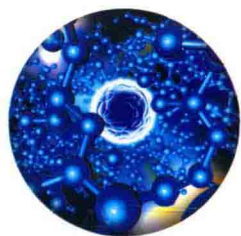


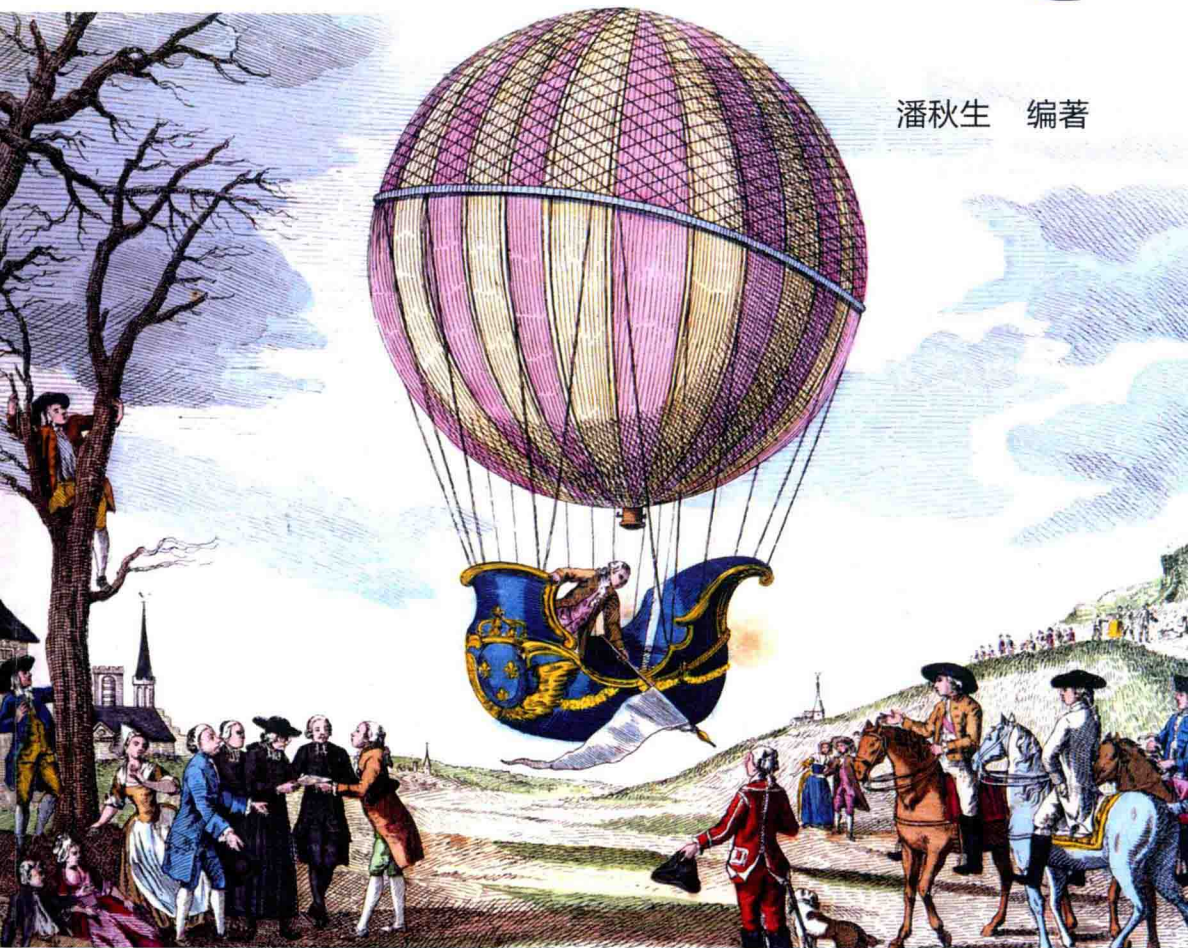
科普知识馆
KEPUZHISHIGUAN

奇妙的化学世界

QIMIAO DE HUAXUE SHIJIE



潘秋生 编著



一粒火种点燃了人类的探索之光，原来物质的组成决定了它最终的模样。而每一种物质都有不同的性质，这些性质的发现让人类彻底改变生活方式，现代文明才真正走进了人类的生活。

