

PPGM — L 105 - 76

TRN 1D7700080

PENGUKURAN SR — 90 DARI JATUHAN HUJAN

Suratman
Soedyartomo
Suhartono



BADAN TENAGA ATOM NASIONAL
PUSAT PENELITIAN TENAGA ATOM GAMA
YOGYAKARTA — INDONESIA

We regret that some of the pages in the microfiche
copy of this report may not be up to the proper
legibility standards, even though the best possible
copy was used for preparing the master fiche.

Kimia, Bahan-bahan dan Ilmu Bumi
Kimia
Analisa Kimia dan Analisa Isotop

PPGM - L 105 - 76

Pengukuran Sr-90 dari Jatuhan Hujan

Suratman
Soedyartomo
Suhartono

1976

Badan Tenaga Atom Nasional
PUSAT PENELITIAN TENAGA ATOM GAMA
Jl. Babarsari Kotakpos 8 Telpon 3661
Yogyakarta - Indonesia

D A F T A R I S I

A B S T R A K	iii
KATA PENGANTAR	iv
I. PENDAHULUAN	1
II. CARA KERJA DAN ALAT-ALAT YANG DIGUNAKAN	3
III.1. Alat-alat yang digunakan	3
II.2. Zat pereaksi yang digunakan	3
II.3. Cara kerja	3
II.4. Cara perhitungan	5
III. DATA-DATA PENGAMATAN	6
III.1. Hasil-hasil pengukuran aktivitas sementara sebelum penggunaan larutan standar Sr-90	6
III.2. Hasil-hasil analisa pendahuluan Sr-90 dalam contoh jatuhan	7
IV. PEMBICARAAN	8
V. KESIMPULAN	9
DAFTAR PUSTAKA	12

A B S T R A K

Dipelajari cara kerja pengukuran radioaktivitas Strontium 90 yang ada di dalam contoh jatuhan/lingkungan, disamping pengukuran radioaktivitas gross beta dari contoh tersebut. Dalam penelitian pendahuluan ini Strontium 90 dipisahkan dari kation lainnya terutama hasil belahan dengan asam nitrat berasap, kemudian diukur radioaktivitasnya dalam bentuk Strontium oxalat. Disajikan hasil pengukuran radioaktivitas Strontium 90 dan gross beta dalam contoh jatuhan.

A B S T R A C T

The procedure of radioactivity measurement of Strontium 90 in the rain fall-out ~~has been studied~~ as well as the measurement of the fall-out gross beta activity. ~~In the~~ **have been studied.** preliminary study, Strontium 90 is separated from other cations especially fission products by fuming nitric acid, and radioactivity measurement is carried out in the form of Strontium Oxalate.

This report gives radioactivity measurement data of Strontium 90 and the gross beta activity in the fall-out.

KATA PENGANTAR

Penelitian tentang cara pengukuran radioaktivitas Sr-90 Cs-137 dan radionuklida lain dari jatuhan/lingkungan perlu dilakukan dalam menunjang perkembangan tenaga nuklir di Indonesia pada umumnya, khususnya dalam bidang Fisika Kesehatan. Penelitian ini merupakan kelanjutan dari cara pengukuran radioaktivitas gross beta yang telah dilakukan terhadap contoh jatuhan/lingkungan.

Mengingat fasilitas (bahan dan alat) yang tersedia dan waktu yang relatif singkat, maka dalam penelitian ini baru dapat dilaksanakan pengukuran radioaktivitas Sr-90 untuk contoh jatuhan dengan menggunakan asam nitrat berasap sebagai pereaksi pengendap. Dengan demikian hasilnya pun belum dapat seperti apa yang diharapkan. Tetapi walaupun percobaan pendahuluan telah dikerjakan sejak tahun 1974 oleh karena penyediaan larutan standar Sr-90 baru dapat dilaksanakan pada bulan Desember 1975, maka data yang dapat dikemukakan sampai saat ini belum begitu memuaskan.

I. PENDAHULUAN

Pengukuran radioaktivitas jatuhan/lingkungan merupakan aspek proteksi radiasi dan juga kontrol lingkungan terhadap bahaya radiasi. Pelaksanaan pengukuran radioaktivitas jatuhan/lingkungan ini perlu mendapatkan perhatian, mengingat perkembangan dalam bidang nuklir yang pesat, juga di Indonesia terutama di Yogyakarta dengan akan dibangunnya Reaktor Atom di Pusat Penelitian Tenaga Atom Gama. Hasil dari pengukuran radioaktivitas jatuhan/lingkungan digunakan untuk mengevaluasi dan meningkatkan kontrol terhadap radioaktivitas yang dibeskan dari fasilitas nuklir, yang sangat perlu untuk membuktikan bahwa konsentrasi radioisotop yang dapat membahayakan tidak melebihi batas yang aman.

