

草酸溶液輻射劑量計的研究

A STUDY ON THE OXALIC ACID DOSIMETER

魏明通，王靜芳，柯美月，侯惠木

Ming-tong Wey, Jing-fang Wang, Mei-yueh Ko, Hue-mu Hou

摘 要

應用高錳酸鉀溶液之氧化還原滴定法求得草酸溶液在不同劑量的鈷-六十伽瑪線照射所分解的量。從實驗結果可知草酸溶液在 $5 \times 10^5 \sim 10^7$ 倫琴的照射劑量下，以此方法可做為化學輻射劑量計之用。

自從1929年 Fricke 等¹⁾發表硫酸亞鐵輻射劑量計以後，應用化合物經放射線照射而引起的化學變化，來測定輻射劑量的各種化學輻射劑量計²⁾，陸續被發現並在原子爐以及其他地方廣被使用。可選用為化學輻射劑量計的化學反應系，應具備如下列的幾個條件：

(1) 化學變化的量在廣範圍劑量內，與所受的輻射劑量成正比。

(2) 與輻射劑量成比例的化學變化量，不受劑量率，放射線的能量及溫度變化等因素的影響。

(3) 在通常條件下，為安定且易配製，並可簡單使用。

(4) 需有再現性。

草酸溶液似乎很符合於上列條件，Draganic^{3),4)} 使用草酸溶液劑量計，測定原子爐中的輻射劑量，而得極優異的結果。據其報告，草酸溶液受輻射分解，而生成二氧化碳與過氧化氫等物質，他以分光分析法及容量分析法，定量化學變化的量。在容量分析中，以高錳酸鉀滴定草酸的氧化還原反應，為極靈敏而且是精度很好的方法。本研究實驗係利用高錳酸鉀溶液容量分析法，分析伽瑪 (γ) 線照射過之草酸溶液，以研討該草酸受伽瑪線輻射分解之反應，並應用於化學劑量計為主要目的而實施之。

實 驗 部 分

一、放射線源

本研究實驗所用放射線源，為經濟部聯合工業研究所同位素室之3100居里鈷一六十照射源，半衰期為5.29年，每一衰變放出1.17及1.33百萬電子伏特之兩種能量伽瑪射線。該照射源原設立時，放射性強度為5000居里，但到本研究實驗時（60年12月～61年2月）衰弱減低為3100居里。

二、試劑

1. 草酸水溶液劑量計

WAKO 製 G.R. 級草酸 3.151克，溶於蒸餾水而配成1升的約0.025M草酸水溶液，為劑量計之用。

2. 高錳酸鉀標準溶液

Shimakyu 製 G.R. 級高錳酸鉀 0.948 克，溶於蒸餾水而配成1升的約0.006M高錳酸鉀溶液，此溶液貯藏於棕色瓶中，其確實濃度在每次使用前，均以分析級固體草酸鈉標定之。

3. 稀硫酸溶液

將 G.R. 級濃硫酸50毫升，加於蒸餾水中成1升稀硫酸溶液。

三、鈷一六十的伽瑪射線照射

將草酸水溶液各吸取10毫升於乾淨試管中，以特製塑膠製薄膜片（9 μ 厚）蓋後，放在離鈷一六十線源15厘米距離的圓周照射位置上，受不同劑量的伽瑪射線照射，所受的照射劑量及實際照射的時間如表一。

四、高錳酸鉀滴定

經不同劑量的鈷一六十之伽瑪射線照射而分解的草酸溶液，以預先標定過的高錳酸鉀標準溶液滴定，並求草酸分解的量。其方法為經伽瑪射線照射過的草酸溶液，倒入於250 毫升錐形瓶後，加50毫升蒸餾水，並以水浴間接加熱至55~60C°後，用標準高錳酸鉀溶液滴定之。高錳酸鉀紫色褪到粉紅色，在溶液中保持約30秒為止。從消耗的高錳酸鉀之量，計算得草酸的量。