航空工业出版社

科普知识馆

奇妙的化学世界

潘秋生 编著



航空工业出版社

北京

内 容 提 要

化学是研究物质的组成、结构、性质及变化规律的科学。宇宙是由物质组成的，化学则是人类用以认识和改造物质世界的主要方法和手段之一，它是一门历史悠久而又富有活力的学科，它与人类进步和社会发展的关系非常密切，它的成就是社会文明的重要标志。

图书在版编目（CIP）数据

奇妙的化学世界 / 潘秋生编著. — 北京：航空工业出版社，2018.1

ISBN 978-7-5165-1415-3

I. ①奇… II. ①潘… III. ①化学—普及读物 IV. ①06-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第307782号

奇妙的化学世界

Qimiao de Huaxue Shijie

航空工业出版社出版发行

（北京市朝阳区北苑2号院 100012）

发行部电话：010-84936597 010-84936343

晟德（天津）印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2018年1月第1版

2018年1月第1次印刷

开本：710×1000 1/16

印张：10

字数：110千字

印数：1—10000

定价：29.80元

目 录

第 1 章 元素构成了这个世界

| | |
|-------------------------|----|
| 1.1 原子论是化学的伟大进步 | 2 |
| 1.2 金刚石和石墨都是碳吗 | 4 |
| 1.3 鬼火是真的有鬼作祟吗 | 6 |
| 1.4 发现溴的一波三折故事 | 8 |
| 1.5 人工放射打开了潘多拉魔盒 | 10 |
| 1.6 知名的致命杀手 | 12 |
| 1.7 “抗癌之王”——硒 | 14 |
| 1.8 人体必需的元素——碘 | 17 |
| 1.9 地壳中含量最少——砒 | 19 |
| 1.10 受管制的危险品——硫酸 | 21 |
| 1.11 “硅谷”名字的由来——硅 | 23 |

第 2 章 看不见离不开的气体

| | |
|-----------------------|----|
| 2.1 是谁发现空气成分的 | 26 |
| 2.2 普利斯特里不认识氧气 | 28 |
| 2.3 氮气和氨肥的故事 | 30 |
| 2.4 腓腓的巨匠发现了氢气 | 32 |
| 2.5 霓虹灯为什么五颜六色 | 34 |
| 2.6 太阳元素——氦来到凡间 | 36 |
| 2.7 不稀有的稀有气体——氩 | 38 |
| 2.8 多才多艺的氯气大显身手 | 40 |
| 2.9 杀死科学家的凶手——氟 | 42 |
| 2.10 地球的保护神——臭氧 | 44 |

第3章 千姿百态的金属

| | |
|--------------------------|----|
| 3.1 生性活泼的锂 | 48 |
| 3.2 曾经的“贵族”金属——铝 | 50 |
| 3.3 工业维生素——稀土金属 | 52 |
| 3.4 补钙是永远不过时的话题 | 54 |
| 3.5 钢铁中的秘密你知道多少 | 56 |
| 3.6 人体不可或缺元素——锌 | 58 |
| 3.7 带来了光明的金属——钨 | 60 |
| 3.8 人最早的金属朋友——铜 | 62 |
| 3.9 与女神同名的金属——钒 | 64 |
| 3.10 “吃人妖湖”里的秘密——汞 | 66 |
| 3.11 世界上最毒的物质——钋 | 68 |
| 3.12 能够毁灭世界的元素——铀 | 70 |

