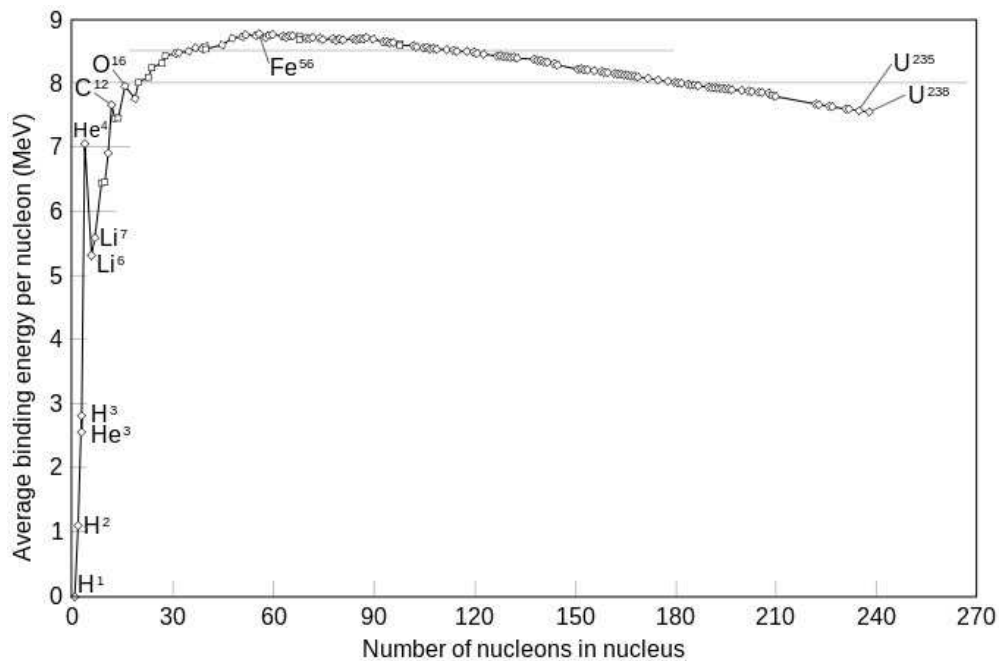


매우 무거운 별 내부에서는 (높은/낮은) 온도를 통해 핵 합성 반응이 일어나 무거운 원소와 무거운 핵이 생긴다.

*사설이나 지엽성이 높은 문제의 경우 무거운 핵의 성질을 물리적으로 정성적으로 물어볼 수 있음



가로축은 중성자의 수, 세로축은 결합 에너지인데 이걸 굳이 알 필요는 없지만, 초신성 폭발 직전의 항성에서 어떤 원소가 어떻게 생기고, 폭발 과정에서 더 무거운 원소는 어떻게 생기는지는 수능에 충분히 출제될 가능성이 크다.

우선, 별의 일생을 통해 초신성 폭발 과정을 살펴보자.

**초신성이 폭발하려면? 별이 (무거워/가벼워)야 한다.

1. 성간 물질에서 ()의 정도가 커지면서 주계열에 도달하는 속도가 (빠르다/느리다).
 ↳ 성간 물질 중 (고온/저온) (고밀도/저밀도)의 ()에서 이 현상이 일어난다.
2. 원시별의 광도는 (유지/증가/감소)하고, 표면 온도의 상승 폭이 (크다/작다).

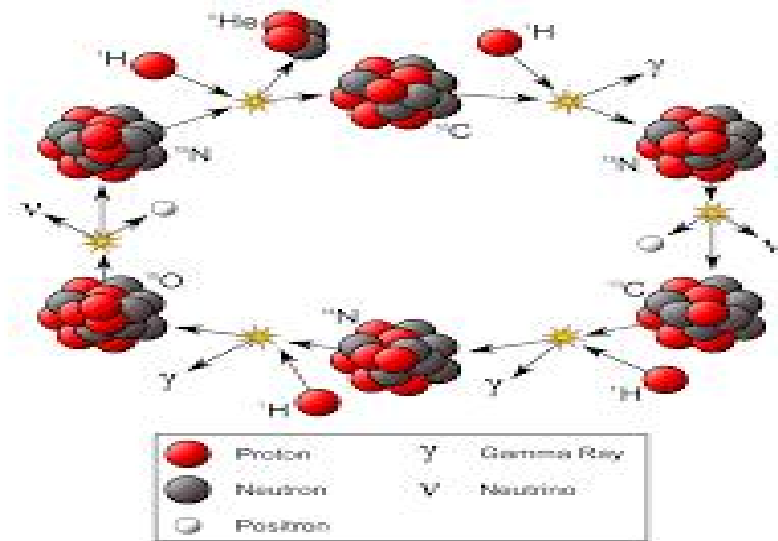
3. 수소 핵융합 반응이 (빠르게/느리게) 일어나 수소를 (빠르게/느리게) 소모해 주계열 상태로 존재하는 기간이 (길다/짧다).

