산 염기 중화반응

Autumn

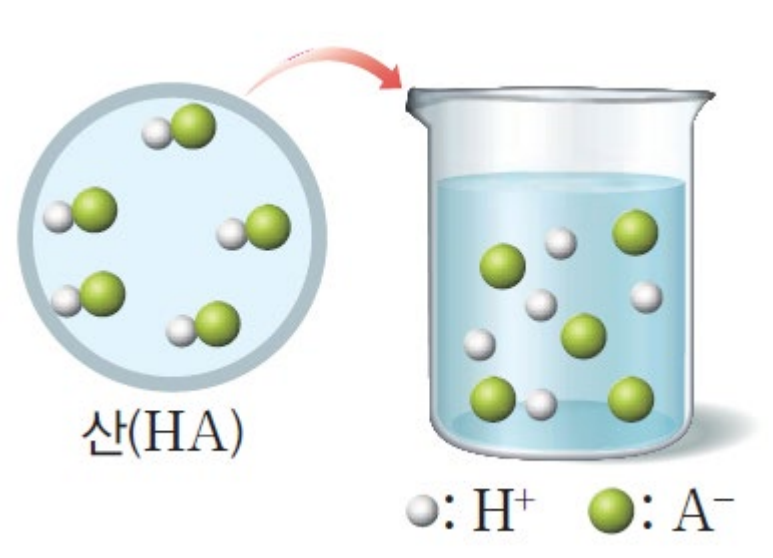
산과 염기의 정의

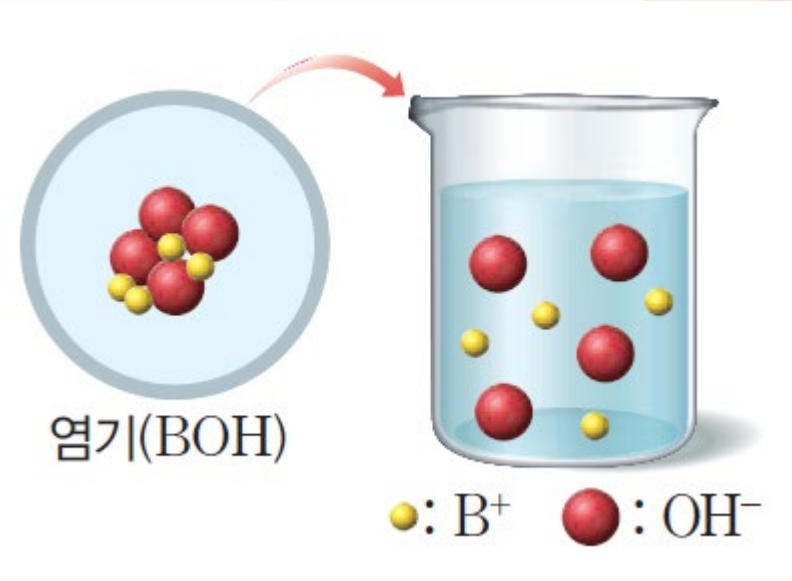
Autumn

2024
화학I

산과 염기의 정의 (아레니우스 정의)

- 아레니우스의 산 염기 정의
  - 산: 수용액에서 H^+를 내놓는 물질
  - 염기: 수용액에서 OH^-를 내놓는 물질





2024
화학I

아레니우스 정의의 한계점

- 수용액에서만 산 염기를 정의 가능함
  - 아레니우스 정의는 수용액이 될 때 내놓는 물질을 기준으로 정의
    - 물에 녹아 (수용액이 될 때) H^+ 를 내놓으면 산
    - 물에 녹아 (수용액이 될 때) OH^- 를 내놓으면 염기
  - 물에 녹지 않는 상황에서는 산이나 염기를 정의할 수 없음

- 수소 이온은 수용액 속에서 H_3O^+ 로 존재함

- 수용액에서 H^+ 나 OH^- 를 내놓지 않는 물질에는 적용할 수 없음
  - 암모니아(NH_3)는 분자 내에 OH^- 가 없으므로 물에 녹아 OH^- 를 내놓을 수 없음
  - 하지만 암모니아를 물에 녹이면 염기성이 나타남(OH^- 존재)

