



2.1 การวัดปริมาณรังสี (Radiation Dosimetry)

เนื่องด้วยปริมาณรังสีที่นำมาใช้กันในกิจกรรมต่างๆ ในยุคปัจจุบันนี้มีค่าแตกต่างกันมากตั้งแต่ขนาด 10^{-3} แรต ถึง 10^{12} แรต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.1 ฉะนั้นการวัดปริมาณรังสีในแต่ละประเภทของงานจึงต้องมีลักษณะต่างกันออกไปตามช่วงปริมาณรังสี (range) ที่ใช้ในการนี้ การเปลี่ยนแปลงทางเคมีและฟิสิกส์หลายๆ อย่างได้นำมาใช้ในการวัดปริมาณรังสีเมื่อทราบถึงขนาดและปริมาณของรังสีที่จะใช้แล้ว ก็มีความจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้ตัววัดปริมาณรังสีหรือโดสิมิเตอร์ (dosimeter) แต่ละชนิดให้เหมาะสมกับช่วงค่ารังสีดังแสดงไว้ในตารางที่ 2-2

ประเภทกิจการ	ปริมาณรังสี (แรต)
การป้องกันรังสี	$10^{-3} - 10^3$
รังสีรักษา	$10^2 - 10^4$
ชีววิทยารังสี	$10^2 - 10^6$
เคมีรังสี	$10^3 - 10^8$
นิวเคลียร์เทคโนโลยี	$10^6 - 10^{12}$

ตารางที่ 2-1 แสดงค่าปริมาณรังสีที่ใช้ในกิจการต่างๆ

Dosimeter	Max dose rate (rad/hr.)	Dose range (rad)	reproducibility (%)
Ionization Chamber	10^7	$10^{-3} - 2 \times 10^5$	± 2
Fricke	4×10^{10}	$4 \times 10^3 - 4 \times 10^4$	± 1
Cerium (IV) sulphate	7×10^{11}	$10^5 - 1.4 \times 10^8$	± 1 to ± 4
Ag-activated glass meas. fluorescence	Over 10^8	$10 - 1 \times 10^3$	± 5
" OD		$10^3 - 2 \times 10^6$	± 2 to ± 5
TLD	10^3	$10^{-3} - 3 \times 10^5$	± 5 to ± 10

ตารางที่ 2-2 แสดงชนิดของตัววัดรังสีและช่วงปริมาณรังสีที่สามารถวัดได้

2.2 โดยทั่วไปการวัดหาปริมาณรังสี (Absorbed dose) ที่เป็นมาตรฐานใช้กันทั่วไป มีอยู่ 3 วิธีคือ

1. Calorimetric method
2. Ionization method
3. Chemical method

2.2.1 Calorimetric method จัดเป็นการวัดปริมาณรังสีของการวัดสัมบูรณ์ (Absolute measurement) ซึ่งเป็นวิธีการที่ค้ำที่สุดของการวัดค่า Absorbed dose คือวัดพลังงานที่ถูกดูดกลืน (Absorbed) ในเนื้อเยื่อ (Target medium) คาลอริมิเตอร์วัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปหลังจากตัวกลางได้รับพลังงานจากรังสีตามสมการดังนี้

$$E = mc\Delta T \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ E คือปริมาณความร้อนที่ให้โดยตรงกับคาลอริมิเตอร์
หน่วยเป็น จูล

m คือมวลของคาลอริมิเตอร์
หน่วยเป็น กรัม

c คือความจุความร้อนจำเพาะของสารที่ทำเป็น Absorber

ΔT คืออุณหภูมิของตัวกลางที่เปลี่ยนไป
หน่วยเป็น องศาเซลเซียส

เปลี่ยนค่าความจุความร้อนในหน่วยคาลอรีเป็นจูลโดยใช้ $1 \text{ Cal} = 4.184 \text{ J}$

เปลี่ยนค่า Absorbed dose ใน Absorber material คือ $1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ J/kg}$

$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$

แต่เนื่องจากมีความยุ่งยากในการดำเนินการจึงไม่นิยมใช้ตัววัดรังสีแบบคาโลอริมิเตอร์ ในการวัดรังสีในงานประจำวัน

2.2.2 Ionization method

เครื่องมือที่ใช้เป็นพวก Ionization chamber พลังงานที่ถูกดูดกลืน (Absorbed) หาได้จาก Bragg-Gray Cavity Principle ซึ่งให้ความสัมพันธ์ไว้ตามสมการต่อไปนี้

$$E_m = J_G W_G (S_m)_g^m \dots\dots\dots(2)$$

$$D_m = 0.01 E_m \dots\dots\dots(3)$$

$$D_m = 0.01 \frac{\text{rad}}{\text{erg/g}} \times \frac{Q}{0.001293} \frac{\text{esu}}{\text{g}_{\text{air}}} \times 2.082 \times 10^9 \frac{e^-}{\text{esu}} \times 34 \frac{\text{eV}}{e^-} \times 1.602 \times 10^{-12} \frac{\text{erg}}{\text{eV}} \times (S_m)_g^m$$

$$D_m = 0.87Q(S_m)_g^m \text{ rad} \dots\dots\dots(4)$$

เมื่อ E_m คือพลังงานที่ถูกดูดกลืนด้วยตัวกลาง (Medium) หน่วย erg/g สามารถเปลี่ยนได้เป็นปริมาณรังสีตามสมการ (3)

