

^{241}Cm 衰变纲图编评报告

顾加辉

中国科学院上海原子核研究所

一九七八年七月

$^{241}\text{Cm}_{\alpha\beta}$ 衰变纲图

本编评是根据 Y. A. Ellis 在 71 年和 78 年发表的 ^{241}Cm 编评结果, (8, 13) 其结果 1978 年相一致, 数据收集到 78.8.

一、半衰期 $T_{1/2}$

各家实验数据和编评结果见表 1.

表一 ^{241}Cm 的半衰期

作者	时间	$T_{1/2}$ (天)	备注
G. H. Higgins 等 (1)	1952	35	用无窗正比计数器和 48 道脉冲分析器测量
S. A. Baranov 等 (7)	1967	37	双聚焦 α 磁谱仪
F. T. Porter 等 (9)	1974	32.8 (2)	测量 ^{241}Cm 衰变中最强 471.8 keV γ 射线得到.
Y. A. Ellis 编评	1978	32.8 (2)	
本编评		32.8 (2)	用 F. T. Porter 测量结果.

74 年 F. T. Porter 精确地测量了 ^{241}Cm 半衰期, 故编评直接采用他测量结果 $T_{1/2} = 32.8 \pm 0.2$ 天.

二、 ^{241}Cm α 衰变中来的 α 射线强度和能量:

^{241}Cm 从两种方式进行衰变, 一种电子俘获, 另一种是 α 衰变. 60 年 R. A. Glass 等人 (6) 用一屏栅电离室和 50 道脉冲分析器测 α 谱, 测到了 5.95MeV α 射线. 用 2π 无窗流气正比计数和 $\Phi 1\frac{1}{2} \times 1$ in Na(Tl) 进行测量, 得到 α 衰变方式占 ^{241}Cm 衰变的 $0.96 \pm 0.09\%$.

74 年 F. T. Porter 等 (10) 用了高分辨 Ge(Li) 探测器和磁 β 射线谱仪仔细地研究了 ^{241}Cm 衰变, 他绝对测定了在 α 衰变中能量 $1.5.536\text{keV}$ γ 射线的转换电子强度, 导得 α 衰变 / (α 衰变 + ϵ 衰变) = 0.010'. 以后我们就采用此测量结果 $\% \alpha = 1.0', \% \epsilon = 99.0'$. 下

面我们以 α 衰变强度为100%进行讨论,如果要标绝对强度只要乘以1.0%即可。

^{241}Cm α 衰变产生 α 射线能量和强度的实验值和编评结果见表·2,早期F.Asaro〔3〕测量结果和69年S.A.Baranov〔8〕结果未列出来。69年Baranov用 ^{242}Cm 的 α 射线6.113 Mev作能量标准,用 α 磁谱仪测量,发表了二条 α 射线能量值(5.9370⁵, 5.8828⁸ Mev),而76年重新给出了新的结果(5.9386⁶, 5.8843⁶ Mev见表2)。

75年I.Ahmad〔11〕发现67年Baranov测到12条 α 射线,在 ^{241}Cm α 衰变到能量大于200keV激发态能级上禁戒因子比同样初态和末态的 ^{239}Pu α 跃迁的阻碍因子小约一个量级,由于不一致性重新测量了 ^{241}Cm 。便用了阿贡实验室双聚焦磁谱仪测 α 谱,测量结果见表2,在谱中未观察到强度>0.3%能量低于5.88Mev的6条 α 射线,这显然67年Baranov发表的结果是属于沾污而造成的。78年编评强度数据全部采用I.Ahmad的数据,能量除三条 α 射线采用76年Baranov值外其余用I.Ahmad值,我们也采用此方式编评。

三 ^{241}Cm α 衰变产生 γ 射线和衰变纲图:

表3. ^{241}Cm α 衰变产生 γ 射线能量

	F.S. Stephens (57年)(2)	F.T. Porter (74年)(10)	^{241}Am 衰变	78年编评值
E γ (keV)	145 $\pm$ 5	145.536 $\pm$ 9	145.552 $\pm$ 12	145.536 $\pm$ 9

