

탐구수업 지도자료

- 학 년 고등학교 1학년
- 단 원 산과 염기의 반응
- 소 단 원 7장 탐구의 발전
- 제 목 과학사
- 대표 저자 강순희(이화여자대학교)
- 공동 저자 김덕희(무역여자고등학교)
 박혜진(분당고등학교)
 윤현정(수내고등학교)
 이윤하(목일중학교)
 이은주(누원고등학교)
 임정은(이화여자대학교 석사과정)

이 자료는 서울대학교 과학교육연구소가 교육인적자원부의 과학교육연구기관으로 지정 받아 수행하고 있는 「탐구·실험 중심의 과학교육 활성화를 위한 연구개발 사업」의 일환으로 개발되었습니다.



서울대학교 과학교육연구소

Seoul National University Science Education Research Center

제 3 부

『산과 염기의 반응』 관련 탐구수업 보조 자료



제 7 장 『산과 염기의 반응』 관련 탐구의 발전

- 탐구의 역사
- 우리 생활
- 연구의 현황과 전망

제 8 장 『산과 염기의 반응』 관련 교수-학습 보조 자료

- 교수-학습 인쇄 자료
- 인터넷 및 동영상 자료
- 학교 밖 과학 탐방





제 7 장

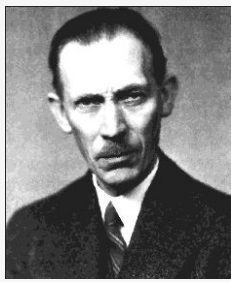
『산과 염기의 반응』 관련 탐구의 발전

탐구의 역사

1. 산·염기 정의의 변천사



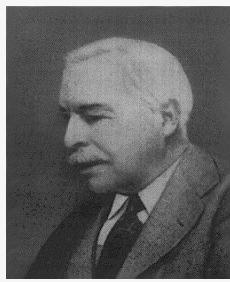
Svante August Arrhenius (1859-1927)



Bronsted, Johannes N. (1879-1947)



Lowry, Thomas M. (1874-1936)



Gilbert Newton Lewis (1875-1946)

(1) 산과 염기의 정의

(가) 아레니우스 정의

가장 오래 이용된 방법으로, 현재에도 수용액의 반응에서는 대부분 이 방법으로 산과 염기를 구별한다.

- ① 산 : 수용액에서 이온화하여 H^+ 를 내놓을 수 있는 물질
(예) 염산(HCl), 황산(H₂SO₄), 질산(HNO₃), 아세트산(CH₃COOH), 인산(H₃PO₄) 등
- ② 염기 : 수용액에서 이온화하여 OH^- 를 내놓을 수 있는 물질
(예) 수산화나트륨(NaOH), 수산화칼슘(Ca(OH)₂), 수산화마그네슘(Mg(OH)₂) 등

※ 실제로는 수용액에서 수소 이온(H^+)이 단독으로 존재하는 것이 아니고 물 분자와 배위 결합하여 옥소늄 이온(H₃O⁺)의 형태로 존재한다.

※ 아레니우스 정의의 한계

- ① 분자 자체에서 H^+ , OH^- 를 생성하지 못하면 산, 염기로 구분할 수 없다.
(예) NH₃는 수용액에서 염기성을 나타내지만 분자 자체에서는 OH^- 를 생성할 수 없으므로 아레니우스의 정의에 따르면 염기로 구분할 수 없다.
- ② 수용액이 아닌 곳에서 일어나는 산·염기 반응을 설명할 수 없다.
(예) NH₃(g) + HCl(g) → NH₄Cl(s)의 반응처럼, 기체 상태에서 일어나는 산·염기 반응을 설명할 수 없다.



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소

(나) 브뢴스테드-로우리의 정의

- ① 산 : 양성자(H⁺)를 내놓는 물질(양성자 주개)
- ② 염기 : 양성자(H⁺)를 받아들이는 물질(양성자 받개)

※ 브뢴스테드-로우리 정의의 한계

아뢰니우스가 주장한 산·염기의 정의에 비해 그 대상 범위가 상당히 확장되었으나 이 이론은 오직 양성자의 전달 반응에서만 적용이 가능하다는 제한이 있다. 브뢴스테드-로우리의 정의는 아뢰니우스의 정의와는 달리 수용액일 필요는 없지만 산이 반드시 이온화될 수 있는 수소 원자를 포함하고 있어야 한다는 한계가 있다.



