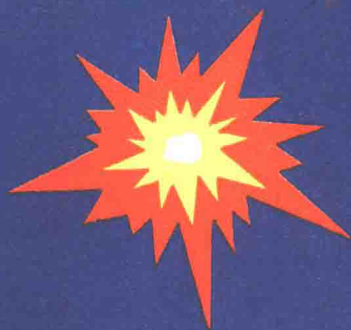




自然科学知识丛书



原子射线与防护

自然科学知识丛书

原子射线与防护

唐 任 寰

陕西人民出版社

自然科学知识丛书

原子射线与防护

唐任寰

陕西人民出版社出版

陕西省新华书店发行 国营五二三厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 4.25 字数 88,000

1978年6月第1版 1978年6月第1次印刷

统一书号: 13094·18 定价: 0.26元

毛主席语录

我们进入了这样一个时期，就是我们现在所从事的、所思考的、所钻研的，是钻社会主义工业化，钻社会主义改造，钻现代化的国防，并且开始要钻原子能这样的历史的新时期。

世界上的事情，总是一物降一物，有一个东西进攻，也有一个东西降它。

人们为着要在自然界里得到自由，就要用自然科学来了解自然，克服自然和改造自然，从自然里得到自由。

前 言

在英明领袖华主席为首的党中央领导下，一个向科学技术现代化进军的战斗号角已经吹响，一场有千百万人参加的
科学实验运动，正在我国各地生机勃勃地开展起来。

当代原子能科学事业正在广泛开展，原子核能和各种放射性同位素的应用已深入到了工农业生产、国防和其他科学领域。为了配合原子能工作迅速发展的需要，普及这方面的有关知识，我们编写了这本小册子。其主要内容是叙述原子射线的种类、产生及其防护原理和方法，同时对放射性同位素在各个科学领域里的重要应用，也作了扼要的介绍。可供广大工农兵、青年和初从事原子能工作的人员阅读。

在编写过程中，曾得到陕西省科技局、北京大学分校及有关部门的积极支持和帮助，在此表示感谢。

由于作者水平有限，经验不足，如有缺点错误，请读者批评指正。

出版说明

随着社会主义革命和社会主义建设的深入发展，广大工农兵、青少年为革命认真读书，学好社会主义文化，迫切需要自然科学知识方面的普及读物。为此，我们编辑一套《自然科学知识丛书》，陆续出版。

这套丛书，力求用辩证唯物主义和历史唯物主义观点，结合阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动的实践，通俗地介绍物理、化学、数学、生物、天文、地理等方面的科学知识。由于我们水平有限，经验不足，难免有些缺点错误，希望广大读者批评指正。

目 录

引子——奇妙的放射性.....	(1)
一 原子时代的火光.....	(3)
新型原子电池.....	(3)
勘探地下石油的尖兵.....	(5)
看谁长得快.....	(6)
同癌症斗争的新武器.....	(8)
从半坡村到珠穆朗玛峰.....	(10)
钢——超小型中子源.....	(12)
伴随火而来的“迷雾”.....	(15)
二 揭开原子核的奥秘.....	(17)
小宇宙的模型.....	(17)
每个元素都只有一种原子吗.....	(19)
来自原子宇宙的客人们.....	(21)
放射性核“一半的寿命”和强度.....	(25)
三 放射线对人体的侵袭.....	(30)
天然“雨”的海洋.....	(30)
放射病的危害.....	(35)
人的安全警戒线.....	(43)
四 拦截带电“哨”的来客.....	(48)
重量级运动员—— α 粒子.....	(48)
蜜蜂行踪的 β 粒子群.....	(52)

两道截击防线.....	(59)
五 如何防止“飞贼”的恶作剧.....	(64)
γ “飞贼”的三件法宝.....	(64)
四条锦囊妙计.....	(67)
谁能与镭王匹敌.....	(70)
精心算计.....	(73)
设下铜墙铁壁.....	(76)
六 迎击中子流的诀窍.....	(89)
专攻核的“炮弹”.....	(89)
中子剂量.....	(92)
先“礼”而后“兵”.....	(95)
同位素中子源之谜.....	(98)
七 灵敏的眼睛——放射线探测器.....	(101)
荧光屏和闪烁计数器.....	(101)
滚圆的电离室.....	(103)
会“逗笑”的计数管.....	(104)
能“测知过去”的热释光仪.....	(105)
八 做科学实验的主人.....	(108)
预防为主.....	(108)
保护环境.....	(110)
安全操作和个人防护.....	(112)
让祖国的天空永远是蓝色的.....	(115)
结束语——放射线的“余”音.....	(118)
附录 若干常用放射性同位素的衰变特征.....	(122)

