PASCO think science



산·염기 중화반응

백신고등학교

2019.6.19

백신고등학교

학년	반	번호	이름
1	2	16	양동엽
1	4	5	김소희
1	9	6	김준이
2	12	24	이지원

실험 목표

우리가 먹는 음식이나 실생활에서 사용하는 많은 화학 제품에는 산성인 것과 염기성인 것이 있다. 산과 염기의 세기는 pH 척도를 이용하여 구분할 수 있다.

산성 물질과 염기성 물질을 서로 반응시키면 어떻게 될까? 실험을 통하여 산과 염기를 서로 반응시킬 때의 변화를 확인해보자.

power of **H**ydrogen

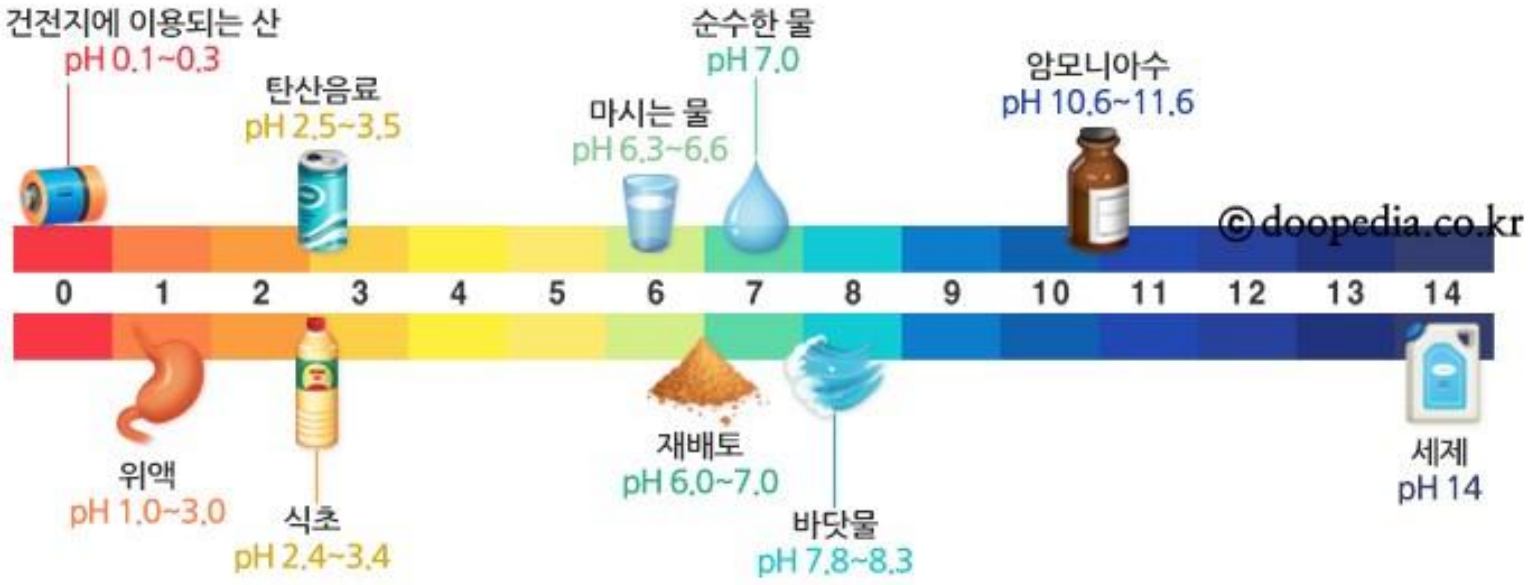


배경 지식

[수용액의 pH: 수소 이온 농도 지수]

수소 이온 H^+ 는 산의 공통적인 성질을 나타내는 이온으로서, 용액에 들어 있는 수소 이온의 농도에 따라 용액의 액성이 결정된다.