J_G คือการแตกตัวที่เกิดขึ้นใน Chamber หน่วย esu/g

W_G คือพลังงานเฉลี่ยที่ทำให้เกิดประจุ 1 คูมีค่า ≈ 34 eV

$(S_m)_g^m$ คืออัตราส่วนของ Mass stopping power ของตัวกลาง (Ratio of mass stopping power of the medium to that of the gas)

2.2.3 Chemical method

จะได้อธิบายอย่างละเอียดต่อไปในการวัดด้วยวิธีเคมี

2.3 การวัดด้วยวิธีเคมี (Chemical Dosimetry)

การใช้สารเคมีเป็นตัววัดปริมาณรังสี เนื่องจากสารเคมีบางชนิดเมื่อถูกรังสีจะได้รับพลังงานจากรังสีทำให้เกิดปฏิกิริยาเพิ่มออกซิเจน (Oxidation) หรือลดออกซิเจน (Reduction) หรือเกิดปฏิกิริยาการสลายตัว (Disintegration) การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นซึ่งแปรผันโดยตรงกับปริมาณรังสีที่ได้รับใช้เป็นหลักการที่นำมาใช้ในการวัดปริมาณรังสี การวัดปริมาณรังสีโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงทางเคมีนี้จัดเป็นการวัดรังสีแบบสัมบูรณ์ (Absolute measurement) ได้วิธีหนึ่ง การวัดรังสีด้วยวิธีทางเคมีเหมาะสำหรับการวัดในช่วงปริมาณรังสีสูงระหว่างค่าตั้งแต่กิโลแรดถึงเมกะแรด (krad-Mrad) สารละลายแบบฟริค หรือ Fricke dosimeter นั้นนิยมใช้ในการวัดปริมาณรังสีแกมมาและจัดเป็นโดสมิเตอร์มาตรฐานที่ดีตัวหนึ่งเพราะมีคุณสมบัติของ Ideal dosimeter อยู่หลายประการคือ สามารถใช้วัดได้ในช่วงกว้าง $2 \times 10^3 - 4 \times 10^4$ krad. ถ้าสูงกว่านี้วัดไม่ได้เพราะขาดออกซิเจนในอากาศแต่ถ้าทำสารละลายให้อิ่มตัวด้วยออกซิเจนเสียก่อนจะวัดได้สูงขึ้นไปถึง 4 เท่ามีความถูกต้องแน่นอนในการคำนวณเกี่ยวกับค่า G-value (Radiation chemical yield) มีความคงที่เหมือนเดิม (Reproducibility) ไม่ขึ้นกับค่า Dose rate ในช่วง $0 - 10^8$ Rad/sec. ไม่ขึ้นกับค่าพลังงานในช่วง 0.6-5.0 Mev. ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิในช่วง $0 - 65^\circ\text{C}$ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความหนาแน่นจะลดลงแต่ในการวัดจะวัดค่าของ energy abs./g ไม่ได้วัดค่า energy abs./vol. เพราะฉะนั้นจึงไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ มี Linearity of response ที่

2.3.1 ทฤษฎีของ Fricke Dosimeter

Fricke dosimeter คือสารละลายอิ่มตัวของไอร์ออน (II) ซัลเฟตหรือ ไอร์ออน (II) แอมโมเนียมซัลเฟตเฮกซะไฮเดรต $(\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ เข้มข้น 10^{-3}M ในกรดกำมะถัน (H_2SO_4) เข้มข้น 0.8 N ขณะที่สารละลายถูกรังสีจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขึ้น กล่าวคือ Fe^{+2} จะกลายเป็น Fe^{+3} โดยปฏิกิริยา

ออกซิเดชันอันเนื่องมาจากตัวปฏิกิริยาอิสระ (Free radicals) ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการแตกตัวของน้ำซึ่งเป็นองค์ประกอบของสารละลาย ขบวนการของปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นสามารถสรุปได้ดังนี้



Free radicals ที่เกิดขึ้นเหล่านี้มีความไวสูง จึงทำปฏิกิริยาต่อไปในสารละลายตามขั้นตอนต่อไปนี้



จากปฏิกิริยาข้างต้นสรุปได้ว่า

- 1 H[•] ทำให้เกิด 3 Fe⁺³ (5), (6), (7) และ (9)
- 1 H₂O₂ ทำให้เกิด 2 Fe⁺³ (8) และ (9)
- 1 OH[•] ทำให้เกิด 1 Fe⁺³ (9)

