

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 สารรังสี

อเมรีเซียม-241 ความแรงรังสีจำเพาะ 0.1988 $\mu\text{Ci/g}$ (1 กุมภาพันธ์ 2540)

คลอรีน-36 ความแรงรังสีจำเพาะ 0.1999 $\mu\text{Ci/g}$ (1 กุมภาพันธ์ 2540)

เรเดียม-226 ความแรงรังสีจำเพาะ 3, 10, 100 และ 500 pCi/ml (1 ตุลาคม 2536)

3.1.2. สารเรืองแสง

Optiphase Hisafe 3 Wallac

Optiscint Hisafe Wallac

3.1.3 สารเคมีทั่วไป

โทลูอีน (toluene, AR grade, Merck)

แบเรียมคลอไรด์ไดไฮเดรต (barium chloride-2-hydrate, $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, AR grade)

กรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid, HCl, AR grade Merck)

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

- กรวยแยกขนาด 500 ml (separatory funnel)
- ขวดปริมาตร 500 ml (volumetric flask) ขนาดต่าง ๆ
- บีกเกอร์ (beaker) ขนาดต่าง ๆ
- เทอร์โมมิเตอร์ 0-100° C
- ปิเปต ขนาด 10 ml (measuring pipet)
- เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
- เครื่องวัดลิกวิดซินทิลเลชัน (liquid scintillation counter), LKB Wallac Model 1220 Quantulas

- ขวดบรรจุตัวอย่าง (scintillation vial) ขนาด 20 ลบ.ซม.

3.3 การเตรียมสารละลาย

การเตรียมสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226²²

สำหรับการเตรียมสารละลายที่ใช้ในการเตรียมมาตรฐานเรเดียม-226 ตามวิธีการมาตรฐานทำได้โดยเตรียมสารละลายกรดแบเรียมคลอไรด์จากแบเรียมคลอไรด์ไดไฮเดรต ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) นำหนัก 17.79 กรัมใส่ในขวดปริมาตรขนาด 1 ลิตรเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตรเก็บไว้เป็นสารละลายสต็อก

นำสารละลายสต็อกแบเรียมคลอไรด์ปริมาตรจำนวน 200 มิลลิลิตรใส่ลงในขวดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตรเติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตรแล้วกรองด้วยกระดาษกรองเมมเบรน (Membrane Filter) เก็บไว้เป็นสารละลายเจือจางแบเรียมคลอไรด์

นำกรดไฮโดรคลอริกจำนวน 20 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดปริมาตรขนาด 1 ลิตรแล้วเติมสารละลายเจือจางแบเรียมคลอไรด์จนได้ปริมาตร 1 ลิตรเก็บไว้เป็นสารละลายกรดแบเรียมคลอไรด์

สำหรับการเตรียมสารละลายมาตรฐานเรเดียม-226

นำสารละลายเรเดียม-226 ความเข้มข้น 3, 10, 100 และ 500 pCi/ml จำนวน 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดปริมาตรขนาด 500 มิลลิลิตรเติมสารละลายกรดแบเรียมคลอไรด์จนได้ปริมาตรครบ 500 มิลลิลิตร เก็บไว้ประมาณ 1 เดือนเพื่อให้เรดอน-222 อยู่ในสมดุลย์ ได้ความเข้มข้นของเรดอน-226 ความเข้มข้น 6.66, 22.2, 222 และ 1110 Bq/500 มิลลิลิตร

3.4 การหาประสิทธิภาพการวัดรังสีอัลฟา

เปรียบเทียบสเกลของวงจร Pulse Shape Analyser (PSA) เพื่อหาช่วงวิเคราะห์เวลาที่เหมาะสมสำหรับวัดรังสีอัลฟา โดยใช้เครื่องวัดลิวทิลซินทิลเลชัน

ในการวัดรังสีอัลฟาโดยใช้เครื่องวัดลิวทิลซินทิลเลชันนั้น จะมีการรบกวนของรังสีเบตาจากนิวไคลด์อื่น ๆ ได้ด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเปรียบเทียบสเกล Pulse Shape Analyser(PSA) เพื่อให้ได้ค่าที่สามารถตัดสิ่งรบกวนออกซึ่งและทำให้ประสิทธิภาพในการวัดรังสีอัลฟาด้วยเครื่องวัดลิวทิลซินทิลเลชันสูงสุด