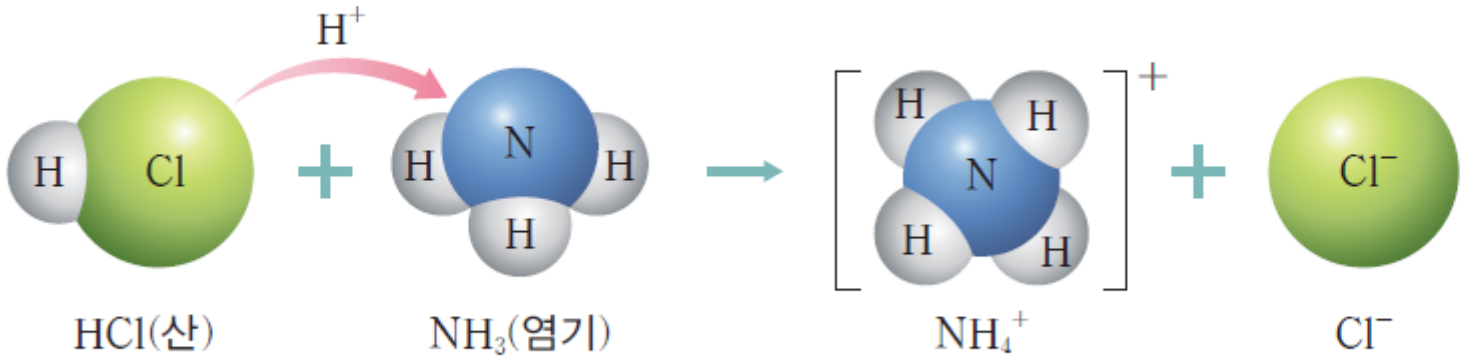
2024 화학I

브뢴스테드-로우리 정의

- 브뢴스테드-로우리 산 염기
  - 산 : 다른 물질에게 수소이온(H^+)을 주는 물질
  - 염기 : 다른 물질에게 수소이온(H^+)을 받는 물질

- 브뢴스테드-로우리 정의에서 아레니우스 정의의 보완
  - 수용액이 아니어도 산과 염기를 정의 가능

예 염화 수소와 암모니아의 반응[b]: $HCl(g) + NH_3(g) \longrightarrow NH_4Cl(s)$



➡ 염화 수소(HCl)는 H^+를 내놓으므로 산이고, 암모니아(NH_3)는 H^+를 받으므로 염기이다.

2024 화학I

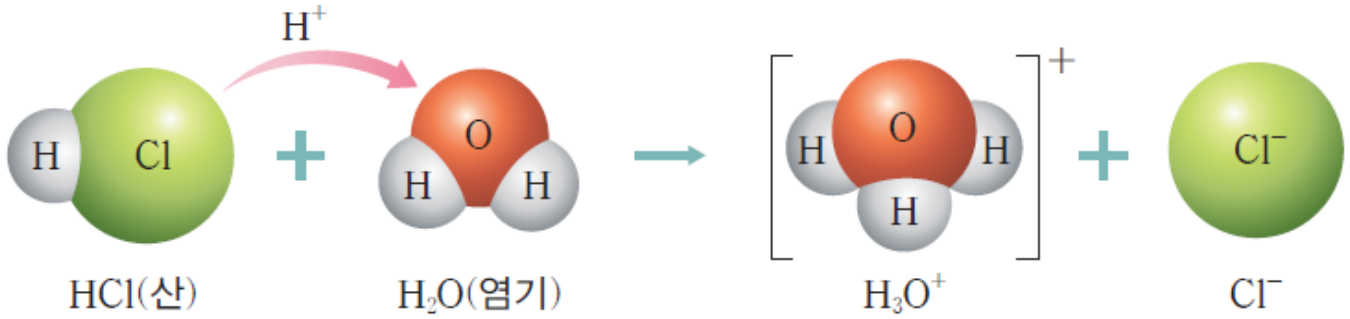
브뢴스테드-로우리 정의

- 브뢴스테드-로우리 산 염기
  - 산 : 다른 물질에게 수소이온(H^+)을 주는 물질
  - 염기 : 다른 물질에게 수소이온(H^+)을 받는 물질

- 브뢴스테드-로우리 정의에서 아레니우스 정의의 보완
  - 물 속에서 수소이온(H^+)이 하이드로늄이온(H_3O^+)으로 존재함도 설명 가능

• 하이드로늄 이온(H_3O^+)으로 존재하는 현상을 설명할 수 있다.