测量结果见表3,我们按78年编评方式采用74年F.T.Porter的测量值。57年F.S.Stephens采用传输带收集反冲核技术,然后用正比计数器测量其放射强度,改变源收集到计数器的距离,得到计数

率和 计数器距离的关系曲线, 得到 145 keV γ 跃迁相应能级半寿命为 0.18 ± 0.02 秒。由转换系数和能级寿命得相应跃迁的多极性为 $E3$, 具体衰变纲图见图 1, 这里采用 100 % 给出 I_{α} 值。

四、 ^{241}Cm EC 衰变产生 γ 射线能量和强度:

早期工作有 R.A. Glass [6], 他使用 $\Phi 1\frac{1}{2} \times 1$ in NaI(Tl) 和 50 道脉冲高度分析器, 和分辨时间为 2 μ 秒的 γ - γ 符合装置, 观察到了 478 ± 10 keV γ 射线。R.G. Albrige 等 [5] 用了 γ - γ 符合技术和闪烁谱方法, 测到二条 γ 射线能量和相应能级电子俘获强度, 467 ± 3 keV (EC: $\sim 96\%$), 640 ± 7 keV (EC: $\sim 4\%$)。

74 年 F.T. Porter [10] 等用高分辨 Ge(Li) 探测器和磁 β 射线谱仪仔细地研究了 ^{241}Cm 电子俘获衰变, 确定了 28 条 γ 射线和 76 条转换电子, 利用 γ - γ 符合得到在 6 条转动带中所有跃迁的能级图。用阿贡 60 in 回旋加速器 40 MeV α 粒子辐照 ^{239}Pu , 利用 $^{239}\text{Pu}(\alpha, 2n)^{241}\text{Cm}$ 反应, 利用化学分离把 Cm 和 Am 分开。用一个 1 cm³ 平面 Ge(Li) 探测器和一个 25 cm³ 同轴 Ge(Li) 探测器测量 γ 射线谱, 刻度源为 ^{182}Ta , ^{57}Co , ^{137}Cs , 并用一数字增益稳定器控制增益, 分别测量了 γ 射线和 K X 射线能量和强度。

用阿贡螺旋场谱仪测量与 ^{241}Cm 相关的转换电子能量和强度, 仪器分辨率 0.05%, 对 4π 付输系数为 4.4%, 用 ^{57}Fe 122.060 $\pm$ 0.004 keV 跃迁的 K 转换线来刻度谱仪。测得 K-L-M……壳转换电子能量, 利用加上相应壳的结合能得此能级的跃迁能量值, 把这些跃迁能量值加权平均得此能级 γ 跃迁能。把 Ge(Li) 测得 γ 射线绝对强度和各壳层内转换电子电子强度 (包括实验值和理论值) 相加得绝对跃迁强度 ($I_{\text{ec}} + I_{\gamma}$), 见 ^{241}Cm EC 衰变纲图。