引子 奇妙的放射性

十九世纪末期，在法国物理学家贝克莱的实验室里，出现了一件怪事：一卷用黑纸包得好好的照相底片，“无缘无故”地显示了某些物质的影像，先以为是在太阳光下暴露有关，可是后来天阴了很久，又是放在抽屉里，依然有这种事情发生；此后，又发现硫化锌会“自行”发出浅绿色的闪光。这是从何而来？

他找来找去，终于把注意力集中到实验桌上放着的黄色晶体——铀钾硫酸盐上来了，原来从中作祟的是这个“魔怪”发出了一种人看不见的射线，代替了阳光的作用。于是，人们把这叫做天然放射性现象。

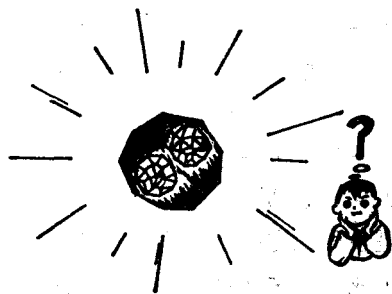


图1 放射性之谜

在探索这种物质秘密的过程中，人们展开了一场向自然要宝的斗争。不久，波兰科学家居里夫人发现，在沥青铀矿中存在一种放射性比铀更强的东西，经过艰苦的工作，居里夫妇终于从30吨铀矿中提取出2毫克具有强放射性的某种氯化物，他们把这种新元素叫作镭；同时被发现的还有另一种放射性元素钋。镭跟铀比起来，确实厉害多了，它的放射

性竟强上百万倍哩！镭这个名字就是从希腊文“射线”而来的。

一克镭在一个小时里可放出 140 卡热，一天又一天，一年复一年地不断放出，经 1602 年以后，它的能量才降低一半。要是让一克镭把热全部放出来，竟可达 34 亿卡，足以使 42 吨冰融化成水（普通一克碳燃烧仅能放出 8 千卡的热量）！这是个多么惊人的数字啊，难怪它一出现就震惊了当时整个的科学界。看吧，从这里我们就可看出，人类发掘原子能具有多么光明的前景。

到了一九三四年，人们进一步发现了人工放射性同位素，继而随着粒子加速器和原子反应堆的建立和发展，放射性同位素如雨后春笋般地涌现了。在中国科学院原子能研究所的产品橱窗里，展示着我国自己生产、供各种用途的放射性同位素。今天，人们用着它上天、入地、下海，几乎伸展到国民经济的各个领域，成为人类生活中不可缺少的组成部分。正如伟大导师毛主席所说的：“我们进入了这样一个时期，就是我们现在所从事的、所思考的、所钻研的，是钻社会主义工业化，钻社会主义改造，钻现代化的国防，并且开始要钻原子能这样的历史的新时期。”

可以毫不夸张地说，元素的放射性点燃了原子时代的火炬。

一 原子时代的火光

天然放射性元素发现不久，人们就开始了放射性的应用。但由于它们的提炼程序复杂，而且限于铀、镭、钍几种元素，产量少、价格高，所以当时未能广泛展开。

人工放射性同位素的出现，使它获得了新的活力，我们既可利用反应堆产生的中子来制造它们，又可从反应堆核燃料的裂变产物中提炼出大量同位素，成本低、品种多，因而放射性同位素及其射线的应用，不仅深入到各个科学实验室里，而且走上了工农业生产和国防科学的第一线，成为原子能和平利用以及国防应用的重要而广阔的领域。

新型原子电池

大家都知道，电池有化学电池、光电池、太阳能电池等几种不同的类型，它们分别是将化学能、光辐射能和太阳能转换成电的能手。现在，放射性同位素既然放出了具有能量的射线，自然也就可以作为一种能量来源做成新型的原子电池。

充当原子电池的能源，要求放射性物质不能释放一下就算完了，而是要长年不断地辐射出足够的能量；此外，还能制成适当的化合物形式。钷²³⁸（表示钷元素中质量数为238的同位素）近乎千年才“死”光，辐射能量和其他性质也适

中，合乎原子电池的要求，用它做成的电池与化学电池或太阳能电池比起来，具有寿命长、重量轻、不受环境影响和运行可靠等优点。现在，这种高功率原子电池已用于宇宙飞船、人造卫星和行星站上啦。此外，也有用其他放射性同位素（如钋²¹⁰、铯⁹⁰、钷¹⁴⁷等）做的原子电池。从六十年代到现在，甚至已有10公斤之多的钷²³⁸作为原子电池能源的形式，射出了我们的太阳系。