第4章 与生命有关的有机物

| | |
|------------------------|----|
| 4.1 工业“真正的粮食”——煤 | 74 |
| 4.2 工业的血液——石油 | 76 |
| 4.3 化工之母——苯 | 79 |
| 4.4 神奇的电石气——乙炔 | 81 |
| 4.5 真正的蒙汗药——乙醚 | 83 |
| 4.6 最强悍的化肥——尿素 | 85 |
| 4.7 既能吃又能炸——甘油 | 87 |
| 4.8 让人着迷的饮料——乙醇 | 89 |
| 4.9 合成纤维的鼻祖——尼龙 | 91 |

第5章 魔法般神奇的化学反应

| | |
|--------------------|----|
| 5.1 电解的辉煌成就 | 94 |
| 5.2 火是人类文明之始 | 96 |
| 5.3 人体内的化学反应 | 98 |

| | |
|------------------------|-----|
| 5.4 让人又爱又恨的塑料 | 100 |
| 5.5 绿色食品好在哪里 | 103 |
| 5.6 无可抵挡的酸雨 | 105 |
| 5.7 戈林逃过绞刑的帮手 | 107 |
| 5.8 巧夺天工的中国瓷器 | 109 |
| 5.9 美国总统胡佛的发迹史 | 111 |
| 5.10 谁创造了千奇百怪的溶洞 | 112 |

第 6 章 日常生活里的化学奥妙

| | |
|-------------------------|-----|
| 6.1 人体是由什么成分组成的呢? | 116 |
| 6.2 减肥到底是减什么呢 | 118 |
| 6.3 喝矿泉水到底有什么用 | 120 |
| 6.4 卤水有毒为什么可以点豆腐 | 122 |
| 6.5 玻璃上的花纹如何刻上去的 | 124 |
| 6.6 为什么碱性电池使用寿命长 | 126 |
| 6.7 什么元素导致生女不生男 | 128 |
| 6.8 中国的四大发明之一——纸 | 129 |
| 6.9 危害人类健康的魁首——香烟 | 131 |
| 6.10 改变人类卫生习惯——肥皂 | 133 |

第 7 章 为化学献身的先驱们

| | |
|-------------------------|-----|
| 7.1 化学开创者——玻意耳 | 136 |
| 7.2 化学界的牛顿——拉瓦锡 | 138 |
| 7.3 英年早逝的天才——舍勒 | 140 |
| 7.4 近代化学之父——道尔顿 | 142 |
| 7.5 害羞的科学家——卡文迪许 | 144 |
| 7.6 发现元素最多的人——戴维 | 146 |
| 7.7 化学家兼慈善家——诺贝尔 | 148 |
| 7.8 两次诺贝尔之旅——居里夫人 | 150 |

第一章

元素构成了这个世界

古希腊人说，宇宙万物是由“水、火、土、气”四元素组成，而我们的祖先认为宇宙万物是由“金、木、水、火、土”五行组成。现在我们都知道了，这个世界其实是由元素周期表上面的那一百多种元素组成。就是这一百多种的元素，构成了这个变幻莫测的世界。

1.1 原子论是化学的伟大进步



名称：原子论
提出者：德谟克利特
发展者：道尔顿

一般认为，原子论源于古希腊伟大的唯物主义哲学家德谟克利特（约公元前460—约前370）的学说。在牛顿的力学体系建立之后，当时的科学家又对德谟克利特的原子论进行完善推演，逐渐形成了现代的原子论。

提出原子论

德谟克利特认为，万物的本原是原子和虚空。原子是不可再分的物质微粒，虚空是原子运动的场所。人们的认识是从事物中流射出来的原子形成的“影像”作用于人们的感官与心灵而产生的。

但是，当时的大科学家亚里士多德反对原子论，因此德谟克利特的原子论一直未被很多人所接受。

进入中世纪之后，也有少数的人曾相信原子论。但是中世纪欧洲在这些“科学问题”上，亚里士多德的学说在起主导作用。而且“大自然厌恶真空”的教条又非常符合人们的常识。因此原子论一直处于死寂状态。