서울대학교
과학교육연구소

(다) 루이스 정의

- ① 산 : 다른 물질의 전자쌍을 받아들이는 물질(전자쌍 받개)
- ② 염기 : 다른 물질에게 전자쌍을 내놓는 물질(전자쌍 주개)



우리 생활

1. 산은 모두 신맛이 날까?

많은 이들이 ‘신맛을 갖고 있는 물질은 모두 산이다.’라고 한다. 모든 산은 정말 신맛을 낼까? 인류가 몇 천 년 전에 발견한 첫 번째 산인 아세트산이나 청량음료 속에 넣어 맛을 조절하는데 사용하기도 하는 레몬산 등은 모두 신맛이 있는 물질로 산이다. 그러나 산이라고 모두 신맛이 나는 것은 아니다.

화학 공장에서 유지를 가수분해 시켜서 얻은 스테아린산, 팔미틴산은 겉모양이 과라핀과 비슷하며 아무런 맛이 없다. 견사와 모직물을 물들이는 황색 염료로 이용하고 군사적으로 흔히 사용되는 열성 폭탄에 쓰이는 피크린산은 맛이 쓸 뿐만 아니라 독성이 있다. 진통 해열 작용이 있어 의약품으로도 사용되는 살리실산은 단맛이 있다.

그럼 여러 가지 산의 공통적인 성질은 무엇인가? 처음에 화학자들은 모든 산은 그 조성 가운데 산소를 포함한 것이 특징이라고 생각하였다. 이는 황산, 인산, 탄산, 아세트산이 모두 산소를 포함하고 있기 때문이다. 그러나 산 중에도 유명한 염산의 조성에는 산소가 없다는 사실로부터 이러한 사실이 옳지 않음을 알게 되었다. 그 후 연구를 거듭하여 산의 조성 가운데 금속에 의해 치환될 수 있는 수소(H)가 포함되어 있는 것이 산의 공통점이라는 사실을 알게 되었다.



서울대학교
과학교육연구소

출처 : 논리와 함께하는 화학 이야기

2. 체액의 pH 조절

순수한 물은 중성이므로 pH가 7이고, 빗물은 대기 중에 이산화탄소가 포함되어있으므로 약한 산성을 띠어 pH가 5.7정도이다. 혈액과 세포액은 약한 염기성이고 침과 오줌은 산성이며 위액은 강한 산성이다. 다음 표는 몇 가지 체액의 pH를 나타낸 것이다.



서울대학교
과학교육연구소

체액	pH	체액	pH
이자액	8.0 ~ 8.9	눈물	7.0 ~ 7.4
담즙	7.4 ~ 8.0	침	6.4 ~ 7.0
혈액	7.35 ~ 7.45	땀	4.5 ~ 7.5
세포액	7.15 ~ 7.25	위액	0.9 ~ 2.0

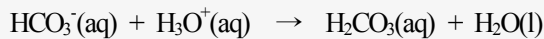
특정 효소는 특유의 좁은 pH범위 내에서 작용한다. 예를 들면 아밀라아제는 pH 5~6.5의 범위 내에서 탄수화물을 분해하기 시작하며, 위액은 pH 2의 강한 산성이어서 펩신이 위에서 효과적으로 단백질을 분해할 수 있는 조건을 만들어 준다.

혈액은 pH 7.35~7.45의 좁은 범위에서 매우 정교하게 조절된다. 혈액의 pH가 2~3 시간동안 이 범위에 벗어나 있으면 인체에는 건강상 심각한 문제가 발생한다.

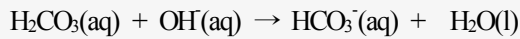
그렇다면 우리가 섭취하는 산성이나 알칼리성 음식은 혈액의 pH 변화에 거의 영향을 주지 않는 것일까? 만약 그렇다면 그 이유는 무엇일까?

