

## 수용액의 전기 전도도 측정 (313)

### [ 제품구성 ]

- 랩에이즈 다용도 홉판(약수저 포함) 15개
- 2 온스 탈이온수 점적병 3개
- 1 온스 에틸알코올 점적병 3개
- 0.5 온스 1M 염산 점적병 2개
- 0.5 온스 0.1M 염산 점적병 2개
- 0.5 온스 빙초산 점적병 2개
- 0.5 온스 농축 암모니아 점적병 2개
- 자당 결정 1병
- 수산화나트륨 결정 1병
- 염화나트륨 결정 1병
- 학생용 실험보고서 1장
- 교사용 지도서 1장

이 실험키트는 학생들이 수용액의 전기전도도를 실험하는데 필요한 재료와 절차를 제공한다. 학생들은 강한 전해질, 약한 전해질, 그리고 비전해질을 구분하는 과정에서 이온화의 원리를 깨닫게 된다. 뿐만 아니라 산과 염기의 세기를 구분하는 방법을 익히게 된다.

### I. 개요

#### 역사적 배경

수용액의 전기적 전도도는 스웨덴의 대학원생 스반테 아레니우스(Svante Arrhenius)에 의해 1880년 처음으로 연구되었다. 아레니우스는 수용액의 전도도 능력은 물속에 있는 하전입자의 존재에 의해 발생한다고 주장하였다. 그의 생각은 학계에서 받아들여지지 않았다. 그러나 1800년대 말 원자를 가진 하전입자가 발견되었다. 이것이 아레니우스의 이온이론을 점차 받아들이게 하는 계기가 되었다. 이 후 그는 자신의 발견으로 1903년 화학 부분에서 노벨상을 수상하였다.

물질 중에는 물속에 녹아 양이온과 음이온으로 해리되는 물질이 있다. 이들 이온은 자유롭게 이동을 할 수 있으며 전하를 다른 지점으로 옮겨 전류를 형성한다. 이들 물질을 **전해질**이라고 한다.

수용액은 세 종류로 분류된다. 전기 전도도가 좋은 용액은 강한 전해질이라고 한다. 강한 전해질은 용액에서 많은 이온을 형성한다. 강산성, 강염기성, 소금은 모두 강한 전해질이다. "강"산성, "강"염기성은 이온으로 완전히 해리되는 산성 또는 염기성을 의미한다.

**비전해질**은 물에 녹을 때 양이온과 음이온을 형성하지 않는 물질이다. 이들 물질은 전기를 전도하지 못한다. 물, 알코올, 탄화수소 등은 비전해질 물질이다.

화합물 중에는 물에 용해되지만 적은 양의 이온으로 해리되는 화합물이 많다. 이들은 약한 전해질이라고 불린다. 약한 전해질의 경우 용해된 물질 대부분은 분자 상태로 남는다. 분자의 순전하는 0이기 때문에 분자는 비전해질이다. 해리된 약간의 이온은 전기 전도도를 내기에 충분한 양이다. 인산은 약한 전해질의 좋은 예이다.

전도도의 개념은 수용액과 관련이 있기 때문에 이 실험키트는 전도도의 개념을 이해하는데 도움이 된다.

이 실험에는 전도도 지시기(9 V 전지)가 필요하다. 이 기기는 용액 내의 전류의 흐름을 반정량적인 방식으로 측정한다. 전도도 지시기 하단에 있는 두 개의 금속 프로브 사이에는 공간이 있으며, 이온이 포함된 용액에 이 프로브를 담그면 음이온이 양전하로, 그리고 양이온이 음전하로 이동하면서 전류가 발생한다. 두 금속 프로브 사이에 전류가 흐르기 때문에 LED에 불이 들어올 것이다. LED가 깜빡거리면 강한 전도도를 의미하며, 희미하게 불만 들어오면 약한 전도도를 의미한다. LED에 불이 들어오지 않으면 비전도도를 의미한다. 실험실을 어둡게 하면 LED 불빛을 더 잘 관찰할 수 있다.

### II. 학생 실험

**주의 :** 학생들에게 보안경을 착용시킨다. 염산, 빙초산, 농축 암모니아를 다룰 때는 특별한 주의가 필요하다. 용액을 엮질렀을 경우 즉시 닦아내야한다. 수산화나트륨 결정을 옮길 때는 맨손을 사용하지 말고 반드시 약수저를 이용한다. 바닥에 떨어뜨려서도 안 되며 책상에 남아있어서도 안 된다. 수산화나트륨 병은 최대한 뚜껑을 닫고 사용해야 하며, 알갱이가 떨어지면 바로 치워야 한다.

이 실험이 끝나면 전도도 지시기의 프로브를 물로 세척한다. 가능하면 증류수나 탈이온수를 사용해 세척한다. 프로브에 침전물이나 부식이 생기는 것을 막기 위해 완전히 말려야 한다. 이렇게 관리하면 실험 장비를 오래 사용할 수 있다.

