

13703년 옥동 장하 강

2013. 05. 12.

"별"

별을 잘 알고 있나?

별이 얼마나 리얼하게 다가오는가?

그러나 별을 정확하게 알기 힘들다. 여름 방학 찾아간 시골에 반딧불이는 밤하늘의 감상 정권이다.

별을 아랑 정권로 느껴려면 맨 앞줄로 제복로 평행선에 나가 있어야 한다. 정확하게 알 수 있다. 이글거리는 태양을 우리는 너무 가까워 물리적 실재를 느끼지 못하고 살고 있다.

지구보다 별을 물로 느끼고 있다. 이것은 비유가 아니다. 지구 내부를 아직 바라보지 못한다. 지진파를 통해서 지구를 바라본다. 그러나 태양은 그 내부를 물리적으로 잘 알고 있다.

1억 5,000만 km 떨어진 태양의 온도를 알 수 있을까?
여름날 이글거리는 태양에서 오는 빛에 의해 온도가 30도, 40도 올라간다.
태양의 온도와 압력을 알 수 있을까? 깨닫고 되어 있는 태양을 알 수 있을까.

지구와 태양의 크기의 차이는 109 배이다.

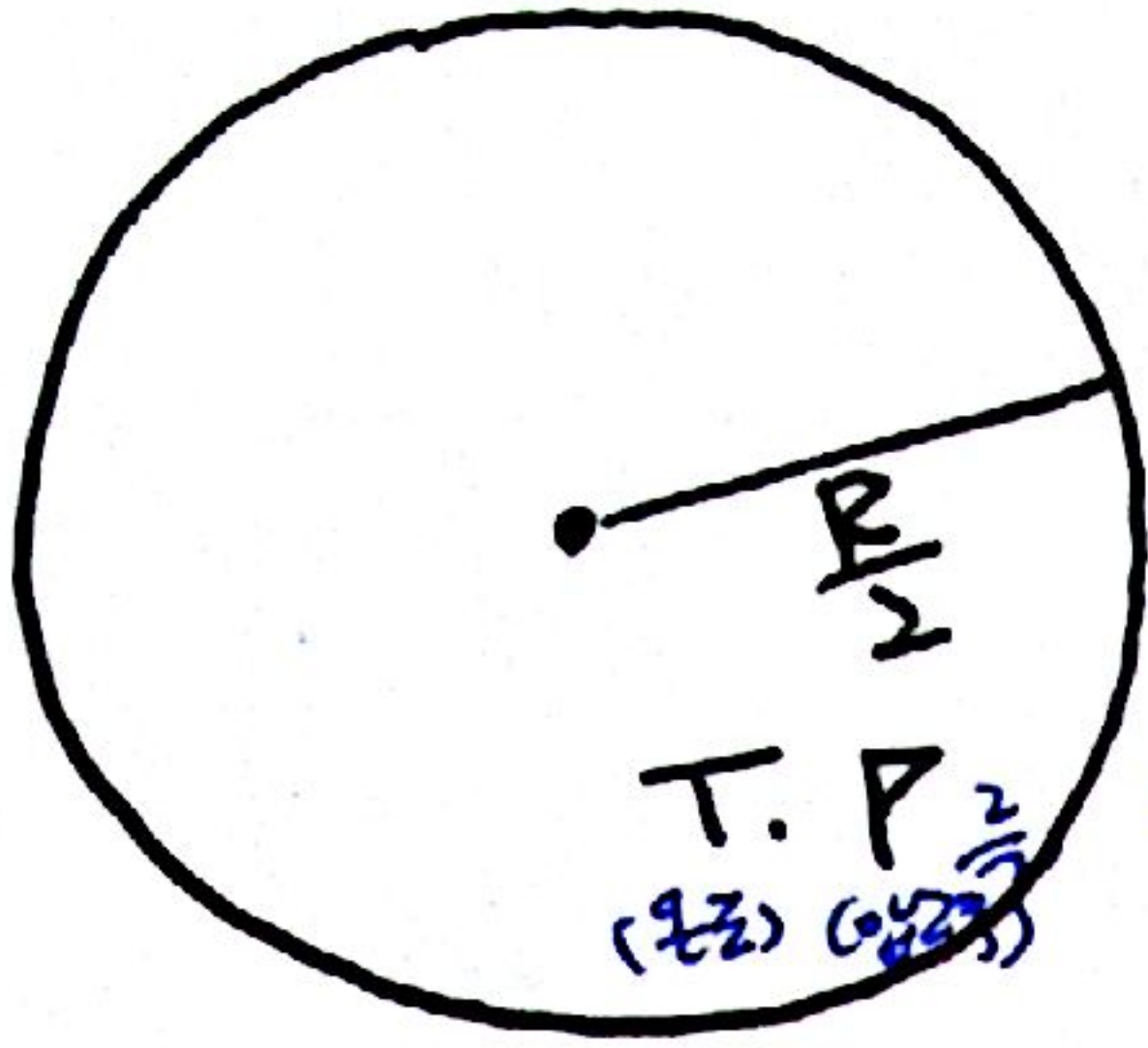
별은 지구보다 자세히 알고 있다.

물리학은 거의 풀 수 있다. 대장치가 정해져 있기 때문이다.

뉴턴이 얼마나 대단한 사람인지 아는 순간 물리학은 만나기 된다.
지구와 태양 물리학 공이 가장 위대한 인물은 뉴턴과 아인슈타인이다.

물리적 현상을 정확하게 설명하고 있기 때문이다. 예외 없이
작용이 되는 공의 위대함이 존재하고, 이 세계가 해명 가능한
세계가 된다.

주어진 대 정제는 단 하나의 공식이 있다.



뉴턴의 법칙.

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \vec{F} = \frac{-GMm}{r^2} \hat{r}$$

질량과 가속이 있다면 이 공식이 맞다라는 것을 만든다.

$F = ma$ 와 만유인력이 다르다고 하는 인식을 버린다.

$$F = ma \quad \left(F = \frac{-GMm}{r^2} \hat{r} \right) \text{ 만유인력.}$$

중력

$$\vec{a} = \vec{g} = \frac{(6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}) \times (2 \times 10^{30} \text{ kg})}{(1 \times 10^8 \text{ m})^2}$$

→ 태양의 크기
→ 태양의 질량

$$= 28g.$$

밀도

→ 태양의 밀도

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4\pi}{3} R^3} = 1410 \text{ kg/m}^3$$

$$= 1.41 \times 10^6 / 10^6 \text{ cm}^3 = 1.41 \text{ g/cm}^3$$

물보다 1.4배정도
말라가 크다.

→ 가세로 되어 있는 태양이
물보다 무겁다.

↓
동맹이를 탄다

정지해 있을 때

같은 태양의 무게의
탄이다. 로켓은 작중이
불가능하다.

→ 탄에 로켓을
착륙하지
못하기 때문이다.

온도

$$PV = NKT$$

$$\frac{PV}{T} = NK$$

$$PV = NKT$$

$$P = \frac{N}{V} KT$$

중입자 갯수와 질량의 상관 공식은 무엇인가?

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{\bar{m}}{V} N \text{ (중입자)}$$

$$N = \frac{\rho V}{\bar{m}}$$

$$P = \frac{\rho V}{\bar{m}} \frac{KT}{V} = \frac{\rho}{\bar{m}} KT$$

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$$

$$F = ma = \frac{dp}{dt} \quad \text{뉴턴 역학을 기계 법칙에 적용함}$$

→ 보인-샤를 법칙

→ 평균 질량이 무엇인지 모르니까. 온도인 태양이 미려우려
있다고 생각하고 평균 질량을 치해본다.

$$\mu \equiv \frac{\bar{m}}{m_H}$$

→ 평균 분자량

$$P = \frac{\rho}{\bar{m}} KT = \frac{\rho}{\mu m_H} KT$$

$$T = \frac{\mu m_H P}{\rho K} = 5 \times 10^6 \text{ K}$$

→ 1.38 x 10⁻²³ J/K (보른 상수)
→ 1410

He 이 분해되기 전까지는
(1)로 둔다.

$$\mu = \frac{2X + \frac{3}{4}Y + \frac{1}{2}Z}{1+1 + 1+2 + 1+2} = 0.61$$

\downarrow \downarrow \downarrow
 $H(\text{H})$ $He(\text{He})$ Z
 X Y Z
 입자수 $1+1$ $1+2$ $1+2$
 (전자) \rightarrow 원자번호 = 전자수 = 양성자수

$$e = \frac{\Delta m}{dr ds} \rightarrow dr ds = \frac{\Delta m}{e}$$

$$\frac{dp}{dr} = -e \frac{Gm}{r^2} = -e \frac{G}{r^2} \cdot \frac{4\pi}{3} r^3 \rho$$

$$= -e^2 \frac{4\pi G}{3} r$$

$$dp = -e^2 \frac{4\pi G}{3} r dr$$

$$\int_p^{P(R)} P dp = -\frac{e^2 4\pi G}{3} \int_r^R r dr$$

$P(R)$ → 태양 표면의 압력 → 7H가 밖으로 나가기 때문에
 값이 "0"이 된다.

$$P(R) - P(r) = -\frac{e^2 4\pi G}{3} \int_r^R r dr$$

반지름이 따른
압력

$$P_{\frac{R}{2}} = \frac{e^2 4\pi G}{3} \cdot \frac{1}{2} \left(R^2 - \frac{R^2}{4} \right)$$