結果及討論

草酸溶液 (0.0247M) 受鈷一六十的伽瑪射線照射，在不同照射劑量下，經高錳酸鉀溶液滴定，而求得分解的草酸摩爾數及分解百分比，表示於表一、二及圖一、二。

從這些表及圖可知：

1. 在 10^4 侖琴照射劑量以下，草酸溶液受輻射分解的量極微，在高錳酸鉀滴定法之檢出範圍外。

2. 從 10^5 侖琴照射劑量開始，草酸溶液受輻射分解現象較顯著，在 10^6 侖琴劑量開始，草酸分解的量與照射劑量成比例，亦即照射劑量在 10^6 侖琴開始，可作化學輻射劑量計之用。

3. 據 Draganic⁽³⁾⁽⁴⁾ 之報告，此類化學劑量計的有效測定劑量範圍，為 $1.6 \times 10^6 \sim 1.6 \times 10^8$ 雷得 (rad)，惟在本實驗裏，照射劑量在 5×10^7 侖琴，發現草酸溶液已幾乎完全被破壞之現象，這很可能因為鈷一六十伽瑪線源之放射性強度不够強，照射時間太長 (24天)，以致進行照射時，除了起輻射分解外，大氣中之氧，尤其是鈷一六十照射室內的臭氧，亦參加草酸溶液之氧化作用之故。如將來能使用更強的放射線源，而在短時間內可作大劑量的照射時，相信可避免這缺點，而有效劑量之上限可達到 10^8 侖琴之高。

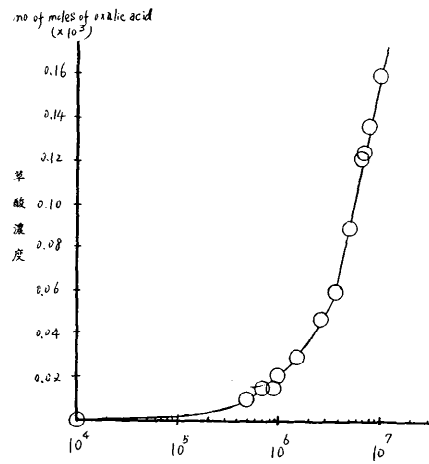
從以上的研究實驗，知草酸溶液如何利用高錳酸鉀溶液之氧化還原滴定法容量分析，在 $5 \times 10^5 \sim 10^7$ 侖琴照射劑量範圍內，可作為輻射劑量計，以計測伽瑪線的輻射強度。

誌 謝

本研究實驗，承蒙經濟部聯合工業研究所同位素室王文濱主任之協助及提供寶貴資料，謹致謝忱。

參 考 文 獻

- (1) H. Fricke and S. Morse, *Phil Mag.*, **7**, 129 (1929)。
- (2) J.W.T. Spinks and R.J. Woods, "An Introduction to radiation chemistry" P.95 (1964) John Wiley and Sons, New York.。
- (3) I. Draganic, *J. Chim, Phys.*, **56**, 9 (1959)。
- (4) I. Draganic, *Nucleonics*, **21**(2), 33 (1963)。

