

가 연구를 이어나가는 것이 중요합니다. 그리고 그렇게 결과에 다가가는 과정에서 수많은 과학적 발견이 이어질 겁니다. 과거에 빛이 파동인지, 입자인지를 구분하기 위해 많은 과학적 논쟁과 연구가 이뤄졌던 것과 어느 정도 비슷하다고 볼 수도 있겠네요. 앞으로 얼마나 더 흥미로운 수소 연구가 나올지 함께 지켜보면 좋겠습니다.

Q

란타넘족과 악티늄족이
주기율표에서 분리된
이유가 무엇인가요?

20



장흥제 교수가 답하다

범용 주기율표는 가로로 주기(period)가, 세로로 족(group)이 나열된 구조적인 특징을 가지고 있습니다. 여기에 부가적으로 상온에서 기체, 액체, 고체로 구분되는 원소의 상태를 표현하기도 하고, 금속과 비금속, 그리고 준금속이라는 특성을 기반으로 원소를 구분하기도 하죠.

그렇게 주기율표를 훑어보다 보면 독특한 구성 하나가 눈에 띕니다. 하단에 길게 두 줄로 분리된 원소들입니다. 원자번호 57번부터 71번까지에 해당하는 란타넘족(Lanthanoids)과 원자번호 89번부터 103번까지에 해당하는 악티늄족(Actinoids)이 그 주인공들입니다.

자연 원소 란타넘족, 방사성 원소 악티늄족

란타넘족 원소들은 흔히 ‘희토류(rare earth element)’라 불리는 금속 원소들

의 일종입니다. 희토류라는 이름은 지구상에 희귀하게 소량 존재해서라기보다는 한정적인 지역에서 주로 출토된다고 해서 붙여진 이름입니다. 절대적인 존재량만을 고려한다면 백금을 위시한 귀금속 원소들에 비해 지각 내에 상당히 풍부하게 존재하고 있습니다.