예 염화 수소와 물의 반응: $HCl(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$



➡ 염화 수소(HCl)는 H^+를 내놓으므로 산이고, 물(H_2O)은 H^+를 받으므로 염기이다.

2024
화학I

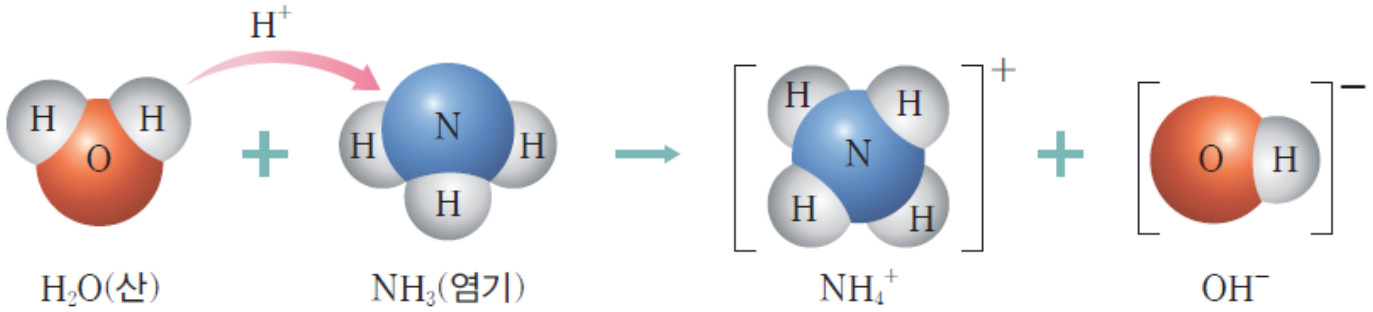
브뢴스테드-로우리 정의

- 브뢴스테드-로우리 산 염기
  - 산 : 다른 물질에게 수소이온(H^+)을 주는 물질
  - 염기 : 다른 물질에게 수소이온(H^+)을 받는 물질

- 브뢴스테드-로우리 정의에서 아레니우스 정의의 보완
  - 수용액에서 수소이온이나 수산화이온을 내놓지 않는 물질도 산 염기 정의 가능

• 암모니아가 OH^-을 가지고 있지 않아도 염기성을 띠는 까닭을 설명할 수 있다.

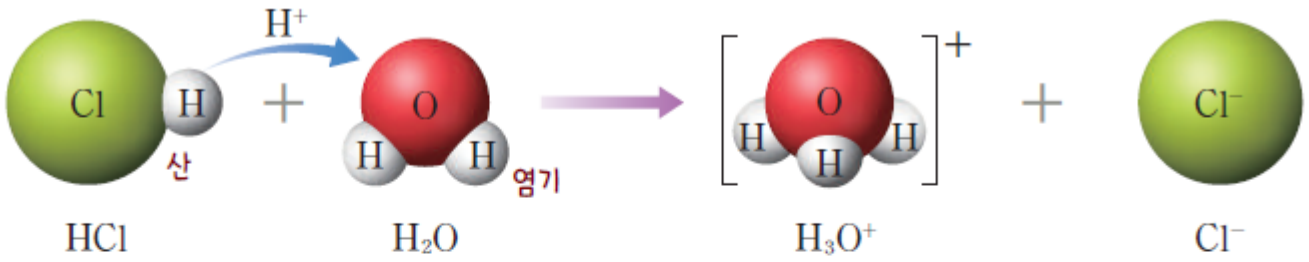
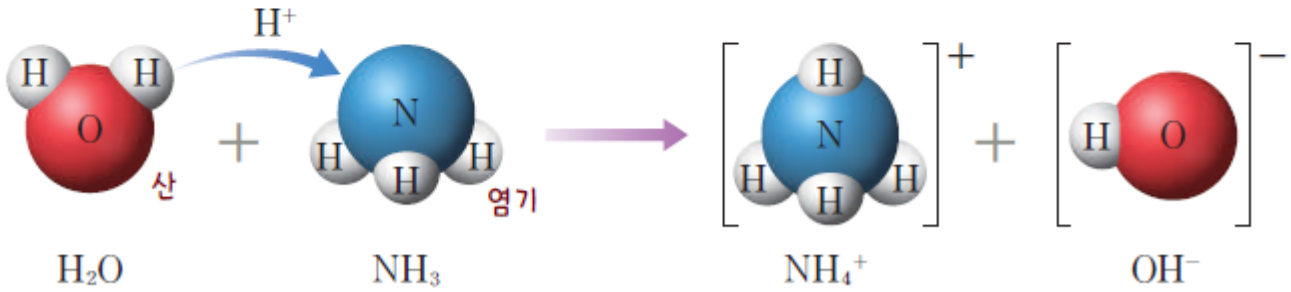
예 물과 암모니아의 반응: $H_2O(l) + NH_3(g) \longrightarrow NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$