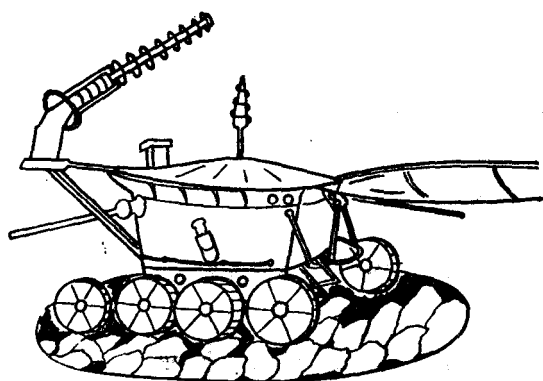


图2 载有钋²¹⁰原子电池的登月车

在海上，它可用于航标和游动气象浮标的电源，地面上则用于无人管理气象站和灯塔之中。

目前，在世界上仍对人类威胁很大的三大疾患之一是心脏病，因而使人十分关注人造心脏及其起搏器。它对电源提出的要求正好为这个新的能手所具备，现在果然又制成了低功率的小型钷²³⁸原子电池，比市场上的五号电池还要小，其中含钷²³⁸的硝酸盐大约200毫克，单个重量只有35克，使用期限可达二十年之久。据统计，一九七四年全世界约有十二

万人植入一般化学电源（如汞电池、锂电池）的心脏起搏器，但因化学电源不能持久，至多过不了两年就需做手术更换，如果都能用原子电池发动的心脏起搏器代替，这将延长多少人的生命！今天，暂时只有五百多人植入了这样的起搏器，但这方面的进展，无疑的使人们受到鼓舞。法国在这方面做过不少工作，并企图对钷 238 代替心脏的“血泵”功能进一步开展研究。

勘探地下石油的尖兵

我国有着丰富的石油资源，华主席号召我们，在本世纪内，“石油部门要为创建十来个‘大庆油田’而斗争。”那么，怎样才能更快地揭开蕴藏在地下的宝贵财富呢？

我们将装有放射性中子源的测井仪放入钻井内，当通过石油、水等含氢丰富的地层时，由中子源放出的快中子与周围物质的氢原子核相碰撞，这样，中子就把自己的大部分动能传给氢核，经过很短距离，中子的速度就被

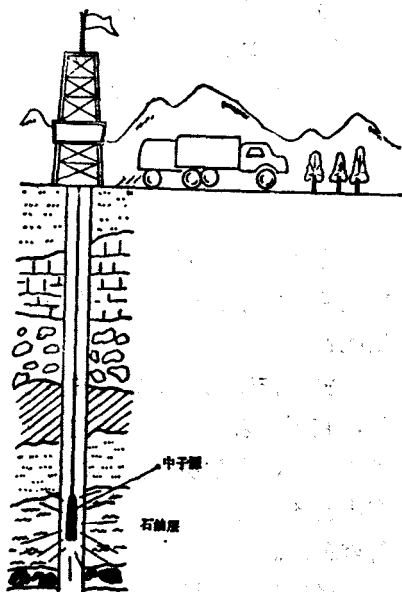


图3 中子测石油井

减慢下来，变成了慢中子。此时，慢中子很容易被地层内各种物质的原子核“主人”所捕获，于是从“核笼”里放出一种放射线，经附近的探测器接收后，记录仪器上便出现了信号电流的高峰，这就是告诉我们：“好，这里有石油！”

如果没有石油和水，中子就一直穿入地层深处，输出的信号电流减弱，即是说：“嗨，这里是石头。”

依据所测放射线的强弱，就可以划分出哪里是油层、气层和水层。这种中子测井法，已在我国各大油田广泛应用，为合理开发油田、保证原油稳产高产提供了有用资料，成为一支勘探地下石油的尖兵。

另外，利用放射性同位素钴源测井，可以准确查明煤层的位置和厚度，因而，放射性同位素在煤田地质的勘探中也是一支不可缺少的生力军。

看谁长得快

在我们这个幅员广大、人口众多的国家里，人们多么希望迅速增加粮食生产啊！今日的原子技术能否在此发挥些作用呢？

将农作物的种子或植株置于一定量的射线辐照之下，于是，它因照射刺激而促使内部产生变化，这种变化有的能传给下一代，发生所谓遗传的变异，再经几代选育，就可以培育出新的品种来。这便是时间短、变异多、性能较稳定的辐射育种法。

辽宁省农科所用放射性钴源辐照水稻干种子，育成中熟粳稻品种“熊岳 613”，可比当地品种增产24.4%，天津的

“津辐1号”亩产可达1100斤左右，比当地品种增产10.3~27.4%。其他如湖北的小麦品种“鄂麦”、黑龙江的“新曙光”、山西的“太辐”以及上海油菜（沪油）、浙江绿肥紫云英（浙紫）等各类辐照品种，都取得了优良的增产效果，并在大面积推广之中，出现了你追我赶的活跃景象。

贫下中农和柞蚕工作者一起利用镭-铍中子源照射柞蚕卵，经过一定量的中子流辐照后，加速了蚕卵内部的新陈代谢，使得蚕卵孵化快，发育齐，小蚕食量大和抗病力强。一般蚕茧平均增产28%以上，

