เอกสารอ้างอิง

1. Levine, H. and Lamanna, A. Radiochemical Determination of Uranium in Environmental Media by Electrodeposition Public Health Service Publication No. 999-RH-11, U.S. Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service, Division of Radiological Health Washington, D.C. 20201, March 1965.

2. Cordfunke, E.H.P. The Chemistry of Uranium. Elsevier Publishing Company, 1969.

3. Sill, C.W. "Determination of Thorium and Uranium Isotopes in Ores and Mill Tailing by Alpha Spectrometry" Anal. Chem. 49 (1977):618-621.

4. Talvitie, N.A. "Electrodeposition of Actinides for Alpha Spectrometric Determination" Anal. Chem. 44(1972):280-284.

5. Harley, J.H. "Radiochemical Determination of Isotopic Uranium" EML Procedure Mannel, 1978 ed. pp. E-U-04-01-E-U-04-06. Environmental Measurements Laboratory, New York, 1978.

6. Walker, F.W., George, J.K. and Rourke, F.M. The Chart of the Nuclides, General Electric Company, Schenectady N.Y. 12345, 1977.

7. Lederer, C.M., Hollander, J.M. and Perlman, I. Table of Isotopes. sixth Edition, John Wiley& Sons, Inc., 1967.

8. Merritt, R.C. The Extractive Metallurgy of Uranium pp. 137-182, Colorado school of Mines, 1971.

9. Hiller, L.A. and Lerber, R.H. Principles of Chemistry pp.475-480, McGraw-Hill Book Company, 1960.

10. Fisenne, I.M., Perry, P.M. and Welford, G.A. Determination of Uranium Isotopes in Human Bone Ash" Anal. Chem. 52(1980):777-779.

11. ORTEC, Alpha Spectroscopy with Surface-Barrier Detector, AN 34, Experiments in Nuclear Science, 1971.

12. ลภชัย ศิริภิรมย์ "การหาปริมาณธาตุพลูโทเนียมในสิ่งแวดล้อม" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

13. Mussalo-Rauhamea, H. Silicon Charged Particle Radiation Detectors Instruction Manual. pp.1-2 EG&G ORTEC Oak Ridge, 1981.

14. Lowenheim, F.A. Decorative/Protective Coatings:Copper, Nickel, Chromium Electroplating Fundamentals of Surface Finishing, pp.205-225, McGraw-Hill Book Company, 1963.

15. Canning, Handbook on Electroplating. 22nd ed., pp.378, Published by W.Canning Limited, Gt.Hampton St. Birmingham, 1978.

16. Harley, J.H. "Reporting data",in EML Procedure Manual, Report HASL-300, 1982 ed.pp. D-08-04-D-08-06. Health and Safety Laboratory, New York, 1982.

17. Francis, J.W. Radiological Health Handbook. Division of Radiological Health, U.S. Department of Health, Ed, and Welfare, Public Health Service, Bureau and State Services Washington, 25, D.C., January 1970.

18 Knoll., G. Radiation Detection and Measurement, John Wiley & Sons, New York, 1979.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การหาขีดจำกัดต่ำสุดของการวัด (Lower Limit of Detector), LLD

จอห์น อาร์เลย์ กำหนดว่า $LLD \cong \frac{K_\alpha + K_\beta \sqrt{S_G^2 + S_B^2}}{C}$ (24)

เมื่อ S_G = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการนับความแรงรังสีในตัวอย่าง

S_B = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการนับแบคกราวด์

C = calibration factor = $\frac{cpm}{dpm}$ ในที่นี้มีค่าเท่ากับ 0.36

ให้ $K_\alpha = K_\beta = 1.645$ เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ไหล์สูงสุดของมาตรฐานปกติของการเลือก กำหนดว่ามีความแรงรังสีสูงกว่าแบคกราวด์ ($\alpha = 0.05$, $\beta = 0.95$)

ที่ความแรงรังสีต่ำ ๆ $S_G = S_B$

ดังนั้น $LLD = \frac{2K_\alpha \sqrt{2S_B^2}}{C}$

$= \sqrt{2} \frac{2K_\alpha \sqrt{S_B^2}}{C}$

ค่า LLD ของยูเรเนียม เมื่อเวลาวัด 40,000 วินาที วัดแบคกราวด์ได้ 163 จำนวนนับ

$\therefore LLD = \frac{2\sqrt{2}\,(1.645)\sqrt{163 \times 60}}{0.36 \times 50}$

$= 0.247$ dpm

$\therefore$ ค่า LLD สำหรับการวัด 40,000 นาที = 0.112 pCi

(สำหรับหัววัด เซอร์เฟสเบริเออร์)

$= 0.112 \times 0.36 = 0.040$ cpm

ภาคผนวก ข.

