

아크릴산공중합물에 기초한 알카리성중합물 전해질의 전기전도도

차은옥, 림용선

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 과학연구사업을 더욱 힘있게 벌려 나라의 과학기술수준을 한계
단 더 높이며 인민경제를 빨리 발전시키는데 적극 이바지하여야 하겠습니다.》

(《김일성전집》 제77권 261페이지)

최근 세계 여러 나라들에서는 겔상태의 전해질을 알카리축전지에 리용하기 위한 연
구[1-3]가 많이 진행되고있다.

우리는 아크릴산-아크릴산칼리움공중합물을 리용하여 겔상태의 알카리성중합물전해
질을 만들고 그것의 전기전도도에 대한 연구를 하였다.

실험 방법

시료로는 아크릴산(AA, 순), 수산화칼리움(KOH, 순), 개시제(과류산암모니움, 순)를,
장치로는 교반기, 3구플라스크, 항온수욕조(《UT2/77》), 환류랭각기, 분석저울, 전기전도도
측정장치(《OK-102/1》)를 리용하였다.

알카리성중합물전해질합성방법은 다음과 같다.

AA에 30% KOH를 적당한 량만큼 넣어 중화시켰다. 이때 많은 열이 발생하므로 AA수
용액을 교반하면서 수산화칼리움용액을 천천히 첨가하였다. 다음 개시제(AA량의 0.3%정
도)를 수용액에 풀어 반응물에 넣었다. 환류랭각기가 달린 3구플라스크를 90℃의 항온수욕
조에 잠그고 여기에 단량체혼합물을 넣고 교반하면서 반응시켰다. 중합이 끝나면 중합물을
80℃의 진공건조로에서 24h동안 건조시켜 일정한 크기의 중합물알갱이들을 얻었다.

알카리성중합물전해질은 합성한 아크릴산-아크릴산칼리움공중합물 1g을 30% KOH
20mL에 흡수시켜 겔상태로 만들어 리용하였다.

비전기전도도는 전기전도도측정장치로 측정하였다.

실험결과 및 해석

공중합물조성의 영향 아크릴산-아크릴산칼리움(PAA-PKA)공중합물의 조성을 변화시키면
서 제조한 겔상태의 알카리성중합물의 비전기전도도(15℃)를 측정한 결과는 그림 1과 같다.

그림 1에서 보는바와 같이 공중합물의 비전기전도도값은 $4.3 \cdot 10^{-2} \text{S/cm}$ 정도의 일정한
값을 가진다. 즉 공중합물의 비전기전도도는 조성에 관계없다는것을 보여준다.

중합물의 겔안정상태를 보면 그림 2와 같다. 이때 겔안정상태는 중합물을 증류수에 흡수시켜 겔상태로 만들고 그것을 꺼낸 다음 겔모양의 유지시간을 측정하여 평가하였다.

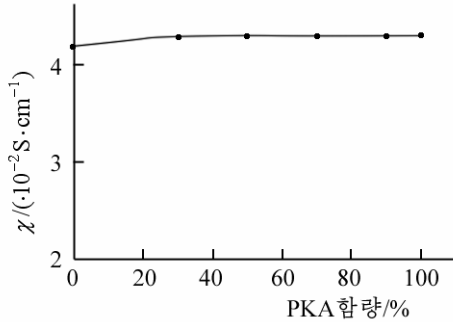


그림 1. PKA함량에 따른 알카리성 중합물의 비전기전도도변화

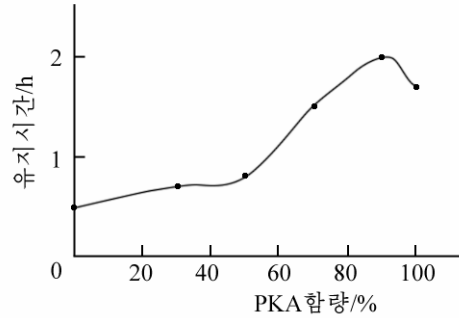


그림 2. PKA함량에 따른 중합물의 겔안정상태

그림 2에서 보는바와 같이 중합물의 겔안정상태는 PAA-PKA공중합물에서 PKA량이 80~90%정도일 때 제일 좋다.

이온농도의 영향 PAA-PKA공중합물(PKA 80%)을 각이한 농도의 KOH에 흡수시켜 제조한 겔상태의 알카리성 중합물의 비전기전도도(15°C)를 측정한 결과는 그림 3과 같다.

그림 3에서 보는바와 같이 전해질이온의 농도가 짙어짐에 따라 비전기전도도는 커지다가 6.7mol/L에서 최대이며 그 이상에서는 감소한다. 그것은 전해질이온의 농도가 짙어지면 전기나르개의 농도가 증가하므로 비전기전도도가 커지지만 전해질농도가 과잉일 때에는 해리되지 않은 비결정성KOH의 양이 많아지면서 비전기전도도를 낮추기때문이다.