➡ 물(H_2O)은 H^+를 내놓으므로 산이고, 암모니아(NH_3)는 H^+를 받으므로 염기이다.

양쪽성 물질

- 양쪽성 물질
  - 반응에 따라 산으로도 작용할 수 있고 염기로도 작용할 수 있는 물질
    - 산으로 작용 가능 : 수소이온(H^+)을 줄 수 있음
    - 염기로 작용 가능 : 수소이온(H^+)을 받을 수 있음

염화 수소와 물의 반응	 HCl H_2O H_3O^+ Cl^- HCl는 H^+을 내놓으므로 산이고, H_2O은 H^+을 받으므로 염기이다.
물과 암모니아의 반응	 H_2O NH_3 NH_4^+ OH^- H_2O은 H^+을 내놓으므로 산이고, NH_3는 H^+을 받으므로 염기이다.

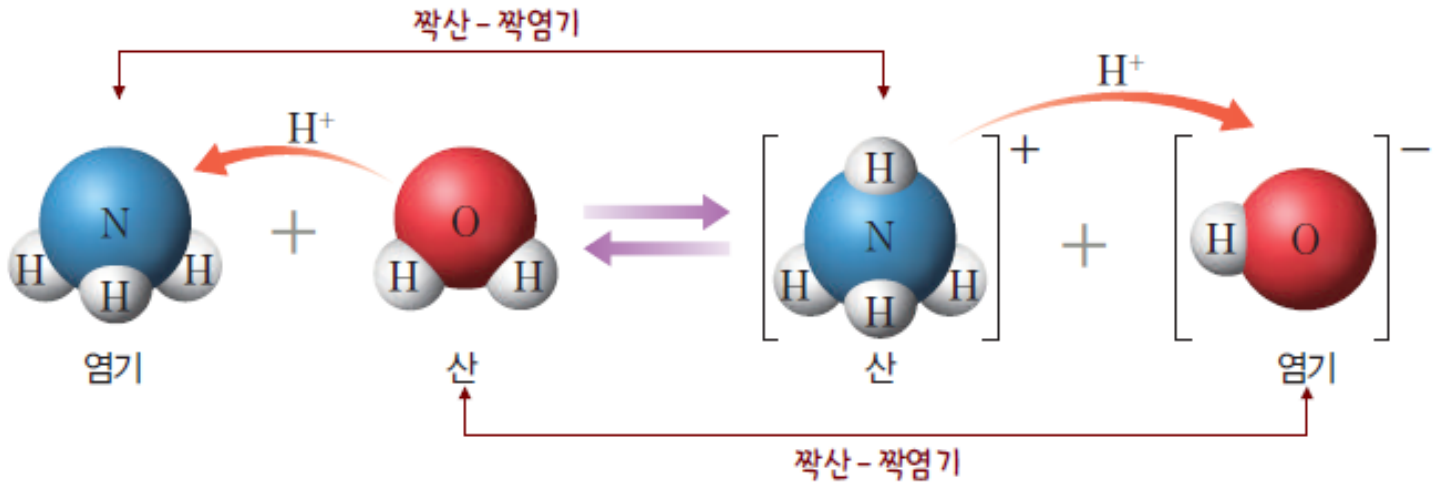
물은 염화 수소와의 반응에서
수소이온을 받음
→ 염기로 작용

물은 암모니아와의 반응에서
수소이온을 줌
→ 산으로 작용

물은 반응에 따라
산으로도 염기로도 작용(양쪽성물질)