ในการทดลองครั้งนี้ได้เปรียบเทียบ PSA และหาประสิทธิภาพการนับรังสีอัลฟา โดยใช้สารรังสีมาตรฐานของ Am-241 สลายตัวให้เฉพาะรังสีอัลฟาและสารรังสีมาตรฐานของ Cl-36 สลายตัวให้เฉพาะรังสีเบตา

3.4.1 การเตรียมสารรังสีมาตรฐาน Am-241

1. หยดสารรังสี Am-241 ประมาณ 0.025 g ลงในขวดขวดบรรจุสารตัวอย่าง (Vial) ชั่งน้ำหนักและบันทึกน้ำหนักที่แน่นอนแล้วคำนวณหาความแรงรังสี (activity) ของ Am-241
2. บีบน้ำจำนวน 8 ลบ.ซม. และ Optiphase Hisafe 3 จำนวน 12 ลบ.ซม. ใส่ลงในขวดบรรจุสารตัวอย่างเขย่าให้เข้ากัน
3. วัดรังสีอัลฟาด้วยเครื่องลิวทิลเลชันทิลเลชัน ด้วยการแปรเปลี่ยนสเกลวิเคราะห์รูปร่างสัญญาณของ PSA ที่ 100 ถึง 220 โดยปรับสเกลขึ้นครั้งละ 5 บันทึกค่าการนับในช่องวัดรังสีอัลฟา (A) และรังสีเบตา (B)

คำนวณหาการรบกวนของรังสีอัลฟาในช่วงการนับของรังสีเบตา (T_{α}) ดังนี้¹⁵

$$T_{\alpha} = \frac{A}{A+B} \quad \text{-----} 2$$

คำนวณหาประสิทธิภาพการวัด

$$\% \text{ Eff} = \frac{A}{\text{dpm}} \times 100 \quad \text{-----} 3$$

3.4.2 การเตรียมสารรังสีมาตรฐานของ Cl-36

1. หยดสารรังสี Cl-36 ประมาณ 0.025 g ลงในขวดบรรจุตัวอย่าง (vial) บันทึกน้ำหนักที่แน่นอนแล้วคำนวณหาความแรงรังสีเบตาของ Cl-36
2. บีบน้ำจำนวน 8 ลบ.ซม. และ Optiphase Hisafe-3 12 ลบ.ซม. ใส่ลงในขวดบรรจุตัวอย่าง เขย่าให้เข้ากัน
3. วัดรังสีเบตาด้วยเครื่องวัดลิวทิลเลชันทิลเลชัน ด้วยการแปรเปลี่ยนสเกลวิเคราะห์รูปสัญญาณของ PSA ตั้งแต่ 100 ถึง 220 โดยปรับสเกลขึ้นครั้งละ 5 บันทึกค่าการนับรังสีอัลฟา (A) และรังสีเบตา (B)

คำนวณหาการรบกวนของรังสีเบตาในช่วงการนับของรังสีอัลฟา (T_{β}) ดังนี้¹⁵

$$T_{\beta} = \frac{B}{A+B} \quad \text{-----} 4$$

คำนวณหาประสิทธิภาพการวัดดังนี้

$$\% \text{ Eff} = \frac{B}{\text{dpm}} \times 100 \quad \text{-----} 5$$

ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.1 และเส้นกราฟรูปที่ 4.1

3.5 ศึกษาหาอัตราส่วนที่เหมาะสมของปริมาตรของตัวอย่างและปริมาตรของคอกเทล

เนื่องจาก liquid scintillation solution ประกอบด้วยโทลูอิน ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารสกัด เรดอน-222 จากสารตัวอย่างมาตรฐานและคอกเทลซึ่งทำหน้าที่เป็นสารเรืองแสง (scintillator) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาอัตราส่วนที่เหมาะสมระหว่างองค์ประกอบทั้ง 2 โดยใช้สารกัมมันตรังสีเรเดียมมาตรฐาน