#### 모범답안

표 1

| 홉 번호   | 실험물질                    | 전도도   |
|--------|-------------------------|-------|
| 큰 타원 홉 | 이온수 1/2                 | -     |
| 1      | 수돗물 1/2                 | + / - |
| 2      | 에틸 알코올 10 방울            | -     |
| 3      | a. 염화나트륨 결정             | -     |
|        | b. 이온수 10 방울 추가         | +     |
| 4      | 염화나트륨 결정 + 에틸 알코올 10 방울 | -     |
| 5      | a. 자당 결정                | -     |
|        | b. 이온수 10 방울 추가         | -     |
| 6      | 자당 결정 + 에틸 알코올 10 방울    | -     |
| 7      | 0.1M 염산 10 방울           | +     |
| 8      | 0.1M 염산 10 방울           | +     |

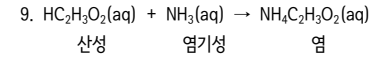
|    |                           |            |
|----|---------------------------|------------|
| 9  | a. 염화나트륨 결정               | -에서 + / -로 |
|    | b. 결정을 10분간 그대로 놓아둠       | + / -에서 +로 |
|    | c. 이온수 10 방울 추가           | +          |
| 10 | a. 농축된 암모니아 5 방울 추가       | -에서 + / -로 |
|    | b. 이온수 5 방울 추가            | + / -      |
|    | c. 이온수 5 방울 추가            | + / -      |
|    | d. 이온수 5 방울 추가            | + / -      |
| 11 | a. 빙초산 5 방울 추가            | -에서 + / -로 |
|    | b. 이온수 5 방울 추가            | + / -      |
|    | c. 이온수 5 방울 추가            | + / -      |
|    | d. 이온수 5 방울 추가            | + / -      |
| 12 | 농축 암모니아 10 방울 + 빙초산 10 방울 | +          |

## 질문

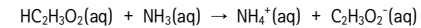
1. 탈이온수는 비전해질이다. 수돗물은 전해질이다. 수돗물에서 전도성이 나타나는 이유는 불순물 때문이며 지역에 따라 편차가 있다. 자신이 살고 있는 동네의 수돗물에서 발견되는 불소, 탄산칼슘, 철이온, 살균제와 같은 첨가물의 종류에 대해서 토론한다.
2. 염화나트륨 결정은 전기 전도성이 없다. 물에 용해된 염화나트륨은 강한 전해질이며, 물은 에틸알코올 보다 더 극성 용매이기 때문에 음성 염화 이온에서 양성 나트륨 이온을 떼어내는데 더 효과적이다.
3. 자당 결정, 물에 용해된 자당, 그리고 에틸알코올에 든 자당은 모두 전도성이 없다. 따라서 물속의 자당은 비전해질이다.
4. 염화나트륨 용액은 전도성이 좋다. 자당 용액은 비전해질이다. 염화나트륨은 극성 물 분자에 의해 분해되는 이온 구조로 되어 있다. (유전 효과? dielectric effect) 자당은 분자구조를 가지고 있다. 자당이 물에는 녹지만 분자로서의 구성을 유지하며 전도성이 없다.
5. 두 염산은 전해질이다. 강한 산의 정의(완전히 해리되는 것)를 다시 한 번 확인한다. 다음은 6가지 강한 산이다. 염산, 브롬화수소산, 요오드화수소산, 과염소산, 질산, 황산.
6. 실내 습도에 따라 염화나트륨 결정은 병에서 꺼낼 때 하얀색의 건조한 고체이어야 한다. 실내 기압에서는 매우 반짝 반짝 빛나며 젖은 모양이다. 결국에는 용해되어 사라질 것이다. 염화나트륨은 매우 쉽게 습기를 함유하는 특성이 있다. 염화나트륨 고체의 이온은 단단한 격자무늬이며 움직이지 못하기 때문에 전도성을 지니지 않는다. 결정이 습기를 함유하면서 이온으로 분리되며, 따라서 강한 전도도 물질이 된다. 수산화리튬은 강한 전도성이다. 이 화합물은 이온으로 완전히 분해되기 때문에 강한 염기성으로 분류된다.
7. 암모니아는 약한 염기성이다. 전도도 지시기의 빛은 암모니아에 물이 추가되면서 점점 더 밝아질 것이다.

극 수 분자는 해리를 더 많이 일으킨다.

8. 아세트산은 약 산성이다. 전도도 지시기의 빛은 암모니아에 물이 추가되면서 점점 더 밝아질 것이다. 극 수 분자는 해리를 더 많이 일으킨다.



약한 산성과 약한 염기성의 혼합으로 용해성 암모니아 염이 나오며, 이는 물에 완전히 녹아 강한 전해질을 만든다. 화학식은 다음과 같다.



이 실험서는 (주)한국과학에 의해 작성되었으며 저작권법에 의해 보호를 받습니다. 무단복제를 금하며, 무단 복제 및 배포 시 저작권법에 의해 처벌 받을 수 있습니다.