실제로 NaCl 용액 1L에 진한 염산을 소량 넣으면 용액의 pH는 7에서 2로 떨어진다. 그러나 1L의 혈장에 진한 염산을 소량 넣으면 pH는 7.4에서 7.2로 변화한다. 이것을 보면 인체는 분명히 혈액의 pH 변화에 어떤 조절을 하고 있는 것이 틀림없다.

인체에서 pH의 조절은 탄산수소이온 HCO_3^- 와 탄산 H_2CO_3 에 의한 것이다. 혈액 속에 산이 들어오면 다음과 같은 반응에 의해 산이 제거된다.



그러므로 혈액에 산성인 탄산 이온만 충분하다면 혈액의 pH 변화는 대단히 작을 것이다. 혈액에 염기성 물질이 들어오면 탄산이 다음과 같이 작용하여 염기성 물질을 제거한다.



따라서 염기성 물질이 들어왔을 때에도 혈액의 pH 변화는 매우 작다.

출처 : 생활이 담긴 화학 에세이



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



서울대학교
과학교육연구소



연구의 현황과 전망

1. 식용 개미산으로 노트북 커네...KIST 한중희 박사팀 연료전지 개발

식용 개미산을 연료로 쓰는 노트북 컴퓨터용 연료 전지가 개발됐다. 한국과학기술연구원(KIST) 한중희 박사팀은 18일 복숭아 등에 함유된 개미산의 화학 에너지를 전기 에너지로 바꾸는 방식으로 최고 50W까지 출력을 낼 수 있는 노트북 컴퓨터용 연료 전지를 개발했으며 오는 2007년까지 이 전지를 상용화할 예정이라고 밝혔다. 이 연료전지(가로 8.8cm×세로 7.0cm×높이 5.0cm)는 연료통의 부피가 300cc 정도로 한 번 충전하면 노트북 컴퓨터를 10시간가량 구동할 수 있다. 한 박사는 “개미산 연료전지는 출력이 뛰어나 노트북 컴퓨터 등 소형 휴대용 전자기기에 쓰일 수 있으며 인체에 독성이 없는 연료를 사용하기 때문에 다른 연료전지에 비해 안전하다”고 밝혔다. 그는 또 “현재 외장형 전원으로 개발했으나 앞으로 내장형으로 바꾸고 성능을 보다 향상시켜 2007년까지 제품화할 계획”이라고 덧붙였다. 개미산(HCOOH)은 강한 철근을 순식간에 부식시킬 만큼 산성이 강한 물질로 복숭아, 썩기풀에 많이 함유돼 있으며 개미를 증류해 얻을 수도 있다. 산업적으로는 가성소다와 섞여 여러 가지 유기 시약이나 용제의 합성과 염색에 이용하고 있다.



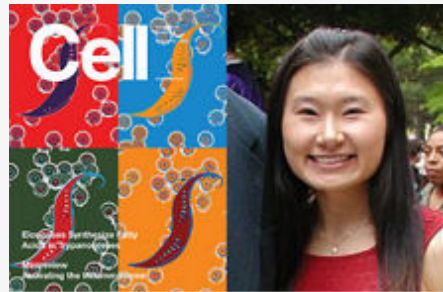
KISTDML 한 연구원이 개미산 연료전지를 이용해 노트북 PC를 구동하고 있다.