จำนวน Fe^{+3} ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยานี้สามารถหาได้โดยวิธี Chemical titration หรือ Absorption spectroscopy โดยการวัดคุณสมบัติทางแสงของโมเลกุลที่เปลี่ยนไปคือพิจารณาถึง OD โดยใช้สเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)

ปฏิกิริยาโดยทั่วไปนิยมบอกค่าการเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของสารที่เกิดขึ้นต่อพลังงาน 100 eV หรือเรียกว่า Radiation chemical yield (G)

ดังนั้นปฏิกิริยาดังกล่าวข้างต้นจึงสามารถเขียนค่า $G(\text{Fe}^{+3})$ ได้ดังนี้

$$G(\text{Fe}^{+3}) = 3G_{\text{H}^\circ} + 2G_{\text{H}_2\text{O}_2} + 1G_{\text{OH}^\circ} \dots\dots\dots(10)$$

ตารางที่ 2-3 แสดงค่า G (Radiation chemical yield in aerated aqueous solution) (Barr and Schuler, 1957)

Rad ⁿ	Sol ⁿ	G_{H°	G_{OH°	G_{H_2}	$G_{\text{H}_2\text{O}_2}$	G_{eaq^-}
$\text{Co}^{60} \gamma\text{-ray}$	$0.8\text{NH}_2\text{SO}_4$	3.70	2.92	0.39	0.78	0.00

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } G(\text{Fe}^{+3}) &= 3(3.70) + 2(0.78) + 1(2.92) \\ &= 15.6 \quad \text{ion/100eV} \end{aligned}$$

ในหน่วยที่นิยมใช้กันค่า $G(\text{Fe}^{+3})$ มีค่า $= 15.6 \times 10^{-2} \text{ eV}^{-1}$ หรือ $9.71 \times 10^{17} \text{ J}^{-1}$
ค่า $G(\text{Fe}^{+3})$ สำหรับ $^{60}\text{Co} \gamma\text{-ray}$ ที่ได้จากการทดลองต่างๆ



โดยวิธี Calorimetry โดย Hochandel & Ghormley (1953) = 15.6

และโดยวิธี Ionization method Haybittle, et al. (1956) = 15.6

Shalek, et al. (1962) = 15.9

Davies, et al. (1963) = 15.55

และ Weiss, et al. (1954) = 16.4

จากการทดลองของ Fricke และ Hart (1966) ได้ทำการทดลองหาค่า $G(Fe^{+3})$

สำหรับ ^{60}Co γ -ray ในสารละลาย $0.8N H_2SO_4$ พบว่าสารละลาย Fricke

มาตรฐานจะมีค่า $G(Fe^{+3})$ เท่ากับ 15.6 ions/100eV ในช่วงปริมาณรังสีสูงถึง

50 krad ถ้าปริมาณรังสีสูงกว่านี้ค่า $G(Fe^{+3})$ จะลดลงเนื่องจากค่า G จะแปรผัน

ตามความเข้มข้นของออกซิเจนที่ละลายในสารละลายนั้น ดังนั้นต้องรักษาปริมาณ

ออกซิเจนในสารละลายให้คงที่เสมอ Broszkiewicz (1966) กล่าวว่าเกิด

The complete depletion of oxygen occurs คือจะหมดการละลายออกซิเจน

ทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยาตามสมการ (5) แต่จะเกิดปฏิกิริยาอีกอย่างหนึ่งขึ้นมาแทนคือ