原子论的发展

西方文艺复兴之后，自然科学的研究日益受到人们的广泛重视，以牛顿力学体系的建立为标志，自然科学进入了一个辉煌的发展时期。由于法国学者伽森第等人

的努力，德谟克利特等人的原子论在17世纪得以复活。然而，此时原子论者感兴趣的方向已经不是设想原子如何组成世界，而是如何在原子论的基础上建立起物理学和化学的基本理论。一群天才横溢的科学家开始了原子学说的研究，笛卡尔（1596—1650，曾译笛卡尔）、博斯科维奇、塞诺特、玻意耳（1627—1691）、拉瓦锡等纷纷对之进行了深入的研究，取得了一定的成果。

道尔顿的贡献

在近代原子论的建立中，英国伟大的科学家道尔顿（1766—1844）做出了不可磨灭的贡献，他通常被看成是科学原子论之父。他把玻意耳、拉瓦锡的研究成果，即化学元素是那种用已知的化学方法不能进一步分析的物质，同原子论的观点结合起来。他提出，有多少种不同的化学元素，就有多少种不同的原子；同一种元素的原子在质量、形态等方面完全相同。他还强调调查清原子的相对重量^①以及组成一个化合物“原子”的基本原子的数目极为重要。关于原子组成化合物的方式，道耳顿认为这是每个原子在牛顿万有引力作用下简单地并列在一起形成的。在化学反应后，原子仍保持自身不变。尽管现代科学的发展在一定程度上修正了原子本身的物理不可分和万有引力将原子连接在一起的观点，但是道尔顿对原子的定义却被广泛地接受下来。



知识链接

古希腊哲学家德谟克利特所生活的时代，主要是公元前440年后，即希波战争结束后希腊奴隶制社会最为兴旺、科学学术活动欣欣向荣的伯里克利时代。他早年一度经商，但由于他童年所接受的教育，使他淡泊名利和学位，他的老师是有学问的波斯术士与加勒底的星相家。

德谟克利特一生勤奋钻研学问，知识渊博，他在哲学、逻辑学、物理、数学、天文、动植物、医学、心理学、伦理学、教育学、修辞学、军事、艺术等方面都有所建树。

在第欧根尼·拉尔修的记载中，德谟克利特通晓哲学的每一个分支，同时，他还是一个出色的音乐家、画家、雕塑家和诗人。他是古希腊杰出的全才，在古希腊思想史上占有很重要的地位。

① 本书“重量”均为“质量”（mass）概念，单位为千克。

1.2 金刚石和石墨都是碳吗



名称：碳

元素符号：C

性质：常温下单质碳的化学性质不活泼，不溶于水、稀酸、稀碱

常见单质：金刚石、石墨

碳是一种很常见的元素，广泛地存在于地壳与大气中。碳在人类生活中有很大的作用，人类生产生活处处离不开它。

钻石恒久远

金刚石是自然界中最坚硬的物质，它的硬度是刚玉的4倍，石英的8倍。

金刚石为什么会有如此大的硬度呢？

早在公元1世纪的文献中就有了关于金刚石的记载，然而，在其后的1600多年中，人们始终不知道金刚石的成分是什么。直到18世纪后半叶，科学家才搞清楚了构成金刚石的“材料”。

18世纪的70—90年代，法国化学家拉瓦锡（1743—1794）等人进行的在氧气中燃烧金刚石的实验，结果发现得到的是二氧化碳气体，即一种由氧和碳结合在一起的物质。这里的碳就来源于金刚石。终于，这些实验证明了组成金刚石的材料是碳。

知道了金刚石的成分是碳，仍然不能解释金刚石为什么有那么大的硬度。例如，制造铅笔芯的材料是石墨，成分也是碳，然而石墨却是一种比人的指甲还要软的矿物。金刚石和石墨这两种矿物为什么会如此不同？

这个问题，是在1913年才由英国的物理学家威廉·布拉格（1862—1942）和他

的儿子做出了回答。布拉格父子用X射线观察金刚石，研究金刚石晶体内原子的排列方式。他们发现，在金刚石晶体内部，每一个碳原子都与周围的4个碳原子紧密结合，形成一种致密的三维结构。这是一种在其他矿物中都未曾见到过的特殊结构。而且，这种致密的结构，使得金刚石的密度为 $3.5\text{g}/\text{cm}^3$ ，大约是石墨密度的1.5倍。正是这种致密的结构，使得金刚石具有最大的硬度。换句话说，金刚石是碳原子被挤压而形成的一种矿物。

