1350 年和 1860 年两次被盗。会不会是这两次盗墓时有人将铝片混入墓中的呢？1350 年欧洲人还没有发现铝。1860 年虽然铝的产量略有增加，但是由于用钠还原成本较高，其价格比黄金还贵，主要用来制造首饰。法国皇帝拿破仑三世为了向世人炫耀自己的富有和高贵，命令工匠用铝制造了一顶盔帽和一套餐具。1889 年英国皇家化学协会为了表彰门捷列夫的功绩，赠送给他铝制的花瓶和酒杯。暹罗国王去巴黎参观博览会，带回国的最值钱的东西是一条铝制的表带。一个俄国公爵夫人只因戴了铝制的手镯、戒指、耳环参加宫廷的一次舞会，而轰动全国。那时，普通老百姓是买不起铝制品的，甚至连看都看不到。很难想象，一个盗墓的窃贼能买得起铝制的首饰，会戴着这种贵重的首饰去掘墓？因此周处墓中的小铝片，不可能是盗墓人混入的。

后来，经过夏鼐进一步的研究，发现了第三次盗墓的痕迹。夏鼐还指出 1952 年 12 月 1 日周处墓被打开后，有些人在考古工作队来到现场前，进入墓内，私自取走了一些文物，墓内留下了明显的扰乱迹象。因此夏鼐认为，周处墓中的小铝片很可能是这些人混入的，而不是晋代已有金属铝的物证。

当然，反对这种说法的人也不少。因为发掘出来的铝片，上面锈迹斑斑，不像是后世混入的。那么，周处墓中的小铝片，究竟是晋代的还是近代的呢？看来这个问题的解决，有待于考古工作者的发掘了。

真理是怎样发现的

物质能够无限分割吗

倒不是闲得无聊，但如果把一个物体分为 2、4、8、16、32、64……这样不断地分割下去，结果会怎样呢？当然，在现实中由于刀具性能有限，不

久就会再也分不下去了。但是，如果在头脑中有一把理想的刃具，用它一直分割下去，情况到底会怎么样呢？是否可以无限制地分割下去呢，还是有再也不能分割下去的最小单位呢？前一种叫无限分割论，后一种叫原子论。

在古希腊，这两种观点之间曾进行过激烈的论战。无限分割论，有日常的经验为依据，容易站住脚。因为，只要回答可以无限分割下去就行了。然而，要是分割有限度，那么，最小的单位是多小，又是什么样子，是什么样的运动方式？这些疑问必须予以回答。然而，这样一来，就得考虑各种各样的条件，并对各种现象进行广泛、深入而具体的解释。

据说，最先提出原子论的是公元前五世纪的莱乌克波斯，将这个理论系统化的是德谟克利特（公元前 470 ~ 400 年）。他认为，原子极小而硬，无色、无味、无臭，大小、形状和重量因物质的不同而异。宇宙是一个巨大的真空，无数的原子在其中不断地作不规则的运动。这些原子组合、分离便产生所有物体，并使之变化和流动。

可以说，这种原子论构成了希腊自然哲学的最后的顶峰。原子论是研究起源的，即向水（泰勒斯）、空气（阿拉克西米尼）、火（赫拉克利特）、土四种元素（恩培多克勒）寻求物质的基础的。

但是，希腊哲学的主流支持无限分割论，对原子论发起了总攻。特别是想通过否定真空的存在，集中力量摧毁原子论的基础。“自然不欢迎真空”是他们的口号。亚里士多德坚持认为：“在真空中所有的物体应该以同样的速度运动，然而这是不可能的。因此，真空并不存在。”原子论虽然得到了伊壁鸠鲁派等少数派的支持，但由于有亚里士多德这位权威，其后，在欧洲一直受到忽视。

但是，到 16 世纪，由于托里拆利、巴斯卡、格里克等人的努力，证实了真空的存在，原子论重新抬头。到牛顿时代，大多数物理学者都相信了原子论。到 19 世纪初，道尔顿进而将它引入化学领域，建立了今天的牢固阵地。

光是粒子还是波

系统提出欧几里得几何学的欧几里得还就光学问题写了一本出色的书。他说，物体所以能看见，是因为眼睛发出的光射到物体上的结果。但后来证明，情况却相反，人们逐渐认识到，光线是独立于眼而单独存在的东西，由于光线进入眼睛刺激视网膜，才看见了东西。

那么，光是什么呢？在弄清光的直射、反射和折射等现象，以及光速有限的事实后，才知道光是在空间运动的一种什么东西。这里出现了微粒论和波动论两种说法。这两种说法对立，长期争论不休，各有胜负。

波动论的先驱者是英国的罗伯特·胡克（1635 ~ 1703 年），但最先将它系统化的是荷兰的惠更斯（1629 ~ 1695 年）。惠更斯认为，光是充满宇宙的光介质的波动，关于光波的传动方法，叫做所谓的惠更斯原理。他虽然运用这个理论很好地说明了光的折射和波动，但没能充分地说明光的直射。此外，也没能充分地说明 1669 年发现的冰州石的双折射，这是因为他把光看成是纵波（介质的振动方向同波的前进方向一致）的缘故。

对此，伊萨克·牛顿（1642 ~ 1727 年）采取了粒子论的立场。其主要原因是因为他认为波动论不能很好地说明光的直射。粒子论也能够充分说明反射和折射的规律，但得出的结论与波动论恰恰相反，波动论认为光的速度在

折射率高的介质中会变快。不过，一部分现象单靠粒子论是不能圆满解释的，于是在无可奈何的情况下，他假定存在着一种周期性的性质。

在物理学上，牛顿是绝对的权威，因此，在他死后大约 100 年，粒子论甚嚣尘上，而波动论则被人们遗忘了。

波动论的复活是由于英国的托马斯·扬（1773～1829 年）和法国的奥古斯丁·菲涅尔（1788～1827 年）努力的结果。两人同惠更斯相反，认为光是横波（介质的振动方向同光波的前进方向成直角），用这种理论完全可以说明光的干涉、反射和偏转等现象，而且，由于光波的波长极短，也可以说明直射性。粒子论对解释上述各种现象无能为力。1850 年，傅科证明：光在水中的速度比在空气中要慢。这成了一个致命伤。

但是，到 20 世纪，相继发现的光电效应和康普顿效应等不把光看成粒子就不能解释现象。

今天，由于有了量子力学，根据实验的不同，光有时显示出波动的性质，有时又显示出粒子的性质，这两种解释方法都有道理，不分上下。

谁先发现微积分

围绕着是谁发现了微积分的争论，出现了科学史上从未有过的激烈而又长期的争论。但是，挑起争端，甚至发展成说是剽窃的，不是当事者，而是有关的人。

首先，请看看有关事实吧！据伊萨克·牛顿（1642～1727 年）自己说，微积分是偶然在 1666 年发现的。那年他为躲避伦敦广为流行的鼠疫而回到故乡。但是，正式发表整个微积分体系是在 70 年之后，即在他去世后的 1736 年。他的主要著作《自然哲学的数学原理》（1686 年出版）中也没有谈及微积分。但是，他在 1669 年前后，曾向两三个知己透露过微积分的梗概。

莱布尼茨（1646～1716 年）同牛顿之间的通信始于 1676 年。在牛顿的最初来信中，有“6acc.....4s9t l2vx”这样一些不知什么意思的符号。这是当时流行的文字游戏（字谜），如果把它们很好地排列起来，在拉丁语里就成了：“在列出包括任何数的流量（变数）的方程式时，需要找出其流率（微分系数），以及相反的流率。”

第二年，1677 年，莱布尼茨给牛顿写了回信。在这封回信中，莱布尼茨用 dx 、 dy 等符号明确地叙述了他思考出的微分方法。在这之前的字谜中是否透露过微积分的秘密呢？这成了以后争论的焦点。

1684 年，莱布尼茨公布了自己的方法。当时，两人关系还好。争论始于 1699 年。对莱布尼茨怀有敌意的瑞士数学家德·迪耶在皇家学会上发表论文说，莱布尼茨的微积分是剽窃牛顿的成果。

莱布尼茨对此提出了抗议，但他过于轻率，于 1705 年发表了暗示牛顿才是剽窃他人成果的文章。这引起了奥克斯福德大学教授约翰·基尔的愤怒，他强烈地谴责说：莱布尼茨才是剽窃者。

莱布尼茨要求皇家学会取消基尔的发言。然而，当时的学会会长正是牛顿本人。牛顿虽然为此组织了调查委员会，但 1715 年公布的结论不出所料，说：“牛顿才是微积分的创始人。”在两人相继去世后，由于英国和德国的国民情绪高涨，争论仍然激烈地持续了很长一段时间。但是，今天，人们普遍认为，两人都各自发现了微积分：从发现来说，牛顿早些；从发表来说，

莱布尼茨则先于牛顿。

岩石是水生成的还是火生成的

到 18 世纪,欧洲的采矿业很快兴盛起来,需要大批技术人员。为此,1765 年,在过去采矿业发达的南德意志萨克森的弗赖堡办起了矿业学校。聚集了从欧洲各地来的留学生。威望特别高的是从 1775 年开始在这里教授矿山矿物地质学的阿伯拉罕·维尔纳(1750~1817 年)。

维尔纳仅在德国和捷克旅行过,几乎没有念过什么书,但他走遍了萨克森中的矿山,对矿物进行过实地考察。他的最大功绩是确立了矿物的科学分类法。讲课很吸引人,能激起人们的兴趣,因而吸引了许多学生,学生毕业后分散到各地,传播他的学风。

维尔纳进而创建地壳形成学说,但他的这个学说并不怎么科学。他认为,地球原来是一个混杂着泥土的巨大水滴,这些泥土沉淀以后就形成了地壳。也就是说,所有的岩石都是水生成的。这种学说叫做水成说。这种学说认为,最先沉积的是花岗岩和玄武岩,并形成基础,其次是石灰岩、砂岩和煤的堆积。最后,由于侵蚀和风化,全球便盖满了二次生成的沙和土。

他的这种奇妙学说的形成似乎是由于他把根本没有活火山运动的萨克森地区的局部知识扩大成了一般的理论的结果。这自然会遭到在更加广阔的地区旅行、考察的人们的反对。其中反对得最厉害的是英国的詹姆斯·赫顿(1726~1797 年)。

赫顿于 1785 年发表了自己的意见,并在十年以后写成了《地质学理论》这部著作。他承认,地球中存在着溶化为泥浆状的东西(今天叫岩浆),这些东西不断流出、冷却,形成了岩石,但它同堆积岩(水成岩)的性质完全不同。花岗岩和玄武岩就属这一类。

这种学说叫火成说,它同维尔纳的水成说相对立。但他完全承认,所有的岩石并非都是火成岩,也有因雨水的侵蚀和堆积形成的堆积岩。

水成论者和火成论者之间不断展开激烈的争论。但是,随着对地质的观察的深化,以及通过实验对地质的研究,水成论的处境越来越不利了。

争论的焦点最后集中到了玄武岩是堆积岩还是水成岩的问题上,这是一个决定胜负的问题。当然,水成论者主张是前者,而火成论者则主张是后者。但是,具有讽刺意味的是,受到维尔纳亲身教育的年青的地质学者们,在对欧洲和欧洲以外的其他大陆进行地质研究的过程中,发现玄武岩是火成岩,于是,逐渐抛弃了水成说,到 19 世纪初,水成说便灭亡了。

化合物的比重是不是固定的

被称为现代化学之父的拉瓦锡(1743~1794 年),给元素下了明确的定义,创立了物质不灭定律,奠定了定量分析的理论基础,使分析技术有了明显的进步。而且,在分析的实践过程中,他默认,化合物的组成取决于生成这种化合物时的条件(称为定量比例定律)。

首先明确地主张这种定量比例定律的是法国的弗灵契曼·厄普鲁斯脱(1755~1826 年),这是 1799 年的事。

然而,当时化学界的权威克洛德·路易·贝特洛(1799~1822)对此大肆

攻击。他在 1803 年发表的《化学静力学论》中主张：在两种物质产生化合反应时，其中化合物的比重不是固定的，它根据化合时的条件而发生变化。

当然，普鲁斯脱进行了反击，在以后的八年里，在学术杂志上反复展开了激烈的争论。

作为自己主张的根据，拜特洛列举了由于实验条件不同，化合物的组成也不断地发生变化的事例。譬如，硫磺和铁的化合物硫化铁，锡和氧的化合物氧化锡等等。

但是，普鲁斯脱证明，拜特洛列举的化合物不是单纯的一种物质，而是两种化合物的混合。譬如硫化铁，是硫化铁（ FeS ）和硫化亚铁（ FeS_2 ）的混合物。由于条件不同，生成的硫化铁和硫化亚铁的比例也不同，因此，铁和硫总的平均比例不是固定的，而是不断发生变化的。氧化锡也一样，它是氧化锡（ SnO ）和氧化亚锡（ SnO_2 ）的混合物。

普鲁斯脱还证明，为了把氧化锡进一步氧化使它化合生成氧化亚锡，需要使用一定量、即百分之 21.3% 的氧气。也就是说，它清楚地表明，组成的变化不是连续的，而是飞跃的。

他进而把这一研究扩展到了铜、镍、锑等化合物和有机化合物。由于这些努力，他终于弄清，拜特洛的想法是一种误解，从而确立了定量比例定律。这个定律成了产生道尔顿原子论的坚实基础之一。

今天，已经成为我们一般常识的定量比例定律，就是在这种激烈的争论中诞生的。

但是，后来才知道，拜特洛研究的对象，与其说是化学的组成问题，不如说是关于化学平衡和质量作用的法则的问题。在否定拜特洛的学说的时候，也抹杀了对这些问题的研究。因此，当重新开展关于这些问题的研究时，已是近 50 年以后的事了。

生物是怎样发生的

自古以来，人们就普遍相信低等动物是自然而然发生的。据说，尸体生蛆，泥土生跳蚤和虱子。这种说法被称为自然发生说。

到中世纪，自然发生说和宗教结合在一起，更加广为流传。比利时的范·赫尔蒙脱（1577 ~ 1644 年）甚至认为老鼠也是自然发生的。他说：“把汗污的衬衫和麦粒放在瓶子里，衬衫发出的潮气作用于小麦，便生出老鼠来。”他还报告说，真用这种方法孵出了老鼠。

但是，进入 17 世纪后，科学的看法渐渐占了上风，反对自然发生说的意见也出现了。证明血液循环的威廉·哈维（1578 ~ 1657 年）提出了“一切都是卵生”的口号。而荷兰的简·施旺麦丹（1637 ~ 1680 年）则更明确地主张任何低等动物都是自母卵产生，并举出了很多实例。

但是，通过实验的方法给自然发生说以决定性的一击的是意大利的弗朗切斯科·雷第（1621 ~ 1697 年）。

他于 1668 年报告了如下实验结果：在四个大广口瓶里，分别放进了腐烂的油和鱼，然后盖上盖。而另外四个广口瓶里，放了同样的东西，敞着瓶口。苍蝇飞进了敞口瓶，腐烂的肉很快就生满了蛆，但盖着盖的瓶子里却连一个蛆也没有。

普通人也许以此结果为满足，就此停止实验。但是，雷第并非如此，为

了慎重起见，他又重复了一次实验。也许是因为盖有盖的瓶子进不去外来的空气，所以才不会生蛆吧，因此再实验时瓶口不盖盖，而是用纱布蒙住瓶口。苍蝇在瓶子的周围飞来飞去，想钻进去，有的在外侧的纱布上产了卵。结果腐的肉还是一个蛆也没有。这个结果表明，只要苍蝇不产卵，就不会生蛆。

但是，同一个雷第，却相信某种树叶上的虫包是自然发生的。1700 年，意大利医学家安东尼·瓦利斯尼埃里宣布，虫包中的幼虫也是从母卵中产生的。其他的研究者们也宣布，蚊子、跳蚤、虱子等，只能从亲缘产的卵中产生。

自然发生说就这样大体上被否定了。但在这一时代，使用显微镜发现了微生物。微生物由何而来？围绕这个问题，自然发生说又死灰复燃了，争论还将进行一次。

生物躯体的形成

施旺麦丹否定了自然发生说，强调卵的重要性。但是，他的步子迈得太大了，主张组成生物躯体的各种器官，不是新生成的，而是在卵里就已经形成了，后来只不过是它的扩展和发展。这种学说被称为预成说或扩展说。法国哲学家马勒伯朗士进一步发展了这种想法，他主张“植子说”（1674 年），子以预成的形式寓于父体，孙也以同种形式寓于子体等等。由于得到著名生理学家阿尔布莱希特·冯·哈勒（1708~1777 年）的支持，预成说以至植子说曾得势一时。

几乎所有优秀的生物学家都采取预成说的立场。但在未来形成婴儿的基础是存在于卵子中还是存在于精子中这一点上，分成了两派。马尔比基、施旺麦丹、雷奥穆尔、冯·哈勒、斯巴兰让尼、居维叶等人采取由卵而来的立场，而列文霍克、博尔哈菲、莱布尼茨、伊拉斯谟·达尔文等人则支持由精子而来的学说。

与预成说相反，有人认为，各种器官不是以在卵子或精子中就已形成的形式存在，而是由尚未分化的基体渐渐形成的。这种学说被称为渐成说。在亚里士多德那个时候就已形成了这种看法，后来，由证明了血液循环的威廉·哈维重新提了出来。但是，他的想法过于一般，证实观察的论据也不充分。

站在不引人注意的渐成说的立场上，给予预成说以有力一击的，是德国的卡斯巴尔·弗里德里希·沃尔弗（1733~1794 年）。他在 1757 年出版的《发生论》一书中，根据自己的观察，大力主张渐成说。他认为，不管是花还是叶，都不能在刚生芽时就区别开了，不是花是花叶是叶那样分别形成了，而是随着芽的成长逐渐重新形成的。他还对鸡雏的发生作了观察，得出的结论是，各种器官不是在卵中就形成的，而是随着发生而形成的。