เตรียมสารรังสีมาตรฐานของเรเดียม-226 (Ra-226) ให้มีความแรง 0.111, 0.37, 3.7 และ 18.5 Bq/ml ตามลำดับและนำไปผสมกับโทลูอินและคอกเทลปริมาณต่างๆ กัน โดยมีขั้นตอนต่อไปนี้

1. เตรียมสารรังสีมาตรฐานของเรเดียม-226 ให้มีความเข้มข้น 3 pCi/100 ml และทิ้งไว้ 1 เดือน เพื่อให้อยู่ในสมดุลย์
2. นำสารละลายมาตรฐานของเรเดียม-226 ในขั้นตอนข้อ 1 ใส่ลงในกรวยแยกขนาด 250 ml จำนวน 100 ml เติมโทลูอิน 30 ml
3. เขย่านาน 5 นาที ทิ้งไว้ให้แยกชั้นอย่างสมบูรณ์
4. ไซ้ชั้นของน้ำทิ้งลงในถังเก็บกาก เก็บส่วนที่เป็นชั้นของโทลูอิน
5. ปิเปิดส่วนที่เป็นโทลูอิน จำนวน 2 ml ลงใน Vial จำนวน 9 ใบ
6. เติมโทลูอินในแต่ละขวดบรรจุสาร จำนวน 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16 และ 18 ml ตามลำดับ
7. เติมคอกเทล Opticscint Hisafe ลงในขวดบรรจุสารแต่ละขวดเท่ากับ 18, 16, 14, 12, 10, 8, 6, 4 และ 2 ml ตามลำดับจะได้อัตราส่วนของปริมาตรของตัวอย่างกับปริมาตรของคอกเทล 2:18, 4:16, 6:14, 8:12, 10:10, 12:8, 14:6 และ 18:2 ตามลำดับ
10. ปรับค่า PSA ของเครื่องวัดลิวทิลเลชัน ที่ 140 (จากผลการปรับเทียบในข้อที่ 3.4)
11. เก็บขวดบรรจุสาร ไว้ในเครื่องลิวทิลเลชัน นาน 4 ชั่วโมง เพื่อให้นิวไคลด์ลูกของเรดอน-222 อยู่ในสมดุลย์
12. เปิดเครื่องนับนาน 60 นาที บันทึกผลที่ได้

ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.2 และเส้นกราฟรูปที่ 4.2

3.6 ศึกษาหาปริมาณโทลูอินที่เหมาะสมในการสกัดเรดอน-222 ในน้ำ

จุดประสงค์ของการศึกษาในขั้นตอนนี้ เพื่อหาปริมาณของโทลูอินที่เหมาะสมสำหรับการสกัดเรดอน-222 จากตัวอย่างน้ำ จำนวน 500 ml ให้ได้ประสิทธิภาพการสกัดเรดอน-222 สูงสุด

วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารรังสีมาตรฐานของเรเดียม-226 (Ra-226) ความเข้มข้น 10 pCi/500 ml ทิ้งไว้นาน 1 เดือน เพื่อให้อยู่ในสมดุล
2. นำสารรังสีมาตรฐาน จำนวน 500 ml บรรจุในกรวยแยกขนาด 500 ml จำนวน 4 ใบ
3. เติมหุโทลูอินปริมาณ 15, 20, 40 และ 60 ml ลงในแต่ละกรวยแยก ตามลำดับ
4. เขย่าสารผสมในกรวยแยกนาน 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้นอย่างสมบูรณ์
5. ไขส่วนที่เป็นน้ำทิ้งในถังเก็บกากรังสี เก็บส่วนที่เป็นโทลูอินไว้
6. ปิเปตชั้นของโทลูอิน จำนวน 10 ml ใส่ลงในขวดบรรจุสาร
7. ปิเปตคอกเทล Optiscint Hisafe 10 ml ลงในขวดบรรจุสารข้อ 6
8. ปรับค่า PSA ของเครื่องลิวทอนทิลเลขที่ 140
9. เก็บขวดบรรจุสารที่ใส่ตัวอย่างไว้ในเครื่องลิวทอนทิลเลขที่ 4 ชั่วโมง
10. เปิดเครื่องนับนาน 60 นาที บันทึกผลที่ได้

ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.3 และเส้นกราฟรูปที่ 4.3 และ 4.4

3.7 ศึกษาหาประสิทธิภาพของการสกัด (E_r)