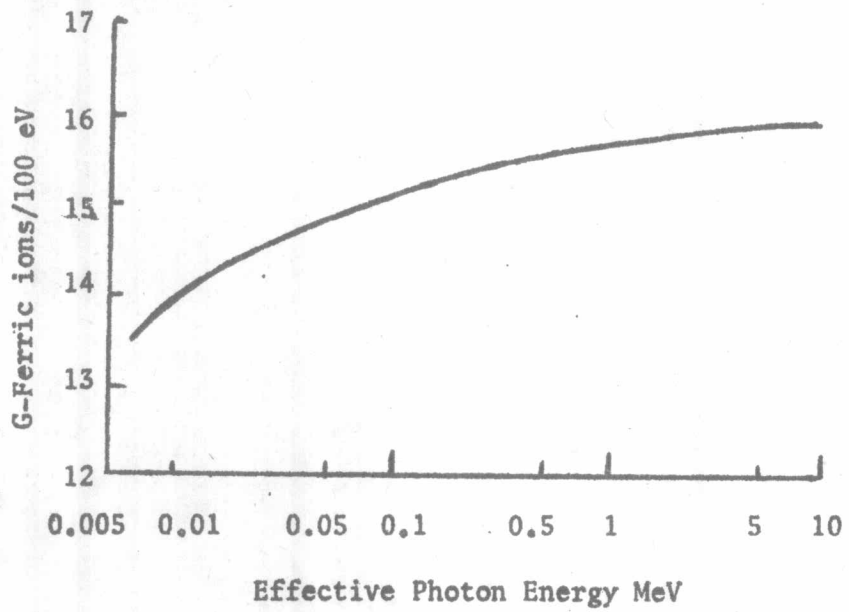


นั่นคือ H° จะไปลดออกซิเจนในโมเลกุลของน้ำให้ OH° และ OH° จะไปเพิ่ม

ออกซิเจนทำให้ Fe^{+2} กลายเป็น Fe^{+3} ทำให้เขียนปฏิกิริยา $G(Fe^{+3})$ ได้เป็น

$$\begin{aligned} G(Fe^{+3}) &= 1 G_{H^\circ} + 2G_{H_2O_2} + 1G_{OH^\circ} \\ &= 1(3.70) + 2(0.78) + 1(2.92) \\ &= 8.2 \end{aligned}$$

สรุปว่า $G(Fe^{+3})$ สำหรับสารละลาย Fricke มาตรฐานอาจมีค่า $\pm 2\%$ ในช่วงพลังงานเป็น MeV และอาจมีค่าถึง $\pm 5\%$ ในช่วงพลังงานเป็น keV ค่าของ $G(Fe^{+3})$ จะเพิ่มขึ้นถ้าพลังงานในการอาบรังสีสูงขึ้น คือการลดลงของ LET (Linear Energy Transfer) ตามที่ Shalek et al. (1962) ได้ทำการทดลองไว้ ตามรูปที่ 2-1



(Shalek et al., 1962)

รูปที่ 2-1 แสดงถึงค่า $G(\text{Fe}^{+3})$ ไม่ขึ้นกับค่าพลังงานในช่วง 0.5-6.0 MeV.

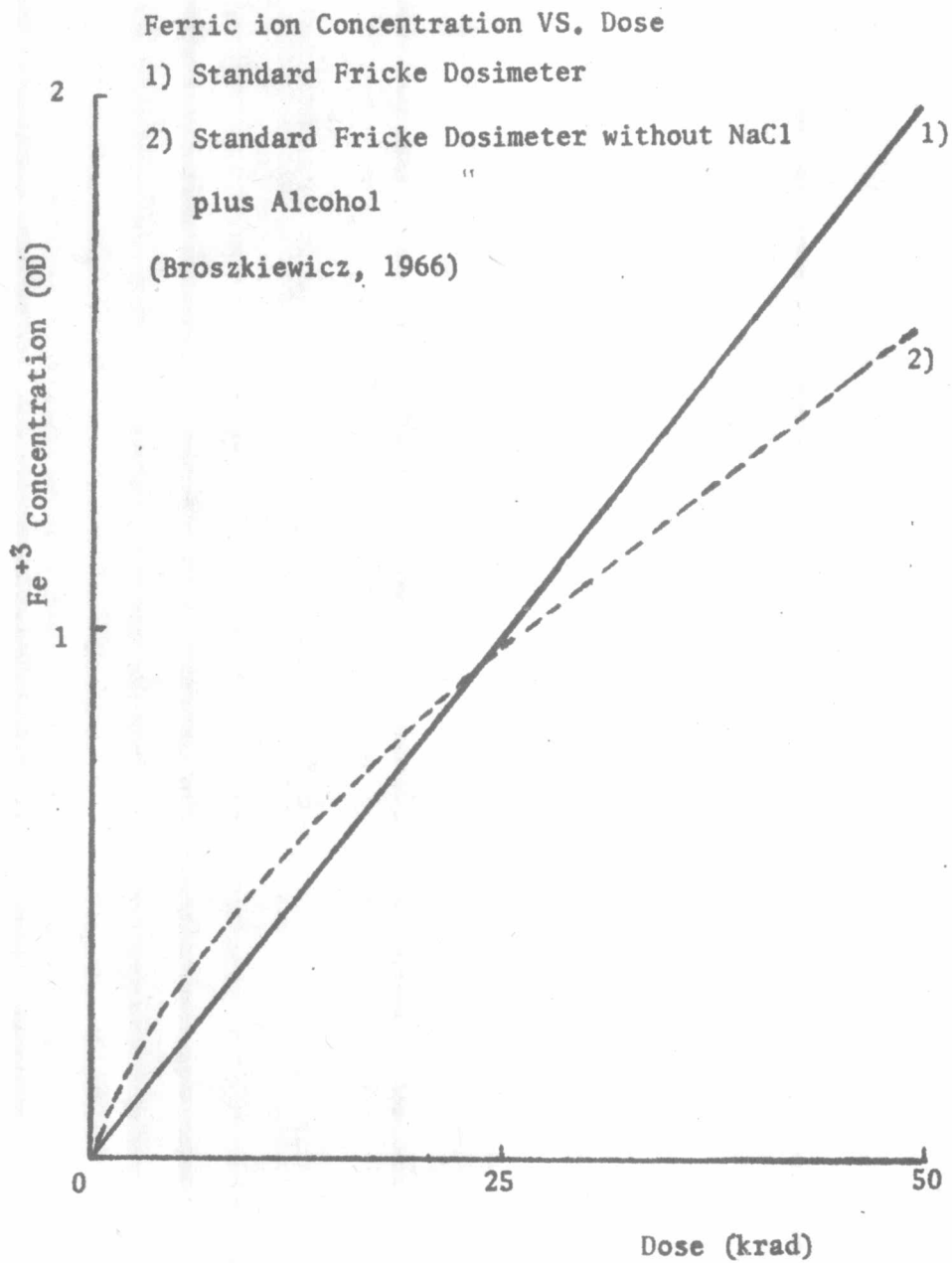
เนื่องจากสารละลายของ Fricke มีความไวต่อสารอินทรีย์ที่เจือปน ฉะนั้น จึงมีความจำเป็นในการเตรียมน้ำกลั่น 3 ครั้งซึ่งเป็นตัวละลายน้ำยา Fricke มาตรฐาน สารเคมีที่ใช้จะเป็นชนิดที่มีความบริสุทธิ์สูงคือไซพวก AR-grade เพราะวาสารอินทรีย์ ที่ใช้ทำเป็นโคสมิเตอร์จะมีความไวต่ออินทรีย์สารที่เจือปน โดยเฉพาะโคสมิเตอร์ที่ ประกอบด้วยอินทรีย์สารที่เป็นน้ำแล้วจะไวต่อการเพิ่มหรือลดออกซิเจนของอินทรีย์ออกซัน เพื่อความถูกต้องในการใช้ของกัมมันตอินทรีย์สารและอินทรีย์สารที่เจือปนอยู่โดยใช้ น้ำกลั่น 3 ครั้งและเก็บในภาชนะบรรจุที่ทำด้วย Silica ดังจะแสดงให้เห็นว่าวาสารละลายไม่ได้รับการเตรียมจากสารที่คัพพอ จะไม่ให้สัดส่วนระหว่าง Dose กับ Fe^{+3} ตามรูปที่ 2-2