沃尔弗大胆地把自己的著作《发生论》送给了预成说的强有力的支持者冯·哈勒。当然不会被接受，结果他被谴责为无神论者，德国没有一家大学聘请他，最后只好到俄国去，在那里度过了晚年。

到 19 世纪，对发生论的研究取得了日新月异的进步，预成说终于彻底破产了。

生物是否进化

很多人认为，生物进化的想法，是因为查理·达尔文（1809～1882 年）写了《物种起源》一书引起的。实际上并非如此。罗伯特·胡克（1635～1703 年）、詹·雷伊（1627～1705 年）和哥德（1749～1832 年）等相当多的人都论述过物种变化的想法。但是，分类学者林耐（1707～1778 年）和生理学家冯·哈勒这样一些正统的生物学思想家却一再主张，一个物种不会变成另一个物种，以当初被创造时的形式存在，这种说法成了人们的常识。

生物进化的想法，是由于布丰（1707～1788 年）、伊拉斯谟·达尔文（1731～1802 年，查理·达尔文的祖父）而取得了进一步发展。但第一个系统阐述这种想法的，是法国的拉马克（1744～1829 年）。他在研究无脊椎动物的分类、化石和地层的过程中，发现生物为适应环境的变化而变化，产生新种，由小而简单的生物进化为大而复杂的生物。而且，为了解释进化的结构，假设了用者进化不用者退化的法则和获得形质的遗传。比如说，长颈鹿的脖子长是因为要吃树梢的嫩叶而不断地伸长脖子，这样一代一代地传下去，脖子就渐渐变长了。

但是，那时在生物学界拥有很高权威的乔治·居维叶（1769～1832 年）坚信物种的固定性和不变性。但是，化石研究表明，随着时代的发展，很多物种灭亡了，而出现了很多新的物种。为了解释这个事实，他认为，过去地球发生过无数次大变动，每当发生大变动时，以前存在的生物灭亡，创造出新的生物来。这种说法被称为天变地异说或激变说。

拉马克的年青朋友约弗洛瓦·圣提雷尔（1772～1844 年）大力支持他的学说。圣提雷尔和居维叶终于于 1830 年在巴黎科学讨论会上正面展开了论战。

圣提雷尔主张，物种不是不变的，在动物躯体的结构中，可以看到设计的统一性。作为例证之一，他当众宣读了两个年青博物学家合著的论文，这篇论文指出了脊椎动物和墨斗鱼的躯体是类似和对衬的。

居维叶站起来，指出两者的器官的结构和位置完全不同。反驳说，认为动物结构的统一设计这种想法只不过是一种纯粹的空想。这场争论持续了好几个月，以致群众和各种刊物都参加进来，轰动一时。

但是，仅就这场争论而言，通晓科学事实的居维叶获得了胜利。圣提雷尔在这场争论中失败了，与此同时，进化论本身也被人们遗忘了。

微生物是否自然发生

看上去，雷第对生蛆的实验性研究似乎彻底否定了生物的自然发生说。但是，就在同一个时候，用显微镜发现了各种微生物后，关于这种更低级的生物，自然发生的问题又死灰复燃了。

英国牧师约翰·尼达姆（1713～1781 年）于 1745 年报告，他把羊肉汤倒入烧瓶，为了不让空气中的微生物进入而塞严瓶口。然后加热，几天后，烧瓶中充满了微生物，从而主张微生物是自然发生的。

与此相反，拉让罗·斯巴兰让尼（1729～1799 年）认为，在尼达姆的实验中，可能是从活塞的缝隙中进去了微生物，也可能是加热温度不够，没能把肉汤中的微生物全部杀死。于是，他亲自用两个容器作了实验，把一个容器的颈加热溶化后密封，煮沸三四个小时，另一个容器用活塞封口，煮沸一

两分钟，加以对比。结果是，前者没有产生微生物，而后者却产生了微生物（1765年）。尼达姆听了这个报告后，反驳说，由于长时间煮沸，空气变质，自然发生就不可能了，就这样，问题没有得到解决，搁置了近100年。

直到19世纪，法国的路易·巴斯德（1822~1895年）才最后解决了这个问题。从1857年起，着手研究发酵问题。他发现，酒精、乳酸和醋酸等的发酵，都是酵母和细菌等微生物的活动引起的。他以这些知识和体验为基础，以最后作结论的姿态，投入了关于微生物自然发生的论战。

问题在于要进一步反驳尼达姆的对前面谈到的斯巴兰让尼的实验的反驳，为此，巴斯德千方百计要搞一次巧妙的实验。

他把玻璃容器颈拉细拉长，弯曲成各种形状，里面注入植物汤，经多次煮沸、杀菌后，放在一边，容器口是开着的，和外界空气相通，但过了几个月，汤也未腐败。

这是因为，在空气中浮游的微生物，都沾在了容器颈的弯曲部位，进不到里面去。为了证明这一点，他把整个颈部打掉，于是，微生物进入容器，汤在几个小时内，就很快腐败了。他还发现，通过棉花吸收空气，棉花上就附上很多微生物，一把棉花放进汤里，汤就立刻腐败。而棉花加热后放进去，就不会腐败。

1860年到1861年进行的这些试验，给了自然发生说以沉重的打击，但并没有根除这种学说。争论一直进行到1870年。直到弄清要杀死处于孢子状态的微生物需要100度以上的温度时，这场辩论才最后结束。

喝了霍乱菌会不会得霍乱

早在巴斯德研究微生物之前很久，就有人认为传染病可能是微生物引起的。1835年，意大利的阿戈斯蒂诺·帕西就宣布，蚕的某种疾病是微生物引起的。1840年，德国的亚克普·亨利（1809~1885年）详细阐述了传染病是微生物的引起和传播学说。

同蚕的病患一样，家畜的炭疽病给工业带来重大损失。1863年，法国的坎米尔·达维努（1812~1882年）在患有炭疽病的家畜血液中，发现了微小的棒状物体。他根据试验结果，坚决主张这种物体是微生物，是引起炭疽病的原因。

在前辈的这些研究的基础上，德国的罗伯特·柯赫（1843~1910年）毋庸置疑地证明，特定的微生物会引起特定的传染病。他和巴斯德一起，奠定了细菌学的基础。1872年，他也从患有炭疽病的家畜身上发现了微小的棒状物体，并对这种物体的真面目作了探索。他发现，给老鼠注射这种物体，老鼠就得了炭疽病。实验变得非常简单。

接着，他从牛的眼睛中抽出的水样液和血清培养炭疽病菌，他观察到，棒状物伸长变成丝状，不久便生成了孢子，此后又形成了原来的棒状物。他把孢子注入老鼠体内，老鼠就患了炭疽病而死亡。他在老鼠的血清中发现了许多棒状物。他就这样于1876年搞清了炭疽病的病原体。

柯赫还发明了用染料涂染细菌，使之易于观察的方法和在胶状透明温床里培养纯细菌的方法。用这些方法，从19世纪末到20世纪初陆续发现了很多病原体。柯赫本人也发现了连锁球菌（1881年）、结核菌（1882年）和霍乱菌（1884年）。

但是，关于霍乱，慕尼黑医科大学首任卫生学教授麦克斯·彼登可法（1818~1901年）研究了传染的途径，并于1854年提出了一种学说，说霍乱是一种特殊的病原菌在腐败的有机物污染的土壤中产生的毒素引起的。柯赫一发现霍乱菌，彼登可法就承认那是他所说的特殊的病原菌。但是，他又根据自己的学说，主张不介于土壤的霍乱菌，是不会引起霍乱的。

1892年，当时已74岁高龄的彼登可法为了证明自己的主张正确，而当着学生的面喝了培养出来的纯霍乱菌。过了好几天也没有发病，因此，看上去他似乎战胜了柯赫，但是，后来他的学生恩梅希利希也作了同样的实验，而他却得了霍乱，彼登可法的学说因此而破产了。

接种能否预防传染病

另一方面，巴斯德把探索病原菌的工作交给了柯赫，而他自己却拼命研究动物对病原菌的抵抗能力。他的这种研究导致免疫学的建立，为我们带来了无可估量的好处。

1880年，巴斯德着手研究鸡的可怕的传染病——鸡霍乱。他用鸡的血液培养了这种病的病原菌。把浸过这种病原菌的面包扔给鸡吃，鸡就得了鸡霍乱，很快就死去了。但是，把几周前培养出来的细菌给鸡吃，鸡却没有死。再把新分离出来的剧毒细菌给那只鸡吃，鸡还是没有得病。他就这样发现了毒性变小的细菌（菌苗）使鸡有了免疫力，不会再得同样的疾病。

他接着研究羊的炭疽病，培养了菌苗。但是，很多医生和兽医都对他的理论持否定态度，反对使用菌苗。最后，终于在1881年由默伦农业会主持，举行了公开实验，以便确定两者中谁的说法正确。实验场所选在默伦附近的一个牧场。5月5日，实验的准备工作完全就绪，很多农业家、化学家、医生和兽医都赶来作证。其中大部分人都相信、盼望以至公开扬言巴斯德的实验将失败。

50头羊分成两群。巴斯德和他的学生给25头羊注射了炭疽病的菌苗。两周后的5月17日第二次注射了菌苗。又过了两周，5月31日巴斯德和他的助手们把50头羊全部逮住，注射了新鲜的、剧毒的炭疽病菌。巴斯德预言，没有接种菌苗的25头羊在6月2日以前将全部死掉，而接种过菌苗的25头羊一头也不会死。

6月2日，除见证人外，还有很多看热闹的人、新闻记者赶来。展现在他们面前的情景，和巴斯德所预言的完全一样。地上躺着22头羊的尸体，旁边有两头在垂死挣扎，不到一个小时也死掉了。唯一剩下的一头羊，也于当天死掉。而接种菌苗的25头羊，却安然无事，自由自在地吃着草。

这种戏剧性的公开实验，毋庸置疑地证明了菌苗具有卓越的效力，证明了巴斯德的免疫理论的正确性。实验后的两年内，近十万头家畜接受了菌苗，其中因炭疽病而死亡的只有650头。而在此以前，每十万头家畜中，每年都有大约9000头死于这种病。

免疫理论立刻被应用到预防人的传染病上来，不知有多少人因此而免于死亡。

热气球好还是氢气球好

像鸟一样在高空飞翔，是人类多年来的愿望。这种愿望，由于1783年出现气球而如愿以偿。而且，几乎在同一个时期出现了两种气球，彼此展开了激烈的竞赛。

第一个把气球放上天的，是居住在法国里昂附近的昂诺内的造纸业者蒙格雷维尔兄弟：兄约瑟夫（1740~1810年），弟雅克（1745~1799年）。他们两人用纸和亚麻制造了直径5米的气球，于1783年6月5日用燃烧麦秆的热气把气球升上大约2000米的高空。这就是热气球。

消息传到巴黎，法国科学院把蒙格雷维尔兄弟请到巴黎，让他们做实验，但是，准备工作需要三个月的时间，性急的巴黎人等不得。因此，当时刚刚出名的实验科学教授雅克·夏尔（1746~1824年）他提出了关于气体温度和体积关系的夏尔法则，一举成名，决定自己作气球实验。

与蒙格雷维尔兄弟的做法不同，他是利用比空气轻的氢气作浮力的。在罗贝尔兄弟的协助下，他用涂胶的不透气的丝绸制成了直径约四米的球，内充用铁和硫酸制造的氢气。实验是在8月27日进行的。他在涌到圣德马克广场来的据说达30万人的观众面前，割断了系气球的绳子，气球迅速上升，两分钟后，便消失在云雾中了。这个气球大约飞了45分钟，落在了距巴黎24公里的格内斯村。老百姓见从天上飞来个怪物，十分吃惊和恐怖，用步枪、耙子、连枷等把气球打了个粉碎。

在夏尔制造新气球的时候，蒙格雷维尔兄弟出现在巴黎，于9月19日进行了热气球实验。这次实验是在凡尔赛宫的院子里进行的，国王路易十六和皇后也出席观看。在黑压压的人群面前，五彩缤纷的直径达15米的热气球载着羊、鸡和鸭子飞上了天空。上升到大约500米的高度，于8分钟后落在三公里外的森林里。

蒙格雷维尔兄弟还作了一个直径16米、高25米的大气球，于11月21日载着皮拉特尔·德罗齐埃和达尔朗德飞上天，进行了第一次载人飞行。他们两人从布洛涅森林起飞，点燃携带的麦秆以维持浮力，以1000米的高度横越巴黎上空。约25分钟后在八公里外的野外着陆。

十天后，12月1日，夏尔和罗贝尔兄弟中的一个人一起坐进新制造的氢气球，在40万观众的注视下，从图伊勒里宫的院子起飞。以大约600米的高度，在空中飞行了两个小时，降落在40公里外的内斯尔。夏尔曾一个人乘气球达到过3500米的高空，并平安地返回地面。

直流送电好还是交流送电好

空前绝后的发明大王托马斯·爱迪生也并非一生中没犯过一次错误。他粗暴地反对交流送电，被视为他一生中的最大错误。

爱迪生费尽心血，于1879年10月21日成功地把用炭化棉线制成的灯丝封入真空灯泡，并使之持续亮了大约40个小时（一说是13个小时）。与此同时，他还研究成功了电线、插座、开关、保险丝和电表等配电送电所必需的元件。1882年在伦敦和纽约开始从中央发电站向数千家用户送电。

但是，在配电和送电中只使用110伏的直流电，因此，电压低，损耗大，充其量只能给离电厂二三英里内的用户送电。

1869年，乔治·威斯汀豪斯（1846~1914年）发明了气闸，他以此为基础，投身于铁道事业，取得了成功。他预见到电力事业的未来，而打进了这

个领域。他了解到，戈拉和吉布斯取得了变压器的专利权，他认为，变压器是解决直流送电问题的关键。就是说，送电损耗与电压的高低成反比，电压越高，这电效果越好。所以，最好是用交流，用变压器提高电压后送出到用电的地方再用变压器变到安全的实用电压，供用户使用威斯汀豪斯买下了戈拉吉布斯的专利权，以自己改进，制成了实用变压器。1885 年底成立了威斯汀豪斯电气公司 1886 年 3 月，成功地在四英里的线路上送电。同年感恩节之夜，布法拉市的许多电灯通过这种方式发出了亮光。这件事轰动一时，人们纷纷前来订购。

刚开始时认为没有什么了不起的爱迪生，对此感到不安因此，不惜重金，大造舆论，宣传交流送电有危险。他不断把新闻记者和参观者邀请到他的研究所，让他们看高压电流击死野狗、野猫的试验。据说，附近的猫、狗因此而减少到过去的十分之一，特别是，纽约法院当局决定取消绞刑，而采用交流电椅处刑一事，对爱迪生来说，是一个极好的宣传材料。

由于爱迪生的攻击，交流电的声誉下降了，威斯汀豪斯的事业也面临绝境。但是，他毫不气馁地寻找反击的机会。1893 年，他在芝加哥万国博览会上，成功地避开爱迪生，接受了为 25 万个灯泡供电的计划。这项计划取得了非凡的成功，因此，早就计划利用尼亚加拉瀑布发电的 D·亚当斯便把这项事业委托给了威斯汀豪斯。交流电因此而取得了决定性的胜利。

谁先发现杨辉三角

杨辉三角是一个由数字排列成的三角形数表，一般形式如下：

				1					
				1			1		
			1		2		1		
		1		3		3		1	
	1		4		6		4		1
	1	5		10		10		5	1
1	6		15		20		15	6	1

其中每一横行都表示 $(a+b)^n$ (此处 $n=1, 2, 3, 4, 5, 6, \dots$) 展开式中的系数。杨辉三角最本质的特征是，它的两条斜边都是由数字 1 组成的，而其余的数则是等于它肩上的两个数之和。后者实质上就是后来发现的组合数的基本性质：

$$C_{(N-1)}^{(R-1)} + C_{(N-1)}^R = C_N^R \quad (R = 1, \dots, N)$$

按照这一规律，可得到任意高次的二项展开式的系数。

上述二项系数所组成的三角形数表在欧洲称之为巴斯加三角形。在欧美国家的数学史著作中，虽然近年来也承认并不是巴斯加最早发现了它，但却始终认为它来自欧洲或阿拉伯。直至 1972 年出版的《古今数学思想》([美]M·克莱因著) 仍然坚持这种观点，认为“ $(a+b)^n$ 在 n 为正整数时的展开式，那是 13 世纪的阿拉伯人就已经知道了的。在 1544 年左右，史提非 (Stifel) 引入了‘二项式系数’这个名称，并指出怎样从 $(1+a)^{n-1}$ 来计算 $(1+a)^n$ ”。还说类似上述杨辉三角的三角形数表“是塔塔利亚、史提非和斯提文都已知道的，并被巴斯加用来得出二项展开式的系数”。反而对中国古代数学家在这方面居于世界领先地位的开创性贡献只字不提，这实在是

极不公正的。

其实，中国古代数学家在数学的许多重要领域中处于遥遥领先的地位。中国古代数学史曾经有自己光辉灿烂的篇章，而杨辉三角的发现就是十分精彩的一页。

杨辉，字谦光，北宋时期杭州人。在他 1261 年所著的《详解九章算法》一书中，辑录了如上所示的三角形数表，称之为“开方作法本源”图，并说它“出释锁算书，贾宪用此术”。贾宪是 11 世纪人。这就表明，杨辉三角的发现远早于 1261 年，也不是杨辉首先发现的，而是杨辉之前约 200 年的贾宪创造的。

科学史上的任何发明创造都有其客观背景和演变过程。杨辉三角的发现渊源于高次方程的数值解法。中国古代数学家们对高次方程数值解法的探索经历了长时期的发展过程。那时候把求解一般方程的数值解法叫作“开方法”。这是因为一般方程的数值解法，都是由开方的方法推演出来的。特别地，开平方和开立方，实际上正是求解 $x^2=A$ 和 $x^3=B$ 的一种数值解法。早在魏末刘徽作注的《九章算术》中，就有完整的开平方方法和开立方方法。刘徽探索了这种方法的来源，作出了这种方法的几何解释。例如要求完全平方数 55225 的平方根，相当于求一面积为 55225 的正方形的边长。注意到 55225 的平方根为一个三位数，可设正方形的边长为 $100a+10b+c$ （即 a 、 b 、 c 分别为所求平方根的百位、十位、个位上的数字），然后逐一确定 a 、 b 、 c 。为此，刘徽把正方形划分成如图所示的七个部分，其中 1、4、7 三部分分别是边长为 $100a$ 、 $10b$ 、 c 的正方形。