จากขั้นตอนการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการตั้งสเกลวิเคราะห์รูปร่างพัลส์ PSA (Pulse Shape Analyser) ที่เหมาะสมคือ 140 และอัตราส่วนของตัวอย่างกับคอกเทลที่ได้จากการทดลองขั้นตอนที่ 2 คือ ปริมาตรของตัวอย่างและปริมาตรของคอกเทลใช้อัตราส่วน 10 มิลลิลิตร ต่อ 10 มิลลิลิตร และจากขั้นตอนการทดลองที่ 3 การใช้ปริมาตรโทลูอินในการสกัดเรดอน-222 จากตัวอย่างน้ำ จำนวน 500 ml พบว่าต้องใช้จำนวนของโทลูอิน 20 ml

จากตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพของเรดอน-222 จากคุณสมบัติการละลายของเรดอน-222 พบว่าเรดอนสามารถละลายได้ในตัวกลางที่เป็นน้ำ อากาศ และตัวทำละลายอินทรีย์ โดยเฉพาะโทลูอินที่ใช้สำหรับสกัดเรดอน-222 จากตัวอย่างน้ำ ดังนั้นในการคำนวณหาปริมาณของ

เรดอน-222 ทั้งหมดในตัวอย่างน้ำ จึงต้องคำนึงถึงค่าสัมประสิทธิ์การละลาย (coefficient of solubility) ในตัวกลางทั้งหมด การหาค่าประสิทธิภาพการละลายของเรดอน-222 ในตัวกลางใช้สูตร¹²

$$E_r = \frac{K_t V_t + K_w V_w + V_a}{K_t V_t} \quad \text{-----} \quad 6$$

โดยที่

- E_r = ประสิทธิภาพการละลายของเรดอนในตัวกลางทั้งหมด
- K_t = ค่าสัมประสิทธิ์การละลายของเรดอนในโทลูอีน ที่ 18°C มีค่าเท่ากับ 13.2 (Coefficient of Solubility at atmospheric pressure in toluene)
- K_w = ค่าสัมประสิทธิ์การละลายของเรดอนในน้ำที่ 20°C มีค่าเท่ากับ 0.25 (Coefficient of Solubility at atmospheric pressure in water)
- V_t = ปริมาตรของโทลูอีนที่ใช้ในการสกัด
- V_w = ปริมาตรของน้ำ
- V_a = ปริมาตรของอากาศในกรวยแยก

นอกจากนี้การวัดรังสีอัลฟาจากเรดอนด้วยเครื่องวัดลิวทอนทิลเลชัน จะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพการวัด (E_t) จากเครื่องลิวทอนทิลเลชันด้วย ซึ่งค่า E_t หาได้ดังนี้

$$E_t = \frac{\text{cpm} \times E_r}{\text{dpm} \times \exp(-7.5589 \times 10^{-3} t)} \quad \text{-----} \quad 7$$

โดยที่

- E_t = ประสิทธิภาพการวัดรังสีอัลฟาด้วยเครื่องลิวทอนทิลเลชัน
- cpm = คำนับของรังสีอัลฟาทั้งหมด
- dpm = ค่าความแรงรังสีอัลฟาจากตัวอย่างมาตรฐาน
- E_r = ค่าประสิทธิภาพการละลายของเรดอนในตัวกลางทั้งหมด
- t = เวลาวัดตัวอย่างเป็นชั่วโมง

ในการหาค่าประสิทธิภาพการวัด (E_t) หาได้โดยใช้สารรังสีมาตรฐาน Ra-226 ความแรงรังสี 10 pCi/500 ml โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมความแรงรังสีมาตรฐานของ Ra-226 ความเข้มข้น 0.111, 0.37, 3.7 และ 18.5 Bq/liter
2. นำสารละลายมาตรฐาน Ra-226 จำนวน 500 ml และ โทลูอีนจำนวน 20 ml ใส่ลงในกรวยแยกขนาด 500 ml
3. เขย่านาน 5 นาที ทิ้งไว้ให้แยกชั้นอย่างสมบูรณ์
4. ไขชั้นน้ำทิ้งลงในถังเก็บกาก
5. ปิเปิดชั้นของโทลูอีน 10 ml ใส่ลงใน ขวดบรรจุสาร
6. เติมคอกเทล Optiscint HiSafe 10 ml ลงในขวดบรรจุสารเขย่าให้เข้ากัน
8. ปรับ PSA ของเครื่องลิดวิดซินทิลเลขที่ 140
9. เก็บขวดบรรจุสารภายในเครื่องลิดวิดซินทิลเลขที่นานประมาณ 4 ชม. เพื่อให้นิวไคลด์ลูกของเรดอน-222 อยู่ในสมดุลย์
10. เปิดเครื่องนับรังสีนาน 120 นาที
11. คำนวณค่า E_t ตามสมการที่ 6
12. หาค่าความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพการวัดกับค่านับรังสีที่ได้

ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.4 และเส้นกราฟรูปที่ 4.5

3.8 การหาขีดจำกัดต่ำสุดของการวัดสำหรับการหาความเข้มข้นของเรดอน-222 โดยใช้เครื่องวัดลิดวิดซินทิลเลขที่ Wallac Quantulus 1220

จุดประสงค์เพื่อหาขีดจำกัดต่ำสุดของการวัด (lower limited of detection) หาค่าความเข้มข้นของเรดอน-222 ในน้ำโดยใช้เครื่องลิดวิดซินทิลเลขที่ โดยระบบการวัดจากการทดลองที่ผ่านมา วัดแบกกราวด์ของระบบแล้วคำนวณหาขีดจำกัดของการวัด (lower limit of detection (LLD) ได้ดังนี้¹⁶

$$LLD = \frac{2.71 + 4.65 \sqrt{C_B t_B}}{60 V_{S_t} E_t} \quad \text{-----} 9$$

โดยที่:

- LLD = ค่าขีดจำกัดของการวัด หน่วย แบคเคอเรล/ลิตร
 C_B = ค่าอัตราการนับแบคกราวด์ หน่วย cpm
 T_B = เวลาในการนับแบคกราวด์หน่วยนาที

| | | |
|-------|---|----------------------------------------------|
| T_s | = | เวลาในการนับตัวอย่างหน่วยนาที |
| V | = | ปริมาตรของตัวอย่างหน่วยลิตร |
| E_t | = | ประสิทธิภาพการนับของเครื่องลิดวิดซินทิลเลชัน |

ได้การทดลองแสดงในตารางที่ 4.5

3.9 การหาค่าความเข้มข้นของเรดอนจากตัวอย่างน้ำ

จากการทดลองตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 4 เป็นการศึกษาวิธีการวัดรังสีอัลฟา และการสกัดเรดอน-222 พบว่าองค์ประกอบที่เหมาะสมของการวัดด้วยเครื่องวัดลิดวิดซินทิลเลชัน Wallac Quntulus 12201 คือ ตั้ง PSA ที่ 140 และอัตราส่วนของตัวอย่างหลังจากการสกัดเรดอน-222 ด้วยโทลูอินกับคอกเทล Optiscint Hisafe คือ 10:10 และใช้ปริมาณของโทลูอิน 20 ml ในการสกัดจากตัวอย่างน้ำ 500 ml ส่วนประสิทธิภาพการละลายของเรดอน-222 ในตัวกลางทั้งหมด (E_r) สามารถหาได้จากสมการที่ 6 และประสิทธิภาพการวัด (E_t)¹² ที่คำนวณได้จากขั้นตอนการทดลองที่ 4 ดังนั้นสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของเรดอน-222 ได้ดังนี้¹²

$$A = \frac{2A_t \times E_r}{V_w E_t \times \exp(-7.589 \times 10^{-3} t)} \quad \text{----- 8}$$

โดยที่ :

| | | |
|-------|---|---------------------------------------------------------------|
| A | = | ความเข้มข้นของเรดอนในหน่วย (Bq/liter) |
| A_t | = | ค่านับรังสีจากเครื่องลิดวิดซินทิลเลชัน (CPM) |
| E_r | = | ประสิทธิภาพการละลายของเรดอน-222 ในตัวกลางทั้งหมดตามสมการที่ 6 |
| E_t | = | ประสิทธิภาพการวัดของเครื่องลิดวิดซินทิลเลชัน |
| V_w | = | ปริมาตรของน้ำ (liter) |
| t | = | เวลาที่เริ่มวัดตัวอย่าง |