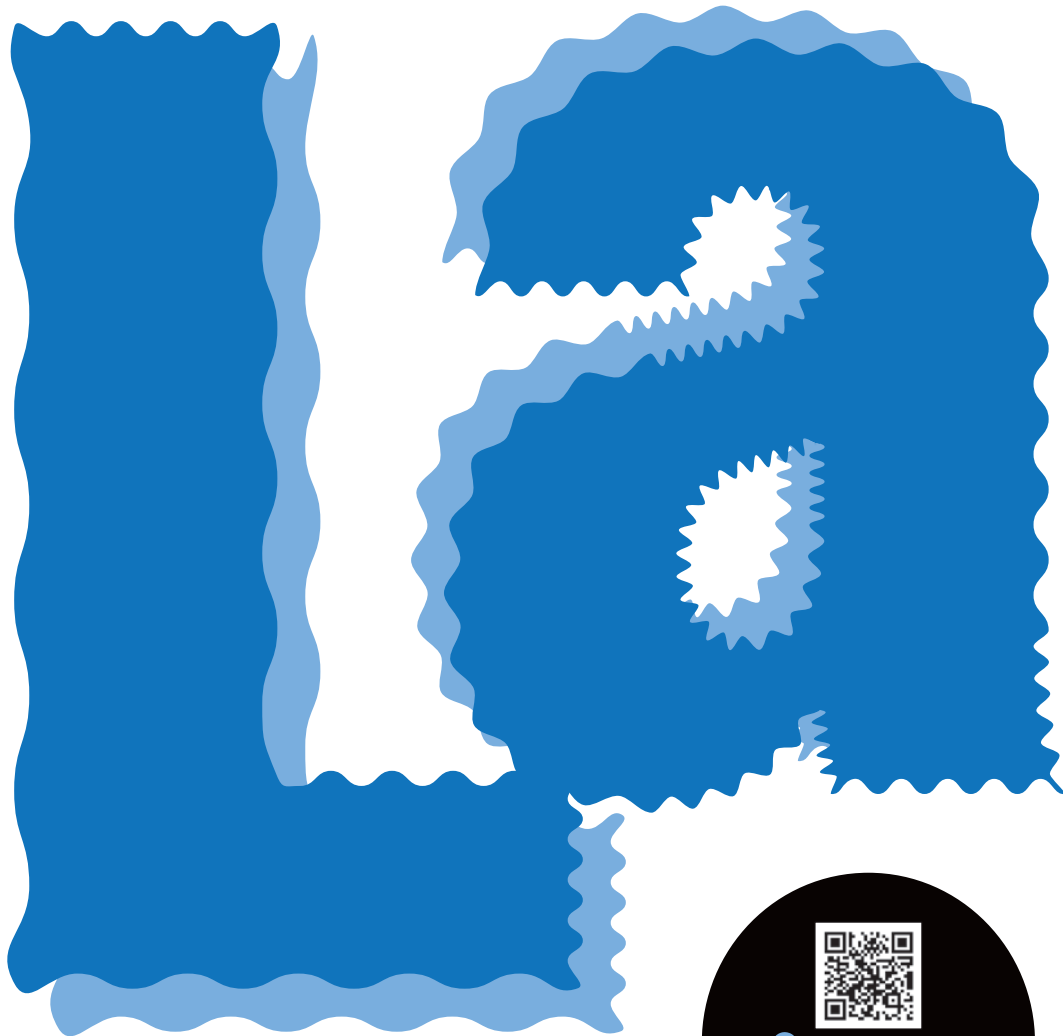
란타넘족 원소들은 광석에서 발견됐는데요. 신기하게도 란타넘족 원소 중 프로메튬(Pm)을 제외한 모든 원소가 가돌리나이트(Gadolinite)와 세라이트(Cerite)라는 두 종류의 광석에서 발견됐습니다. 스웨덴의 광산 마을이었던 위테르비(Ytterby) 지역의 탄광에서 다른 광석에 비해 높은 밀도와 무게를 보이는 검은색 돌이 나왔는데, 이 광석에 함유된 성분이 다양한 란타넘족 원소들이었던 거죠. 따라서 란타넘족 원소는 (프로메튬만 빼고) 전부 지각 내에 매우 안정하게 존재하는 자연 원소들입니다. 프로메튬은 란타넘족 원소 중 유일하게 방사성 붕괴를 합니다.

반면 악티늄족 원소들은 대부분의 원소들이 방사성 원소들입니다. 지구상에 자연적으로 존재하는 원소들 중 가장 무거운 원소인 우라늄(U) 이후의 인공원소들이 대부분 악티늄족 원소에 속해 있습니다.

멘델레예프가 주기율표를 만들었던 시기, 즉 인공원소들에 대한 개념이 성립되지 않았던 시기의 과학자들은 자연에 존재하는 모든 원소들을 수학적으로 해석하고자 했습니다. 특히 에드먼드 밀스(Edmund Mills)라는 학자는 수소를 제외한 모든 자연 원소의 원자량 경향성을 하나의 수식으로 표현한 ‘밀스의 공식(Mills' formula)’을 만들었습니다. 과학자들은 밀스의 공식에 다양한 수를 대입하는 과정에서 원자량이 240 이상인 원소는 표현이 불가능하다는 결론을 얻었습니다. 물론 이는 초우라늄 원소들이 존재할 가능성을 배제한 학설이었지만, 당시엔 높은 지지를 얻어 지구상에 존재 가능한 가장 무거운 원소가 우라늄이라는 인식을 만들었습니다.

란타넘(La)

원자번호가 57~71번인 15개 란타넘족 원소 중 첫 번째 원소. 대표적인 희토류 금속 원소다. 지각에 안정적으로 존재하는 자연 원소로 세라이트 같은 특별한 광석에서 추출·분리한다. 란타넘은 금속 자체로는 거의 사용되지 않고, 대부분 합금과 화합물 형태로 사용된다. 니켈수소 전지, 특수 유리 등에 쓰인다.



QR코드를 스캔하면
란타넘족 원소들의 특징과 숨은
이야기를 다룬 대한화학회의
영상을 볼 수 있습니다.