作了这样的划分以后，首先确定百位数字的 a 使它为满足 $(100a)^2 \leq 55225$ 的最大正整数。易见 a 等于 2。此处 $(100a)^2=4000$ 为正方形面积减去的正方形 1 的面积，得 15225。接着确定十位数字 b ，使它为满足 $2 \times 100a \times 10b + (10b)^2 \leq 15225$ 的最大整数。不难知道这里的 b 等于 3，而 $2 \times 100a \times 10b + (10b)^2$ 为 2、3、4，三部分面积之和，它与正方形 1 的面积之和为 $(100a+10b)^2$ ，此时余下的面积为 2325。最后确定个位数字 c ，使 $2(100a+b)c + c^2 = 2325$ 。此处 c 等于 5（若被开方不是完全平方数，则上式等号添加不等号，把上述手续继续进行下去）。于是 $(100a+10b+c)^2=55225$ ，即 55225 的平方根为 235。用类似的方法，借助于正方体，可进行开立方运算。根据刘徽的几何解释，古代数学家们不难体会到下列恒等式：

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

在这以后的数百年中，我国古代数学家们一直没有停止对更高次的开方法的研究。宋元时期是我国古代数学史上群星灿烂的黄金时代，这一时期诞生了许多杰出的数学家，留下了不少出色的数学著作。贾宪就是这一时期的人，他是北宋天文学家楚衍的儿子。贾宪创造了新的开平方方法和开立方方法，《详解九章算法》称之为“增乘开方法”。以开平方为例，因为有等式

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2 = a^2 + (2a+b)b$$

则可以把一个数的平方根分成几位数字来求。先求出平方根的最高位数字 a 的平方而得到余数。如若原来的数可以表达成 $(a+b)^2$ 的形式，那末这个余数一定能写成 $(2a+b)b$ 的形式。此时，我们用 $2a$ 去试除余数，看看商数是多少，然后定出平方根的次高位数字 b 。假如 $(2a+b)b$ 刚好等于这个余数，则原数的平方根就等于 $a+b$ 。否则，把 $a+b$ 当成原来的 a ，而将上述手续

继续进行下去。如果要求一个数的立方根，则根据等式

$$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$= a^3 + (3a^2 + 3ab + b^2)b$$

先求出它的最高位数 a ，再从原来的数减去 a 的立方而得到余数。然后用 $3a^2$ 去试除余数，定出立方根的次高位数 b 。再从余数减去 $(3a^2 + 3ab + b^2)b$ 。如果得到新余数等于零，则立方根就是 $(a+b)$ ；不然又可将 $a+b$ 当成 a 继续进行这种步骤。例如要求 4913 的立方根，按照贾宪创造的这种方法，就有下述算式

$$\begin{array}{r} 10 + 7 \\ \hline 4913 \\ 3a^2 \wedge 3 \times 10^2 = 300 \quad \frac{1000}{3913} \\ 3ag \wedge 3 \times 10 \times 7 = 210 \\ b^2 \wedge 7^2 = 49 \\ 3a^2 + 3ab + b^2 \\ \wedge 559 \quad 3913 \wedge (3a^2 + 3ab + b^2)b \end{array}$$

所以有

$$\sqrt[3]{4913} = 17$$

这种方法正是我们今天教科书中介绍的方法。而类似的方法在欧洲则要到 1804 年和 1819 年才分别由意大利数学家鲁菲尼与英国数学家霍纳提出，比贾宪迟了大约 800 年。

贾宪创造的开平方和立方法摆脱了《九章算术》中刘徽阐释的几何方法的约束，开辟了寻求纯代数法的道路，使得这种“增乘开方法”有可能推广到更高次的情形去。虽然几何直觉启示人们发现了不少新命题和新方法，但是这种直观性的思维对更高维的问题却往往无能为力。《九章算术》中记载的开平方和开立方法，依靠几何直观，无法解决更高次的开方问题，只有另辟蹊径，才有希望在这里取得突破。在这一领域中，我们的先辈进行了长时期的摸索和试探。从刘徽到贾宪，中间相隔了 800 年左右的时间。取得这种突破的艰巨性就可想而知了。更加令人自豪的是，《九章算术》提出了完整的开平方和开立方法后，好像是等待了世界 800 年，最后还是由中国人自己把这个问题彻底解决。贾宪在找到了开平方和开立方的新方法后，继续向前迈进，终于解决了任意高次幂的开方问题。

用开平方和开立方的“增乘开方法”解决了四次以上的开方问题，首先必须知道四次以上二项展开式的系数。到这时，杨辉三角的诞生就成为非常必要的了。而早已熟知的二次、三次情形下的二项展开式的系数，则又为贾宪探求二项系数所排成的三角形数表的规律准备了富有启发性的特例，从而为贾宪最终完成这一杰作提供了可能条件。从刘徽解释开平方和开立方的几何意义，到贾宪发现杨辉三角，从而完成更高次的开方问题，这实在是合乎逻辑的必然结果。有了杨辉三角，就可以求得任意高次二项展开式的系数，因而也就从理论上来说解决了任意高次的开方问题。早在 11 世纪中叶便解决了开任意高次幂的开方法问题，这不能不说是中国古代数学家的一项杰出的创造。杨辉的《详解九章算法》收录了许多早已失传的各种数学著作中的一

些问题和算法，“增乘开方法”和“开方作法本源”图就是通过杨辉著作的阐释才得于留传至今。在这个意义上，把“开方作法本源”图冠于杨辉之名也是当之无愧的。

当然，欧洲数学家在这方面的成就也是不能抹煞的。巴斯加的贡献在于发现了二项展开式的系数与组合数之间的联系。为牛顿发明二项式定理（即不必利用 $(a+b)^{c-1}$ 而直接得到 $(a+b)^n$ 的展开式，并把指数 n 的从正整数推广到分数和负数）奠定了基础。值得人们继续探索的一个问题是，欧洲人究竟是从什么角度去发现二项式系数所组成的三角形数表的。如果说这也来自于对开方问题的研究，那末如前面提到的，开平方和开立方的鲁菲尼—霍纳法要到 19 世纪初才出现；如果说它直接来自于对组合数的研究，那末正如欧美数学史家所说的那样，在巴斯加之前，对组合数的研究，是和二项式方面的工作无关的。

总而言之，二项展开式系数所组成的三角形数表的发现，即使似文字记载为依据，也是 1261 年杨辉的《详解九章算法》为最早的记录。在中亚细亚，阿尔·卡西载有类似数表的《算术之钥》发表于 1427 年，而欧洲首先发现的这种数表，是印在 1527 年德国数学家阿皮纳斯所著的一本书的封面上。《详解九章算法》比它们早了二三百年来。如果从 11 世纪的贾宪算起，则早于它们四五百年。

谁最早求得精确的圆周率

科学家们都十分注意古代数学家为了获得圆周与直径之比（圆周率 π ）的近似值所作的努力，大约这是由于圆周率的精确程度足以衡量各个民族在各个时期数学的水平。

各文明古国在圆周率精确程度的研究上都作过重要的贡献，表现了他们的聪明才智。

4000 年前，埃及人已经能应用不少数学知识解决实际问题，其中就用到圆周率 π 。因为在进行有关圆形和球形的器皿以及建筑物的计算需要用到它。人们从后来发现的埃及古代数学文献“纸草”中得知，当时取 $\pi=3.16$ ，这是世界上最早的圆周率。现在看来， π 的这个近似值误差较大，但当时能算到这样的数值，已经很不容易了。

公元前 250 年左右，希腊数学家阿基米德利用圆的外切与内接 96 边形求得圆周率 π 的值必定在 $\frac{223}{71}$ 与 $\frac{22}{7}$ 之间，即

$$3\frac{10}{71} < \pi < 3\frac{1}{7}$$

这是第一次在科学中提供了误差的估计。

公元 150 年左右，希腊数学家托勒玫计算得到 $\pi=3.1416$ 。

六世纪印度数学家阿利耶毗陀利用倍边公式 $a_{2n} = \sqrt{2R^2 - R\sqrt{4R^2 - a_n^2}}$ ，分别计算圆的外切与内接正 384 边形的周长，得到 $\pi=3.1416$ 。

1585 年以后，荷兰的数学家安托尼兹得到 $\pi = \frac{355}{113}$ 或 $\pi \approx 3.1415929$ 。

我国是世界文明发达最早的国家之一，对 π 的研究也有过重要的贡献。

《周髀算经》早有记载，圆径一而周三，也就是 $\pi=3$ ，叫做古率。

公历纪元初年，汉朝的度量衡极不统一，给商业贸易带来不便。为了解决这个矛盾，朝廷命令数学家刘歆用金属铜制造了一种圆柱形的标准量器，名叫“律嘉量斛”。现在我国故宫博物院里还保存着一具这样的量斛。这种量斛是怎么计算出来的，没有找到记载，但根据斛上刻的说明，不难知道当时取 π 的近似值是 $\pi=3.1547$ 。

后汉张衡用 $\sqrt{10} = 3.1623$ 表示 π 的值，这比印度数学家婆罗摩及多定圆周率为 $\sqrt{10}$ 早 500 多年。

三世纪的刘徽和五世纪的祖冲之的工作更为突出，使我国在这方面的的工作不仅赶上了欧洲人，而且还领先了 1000 年。可是我国古代数学家研究 π 的成果，直至 19 世纪初还未获得世界的确认。

傅路德指出：“在康熙时代，中国人完全依赖传教士南怀仁、汤若望等人的方法，直到这个所谓‘赤水遗珍’后来重新被发现为止。在 18 世纪中期，王元启、钱塘等人依旧采用 $\sqrt{10}$ 为圆周率。”

1833 年，纳林说：“在这个古老的民族中纯粹科学一直处于低劣的状态。传教士们发现，在 13 世纪郭守敬称雄以前，他们认为圆周与直径之比正好是 3:1，……直到他们受到欧洲人的指导以前，没有前进一步。”纳林严重错评了中國人在求圆周率 π 方面的工作。由于他们的影响，致使这个错误广为流传。

中国古代数学家在圆周率 π 的研究上究竟有没有取得重大的成果；中国人的成果是依赖于欧洲人的指导和传教士的方法还是依靠自己的聪明才智，被历史掩盖了几百年的迷雾又是怎么产生和解脱的。这些都应作出正确的回答。

被历史掩盖了几百年的迷雾应该解开，历史是最好的见证人。

三国时魏人刘徽在注释《九章算术》一书时，看到“古率”周三径一很不满意。他证明了圆内接正六边形的周长是直径的三倍，说明周三径一实际上是圆的内接正六边形的周率，而不是圆周率。他进而创立了求圆周率准确值的方法——割圆术。为计算圆周率和圆面积建立了相当严密的理论和完善的算法。割圆术有下面五个要点：

1. 圆内接正六边形的一边的长度等于半径的长度。

2. 设圆的半径是 R ，圆内接正 n 边形的边长是 a_n ，圆内接正 $2n$ 边形的边长是 a_{2n} 。利用勾股定理，从圆的内接正 n 边形的边长 a_n 求出 $2n$ 边形的边长为

$$a_{2n} = \sqrt{2R^2 - R\sqrt{4R^2 - a_n^2}}$$

上面的公式通常称为倍边公式。

3. 设圆的半径是 R ，圆内接正 n 边形的边长是 a_{2n} ，周长 P_N ，面积是 S_N ，圆内接正 $2N$ 边形的面积是 S_{2N} ，那么

$$S_{2N} < A < S_{2N} + (S_{2N} - S_N)$$

4. 设圆面积是 WA ，那么圆面积满足不等式

$$S_{2N} < A < S_{2N} + (S_{2N} - S_N)$$

这是一个重要的发现。利用它，在估计圆的面积时，就不要用圆外切正多边形的面积，而只要计算出圆内接正多边形的面积就可以了。因为计算圆

外切正多边形的面积比计算内接正多边形要困难，所以用这种方法计算就简便得多。

5. “割之弥细，所失弥少。割之又割，以至于不可割，则与圆合体而无所失矣。”这就是说，圆内接正多边形的边数无限增加时，它的周长的极限是圆周长，它的面积的极限是圆面积。这说明了当时刘徽已有了极限的思想。

刘徽设圆半径 R 为 1，根据上述五个要点，从圆的内接正 6 边形入手，逐步推出正 12 边形，正 24 边形，……直到 96 边形每边的长，从而求得圆内接正 192 边形的面积，得到一个粗糙的值 $\frac{157}{50} = (3.14)$ 。不过他还算出

两个值，一个较小的值 3.141024 和一个较大的值 3.142704，正确的数字在这两个值之间，即

$3.141024 < \pi < 3.142704$ 其中较大值 3.142704 比公元前 250 年前后阿基米德用正 96 边形求得的著名分数 $\frac{22}{7} (\approx 3.1428)$

稍好一点。

以后刘徽继续争取具有更高精密度的结果，他演算到圆内接正 3072 边形。验证了前面的结果，并且得到他的最佳值 $\pi = \frac{3927}{1250} \approx 3.14159$ 。这个数字比托勒玫在公元 150 年前后所采用的值好。刘徽还知道，如果有必要，他还可以继续演算下去。

刘徽取 3.14 为圆周率（这在当时使用已经足够了），他还指出这个数还较真值小些，为了表彰他的功绩，人称 3.14 这个值为“徽率”。

刘徽的割圆术，为圆周率的研究工作奠定了坚实可靠的理论基础。在世界数学史上应当占有十分重要的地位。他所得到的结果当时在世界上也是十分先进的。但是，常有人猜想这是从西方传到东方来的。这是没有充分根据的。刘徽的方法和西方并不相像。这从以下两点可以看出：第一，希腊人用的方法除去一个内接正多边形以外，还有一个外切正多边形；第二，希腊人并不是通过计算圆面积来得到圆周率的。刘徽的计算方法具有中国人独特的优点。

南北朝时，祖冲之发展了刘徽的方法，在对 π 的研究中又出现了新的跃进。多数学者推测他从圆内接正 6 边形算起，一直算到圆内接正 24576 边形。每求一值，要把同一运算程序反复进行，而每一次运算程序中，又包括对九位数字的大数目进行 12 次加减乘除及开方等 11 个步骤，最后求出了

$3.1415926 < \pi < 3.1415927$ ，也就是 $\pi = 3.1415926\ldots$ 。

祖冲之是突破刘徽以后研究 π 值的杰出人物，是世界上第一个定圆周率到第 7 位小数的人。他的方法记载在他的数学著作《缀术》一书里。

祖冲之还曾推出两个近似于 π 的分数值。一个是 $\frac{22}{7} = 3.142857$ ，这个数称为“约率”，或称“疏率”，它比 π 的真值大 0.0012。另一个是 $\frac{355}{113} = 3.1415929\ldots$ ，这个数称为“密率”，它比 π 约大 0.0000002。用这样一个接近于 π 的简单分数来表示 π ，的确是祖冲之的惊人发现。在祖冲之发现“密率”后 1000 多年，欧洲人安托尼兹才重新发现了这个值。

公元 1300 年前后，元代赵友钦重复了这个问题的研究。他从圆内接正 4

边形开始，陆续增加到 16384 边形，证实了祖冲之的数值是十分精确的。他的方法被记载在他的著作《革象新书》上。

祖冲之的伟大贡献，使中国对 π 值的计算领先了 1000 年，它标志着中国古代高度发展的数学水平。十分遗憾的是，“学官莫能究其深奥，是故废而不理。”《缀术》一书后来竟在 11 世纪失传。宋代（13 世纪）以前的早期数学著作也都无可挽回地散失了。因此当耶稣会传教士走上历史舞台时，甚至没有人能够把中国过去数学上的光辉成就告诉他们。直至 18 世纪，人们从公元 656 年修的《隋书·律历志》中，得知了《缀术》这部书及其祖冲之取得的结论。人们进一步得知，在《律历志》校刘歆“斛铭”及校北周武帝保定元年（公元 561 年）“玉斗”时，均已使用祖冲之的圆周率 $\pi = 3.14159265\dots$ 。在宋代沈括也对它发生了兴趣，并且他在《梦溪笔谈》中讨论过它。从此“赤水遗珍”重新发现，直到我们这个时代，历史的迷雾完全解开，中国人在求圆周率 π 方面的工作才得到人们的应有重视。

自从我国古代灿烂的科学文化逐渐得到世界公认之后，日本数学史家三上义夫建议把“密率”（ $\frac{355}{113}$ ）称为“祖率”，以纪念祖冲之的杰出贡献。

这种叫法在解放后已通行于全国。

在此，还要提一下，在世界各地圆周率 π 的值研究发展情况。

17 世纪以前，世界各国对圆周率的研究工作仍限于利用圆的外切和内接正多边形来进行。

1427 年，伊朗数学家阿尔·卡西，计算 π 到 16 位小数准确，从而打破了祖冲之保持了近千年的纪录。

1596 年，德国数学家鲁道夫准确计算 π 的值到 35 位小数，标志着研究 π 的一个历史阶段的结束。为求 π 的更精确的值需另辟途径。

17 世纪以后，随着微积分和解析几何的出现，数学家开始用反正切函数值来表示 π 。人们还利用无穷级数来求 π 值。瑞士数学家欧拉就用比较简单的无穷级数来表示 π^2 、 π^3 。他利用微分学的知识证明了

$$\frac{\pi}{8} = 1 + \frac{1}{3^2} + \frac{1}{5^2} + \frac{1}{7^2} + \Lambda + \frac{1}{(2n-1)^2} + \Lambda$$

$$\frac{\pi^3}{32} = 1 - \frac{1}{3^3} + \frac{1}{5^3} + \frac{1}{7^3} + \Lambda + \frac{(-1)^{n-1}}{(2n-1)^3} + \Lambda$$