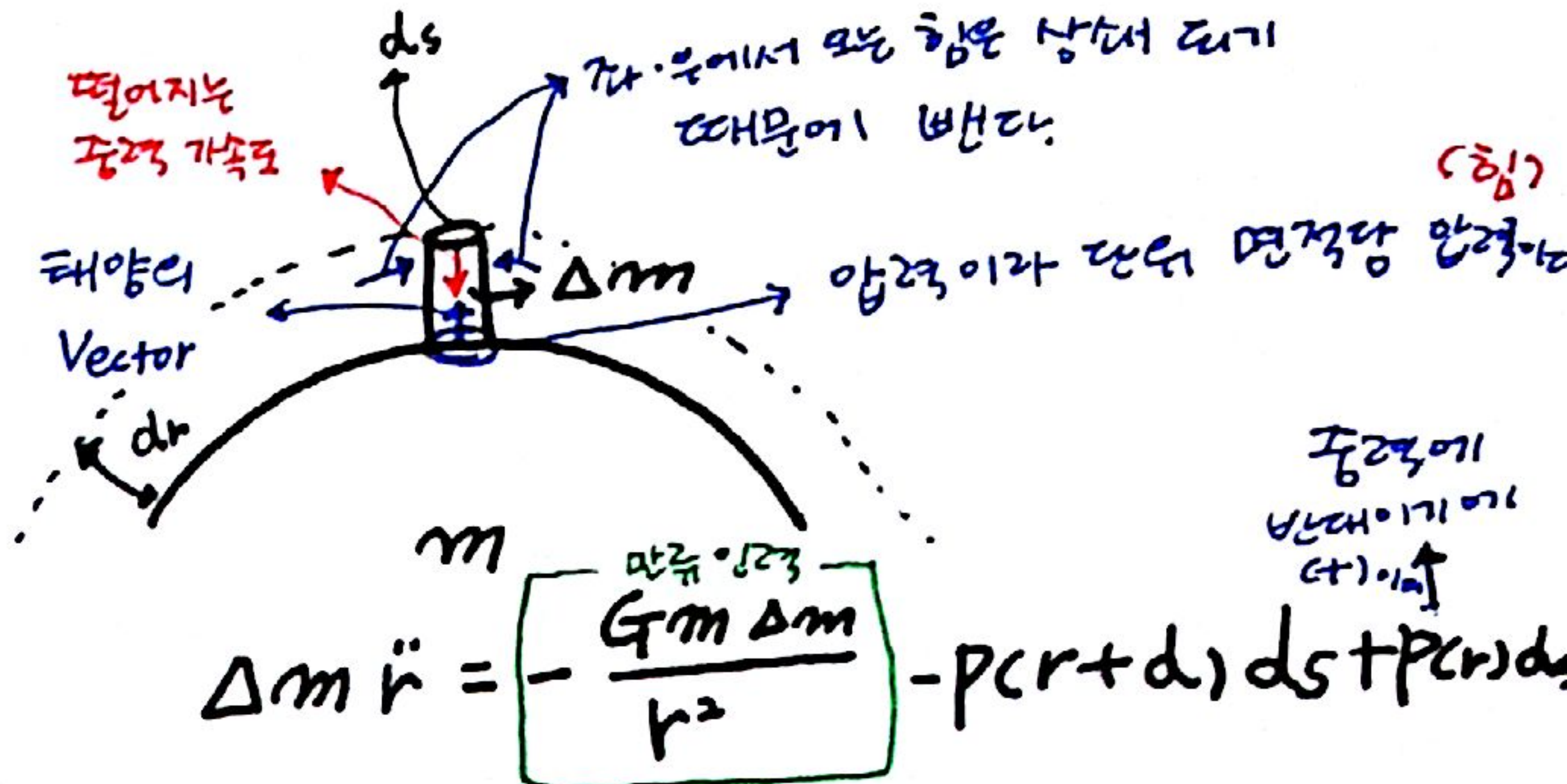
$$= \frac{\pi G e^2}{2} R^2$$

$$= \frac{\pi \times (6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}) \times (1400 \text{ kg/m}^3)^2 \times (1 \times 10^8 \text{ m})^2}{2}$$

$$= 10^{14} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2} = 10^{14} \text{ Pa}$$

	X	Y	Z
입자수	1+1	1+2	1+2
양자수	1	4	2Z+1
양자수	$\frac{2}{1}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4Z}{2Z+1} \approx \frac{1}{2}$

온도를 알면 입자의 에너지를 알 수 있다.
압력을 만드는 것은 태양 내부의 온도를
아는 것과 같다.



$$= -\frac{Gm \Delta m}{r^2} - \frac{[p(r+dr) - p(r)]}{dr} dr ds$$

$$= -\frac{Gm \Delta m}{r^2} - \frac{dp}{dr} dr ds$$

$$= -\frac{Gm \Delta m}{r^2} - \frac{dp}{dr} \frac{\Delta m}{e}$$

$$\ddot{r} = a = -\frac{Gm}{r^2} - \frac{dp}{dr} \frac{1}{e} = 0$$

정확하게 검증

$$\frac{dp}{dr} = -e \frac{Gm}{r^2}$$

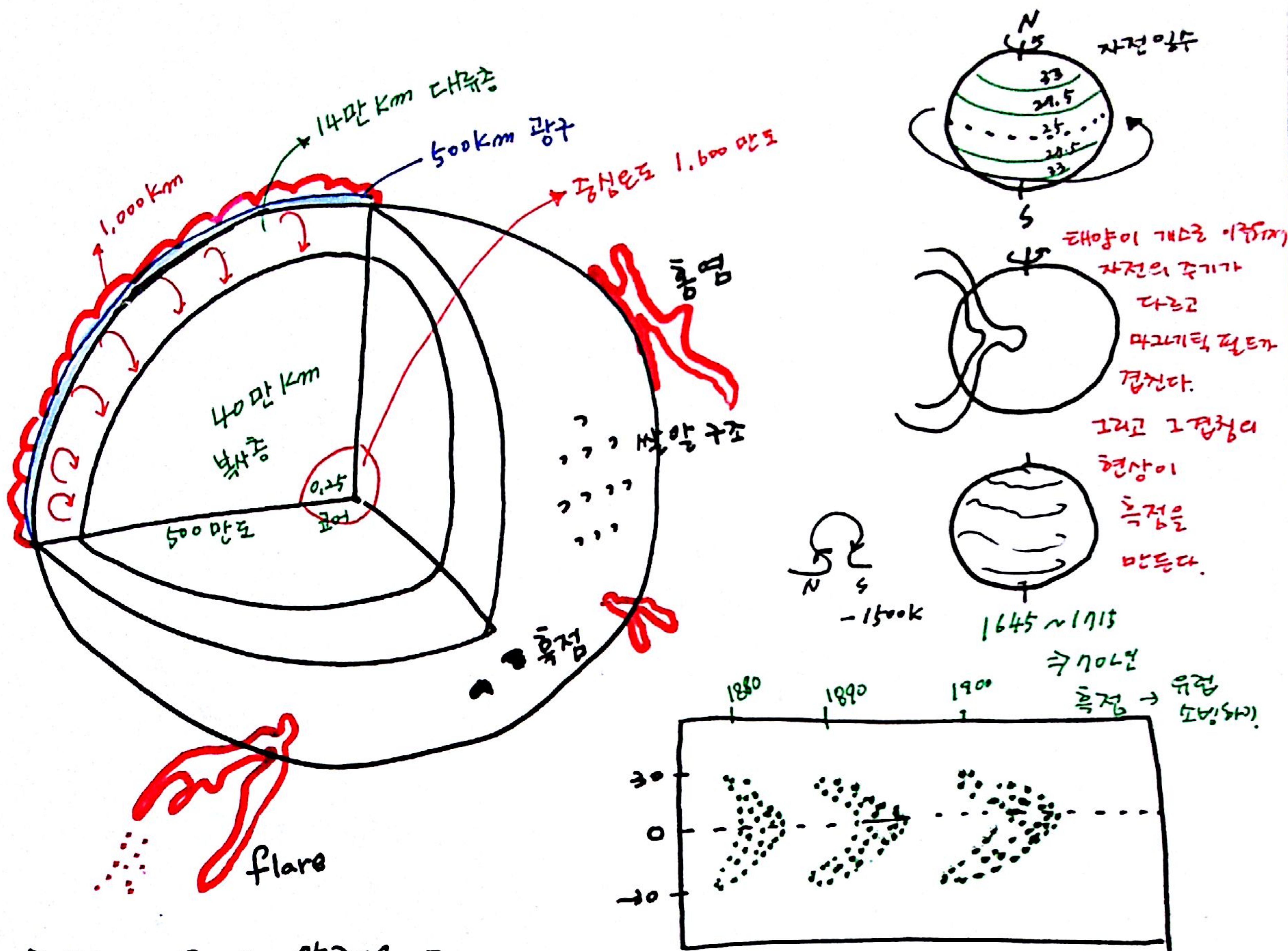
밖의 압력이 있을까?
 이것을 계산하는
 공식이다.

$$P = \frac{1}{3} a T^4$$

$(5 \times 10^6)^4$
 $= 2 \times 10^{11} \text{ Pa}$

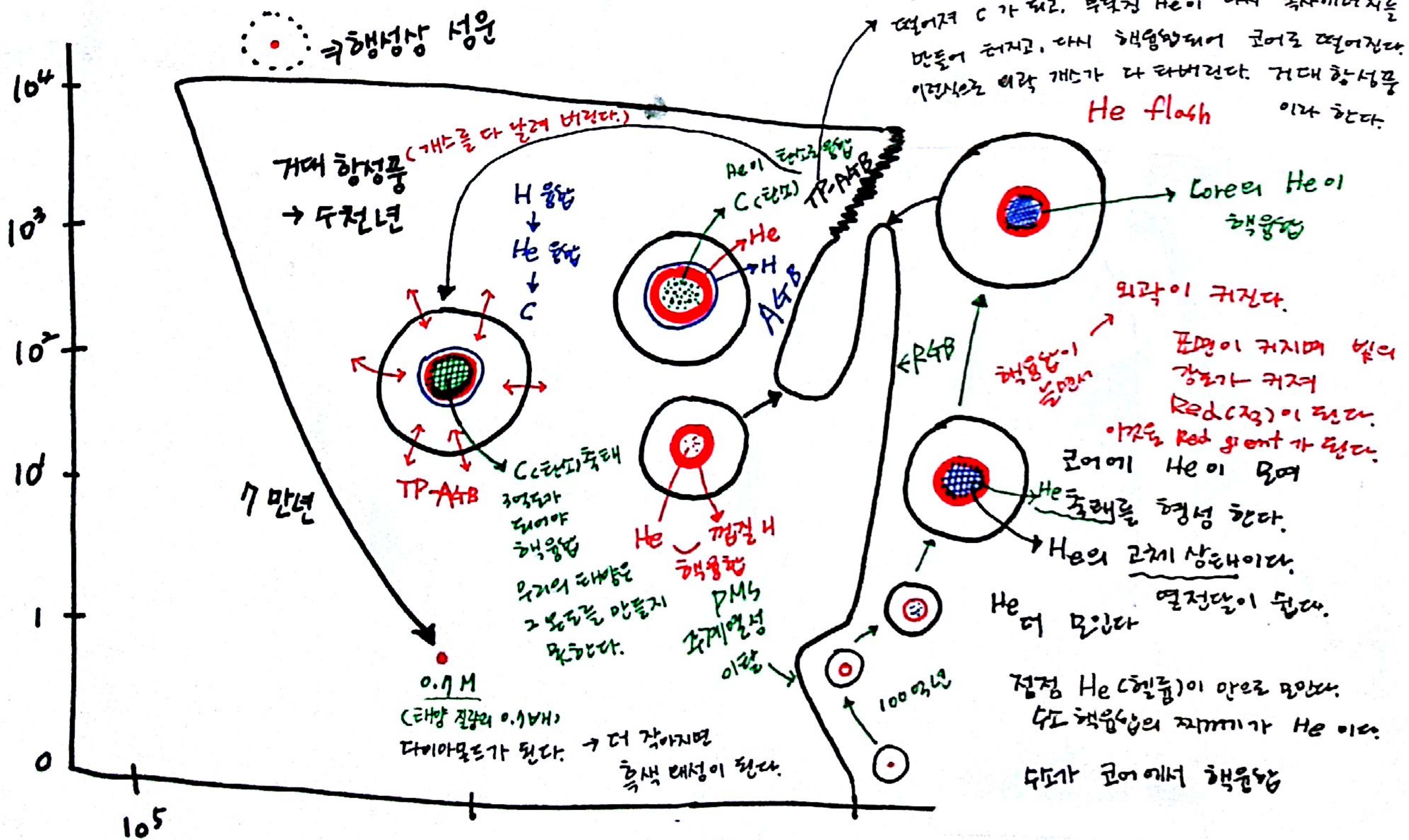
밖의 압력이
 동등 크기에
 10,000 켤의 압력이
 싹는다. 핵사 에너지의
 힘이 이 정도이기
 뭉쳐질 수 있다.