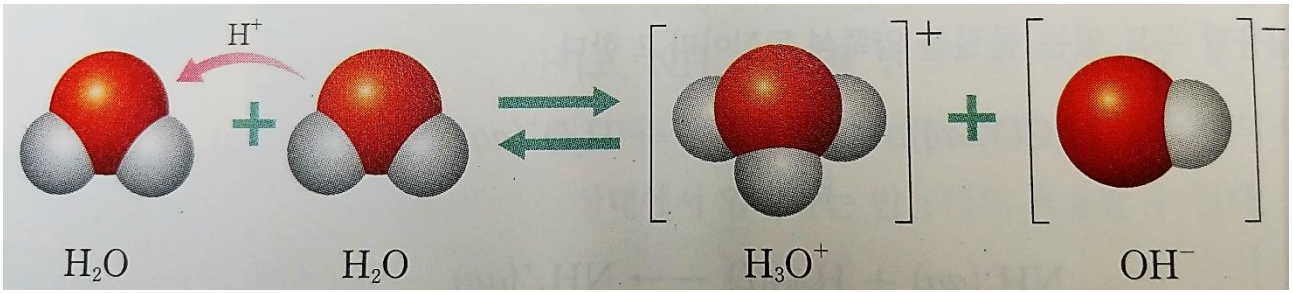
pH 척도는 0에서 14까지 범위를 정하여 사용하고 있으며, 산성 용액은 pH가 7보다 작고, pH가 7인 용액은 중성, pH가 7보다 크면 염기성을 나타낸다. pH가 1인 용액은 pH가 2인 용액보다 10배 더 산성이 강하다.



배경 지식

[수용액의 pH: 수소 이온 농도 지수]

(물의 자동 이온화) – 적은 양의 수소이온(H^+)을 주고 받아 이온화하여 평형을 이룸



25도의 순수한 물에서 H_3O^+의 농도와 OH^-의 농도는 1.0×10^{-7}M 로 같다.

$[H_3O^+]\,[OH^-] = K_w$ (물의 자동 이온화 상수) = 1.0×10^{-14}

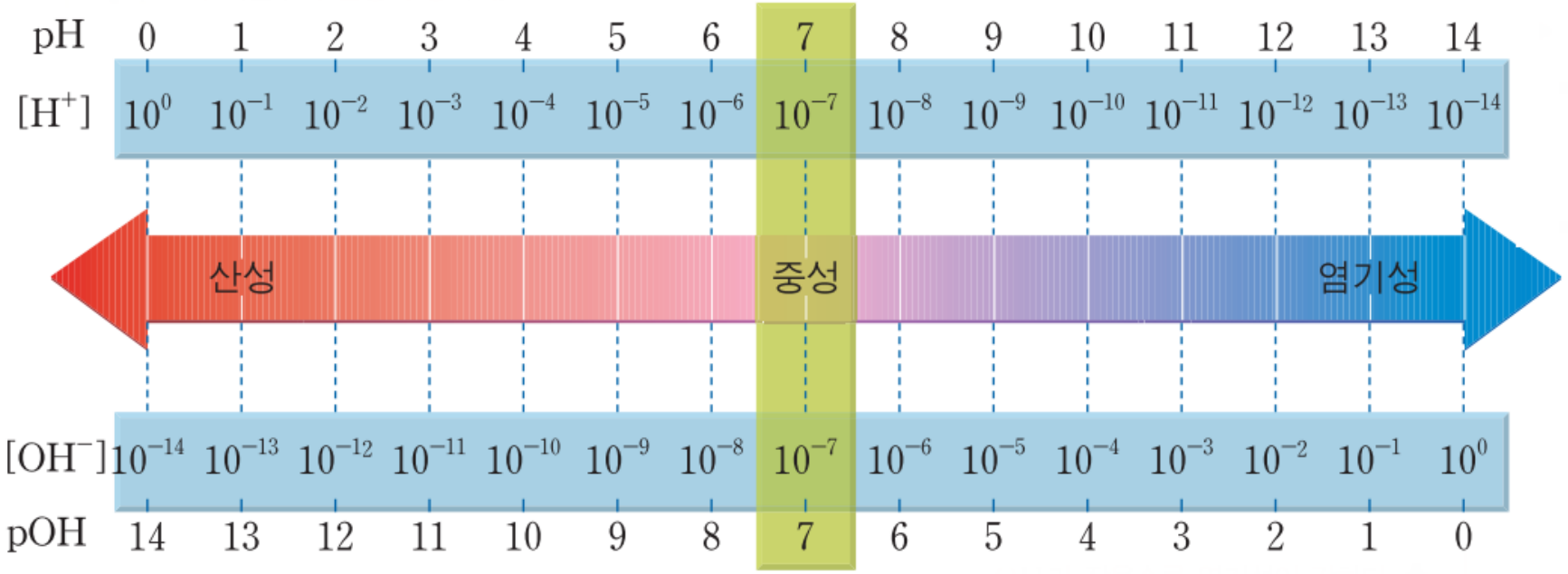
$[H_3O^+] = [OH^-]$ 중성, $[H_3O^+] > [OH^-]$ 산성, $[H_3O^+] < [OH^-]$ 염기성