应用上述公式可以算出 π 的值。

1874 年，英国数学家贤可士利用级数算到小数 707 位。

电子计算机出现以后，1949 年，美国有人用电子计算机算到小数 2036 位，用时 70 小时。而现在计算 π 值到小数万位，已仅是几小时的事了。

科学在发展，技术在进步，历史在前进，古代科学的发展是几乎无法同现代科学取得丰富而有效的进步相比的。因此，我们不能用现代数学的尺度去衡量中国古代圆周率 π 计算方面的贡献。应当把自己置身于迈出最初几步的那些人的地位，努力了解这对于他们在当时是何等的困难，对于现代所取得的进展又是何等的重要。这就是历史唯物主义的态度。

谁最早发现木卫三

太阳系内最大的行星——木星，以它奇特的横条花纹、特厚的大气、神

秘的大红斑一直吸引着人们。还有 16 颗卫星守卫着它，由最里向外的顺序，分别叫作“木卫一”、“木卫二”、……“木卫十六”。从木卫十二以后四颗卫星还是近年的空间飞船发现的。然而，根据通常的天文学史记载，木星的头四颗最大的卫星，是著名物理学家和天文学家伽利略早在 300 多年前发现的。1610 年 1 月 7 日晚，伽利略用自制的望远镜首先看到木星的三颗卫星，又于 13 日晚观测到第四颗卫星。但是也有人经过详细的考证，得出另一位天文学家麦依耳比伽利略还早发现十天。现在木卫所用的次序和名字木卫一（伊奥），木卫二（欧罗巴），木卫三（加尼美德）和木卫四（卡里斯托）——仍是麦依耳命名和安排的，而伽利略给木卫取的“美的斯星”根本没有人用。所以，现在国外许多出版物中，有的已把麦依耳和伽利略并列作为木星的四颗大卫星的发现者。但是 1980 年 10 月，研究中国古天文学的席泽宗则考证出，我国战国时代（公元前 476 ~ 前 221 年）的天文学家甘德，可能在伽利略前约 2000 年就已发现木星的第三颗卫星了。

在我国战国时期有两位较著名的天文学家，一位是魏国的石申，另一位就是齐国的甘德。他们的生平不详，秦朝之前的古书，木星是记载得最多的一颗行星，当时称为“岁星”。战国时期的名作《左传》和《国语》，常常拿岁星的位置来记载某一件事件的发生的日期。甘德当时著有《岁星经》和《天文星占》两部著名的古代天文著作，可惜早已失传。唐代瞿昙悉达编了一本《开元占经》（成书于 716 ~ 726 年之间），但该书在唐以后一度佚失，直至明万历四十四年（1616 年），幸而有人偶然在古佛腹中发现。书中保存了甘德的两部著作中的一部分内容。席泽宗在这本书卷二十三《岁星占》中，发现引用的甘德的一段话：“甘氏曰：单阏於岁，摄提格在卯，岁星在子，与娵女、虚、危晨出夕入，其状甚大有光，若有小赤星附于其侧，是谓同盟。”这里“同盟”二字在春秋战国那个动乱时期是用得相当普遍的，意思是两个或几个国家为了共同目标而结成的永久的联合。这里的岁星是指木星，“同盟”是指木星同附属于它的小星组成一个系统。这里的赤色是指浅红色。例如唐代孔颖达在解释《礼记·月令》“驾赤骝”中，有一句说“色浅曰赤，色深曰朱”。而根据现在的观测资料，木卫一和木卫三呈橙红色，木卫二和木卫四呈现深黄色，所以甘德的这段话表明，他已发现木星有浅红色的卫星。

还可以推算出甘德发现的确切年代。中国古代天文学家同近代天文学家一样，也把天空中的星星分成了许多区，每个也取一个名字。把地球绕太阳公转运行的轨道（称为黄道）分成 28 个区域，常称为 28 宿。每个宿中选定的一颗星作为测量天体位置的标准星，叫该宿的距星。其中北方七星中的距星为斗、牛、女、虚、室、壁，分别相当于现在天文学上的人马座 ψ 、摩羯座 β 、宝瓶座 ε 、宝瓶座 β 、宝瓶座 α 、飞马座 α 及飞马座 γ 等七颗星。由于量度这些距星的参考点（通常用春分点），每年都要向西退一点，约 71 年向西退 1 度，在天文学上叫岁差。这些距星与春分点的距离在不同年代是不同的，但可以从现在的位置反推出春秋战国时的位置。另外，二十八宿中，相邻两宿距星之间的位置，也可定出来。早在春秋之前，人们就已认识到木星约 12 年运行一周，人们把木星每年所在的位置作为纪年，于是又把木星运行的轨道分为十二分（子、丑、寅……十二地支来命名），称为十二次。《开元占经》中引甘氏的话“岁星在子”即为木星当时的位置。娵女即女宿，虚为虚宿。“单阏於岁”据推算是公元前 364 年。经过一些计算，就得出甘德发现木卫最可能的时间是在公元前 364 年的 8 月 7 日。这时又知木星离地

球最近，最容易观测，并且木星与距星女、虚、危、宿同时晨出夕入，与甘德所讲的完全一致。因此可以认为，甘德发现木卫最可能的时期就在公元前364年盛夏，比伽利略和麦依耳早了近2000年。甘德虽然没有留下系统的记录，在当时的历史条件下，他也不可能意识到已发现木卫，但是在近2000年前能有这一发现，不能不说这是我国天文学史上的一次成就。

然而，伽利略和麦依耳是用望远镜发现木卫的，在甘德那个没有望远镜的时代，能用肉眼看到木卫吗？现在观测得知，木星的四个卫星的运动在最接近地球时，平均视星等为5等，与木星的角距离约为2角分18角秒~10角分18角秒之间。正常人的肉眼能看到最暗的星等为6等（星等数越大光也越暗），肉眼的分辨率也近1角分。因此，在正常情况下，肉眼看到这四个卫星是没有问题的。问题在于木星的光太亮，它耀眼的光辉会把这些暗弱的卫星给淹没了。是否会当木卫运行到特定的位置上，例如两个以上的卫星运行到木星的同一侧时，彼此加在一起的光亮使得有看到的可能性呢？这需要人们作观测来检验，不过德国著名的地理学家洪堡曾经记载过，他认识一位裁缝，名叫邵恩，是布劳斯累城（今波兰弗罗兹茨瓦）的人。当他年轻时曾在无月而晴朗的夜晚，能够相当精确地指出这四个木星主要卫星的位置，然而这位裁缝年老以后就不再能把这些木星卫星分辨出来了。曾访问过中国的美国波士顿大学教授布雷彻说，他有两个美国天文学朋友曾讲过。至少都看到过一颗木星卫星。其他科学家，如美国天文学家巴纳德也曾声称有时能看到木星卫星。可见视力比较好的肉眼在一定条件下是可能分辨出最亮的木卫的。

不久前，北京天文馆用天象仪的导光玻璃丝作模拟实验，分别取木星和卫星的同样亮度，发现当卫星离开木星5角分时，目力好的人就可看见。从这一实验初步断定，甘德所看到的是木卫三或木卫四，以木卫三的可能性最大，因为它最亮也最大。为了进一步证实肉眼能看到木星的卫星，1981年3月上旬，北京天文馆组织人员到河北省兴隆县的北京天文台观测站，作肉眼观测。兴隆观测站远离城市，不受灯光影响，海拔970米，空气清洁，大气宁静，具有良好的观测条件。是时木星同地球相距仅6亿公里，这是观测的大好时机。3月9日夜12点，天气异常晴朗，几乎无风，一弯新月早已落入地平，万籁俱寂，正南天空，木星和土星相距1度多。观测人员的眼睛经过几分钟的适应后，首先认出狮子座中约6等的五颗暗星。这几颗星与木星的卫星差不多暗，从而说明人的肉眼具有看到木卫的能力再仰望北斗七中的第六星，在它附近还有一个辅星，两星相距在11角分之内。有了这些亮度和角分间距的印象，就可观测木星周围大致同样的间距、同样暗弱的天体了。

当时木星光芒四射，可并不闪烁，人们在木星上方的光芒中看到射出一股红光，同木星白色光芒截然不同，再仔细观看，这股红光来自一个小星点！很稳定，离木星的3角分很近的角距，这就是木星的卫星！参加观测的四名人员先后都报告看到木卫呈红色，并将看到的情况在天空的方位按比例地画下来，再同另外几个用小型望远镜的观测者看到的图景作比较，结果完全一致。第二天继续观测，发现木卫的位置有了较明显的移动，更加有利于观测，看到红色木卫更为清楚。有三位观测人员甚至还看到三个木卫，分布在木星的两侧，几乎呈一直线。这些事实都说明甘德当时是可以观测到木卫的。

席泽宗的这一发现引起了学术界的广泛反应。许多报纸报道通过肉眼观测，来证实没有望远镜的中国古代发现木卫三的可能性。日本和美国的报刊

和杂志也作了专题报道，给予中国古代具有高度发达的科学文明以极高的评价。

水杉是谁发现的

“科学上的惊人发现——1亿年前称雄世界而后消失了2000万年的东方红杉，在中国内地一个偏僻的小村仍然活着！”这是1948年3月25日美国《旧金山纪事报》上登载的一条头号新闻。

这里所说的“东方红杉”或叫“黎明红杉”就是水杉。

据古植物学家的研究，水杉是一种古老的植物。远在1亿多年前的中生代上白垩纪时期，水杉的祖先就已经诞生于北极圈附近了。当时地球上气候非常温暖，北极也不像现在那样全部覆盖着冰层，以后，大约在新生代的中期，由于气候的、地质的变迁，水杉逐渐向南迁移，分布到了欧、亚、北美三洲。根据已发现的化石来看，几乎遍布整个北半球，可说是繁盛一时。

到了新生代的第四纪，地球上发生了冰川，水杉抵抗不住冰川的袭击，从此绝灭无存，只剩下了化石上的遗迹。可是实际上它并不是真正的全军覆没。当世界各地的水杉被冰川消灭时，中国却有少数水杉躲过了这场浩劫，幸免于难。其原因是第四纪时，中国虽然也广泛分布着冰川，但中国的冰川不像欧美那样成为整块的巨冰，而是零星分散的“山地冰川”，这种“山地冰川”从高山奔流直下，盖住了附近一带，却留下了不少无冰之处，一部分植物就可以在这样的“避难所”中继续生存。我国有少数水杉，就是这样躲进了四川、湖北交界一带的山沟里，活了下来，成为旷世的奇珍。

这些幸存的“活化石”像隐士那样，在山沟里默默无闻地生活了几千万年，突然在公元20世纪的40年代被人发现了。

活水杉的被发现，当时的确轰动了世界。有的报纸把水杉誉为“世界植物界的一颗明星”，发现水杉是“一重要贡献，足使数十年有关文献，悉行改观”，“顿使数十年之研究，须另辟新途径，于科学上贡献之大，可以想见”。还有人把水杉比作植物界的“恐龙”，是“恐龙再世”等等。不管怎么说，中国的植物学家把这个古老的子遗树种，重新发掘出来，赋予新的生命力，使它再度走上世界舞台，为人类造福，不能不说是一件重大的贡献，为祖国争得了荣誉，是值得庆贺的。

水杉的发现尽管如此轰动。但是多少年来，关于它发现的时间、经过，以及是谁最早发现的等等问题，一直众说纷纭，悬而未决。

例如关于发现的年代，有的书上说是1941年（斯行健1950年著《水杉》）；有的说是1943年（美籍植物学家胡秀英1981年来华讲演）；有的说是1945年（《辞海》1979年版）；有的说是1946年（陈嵘著《中国树木分类学》1957年版补遗部分）；有的说是1948年（美国《旧金山纪事报》1948年3月25日）。

关于最早发现水杉的人，各家说法也不一，例如：

我国著名古植物学家斯行健所著的《水杉》一书中说：“1941年干铎教授在四川万县磨刀溪（又名谋道溪）发现三株稀有松柏类植物。干氏又续于湖北利川发现大者数百株。小者千余株。后来由胡先骕、郑万钧二氏研究鉴定，始知道这种植物即系在中新统以前、上白垩纪以后，曾经分布于整个北半球的亚红杉（注：即水杉）。 ”

我国著名林学家陈嵘所著《中国树木分类学》一书中说：“1946年2月五战先生在四川万县谋道溪路旁首先发现三株……”嗣又有数采集家在湖北利川县……等地继续发现，……初经郑万钧鉴定，断为松柏科之新属，后经胡先骕研究，始知与日人三木茂1941年所发现古生植物 *Metasequoia* 为同属之植物，又经 Chaney（美国地质古植物学家钱耐教授）调查，知此属树木前亦曾生存于北美及欧洲，但至冰期皆绝迹，现唯一生存者、为中国四川万县与湖北利川之水杉之一种，称为本世纪有意义之发现。”

钱耐在1948年发表的论文中也同意王战于1946年春节第一个发现水杉，并指出后来又有薛纪如和华敬灿二人分别于1946年及1947年采到水杉标本。

著名美籍植物学家胡秀英在1980年一篇论文中说：薛纪如于1946年2月20日及同年5月18日分别采到水杉标本，后来就是根据这两份标本定了水杉的名字，而王战则是在1943年采到水杉标本的。

1948年有一位美国科学记者西尔费曼在《旧金山纪事报》上却说：“钱耐是看到活水杉的第一个现代科学家。”

从上面的这些材料中可以看出，在最早发现人和发现时间上存在着许多不同的说法，很难肯定究竟是谁发现了水杉。

近年来，通过各方面的调查，查阅了有关文献，并访问了一些目前尚健在的当事人，使这个问题有所澄清。

事情要从水杉化石的发现说起。而要搞清楚水杉化石的发现，又必须先谈谈美国的红杉。

美国西海岸加利福尼亚州的局部地区有一种子遗植物“红杉”，又名“世界爷”。这种树巨大无比，最高可达142米，最粗要十几个人才能把它围抱起来，有的树干上开了洞，可让汽车通过，因而成为闻名世界的珍奇树种。

红杉在1769年即被发现，到1847年被定名为“*sequoia*”（纪念一个文学创造家 Sequoyah 先生）。此后在北半球各地如冰岛、格陵兰、北美、西伯利亚、中国、日本及库页岛等地陆续发现了许多红杉化石，说明它的祖先在中生代侏罗纪到新生代初期，即一亿多年前也是遍布北半球，盛极一时的。

1941年日本植物生态学家三木茂在研究从日本新生代地层中发掘的“红杉”化石时，发现这种化石与真正的红杉有明显的区别。除了两者在球果的形态上有许多不同点外，最主要的区别在叶子，红杉的叶子是互生的，而这种化石上的叶子却是对生的。于是，他认为这种被一般古植物学家认为是红杉的化石是一种新的植物，应该列为一个新属，便在当年发表论文，把它定名为“*Mefasequoia*”（意思是“变形红杉”或“亚红杉”），也就是水杉。

三木茂能够在一般公认的红杉化石中发现水杉化石，确实不是一件容易的事，而且他的卓越发现，为以后活水杉的定名奠定了基础，因此应该肯定他在水杉发现史上的重要贡献。

可是，三木茂万万没有想到，就在他发现和定名水杉化石的同一年，中国人静悄悄地在四川、湖北边境的山沟里发现了活水杉。

1941年2月，我国著名林学家、原中央大学教授干铎路过四川万县靠湖北边境的“磨刀溪”，看到一株巨大的古树，高有30多米，胸围有7米多，觉得十分稀罕（这就是后来定名为水杉的那株树）。可惜当时还是冬天，树叶尚未发出，干铎没有采集标本。

在植物学研究中，标本是至关重要的，特别是花、果、枝、叶俱全的标

本更为宝贵，是鉴定或定名的依据，也是发现植物新种的证据。没有标本就不易被科学界所承认，这就是为什么有的学者不认为 1941 年是最早发现活水杉的年份，干铎不是第一个发现人的原因。但是干铎一到万县，便把看到奇树的事告诉了当时万县农校教务主任杨龙兴，并托他代为采集标本。

1942 年杨龙兴果然托人去磨刀溪采来了一份有叶而没有花、果的标本，干铎收到标本，就送给树木学家郝景盛，请他鉴定。遗憾的是，这份标本后来下落不明了。

1943 年夏天，一位年轻的植物分类学家王战到鄂西神农架原始森林考察，路过万县时，遇见杨龙兴，杨告诉他磨刀溪有一株奇特大树。王战找到了这棵树，采集了一份有叶有果的标本，并且了解到当地人把这种树叫做“水杪”（树旁有一座小庙，横匾上有“水杪庙”三个字）。王战认为这种树可能是一种未被记载的新种，但没有把握，只在标本上写下了“水松”的名字。

1945 年这份标本通过原中央大学吴中伦教授，到了我国著名林学家郑万钧手里，他经过初步研究，认为这份标本非同一般，它像水松而不是水松，像红杉而不是红杉，可能是一个新属，甚至是新科。但是当时也没有定名。由于郑万钧已经发现了这标本的价值，有人便认为 1945 年应该算是发现水杉的年份。

非常可惜的是，这份珍贵的标本现在也不知去向。后经过王战本人的努力寻找，至今没有踪影。

1946 年郑万钧派自己的学生薛纪如去磨刀溪采集标本，他在 2 月 20 日采集了无叶但有雄花和球果的标本，5 月 18 日采集了有叶和球果的标本，并撰写了“中国唯一的巨树”一文，刊登在 1947 年 11 月出版的 16 卷 11 期《科学世界》上，这是有关水杉的最早的一篇报道。

郑万钧的另一位学生华敬灿，于 1947 年由美国阿诺德树木园提供经费去采集种子（当时水杉尚未正式定名发表，但有的美国人已经得到风声，想捷足先登，取得种子）。他于 1947 年 9 月~11 月到水杉分布区采集，在 9 月 12 日采集到有果带叶的完整活水杉标本，还在湖北水杉坝地区发现成片水杉林，和一棵最大的水杉树（高达 50 米）。他并且在 1948 年 1 月 5 日将采集到的少量水杉种子寄到阿诺德树木园，培育成为美国最早的活水杉母本树。他的水杉标本一部分寄到美国，一部分送到郑万钧的手中。