짝산과 짝염기

- 짝산과 짝염기
  - 수소이온의 이동으로 산과 염기가 되는 한 쌍
  - 정반응의 산-역반응의 염기, 정반응의 염기-역반응의 산



정반응에서는 물(H_2O)이 암모니아(NH_3)에게 수소 이온(H^+)을 주므로 산이고, NH_3가 H_2O로부터 H^+을 받으므로 염기이다. 역반응에서는 암모늄 이온(NH_4^+)이 수산화 이온(OH^-)에게 H^+을 주므로 산이고, OH^-이 NH_4^+으로부터 H^+을 받으므로 염기이다.

산 염기 중화반응

Autumn

2024
화학I

산 염기 중화반응

- 산 염기 중화 반응의 정의
  - 산과 염기가 반응하여 물과 염을 생성하는 반응
  - 산 + 염기 → 물 + 염
  - ex) $HCl + NaOH \rightarrow H_2O + NaCl$

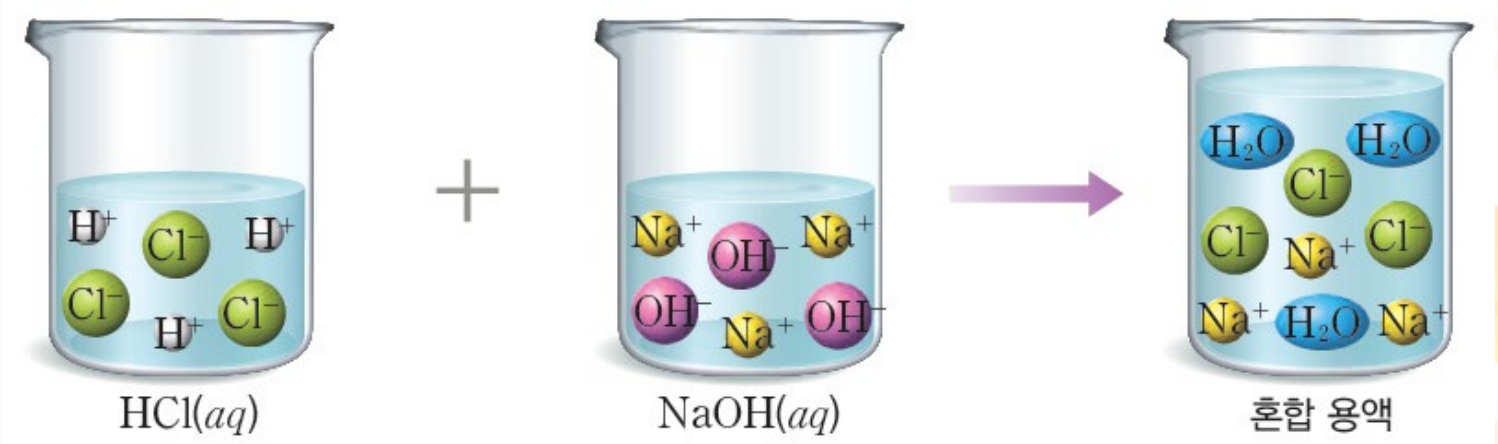
- 염
  - 중화 반응에서 산의 음이온과 염기의 양이온이 만나 생성되는 물질
  - 반응하는 산, 염기의 종류에 따라 생성되는 염은 달라짐

$HCl(aq)$	+	$NaOH(aq)$	$\longrightarrow$	$H_2O(l)$	+	$NaCl(aq)$
$HNO_3(aq)$	+	$KOH(aq)$	$\longrightarrow$	$H_2O(l)$	+	$KNO_3(aq)$
산		염기		물		염