Mengingat fasilitas yang ada, selama ini baru dapat dilaksanakan pengukuran radioaktivitas gross beta. Meskipun dari pengukuran radioaktivitas gross beta dapat memberikan gambaran tingkat radioaktivitas yang ada pada contoh jatuhan maupun lingkungan, tetapi untuk penetapan tingkat bahaya atau aktivitas dari radionuklida yang ada perlu suatu pengukuran radioaktivitas dari masing-masing radionuklida yang terdapat di dalam contoh jatuhan/lingkungan tersebut, terutama radionuklida yang besar bahayanya terhadap manusia. Sebagai contoh dalam hal ini diantaranya adalah radionuklida Sr-90, Cs-137, I-131. Radionuklida tersebut dihasilkan baik dalam proses pembelahan seperti Sr-90, Cs-137, I-131 ataupun dalam proses pembuatan radioisotop di dalam reaktor.

Pada penelitian ini hanya Sr-90 yang dapat dipelajari dan

dilakukan pengukurannya dengan cara kerja yang dapat dilaksanakan sesuai dengan fasilitas yang ada. Cara kerja yang dilakukan adalah dengan menggunakan HNO_3 pekat sebagai larutan pengendap, disamping dipersiapkan cara kerja lain terutama yang hanya memerlukan alat dan bahan yang sederhana dan tidak mahal, tanpa melupakan keandalan data hasilnya. hingga dapat dibandingkan hasil-hasilnya. Dari perbandingan tersebut akan dapat dipilih cara kerja yang cocok untuk analisa rutin, sedapat mungkin yang sederhana, efisiensi tinggi, memerlukan waktu singkat dan murah. Sampai saat ini penelitian ini belum dapat banyak dikerjakan dan hanya dikerjakan untuk beberapa contoh sebagai penelitian pendahuluan, contoh yang dikerjakan baru contoh jatuhan dan belum dilakukan untuk contoh lingkungan.

Pemilihan HNO_3 pekat (60%) sebagai larutan pengendap untuk penetapan Sr-90 didasarkan pada kesederhanaan langkah penetapan, mudahnya pereaksi didapat serta peralatan yang sederhana. Dalam HNO_3 (60%) Sr-90 yang diendapkan hanya 81%, sedangkan dengan penggunaan HNO_3 (70%) atau (80%) menghasilkan pengendapan Sr-90 sebanyak 100%. Pada penggunaan HNO_3 (70%) atau (80%), unsur pengganggu yang sifatnya mirip dengan Sr yaitu Ca dan Ba turut diendapkan dalam jumlah yang besar dan sukar dipisahkan. Sedang dengan HNO_3 (60%) hanya Ba sebagai unsur pengganggu, yang mudah dipisahkan dengan larutan pengendap HCl-Ether.

II. CARA KERJA DAN ALAT-ALAT YANG DIGUNAKAN

II.1. Alat-alat yang digunakan

- Tabung sentrifuge 50 ml
- Cawan porselin ϕ 10 cm
- Pipet ukur
- Pipet mikro
- Flanset aluminium
- Kompar listrik
- Lampu pemanas
- Sentrifuge
- Pencacah later rendah

II.2. Zat pereaksi yang digunakan

- HNO_3 pekat berasap
- HCl pekat
- NH_4OH
- $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ jenuh
- $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ sebagai larutan pengemban Sr.
- $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ sebagai larutan pengemban Ba.

II.3. Cara kerja

1. Larutkan contoh dengan HCl 5N, kemudian disaring, larutan diuapkan hingga volumenya tinggal kira-kira 2 ml dan kemudian dimasukkan ke dalam tabung sentrifuge 50 ml.
2. Tambahkan larutan pengemban Sr dan Ba masing-masing 10 mg (larutan pengemban Sr = 20 mg/ml dan Ba = 20 mg/ml).