郑万钧对薛纪如和华敬灿采集到的标本做了细致的研究和全面的描述，但由于当时文献资料缺乏，难以鉴定，便把标本寄给当时在北平静生生物调查所的胡先骕教授，请他帮助鉴定。

胡先骕是我国杰出的植物分类学家，他那时已经看到日本科学家三木茂 1941 年发表在日本《植物学》杂志上关于发现和定名水杉化石的那篇论文。他将标本与水杉化石反复比较研究后，认为这几份标本就是三木茂化石中的水杉。郑万钧也仔细分析了文献和标本，确认两者为同属植物。两人经过进一步研究，终于确定了标本在植物分类上的地位，在 1948 年联名在《静生生物调查所汇报（新编）》第 1 卷第 2 期 153~159 页上发表论文，为我国水杉正式定了名 *Metasequoia glyptostroboides* Hu et Cheng（*Metasequoia* 是属名，即“变形水杉”或“亚红杉”之意，*glyptostroboies* 是种名，即“似水松”之意，Hu et Cheng 即定名人胡先骕和郑万钧）。自此，中国发现水杉便得到了世界的公认。薛纪如和华敬灿所采集的标本，也就成为水杉定名的模式标本，目前保存在南京中山植物园的标本室，因为薛纪如的标本

的采集日期是 1946 年，所以又有人认为 1946 年是发现水杉的年代。

中国发现水杉的消息传到全世界后，在科学界引起了极大的兴趣。美国加州大学钱耐教授一得消息，立即于 1948 年 3 月专程来到中国，赴川鄂边境一带实地考察。据他和同行的科学记者西尔弗曼在当地报道（刊登在《旧金山纪事报》上）说：“今天钱耐教授在这里看到了三株活化石，……钱耐说发现活水杉的意义至少等于发现一头活恐龙。”当时还在报上刊登了那株大水杉树和钱耐在水杉产地活动情况的照片。无怪那位记者要说钱耐是第一个看到活水杉的现代科学家呢！

钱耐回到美国后，曾向当时在美国留学的植物学家单人骅流露：发现水杉应该也有他钱耐一份功劳，因为据他说胡先骕在水杉定名过程中，曾经征求过钱耐的意见，而钱耐表示同意活水杉标本与三木茂的水杉化石标本是同一植物。这件事情当然现在已经无法查证了。

此后在 1948 年夏天，郑万钧、华敬灿、曲仲湘（我国著名生态学家）等又去水杉产地进行了一次规模较大的采集，得到了丰富的科学资料，并在 1949 年 3 月出版的 31 卷 3 期《科学》杂志上发表了“水杉坝的森林现况（湖北利川县）”考察报告。

解放后，不仅我国各地大量繁殖栽培水杉，成为重要的园林风景树种，并且各国竞相到中国引种水杉。1951 年前苏联引种成功，以后亚、非、欧、美 50 余个国家和地区都已广泛种植。从此这个曾经在地球上显赫一时而后又几近绝迹的树种，又重新布满了全世界。

现在我们应该来小结一下：

1941 年三木茂发现水杉化石。

1941 年干铎看到活水杉树，未采标本。

1942 年干铎得到杨龙兴托人所采标本、但标本下落不明。

1943 年王战采到活水杉标本，未定名。

1945 年郑万钧研究了王战的标本，未定名，标本现下落不明。

1946 年薛纪如采到活水杉有花标本，成为后来定名的根据之一。

1947 年华敬灿等采到水杉种子，发现成片水杉林，并采到活水杉有果标本，成为后来定名的另一根据。

1948 年胡先骕、郑万钧根据三木茂发现的水杉化石，正式发表并为水杉定名。

1948 年钱耐来中国考察水杉，并认为水杉定名有他一份功劳。

如果以科学命名优先权为标准（生物科学上是有这样规定的），则水杉发现人应该算是胡先骕和郑万钧，因为是他们正式确认了水杉的植物分类地位。发现年代应为 1948 年。

如按定名模式标本的采集人来算，则薛纪如和华敬灿有此资格（目前有标本上的标签为证）。时间应算 1946 年及 1947 年。

如果王战所采的标本终于找到，则作为第一个采集者便有了物证，时间应算 1943 年。

看来，水杉的发现权的确认，应该说是一个定了案但尚未完全解决的问题。

但不管怎样，上面所提到的各位科学家，不论是中国的，还是外国的，在水杉发现史上都作出了不同程度的贡献。它告诉我们，科学上的重要发现，往往不是一个人的力量所能完成，而是许多科学工作者通力合作，共同努力

的结果。

错误的科学史

只用直尺和圆规能等分一个角吗

古希腊有三大作图问题：（一）三等分任意大的一个角；（二）绘制体积是给予的立方体一倍的立方体；（三）绘制面积与给予的圆相等的正方形。但是，并不是用什么方法都行，条件是只用直尺和圆规，也就是说只能利用直线和圆。

如果用比圆复杂的曲线，就可以解决第一个和第二个问题，也可以三等分一个直角。因此，再进一步用 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{8}$ ……的方法逐渐分割，然后适当地加以组合，就可以取得任意一个角都非常近似于 $1/3$ 的角。第三个问题，也可以通过用正多边形与圆内接或外切的方法，取得近似的面积。这些解决方法，古希腊时代就已经想到了。

但是，希腊人的理想是，只用直尺和圆规绝对准确而不是近似地解决问题。2000 多年来，无数人想攻克这些问题，但没有一个人成功。取得成功的报告不少，但仔细一调查，不是演算有错误，就是骗人。

1837 年，美国数学家 P·L·旺采尔（1818～1848）严密地证明，第一个问题只用直尺和圆规是绝对解决不了的。他使用代数方程式表示图形的解析几何学的方法，研究了只使用直尺和圆规绘制的图形可以用何种方程式表达的问题。

结果，他证明，只有次数是二的倍数的方程式，如 2、4、8、16、32……等，才能只用直尺和圆规绘制图形。

就是说，可以用二次式、四次式等表示的图形，才能用直尺和圆规作图，而三次式不能作图。但是，角的三等分，却是与三次式相对应的作图。因此，不管作多大努力也是徒劳的。

旺采尔同时还证明，第二个问题也不可能解决。就是说，与第二个作图相对应的方程式是 $x^3-2=0$ ，这也是三次式，所以，不能作图。

第三个问题，到 1882 年，德国的 C·L·F·林德曼（1852～1939 年）解决了。他证明，把圆变成正方形，绝对需要通过作图求出圆周率 π 的值。林德曼证明，不存在根是 π 的代数方程式。不但次数不存在，说起来连方程式本身都不存在，所以，不言而喻，只用直尺和圆规是不能作图的。

就这样，古代遗留下来的三大作图问题，都以不能作图的结果得到了解决。虽然如此，至今还不断有人埋头钻研这些作图问题。

能否制成永动机

奴隶要吃饭，牛马要吃草，发动机吞食煤炭或汽油，马达消耗电力。那么，能不能制造一种机器，什么也不消耗，却能不停地工作，为人类造福呢？

这种幻想也许自古就有，但人们或多或少地感到有实现的可能性，并开始具体研究，则是在大工业发展起来以后。

风车和水车安装后，就可以不借助人的帮助而一直工作下去。但这类东

西是借助外力工作的。在完全不需要借助外力而工作的机械——即使不另外做什么也要克服机械内部必定存在的摩擦而永远转动的机械是理想的，这种机械被称为永动机仅就文字记载而言，最早的永动机设想，是 13 世纪哥德式建筑工程师韦拉尔·德·奥努克尔提出来的。其结构是，在轮缘上用合页安上七个木槌，木槌打击轮缘，使轮子转动。但是，永动机的研究活跃起来，是从工业革命临近的 17 世纪前后开始的。伍斯特二世侯爵想出来的用铅球下落推动轮子转动的方法和阿基米德的用螺旋使水循环推动水车的方法等，都是非常闻名的。

随着机械的发达，对永动机的研究越来越活跃，千方百计地利用浮力、水流、毛吸现象、热能、光能、磁力、电力和化学反应等各种各样的物质现象。但是，任何一种永动机都不能实际运转，甚至连转动的模型都造不出来。有的人造出来实际转动的装置，摆出展览，向观众索钱，请资本家出钱建厂，但这些都是骗人的。

因此，自古就存在的认为永动机在原理上行不通的想法逐渐占了上风。而明确地证明了这一点的，是在迈耶和焦耳等人研究的基础上，赫尔姆霍茨于 1847 年提出的能量守恒定律。这个定律认为，能量既不能创造，也不能消灭，只能互相转化。永动机是以凭空创造能量为前提的，所以，是不可能的。

但是，在能量守恒定律确立起来之后，仍旧不断有人热衷于研究永动机。为自己发明的永动机申请专利权的人也不少。美国用申请书务必附上工作模型的方法来拒绝接受申请。

铜和铅能变成金吗

一言以蔽之，炼金术就是要把铅和铜等一般金属变成金子的技术。不同的时代，不同的国家，不同的人，对构成炼金术的基础的想法、目的和方法也大相径庭。炼金士留下的文字，非常含混，隐语和比喻连篇，究竟使用了什么，发生了什么反应，是很难弄清的。

炼金士所宣扬的理论，也随着时代的改变而改变，但大体上都以希腊大哲学家亚里士多德的学说为根据。亚里士多德认为，物体都是由形式因和质料因构成的。比如说，产生马或房子这种东西的特性的原因在于形式因，而使形式因表现出来的，即马肉或木材则是质料因。但是，马肉或房子都是由其本身的形式因和构成的水或土等质料因构成的。归根结底，就是说，一切物体都是由气、火、水、土所谓四元素构成的。但是，就是这四种元素，也并不是完全不能互相转变的，说穿了就是只存在一种基本质料因。

所以，一切物质只是外形不同，如果改变了形式因，任何一种物质都能变成另一种物质。比如说，马不能直接变成狮子，但是，马死后，变成质料因，狮子吃了马肉，马就变成了狮子。所以，铅、铜变成金子决不是不可能的。

但是，这就需要确定程序和方法。（1）除铅和铜的形式外，还要恢复金属的一般质料因；（2）在它里面植入黄金的种子；（3）再赋予来自天或大气的灵气；（4）再加以适当的温度使它变成金。炼金士认为，需要这样四个阶段。这是从植物和动物新生的过程类推出来的。其中，（1）可以强火烧铜和铅，或者溶成药品，（4）也很容易办到。问题是（2）和（3），为了做到这点，炼金士们绞尽脑汁，想出了各种各样的独特的秘方。

到中世纪，人们广为相信所有金属都是由硫磺和水银（后来又加上盐）组成的理论。他们认为，金属的种类取决于这些元素的混合比例，如果混合比例发生变化，就能够变成其他的金属。金是接近于最纯的金属，把一般金属加工，将它含有的渣滓清除掉，最后就能够变成金子。

因此，就绝对需要一种“哲人之石”。据说，如果将一般金属事先进行适当处理，然后再加上这种哲人之石，就会立即变成金子。对炼金士来说，寻找这种哲人之石就成了最大的课题。他们还相信，这种石头能医治人的疾病，具有使人长生不老的效力。

炼金士有哪些活动

可以设想，炼金术很早以前就有了，但我们确切知道的，是在纪元一世纪前后，在希腊的科学圣地——埃及的亚历山大活跃着一群炼金士。在中国，很早以前就有一种叫做炼丹术的炼金术。这与其说是炼金，不如说主要是为炼取长生不老药。它同西方炼金术的关系如何，尚不很清楚。

不久，炼金术的中心从亚历山大经拜占庭而转到了阿拉伯。格伯（本名叫扎比尔·伊本·海扬，760～810年）和拉茨（本名叫阿尔·拉兹，865～925年）是有名的大炼金士。

11世纪前后，通过翻译，阿拉伯科学被介绍到了欧洲，炼金术也传到了欧洲，从12世纪开始流传开来。到13世纪，涌现出了一些有名的炼金士，如德国的大哲学家阿尔伯特·马格努斯（1193～1280年）、英国的优秀科学家罗吉尔·培根（1214～1284年）、法国医生阿尔诺·德·韦尔努维（1235～1312年）、西班牙神学家拉蒙·拉尔（1235～1315年）等等。这些人都是很踏实的研究人员。但是，后来得知，传说他们写的冶金文献，几乎都是在他们去世后半世纪到两个世纪后捏造的假文献。

从14世纪前后开始，炼金术变得更加神秘和离奇了。到16世纪，由于受到欧洲宗教争端和战争的影响，炼金术越发发展起来。特别是君主们对炼金术寄予期望，把它作为获得财产的手段，各地的宫廷都拥有炼金士，并给他们拨出经费从事实验。神圣罗马帝国皇帝鲁道夫二世（1552～1612年）和费尔迪南多三世（1608～1657年）特别热心。

但是，这些受雇的炼金士都没能过上幸福的生活，有的被卷进政治斗争，有的因没有取得成功而受到指责，悲惨而死。据说，其中之一是鲁道夫二世招聘的炼金士莫伦菲鲁斯伯爵，他在1604年被迫穿上贴有金箔的厚纸做成的外衣，走上镀金的绞刑架被绞死了。

17世纪后半叶，由于科学知识的普及，炼金术逐步丧失了信用。但是，也有像牛顿那样的大科学家，直到晚年还是埋头研究炼金术。到18世纪末，由于拉瓦锡等人的努力，确立了现代化学，炼金术被吸收进去，似乎变得销声匿迹了。

但是，炼金术至今仍然存在，特别是以法国为中心，有一些团体还在继续活动。

是因为放出燃素才燃烧吗

从16世纪前后开始，欧洲的采矿业和玻璃工业兴盛起来，从矿石中炼出

金属的冶金技术和用高温熔炼玻璃的技术很发达。由此而产生了一系列的疑问：“火是什么？”“物体燃烧是怎么回事？”“金属在空气中受高热为什么会生锈？”“矿石中掺入木炭加热为什么可以得到闪光的金属？”那种自亚里士多德以来认为所有物质都是由火、空气、水、土四元素构成的想法，已经不能充分回答这些疑问了。

1669年，德国化学家约钦姆·贝歇尔（1635～1682年）提出了取代四元素论的新的物质理论。哈雷大学教授、普鲁士国王的御医奥尔格·恩斯特·斯塔尔（1660～1734年）进一步丰富了这个理论，创造了燃素说的理论体系。

燃素说认为，炭、硫、油、磷等可以燃烧的物质都含有一种叫作燃素的元素。这些物质燃烧时，放出燃素，表现为光和热（这就是火），余下的就是灰。在空气中烧金属，金属生锈而变成金属灰，同样是因为金属中的燃素逸出的结果。因此，容易燃烧的东西中充满燃素。可以说，炭几乎完全是由燃素构成的。矿石是金属灰渣，如果把它同木炭放在一起加高温，炭燃素就同金属渣化合，还原成原来的金属。

为了便于理解，可以把上述情况归结为下述公式：

燃烧的物质=灰渣+燃素

金属=金属灰渣+燃素

燃烧：燃烧物质-燃素=灰渣

金属的灰化：金属-燃素=金属灰渣

金属的还原：金属灰渣+燃素=金属

这样，燃素说就使用燃素这样一个元素系统地说明了从燃烧到金属氧化、还原，以至动物呼吸的问题。斯塔尔的继承者们进而发展了这个理论，形成了一个包括所有的化学亲和力、酸和碱、色和味等这些物质的化学和物理性质的庞大的理论体系。

但是，燃素说也有弱点。很早以前有人就了解到，金属在变成金属灰渣时，重量会增加，但燃素说不能很好地解释这一点，斯塔尔辩解说：“由于空气进入物质放出燃素后出现的空隙，因而变重了。”而多数继承者解释说，“燃素具有一种负的重量。”

在我们看来，燃素说使人感到奇怪，但在18世纪末以前，人们普遍相信，主要的化学家大都坚持这一立场。

燃素说是怎样被击败的

由于法国化学家安东尼·洛朗·拉瓦锡（1743～1794年）的天才和不懈的努力，终于击败了有巨大影响的燃素说。

拉瓦锡从1772年开始研究燃烧问题。他把硫、磷、锌和锡放在密封的容器中反复进行燃烧实验，他逐渐相信，物质燃烧时，一部分空气被吸收并固定到燃烧的物质上。但是，这部分空气是什么？尚不清楚。

1775年，英国的化学家约瑟夫·普利斯特列（1733～1804年）来到巴黎，将自己发现的新气体的情况告诉了拉瓦锡。1774年，普利斯特列把汞燃烧得到的红色粉末（现在叫氧化汞）放入玻璃容器，从外部用大的凸透镜集聚太阳光加热，得到了与普通空气不同的气体。蜡烛在这种气体中燃烧比在空气中燃烧得更旺。普利斯特列认为，这种气体根本不含燃素，而蜡烛大量地释放出燃素，所以烧得更旺。他把这种气体叫做“无燃素空气”。

拉瓦锡自己立即反复进行这个实验，于是他认识到这种“无燃素空气”正是自己寻找的空气的一部分（现在叫氧气）。这样，他才得以弄清燃烧的本质。

拉瓦锡认为，空气是由这种氧气和不助燃的氮（燃素说中，把它叫做“充满燃素的空气”，因为在这种气体中燃素不能再逸出，所以不能燃烧）组成的，物质燃烧，金属变成金属灰渣，是因为它们同氧气化合的结果。

灰渣和金属灰渣是氧气同物质或金属化合生成的，金属灰渣同木炭混合在一起加热还原成原来的金属，是因为金属灰渣中的氧气为木炭吸收的结果。

在前面列举的公式中，如果把减燃素改成加氧，把加燃素改成减氧，我们就会明白，拉瓦锡恰好说明了这种情况。如果用加上具有重量的氧气取代减去具有重量的燃素，这种奇妙的煞费苦心的说明就不能成立了。

