

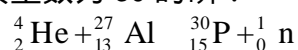
## 四、人工放射性

第一次世界大战结束后，卢瑟福很快就提出这样的看法：原子核是带正电的，因此两个原子核间有静排斥力，很不容易碰撞；但 射线是速度很快的粒子，若是利用它去与其他原子碰撞或者可以超过静电排斥力，有碰上的可能。越轻的原子核静电排斥力越小，碰上的可能性就大一些。若是碰上了会不会使原子核发生变化呢？在这样的思想指导下，他和他的同事们用镭和它的子体放出的最快的 粒子去打击较轻的元素氮，结果发现有比氮更轻的原子核——氢的原子核放出来。经过这一碰撞后氮核变成了氧核，发生了“人工蜕变”。自此以后，用 射线冲击轻元素的科学实验成为热门。

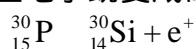
1930年，德国物理学家博特等用 射线打击铍原子核时，意外地产生一种穿透力极大的射线，后来查德发现它是中子（1932年）。

紧接着1934年，约里奥夫妇用 射线打击镁、硼、铝，发现在停止打击后，这些元素还不断地放出 $\beta^+$ 射线或“正电子”（正电子与电子重量和带电量一样，电荷相反，有时也称它为 $\beta^+$ ）。这些射线的强度逐渐减小，遵守天然放射元素的衰变规律。进一步用化学方法研究，证明铝受 射线打击后放出中子，自己变成磷，磷又不稳定，逐渐地蜕变为稳定的硅核。这种磷是人造出来的放射性元素，它的半衰期是2.5分钟。

他们假定轰击铝形成质量数为30的磷：



接着磷的同位素失掉1个正电子蜕变成硅：



铝箔被 粒子轰击后溶于盐酸，放出的氢气具有放射性，大概是由于磷化氢 ${}^{30}_{15}\text{PH}_3$ 存在，这就证实了上述假设。进一步的实验确定了铝蜕变成磷的放射性同位素。同样， 粒子能将硼转变为放射性氮（ ${}^{13}_7\text{N}$ ），将镁转变成放射性硅（ ${}^{27}_{14}\text{Si}$ ）。每种这样的元素都按其特有的半衰期进行蜕变，这些都是相当清楚的人工放射性的例子。

约里奥夫妇确定上述蜕变是（ $\alpha, n$ ）型的。博特提出用上角标标明蜕变的类型。因此， ${}^{27}\text{Al}(\alpha, n){}^{30}\text{P}$ 表示的就是导致发现人工放射性的上述反应。

这是第一次发现用人工方法可以造出放射性元素，人们叫它作“人工放射现象”。人工放射现象的发现为放射性同位素的应用——示踪原子开辟了广阔的前景。

人工放射性发现的意义是巨大的。当时病重、非常衰老的居里夫人动笔给她女儿写信，信中写道：“我们已经回到了老实验室的光辉时代。”她勉强来得及在她的关于放射性的论文的新版里插进一小段关于人工放射性的内容。这个新版本在她逝世后才出版。

到了1930年，已发现了约200种稳定的同位素和40余种放射性同位素。至今已知道了2000多种放射性同位素，其中包括周期表中每种元素的代表。

鉴别蜕变实验中产生的同位素是不容易的，因为生成的同位素的量太少，一般化学分析方法无能为力，连质谱仪也一筹莫展。鉴别未知同位素通常用适当的载体，即含有该同位素或与之关系密切的元素的稳定化合物。如果放射性同位素是与载体所含的元素相同或关系密切，则会与载体共沉下

来。如果载体所含的元素与放射性同位素有明显不同，则在沉淀中不存在放射性，这就要另换一种载体来试验。一旦用特殊的元素鉴别出放射性同位素后，还要测定其质量数。常常使用的方法是交叉轰击法，据此可从多种元素产生出该同位素。这样就可除掉各种不同同位素的质量数而得到正确的质量数的值。

I·约里奥—居里，居里夫妇的女儿，1926年与F·约里奥结婚，后改姓约里奥—居里。她在辐射方面的研究工作是核物理学的基础。她与丈夫一起发现了人工放射性，这就为原子能的和平利用开辟了道路。他们在1935年获得了诺贝尔化学奖。

约里奥—居里夫人为我国培养了核物理学家钱三强和放射化学家杨承宗。他们二人先后回国为我国的原子能事业起到了开创者的作用。在当时美国封锁、前苏联保密的情况下，如果没有从法国老居里实验室传来的核物理和核化学与放射化学知识，中国的原子能事业的建立很可能会推迟。

伊伦·居里是在老居里夫人的实验室中长大的，自幼受到科学的熏陶，有非常高超的实验技术和科学观察能力。她发现人工放射性就是一个典范。

约里奥—居里夫妇曾用下面简单而明确的实验，证明了铝被 $\alpha$ 射线打击以后变成了放射性的磷( $\text{Al}^{27} + \text{He}^4 \rightarrow \text{P}^{30} + {}_1^0\text{n}$ )，被 $\alpha$ 射线照射后薄铝片溶解在盐酸里，放出氢气。让这氢气充在薄壁试管里。结果证明氢气中带走了新生的放射性元素，它放出的正电子能穿透薄玻璃使游离室记录电流，它的半衰期是2.5分钟。这个实验提供了肯定的结论：铝被 $\alpha$ 射线打击后，形成了与铝不同的放射性元素，它与氢一起（可能是 $\text{PH}_3$ 气体）和铝分离了。

以后，再将被照射过的铝片溶解在王水里，在这溶液里放进很少量的磷酸钠和一点钡盐。磷钡沉淀时放射元素拖带下来了，证明放射性元素是磷。这个实验很简单，但做起来要很敏捷，因为放射磷的半衰期只有2.5分钟。因此，实验时间只能6分钟左右。可是在这6分钟内却发现放射出的粒子包括中子和正电子。正电子即带正电的电子，由加利福尼亚理工学院的安德森(Carl Anderson, 1905—)于1933年研究宇宙线时发现的。起初中子和正电子的出现没有引起人们的特别注意，因为这两个粒子合在一起可被认为是和质子等同的。这就增加了观察的困难。他们就是在这样的条件下，迅速而准确地完成了人工放射性的发现。由此，我们不能不由衷地佩服约里奥—居里夫妇的卓越的实验技巧和敏锐的观察能力，能将各种现象及时综合起来作出准确的判断，发现了新的放射性元素——人工放射元素。足以见出老居里实验室培养的人才的功底。

F·约里奥—居里，他的名字与发现人工放射性和进行证实中子与正电子存在的研究联系在一起。他在1946年任法国原子能委员会主席。但是由于他的政治观点（他是一位共产党员）后来被迫辞职。

约里奥—居里夫人沉默寡言，不擅交际，与此相反，约里奥—居里待人热情，喜欢交往，是实验室中的活跃分子，他不仅是一位卓越的科学家，还是一位优秀的组织者，对推动社会进步和国际合作起了积极作用。

中子提供了改变原子核的新的有力武器，人工放射性提供了觉察原子核改变的灵敏手段，这对于寻找释放原子能的过程起了决定作用。