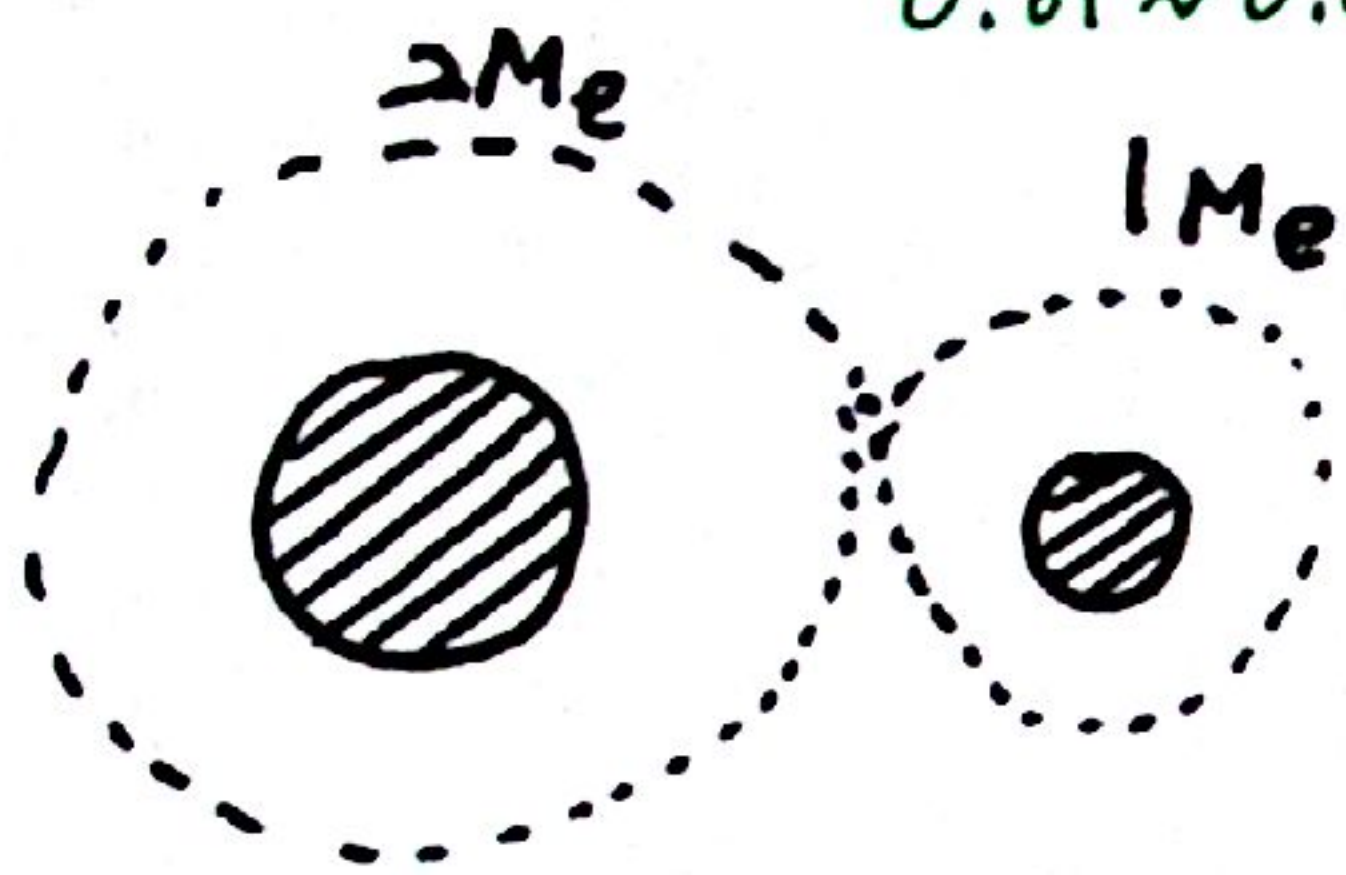
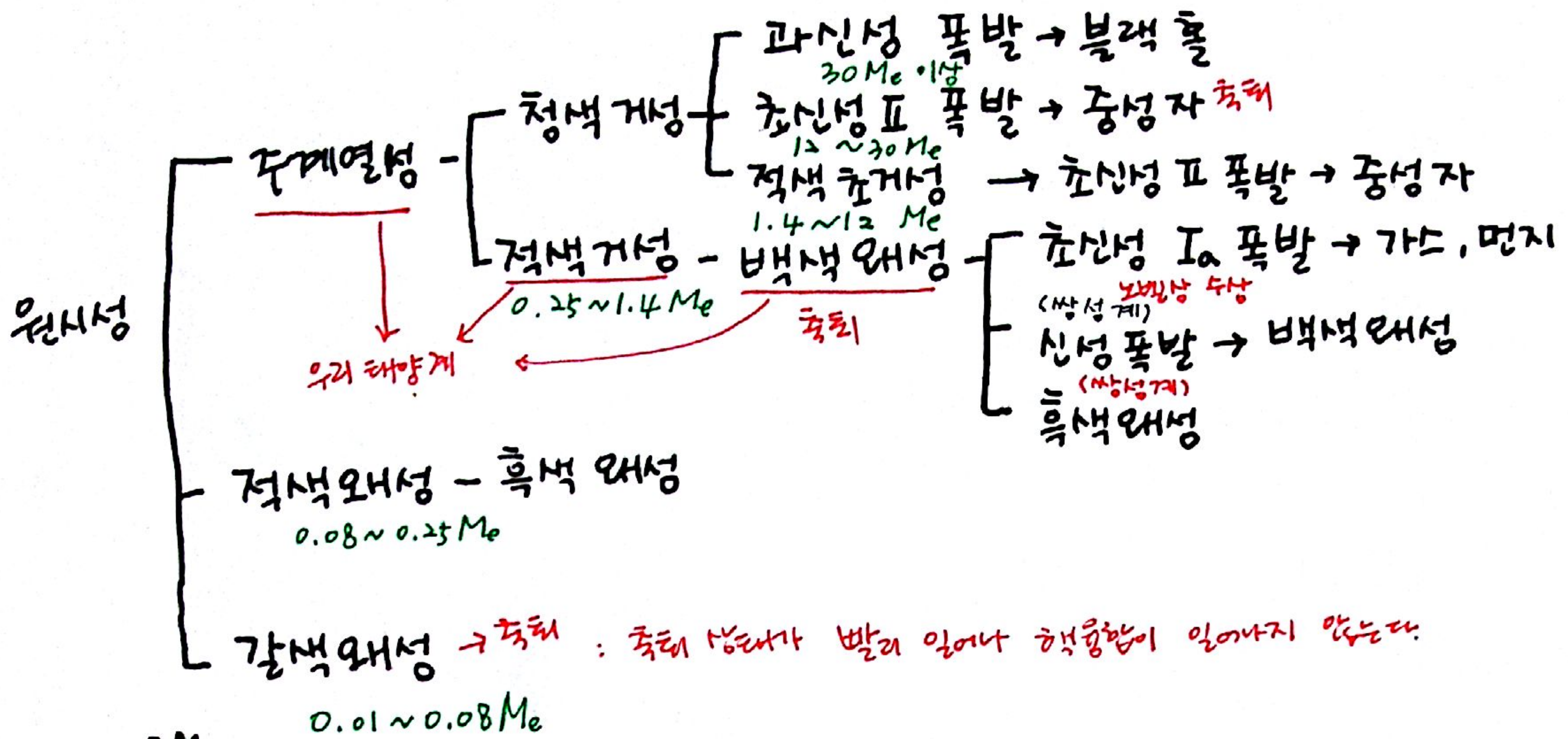
$F = ma$ 를 통해 질량, 밀도, 온도를
 계산해 낼 수 있다.



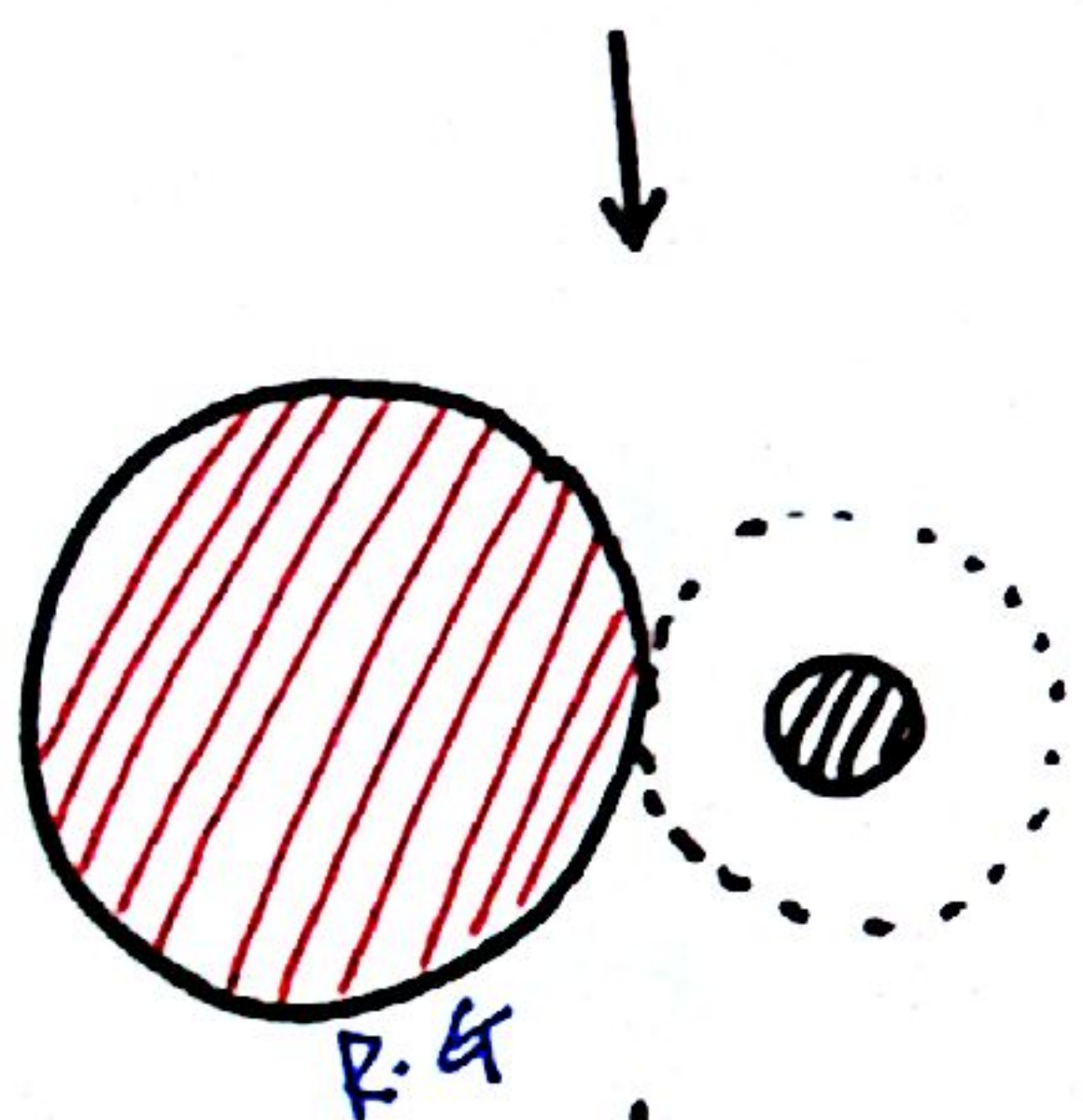
천문학은 온도나 압력을 묻는다.