ถ้าไม่คิดทำการอามรังสีสารละลายที่ Dose rate สูงๆ จะมีวิธีการลด อินทรีย์สารที่เจือปนโดยการเติม NaCl เข้มข้น 10^{-3} M (Dewhurst, 1952)



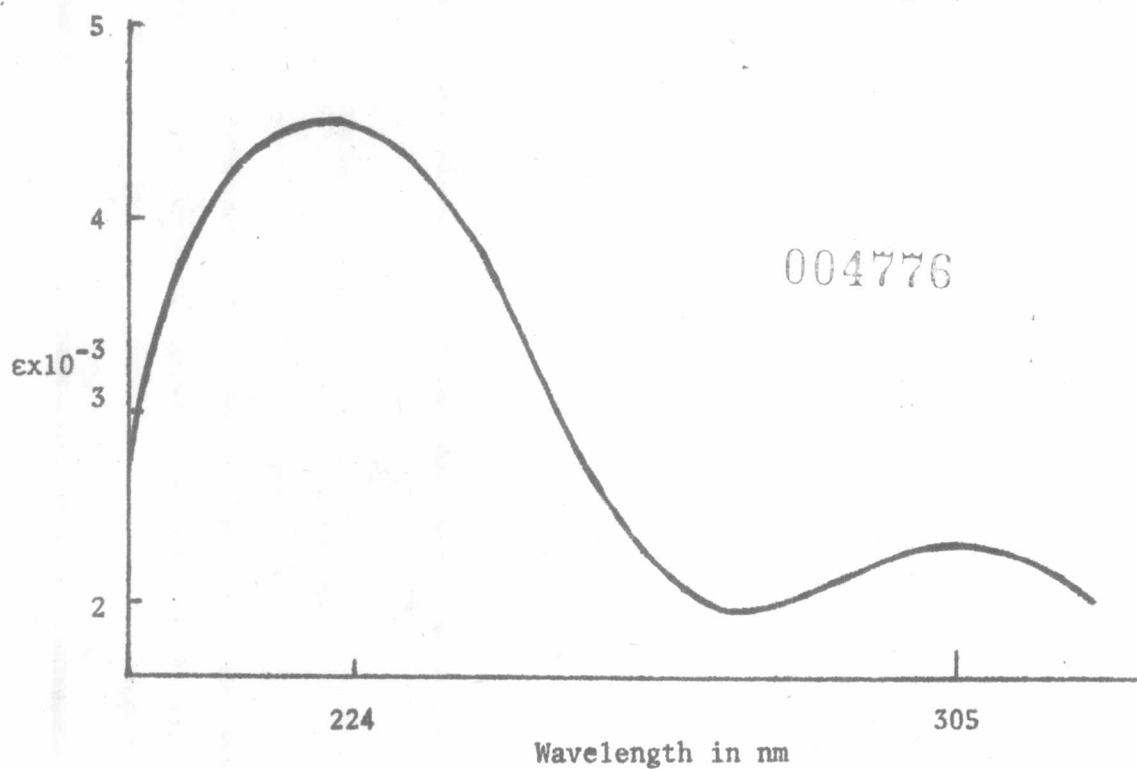
Cl^- จะทำปฏิกิริยาอย่างรวดเร็วกับ OH^\bullet radical และ Cl^- จะไปเพิ่มออกซิเจนให้กับ Fe^{+2} ซึ่งปฏิกิริยานี้เกิดเร็วกว่า Cl^- กับอินทรีย์สารเป็นการช่วยถ่วงการเตรียมน้ำกลั่น 3 ครั้งไม่คัพพอ จากรูปที่ 2-2 แสดงว่าเมื่อไม่มีสารอินทรีย์เจือปนจะให้ความสัมพันธ์ เส้นตรงระหว่าง dose กับ Fe^{+3} และการเติม NaCl ไม่มีผลทำให้ค่า $G(Fe^{+3})$ เปลี่ยนไป