수용액 속의 $[H_3O^+]$ 나 $[OH^-]$ 는 값이 매우 작은 경우가 많아서 음의 지수를 사용할 때가 많다. 쇠렌센(Sorensen) 은 수소 이온 농도 지수인 pH를 사용하였다. 수용액의 pH는 다음과 같이 정의한다.(수소 이온 농도의 역수에 로그를 취한 값)

$$pH = log\frac{1}{[H_3O^+]} = -\log[H_3O^+]$$

배경 지식

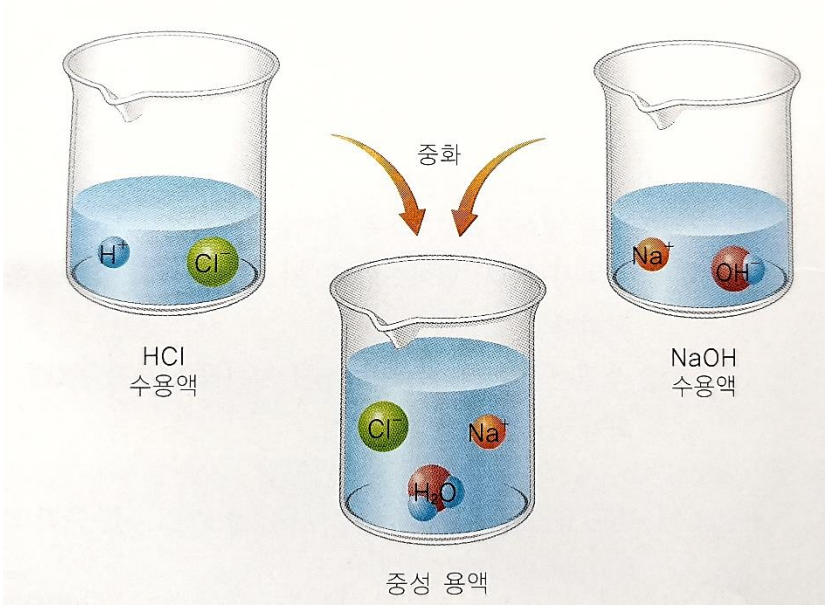
[수용액의 pH: 수소 이온 농도 지수]