이후 닐스 보어(Niels Bohrs)가 양자적 예측을 통해 원자핵의 전하량이 92 이상인 원소는 관찰될 수는 있으나 안정하게 존재할 수 없다고 발표하면서, 여기에 해당하는 대부분의 악티늄족 원소가 모두 방사성 원소임이 다 시금 확인됐습니다.

f오비탈에 전자를 가진 원소들

란타넘족과 악티늄족은 족마다 공통적인 물리화학적 성질을 보입니다. 그리고 이런 특성은 다른 족 원소들과 마찬가지로 방출이나 유입이 가능한 전자의 개수로부터 결정됩니다. 쉽게 말해 최외각 전자껍질의 전자 배치가 화학적 성질을 결정하고, 이런 전자 배치가 유사한 원소들끼리는 비슷한 화학적 성질을 띤다는 뜻입니다.

전자의 배치와 가용 전자 개수는 원소의 오비탈을 보면 알 수 있습니다. 오비탈은 원자핵 주변에서 전자가 발견될 확률이 90% 이상인 영역을 의미하는데요. s, p, d, f, g 등 그 종류가 다양합니다.

1족과 2족의 원소들은 s오비탈에 전자를 가지고 있습니다. s오비탈은 하나의 에너지 준위에 총 두 개의 전자가 배치될 수 있는 오비탈이죠. 그런가하면 13족부터 18족 원소들은 p오비탈에 전자를 가지고 있습니다. p 오비탈은 3개의 에너지 준위에 총 6개의 전자가 배치될 수 있습니다. 우리가 흔히 전형원소(typical element)와 전이금속(transition metal) 원소로 구분하는 3족부터 12족까지의 원소는 d오비탈을 가지고 있습니다. d오비탈은 5개의 에너지 준위에 총 10개의 전자가 배치될 수 있습니다.

이번 글의 주인공인 란타넘족과 악티늄족 원소들은 f오비탈에 전자를 가지고 있습니다. f오비탈은 7개의 에너지 준위에 총 14개의 전자가 배치

될 수 있는 오비탈입니다. f오비탈이 텅 비어있는 원소부터 전자 14개가 짝 차 있는 원소까지 총 15개의 원소가 나올 수 있습니다.

그렇다면 왜 주기율표는 f오비탈을 가지는 란타넘족과 악티늄족 원소를 따로 분리해 표기하고 있을까요? 너무 싱겁게 들릴 수 있지만, 란타넘족과 악티늄족 원소를 모두 주기율표에 포함시키면 주기율표가 가로로 너무 길어지기 때문입니다. 즉, 주기율표를 보는 편의성을 높이기 위함입니다. 원소의 성질을 결정짓는 전자의 개수 정보를 일목요연하게 알아볼 수 있려면 현재와 같이 1족부터 18족까지 구분하는 방식이 편리하거든요.

한편 란타넘족과 악티늄족을 대표하는 원소로 각각 란타넘과 악티늄이 꼽히는데요(주기율표상에 대표로 써있는 경우가 많습니다). 이들이 대표 원소인 데는 특별한 이유가 없습니다. 란타넘과 악티늄은 둘 다 f오비탈에 전자가 비어있는 원소입니다. 필요하다면 f오비탈에 전자가 짝 차있는 루테튬(Lu)과 로랑슘(Lr)을 각각 란타넘족과 악티늄족을 대표하는 원소로 정할 수도 있습니다.

이처럼 주기율표는 정보를 최대한 효율적으로 전달하기 위해 고민한 결과물입니다. 주기율표의 내용뿐만 아니라 배열에도 과학적 사고가 들어있는 셈입니다. 여러분은 앞으로 점점 더 다양한 주기율표를 보게 될 텐데요. 각각의 주기율표에 녹아있는 과학적 사고를 파악하면 주기율표를 더 쉽고 빠르게 이해할 수 있을 거라 생각합니다.



연금술처럼 싸게
희토류 원소를
만들 수 있을까요?