3. Tambahkan HNO_3 pekat secukupnya hingga larutan HNO_3 di dalam campuran menjadi 60%.
4. Dibiarkan selama 5 menit dalam temperatur kamar dan sering diaduk, disentrifuge selama 5 menit.
5. Larutan didekanter untuk menghilangkan kelebihan HNO_3 dan ion lain yang tidak mengendap.
6. Larutkan endapan dengan penambahan larutan pengemban Sr dan Ba masing-masing 10 mg dan tambahkan 1 ml air. Kemudian tambahkan HNO_3 pekat hingga menjadi 60%.
7. Langkah 4 dan 5 diulangi.
8. Endapan dilarutkan dalam 3 ml air.
9. Dalam larutan 3 ml tersebut ditambahkan 10 ml larutan HCl - Ether (4:1) dan diaduk baik-baik.
10. Langkah 4 diulangi.
11. Larutan didikanter masukkan dalam tabung sentrifuge yang lain dan endapan dibuang.
12. Tambahkan pada larutan 10mg Ba pengemban, maka $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ akan mengendap lagi.
13. Langkah 4 diulangi.
14. Larutan didekanter masukkan dalam cawan porselin, endapan dibuang. Larutan HCl -Ether diuapkan, residu ditambah air dan diuapkan lagi.
15. Setelah HCl -Ether menguap, residu ditambah 8 ml air.
16. Tambahkan NH_4OH secukupnya hingga larutan menjadi basa dan kemudian dididihkan.
17. Tambahkan 2 ml larutan jenuh ammonium oxalat dan diaduk hati-hati sampai terbentuk endapan SrC_2O_4 .

18. Dididihkan lagi dan dibiarkan 5 menit tanpa pemanasan dan sering diaduk, kemudian disentrifuge selama 5 menit.
19. Larutan dibuang dengan jalan didedanter atau dengan tabung penghisap.
20. Endapan dimasukkan ke dalam planset, keringkan dengan lampu pemanas dan kemudian dicacah dengan penecah latar rendah.

II.4. Cara perhitungan

Cara perhitungan untuk contoh jatuhan digunakan rumus :

$$(\mu\text{Ci/bulan}) = \frac{\text{cpm}}{2.22 \times 10^6} \times \frac{100}{E} \times \frac{100}{Y}$$

dimana :

cpm = Cacah permenit yang diperoleh dari pencacahan setelah dikoreksi dengan faktor pertumbuhan $Y-90$.

E = Efisiensi dari detektor yang diperoleh dari contoh standar (dalam %).

Y = Prosentase hasil, diperoleh dari contoh blanko (%).

Untuk contoh lingkungan digunakan rumus :

$$(\mu\text{Ci/gr Ca}) = \frac{\text{cpm}}{22.2 \times 10^6} \times \frac{100}{E} \times \frac{100}{Y} \times \frac{100}{Ca}$$

dimana :

Ca = Banyaknya Ca dalam contoh abu atau kering (dalam %).

III. DATA-DATA PENGAMATAN

III.1. Hasil-hasil pengukuran aktivitas sementara sebelum penggunaan larutan standar Sr-90

Cuplikan	Cacah total/ 30 menit	Cacah Sr-90/ 30 menit	Cacah sisa pada planset/30 menit
Jan. II. 74	74	< background	< background
Jan. III. 74	46	16	< background
Mr.t. I. 74	162	< background	5
Mr.t. II. 74	133	32	5
Apr. I. 74	50	31	12
Mei I. 74	134	15	25
Mei III. 74	89	19	7
Jun. I. 74	19	< background	10
Jun. II. 74	35	7	< background
Jun. III. 74	28	2	16
Agt. I. 74	418	34	< background
Agt. II. 74	287	10	19
Agt. III. 74	563	57	6
Agt. IV. 74	314	35	8

Keterangan : Angka Romawi I, II, III menunjukkan banyaknya penampung contoh tiap bulan.

III.2. Hasil-hasil analisa pendahuluan Sr-90 dalam contoh jatuhan

Cuplikan	C a c a h		% hasil	µCi/bulan
	Total/30 menit	Cpm		
<i>Background</i>	91,5	3,05	82,58	
1 ml standar	490	12,96	82,58	
1 ml standar	222	4,02	83,09	
1 ml standard	568	15,55	74,60	
Blanko	90	< Background	72,36	-
<i>Background</i>	90	3,00		
1 ml standar	310	7,34	64,43	
Is. Jum. Des. 75	84	< Background	84,59	
No. IV. Des. 75	88	< Background	76,23	
Blanko	92	< Background	89,00	
<i>Background</i>	122	4,07		
Feb. I. 75	123	< Background	-	-
Feb. II. 75	129	0,23	-	-
Standar	304	6,06	-	
Blanko	121	< Background	-	-
<i>Background</i>	106	3,53		
Mart. VI. 75	161	0,87	73,85	$1,82 \times 10^{-5}$
Mart. VII. 75	171	1,20	63,38	$2,92 \times 10^{-5}$
Standar	407	5,39	68,12	
Blanko	109	< Background	80,07	-