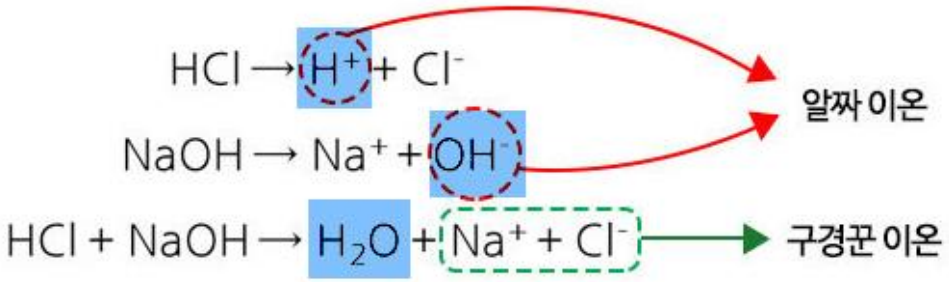
배경 지식

[산과 염기의 중화 반응]

산과 염기를 반응시키면 산과 염기의 성질이 사라지는데, 이는 산의 수소 이온(H^+)이 염기의 수산화 이온(OH^-)과 **1:1의 비**로 서로 반응하여 물을 생성하기 때문이다.



묽은 염산과 수산화나트륨 수용액을 섞었을 때의 중화 반응을 식으로 나타내면 다음과 같다.



실제로 반응에 참여한 알짜 이온의 반응식은 다음과 같다.

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

배경 지식

[산과 염기의 중화 반응]

산과 염기의 액성을 판단할 때 지시약을 사용할 수 있으며 지시약의 종류에 따라 색이 변하는 범위는 달라진다.



배경 지식

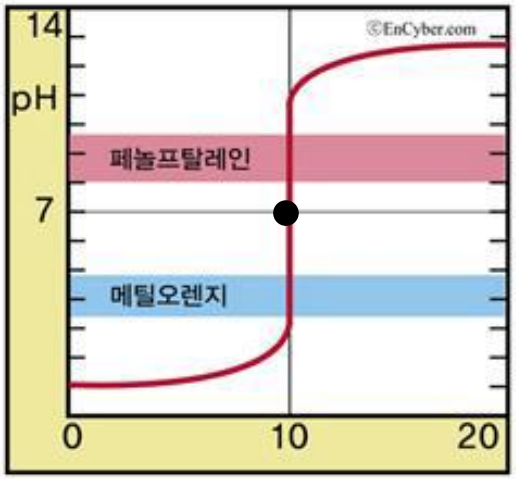
[중화적정]

같은 수의 수소이온과 수산화 이온이 반응하면 산과 염기는 완전히 중화된다.

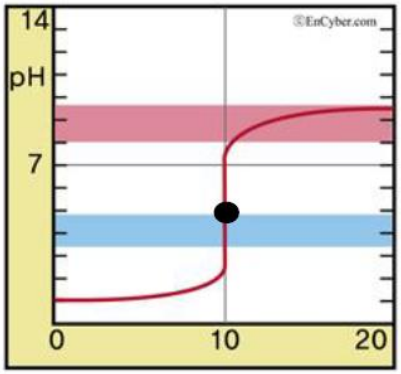
따라서 농도를 아는 산이나 염기의 용액을 이용하여 농도를 모르는 산이나 염기의 용액을 중화시키면 미지의 농도를 알아낼 수 있는데 이를 중화 적정이라고 한다.

[중화적정 곡선]