การคำนวณค่า k_∞

]RUN

ROD DIAMETER = 2.00 CM.

AL-CLADDING THICKNESS = 0.1 CM.

U0-2 + D-2 O + AL-(cladding) SQUARE LATTICE

L	F	P	K(infinite)	BUCKLING	FUEL	D-2-O
6	.975998356	.827816007	.78626348	0	0	0
7	.973770856	.874667303	.828867025	0	0	0
8	.971182745	.904779307	.855123448	0	0	0
9	.968235721	.925253354	.871820279	0	0	0
10	.964932836	.939795539	.882501927	0	0	0
11	.961278363	.950490119	.889164205	0	0	0
12	.957277687	.958581288	.89300128	0	0	0
13	.952937216	.964848666	.89476438	0	0	0
14	.948264287	.969800774	.894946593	0	0	0
15	.943267104	.97378069	.893983756	0	0	0
16	.937964648	.977026637	.89181227	0	0	0
17	.932336618	.979708183	.888903621	0	0	0
18	.926423352	.981948674	.885285762	0	0	0
19	.920225761	.983839555	.881056712	0	0	0
20	.91375526	.985449774	.876273483	0	0	0
21	.907023699	.986832108	.871058061	0	0	0
22	.900043299	.988027503	.865401483	0	0	0
23	.892826583	.98906912	.859366687	0	0	0
24	.885386318	.9899795	.852990523	0	0	0
25	.877735446	.990782131	.846305183	0	0	0
26	.869887035	.991492605	.839333256	0	0	0
27	.861854212	.992124469	.83211848	0	0	0
28	.853650115	.992688874	.824666316	0	0	0
29	.845287841	.993195065	.817004357	0	0	0
30	.836780395	.993650758	.809152653	0	0	0
31	.828140649	.994062435	.80112994	0	0	0
32	.8193813	.99443557	.792953822	0	0	0
33	.810514828	.994774815	.784640903	0	0	0
34	.801553465	.995084141	.776206899	0	0	0
35	.792509164	.995366954	.767666713	0	0	0
36	.78339357	.995626193	.759034496	0	0	0
37	.774217993	.995864398	.750323701	0	0	0
38	.764993392	.996083777	.741547114	0	0	0
39	.755730354	.996286258	.732716893	0	0	0
40	.746439079	.996473528	.723844599	0	0	0
41	.737129367	.996647068	.714941168	0	0	0
42	.727810614	.996808184	.706017032	0	0	0
43	.718491798	.99695803	.697082033	0	0	0
44	.709181481	.997097632	.688145492	0	0	0
45	.699887801	.997227898	.679216209	0	0	0

(number of rod = 1 rod / cluster)

U-235 (0.34%)

)
)RUN

ROD DIAMETER = 2.00 CM.
AL-CLADDING THICKNESS = 0.1 CM.

U-metal + D-2-O + AL-(cladding) SQUARE LATTICE

L	F	P	K(infinite)	BUCKLING	FUEL	D-2-O
6	.986370895	.770835354	.739923928	0	0	0
7	.985009124	.831873196	.797411661	0	0	0
8	.98341222	.871714164	.834243758	0	0	0
9	.981575265	.89904844	.858799724	0	0	0
10	.979506242	.918578114	.875600174	0	0	0
11	.977185943	.932994701	.887240966	0	0	0
12	.974632873	.943928973	.895293786	0	0	0
13	.971842192	.952412593	.900753746	0	0	0
14	.968815658	.959123113	.904275374	0	0	0
15	.965555588	.964519952	.90630358	0	0	0
16	.96206482	.968923318	.907149655	0	0	0
17	.958346676	.972561789	.90703708	0	0	0
18	.954404934	.975601994	.906130091	0	0	0
19	.950243794	.978167672	.904552015	0	0	0
20	.94586785	.980352244	.902397346	0	0	0
21	.941282065	.982227287	.899739892	0	0	0
22	.936491736	.983848378	.896638373	0	0	0
23	.931502475	.985259191	.893140341	0	0	0
24	.926320175	.986494426	.889284978	0	0	0
25	.920950987	.987581929	.885105114	0	0	0
26	.915401262	.988544251	.880628693	0	0	0
27	.909677676	.989399812	.875879897	0	0	0
28	.90378902	.990163771	.870879912	0	0	0
29	.897735886	.990848698	.865647595	0	0	0
30	.891531671	.991465084	.860199921	0	0	0
31	.885181408	.992021738	.854552345	0	0	0
32	.878692328	.99252614	.848719085	0	0	0
33	.872071702	.992984504	.84271333	0	0	0
34	.865326867	.993402335	.836547416	0	0	0
35	.858465151	.993784226	.830232952	0	0	0
36	.851493882	.994134165	.823780922	0	0	0
37	.844420365	.994455607	.817201768	0	0	0
38	.837251857	.99475155	.810505455	0	0	0
39	.829995557	.995024609	.803701515	0	0	0
40	.822658584	.995277075	.796799095	0	0	0
41	.815247965	.995510959	.789806979	0	0	0
42	.807770623	.995728033	.782733618	0	0	0
43	.800233358	.995929864	.775587149	0	0	0
44	.792642842	.996117039	.76837541	0	0	0
45	.7850056	.996293194	.761105949	0	0	0