1776年，拉瓦锡为了证实自己的想法而进行了有名的实验。他在玻璃容器中放入汞，在加热12天之后，一部分汞变成了红色粉末，容器内空气的体积只减少了约五分之一。证明剩下的空气是氮。其后，把红色粉末收集在一起再加热，这时便得到了与减少部分的体积相同的气体，并且证明了这些气体是氧气。把两种气体混合起来就变成了空气。因此，燃素说的错误是显而易见的。

热是不是物质

17世纪有影响的物理学家伽利略、波义耳、胡克、惠更斯等人都认为，热是组成物质的微粒子（原子和分子）的运动。因此，它能够说明冷的时候搓手生热，手变得暖和的现象。

但是，到18世纪，认为热是物质的想法占了上风。奇怪的是，支持这种想法的人是原子论者。其中有古代的德谟克利特、伊壁鸠鲁和近代法国的伽桑狄、比埃尔（1526~1655年）。燃素说也支持这种想法，否定了燃素说的拉瓦锡也是这样认为的。他给热这种物质取名为热素。

首先对热进行定量研究的是英国的约瑟夫·布莱克（1728~1799年）。他的研究是从1760年前后开始的，但发表却是在他死后的1803年。

布莱克找到了用一定量的物质产生的温度变化的刻度数来测定热量的新方法，这一发明取得了非常巨大的成果。

他把热和温度明确地区别开来，他证明了以下事实：加同样的热，也会因物质种类的不同，温度的上升也不一样（即存在比热）；在冰融化或水蒸发这种变化时，温度没有变化，但却消耗了相当数量的热（存在潜热）。这些研究成了热学的基础，从反面支持和补充了热是物质的想法，即热素说。

直接攻击热素说的是美国出生的科学家本杰明·汤姆生（1753~1814年）。他在经历了一段不平静的生活后，当上了德国巴伐利亚的侯爵，1790年成为伯爵，自称伦福德氏。

他在慕尼黑监造炮筒时，吃惊地发现，在钻头和炮身摩擦时产生出极大的热。他断定“孤立的物体或一个完整的物体能够无限持续地提供的，不可能是物质的实体。”因此，他得出结论说：“热是运动的一种形式”（1789年）。

但是，伦福德氏的这个看法受到了热素说信奉者的激烈攻击。虽然享弗

利·戴维和托马斯·扬支持伦福德氏的论点，但不少物理学家和化学家并不理睬他的见解。

直到将近 19 世纪中期才彻底驳倒热素说，那时由于迈耶·焦尔和赫尔姆霍茨等人的努力，确立了能量守恒定律。

只用水能培养植物吗

比利时的约翰·范·赫尔蒙脱（1577～1644 年）是医生、炼金士，同时也是神秘思想家。他热心寻找哲人之石，他宣称他已经找到并实际使用了。他还相信自然发生说，提出了用小麦孵化老鼠的方法。

他对炼金术的基础的想法是相当陈腐的。当时，帕拉塞尔苏斯的一切固体都是由硫磺、水银和盐构成的学说，得到人们的广泛相信。但范·赫尔蒙脱却不信这一点，他甚至还死抱着最古老的希腊自然科学家泰勒斯（公元前 6 世纪）的一切物质都是由水产生的想法不放。

但是，那时新科学即将出现，充满了一切都要经过精密的测量，用数据表示的气氛。范·赫尔蒙脱也想通过实验用数据证明自己的主张。因此，作为个体例子，他打算表明植物的质体完全是由水生成的。

他把经过准确计量的土放进一个盆里，然后在土里栽了一棵柳树苗，只浇水，培养了 5 年。在这 5 年里，柳树长高了，分量增加了 164 磅，但土只减了两盎司。他根据这一结果，得出结论说，植物的质体确实是以水为原料生成的。

这个结论当然是错误的。植物从空气中吸取二氧化碳，以二氧化碳和水为原料，借助于光合作用，生成自己的质体。范·赫尔蒙脱根本没有注意到二氧化碳的这种作用。

但是，即使说结论是错的，这个实验的意义也是很大的。这是因为，在生物学的问题上采用定量方法，是从他开始的。他至少证明，植物并不是主要从土里取得营养。

但是，范·赫尔蒙脱忽视二氧化碳的作用这一点，是奇怪的，因为正是他第一个承认存在着几种与空气很相象但又不是空气的物质，即气体。他还是第一个研究这些气体性质的人。

他认为，气体完全处于混沌状态，他用比利时式的发音“gas”（气体）来表示混沌。150 年后，拉瓦锡正式使用这个词，从那以后，“gas”这个词被广泛使用。而且，他着重研究了木头燃烧时产生的气体，这种气体正是成为柳树营养的二氧化碳。他完全没有注意到，其中包含着正确的答案。

尼安德特人的人骨

1856 年 8 月的一天，在德国杜塞尔多夫郊外的尼安德特村附近的一个石灰岩采石场挖出了一种奇怪的骨头。同时还发现了像似石英制的石器的东西。从手骨和脚骨看，无疑是人骨。但问题是头骨，无论从大小看，还是从形状看，都可以说是介于现代人和猿人之间的原始人。

这到底是什么骨头呢？

一开始请附近高等学校的博物学教师约翰·富尔洛特鉴定，他认为是已经灭亡的古人类的骨头。由于他对人体解剖学没有多少研究，因此，又把这

种骨骼拿给波恩大学解剖学教授 H·沙夫豪森（1816~1893 年）。沙夫豪森于 1858 年提出了报告，表示赞成富尔洛特的意见，说这种骨骼是曾经居住在西北欧洲的野蛮人种的骨骼。

但是，他们是少数派、巴黎一个叫布尔内贝的人说，是民族移动时死去的古代凯尔特人的骨骼。戈丁根大学教授安德烈亚斯·瓦格纳主张是荷兰船员的骨骼。波恩大学教授 A·迈耶主张是 1814 年为追击拿破仑军队而打到这个地方来的俄国哥萨克士兵的遗骨。

但是，到了 1863 年，进化论者 T·H·赫胥黎（1825~1895 年）认为，这是近似于猿的原始人类的骨骼。第二年，英国的 W·第一次把这种骨骼称作“尼安德特人”。

但是，到 1872 年，被称为现代病理学的创始人、当时在德国科学界享有绝对权威的卢多夫·费尔冯（1821~1902 年）提出了另一种见解。由于他的影响大，所以，他的说法把这种人骨的鉴别决定性地引入歧途达 30 年。

据他说，这种人骨呈现出不同的形状，并非因为它属于原始人种或特别的种族。这是普通人的骨骼，大腿骨严重弯曲，是幼年时患过严重的佝偻病的证据，头骨的伤痕是外伤，头骨变形只不过是长寿而萎缩了。

费尔冯的这种意见掌握住了大多数人，除极少数人外，学术界失去了对尼安德特人人骨的关注。争论停止了，骨骼被送进了博物馆的仓库。

但是，此后，欧洲各地陆续发现与尼安德特人相同的人骨；1894 年，爪哇发现了直立猿人的化石。在这种研究取得进展的基础上，1901 年，德国的 G·施瓦尔贝明确地给尼安德特人人骨作出了正确的结论，认为是尼安德特人的骨骼化石，这才终于结束了关于这个问题的争论。

火星上有没有智力发达的生物

米兰有一座布雷拉天文台，担任这个天文台台长的意大利天文学家乔瓦尼·斯基亚帕雷利（1835~1910 年）1877 年利用火星异常接近地球的机会，用望远镜详细地观察了火星表面。而且，他承认，尽管是极其模糊的，但火星表面有纵横交错的直线条纹，呈现出复杂的情况。他用意大利语“Canare”称呼这些条纹，“Canare”就是条纹的意思。

但是，法国天文学家、作家尼古拉·弗拉马里翁把“Canare”翻译成法语“Canal”。“Canal”这个词，不管在英语中还是在法语中，都是运河的意思。这一下就和斯基亚帕雷利所看到的情况完全不同了，成了“火星上有运河”。

美国天文学家珀西瓦尔·洛厄尔（1855~1916 年）听到这个消息，非常兴奋，这位富翁立即用私款在亚利桑那山中建立了自己的天文台，借 1894 年火星接近地球之机开始观察。在此后的 15 年中，他拍摄了数千张照片，并绘制了 180 幅运河图，他还观察了火星上风景的季节变化。

洛厄尔在 1895 年出版的《火星》一书的结束语中写道：

“从火星上的条件看，即使存在生物也不足为奇。但是，火星表面缺水，所以，智力发达的生物为了活下去，大概必须努力发展水利设施。这就是火星上有运河的原因所在。运河的交差点似乎是绿洲，根据农业的季节，运河的数目时而增加，时而减少。”

他断言：“火星上似乎居住着智力发达的生物。”

但是，在天文学家中，很多人否认在火星表面看到了如此有规则的条纹。也有人认为那是洛厄尔的错觉。双方一直进行着激烈的争论。小说家和普通群众也参加进来，围绕着火星是否存在的问题，展开了热烈的议论。

产生特别大的影响的，是英国 H·G·韦尔斯（1866～1946 年）于 1896 年发表的科学幻想小说《宇宙战争》。小说的梗概是，比地球人的智力发达的火星乘炮弹来攻打地球。小说塑造了这样一种宇宙人：由于智力发达，脑袋特别大，力气小，身子软得像章鱼一样。

直到最近，认为火星上即使没有高等生物，似乎也有最低级的植物的说法还是很有影响的。但在对火星条纹的观察中，已经弄清了火星的环境和条件比估计的坏得多。而且，通过瓦伊金的观察和实验，证明火星上几乎完全不可能存在生物。

西伯利亚的火球是飞碟爆炸吗

1908 年 6 月 30 日上午七时许，居住在西伯利亚中部的人们看到，南方地平线上出现一个耀眼的火球，以非常快的速度向北方天空飞去。不久，一根火柱和滚滚乌云腾空而起，接着传来了几声连续的爆炸声。伦敦的微气压计也感到了它的冲击波。第二天，亚洲和欧洲的上空出现了银白色的云。这种云和 1883 年爪哇克拉卡陶火山爆发时出现的云一模一样。

1920 年，前苏联科学家 L·A·克拉克第一次调查这件事。他相信，这是巨大的陨石落下引起的地震。在 1927 年的第二次调查中，他在波德卡缅纳亚通古斯河的源头附近找到了落下地点。在那里，树倒了，森林中出现了一个很大的圆形空地。树干朝空地的一面被烧焦了。但是，地面上没有火山口似的大坑，只有几个小小的深坑。

因为没有发现大坑，所以，克拉克认为，落下的不是大陨石，大概是小陨石群。他于是努力寻找陨石的碎片，但结果一无所获。

到 1939 年止，克拉克又进行了多次探险。但还是没能找到陨石的碎片。

于是，只能认为，1908 年有一个什么东西落下来，给森林造成重大破坏后消失了。这到底是什么东西呢？

1930 年，英国物理学家狄拉克提出了反粒子理论，于是，立刻出现了这个消失的落下物可能是由反物质构成的说法。反物质一遇到平常的物质，就会融合在一起，届时放出巨大的能量。所以，用这种理论能随意解释莫明其妙的现象。

到了 1947 年，前苏联工程师兼科学作家亚历山大·卡赞采夫提出了一个离奇的说法，说 1908 年落下的不是陨石，而是来自别的星球上的宇宙飞船。他说，宇宙飞船想在没有人烟的西伯利亚着陆，结果失败了，原子能发动机发生爆炸，破坏了森林，同时，宇宙飞船本身也化为乌有了。

1957 年，前苏联科学院派出以 K·P·弗洛连斯基为队长的探险队，进行调查。他们特意带着盖革计数器，但是，落下地点的土壤放射能与别的地方没有什么两样。

现在，又有人说，落下的不是陨石，可能是小彗星的头部。彗星头部是由氨、甲烷和水等凝结而成的肮脏的冰山一样的东西。所以，它与地面相撞，砸歪树本后，化为乌有了。这种说法还多少有些道理。

谁先推出三次方程的求根公式

解代数方程是古典代数学中基本的组成部分。我们知道：形如 $a_0x^n+a_1x^{n-1}+\dots+a_n=0$ ($a_0 \neq 0$) 的一元 n 次方程，必定有 n 个根，这就是著名的代数基本定理。这是德国大数学家高斯在 1799 年第一次给出证明的。然而，高斯的证明以及其他的一些证明方法纯属非构造性的。也就是说高斯仅仅肯定了根的存在，而并未给出具体求根的方法。因此，在高斯的前后，人们对解方程的方法曾作了长期的艰苦探索。

早在数千年以前，古代巴比伦人曾研究过这样一个有趣的问题：求出一个未知数，使它与它的倒数之和等于已知数。这个问题如果用现代的记号来表述的话，也就是需要求出这样的 x ，使 $xx = 1$ ， $x + \bar{x} = b$ 。毫无疑问，从这样的两个方程中就可以得出关于 x 的一个二次方程式，即 $x^2-bx+1=0$ 。据说，

古代巴比伦人解决问题的过程是先分别求出 $\frac{b}{2}$ 与 $(\frac{b}{2})^2$ ，再求出 $\sqrt{(\frac{b}{2})^2 - 1}$ 值，从而求得了上述方程的解答是 $x = \frac{b}{2} \pm \sqrt{(\frac{b}{2})^2 - 1}$ 。不难看出，

古代巴比伦人早就会用配方法来解一元二次方程了。

二次方程的求解有了很完美的代数方法，人们可以很方便地根据求根公式求出它们的全部根。人们自然会想到三次、四次以至高次的代数方程是否会有类似的求根公式，即能不能把一个方程的根用该方程的系数经过有限次的使用加、减、乘、除、开方运算得到代数式来表示呢？

阿拉伯人奥马尔·海牙姆曾利用圆锥曲线对特殊的三次方程如 $x^3+Bx+C=0$ 提出了几何解法，但是这种方法只能得到表示未知数的线段长度，而不是理想的求根公式。

1494 年，著名的数学家帕沙尔曾断言：一般的三次方程是不可能求解的。这个论断既代表了当时一般人的认识，又刺激了人们对寻找三次方程求根公式的强烈兴趣，以至于使寻找三次方程的公式解法成了当时数学界十分时髦的课题。

在寻求三次方程求根公式的研究中，16 世纪意大利数学家作出了很大贡献。

当时，意大利有一所欧洲最大也是最著名的大学——波罗尼亚大学。波罗尼亚大学教授齐波·德尔·菲洛在 1514 ~ 1515 年期间，把三次方程全部简化为三种简单类型： $x^3+px=q$ ， $x^3=px+q$ ， $x^3+q=px$ ，其中 p 、 q 均为正数。菲洛对上述方程进行了系统的研究。不过他从未发表过他的解法。据说，这与当时的社会风俗有关。在菲洛那个时代，人们对自己的发现常持保密态度，而总是先将问题提出，向同行或周围的人挑战，并以此为自豪。据载，在 1510 年左右，菲洛把他精心研究的关于三次方程的解法秘密地传授给了他的学生安东尼奥·玛丽亚·菲奥和他的女婿。

尽管菲洛的发现暂时没有公布于众，但是数学的发展，导致寻求三次方程的求根公式，已被提到了议事日程。菲洛去世后不久，意大利威尼斯的数学家塔尔塔利亚重新发现了菲洛教授的方法。菲洛的学生菲奥听到这个消息后十分惊讶。于是在 1525 年，菲奥向塔尔塔利亚发出邀请进行数学竞赛。一天，威尼斯城风和日丽，一场引人注目的数学对抗赛开始了。竞赛双方分别

各出了 30 道关于解三次方程的题目。人们纷纷估计，这将是一场旷日废时的“马拉松”式的竞赛。可是，出乎人们的意料的是比赛开始仅两个多小时，塔尔塔利亚轻松而自信地宣布：菲奥出的 30 道题目他全部解决了。而塔尔塔利亚出给菲奥的 30 道题，菲奥连一题也未解决。这场数学对抗赛，塔尔塔利亚以 30：0 大获全胜。比赛的结果，大大震动了当时整个数学界。

塔尔塔利亚找到三次方程的求根公式时，年仅 25 岁。在当时的数学界，他确实享有盛名。许多人慕名登门求教，然而一概遭到冷遇。塔尔塔利亚墨守成规，对自己的发现仍是守口如瓶。但在一大批向塔尔塔利亚登门求教者中，有一位来自米兰的医生名叫卡丹，他以自己勤奋好学的上进精神和过人的聪明才智，赢得了塔尔塔利亚的好感。卡丹对塔尔塔利亚再三央求，并发誓永守秘密。卡丹的苦心诚意，终于使他如愿以偿。塔尔塔利亚把三次方程的公式解法写成了一首语言晦涩的诗赠给了卡丹。1542 年，卡丹和他的学生费拉里在迪拉纳维访问的时候，进一步打听了菲洛的解法。他们充分肯定了菲洛和塔尔塔利亚的解法是相同的。

卡丹背弃了自己对塔尔塔利亚许下的永不泄密的诺言，于 1545 年出版了一本代数名著《大法》。在这本书里，卡丹总结了前人的结果，将一般形式的三次方程的求解公式公诸于众了。卡丹在这本书中作了如下一段说明：“菲洛差不多在 30 年以前就发现了这个法则，并把它传给了他的学生菲奥，菲奥在与塔尔塔利亚竞赛的时候，使塔尔塔利亚有机会发现了这一法则，塔尔塔利亚在我的恳求下把这方法告诉了我，但保留了证明。我在获得这种帮助的情况下，找出了它的各种形式的证明。这是很难做的。”

塔尔塔利亚知道这件事情以后，非常恼火，他抗议卡丹的背信弃义，并于第二年发表著作《种种疑问及发明》，对卡丹辜负他的信任一事提出了谴责，并发表了他自己的方法。

关于谁先求出三次方程求根公式的争议，使塔尔塔利亚和卡丹之间发生了公开的冲突。卡丹的学生费拉里竭力为他的老师帮腔，在塔尔塔利亚与费拉里之间前后许多次的通信，都是互相谴责以至于双方肆意谩骂的程度。