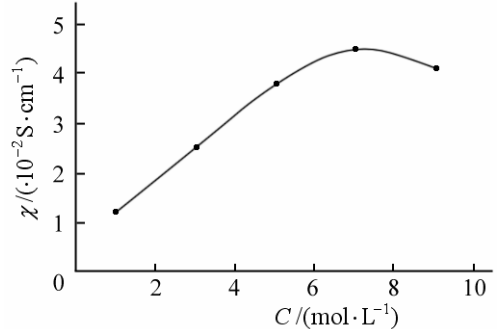


그림 3. K⁺농도에 따른 알카리성 중합물의 비전기전도도변화

PAA-PKA공중합물을 6.7mol/L(33~35%)의 KOH 수용액에 흡수시켜 제조한 알카리성 중합물의 비전기전도도값은 $4.5 \cdot 10^{-2} \text{ S/cm}$ 정도로서 액체상태의 KOH의 비전기전도도값과 거의 비슷하다.

온도의 영향 각이한 온도에서 제조한 겔상태의 알카리성 중합물의 비전기전도도(15°C)를 측정한 결과는 그림 4와 같다.

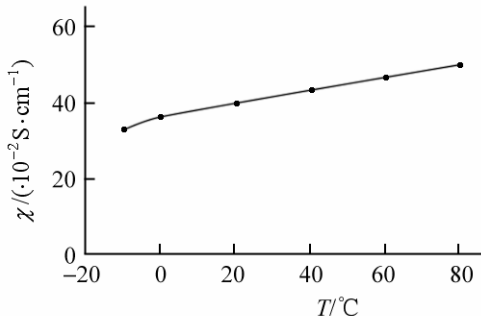


그림 4. 온도에 따른 알카리성 중합물의 비전기전도도변화

그림 4에서 보는바와 같이 온도에 따라 전기전도도는 선형적으로 증가한다. 이것은 중합물을 30% KOH에 흡수시켰을 때 비전기전도도는 전해질용액에서와 같이 일반적성질에 따른다는것을 보여준다. 즉 온도가 높아짐에 따라 K⁺의 해리도가 커지고 사슬의 유연성이 커지기때문이다.

80°C이상에서는 겔상태가 파괴되므로 측정하지 않았다.

비전기전도도와 온도사이의 관계곡선으로부터

계산한 온도계수($\Delta\chi/\Delta T$)는 $1.83 \cdot 10^{-5} \text{S}/(\text{cm} \cdot ^\circ\text{C})$ 로서 그리 크지 않다.

전해질의 두께가 0.03cm , 겉면적이 2cm^2 이며 통과하는 전류세기가 각각 $1 \mu\text{A}$, 10mA 일 때 온도에 따르는 전해질의 저항에 의한 전압강하를 계산한 결과는 표와 같다.

표. 각이한 온도와 전류세기에서의 전압강하

전류세기	전압강하/V					
	-10°C	0°C	20°C	40°C	60°C	80°C
$1 \mu\text{A}$	$2.72 \cdot 10^{-5}$	$2.54 \cdot 10^{-5}$	$2.32 \cdot 10^{-5}$	$2.13 \cdot 10^{-5}$	$1.97 \cdot 10^{-5}$	$1.83 \cdot 10^{-5}$
10mA	0.272	0.254	0.232	0.213	0.197	0.183

표에서 보는바와 같이 전지가 -10°C 에서 10mA 로 방전될 때 전해질저항에 의한 전압강하는 0.272V 이며 따라서 알카리전해액으로 리용할수 있다.

맺 는 말

아크릴산-아크릴산칼리움공중합물로 합성한 알카리성중합물의 비전기전도도를 측정한 결과 공중합물조성은 크게 영향을 미치지 않으며 겔안정상태는 아크릴산칼리움이 $80 \sim 90\%$ 일 때 제일 좋다. 또한 전해질이온의 농도가 6.7mol/L 일 때 $4.5 \cdot 10^{-2} \text{S/cm}$ 로서 최대이다. 온도가 높아짐에 따라 비전기전도도가 선형적으로 증가하며 $0 \sim 80^\circ\text{C}$ 에서 전해질저항에 의한 전압강하에 큰 영향을 주지 않는다.

참 고 문 헌

- [1] M. Y. A. Rahman; The Open Materials Science Journal, 5, 170, 2011.
- [2] D. V. Radziuk; Polymers, 3, 674, 2011.
- [3] Elias Saion; Ionics, 12, 53, 2006.

주체105(2016)년 7월 5일 원고접수

Electric Conductivity of Acrylic Acid Copolymer based Alkaline Polymer Electrolytes

Cha Un Ok, Rim Yong Son

We prepared poly(acrylic acid-co-potassium acrylate) based alkaline polymer electrolyte, and studied its ion-conductivity. The copolymer with 20% of acrylic acid and 80% of potassium acrylate has a high ion-conductivity, its state of gel is the best and its conductivity related to the contents of ion in it. When the contents of ion is $33 \sim 35\%$, the specific electric conductivity is the highest as $4.5 \cdot 10^{-2} \text{S/cm}$. Ion conductivity of polymer electrolyte doesn't change in the wide range of temperature.

Key words: gel electrolyte, polymer electrolyte