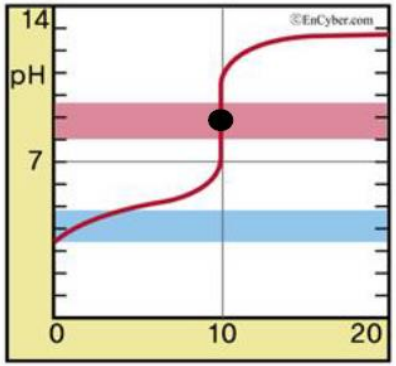
강산을 강염기로 적정



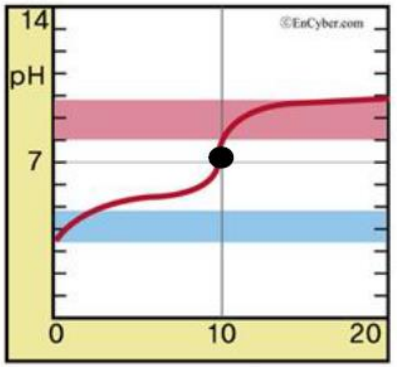
강산을 약염기로 적정



약산을 강염기로 적정



약산을 약염기로 적정

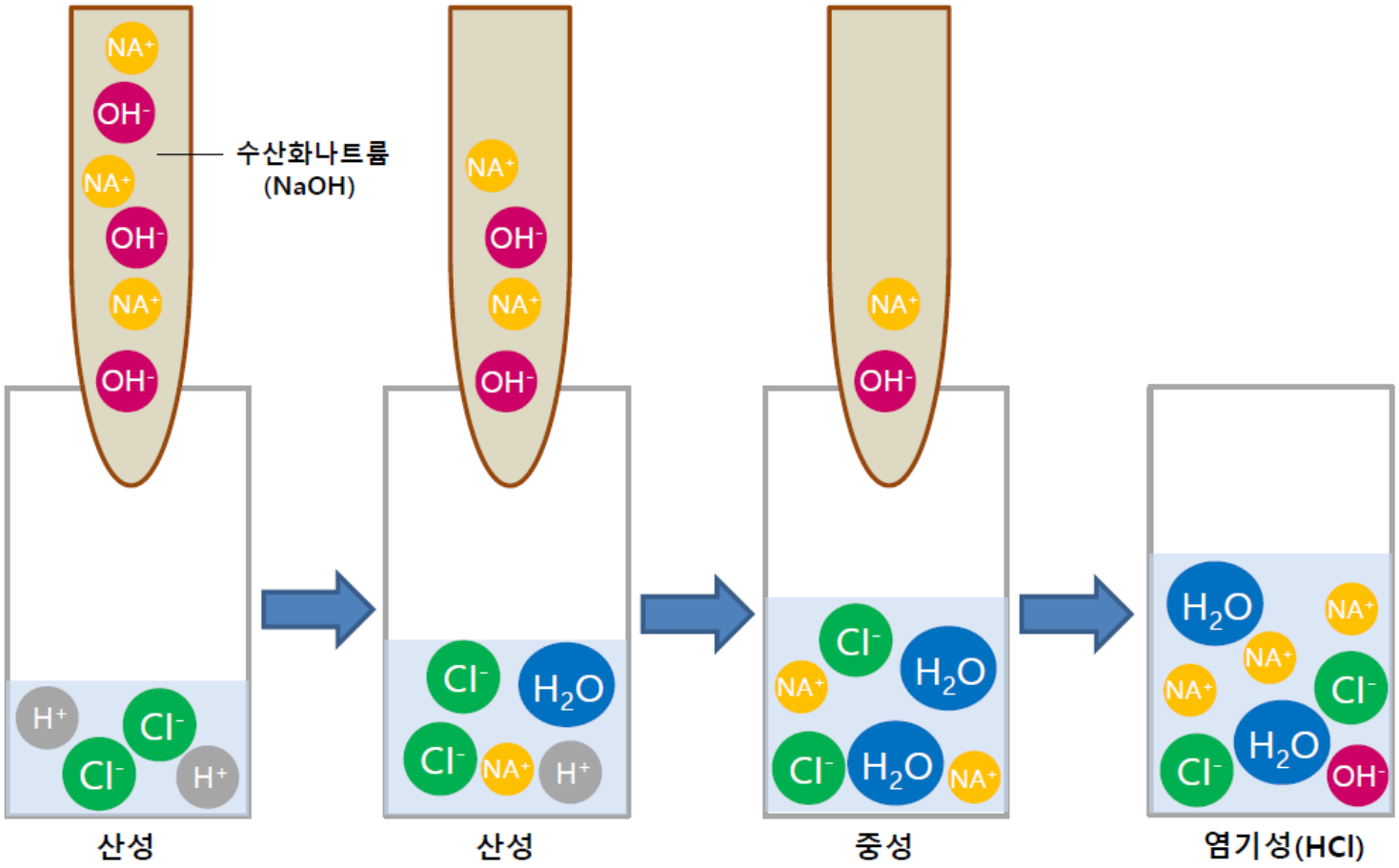


배경 지식

[전도도 변화]

수용액에서의 전기 전도도는 단위부피당 이온 수가 많으면 높다.

