

工作简报

用核-2 乳胶测量 U^{235} 裂变中子能谱

肖振喜 张应

U^{235} 裂变中子的能谱是设计原子反应堆不可缺少的数据,并且也是研究原子核裂变机构的重要资料之一。自我国实验性原子反应堆正式运转以后,我们已有条件来进行这项工作,下面是我们工作的初步结果。

测量方法 利用反应堆放出的热中子打击铀金属片使 U^{235} 发生裂变,裂变放出的中子用 100μ 的核-2 原子核乳胶来记录并在显微镜下进行测量。当 U^{235} 的裂变中子进入乳胶后,与乳胶中的氢原子进行弹性散射而形成质子径迹。我们测量了每一个反冲质子径迹在核乳胶面上的投影长度、深度及径迹投影与进入中子方向的交角。这样就可以算出中子的能量。试验装置如图 1。铀片用一细丝线悬挂于距堆洞口 56 厘米处,在距铀片 42 厘米以内不安置任何物体,目的是减少中子被铀片附近物质散射而导致产生的背景。探测由铀片放出的裂变中子的核子乳胶放在离铀片 50 厘米与堆中子束成 90° 角的地方。为了减少慢中子本底与乳胶中的氮原子产生 $N^{14}(n,p)C^{14}$ 反应所引起的背景,乳胶片装在 0.7 厘米厚的锡盒内。除裂变中子进入的方向外,乳胶片四周都用 20 厘米厚的含硼石蜡围住,以减少快中子本底。

为了观察由铀片散射的中子和其他快中子本底的影响,我们共做了三次不同的试验:第一次试验的装置如图 1。在这种装置下进入乳胶的中子除裂变中子外,还有从堆放出的快中子、被铀片散射后进入乳胶的中子及从各方向进来的中子。第二次试验是将铀片换成同样几何形状的铅片。因为铅和铀的中子散射情况相类似,但铅不发射裂变中子,所以这样可以找出堆快中子被铀片散射的背景及堆大厅背景。第三次试验是在铀片与乳胶当中放一长为 20 厘米的石蜡柱,目的是把分裂中子挡住使不进入乳胶中。这时进入乳胶的中子只是由于堆及铀分裂的中子经各方面散射后进入的。实验结果看出不论是堆快中子被铀片散射的背景,或大厅背景,或分裂中子经散射产生的背景,在我们的实验条件下,对 U^{235} 裂变能谱的影响都小于实验的误差。

测量结果 径迹的选择条件是:一切穿出乳胶上下面的径迹不测;一切与中子进入方向相交大于 90° 的质子径迹不测。因为这些径迹肯定是由于背景产生的。为了增加中子能谱的准确度,一切与中子进入方向交角大于 20° 的及一切倾角大于 30° 的径迹亦未计入。

我们共测了 1024 条质子径迹。在考虑了乳胶的收缩因素情况下,从每个质子径迹推算出相应的中子能量。对这样得到的中子能谱尚须附加两种修正才能获得真正需要的中子能谱。两种修正如下:(1) $n-p$ 散射截面与中子能量的关系^[1];(2)径迹穿出乳胶上下面的可能性与中子能量的关系^[2]。最后得出如图 2 的结果。曲线是按照公式 $N(E) = kE^{\frac{1}{2}}e^{-0.775E}$ 画的,式中