별의 핵융합은 H 나 He 이다. 그밖에는 쿼크 나 중성자이다.

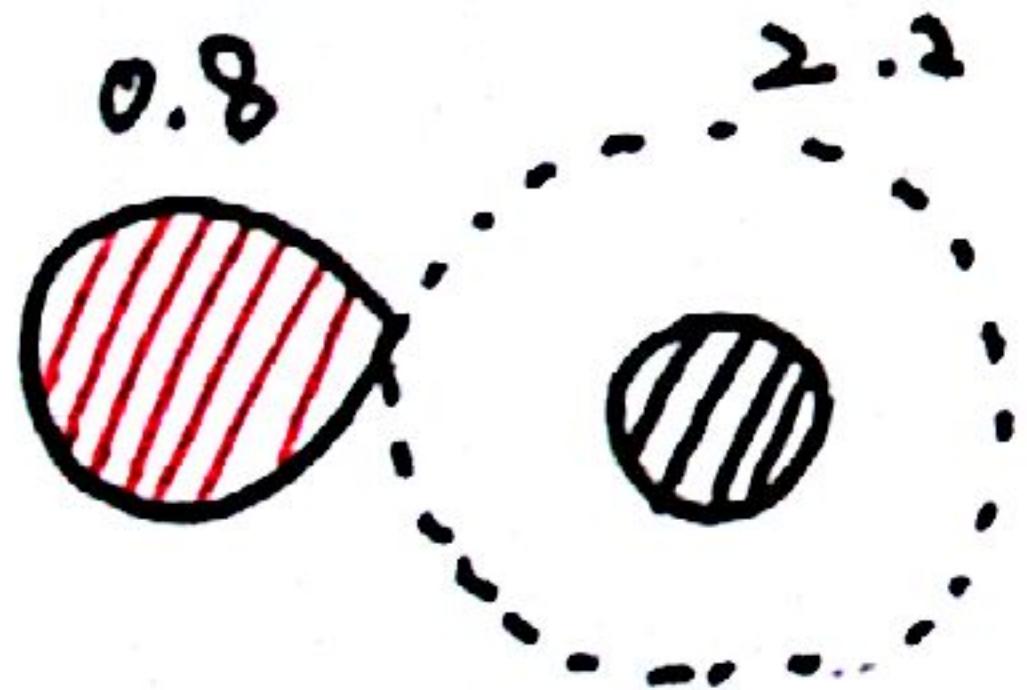




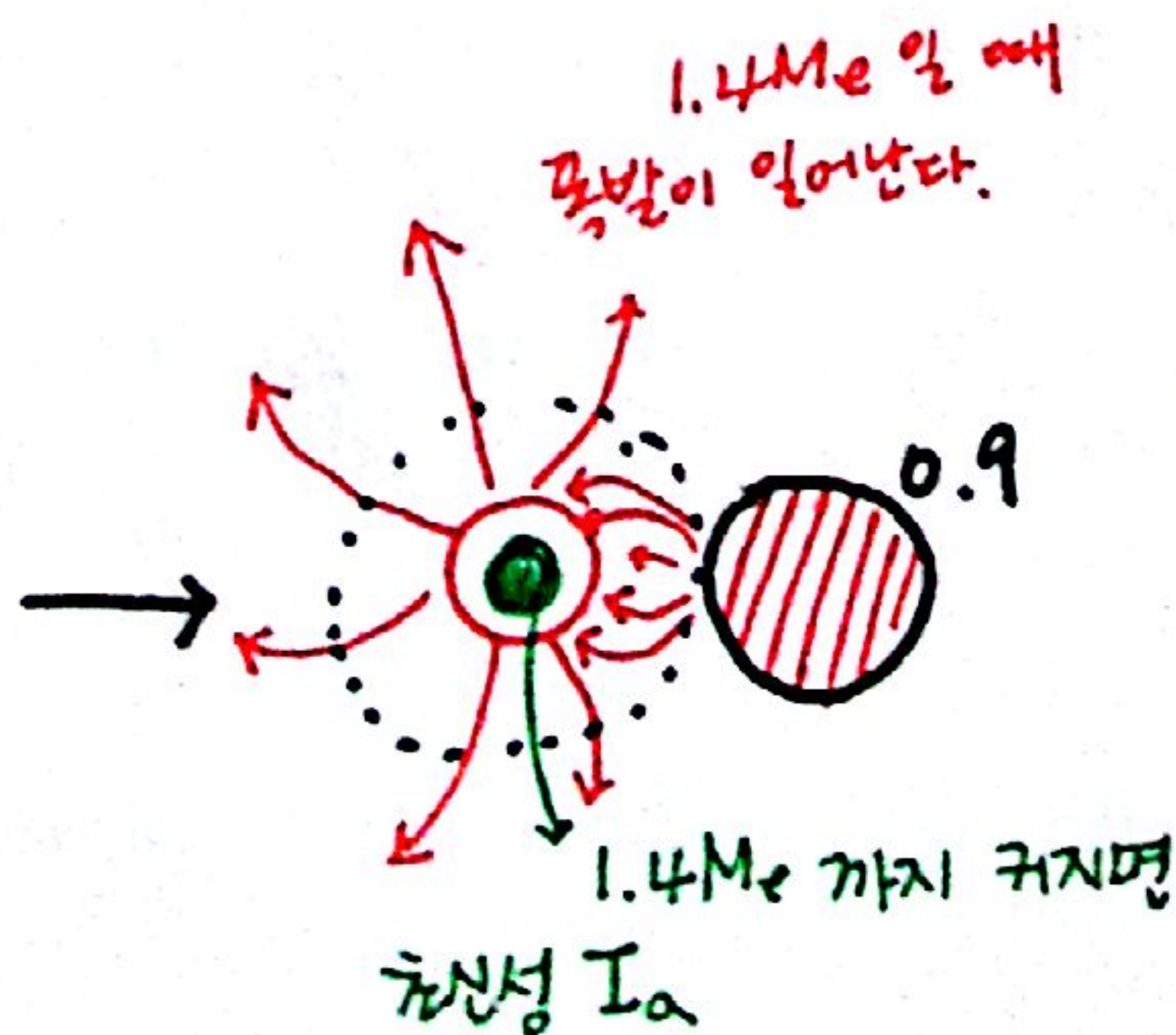
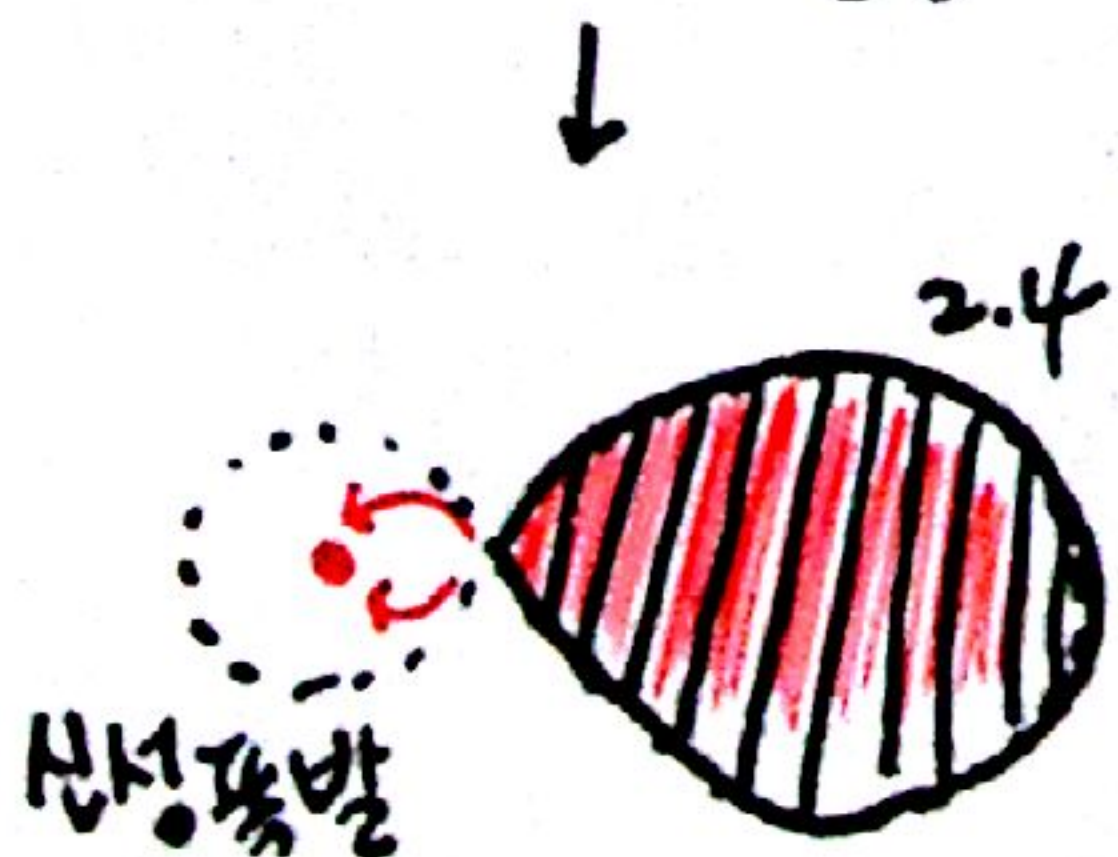
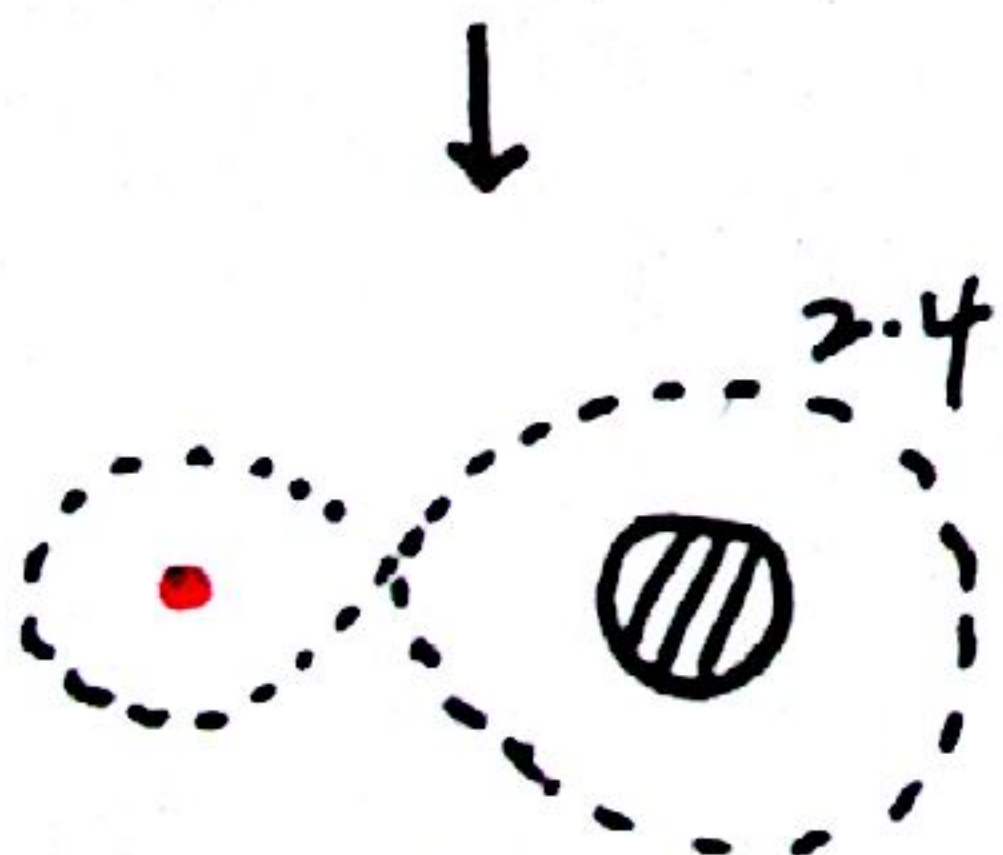
태양 옆에 그 배 질량의 태양이 있다. 우주에서는 일반적 현상