같은 이온 수일 때 **수소이온(H+)**과 **수산화이온(OH-)**에 의한 전기전도도가 가장 크다.



실험 준비물

- 무선 pH 센서
- 무선 온도 센서
- 무선 전도도 센서
- 센서 서포터
- 자석 교반기, 자석 막대
- 뷰렛
- 3핑거 클램프
- 10/20mL 눈금 실린더
- 비커
- 피펫

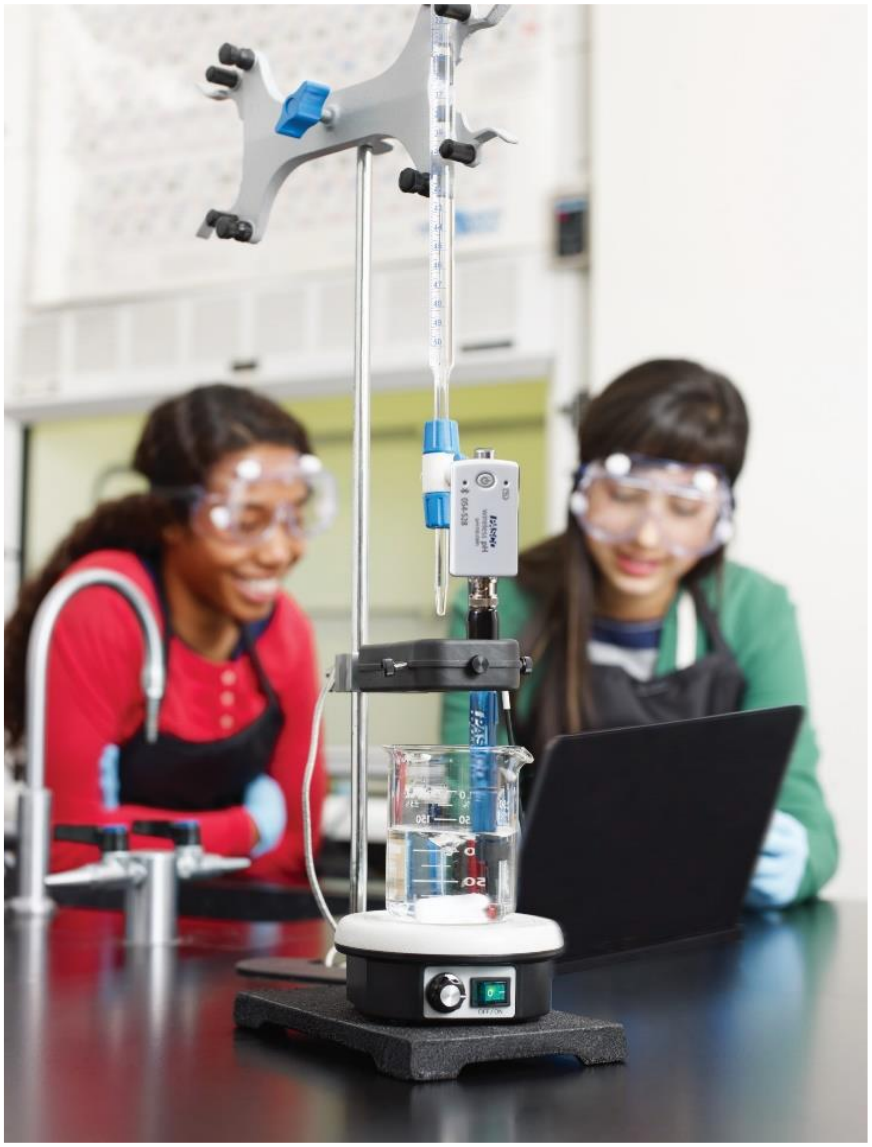
- 0.1M 묽은 염산
- 0.1M 수산화나트륨 수용액
- 증류수
- 지시약(페놀프탈레인)