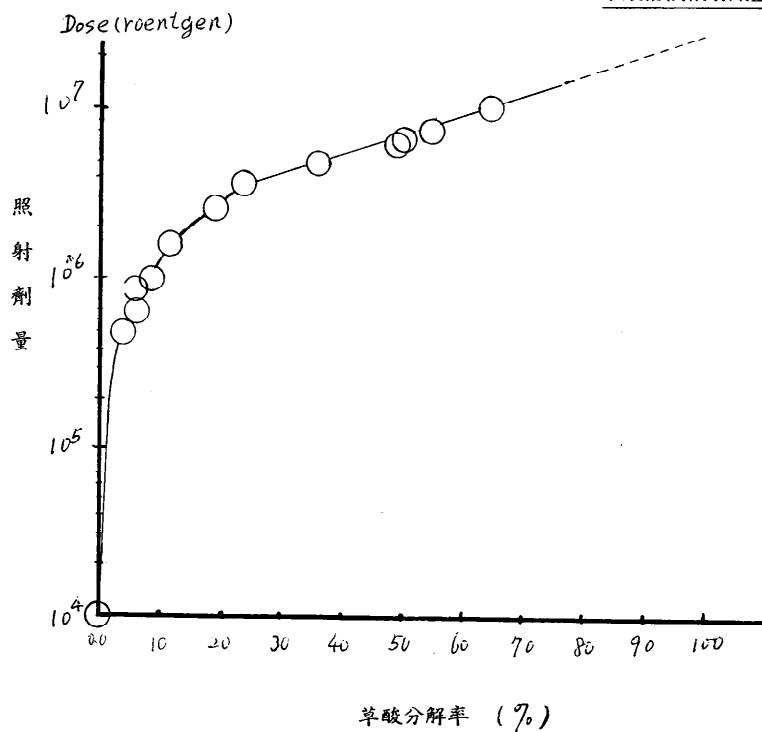


圖一、照射劑量與草酸濃度之關係

表一、草酸溶液經鈷六十伽瑪射線照射的劑量與分解

試樣 號碼	照射劑量 (roentgens)	照射時間	高錳酸鉀 溶液 (ml)	草酸摩爾數($\times 10^{-3}$)		分解的草酸 (no. of m-mole)	分解百分比 (%)
				實驗值	平均值		
1a	0	0	16.31	0.247	0.247	0.000	0.00
1b			16.33	0.247			
2a	10^4	7m10s	16.25	0.246	0.247	0.000	0.00
2b			16.32	0.247			
3a	5×10^5	5h52m	15.66	0.237	0.237	0.010	4.05
3b			15.65	0.237			
4a	10^6	11h48m	14.87	0.225	0.226	0.021	8.50
4b			14.91	0.226			
5a	5×10^6	2d10h48m	10.53	0.160	0.158	0.089	36.03
5b			10.23	0.155			
6a	10^7	4d12h	5.74	0.087	0.087	0.160	64.77
6b			5.75	0.087			
7a	5×10^7	24d12h	0.17	0.003	0.003	0.244	98.79
7b			0.18	0.003			

以上高錳酸鉀溶液的濃度為0.0303N



圖二、照射劑量與草酸分解率

表二、草酸溶液經鈷一六十伽瑪射線照射的劑量與分解

試樣 號碼	照射劑量 (roentgens)	照射時間	高錳酸鉀溶液 (ml)	草酸摩爾數 ($\times 10^{-3}$)	分解的草酸 (no. of m-mole)	分解百分比 (%)
1	7×10^5	8h15m	15.31	0.232	0.015	6.07
2	9×10^5	10h49m	15.34	0.232	0.015	6.07
3	1×10^6	11h48m	14.88	0.225	0.022	8.91
4	1.5×10^6	17h42m	14.42	0.218	0.029	11.74
5	2.5×10^6	1d 5h30m	13.22	0.200	0.047	19.03
6	3.5×10^6	1d17h24m	12.42	0.188	0.059	23.89
7	6.5×10^6	3d 4h48m	8.23	0.125	0.122	49.40
8	7.0×10^6	3d15h	7.56	0.123	0.124	50.20
9	8.0×10^6	3d22h24m	7.33	0.111	0.136	55.05

以上高錳酸鉀溶液的濃度為0.0303N

但8號試管所用高錳酸鉀溶液的濃度為0.0327N

A Study on the Oxalic Acid Dosimeter

Summary

By using the potassium permanganate oxidation-reduction titration method, the quantities of decomposition in oxalic acid aqueous solution that irradiated by γ -ray from cobalt-60 were estimated.

This solution can be used as a chemical dosimeter from the radiation dose of 5×10^5 to 1×10^7 roentgens.