ความเข้มข้นของ Fe^{+3} ในสารละลายกรดซัลฟูริกวัดได้โดยวิธีการทาง สเปกโตรโฟโตเมตรี (Spectrophotometry) จะให้ค่า Absorption spectrum peak ในช่วงอุลตราไวโอเลต (UV spectrum) ที่ 305 nm. และ 224 nm. ดังแสดงในรูปที่ 2-3



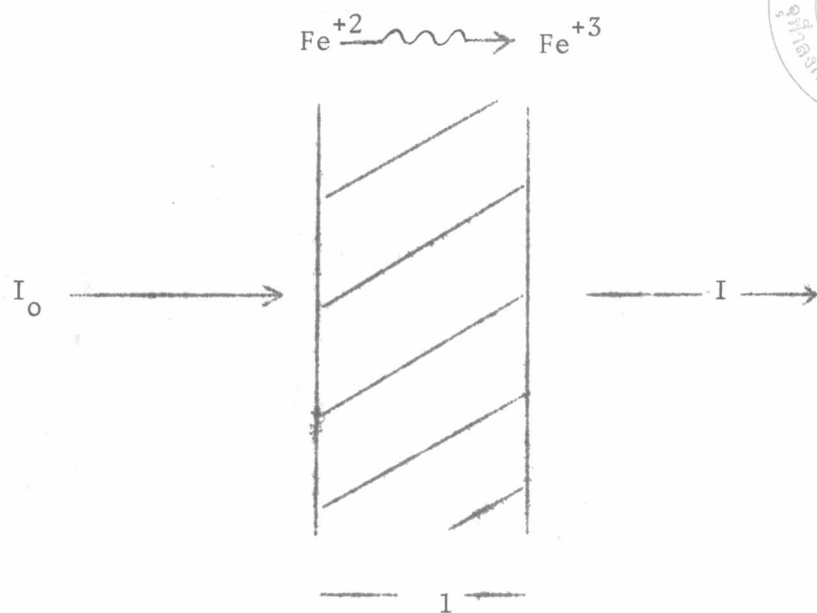
รูปที่ 2-2 แสดงการเกิดของไอออน (III) อีออนเมื่อเติมและไม่เติมอินทรีย์สาร

UV. Absorption spectrum of Fe^{+3} ions in 0.8N H_2SO_4



รูปที่ 2-3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาวคลื่นและสัมประสิทธิ์
ของตัวแปรค่า ($\epsilon \times 10^{-3}$) แสดงถึง Absorption spectrum
peak ของ Fe^{+3}

เนื่องด้วยค่า Absorption ของสารละลายเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเข้มข้นของ Fe^{+3} และความยาวของ Absorption cell (1) ที่ใช้สำหรับบรรจุสารละลายในการอ่านค่าจากเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์วัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นคือวัดในรูปของ OD ที่อ่านได้จากสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ตามรูปที่ 2-4



รูปที่ 2-4 แสดงค่า OD ที่เกิดขึ้นสัมพันธ์กับค่า I_0 & I

$$OD = \log \left(\frac{I_0}{I} \right) = \epsilon \cdot C \cdot l$$

- เมื่อ I_0 คือความเข้มของรังสีที่ตกกระทบบน Absorption cell
 I คือ ความเข้มของรังสี ภายหลังจากผ่าน Absorption cell
 ϵ คือสัมประสิทธิ์ของตัวแปรค่าของสารละลาย 1 โมลใน Absorption cell ขนาด 1 ซม.
 C คือ Molarity ของ Fe^{+3} หรือคือจำนวนโมเลกุลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร
 l คือความยาวของ Absorption cell