表5. ^{241}Cm EC 衰变的 γ 射线能量和强度, 转换系数 a

$E_{\gamma}(\text{keV})$	$I_{\gamma}(\%, \text{每100E 衰变})$	a	$E(\text{keV})$	$I_{\gamma}(\%)$	a
*15.228 ²	0.056 ³	467 ³	417.24 ⁴	0.66 ⁴	0.063
29.02 ³	0.030 ⁶	3.49	430 ⁴	≈ 0.04	0.021
32.639 ³	0.21 ³	233 ¹⁰	430.634 ²⁰	4.1 ²	0.0823
41.176 ³	0.017 ⁴	299 ³³	447.35 ⁴	0.120 ¹³	0.42 ²²
132.413 ⁷	3.9 ²	11.5 ⁷	463.273 ²⁰	1.24 ³	0.25 ⁴
*147.67 ³	0.020 ⁸	3.16	464.368 ⁸	0.086 ¹⁴	0.18 ¹¹
151.48 ⁴	≈ 0.02	0.202	471.805 ²⁰	7.2 ³	0.227 ¹⁶
164.88 ²	0.44 ⁷	0.166	504.45 ³	0.60 ⁴	0.134 ²⁰
165.049 ⁴	3.2 ²	6.3 ³	595.8 ³	0.015 ³	0.6377
180.277 ⁴	0.48 ⁴	5.83	623.1 ³	0.012 ³	0.455
205.879 ¹³	2.70 ¹³	0.099	636.88 ⁷	1.55 ¹¹	0.145 ¹⁰
265.922 ¹²	0.40 ⁴	6.1 ⁴	652.1 ⁴	0.04 ⁴	0.0310
298.57 ³	0.08 ²		653.2 ²	0.15 ⁴	0.0090
410.8 ¹	0.087 ⁷	0.093	670.2 ²	0.58 ⁴	0.0066

注: 对每100次衰变产生 γ 射线绝对强度, 必须乘以

0.990.

~ 4 ~

* 这二个跃迁 γ 谱中未观察到, 从磁 β 谱仪测到内转换电子得到。
 $\triangleright$ 内转换系数 α 是实验值。

表4. 列出 ^{241}Cm EC 衰变的X射线能量和强度, 它用 1cm^2 平面
 Ge(11) 探测器测量的。

表4. ^{241}Cm EC 衰变的X射线能量和强度。

E (kev)	I(%, 每100 衰变)	备 注
102.024 ²⁰	23.2 ¹⁴	²⁴¹ Am Kα ₂
106.465 ²⁰	36.3 ²¹	" Kα ₁
119.255 ³⁰	4.5	²⁴¹ Am Kβ ₂
120.274 ³⁰	9.4	
	13.9±0.9	
		" Kβ ₁
123.750 ³⁰	3.8	²⁴¹ Am Kβ ₂ + Kβ ₁
124.816 ³⁰	1.1	
	4.9±0.3	
		" KO ₂ , γ

表5 列出 ^{241}Cm EC 衰变的 γ 射线能量和强度, 内转换系数 α . γ
 射线能量值取电子谱仪测得各能级跃迁能量加权平均值, 强度值由
 Ge(11) 探测器测得. 内转换系数除特别说明外, 其他是理论值。

五 ^{241}Cm EC 衰变的纲图:

图2. 为 ^{241}Cm EC衰变纲图, 取自F.T.Porter发表结果, 转
 换电子强度 I_c 根据强度平衡导得。

六 参考文献：

1. G.H. Higgins et al, Phys Rev, 86, 252 (1952)
2. F.S. Stephens et al, Phys Rev, 107, 1456 (1957)
3. F. Asaro et al, quoted by(4), P.882
4. E.K. Hyde et al, "The nuclear properties of the heavy elements, Vol. II".
5. R.G. Albridge, UCRL-8542 (1960)
6. R.A. Glass, J. Inorg, Nuclear Chem. 13, 181 (1960)
7. S.A. Baranov et al, Yadern. Fiz. 5, 241 (1967)
8. S.A. Baranov et al, Yadern. Fiz. 10, 1110(1969);
Soviet J. Nucl. Phys. 10, 632 (1970)
9. Y.A. Ellis, N.D.S. B6, 621 (1971)
10. F.T. Porter et al, Phys. Rev. C10, 803 (1974)
11. I. Ahmad, F.J. Porter et al, Phys. Rev. C12, 541 (1975)
12. S.A. Baranov et al, Proc. Advisory Group Meeting on
Transactinium Nucl. Data. Karlsruhe, Vol. III, P.249
(1976); IAEA - 186 (1976)
13. A.H. Wapstra et al, At. Data Nucl. Data Tables 19,
175 (1977); 20, 1 (1977)
14. Y.A. Ellis, N.D.S. 23, 123 (1978)