실험 전 실험복과 보안경과 장갑을 착용한다.

시약 및 유리 기구를 다룰 때 안전에 유의한다.



장비 설치



제공된 안내자료를 참고하여
실험 세팅 및 실험을 진행해주세요!

실험 결과

- 실험세팅 사진



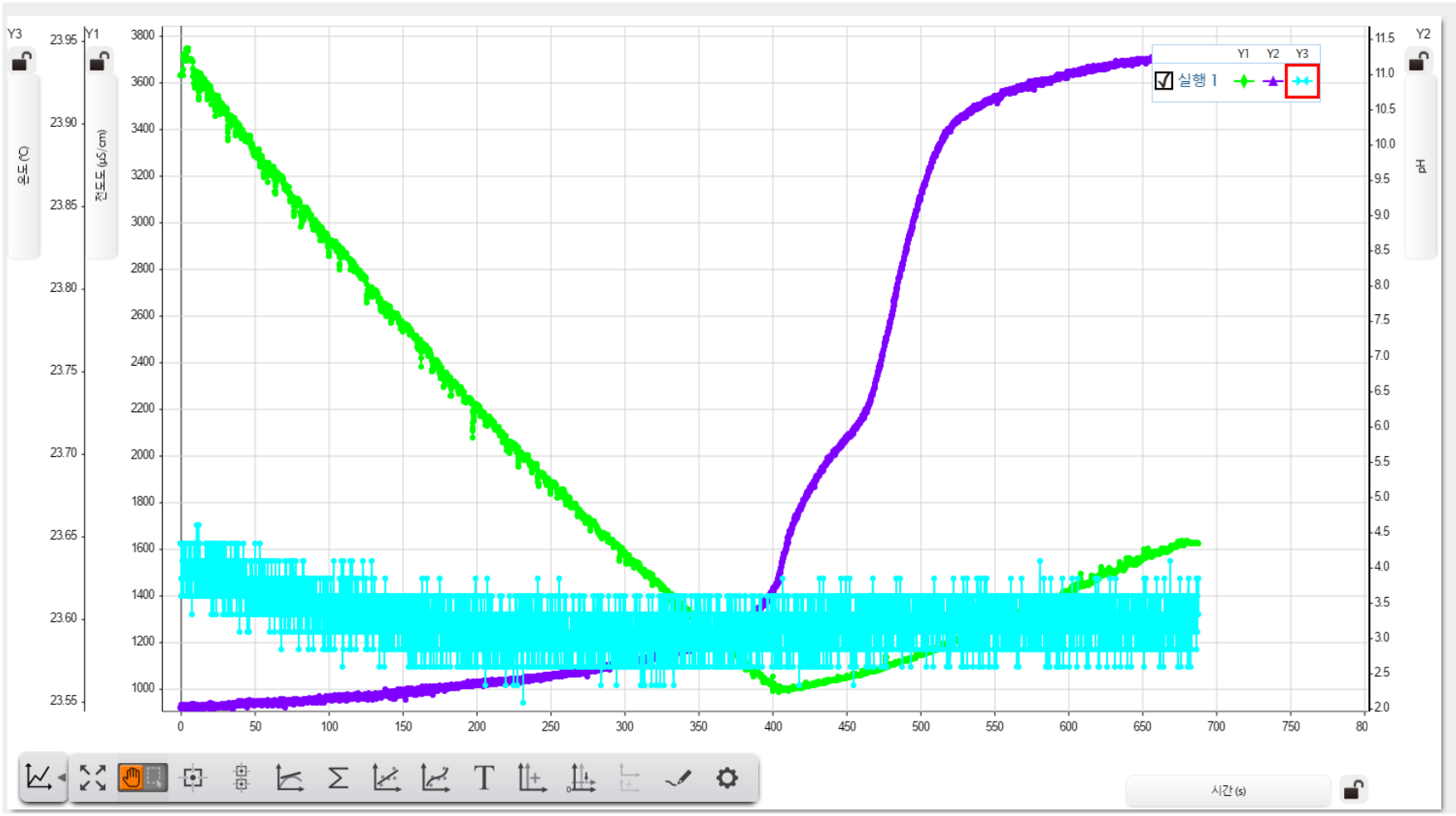
실험 결과

- 중화반응 사진



실험 결과

- 결과 데이터



질문

1. 첨가된 수산화나트륨 수용액의 부피에 따라 **pH**는 어떻게 변하는가?

산성의 묽은 염산에 첨가된 수산화나트륨 수용액의 부피가 증가함에 따라 pH는 높아져서 점점 강한 염기성을 띄었다.

2. 첨가된 수산화나트륨 수용액의 부피에 따라 **온도**는 어떻게 변하는가?

본 실험에서 첨가된 수산화나트륨 수용액의 부피가 증가함에 따라 온도는 낮아지다가 시간이 지나서 올라가는 것으로 관찰되었다. 온도는 올라가다가 중화점에 도달한 순간부터는 온도가 낮아지는 것이 옳은 결과이지만 실험 초반에 작동되었던 에어컨으로 인해 중화열보다 온도가 낮아져 이러한 결과에 영향을 미친 것으로 보인다.

질문

3. 첨가된 수산화나트륨 수용액의 부피에 따라 **전도도**는 어떻게 변하는가?

산성의 묽은 염산에 첨가된 염기성의 수산화나트륨 수용액의 부피가 증가함에 따라 전도도는 감소하다가 중화점에 도달한 순간부터 다시 증가한다.

4. **페놀프탈레인 지시약의 색상**은 어떻게 변하였고 그것으로 무엇을 알 수 있을까?