จากรายงานของ I.C.R.U., 1964, Scharf and Lee. 1962 Bryant and Ridler, 1968 กล่าวว่ ค่าของ ϵ ขึ้นกับอุณหภูมิของสารละลาย ขณะที่ทำการวัด จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไป 0.7% ต่อ $^{\circ}C$ จากการเปลี่ยนแปลงของฟริคโตสมิเตอร์ ภายหลังจากที่ได้รับรังสี



ค่า OD จะแปรผันโดยตรงกับปริมาณของ Fe^{+3} ที่เกิดขึ้นนั่นคือค่า OD แปรผันโดยตรงกับค่า $G(Fe^{+3})$ และเนื่องด้วย

$$C_{Fe^{+3}} = \frac{(OD)}{\epsilon \cdot l}$$

หรือ $m_{Fe^{+3}} = \frac{(OD)}{\epsilon \cdot l \cdot \rho}$; $m_{Fe^{+3}}$ คือ จำนวนโมลต่อหนึ่งหน่วยน้ำหนัก
 ρ คือ ความหนาแน่น

$$n_{Fe^{+3}} = \frac{(OD)N_A}{\epsilon \cdot l \cdot \rho}$$
 ; $n_{Fe^{+3}}$ คือ จำนวนโมเลกุลต่อหน่วยปริมาตร

ให้ E คือพลังงานที่ทำให้เกิด Fe^{+3} ดังนั้นจากนิยามของค่า G

$$E = \frac{1}{G}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่า Absorbed dose } D(\text{rad}) &= n_{\text{Fe}^{+3}} \cdot E \cdot b : b \text{ คือ energy} \\ & \hspace{15em} \text{conversion factor} \\ &= \frac{(\text{OD}) N_A}{\epsilon \cdot l \cdot \rho} \cdot \frac{1}{G} \cdot \frac{b}{k} : k \text{ คือ} \\ & \hspace{15em} \text{volume conversion} \\ & \hspace{15em} \text{factor} \\ & \hspace{15em} \dots\dots\dots(13) \end{aligned}$$

แทนค่าคงที่ต่างๆ ลงในสมการ (13) จะได้สมการสำหรับคำนวณค่า Absorbed dose

$$\text{ดังนั้น } D(\text{rad}) = 2.75 \times 10^4 (\text{OD})$$

$$\text{เมื่อ } N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\rho \text{ Fricke sol}^n = 1.024 \text{ g/cm}^3$$

$$G(\text{Fe}^{+3}) = 15.6 \times 10^{-2} \text{ eV}^{-1}$$

$$\epsilon = 2195 \text{ l mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

$$l = 1 \text{ cm}$$

$$b = 1.602 \times 10^{-14} \text{ rad.g.eV}^{-1}$$

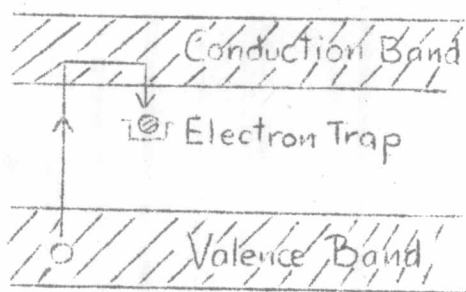
$$k = 10^{-3} \text{ cm}^3 \cdot \text{l}^{-1}$$

$$\text{หรือ } D(\text{grays}) = 2.75 \times 10^2 (\text{OD})$$

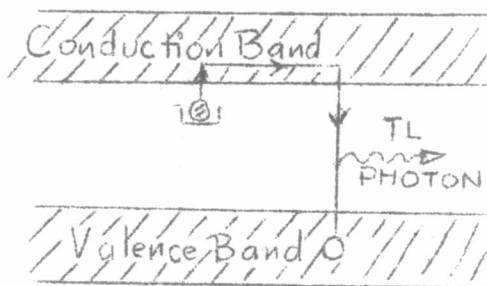


2.4 เครื่องวัดรังสีแบบเทอร์โมลูมิเนสเซนท (TLD Dosimeter)

ขณะที่ของแข็งประเภท Dielectric ได้รับความรังสีจะเกิดการเปลี่ยนแปลงระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในผลึกจากระดับพลังงานปกติ (Stable state) ไปยังระดับพลังงานต่างๆ กันซึ่งเรียกว่่าอิเล็กตรอนแตรบ (Electron traps) อิเล็กตรอนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับพลังงานที่ได้รับและสามารถจะคงอยู่ใน Traps ได้เป็นเวลาต่างๆ กันเป็นเวลานานถึงร้อยหรือพันปี (Becker p. 27) อิเล็กตรอนเหล่านี้จะหลุดจาก Traps ได้เมื่อได้รับพลังงานกระตุ้น (Stimulation) ซึ่งพลังงานนั้นจะอยู่ในรูปของพลังงานแสงหรือพลังงานความร้อนก็เกิดการเปลี่ยนแปลงของอิเล็กตรอนจาก Traps สู่ระดับพลังงานปกติจากการกระตุ้นด้วยความร้อนแล้วคายพลังงานในรูปพลังงานแสงในช่วงความยาวคลื่นที่มองเห็นหรือในช่วงของแสงอุลตราไวโอเลตตามรูปที่ 2-5