(number of rod = 1 rod / cluster)
U-235 (0.34%)

]
]RUN

ROD DIAMETER = 2.00 CM.

UO-2 + D-2 O ; WITHOUT CLADDING ; SQUARE LATTICE

L	F	P	K(infinite)	BUCKLING	FUEL	D-2 O
6	.994326211	.930763803	.903880792	0	0	0
7	.992014366	.876238708	.845912794	0	0	0
8	.989328505	.905689663	.871977203	0	0	0
9	.986270499	.925815651	.888598876	0	0	0
10	.982843644	.940160926	.899232157	0	0	0
11	.979052511	.950737516	.905840669	0	0	0
12	.974902842	.958754583	.909607406	0	0	0
13	.970401443	.964973568	.911280442	0	0	0
14	.965556102	.969893012	.911352818	0	0	0
15	.960375505	.973850240	.910161481	0	0	0
16	.954869156	.977080056	.90794431	0	0	0
17	.949047303	.979749871	.904874339	0	0	0
18	.942920862	.981981673	.901080984	0	0	0
19	.93650134	.983866008	.896663635	0	0	0
20	.929800767	.985471221	.89170057	0	0	0
21	.92283162	.986849676	.886254938	0	0	0
22	.915606756	.988042028	.880378859	0	0	0
23	.908139336	.989080232	.874116277	0	0	0
24	.900442767	.989989677	.867504983	0	0	0
25	.892530633	.990790744	.860578059	0	0	0
26	.884416627	.991499942	.853364927	0	0	0
27	.876114502	.992130756	.845892122	0	0	0
28	.867638003	.992694293	.838183851	0	0	0
29	.859000822	.99319976	.830262424	0	0	0
30	.850216541	.993654846	.822148564	0	0	0
31	.84129859	.99406601	.813861647	0	0	0
32	.832260202	.99443871	.805419883	0	0	0
33	.823114371	.994777584	.796840451	0	0	0
34	.81387382	.995086591	.788139604	0	0	0
35	.804550967	.995369131	.77933275	0	0	0
36	.795157895	.995628133	.77043452	0	0	0
37	.78570633	.995866132	.761458806	0	0	0
38	.776207617	.996085333	.752418809	0	0	0
39	.766672702	.996287657	.743327069	0	0	0
40	.757112121	.996474789	.73419549	0	0	0
41	.747535982	.996648208	.725035364	0	0	0
42	.737953962	.996809217	.715857389	0	0	0
43	.728375297	.996958967	.706671686	0	0	0
44	.718808779	.997098486	.697487819	0	0	0
45	.709262757	.997228678	.688314908	0	0	0

(number of rod = 1 rod / cluster)

U-235 (0.34%)

ROD DIAMETER = 2.00 CM.