人造金刚石

金刚石是自然界中最坚硬的物质，因此也就具有了许多重要的工业用途，如精细研磨材料、高硬切割工具、各类钻头、拉丝模。还被作为很多精密仪器的部件。

金刚石还具有超硬、耐磨、热敏、传热导、半导体及透远等优异的物理性能，素有“硬度之王”和宝石之王的美称，金刚石的结晶体的角度是 $54^\circ 44' 8''$ 。20世纪50年代，美国以石墨为原料，在高温高压下成功制造出人造金刚石。现在人造金刚石已经广泛用于生产和生活中，虽然造出大颗粒的金刚石还很困难（所以大颗粒的天然金刚石仍然价值连城），但是人们已经可以制成金刚石的薄膜。

扩展阅读：

石墨是一种深灰色有金属光泽而不透明的细鳞片状固体。质软，有滑腻感，具有优良的导电性能。石墨中碳原子以平面层状结构键合在一起，层与层之间键合比较脆弱，因此层与层之间容易滑动而分开。

主要作用：制作铅笔，电极，电车缆线等。

富勒烯是于1985年发现的继金刚石、石墨和线性碳之后碳元素的第四种晶体形态。

富勒烯是一种新发现的工业材料，它的硬度比钻石还硬，韧度（延展性）比铜强100倍，它能导电，导电性比铜强，重量只有铜的 $1/6$ 。

其中柱状或管状的分子又叫作碳纳米管或巴基管。 C_{60} 分子具有芳香性，溶于苯呈酱红色。可用电阻加热石墨棒或电弧法使石墨蒸发等方法制得。 C_{60} 有润滑性，可能成为超级润滑剂。金属掺杂的 C_{60} 有超导性，是有发展前途的超导材料。 C_{60} 还可能在半导体、催化剂、蓄电池材料和药物等许多领域得到应用。

1.3 鬼火是真的有鬼作祟吗



名称：磷

元素符号：P

性质：无色或淡黄色的透明结晶固体，
略显金属性

磷在生物圈内的分布很广泛，地壳含量丰富，列第10位，在海水中浓度属第2类。广泛存在于动植物组织中，也是人体含量较多的元素之一，稍次于钙排列为第6位。约占人体重的1%，成人体内含有600~900g的磷。体内磷的85.7%集中于骨和牙，其余散在分布于全身各组织及体液中，其中一半存在于肌肉组织。它不但构成人体成分，并且参与生命活动中非常重要的代谢过程，是机体很重要的一种元素。