IV. PEMBICARAAN

1. Dari tabel hasil-hasil pengukuran aktivitas sementara sebelum penggunaan larutan standar Sr-90, dari beberapa contoh jatuhan yang aktivitas gross betanya cukup tinggi, setelah dilakukan analisa ternyata masih ada aktivitas yang dapat terukur. Dalam hal ini masih dinyatakan dalam satuan cacah per 30 menit, karena belum ada larutan standar Sr-90.
2. Penggunaan HNO_3 pekat berasap adalah salah satu cara yang cukup baik untuk pemisahan Sr-Ba dari hasil-hasil pembelahan, juga dengan cara pengendapan Sr sebagai $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ ini merupakan cara pemisahan Sr-90 dari Y-90 pula, meskipun dari pengukuran ini belum dilakukan koreksi dengan faktor pertumbuhan Y-90.
3. Dari tabel III.2. ternyata hasil-hasil analisa pendahuluan dari beberapa contoh dan larutan standar, menunjukkan prosen hasil (%yield) sekitar 60-90 %. Effisiensi total dalam analisa dan dalam pencacahan hanya $\pm 3,4\%$, (Dari tabel III.2. analisa 1 ml larutan standar yang dilakukan bersama-sama dengan contoh didapatkan hasil rata-rata 6,26 cpm, dari aktivitas semula 185dpm, berarti effisiensi = $\frac{6,26}{185} \times 100\% = 3,4\%$) hal ini mungkin disebabkan karena effisiensi sistem pencacah aktivitas rendah hanya sekitar 10%, juga peralatan analisa masih dalam tarap perkembangan dan persiapan.
4. Larutan standar Sr-90 yang digunakan aktivitasnya adalah 184,7 dpm/ml. Kemungkinan dalam pembuatan larutan standar kurang tepat disebabkan tidak adanya timbangan mikro yang mengurangi kesalahan dalam pembuatan larutan standar.

5. Aktivitas Sr-90 dinyatakan dalam $\mu\text{Ci}/\text{grCa}$ karena penyerapan Sr-90 oleh tulang berdasarkan atas kebutuhan tulang akan Ca.

V. KESIMPULAN

1. Pengukuran radioaktivitas gross beta dari jatuhan tetap perlu dilakukan disamping pengukuran radioaktivitas Sr-90. Data yang dilaporkan sampai dengan bulan Februari 1976.
2. Effisiensi yang diperoleh pada pengukuran radioaktivitas Sr-90 dengan cara kerja ini hanya kira-kira 3,4%, hal ini karena peralatan dan cara kerja yang masih perlu lebih disempurnakan.
3. Mengingat peralatan dan pereaksi yang diperlukan cukup sederhana dan mudah diperoleh, maka cara kerja ini perlu lebih ditingkatkan untuk mendapatkan effisiensi kerja yang lebih tinggi.
4. Dalam pengukuran radioaktivitas Sr-90 tersebut hanya dilakukan terhadap contoh jatuhan yang mempunyai aktivitas gross beta yang cukup tinggi.
5. Cara kerja pengukuran radioaktivitas Sr-90 tersebut pada saat ini belum dapat dibandingkan dengan cara kerja yang lain seperti pengukuran Sr-90 dengan cara ekstraksi pelarut, karena belum tersedianya peralatan maupun pereaksi. Sehingga belum dapat dilakukan pengukuran Cs-137 dan nuklida lainnya.
6. Disamping perlu melanjutkan penelitian perbandingan cara kerja pengukuran radioaktivitas Sr-90, juga perlu dilakukan penelitian cara kerja pengukuran aktivitas radionuklida lainnya terutama yang penting dalam Fisika Kesehatan.