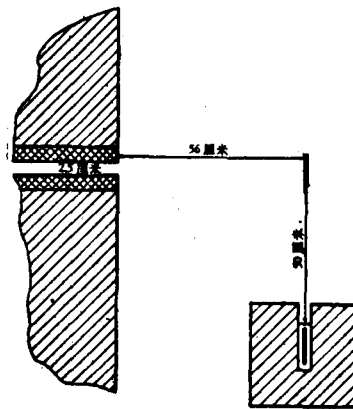


图 1 第一次实验的装置

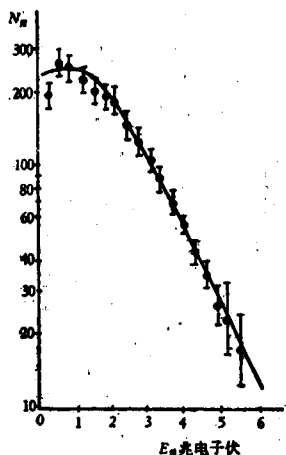


图 2 裂变中子能谱曲线

曲线是按照公式 $N(E) = KE^{1/2}e^{-0.778E}$ 画出的。黑点是实验结果

k 为常数, E 为中子能量(以兆电子伏为单位)。图中黑点是我们实验的结果。从图 2 中看出我们的结果基本上与理论曲线相符合,也和文献[1]上的结果相符合。这是我们初步的结果,数据还不够多,实验误差较大,并且高能部分由于强度小而没有显示出来。为了得到更精确的结果,尚须大量测量数据。

利用乳胶测量裂变中子能谱有其独特的优点:(1)利用堆的时间短;(2)设备简单;(3) γ 背景影响极小;(4)可测的中子能量范围大。综合这些优点,看出用此方法是符合多快好省原则的。但是,用乳胶测中子能谱也有其局限性,能量小于 0.5 兆电子伏的中子在乳胶中产生的反冲质子径迹很短,不易测准,因此低于此能量的中子用这个方法测量是有困难的。因此对 U^{235} 裂变中子能谱的低能部分,我们将用其他方法测量。

何泽慧先生大力帮助与指导本工作,孙盛芬等同志帮助测量与计算数据,作者深为感谢。

参 考 文 献

- [1] L. Crenberg, G. Frye, N. Neruson and L. Zosen: *Phys. Rev.*, 103, 662 (1956).
- [2] L. Rosen: *Nucleonics*, 11 (No. 7), 32 (1953).

用 荧 光 法 测 定 矿 石 中 的 铀

葛 振 用

某些元素的化合物,被一定波长范围内的光线照射时,能发生可见的光谱,即波长较长的光谱。这种光谱可分为两种:在激发后所发生的光在 10^{-9} 秒钟内就停熄的是荧光,另一种大于此限度的是磷光。如果我们所用的光源强度不变,则激发后所产生的荧光强度与所含某元素化合物的浓度成正比例,铀的荧光分析就是利用这种原理。而用于分析铀的激发光源,一般的是紫外光线(波长主要为 3650 \AA)。铀在这种波长的光源激发下所产生的荧光强度与化合物的成分有关,铀的氟化物荧光较强,可以检查出 10^{-10} 克的铀(需有灵敏的仪器)。在此情况下,有些元素亦能发生与铀相似的荧光,如高锡矿能发生黄绿色之荧光。但亦有些元素也能阻止铀发生荧光,那就要做适当的处理,予以除去。通常所用的方法不外乎下列几种。一种是直接方法,又叫冲稀方法,就是不用化学分离的方法*而采取用极少量的样品进行分析,使其能阻止发荧光的元素的含量降低到没有干扰;另一种方法就是要从其他元素中分离出铀,其中最常用的是以碳酸钠沉淀其他元素,使铀成为一种碳酸盐的络合物 $Na_4[UO_2(CO_3)_2]$ 残留于溶液中,并用有机试剂萃取法使铀与其他元素分离。在这方面,分析工作者做过很多工作,在文献和科学杂志上也有所发表,而我们现在所试验的方法,是二者的结合,就是用碳酸盐分离后再采用冲稀的方法。经过这样的简单处理,会得到较好的结果,并且能够应用到较复杂的矿石中去。关于这项工作我们是才开始,尤其是在某些方面试验作得很少甚至没有作,有些工作还有待今后来做,请各位从事分析工作的同志多指教。

方法摘要 将含铀的矿物用盐酸和过氧化氢溶解(难溶解的矿石需用熔融法),再用碳酸盐中和并过量,铀即存在于溶液中,用已经烧好之氯化钠小球浸渍,与已知含量之小球相比较。

* 1945 AECD 2282, The Microfluorimetric Determination of Uranium.