恐怖的鬼火

在田野郊外，晚上常可见到忽隐忽现的惨淡火光，飘忽不定，若隐若现，甚至会跟着人的脚步移动，让人感到毛骨悚然，以为是鬼魂作祟。

关于鬼火，各国都有很多传说。于世界各地皆有有关于鬼火的传说，例如，在爱尔兰鬼火就衍生为后来的万圣节南瓜灯；安徒生的童话中也有以鬼火为题的故事《鬼火进城了》。

日本传说中的鬼怪，亦多有描述鬼火，在绘制这些鬼怪（尤其是夏天出没的鬼怪）的时候经常会画几团鬼火在旁边。

中国对鬼火的传说也很多，清朝蒲松龄所写《聊斋志异》中就经常提及鬼火，清代纪晓岚在《阅微草堂笔记·第九卷》也写道：“磷为鬼火。”而民间则认为鬼

火是阎罗王出现的鬼灯笼。

鬼火的成因

难道真是“鬼火”吗？真的是死人的阴魂吗？当然不是，人死了，人体的组成部分坏散为骨骸或灰烬。

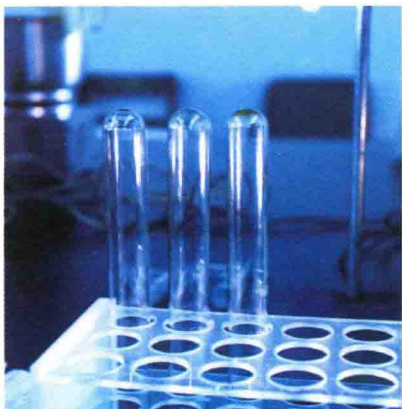
德国炼金术士勃兰特在1669年发现磷后，就用了希腊文的“鬼火”来命名这种物质，但该希腊词亦可解作“启明星”，没有证据当时他就是借了“鬼火”的意思来命名磷。

“鬼火”其实就是磷火，是一种很普通的自然现象。

人体的绝大部分组织是由碳、氢、氧三种元素组成外，还含有其他一些元素，如磷、硫、铁等。人体的骨骼里含有较多的磷化钙。人死后之后，体内的磷由磷酸根状态转化为磷化氢。磷化氢是一种气体物质，燃点很低，在常温下与空气接触便会燃烧起来。磷化氢产生之后沿着地下的裂痕或孔洞冒出到空气中燃烧发出蓝色的光，这就是磷火，也就是人们所说的“鬼火”。

那为什么“鬼火”还会追着人“走动”呢？大家知道，在夜间，特别是没有风的时候，空气一般是静止不动的。由于磷火很轻，如果有风或人经过时带动空气流动，磷火也就会跟着空气一起飘动，甚至伴随人的步子，你慢它也慢，你快它也快；当你停下来时，由于没有任何力量来带动空气，所以空气也就停止不动了，“鬼火”自然也就停下来了。

1.4 发现溴的一波三折故事



名称：溴

元素符号：Br

性质：常温下为棕红色发烟挥发性液体。有窒息性气味，其烟雾能强烈地刺激眼睛和呼吸道。对大多数金属和有机物组织均有侵蚀作用

常温下为溴是棕红色发烟液体。密度 3.119g/cm^3 。熔点 -7.2°C 。沸点 58.76°C 。溴蒸气对黏膜有刺激作用，易引起流泪、咳嗽。

溴的发现

溴的发现，曾有一段有趣的历史：1826年，法国的一位青年波拉德，他在很使劲地研究海藻。当时人们已经知道海藻中含有很多碘，波拉德便在研究怎样从海藻中提取碘。他把海藻烧成灰，用热水浸取，再往里通进氯气，这时，就得到紫黑色的固体——碘的晶体。然而，奇怪的是，在提取后的母液底部，总沉着一层深褐色的液体，这液体具有刺鼻的臭味。这件事引起了波拉德的注意，他立即着手详细地进行研究，最后终于证明，这深褐色的液体，是一种人们还未发现的新元素，并把它称为 rutil (意为红色)，而他的导师约瑟夫·安哥拉达则建议称之为 muride，源自拉丁文字 murid，意思是卤水。波拉德把自己的发现通知了巴黎科学院。科学院把这新元素改称为“溴”，按照希腊文的原意，就是“臭”的意思。

1825年德国海德堡大学学生罗威把家乡克罗次纳的一种矿泉水通入氯气，产生一种棕红色的物质。这种物质用乙醚提取，再将乙醚蒸发，则得到棕红色的液溴。所以他也是独立发现溴的化学家。有趣的是，他用这种液体申请了一个在里欧波得·甘

末林的实验室的职位。由于发现的结果被延迟公开了，所以巴拉尔率先发表了他的结果。

溴的分布

在所有非金属元素中，溴是唯一的在常温下处于液态的元素。正因为这样，其他非金属元素的中文名称部首都是“气”（气态）或“石”（固态）旁的，如氧、碘，而只有溴是三点水旁的——液态。溴是棕红色的液体，比水重两倍多。溴的熔点为 -7.3°C ，沸点为 58.78°C 。溴能溶于水，即所谓的“溴水”。溴更容易溶解于一些有机溶剂，如三氯甲烷（即氯仿）、四氯化碳等。