출처 : 한국경제신문 2006년 01월 18일자 기사

2. “아 수면병”의 비밀 한국인이 풀었다

아프리카 등지에서 주로 서식하는 ‘체체파리’ 등 흡혈 파리에 의해 감염되는 ‘아프리카 수면병’의 생물학적 베일이 재미 한인 과학자가 주도한 연구팀에 의해 벗겨졌다. 미국 존스홉킨스 의대 기초생물과학연구소 폴 잉글룬드 교수팀의 이소희(29·여) 박사는 27일 수면병을 일으키는 기생충이 ‘지방산’을 만드는 새로운 생물화학적 메커니즘을 규명했다고 밝혔다. 이 박사를 제1 저자로 한 이번 논문은 저명 과학저널인 ‘셀(Cell)’지 25일자에 표지와 함께 실렸다. 한국 국적의 유학생인 이 박사는 2년 전 고인이 된 이상선 전 한국교원대 생물학과 교수의 딸이다. 아프리카 수면병은 ‘체체파리’ 등의 흡혈파리가 사람과 동물의 피를 빨아들일 때 편모충인 ‘트리파노소마’가 몸속으로 들어와 감염되는 질환이다. 흡혈파리에 의해 옮겨진 이 병원체는 벌레나 숙주의 혈관에서 증식하는 방법으로 번식한다. 세계보건기구(WHO) 통계에 따르면 이 수면병은 앙골라, 콩고, 수단 등지에서 주로 발생하는데, 세계적으로 연간 50만명이 감염되고 5만명이 숨지는 것으로 분석된다. 이 때문에 아프리카를 여행할 때는 특히 흡혈파리를 주의해야 한다. 이 수면병에 걸렸을 경우 약물을 이용해 기생충을 조기에 제거하면 큰 문제가 없지만, 치료시기를 놓쳐 만성화되면 졸곤 잠에 빠져 있다가 영원히 깨어나



출처 : 한국경제신문 2006년 01월 18일자 기사



지 못하는 경우가 많다. 이 경우에는 치료법이 없다. 우리나라도 이 질환을 법정전염병 제4군으로 분류해 놓고 있다. 이번 논문에 따르면 흡혈파리가 옮기는 기생충 ‘트리파노소마’는 세포와 세포기관을 만드는 데 중요한 역할을 하는 지방산을 만드는 과정에서 ‘엘론가스’라는 효소를 사용하는 것으로 새롭게 밝혀졌다. 기생충이 스스로 지방산을 만들어 낸다는 것도 최근에 밝혀진 사실이다. 이소희 박사는 “의료환경이 열악한 아프리카에서 체체파리에 의한 트리파노소마 감염은 치명적”이라며 “엘론가스와 같은 지방산을 만드는 트리파노소마와 박테리아 효소는 수면병과 박테리아 감염을 치료하기 위해 고안된 약물의 좋은 표적이 될 것”이라고 말했다. 그는 “연구팀이 엘론가스를 타겟으로 한 약을 개발할 경우 아프리카 수면병을 치료할 수 있는 새로운 개념의 신약도 개발이 가능할 것”이라고 전망했다



서울대학교
과학교육연구소

출처 : 세계일보 2006년 08월 28일자 기사

3. 황사가 좋은 점도 있다고?

△ 토양 중화

보통 우리나라 삼림 토양은 pH5.2(중성은 pH7)로 산성화돼 있다. 도심의 경우 산성도가 더 심하다. 이에 따라 낙엽이 잘 썩지 않고 토양 속 미생물의 활동이 둔해져 식물이 영양분을 제대로 만들지 못한다. 각종 유기물을 흙 속에서 썩게 하는 미생물의 수가 토양이 산성화되면 급격하게 줄기 때문이다. 그러나 황사는 이런 산성을 중성으로 만드는 데 기여한다. 평소 산성비도 황사가 발생할 때는 pH7 내외로 중성을 띤다. 임업연구원의 관계자는 “황사에는 알칼리성을 띠는 석회, 산화마그네슘 등의 물질이 포함되어 있어 산성 토양을 중화시키는 역할도 한다.”고 밝혔다. 석회의 경우 농경지의 중화제로도 많이 쓰는 재료다.



서울대학교
과학교육연구소

△ 적조 억제

황사는 바다 생태계에도 적지 않은 도움을 준다. 황사는 황토가 미세한 먼지로 변해 바람에 날리는 형태다. 황사는 적조 발생 때 바다에 뿌리는 황토와 같은 역할을 한다. 황토 입자가 플랑크톤이나 적조에 엉겨 붙어 가라앉는 성질이 황사에도 그대로 나타난다. 한반도 주변 바다에는 육지보다 더 많은 황사가 떨어진다. 황사가 없으면 적조가 더욱 기승을 부릴지도 모른다. 황사에 포함된 미량의 칼륨, 칼슘, 마그네슘 등은 어패류 등 해양 생물에 영양분이 된다. 이런 물질이 많으면 문제가 되지만 황사에 포함된 양 정도는 약이 된다는 것이다.

출처 : 제일경제신문 2005년 04월 20일자 기사



서울대학교
과학교육연구소