1548 年，双方在米兰举行了公开的数学比赛与答辩，并决定以此来评定谁是谁非。结果由年轻聪明、又善于舌辩的费拉里获胜。且塔尔塔利亚由于失败而名落孙山，陷入了悲惨的境地。从此以后，三次方程解法，被人们肯定为卡丹的成就。直到现在为止，仍然在一般的教科书及文献中称为“卡丹解法”或“卡丹公式”。

自从卡丹发表了三次方程的解法以后，由于费拉里与塔尔塔利亚的引人注目的一场辩论，对三次方程的求解问题引起了数学家们广泛的注意和极大的兴趣。经过不少数学家的努力，又进一步完善了对这个问题的认识。

在卡丹发表了《大法》以后不久，费拉里通过适当的变量代换，把解任意四次方程问题归结为解一个三次方程的和两个二次方程的问题。在停滞了 800 年以后，人们在短时期内连续取得了三次、四次方程求解问题的完全解决，吸引着人们更上一层楼，把精力集中到用根号解任意五次方程的问题上去。当时各国数学家先后都投入了这项研究。但是留下的全是失败的记录。

自塔尔塔利亚之后，经历了 300 年的时间，几代数学家的心血付之东流。究竟是什么原因？这一直是个使人困惑不解的谜。

为了求解一般的五次方程，许多优秀的数学家为之奋斗，枉然地耗去了许多精力，可是尽管许多人在这个问题上碰了壁，然而却从未怀疑过这种求

解方法是否存在。直到 1770 年，法国著名的数学家拉格朗日才开始认识到求解一般五次方程的代数方法可能是不存在的。他在一篇长达 200 多页的文章《关于代数解法的思考》中，系统地分析总结了在他以前人们关于二、三、四次方程的一切解法，以及他所创造的求解二、三、四次方程的统一方法，他指出上述解法对于解五次方程是无效的。拉格朗日开始意识到根的排列与置换理论是解一般五次方程的关键所在。这就开创了用置换群的理论来研究代数方程的新阶段。

在拉格朗日研究的基础上，1824 年，挪威青年数学家阿贝尔，利用置换群的理论证明了次数高于四次的任意方程不可用根号求解。当时阿贝尔年仅 22 岁。

“当 $n > 4$ 时，方程 $x^n + a_1x^{n-1} + a_2x^{n-2} + \dots + a_{n-1}x + a_n = 0$ 的系数 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{n-1}, a_n$ 满足什么条件时，它才可以用根号求解，否则肯定不可能用根号求解呢？”这个问题的解决，是由法国数学家伽罗华给出的。1828 年伽罗华 17 岁的时候，把自己写的论文《关于五次方程的代数解法问题》提交给法兰西科学院，可是当时法兰西科学院的一些著名数学家对他的论文不仅没有认真审阅，反而把它一再丢失。最后，在 1831 年伽罗华第三次写好了论文送交审阅，而当时的法兰西科学院的一位院士对文稿竟然下了“完全不能理解”的结论。伽罗华只活了 21 岁，生前，他的论文未能得以发表。这位默默无闻的青年数学家的遗作，直 14 年后，即 1846 年，伽罗华的手稿《关于方程用根号解的条件的记录》才由法国数学家柳维尔刊印在他自己创办的《数学杂志》上。伽罗华从很简单却又很深刻的思想出发，给出了一个方程可以用根号求解的条件，同时也证明了不能用根号求解的方程的存在。1870 年，也就是伽罗华死后 38 年，法国数学家若当根据伽罗华的思想得写了一本巨著《论置换与代数方程》。在这本著作中，伽罗华的思想得到了进一步的阐述。

至此，从古代开始到 19 世纪中叶为止，用代数方法解 n 次方程的问题才算得到了彻底、圆满的解决。

应用阿贝尔、伽罗华的研究成果，人们还解决了公元前留下的初等几何的几大难题，譬如用伽罗华理论证明了圆规、直尺不能三等分任意角；也不能用圆规、直尺作一个新立方体，使之成为给定立方体的两倍。不仅如此，阿贝尔、伽罗华的研究引起了整个代数学的重大飞跃，使代数从“古典”范畴过渡到“近世”范畴。

时至今日，人们对卡丹、费拉利和塔尔塔利亚的那场争论已渐渐忘却了。可是他们在三次以至四次方程解法的探讨方面所作出的共同努力和贡献，将永远铭记在代数学的史册上。在一些文章资料中，指责卡丹剽窃了塔尔塔利亚关于三次方程的解法，这是不尽确切的。从《大法》一书的记述中可以看出，卡丹和费拉利不仅坦率地指出了得到三次方程解法的渊源，肯定了菲洛、菲奥和塔尔塔利亚的成果，而且他们自己在三次方程解的系统探讨和证明、以至应用到四次方程的解法方面所作出的贡献也是不可抹杀的；从卡丹向塔尔塔利亚请教一些特殊形式的三次方程的解法到卡丹把三次方程的求根公式的公开发表，其间经过了近十年的时间。在这期间，卡丹对三次方程的进一步研究所作的努力，更是不容忽视的。

卡丹的《大法》一书，从特殊到一般形式，从推导到证明，系统地介绍了三次和四次方程的问题，因此，无疑是代数方面的经典著作。

地球上还有未发现的四种元素吗

1869年，俄国的门捷列夫发明了元素周期表。这个周期表不仅对当时已知的元素作了清楚的分类和整理，也能够根据前后左右邻接的元素的性质，相当详细地掌握未知元素的性质。因此，科学家们开始有组织地探索新元素，到1925年为止，除43号元素、61号元素、85号元素和87号元素外，从1号元素氢到92号元素铀，都已发现。

围绕着剩下的四种元素，化学家之间不顾一切地展开竞争。当然，这些元素是稀有的，再用过去的化学分析方法已行不通。因此，使用光谱线的分光镜分析法，利用莫兹利法则（1913年），用电子轰击物质，使之发出X射线，根据其波长来判断原子序数等方法，就成了进行研究的有力武器。

对发现者，不仅个人可能获得荣誉，而且还有权给发现的元素命名。

其间，有许多人都公布说自己发现了这四种元素。但是，这些“发现”都是假的。实际上，在这四种元素中，有三种地球上根本不存在。1937年，佩里埃和西格雷用加速的重质子轰击钼，取得了43号元素。这是人类取得的第一个人造元素，因此，他取希腊语43（人造）这个词，命名为得。85号元素和61号元素分别于1940和1947年由西格雷和马林斯基等人制造出来，分别命名为砹（即希腊语不稳定的意思）和钷（由希腊神话中的巨人普罗米修斯而来）。87号元素，是1939年由佩雷小姐根据铀放出X射线后发生蜕变这种罕见现象发现的，于是用她的祖国法国命名为钫。但是，这种元素的寿命只有21分钟，因此，即使说地球上存在，也只不过是一瞬间而已。

偶然导致的发明和发现吗

应急处理与正确的治疗方法

在中世纪的欧洲军队里，没有建立正式的军医制度。根据合同受雇的医生和外科医生（这是由理发师兼职的地位很低的职业）随军负责治疗，并从负伤的士兵那里收取医疗费。

法国的安布罗斯·巴雷（1510～1590年）在巴黎就学，并取得了外科医生的资格，1537年被法军雇佣，并随军到意大利。法军取胜，占领了都灵市，但在这次战斗中有许多人负伤。

当时，对弹伤的治疗方法还没有进行过充分的研究。认为弹丸飞出枪口时变得热度很高，因此，被弹丸穿透的肌肉也会受到严重烧伤，而且还认为，进入伤口的火药会引起中毒。因此，一般的治疗方法是，在弹丸从伤口取出后，往伤口里填进东西，让伤口张开，然后将烧开的油倒入伤口，以此防止血液中毒；伤口由于有油盖住不会与空气接触。但是，接受这种残忍手术的士兵是难以忍受的，不仅痛不可忍，而且会因刺激而立即死亡。

当然，巴雷也认为这种方法是正确的，他不断为许多伤员进行治疗。但是，由于伤员太多，准备好的煮沸的油已经用完了。不能让士兵们知道自己的准备工作做得不好，因此，便若无其事地使用了其他的药。这种药是治肠胃病的药，由蛋黄、蔷薇香油和松节油混合而成。他把这种未加热的油涂在伤员的伤口上。

当天晚上，巴雷没有睡着。他害怕那些接受没用沸油而随使用代用药治

疗的伤员会因伤口中毒而死亡。第二天早晨起来后他去看望这些伤员。然而，出乎预料，涂了冷肠胃药的伤员几乎都没有什么痛苦，伤口也没有肿，伤情有了好转。相反，使用沸油进行治疗的伤员却在发烧，疼痛难忍，伤口肿了起来。

由于这种迫不得已的应急处理使巴雷明白，使用沸油的治疗方法是错误的。他发明的不使负伤者痛苦的正确处理方法，在人们中传播开来。

此外，巴雷还放弃了当时那种在截肢手术后用烧红的烙铁烫伤口以防止出血的野蛮的治疗方法，想出了结扎血管以减少痛苦的有效的方法，他还研究了假牙、假腿和假眼等。

他作为一个外科医生的名声流传很广，曾历任四代法国国王的御医。他还被称为近代外科学之父。

对胃的机能和消化系统的研究

1882年6月，在密执安湖北面岛上的麦基诺村，开设了一个皮毛交易市，市场上挤满了男女老少、旅游者和印第安人。

不知谁的枪不慎走了火，数十颗散弹全部击中了仅距一米远的一个叫亚历克西斯·森托马丁的19岁的加拿大青年的腹部。他立即倒在血泊里。

这个岛上有美军的一个要塞，住有警备部队。唯一的军医威廉·博蒙特（1785～1852年）虽然闻讯后赶到，但实在无从下手治疗。因为腹部被打了一个比成年人的头还大的洞，肺和胃的一部分露了出来。他于是把露出一部分肉切掉，将伤口扎好，然后，把病人送到了充作医院的简易小屋里。

博蒙特想，森托马丁可能当晚就会死去。可是，他竟奇迹般地活下来了。为此，博蒙特反复地给他动手术，除脓血，换绷带，进行精心护理。最后，他把年青人移到自己家里，用自己的钱为他继续进行护理和治疗。

一年后，病人终于恢复了健康，但是，弹伤口无法愈合，被击坏的胃露了出来。可是，随着时间的流逝，自然的愈合力使胃内壁上长出一层薄膜，盖在胃的破洞上，形成一个盖子。用手指头能够把胃压进体内，并能够从这个洞口窥视到胃的内部。枪的偶然走火，却造就了一个能够从外面看到胃的人。

博蒙特利用森托马丁的胃开始了对消化问题的研究。他发现：食物进入胃以后，由于食物刺激了胃，促进了胃液的分泌；食物由于分泌出的胃液的作用而被分解。他用管子把一部分胃液引出，注入食物，发现胃液在胃以外也能分解食物。

他把各种各样的食物用一根线系住放入胃里，过一定时间取出来分析，以了解食物被消化的情况和速度。

在这个过程中，森托马丁明白，自己是一只宝贵的土拨鼠，渐渐地，对博蒙特的要价越来越高。最后终于从博蒙特处逃走了。但是，四年后，他又带着妻子和两个孩子回来了，他以养活他全家为交换条件同意让博蒙特继续进行实验。他出人意外地活了83岁。

这样，博蒙特一面取悦于难以对付的森托马丁，一面在完全没有外援和助手的情况下一个人继续研究，终于弄清楚了胃的机能和消化系统。

着色剂与葡萄病虫害

1858 年到 1863 年，法国葡萄的主要产地流行着一种叫做葡萄蚜（木虱）的类似绿黄色蚜虫的害虫。这种害虫是附在嫁接用的葡萄枝条上从美国传去的。葡萄酒是法国的名产，由于这种害虫的出现，葡萄大幅度减产，农民叫苦连天。

1876 年，波尔多大学的植物学教授佩尔·马利·亚历克西·米亚卢德（1838~1902 年）不忍目睹当地的这一惨状，抛弃了纯科学研究，开始研究防止这种病虫害的方法。他把对这种病虫害有很强的抵抗力的美国葡萄作为砧木，然后嫁接上欧洲良种葡萄接穗，从而成功地减轻了灾害。

然而，在葡萄传入的同时传进的病害（也叫露菌病）却开始蔓延开来，这是由一种霉菌引起的葡萄病害。

1882 年 10 月的一天，米亚卢德经过波尔多附近葡萄园中的甬道。只见一望无际的葡萄树由于露菌病而枯萎了，米亚卢德心里非常难过。但是他发现了奇怪的现象，靠甬道的葡萄都没有染上病，生长得很茂密。这一行葡萄为了防止过路的人偷吃而喷上了波尔多液。这种溶液是由硫酸铜和石灰混合而成的，看上去成绿色，似乎有毒，走过的人害怕葡萄上有毒，谁也不敢摘。

米亚卢德感到不解。他突然想起是否是因为波尔多液有防止露菌病和霉菌繁殖的效力呢？他回到大学后便立即着手研究。

经过三年的艰苦努力，他找到了波尔多液防止露菌病的霉菌繁殖的原因。即在波尔多液中，硫酸铜溶解后产生了铜离子，这种铜离子能够妨碍露菌病霉菌孢子发育，因此，霉菌就不能繁殖。

在那一段时间里，露菌病的流行暂时被控制住了。但到 1885 年再次开始蔓延开来。为此，米亚卢德开始了大规模的实验。他把一个大葡萄园一分为二，一半喷洒波尔多溶液，而另一半什么也不喷洒。不久，没经喷洒处理的葡萄染上了露菌病，而喷洒了波尔多液的葡萄几乎都没有染病。

法国的葡萄栽培家们立即采用了波尔多液，从而减轻了露菌病害。消息传开，波尔多液不仅为欧洲，而且为全世界所使用，收到了非常大的效果。

维生素的发现

日本、中国、东南亚等常食大米的地区，很早以前就有一种叫做脚气的疾病。患上这种病，脚会浮肿，没有力气。如果病情加重，会不能走路，也会因心力衰竭而引起死亡。将别是 19 世纪后半叶，大米加工机械化，食用精米的人多起来，脚气病患者迅速增加了。

1882 年，从东京到新西兰的日本军舰“成晓号”，在 272 天的航海中，有 169 人患了脚气病，25 人死亡。1884 年，军舰“筑波号”走同一条航线时，海军军医大监高木兼宽把乘员的伙食改为近似西餐，让乘员多食用面粉、蔬菜和肉类。这次在 287 天的航海中，只出现了 14 名脚气病患者，没有人死亡。由于很好地利用了这一经验，大大减轻了脚气病对日本海军的威胁。但脚气到底是怎样引起的？其原因尚不清楚。

在荷属东印度（今天的印度尼西亚）殖民地军中服役的荷兰军医克里斯琴·爱克曼（1858~1930 年），从 1890 年起被分配到巴塔维亚（现在的雅加达）陆军医院新设立的脚气病研究所工作。一天，他发现医院养鸡场的鸡突然得了病。这些鸡的脚无力，不能行走，表现出的症状同脚气病完全一样。

他非常感兴趣，对鸡作了仔细观察。然而，在这期间，这些鸡的病又好了。

爱克曼非常吃惊，进行了调查，经过调查，他才明白：开始时，饲养员用医院的精米喂鸡，在此期间鸡得了脚气病，后来，饲养员换了人，新来的饲养员认为，用给病人吃的精米喂鸡太可惜，于是他把精米换成了糙米。这样一来，鸡的脚气病便好了。为了慎重起见，爱克曼又进行实验，证实了这个事实。

爱克曼想，人的脚气是否也是这个原因引起的呢？为此，他对荷属东印度的 100 多个监狱作了统计，看犯人中有多少人患了脚气。调查后，他发现，在只给吃糙米的监狱中，每 10000 名囚犯中，脚气患者只有一人，而在吃精米的囚犯中，则有 3900 人之多。由此，他完全弄清楚了精米同脚气的关系。

显然，在糙米中有一种能防止患脚气的什么东西，而在精米中没有。也就是说，这种东西存在于糠皮中。但是，为了彻底找出这种未知的物质却花费了很长的时间（1910 和 1911，铃木梅太郎和卡西米尔·芬克分别发现了这种物质）。芬克把这种物质叫做维生素。以此为开端，人们发现了多种维生素，为人类的健康做出了巨大的贡献。

青霉素的发明

伦敦的桑特梅利医院附属医学校教授亚历山大·弗莱明（1881～1955 年）早就为发明一种能杀死病原菌的药物而反复进行研究。1928 年，他作为研究材料，培养了从病人的脓中提取出来的葡萄球菌，他把掺有菌饵的果子冻放进玻璃平皿，培养葡萄球菌。细菌大量繁殖起来，很多菌聚集在一起的群落密密麻麻地出现在果子冻上。

但是，弗莱明发现了一个意外的现象。平皿里，有一个地方沾上了绿色的霉，开始向四周蔓延。霉的孢子总是漂浮在空气中，因此，在培养细菌中，要特别注意不让霉混进平皿。尽管如此，稍不注意，霉就会混进去，夺走为细菌准备的营养，迅速繁殖起来。这样的事情经常发生。一出现这样的事情，培养就告失败，必须从头做起。

弗莱明感到不顺心，想把平皿中的东西倒掉。但是，他偶然注意到，青霉周围没有一个细菌群落，空着的空间形成了一个圆圈。弗莱明想，这或许是因为这种霉产生了特别的物质，而这种物质向四周蔓延，阻止了细菌的生长和繁殖吧。他把掺进去的霉作为宝贵材料，着手研究。霉被称作青霉属真菌，是一个珍贵的种类。他重新培养纯霉，并且证实这种霉妨碍各种细菌的生长和繁殖。

