

아셀렌산이온의 방사선화학적환원반응물림새에 대한 연구

오인환, 이성범

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《대학에서는 사회주의강국건설에서 나서는 리론실천적, 과학기술적문제들을 원만히 해결하며 기초과학부문을 발전시키고 첨단과학기술분야를 개척하는데 중심을 두고 과학연구 사업을 진행하여야 합니다.》

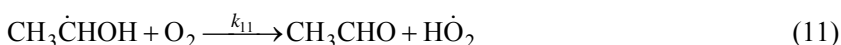
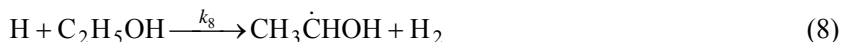
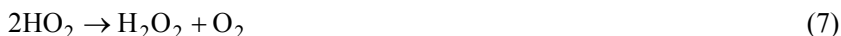
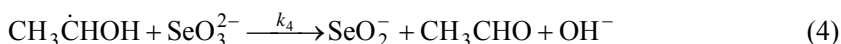
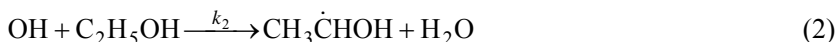
아셀렌산이온의 방사선화학적환원은 나노셀렌형성에서 출발점으로 된다. 그러므로 아셀렌산이온의 방사선화학적환원반응물림새를 정확히 해명하는것은 나노셀렌제조에서 중요한 의의를 가진다.

아셀렌산이온의 방사선화학적환원에 대한 자료는 많이 알려져있지만[1-4] 방사선원천의 선량률과 련관시켜 환원반응물림새를 밝힌 자료는 없다.

논문에서는 아셀렌산이온의 방사선화학적환원반응물림새에 대한 리론적 및 실험적연구결과를 론의하였다.

1. 리론적고찰

아셀렌산이온의 방사선화학적환원반응물림새를 다음과 같이 쓸수 있다.



이 물림새로부터 수소원자와 수산화라디칼, 이산화셀렌음이온라디칼, α -에틸알콜라디칼의 농도변화를 다음과 같이 표시할수 있다.

$$\frac{d[\text{H}]}{dt} = G_{\text{H}}I - k_3[\text{H}][\text{SeO}_3^{2-}] - k_8[\text{H}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}] - k_9[\text{H}][\text{O}_2]$$

$$\begin{aligned}\frac{d[\text{OH}]}{dt} &= G_{\text{OH}}I - k_2[\text{OH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}] \\ \frac{d[\text{SeO}_2^-]}{dt} &= k_3[\text{H}][\text{SeO}_3^{2-}] + k_4[\text{SeO}_3^{2-}][\text{CH}_3\dot{\text{C}}\text{HOH}] - k_5[\text{SeO}_2^-] \\ \frac{d[\text{CH}_3\dot{\text{C}}\text{HOH}]}{dt} &= k_2[\text{OH}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}] + k_8[\text{H}][\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}] - k_4[\text{CH}_3\dot{\text{C}}\text{HOH}][\text{SeO}_3^{2-}] - \\ &\quad - k_{10}[\text{CH}_3\dot{\text{C}}\text{HOH}]^2 - k_{11}[\text{CH}_3\dot{\text{C}}\text{HOH}][\text{O}_2]\end{aligned}$$

여기서 G 는 거둬들(개/100eV), I 는 선량률(Gy/s)이다.

그러므로 항상상태를 가정하면 이산화셀렌음이온라디칼의 항상농도는 다음과 같이 표시된다.

$$[\text{SeO}_2^-] = \frac{(G_{\text{H}} + G_{\text{OH}})I - k_9[\text{H}][\text{O}_2] - k_{10}[\text{CH}_3\dot{\text{C}}\text{HOH}]^2 - k_{11}[\text{CH}_3\dot{\text{C}}\text{HOH}][\text{O}_2]}{k_5}$$

따라서 셀렌의 생성속도와 거둬들기는 다음과 같이 표시된다.

$$\begin{aligned}\frac{d[\text{Se}]}{dt} &= k_5[\text{SeO}_2^-] = (G_{\text{H}} + G_{\text{OH}})I - k_9[\text{H}][\text{O}_2] - k_{10}[\text{CH}_3\dot{\text{C}}\text{HOH}]^2 - k_{11}[\text{CH}_3\dot{\text{C}}\text{HOH}][\text{O}_2] \\ G_{\text{Se}} &= \frac{d[\text{Se}]}{I dt} = G_{\text{H}} + G_{\text{OH}} - \frac{k_9[\text{H}][\text{O}_2] + k_{10}[\text{CH}_3\dot{\text{C}}\text{HOH}]^2 + k_{11}[\text{CH}_3\dot{\text{C}}\text{HOH}][\text{O}_2]}{I}\end{aligned}$$