Aktivitas $\mu Ci / km^2$ bulan

10^1

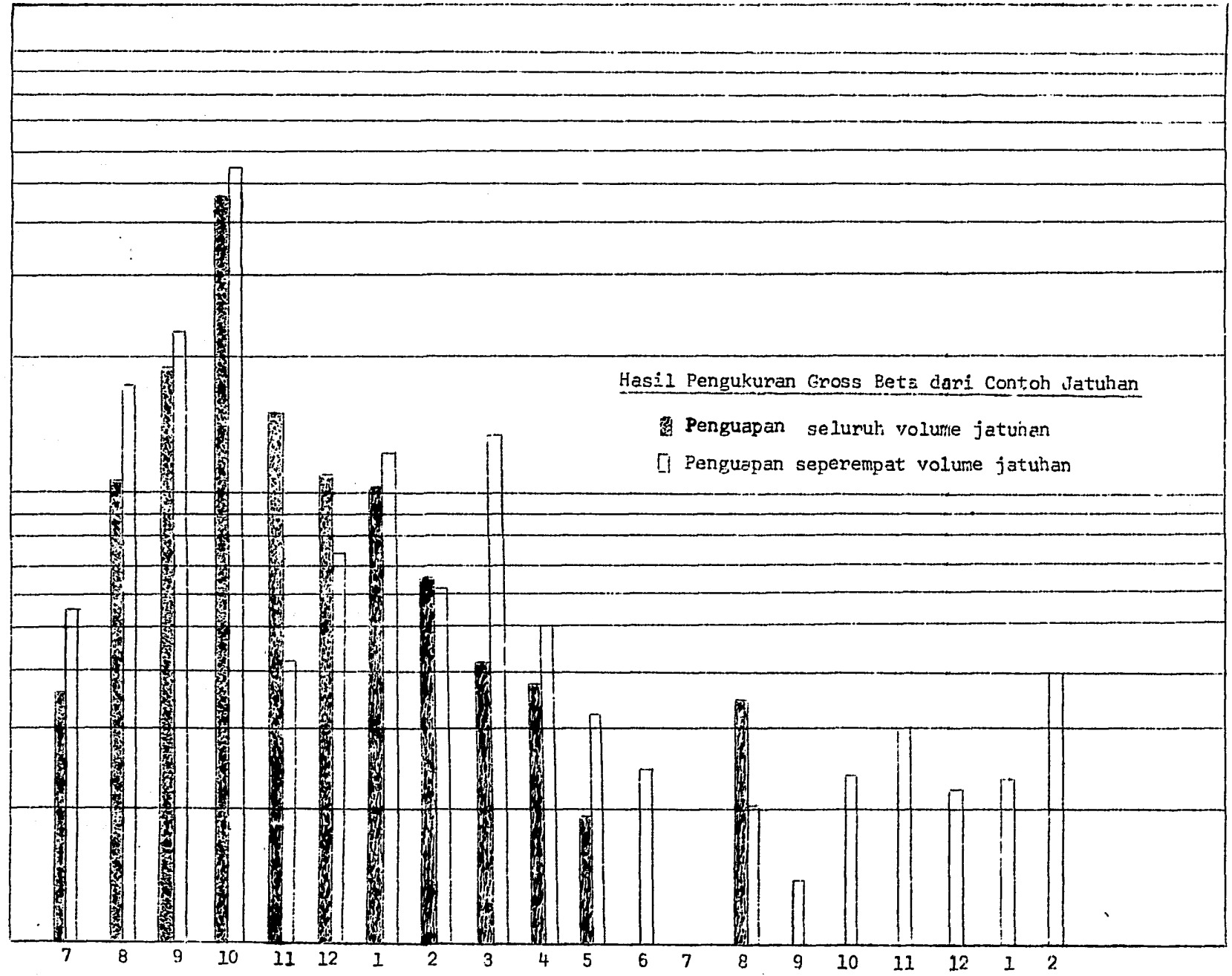
10^3

10^2

Hasil Pengukuran Gross Beta dari Contoh Jatuhan

- ▨ Penguapan seluruh volume jatuhan
- Penguapan seperempat volume jatuhan

← 1974 → ← 1975 → ← 1976 →



DAFTAR PUSTAKA

1. Flynn. W. W., *"The Determination of Strontium 90 in Environmental and Biological materials using Di-(2-ethylhexyl) phosphoric acid"*. Australian Atomic Energy Commission. Desember 1967.
2. Suratman, *"Pengukuran Radioaktivitas beta fall-out"*, Thesis Sarjana Kimia Fakultas Ilmu Pasti dan Alam, Universitas Gajah Mada. April 1971 - April 1973.
3. Hutapea S. M.Sc., Amung Widodo. Drs., *"Low Level Counting"*. FRAB/Sem. IS. I/K-30/70.
4. *"The Radiochemistry of Barium, Calcium and Strontium"*, U.S. Atomic Energy Commission, NAS-Ns, 3010. January 1960.
5. *"HASL Manual of Standard Procedures"*, U.S. Atomic Energy Commission, NYO 4700. February 1960.