2024 화학I

산 염기 중화반응의 예시

- 염산과 수산화나트륨의 반응
  - $HCl + NaOH \rightarrow H_2O + NaCl$



- 염산의 수소이온(H+)과 수산화나트륨의 수산화이온(OH-)이 반응하여 물(H_2O)을 생성
- 염산의 음이온과 수산화나트륨의 양이온은 염(NaCl)을 생성

$$HCl(aq) \longrightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

$$NaOH(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + OH^-(aq)$$

$$HCl(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow H_2O(l) + NaCl(aq)$$

산 염기 물 염

2024
화학I

구경꾼 이온과 알짜 이온 반응식

- 염산과 수산화나트륨의 반응
  - $HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NaCl_{(aq)}$
  - $H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$
  - 염산과 수산화나트륨의 반응에서 Na^+와 Cl^-는 반응에 참여하지 않고 이온 상태로 존재
- 구경꾼 이온
  - 반응에 참여하지 않고 그대로 남아있는(반응 전후의 상태와 수가 일정한) 이온
  - 위 반응에서는 Na^+와 Cl^-가 구경꾼 이온
- 알짜 이온 반응식
  - 실제로 반응에 참여한 이온만으로 나타낸(구경꾼이온 제외) 반응식

2024
화학I

구경꾼 이온과 알짜 이온 반응식

- 알짜 이온 반응식
  - 실제로 반응에 참여한 이온만으로 나타낸(구경꾼이온 제외) 반응식

- 염산과 수산화나트륨의 반응
  - $HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + NaCl_{(aq)}$
  - $H^+_{(aq)} + \cancel{Cl^-_{(aq)}} + \cancel{Na^+_{(aq)}} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)} + \cancel{Na^+_{(aq)}} + \cancel{Cl^-_{(aq)}}$
  - 알짜 이온 반응식

    $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$

2024
화학I

중화 반응의 알짜 이온 반응식

- 중화반응의 알짜 이온 반응식
  - 중화반응에서는 수소이온과 수산화이온이 반응하여 물을 생성
  - 염은 반응하지 않고 반응 전후 상태와 수가 그대로 유지(구경꾼이온)
  - 중화반응의 알짜 이온 반응식에는 수소이온과 수산화이온의 반응만 포함

  - 중화 반응의 알짜 이온 반응식

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$

  - 일반적으로 산, 염기의 종류에 상관 없이 중화반응의 알짜 이온 반응식은 같음

2024
화학I

중화반응 양적관계의 일반적 풀이법

- 중화반응의 양적관계 문제
  - 중화반응 → 수소이온과 수산화이온이 반응하여 물을 생성하는 반응
  - 산 용액, 염기 용액 속에 수소이온과 수산화이온이 몇 개(몇 몰) 들어있는지가 중요

- 용액 속 H+ , OH- 이온의 수
  - 수소이온의 수 = n(가수) x M(몰농도) x V(부피) 로 구할 수 있음
    - 산의 가수 = 산 1개가 이온화되었을 때 내놓는 H^+의 수
    - 1.5M HCl 수용액 0.5L 속 수소이온의 수 = 1 x 1.5 x 0.5 = 0.75몰
    - 1.5M H_2SO_4 수용액 0.5L 속 수소이온의 수 = 2 x 1.5 x 0.5 = 1.5몰

  - 수산화이온의 수 = n(가수) x M(몰농도) x V(부피) 로 구할 수 있음
    - 염기의 가수 = 염기 1개가 이온화되었을 때 내놓는 OH^-의 수
    - 1.5M NaOH 수용액 0.5L 속 수소이온의 수 = 1 x 1.5 x 0.5 = 0.75몰
    - 1.5M $Ca(OH)_2$ 수용액 0.5L 속 수소이온의 수 = 2 x 1.5 x 0.5 = 1.5몰

2024
화학I

중화반응 양적관계의 일반적 풀이법

- 중화반응의 양적관계 문제
  - 중화반응 → 수소이온과 수산화이온이 반응하여 물을 생성하는 반응

- 일반적인 풀이 힌트
  - 제시된 용액에 들어있는 물질(산 또는 염기)의 수를 파악
    - 농도가 제시되어 있다면 농도를 이용하여 수 파악
    - 농도가 제시되어있지 않다면 10mL당 들어있는 수를 a개, b개 등으로 놓고 풀이
  - 산 또는 염기의 수와 가수를 이용하여 용액 속 H+와 OH-의 수를 파악
  - 혼합했을 때 H+와 OH- 중 어느것이 부족한지 파악
    - H+와 OH-는 1:1로 반응하여 물 생성 (반응H+수:반응OH-수:생성H2O수 = 1:1:1)
    - 여러 부피로 혼합하는 경우 생성된 물의 양(혹은 이온 수) 등을 비교하여 과부족 판단