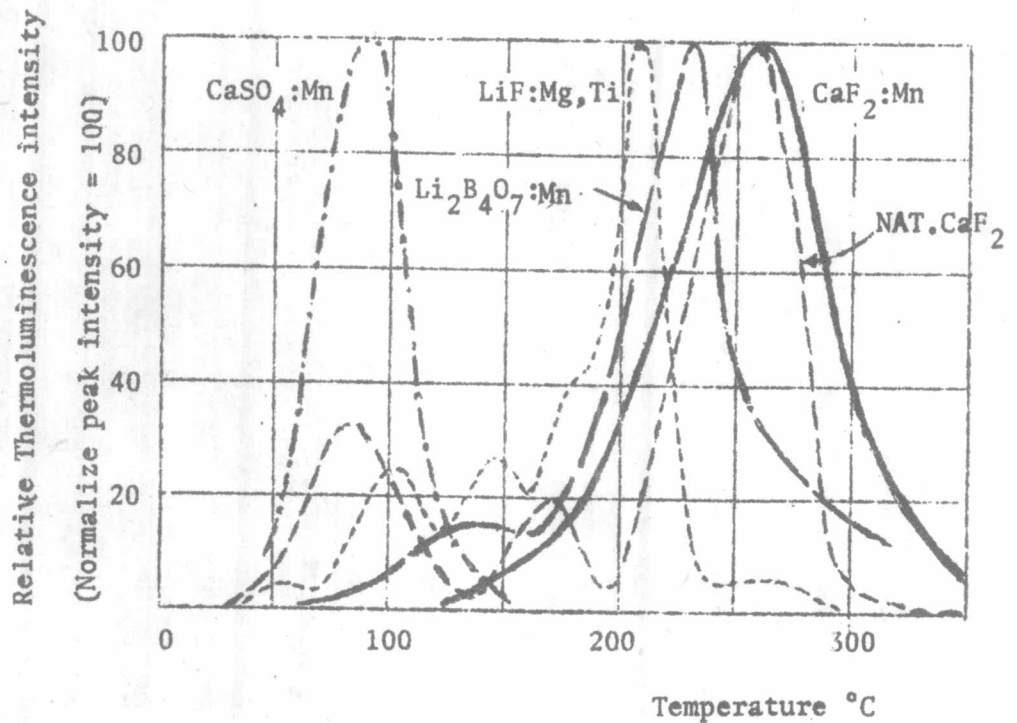
a). Expose to Ionizing Radⁿ



b). Heating.

รูปที่ 2-5 แสดงระดับพลังงานของอะตอมในผลึกและการปล่อยแสง (Photon) ออกมาเมื่อได้รับความร้อน
 ก) เมื่ออาบรังสี ข) เมื่อได้รับความร้อน

ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ (Thermoluminescence = TL) จำนวนโฟตอนของแสงจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับจำนวนอิเล็กตรอนใน Traps และจำนวนของอิเล็กตรอนใน Traps จะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับพลังงานที่ Absorbed ในผลึก ฉะนั้นถ้าสามารถวัดจำนวนโฟตอนของแสงได้ก็จะบ่งถึงปริมาณรังสี การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของอิเล็กตรอนใน Traps ที่มีพลังงานแตกต่างกันปริมาณของแสงที่เกิดขึ้นจะแปรผันโดยตรงกับจำนวนของอิเล็กตรอนใน Traps ซึ่งเกิดได้จาก Glow curve พบว่ามียอด Peak เกิดที่ตำแหน่งต่างๆ กันและขึ้นกับชนิดของสาร Phosphor แต่ละอย่าง ตามรูปที่ 2-6



รูปที่ 2-6 แสดง Glow curve ของสาร Phosphor ชนิดต่างๆ (Fowler and Attix, 1966)

ควยหลักการนี้จึงได้นำมาใช้สำหรับการวัดรังสี (Dosimetry) ในแบบ
เทอร์โมลูมิเนสเซนซ์ สารที่ใช้ในการศึกษาและปฏิบัติงานทางเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์
มีอาทิ LiF , CaF_2 , $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, CaSO_4 และ BeO ซึ่งสามารถเลือกใช้ตาม
ประเภทของงาน คุณสมบัติที่ดีของการใช้สารวัดรังสีแบบเทอร์โมลูมิเนสเซนซ์คือ
สะดวกในการนำไปใช้งานรวมทั้งสามารถนำกลับมาใช้ใหม่โดยไม่เสียคุณสมบัติเพียง
แต่นานกรรมวิธีการให้ความร้อน