그 배 크기의 태양이 더욱 커져 적색 거성이 된다.



질량이 높은 태양, 이 태양의 가스를 가져가 크기가 커진다.



1,000개 이상의 별이 품어대는 빛만층의 방출을 낸다. 가독 광채를 증명

(천문학에서 1920년대 발견 → 1980년대에 노벨상 수상)

1.4배 이상이 되면 폭발이 일어난다.

축퇴 상태 → 빈 구멍이 없는 상태로 전자가 전자가 밀접하게 맞닿아 있는 현상이 생긴다. 다이아몬드가 바로 이 축퇴 상태이다. 결국 전자의 밀도를

계산하면 축퇴 상태를 알 수 있다.

spin up + spin down 이 들어가는 상태가 전자가 들어갈 수 있는 최대이다.

$$n_e = \frac{2}{\Delta V}, \quad \Delta V \cdot \Delta p \geq h^3 \quad (\text{하이젠베르크 상수}) \quad \Delta V = \frac{h^3}{\Delta p}$$

$$n_e dp = \frac{2}{\Delta V} = \frac{2 \Delta p}{h^3} = \frac{2}{h^3} 4\pi p^2 dp$$

$$\begin{aligned} 4\pi r^2 dr &= \Delta V \\ 4\pi p^2 dp & \end{aligned}$$

$$n_e = \int \frac{2}{h^3} 4\pi p^2 dp = \frac{8\pi}{h^3} \int_0^{p_0} p^2 dp = \frac{8\pi}{3h^3} p_0^3 = n_e \rightarrow p_0 = \left(\frac{3n_e h^3}{8\pi} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$P = \frac{1}{3} \int_0^\infty v P n_e dp$$

$$F = ma = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{2mv}{\frac{2L}{Vx}} = \frac{mvx^2}{L}$$

$$= \frac{mV^2}{3L}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{mV^2}{3LA}$$

$$= \frac{1}{3} \int \frac{p}{m_e} p \cdot \frac{8\pi}{h^3} p^2 dp$$

$$= \frac{8\pi}{3m_e h^3} \int_0^{p_0} p^4 dp$$

$$= \frac{8\pi}{15m_e h^3} p_0^5$$

= 같았다.

$$P = \frac{NPv}{3V} = \frac{n_e}{3} Pv$$

$$= \frac{(mv)v}{3V} = \frac{Pv}{3V}$$

$$n_e = \frac{\rho}{\mu_e m_H}$$

$$P_{gas} = \frac{8\pi}{15m_e h^3} \left(\frac{3n_e h^3}{8\pi} \right)^{\frac{5}{3}}$$

$$= () n_e^{\frac{5}{3}}$$

$$= () \left(\frac{\rho}{\mu_e m_H} \right)^{\frac{5}{3}}$$

$$= k \cdot \rho^{\frac{5}{3}}$$

$$P_{e-deg} = k_1 \rho^{\frac{5}{3}}$$

electron is degenerate state

$$P_{e-r-d} = \frac{1}{3} \int v P n_e dp$$

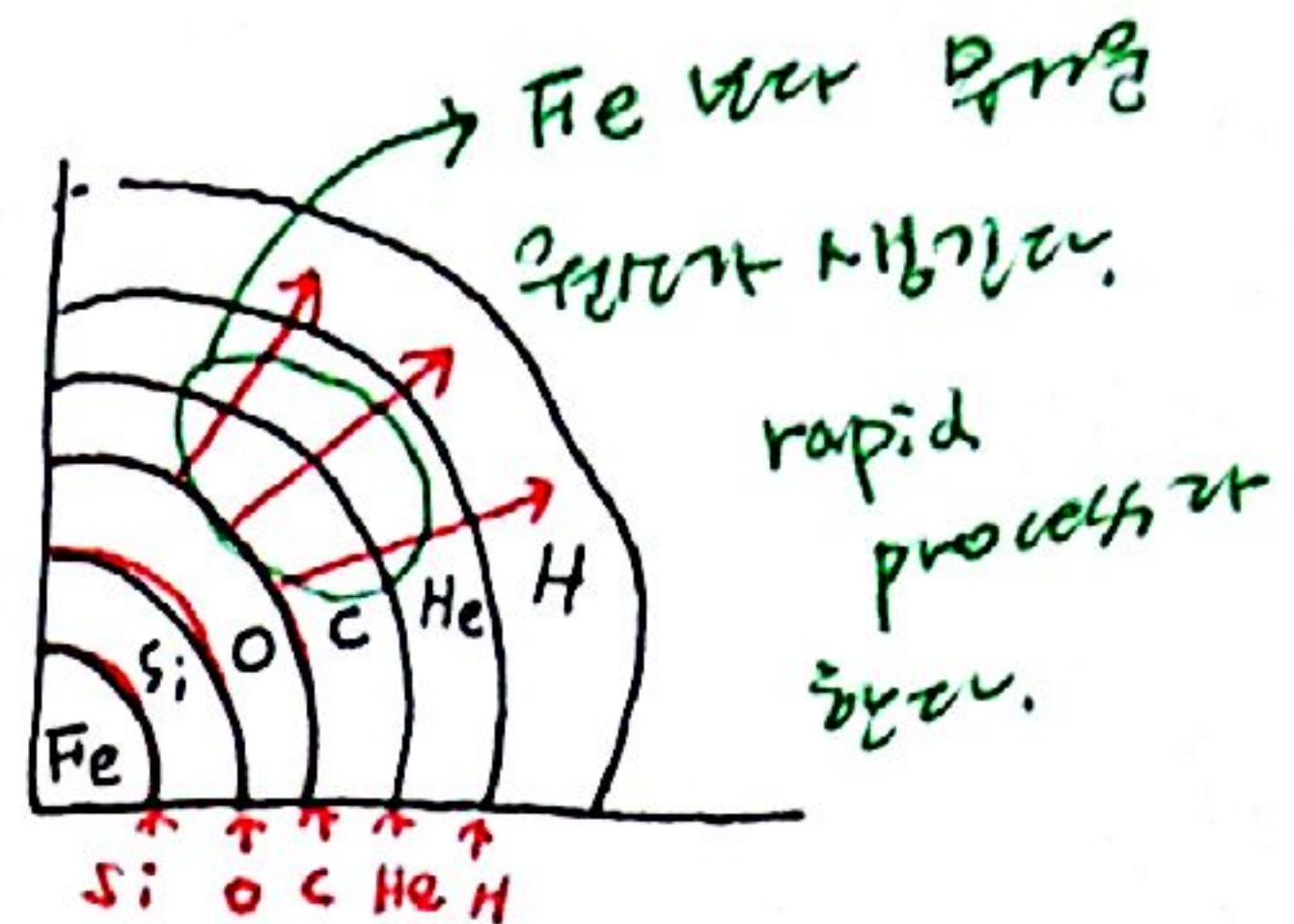
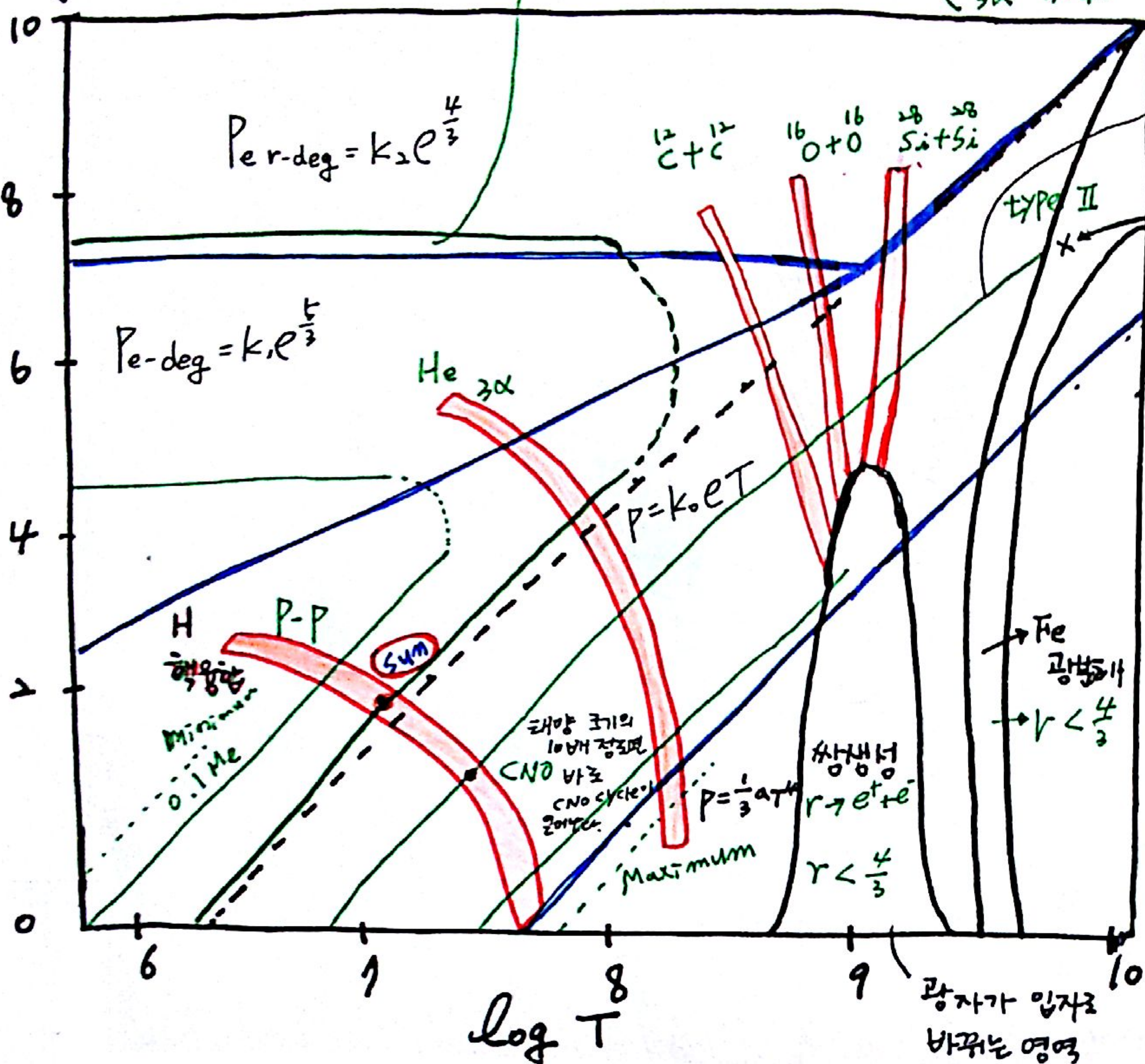
가장자리에서 cut-down 된 상태