****

U-metal + D-2 O ;WITHOUT CLADDING ; SQUARE LATTICE

****

L	F	P	K(infinite)	BUCKLING	FUEL	D-2
6	.996686124	.77457254	.751286711	0	0	0
7	.995295743	.933898988	.807701318	0	0	0
8	.99366432	.872895486	.844086863	0	0	0
9	.991789916	.899783699	.868446376	0	0	0
10	.989671529	.919057246	.885154003	0	0	0
11	.987308974	.933319586	.896744377	0	0	0
12	.984702804	.944156684	.904762193	0	0	0
13	.981854242	.952576725	.910190262	0	0	0
14	.978765126	.959244284	.913677447	0	0	0
15	.975437867	.964611279	.915666119	0	0	0
16	.971875411	.968993407	.916466542	0	0	0
17	.9680812	.972616442	.916301909	0	0	0
18	.964059141	.975645216	.915336529	0	0	0
19	.959813579	.978202289	.913693978	0	0	0
20	.95534926	.980380285	.911469075	0	0	0
21	.950671304	.982250234	.908735981	0	0	0
22	.94578518	.983867332	.905553771	0	0	0
23	.940696673	.98527498	.901970348	0	0	0
24	.935411857	.986507681	.898025233	0	0	0
25	.929937068	.987593136	.893751576	0	0	0
26	.924278877	.98855379	.889177636	0	0	0
27	.91844406	.989407979	.884327878	0	0	0
28	.912439577	.990170804	.879223787	0	0	0
29	.906272539	.990854786	.873884487	0	0	0
30	.899950186	.991470379	.868327216	0	0	0
31	.893479864	.992026366	.862567682	0	0	0
32	.886868995	.992530166	.856620346	0	0	0
33	.880125057	.992988033	.850498633	0	0	0
34	.873255563	.9934055	.844215106	0	0	0
35	.866268036	.993787035	.837781593	0	0	0
36	.859169987	.994136667	.831209289	0	0	0
37	.851968901	.994457842	.824508841	0	0	0
38	.844672211	.994753553	.817690408	0	0	0
39	.837287286	.995026409	.810763711	0	0	0
40	.829821412	.995278697	.803738076	0	0	0
41	.822281775	.995512425	.796622461	0	0	0
42	.814675452	.99572936	.789425483	0	0	0
43	.807009391	.995931068	.782155434	0	0	0
44	.799290403	.996118935	.774820303	0	0	0
45	.791525152	.996294193	.767427781	0	0	0

****

(number of rod = 1 rod / cluster)

U-235 (0.34%)

ภาคผนวก ค.

การคำนวณหาความคลาดเคลื่อนของเปอร์เซ็นต์ยูเรเนียม[18]

A = จำนวนนับทั้งหมดของ ดีพลีทยูเรเนียม

B = จำนวนนับทั้งหมดของ แบคกราวด์ (เวลาในการนับเท่ากับ A)

S = จำนวนนับทั้งหมดของ ยูเรเนียมธรรมชาติ (เวลาในการนับเท่ากับ A)

จำนวนนับสุทธิทั้งหมดของดีพลีทยูเรเนียม $= A-B \pm \sqrt{A+B}$

$= A_1 \pm \sigma_1$

จำนวนนับสุทธิทั้งหมดของยูเรเนียมธรรมชาติ $= S-B \pm \sqrt{S+B}$

$= A_2 \pm \sigma_2$

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{A_1 \pm \sigma_1}{A_2 \pm \sigma_2}$$

W_1 = เปอร์เซ็นต์ไอโซโทปของยูเรเนียมในดีพลีทยูเรเนียม

W_2 = เปอร์เซ็นต์ไอโซโทปของยูเรเนียมในยูเรเนียมธรรมชาติ

$$\frac{A_1 \pm \sigma_1}{A_2 \pm \sigma_2} = \frac{A_1}{A_2} \pm \frac{1}{A_2^2}\left(A_1^2\sigma_2^2 + A_2^2\sigma_1^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$W_1 = \left[\frac{A_1}{A_2} \pm \frac{1}{A_2^2}\left(A_1^2\sigma_2^2 + A_2^2\sigma_1^2\right)^{\frac{1}{2}}\right] W_2$$

หมายเหตุ A,B หาจากพื้นที่ใต้พีคที่พีคของยูเรเนียม ใช้ Covell's method

พื้นที่ใต้พีค $= \sum_{m=-n}^{+n} A_m - (n+\frac{1}{2})(A_{-n} + A_{+n})$

A_m = จำนวนนับใน m ช่อง

A_{-n} = จำนวนนับที่ช่อง C_{n-}

A_{+n} = จำนวนนับที่ช่อง C_{n+}

ประวัติการศึกษา

นางสาว อุไรวรรณ สุวรรณโพธิ์รุ่ง เกิดเมื่อวันที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2501 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี จากมหาวิทยาลัยศิลปากร เมื่อปี พ.ศ.2523 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่ง นักนิวเคลียร์เคมี 3 กองขจัดกากกัมมันตรังสี สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน โทรศัพท์ 5795230-4 ต่อ 45