2024
화학I

중화 적정

- 중화적정
  - 중화반응의 양적 관계를 이용하여 농도를 모르는 산이나 염기의 농도를 알아내는 방법

- 중화적정의 개념
  - H+와 OH-는 1:1로 반응한다
  - 중화에 필요한 H+(혹은 OH-)의 양을 알면 원래 들어있던 OH-(혹은 H+)의 양을 알 수 있다
  - ex) 햄버거 1개에 패티 1장, 치즈 1장이 들어가는 경우
    패티 1박스를 이용해 햄버거를 만들었을 때 치즈 30장이 필요했다면
    패티 1박스 속 패티의 양은?

    햄버거 1개에 패티와 치즈가 1장씩 들어가므로 들어간 치즈와 패티의 수는 같음
    패티 1박스 속 패티의 양은 30장

2024
화학I

중화 적정

- 중화적정의 순서
  - 농도를 모르는 산(혹은 염기)를 일정 부피 덜어놓는다
  - 용액에 지시약을 떨어뜨린다
  - 뷰렛에 농도를 알고있는 염기(혹은 산)을 넣고 산(혹은 염기)이 들어있는 용기 위에 설치한다
  - 용기를 저어주며 뷰렛에 들어있는 염기(혹은 산)을 조금씩 천천히 떨어뜨린다
  - 중화점이 되면(지시약의 색 변화) 들어간 염기(혹은 산)의 양을 측정한다
  - 염기(혹은 산)의 농도와 부피를 이용하여 원래 용액의 농도를 계산한다

2024 화학I

중화 적정 예시

- 농도를 모르는 염산 $HCl_{(aq)}$ 50mL를 중화 적정하는 데 0.3M 수산화칼슘 ($Ca(OH)_{2(aq)}$) 25mL가 필요하였다. 염산의 농도는?
  - 적정에 들어간 $Ca(OH)_2$의 수 구하기
    - MV = 0.3 x 0.025 = 0.0075몰
  - 적정에 들어간 OH- 수 구하기
    - $Ca(OH)_2$ 1개에서 OH- 2개가 나옴
    - $Ca(OH)_2$ 0.0075몰 속에 들어있는 OH-의 양이므로 2 x 0.0075 = 0.015몰
    - nMV = 2 x 0.3 x 0.025 = 0.015몰 을 이용하여 구해도 됨
  - 염산 속 H+의 수 구하기
    - 염산 속 H+의 수 = 중화 적정에 들어간 OH-의 수
    - 염산 속 H+의 수 = 0.015몰
  - 염산(HCl)의 양 구하기
    - 염산 1개에서 H+ 1개가 나오므로 H+의 수와 HCl의 수가 같음 → 0.015몰
  - 염산의 농도 구하기
    - 몰농도 = 몰 수 / 부피 = 0.015/0.05 = 0.3 M

2024 화학I

중화 적정 예시

- 중화적정
  - 중화적정에서는 산과 염기의 중화반응이 일어남
  - 중화점에서 반응을 멈추므로 남는 H+나 OH-는 없음
    → H+와 OH-의 수가 같음
  - H+나 OH-의 수는 nMV로 구할 수 있음

- 중화적정에서의 이온 수 비교식
  - 산의 nMV = 염기의 nMV

- 농도를 모르는 염산 $HCl_{(aq)}$ 50mL를 중화 적정하는 데 0.3M 수산화칼슘($Ca(OH)_{2(aq)}$) 25mL가 필요하였다. 염산의 농도는?
  - 산의 가수: 1, 산의 몰농도: M, 산의 부피: 0.05
  - 염기 가수: 2, 염기 몰농도: 0.3 염기 부피: 0.025
  - 1 x M x 0.05 = 2 x 0.3 x 0.025 → 0.3M

수고하셨습니다

Autumn