$$= \frac{1}{3} \int c p \frac{8\pi}{h^3} p^2 dp$$

$$= \frac{8\pi c}{3h^3} \int_0^{p_0} p^3 dp = \frac{8\pi c}{3h^3} \frac{p_0^4}{4} = \frac{8\pi c}{3h^3} \frac{1}{4} \left(\frac{3n_e h^3}{8\pi} \right)^{\frac{4}{3}}$$

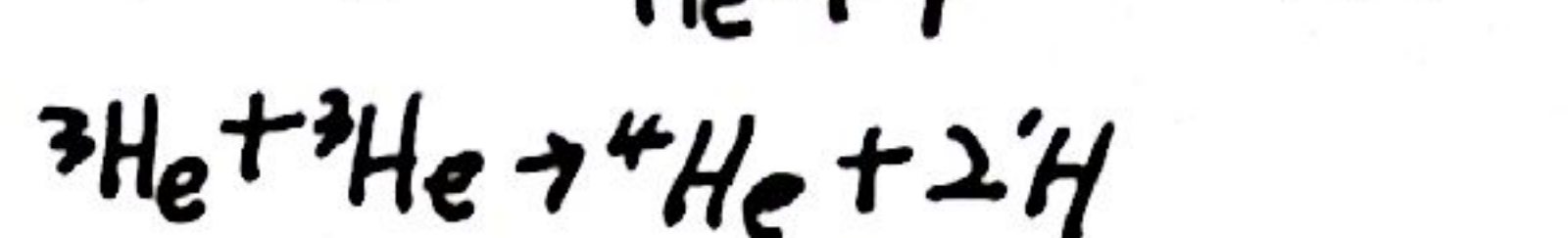
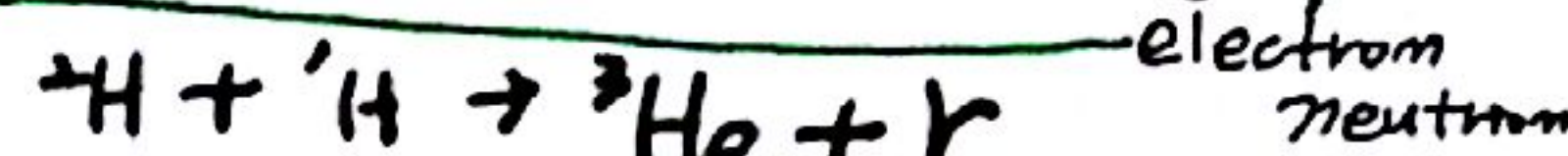
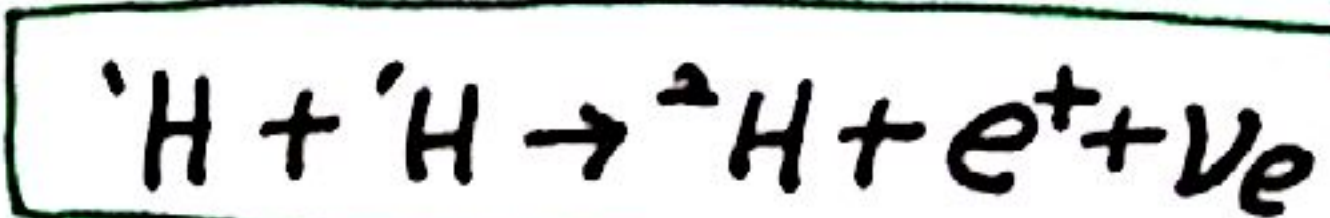
$$= () n_e^{\frac{4}{3}} = () \left(\frac{\rho}{\mu_e m_H} \right)^{\frac{4}{3}} = k_2 \rho^{\frac{4}{3}}$$

$\log \epsilon (g/cm^3)$

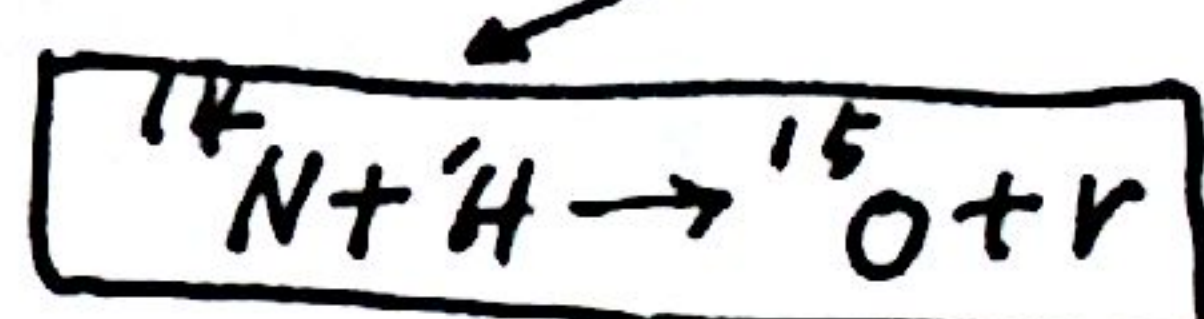
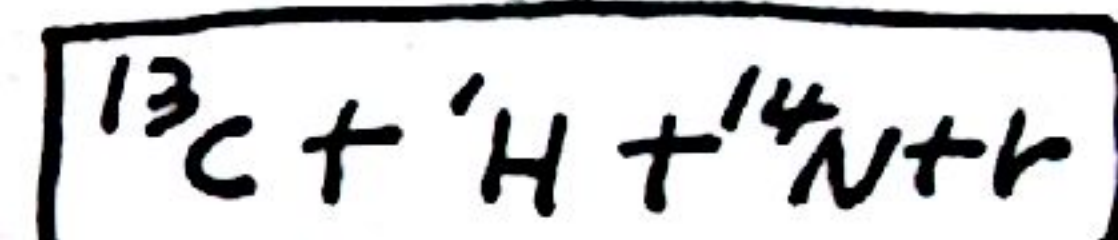
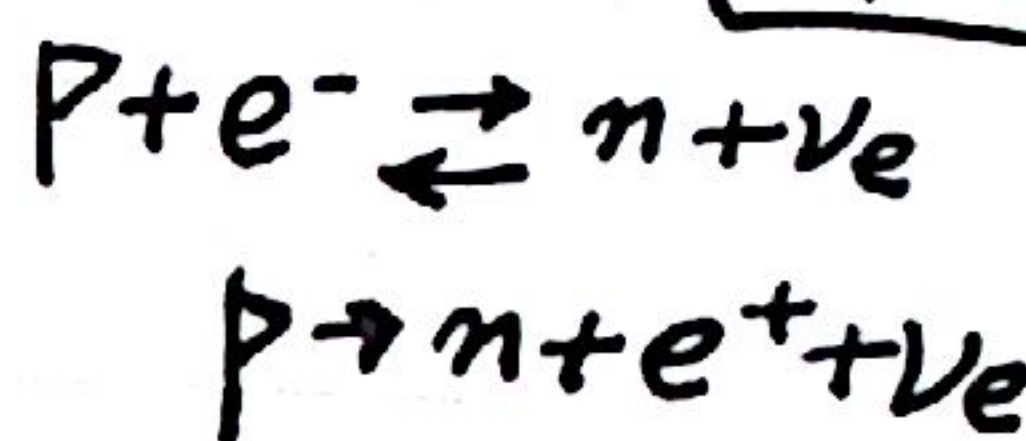
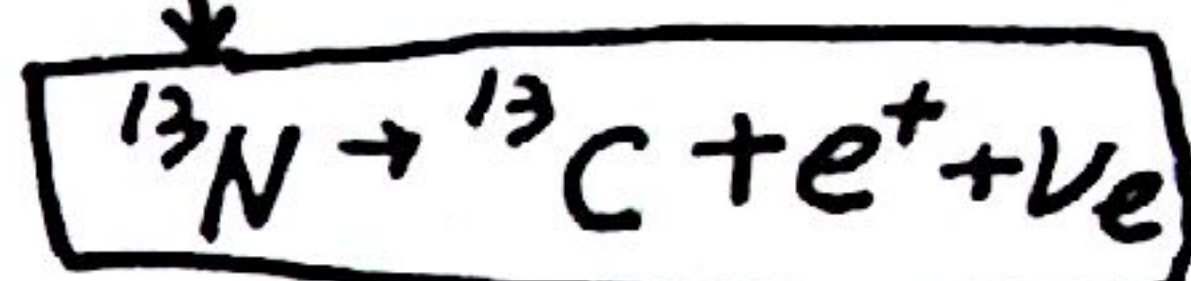
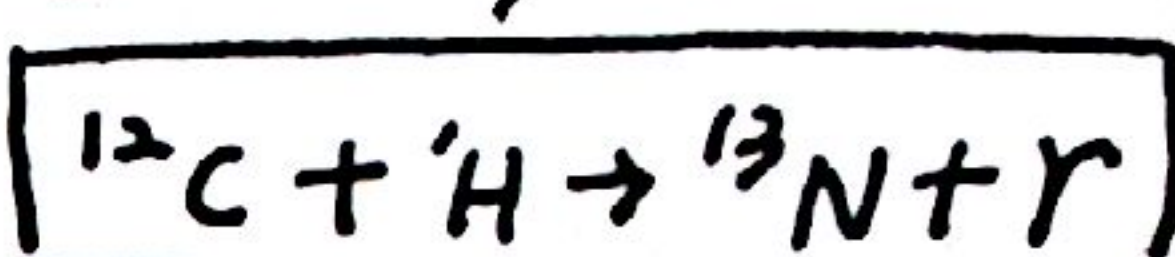