溴在大自然中并不多，在地壳中的含量只有十万分之一左右，而且没有形成集中的矿层。海水中大约含有十万分之六的溴，含量并不高，自然，人们并不是从海水中直接提取，而是在晒盐场的盐卤或者制碱工业的废液中提取：往里通进氯气，用氯气把溴化物氧化，产生游离态的溴，再加入苯胺，使溴成三溴苯胺沉淀出来。

溴很易挥发。溴的蒸气是棕红色的，毒性很大，气味非常刺鼻，并且能刺激眼黏膜，不住地流泪。在军事上，溴便被装在催泪弹里，用作催泪剂。在保存溴时，为了防止溴的挥发，通常在盛溴的容器中加入一些硫酸。溴的密度很大，硫酸就像油浮在水面上一样地浮在溴的上面。

1.5 人工放射打开了潘多拉魔盒



名称：钨、钷、砒、镎、钷、镅等
元素符号：Tc、Pm、At、Np、
Pu、Am 等

人工放射性的发现，为人类开辟了一个新领域，开阔了放射性同位素的应用。从此，科学家不必再只依靠自然界的天然放射性物质来研究问题，这也大大推动了核物理学的研究速度。

小居里夫妇的发现

1934年11月15日，法国科学院召开会议，一位名叫约里奥·居里（Joliot Curie, 1900—1958）的年轻科学家在会议上提出科学报告，宣布他和他的夫人伊琳娜·居里（Irene Curie, 1897—1956）一起得到的重要发现。

约里奥·居里是法国科学界的“驸马”，因为他是法国科学泰斗居里夫人的女婿。约里奥·居里在结婚后不久就改姓了岳父岳母的姓——居里，因为人们认为他娶伊琳娜·居里是别有目的，是醉翁之意不在酒。甚至居里夫人也曾专门因为这件事安慰过他。

约里奥·居里也无愧于居里夫人女婿这个光荣称号，他进行了多年的潜心研究，在发现中子的过程中发挥了非常重要的作用，之后在1934年，约里奥·居里发现了元素放射性。以前人们只知道有铀、钍、镭、钋等天然存在的放射性元素，这些元素都是位于元素周期表末尾的重核元素。现在，小居里夫妇发现了列在周期表前面

的轻核元素也可以有放射性的同位素。它们在自然界并不存在，而是人工制造的，是人工放射性元素。

1934年11月15日，在法国科学院的会议上的科学报告，受到了大家热烈的鼓掌。

1935年底，小居里夫妇由于发现了人工放射性元素而得到了诺贝尔化学奖。约里奥·居里在领取奖金的演说中预言：“我们看清楚了，那些能够创造和破坏元素的科学家也能够实现爆炸性的核反应……如果在物质中能够实现核反应的话，那就可以释放出大量有用的能量。”

人工放射性元素的意义

自从1934年约里奥·居里夫妇有了这个重大发现以后，物理学家们研究和发展了他们的办法。越来越多的、更大的粒子加速器问世了，从此，科学家们几乎能制取到每一种元素的放射性同位素。目前，所知的两千种以上的放射性同位素中，绝大多数都是人工制造的。

现在，放射性同位素不但广泛地运用于工业、农业、商业和国防工业等各个领域，而且对于推动某些学科的研究也产生了重大的影响，特别是对化学、生物学和医学更起到了巨大的推动作用。这就使原子（核）能的和平利用变成了现实，极大地造福于人类。同时，人造放射性核素的发现也为第一颗原子弹的制造提供了重要的启示。人类历史上第一颗原子弹的制造原理是费密（E. Feimi, 1901—1954，曾译费米）提出的。然而，费密制造原子弹的程序完全是按照伊伦的人造放射性元素的理论和实践来编排的。伊琳娜·约里奥·居里作为发现人造放射性同位素的先驱，其贡献将永远载入人类文明的史册。