3.9.1 ตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการทดลอง

1. การเก็บตัวอย่างน้ำให้ขวดเก็บน้ำเป็นขวดแก้วขนาดความจุ 1 ลิตรให้ขวดที่หาได้ง่าย
2. เก็บตัวอย่างน้ำในขวดเก็บตัวอย่างจนเต็มขวด เหลือส่วนที่เป็นอากาศน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อป้องกันไม่ให้เรดอน-222 สูญเสียไปกับอากาศที่อยู่ภายในขวด

3.9.1.1 ตัวอย่างน้ำบาดาล

1. ตัวอย่างใต้ดิน(subsurface water) จากจังหวัดบุรีรัมย์

ชาวบ้านใช้ในการอุปโภคและบริโภค

2. ตัวอย่างน้ำบาดาลจากจังหวัดขอนแก่น

3. ตัวอย่างน้ำบาดาลจากจังหวัดลพบุรี

3.9.1.2 ตัวอย่างน้ำผิวดิน

ตัวอย่างน้ำในแม่น้ำในจังหวัดระยอง

3.9.1.3 ตัวอย่างน้ำพุร้อนใน อ.จอมบึง จ.ราชบุรี

3.9.1.4 ตัวอย่างน้ำประปา ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.9.1.5 ตัวอย่างน้ำฝน เก็บตัวอย่างน้ำฝนในเดือนพฤษภาคม 2541 ในเขต อ.บาง