페놀프탈레인 지시약은 산성일 때 무색에서 중화반응 이후 붉은색으로 변하였고 이로 인해 수용액이 염기성을 띤다는 것을 알 수 있다.

5. 산의 수소 이온과 염기의 수산화 이온이 최대로 반응한 지점을 어떻게 판단할 수 있을까?

온도가 최대인 지점, 수용액의 색에 변화가 보인 지점, 전도도가 최소가 되고 pH가 급격히 높아지는 지점을 통해 산의 수소 이온과 염기의 수산화 이온이 최대로 반응한 지점을 판단할 수 있다.

추가 지식 UP

[중화 반응의 양적관계]

중화 반응이 완전히 일어나려면 H^+ 와 OH^-의 개수가 같아야 한다.

염산과 NaOH 수용액의 물 농도를 각각 M과 M′라고 하고 부피를 각각 V와 V′라고 하면, 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$MV = M'V'$$

1몰당 n몰의 H^+ 을 내놓는 산과 1몰당 n′ 의 OH^- 를 내놓는 염기가 반응하여 완전히 중화할 때 다음과 같은 관계가 성립한다.

$$nMV = n'M'V'$$

0.2 M 염산 100mL 를 완전히 중화하려면 0.1M 수산화 바륨($Ba(OH)_2$) 수용액이 몇 mL 필요한가?

100mL

농도를 모르는 CH_3COOH 수용액 10mL를 완전히 중화하는 데 0.1 M NaOH 수용액 25mL 를 사용하였다. CH_3COOH 수용액의 몰 농도를 구해보자.

0.25M