P-P chain

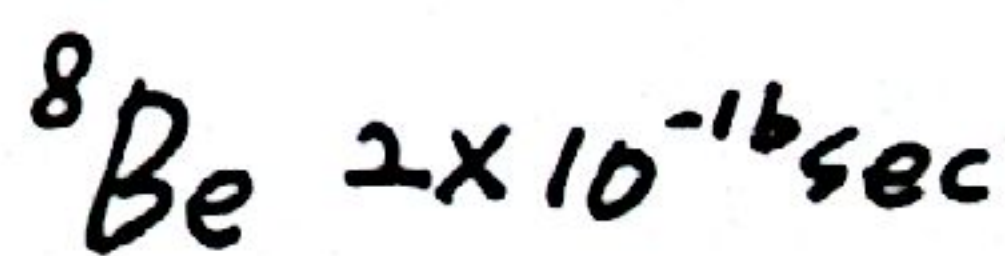
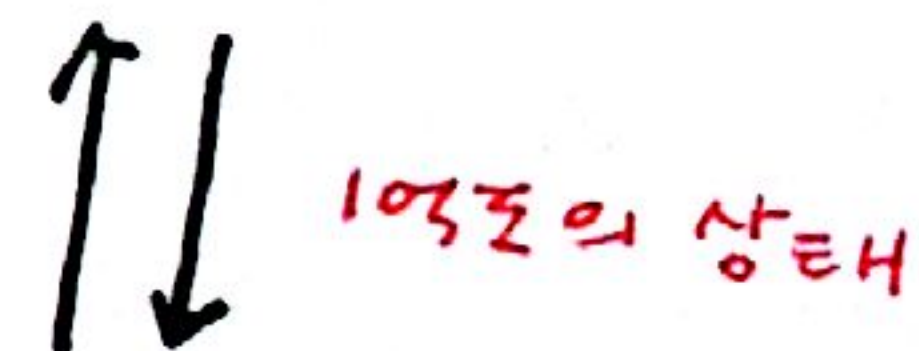
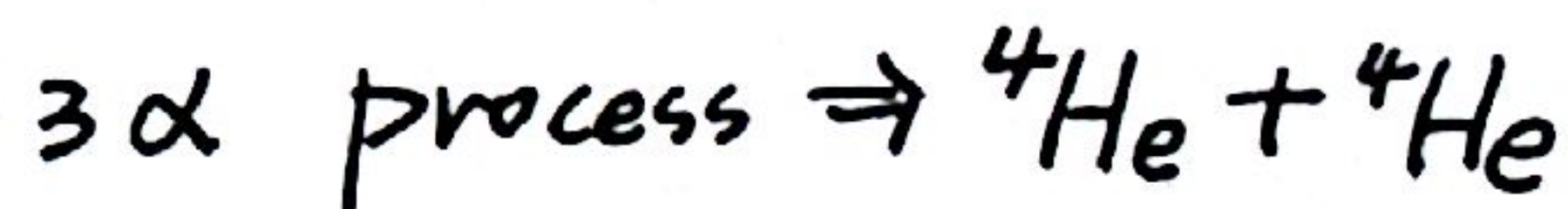
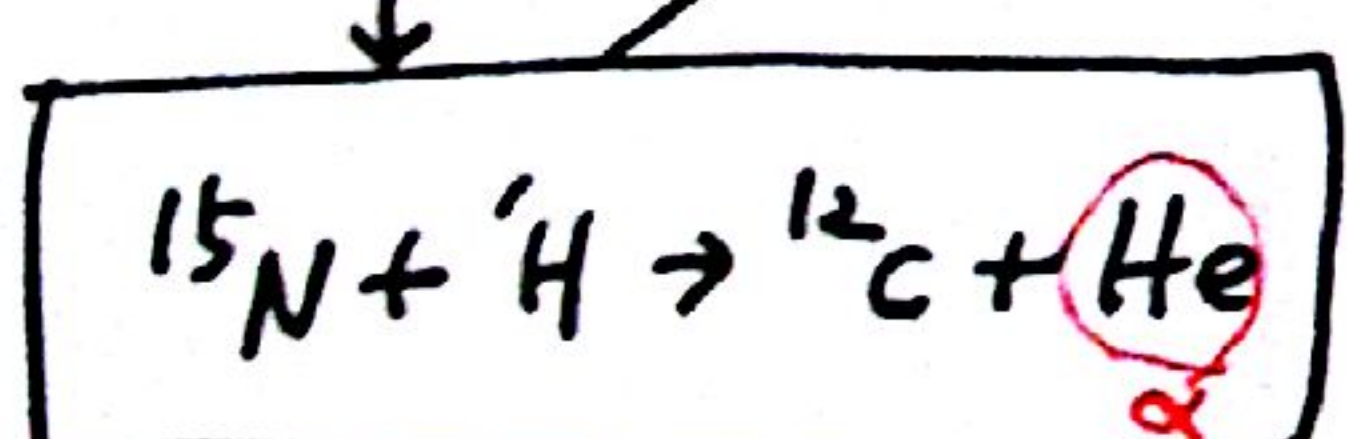
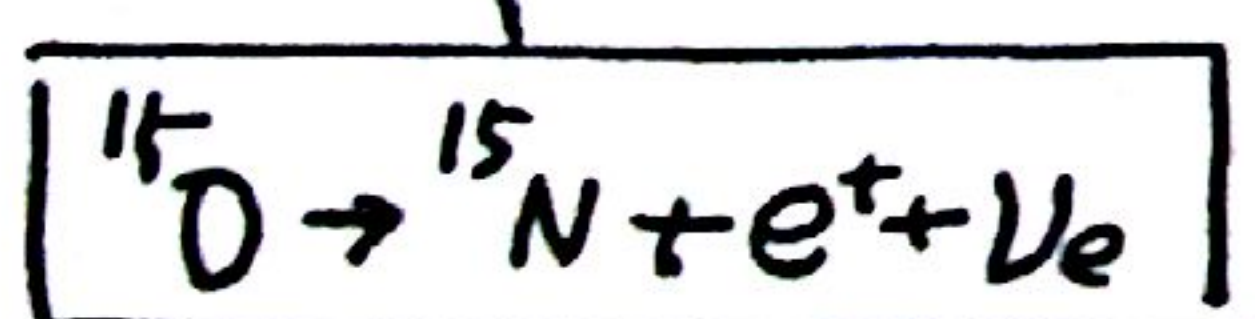
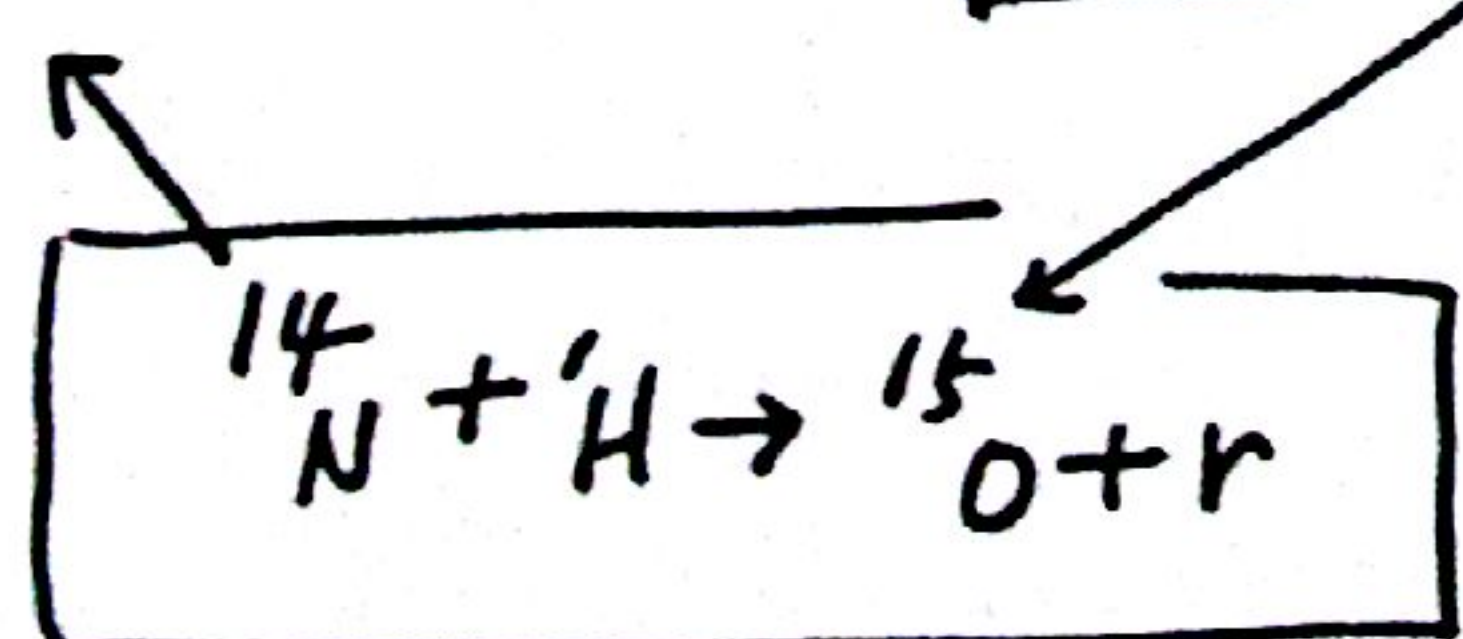
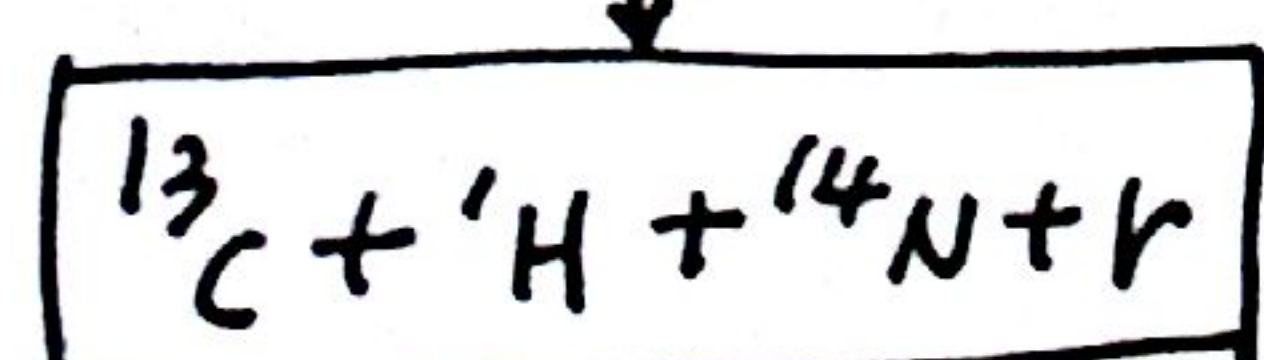
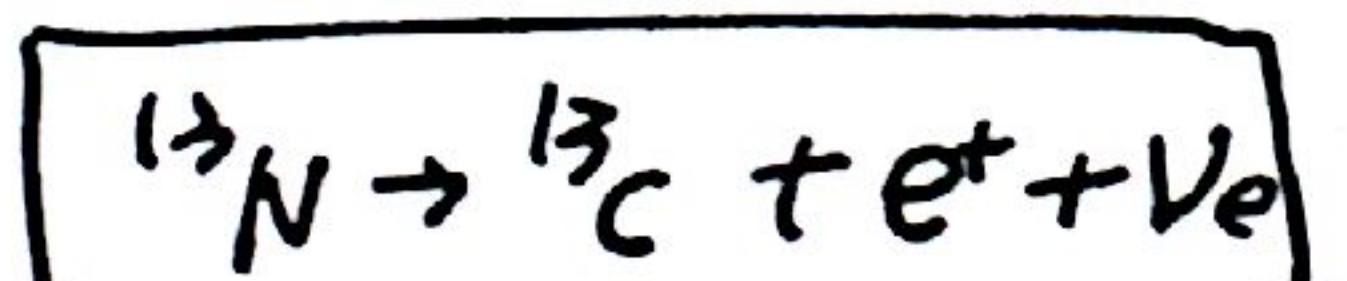
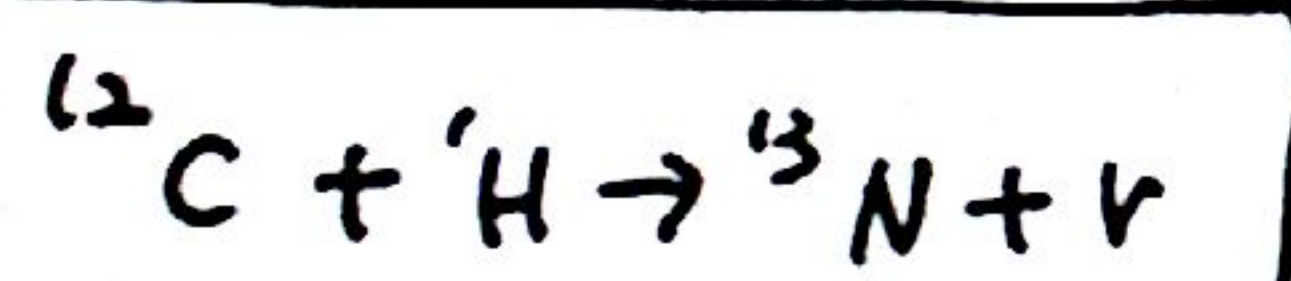
100억년에 한 번 충돌