เขน กรุงเทพฯ

3.9.1.6 ตัวอย่างน้ำแร่บรรจุขวด

3.9.2 การสกัดและนับรังสีอัลฟาจากเรดอน-222 ในตัวอย่างน้ำ

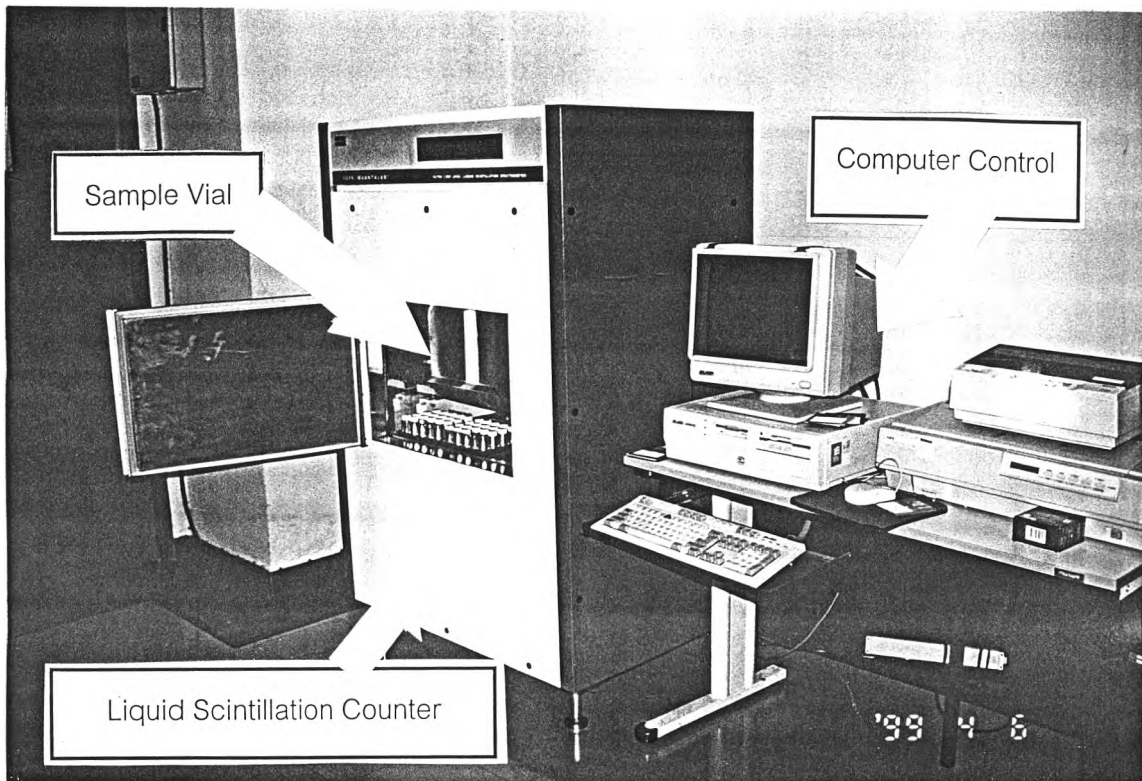
3.9.2.1 การสกัดเรดอน-222 จากตัวอย่างน้ำ

1. นำตัวอย่างน้ำ จำนวน 500 ml ใส่ลงในกรวยแยกขนาด 500 ml
2. เติมโทลูอีน จำนวน 20 ml ลงในกรวยแยก
3. เขย่านาน 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้นอย่างสมบูรณ์
4. ไขส่วนที่เป็นน้ำซึ่งอยู่ชั้นล่างในกรวยแยกทิ้งลงในถังเก็บกาก
5. เก็บส่วนที่เป็นชั้นโทลูอีนซึ่งอยู่บนในกรวยแยก ไว้สำหรับนับ