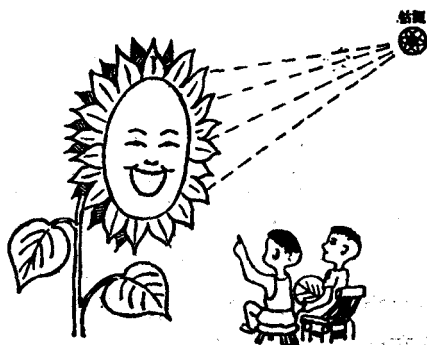


图4 辐照增产

一个茧有效丝增长50~60米。实践证明，采用中子源照射蚕卵的方法，为改进柞蚕放养技术，提高蚕茧的产量和质量开辟了一个新途径。贫下中农赞扬说：“原子照射蚕卵好，方法简单效果高。”

如将放射线辐照食品和蔬菜，则可进行有效的消毒灭菌，例如对稻米、面粉和肉类的辐照灭菌，还可用于抑制土豆、洋葱、胡萝卜等发芽变质，减少损失，延长贮存期限，保持营养和新鲜美味。

另外，我们还可利用某些原子具有放射性这一特征作为记号，追踪养料在动植物体内的吸收和分布情形，以便更合理的施肥，这就是人们说的示踪原子技术了。

随着上述工作的进一步开展，原子能科技工作者将会与广大贫下中农一起，对农业学大寨运动作出贡献。如果全国的水稻和小麦通过辐照育种能平均增产10%，而农作物产品贮存损失则减少10%，合起来就可以多提供一亿人口的粮食，这是多么令人向往的情景！

同癌症斗争的新武器

癌症是严重威胁人民身体健康的恶性病。美国在登月之后，曾大肆宣扬他们七十年代的“太阳神计划”，吹嘘对癌全面宣战，并曾一年投入多达十二亿美元的钱财，企图一气攻下，借以炫耀自己的超级“文明”。但是，由于动机不纯，盲目指挥，既未发明出治癌的特效药，也未弄清癌究竟是什么东西。至今，癌仍象是耸立在人类面前的一座高山，人们还未看到它的峰顶，因而大有使人谈癌色变之感。

然而，我们知道，如能早期发现，可用手术切除，如是晚期或因其他原因不能做手术时，现在可用放射法进行治疗。医疗实践证明，此法具有治愈或缓解的显著疗效，目前已成为同癌症斗争的有力武器。

钴⁶⁰是放射治疗癌症应用最广的一种放射性同位素，把它装在一台治疗机的球体内，借助钴⁶⁰放出的强力γ射线（谈伽玛射线或丙种射线）射向癌组织，由于一般癌组织对射线的敏感性较正常组织高，所以射线对癌细胞的抑制作用也就比正常组织大。如果照射量用得适当，就可使癌细胞受到抑制、破坏甚或死亡，从而达到治疗的目的。目前，国内用钴⁶⁰治疗机对付子宫颈癌、鼻咽癌、食道癌、肺癌、乳腺癌等症，

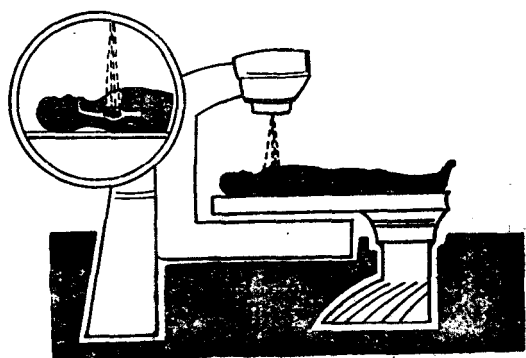


图5 钴⁶⁰源治疗恶性肿瘤

具体做起来可有外照射、腔内照射和组织内插植，治疗效果不断提高。此外，还有利用碘¹³¹、金¹⁹⁸、磷³²等放射性同位素帮助诊断肿瘤的。

近十多年来，由于科学技术的发展，人们发现用中子治疗癌症很有前途。最近，日本已开始正式使用“多用途医疗原子分裂器”，它可放出高速中子来治疗某些难于对付的癌，如骨肉肿瘤、恶性黑色肿瘤等。因为大多数肿瘤缺氧，对 γ 射线的照射有一定的妨碍作用，而中子受低氧浓度的影响比较小，所以用中子治疗癌比钴源更有效，被誉为“癌症克星”。

人类在最终战胜癌症的征途上尚有一段漫长的路程要走，但是，今天我们获得的治疗手段已变得更加有力，路子越走越宽广，放射治疗就是一个与癌作战的新路子。我们如何将这条路开拓得更大一些？比如说，可否通过放射治疗与祖国中医学相结合等综合疗法来攻克这个顽固的堡垒，等等。我们相信，外国人未能制服的恶魔，聪明勇敢的中国人民也