LH-R도의 ()에 위치한다.

4. 시간이 지날수록 질량이 감소하고 감소한 질량은 ()로 변한다.

5. 원시별에서 주계열성으로 변했을 때, () 반응이 일어난다.

L 수소 원자핵 ()개가 헬륨 원자핵 ()개를 만들면서 (), (), () 핵이 관여한다. 이 관여하는 핵은 () 역할을 한다.



자료를 참고하자! 언제 나와도 이상하지 않다.(밑에 과정 설명하는데 밑줄 친 부분에 주목하면서 읽어주길)

과정을 잘 이해해보면, 그림 맨 위에 탄소 원자핵부터 생각해보자. 탄소 원자핵이 양성자(수소 원자핵)와 부딪히면서 감마선이 방출되고, 질소 원자핵을 만들어낸다.

두 번째로, 질소 원자핵이 붕괴되면서 양전자(전자의 전하량이 +1임)와 중성미자를 방출하며 다시 탄소가 된다(다만 이 때 탄소 원자핵의 질량수는 다르다. 즉 동위원소인 셈).

이 탄소 원자핵이 수소 원자핵과 충돌하면서 감마선을 방출하고 질소 원자핵을 또 만들어낸다(이 질소 원자핵의 질량수도 당연히 다르다).

질소 원자핵이 이번엔 수소와 부딪혀 감마선을 방출하고 산소 원자핵을 만들어내고 나서 산소 원자핵이 같은 방법으로 붕괴되어 질소가 되고, 마지막에 질소 원자핵이 수소 원자핵과 합성되어 탄소 원자핵과 헬륨 원자핵으로 붕괴된다.

이제 다시 처음부터 시작이다.

이 때 별의 내부는 정역학 평형 상태를 이루는데 ()에 의한 중력과 ()에 의한 기체 팽창 압력에 의한 힘이 서로 ()을 이루고 있다.

↳ 안쪽으로 갈수록 온도가 (높아져/낮아져) 기체 압력이 (증가/감소)한다.

특히 내부의 구조는 두꺼운 복사층과 대류핵으로 구성되어 있으며 중심부 대류핵에서는 ()에 의해 에너지를 생성해 빛을 내게 하고, ()이기에 복사에 의한 에너지 전달이 우세하다.

6. 주계열 이후에는 ()으로 진화하며 중심부의 온도가 (), 핵융합 반응이 계속 일어나 () 원자핵까지 만들어진다.

↳ 내부 구조가 (복잡하다/단순하다)

7. 이 이후에는 급격하게 수축하며 폭발해 내부의 무거운 물질이 우주로 뿌려진다.

다시 맨 위의 자료를 보자. 오른쪽으로 갈수록 무거운 원소인데 이 원소들은 초신성 폭발에 의해 만들어짐을 알 수 있고, ()보다 오른쪽에 있는 원소는 초신성 폭발 과정에서 엄청난 양의 에너지가 쏟아지면서 그 에너지에 의해 ()와 ()가 철 핵자와 결합해 오른쪽에 있는 무거운 원소가 만들어질 수 있음을 알 수 있다.

이 때 맨 위의 자료에서 별의 내부에서 생성되는 원소와 초신성 폭발 이후 생성되는 원소를 표시해보자.

초신성은 온도가 매우 높기에 () 법칙에 따라 광도는 ()

↳ 분광 분류에 따라 초신성의 반지름을 생각해보면 반지름은 (큰 편/작은 편)이다.

↳ 플랑크 곡선에서 복사 에너지의 세기는 (크다/작다).

머리 아프게 공부했는데 예쁜(?) 초신성 사진을 보고 마무리하자. 이 사진도 수능에 천체의 예시로 얼마든지 등장할 수 있는 손님이니깐.