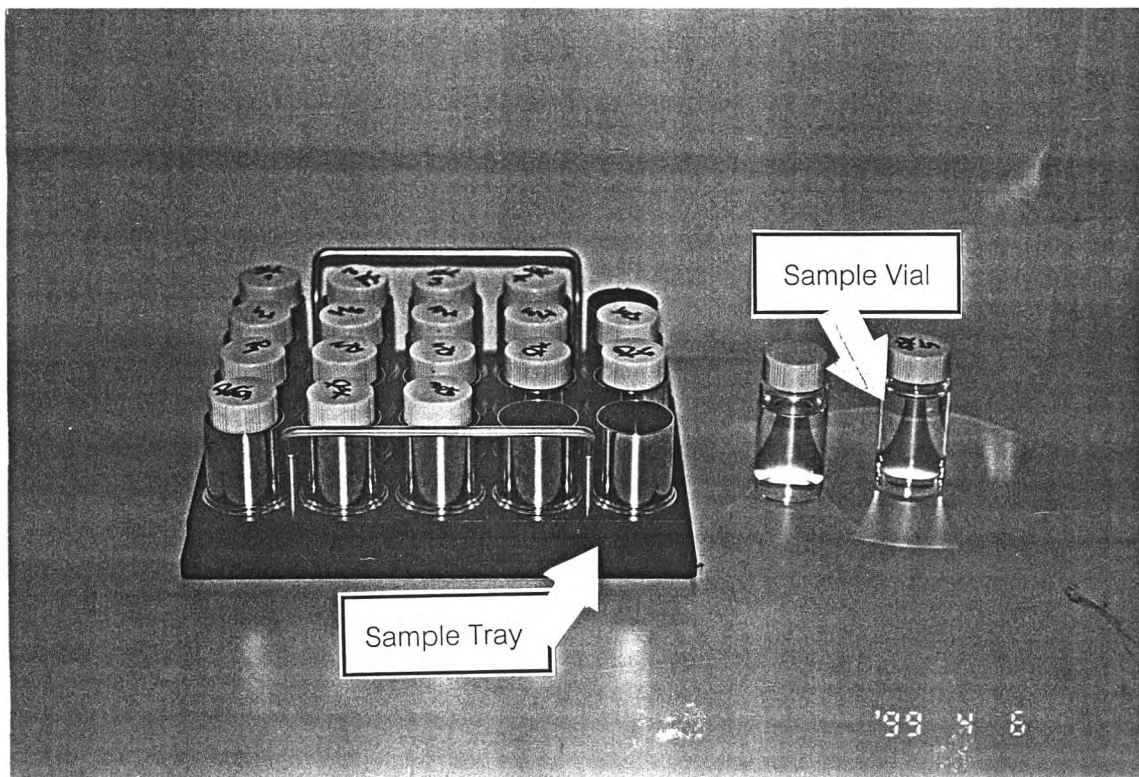
รังสีต่อไป

3.9.2.2 การนับรังสีอัลฟาของเรดอน-222

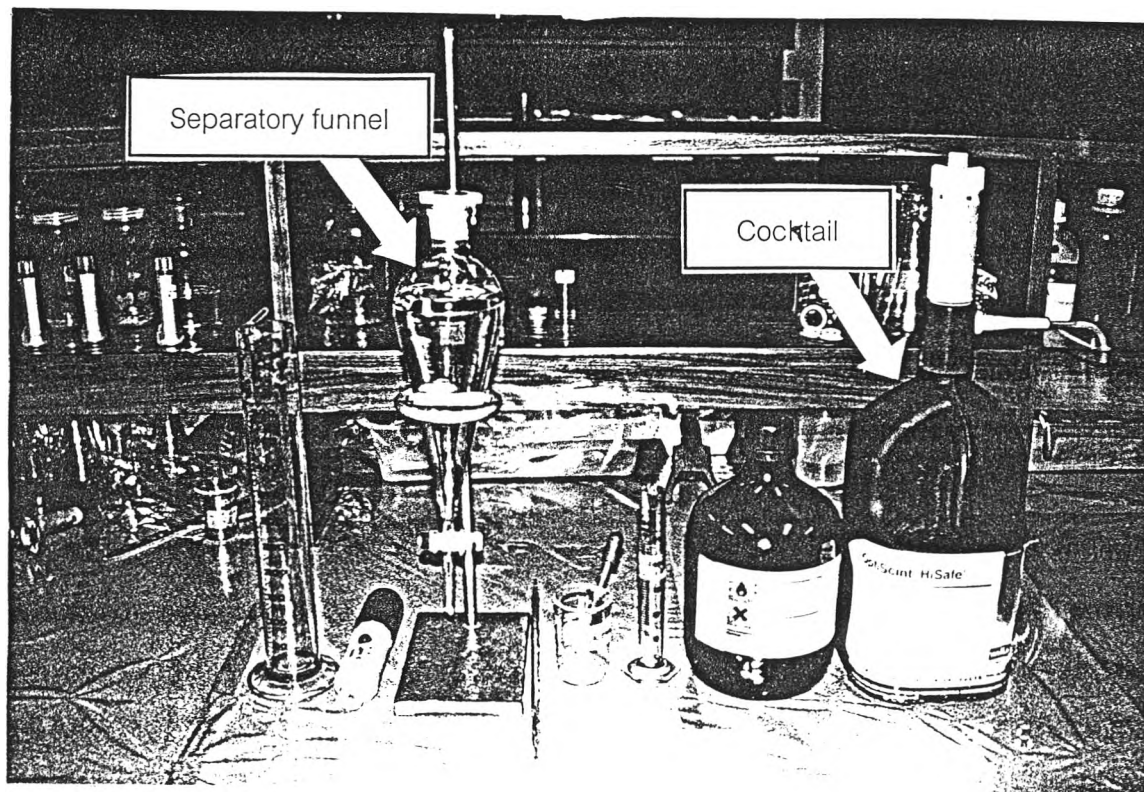
1. ปิเปิดชั้นของโทลูอีนหลังจากสกัดแล้วจากขั้นตอน 5.2.1 จำนวน 10 ml ใส่ลงในขวดบรรจุสารที่ใช้วัดรังสีด้วยเครื่องลิวทิลเลชัน
2. เติมคอกเทล Optiscint Hisafe จำนวน 10 ml ลงใน Vial เขย่าสารละลายทั้ง 2 ให้เข้ากัน
3. ตั้งสารละลายดังกล่าวทิ้งไว้ 4 ชั่วโมงภายในเครื่องวัดลิวทิลเลชัน เพื่อให้นิวไคลด์ลูกของเรดอนอยู่ในสมดุลย์
4. ปรับค่า PSA ของเครื่องลิวทิลเลชันที่ 140
5. วัดรังสีอัลฟาของเรดอน-222 นาน 240 นาที
6. คำนวณค่าความเข้มข้นของเรดอน-222 ตามสมการที่ 7
ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.6 ถึง 4.11



รูปที่ 3.1 แสดงเครื่องวัดกัมมันตภาพรังสีชนิดของเหลว



รูปที่ 3.2 แสดงไวอัลแก้วชนิดของเหลว (glass scintillation vial)



รูปที่ 3.3 แสดงอุปกรณ์การสกัดเรดอน-222