불활성분위기에서는 반응 (9)와 (11)을 무시할수 있으며 선량률이 충분히 낮은 경우에는 반응 (10)도 무시할수 있으므로 셀렌거둬들이 다음과 같이 표시된다.

$$G_{\text{Se}} = G_{\text{H}} + G_{\text{OH}} \quad (12)$$

그러나 산소분위기에서는 반응 (10)만을 무시할수 있으므로 셀렌거둬들이 다음과 같이 표시된다.

$$G_{\text{Se}} = G_{\text{H}} + G_{\text{OH}} - \frac{k_9[\text{H}][\text{O}_2] + k_{11}[\text{CH}_3\dot{\text{C}}\text{HOH}][\text{O}_2]}{I} \quad (13)$$

2. 실험 방법

실험장치로는 $^{60}\text{Co} - \gamma$ 선조임장치(《Исследователь》), 자외-가시선분광광도계(《UV-2001》), 질소봄베 및 산소봄베를 리용하였다.

시약으로는 분석순의 아셀렌산나트륨, 에틸알콜, 염산을 리용하였다.

방사선조임은 해당한 조성의 조임용액을 유리암플에 채우고 정제한 질소 혹은 산소기체를 30min동안 통과시킨 다음 밀봉한 상태에서 진행하였다. 류산철선량계로 결정한 $^{60}\text{Co} - \gamma$ 선조임장치의 선량률은 0.018Gy/s였으며 연차폐판을 리용하여 이 선량률을 각이하게 변화시켰다. 셀렌거둬들은 선행연구[5]의 방법으로 분석하였다.

3. 실험결과 및 해석

아셀렌산이온의 초기농도가 $1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ 이고 에틸알콜의 농도가 0.5mol/L이며 염산농도가 0.1mol/L인 용액에서 선량률의 거꿀수에 따르는 셀렌거둬들의 변화는 그림과 같다.

그림에서 보는바와 같이 질소분위기에서는 셀렌 거뒀음이 선량률에 의존하지 않지만 산소분위기에서는 선량률의 거꿀수가 증가함에 따라 선형적으로 감소한다.

이 결과는 식 (12), (13)과 잘 부합된다.

이로부터 우리가 제기한 아셀렌산이온의 방사선화학적 환원반응물림새가 옳다는 것을 알 수 있다.

맺는 말

아셀렌산이온의 방사선화학적 환원반응물림새를 제기하고 아셀렌산이온의 환원으로 생성되는 셀렌의 거뒀음과 선량률사이의 관계에 대한 실험결과를 리용하여 그것을 증명하였다.

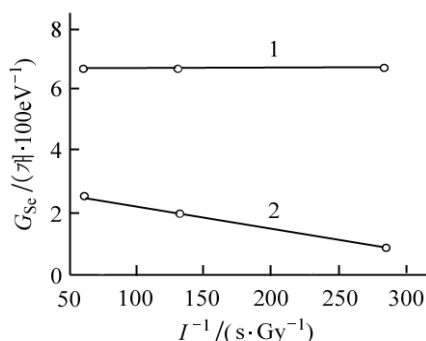


그림. 선량률의 거꿀수에 따르는 셀렌 거뒀음의 변화

$^{60}Co-\gamma$ 선조임분위기: 1-질소, 2-산소,
 $[SeO_3^{2-}]_0 = 1 \cdot 10^{-3} mol/L$, $[C_2H_5OH] = 0.5 mol/L$, $[HCl] = 0.1 mol/L$

참고 문헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 56, 1, 91, 주체99(2010).
- [2] U. Littmark et al.; Revista De Chimie, 50, 10, 750, 1999.
- [3] R. M. Mahfouz et al.; J. Radioanal. Nucl. Chem., 139, 1, 109, 1990.
- [4] D. S. Sofronov et al.; JMEPE, 22, 1637, 2013.
- [5] D. E. Thompson; Anal. Lett., 9, 7, 302, 1962.

주체106(2017)년 6월 5일 원고접수

On the Mechanism of Radiation Chemical Reduction Reaction of Selenous Ion

O In Hwan, Ri Song Bom

We suggested the mechanism of radiation chemical reduction reaction of selenous ion and obtained the formulas about the yield coefficient of selenium in nitrogen and oxygen atmosphere based on it.

The experimental results about the relation between the dose rate and the yield coefficient of selenium generated by reduction of selenous ion in nitrogen and oxygen atmosphere coincided well with the formulas obtained theoretically.

Therefore it was verified that the mechanism suggested by us was right.

Key words: selenous ion, radiation chemical reduction