

고등학생들을 위한

화학세계 올림피아드 11월호 풀이와 정답자

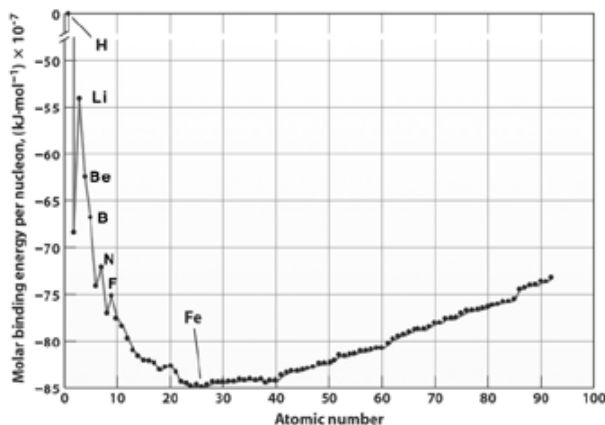


IChO-2006

이 보 경 연세대학교 학부대학 / bklee@yonsei.ac.kr

우주에 존재하는 원소들의 상대적인 양은 원자번호가 증가함에 따라 감소하는 경향을 보인다. 이는 우주의 원소들은 가벼운 원소에서 무거운 원소로 진화한 것과 관련이 있다. 즉 가벼운 원소들이 융합하거나 중성자 포획을 통해 무거운 원소를 만드는 데, 이 과정은 충분한 고온이 유지되어야 가능하다. 빅뱅이론에 따르면 빅뱅 1-2분 후에는 우주가 냉각되어 융합이 멈추었고, 많은 행성들은 핵융합 과정을 충분히 수행하지 못해서 결국 무거운 원소를 많이 생산하지 못했다.

이러한 경향에서 벗어나는 원소에 대한 설명은 핵의 상대적인 안정성으로 가능하다. 양성자와 중성자가 모여 핵을 만드는 데 실제 핵의 질량은 이 과정에서 질량의 차이가 발생한다. 즉, 핵질량은 이를 구성하는 양성자와 중성자 질량의 합보다 적다. 이 질량의 차이(Δm)로부터 핵자들 사이의 인력을 나타내는 핵결합에너지(nuclear binding energy, $E = \Delta mc^2$)를 계산할 수 있다. 아래 그래프는 핵의 안정성을 나타내는 핵결합에너지를 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있는 것처럼 단위핵자당 핵결합에



너지는 점점 커지다가(음의 부호는 중성자와 양성자가 별개로 존재할 때 보다 안정함을 의미한다) 철에서 최대값을 보이고 다시 작아진다. 철 근처의 원소들이 경향에서 벗어나 많이 존재하는 것은 핵을 구성하는 양성자와 중성자사이의 결합에너지 다른 원소들에 비해 크기 때문에 상대적으로 안정함을 반영하는 것이다. 반면 경향에서 벗어나 적게 존재하는 리튬, 베릴륨, 붕소 등은 헬륨보다 결합에너지가 작아서 헬륨으로부터 생성이 어렵고, 생성된 이후에도 보다 안정하고 무거운 원소를 만들기 위해 소비되어 상대적으로 적게 존재한다.

짝수번호의 원소가 비슷한 질량의 홀수번호의 원소보다 많이 존재하는 것에 대한 설명은 보다 복잡하다. 무거운 원소들은 헬륨의 원자핵(알파입자)와 초기 핵융합산물의 조합에 의해 만들어졌는데, 초기 핵융합산물은 두개의 양성자가 융합한 짝수의 원자번호가 대다수이다. 결과적으로 핵결합에너지가 비슷하다고 하여도 짝수의 원소가 생길 확률이 높다. 앞의 그래프에서 보면 N(원자번호 7)과 F(원자번호 9)의 핵결합에너지가 주변의 짝수 원소에 비해 적다. 이 역시 짝수원소들의 자연존재비가 대응하는 홀수원소들의 자연존재비보다 높은 경향에 대한 이유가 될 수 있다. (참고문헌 : 일반화학, 미국화학회, 교보문고 pp185-215)

11월호 정답자가 없었습니다