微生物之间也存在着生存竞争，别特是在土壤里，有着数不胜数的微生物，它们之间不断进行着你死我活的斗争。这种霉在长期的进化过程中，具备了产生杀死其他细菌物质的本领。

弗莱明想，能不能把这种物质从霉中提取出来，用来杀死进入人体的病原菌呢？因此，他在肉汤里培养了这种霉，把含有霉的肉汤倒在培养的细菌群落上，细菌群落都死了。于是，他了解到，霉产生的有效物质可以溶解在肉汤里。他给这种有效物质命名为青霉素。

还需要提纯青霉素，但弗莱明没有取得成功。过了十年，牛津大学教授霍厄德·弗洛里和他的助手恩斯特·廷终于成功地从肉汤中分离出了青霉素。青霉素挽救了无数病人的生命。同时，他也是后来产生和利用很多抗生物物质

的起点。青霉素的发明完全是偶然掺进霉孢子的结果，也是弗莱明目光锐利，没有忽视这种现象的结果。

焦油变染料

奎宁是一种特效药，可以说它对治疗疟疾有奇迹般的疗效。但它只能从南美产的奎宁树树皮中提取，因此，在欧洲很贵。

威廉·柏琴（1838～1907年）14岁时进入伦敦皇家化学学校学习。他很聪明，也很用功，因此，很受从德国到该校任校长的奥古斯特·霍夫曼（1818～1892年）的器重，从一年级时候起，就让他兼作自己的实验室助手。柏琴在向霍夫曼学习的过程中，认识到天然物质能在实验室里人为地创造出来，因此，他想自己动手制造奎宁。他认为，如果能够成功合成人造奎宁，那将降低奎宁的价格，会对人类有很大帮助，自己也能成为富翁。

柏琴就在自己家里的顶楼上搞了一个简易的实验室，进行研究工作。1856年，他利用复活节放假的机会，开始实验合成奎宁。他发现从焦油中提取出来的几种物质的分子式与奎宁的分子式极其相似，因此，他想把这些物质作各种化学处理，使之成为奎宁。但是，搞来搞去也没有成功。

最后，他把从焦油里提取出来的苯制成苯胺，再在苯胺里加进重铬酸钾，使之氧化，出现了肮脏的黑色沉淀物。他以为又失败了，想倒掉，但是，他偶尔把生成物溶解在酒精里，却产生了鲜艳的紫色溶液，这使他大吃一惊。把布浸进溶液，立刻染上了鲜艳的紫色，即使用肥皂洗，在太阳底下晒，也不褪色。

柏琴想：“奎宁没制成，或者能制成染料吧。”于是，他把染成紫色的绢作为标本，送给一家大染料公司。公司答复说：“确实是一种新的优质染料。”18岁的少年柏琴高兴得手舞足蹈。

同年暑假，柏琴研究出了这种染料的工业制法，获得了专利。1857年，他离开学校，从父亲和哥哥那里取得资本，建了一座工厂，生产这种新染料出售。他给这种染料起名为茂布。

开始，在技术上有各种难题，而且，让保守的印染业者采用新染料也很困难。但年青的柏琴以他的努力和热情克服了这些困难。该他走运，当时紫色衣服从巴黎传到英国，风行一时。茂布非常畅销，柏琴才20多岁，就成了百万富翁。

以茂布为开端，以焦油为出发点的合成染料工业取得了重大发展，抛弃了木兰和茜草等天然染料。这也是今天的塑料工业和化学纤维工业的开端。

“梦”的启示

德国的化学家弗里德里希·奥古斯特·凯库勒（1829～1896年），有在似睡非睡的状态下做梦的习惯，有两个梦竟成了重大发现的开端。

19世纪中叶，化学家们给各种元素分配表示其结合能力的数字，即原子价，并用短线，亦即化合价加以表示。这在当时成了一股风。比如说，氢具有一个化合价，氧具有两个化合价，氮具有三个化合价，碳具有四个化合价。而且，各自伸出手，以手握手的形式组成化合物。比如说，一个氧和两个氢结合成水，一个碳和四个氢结合成甲烷。

但是，碳和氢组成的化合物种类相当多，碳原子和氢原子往往分别由几个到几十个结合在一起。这些碳原子和氢原子是怎样结合在一起的呢？当时还不太清楚。举一个简单的例子说，乙烷是由两个碳原子和六个氢原子组成的，但是，碳的原子价合计为八个，氢为六个，所以，双方对不上。

凯库勒得到了解开这个谜的启发。事情是这样的，1854年，凯库勒作为讲师被派往伦敦。一天晚上，他去朋友家玩。回来的路上，坐在最后一班双层蒸汽公共汽车上层。在车上，他昏昏欲睡，作起梦来。大原子和小原子在他眼前跳跃。渐渐地大原子聚集起来，连成一条链子，只在一端附着小原子。在乘务员的报站声中，他突然醒来，一个清晰的想法在他脑海里形成了。即：碳水化合物结构是，碳原子互相结合，形成了一个长链，而氢原子附在上面。这种碳水化合物被称为链式化合物。

但是，这种理论也解释不了由六个碳原子和六个氢原子组成的苯那样的化合物。1865年的一个晚上，凯库勒在家里写教材。心情不大好，因此，坐在椅子上烤火，昏昏欲睡，又作起梦来。梦中，原子开始在他眼前跳跃。而这次，原子连成串，像一条蛇，一会弯曲，一会翻蜷。但是，突然，一条蛇咬住自己的尾巴形成了一个环，滴溜溜地转了起来。凯库勒像被电击了似地陡然醒来。

当天晚上，他通宵未眠，经过深思熟虑，终于确立了苯是由六个碳原子结合在一起，形成六角形的环状结构的理论。这个环是难以打破的，有这种环的化合物被称为芳香族化合物。

根据凯库勒的结构理论，可以把很多碳氢化合物整理、分类得一清二楚。而且，以苯为出发点，很多重要的芳香族化合物都可以合成了。这些都是从梦的启发中取得的成果。

落在火炉上的橡胶导致了重大发明

“如果你在路上看到头戴胶皮帽，身披胶皮风衣，内着胶皮背心，下穿胶皮裤子，脚登胶皮鞋，手拎胶皮钱包（里面没有一文钱）的人，那他一定是古德伊尔。”

1840年前后，美国康涅狄格州新黑文的居民是这样嘲笑古德伊尔的。确实，查尔斯·古德伊尔（1800~1860年）中了橡胶迷。他一生都很贫穷，生活困苦不堪，因为还不起借债而几次坐牢。但他却终生热衷于研究橡胶的制法和改良质量的方法，从未间断过。

橡胶是生长在南美的橡胶树的树液收集起来凝结而成的。刚开始时，橡胶只是用来做橡皮。但是，1823年，美国的麦金托什把橡胶涂在布上，做成雨衣后，橡胶的水密性和气密性引起了人们的注意。但是，橡胶有很大的缺点，夏天在高温下溶化，粘糊糊的，而冬天却又硬梆梆的。要使橡胶实用化，首先必须克服这种缺点。

古德伊尔从1830年前后起，开始研究改良橡胶的质量问题。他想出了一种办法，即把氧化镁掺入橡胶，然后用石灰水煮，使橡胶表面光滑，但这种办法未能实际应用。接着，他发现了用硝酸煮橡胶，可以消除其粘性的方法。他在纽约成立了公司，用这种橡胶制造台布和围裙等，但在1836年的金融恐慌中破产了。

1837年，古德伊尔回到他的故乡新黑文，认识了纳撒尼尔·海沃德。海

沃德想出了在橡胶表面撒上硫磺粉末，然后拿到太阳底下晒，以改变橡胶质量的方法，获得了专利。古德伊尔买下了他的专利权，合资生产政府征购的橡胶邮袋，但又失败了。

1839年，他把橡胶、硫磺和松节油精掺在一起用坩埚煮。他手里捏着坩埚耳和朋友谈话，谈着谈着，忘记了手里的坩埚，一打手势，橡胶块从坩埚里飞了出来，落在烧得通红的炉子上。若是普通的橡胶，遇热就会熔化流下来，然而这块橡胶却没有溶化，逐渐烧焦了。

古德伊尔的脑海里立刻闪现出一个念头，在橡胶里加进适当的硫磺，用适当的时间进行适当的加热，就一定能得到不发粘的胶皮。他又反复进行实验和研究，终于确立了橡胶加硫的制造法。

这构成了后来整个橡胶工业发展的基础。但是，这个发明几乎没有给古德伊尔本人带来任何好处。据说，他终生都和其他人侵犯其专利权作斗争，而死时只留下了20万美元的债务。

在寻找铝的过程中得到碳化物

1886年，美国的查尔斯·梅钦·霍尔(1863~1914年)和法国的鲍尔·路易·艾尔(1863~1914年)分别独立地发现了把冰晶石掺入氧化铝进行熔化电解的方法，从而使铝进入大量生产阶段。在此以前，铝的价格高得大体上同贵金属相等。为此，世界的发明家都在拼命努力，想找到生产铝的简便方法，这样能赚大钱。

在美国北卡罗莱纳州的木棉工厂工作的詹姆斯·穆尔黑德就是其中的一个。自称为加拿大的发明家T·L·威尔逊向他谈了这样一些使他爱听的事情。威尔逊说，如果像炼铁那样，把木炭掺入氧化铝中加以高温，就会还原成金属铝。但是，这要比炼铁高得多的温度，不能用熔矿炉，而必须用电炉。

穆尔黑德听信了这番话，出钱成立了一个公司，由威尔逊指导生产铝，当然，铝并不是用这种方法就能轻易得到的，所以屡遭失败。

威尔逊并没有灰心，他又提出了第二个方案：把木炭掺入生石灰(氧化钙)中加以高温，使它还原成金属钙。再把金属钙掺入氧化铝加热，抽去氧使铝分离出来。这个方案的后半部分是合理的，但前半部分同前面提到的方案一样，仍然是不可能实现的。

但是，穆尔黑德仍然支持这个新建议。威尔逊在生石灰中掺入作为碳来源的煤焦油，用电炉加高温。得到了结晶状物质，这种物质有金属光泽。看来，如所预料的那样，得到了金属钙。

为了证实是不是金属钙，威尔逊便把这种物质投入了水中。他想，如果是钙，它会使水分解，释放出氢气。的确冒出了不少气泡。他将火移近，立即燃烧起来。他断定气体是氢，制造出来的肯定是金属钙。

但是，他没有高兴多久，火焰就变黄了，而且开始冒黑烟。如果是氢，火焰应该是无色的。

这是1892年的事。仔细分析以后，才知道制造出的物质是碳化物，即碳化钙。抛入水中生所成的气体是乙炔。制造铝的美梦虽然破灭了，但是却掌握了碳化物实用制法。穆尔黑德和威尔逊进一步研究和改进制法，取得了美国的专利权。从那时直到今天，碳化物的制法在本质上没有什么改变。

什么光能够穿透黑纸

从 19 世纪中叶开始，对气体放电的研究非常盛行。在长玻璃管的两端封入阴、阳两个电极，然后施以高电压，同时用真空把管中的空气抽掉，当空气变得非常稀薄时，管内便闪出淡红色的光，如果进一步把空气抽出，使之几乎变成真空时，淡红色的光消失，而阳极附近的玻璃管壁上则开始闪现出淡绿色的光。

1859 年，德国的尤利乌斯·普吕克发现，某种射线从阴极射向阳极，碰到玻璃管壁便发出淡绿色的荧光。这种射线被取名为阴极射线。许多人积极地进行研究，但总把握不住它的本质。德国的物理学家一般都把阴极射线看成是同光一样的电磁波。英国的物理学家坚持认为这是粒子流（1897 年，证明后者是正确的。J·J·汤姆生证明它是电子流）。

1894 年，德国的菲利普·赖纳特，在玻璃上开一个洞，蒙上铝箔，便发现阴极射线穿透铝箔射向外面。透出的阴极射线碰到涂有铂氰化钡的荧光屏时，就会发出亮光，因此，很容易知道了它的存在。

1895 年，德国的维尔茨堡大学教授威廉·康拉德·伦琴（1845～1923 年）曾采用这种赖纳特的装置研究阴极射线。由于阴极射线碰到玻璃管壁发出的绿光非常妨碍研究，他就用黑色的厚纸把灯管完全包起来；并把实验室的百叶窗放下，使室内变得漆黑。但是，当他无意中环视室内时，离他一米远的桌子上放着的荧光屏却闪着亮光。他揉揉眼，百思不得其解。因为玻璃管完全被黑纸包着，按说灯管不会透出光线，阴极射线也不能在空气中射出一米远。

他最终只好认为，可能是玻璃灯管射出的一种眼睛看不见的射线碰到荧光屏后发出的光。伦琴试着在灯管和荧光屏之间放入木板或布，但荧光屏仍然在发光。在其间放入一块金属板，影子便照在上边。这种射线虽然能够穿透木板和布，但并不能穿透金属板。

伦琴让妻子把手放在照相感光板上，用这种光线照射，得到了一张清晰的戴有戒指的手的骨骼的照片。证明这种光线能够穿透除骨骼以外的人体。并在底片上感光。因为在数学上，未知数习惯于用 X 表示，所以，伦琴给这种偶然发现的未知的射线取名为 X 射线。

阴天使人发现了放射能吗

X 射线的发现使世界上的人们感到惊奇，成了人们谈论的一个重要话题。许多科学家致力于 X 射线的研究，法国物理学家安东尼·贝克勒尔（1852～1908 年）就是其中的一个。

1896 年 1 月，贝克勒尔挤在人群中，在巴黎参观首次展出的 X 射线照片展览，他完全被这次展览迷住了。当时，X 射线是怎样产生出来的问题，还没有一个明确的结论。有的科学家认为，X 射线是产生荧光的玻璃管的管产生的。贝克勒尔从他父亲那一代起就开始研究荧光，他特别详细地研究了发出荧光的铀的化合物。如果玻璃在发出荧光时放出 X 射线，那么，其他的荧光物质不是也能放出 X 射线吗？贝克勒尔这样想，并利用手头的铀化合物致力于发现新的 X 射线源的研究。恐怕可以说，这是一种自然发展趋势。

他在用黑纸严密包好的感光板上，放上一块铀化合物的结晶体，在旁边

放上一枚银币，再在银币上放上另一块结晶体。铀化合物一旦见到阳光就会发出荧光。贝克勒尔把这种准备好的感光板放在有太阳的地方，让阳光长时间照射。之后，再将感光板显影。他发现，如他所料，放第一个结晶体的地方明显地感了光，而在放第二个结晶体的地方，清晰地映出了银币的轮廓。的确，铀化合物在放出荧光时也放出了 X 射线。不用说，贝克勒尔是非常高兴的。

就在这年的 2 月 26 日，他重复做了同一个实验。但是，那一天整天都是阴天。第二天，他又把感光板拿到室外，但仍然是阴沉沉的天。显然，两天里放出的荧光还不及晴天十分钟放出的多。他为了等待晴天的到来，把感光板收进了壁橱。但是，其后又过了两天仍然没出太阳。无奈，他把感光板显了影。他想，铀化合物几乎没有发出荧光，当然，发出的 X 射线也不会多，因此，在感光板上，根本不会出现图像，即使能映出也很淡。然而，显影后的感光板上，图像清晰可见，图像和银币的影子同上次实验时照得一样清楚。

贝克勒尔大为吃惊。这次实验的结果证明，铀化合物即使不用太阳照射使它发出荧光，也仍然放出 X 射线。为了慎重起见，他和上次一样，准备了放有结晶体和银币的感光板，完全不用阳光照射，把它放入黑黑的壁橱中过了几天。然后将感光板显影，仍然出现了清晰的图象和影子。

他进一步研究后发现，铀化合物放出的并不是 X 射线，完全是另一种射线。这种射线的发现揭示出了原子的秘密，甚至可以说，它成了生产原子弹和利用原子能的起点。

原子弹的原理

1934 年，意大利物理学家昂利可·费米（1910～1954 年）宣布，他用人工方法造出了自然界不存在的原子序数在 93 以上的元素（超铀元素）引起了很大的轰动。费米用中子轰击自然界存在的元素中原子量最高的第 92 号元素铀，使它分裂得到了四种物质，它们的半衰期分别为 10 秒、40 秒、13 分和 90 分，并放出了 β 射线，费米和他的伙伴，在这以前用中子依次轰击周期元素表上的各个元素，无一例外，吸收了中子的原子核都发生分裂，并放出 β 射线，产生的元素的原子序数都增加一。因此，他相信发现了 93 号元素的想法是不奇怪的。

不少物理学家进行实验，以求证费米的结论。德国的奥托·哈恩（1879～1968 年）也同莉泽·迈特纳小姐（1878～1968 年）、弗里茨·施特拉斯曼一起，从 1935 年开始从事超铀元素的研究，然而，在用中子轰击铀后进行分析时，陆续发现了十种以上的物质。这是无论如何也无法解释的。

1938 年，从法国约里奥·居里（1897～1956 年）处得知，用中子轰击铀后，发现了同 57 号元素镧极为相似的物质。哈恩感到吃惊，决定用有别于过去的那种分析方法重新开始实验。开始，他应用提取镭的方法，在用中子轰击后的铀中掺入钡，再用一般分析的方法让钡沉淀。由于镭同钡的性质很相似，自然会同钡一起沉淀。这时，具有放射性的物质也同钡一起沉淀下来了。哈恩自然相信这种物质是镭。

但是，其后，不管使用什么办法也没能把钡从这种“镭”中分离出来。最后，他只好得出结论，认为这种“镭”就是钡。为什么从受中子轰击的铀中会出现第 56 号元素钡呢？哈恩完全不知道其中原因。他于 1939 年初发表

了实验结果。

但是，这个谜很快为迈特纳解开了。迈特纳是犹太人，由于害怕纳粹分子的迫害而流亡到了瑞典。她认为，这是因为，吸收了中子的铀几乎都分裂成完全相等的两部分（原子核发生分裂），生成原子序数居中的多种元素。钡也好，镧也好，哈恩前面发现的那十几种物质也好，都是属于这种情况。这是物理学家的常识中少有的现象。她还弄清了原子核分裂时会放出巨大能量的事实，原子弹的制造就是从这里开始的。