CNO cycle



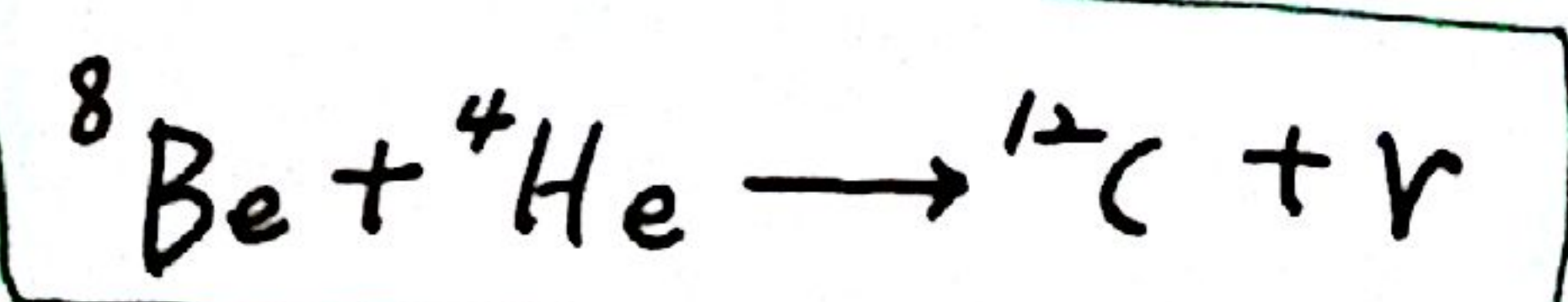
CNO cycle



1억분의 상온에서

α particle 이 지속적으로 붕괴될 수 있다.

Be 이 붕괴되는 시간보다 짧다.



붕괴되는 그 사이에 Be와 He가 결합하여
유기물 "C"가 탄생한다.

↓
1/3이다.

$$du - pdr = 0 \rightarrow du - pd\left(\frac{1}{e}\right) = 0$$

$$u = \phi \frac{p}{e}$$

$$p = ke^r$$

r = 단위 질량

$r > \frac{4}{3}$ 일때 안정하다.

$$\frac{dp}{dr} = -e \frac{GM}{r^2}$$

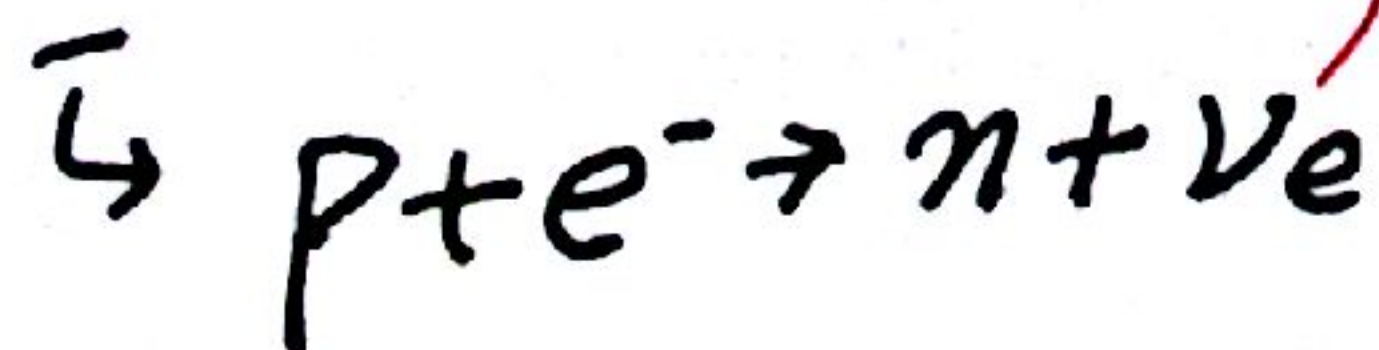
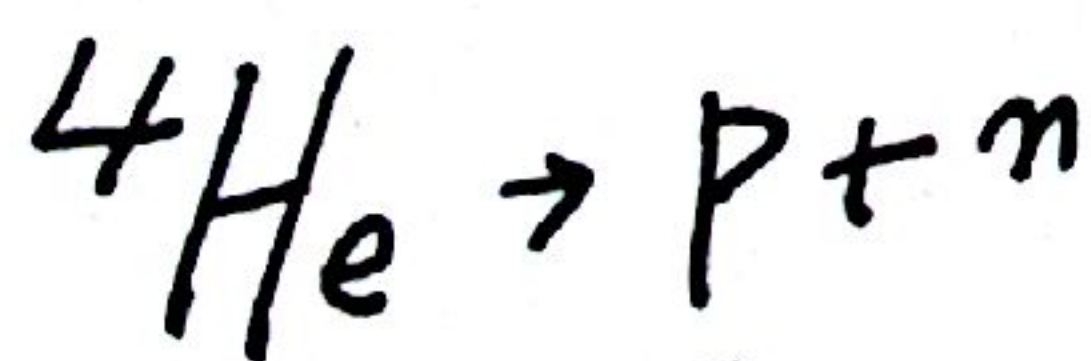
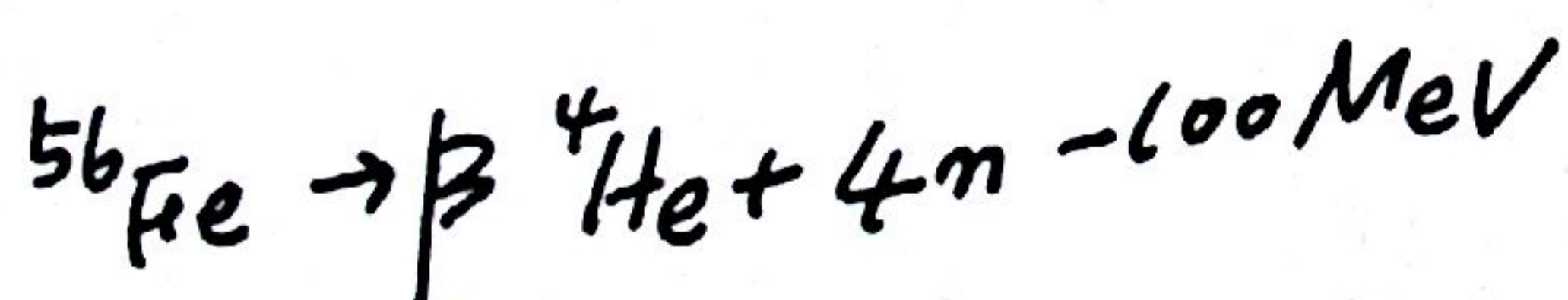
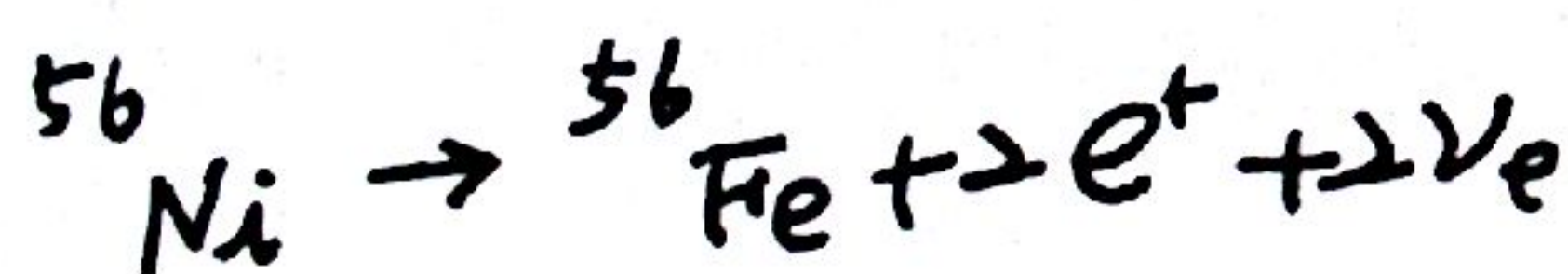
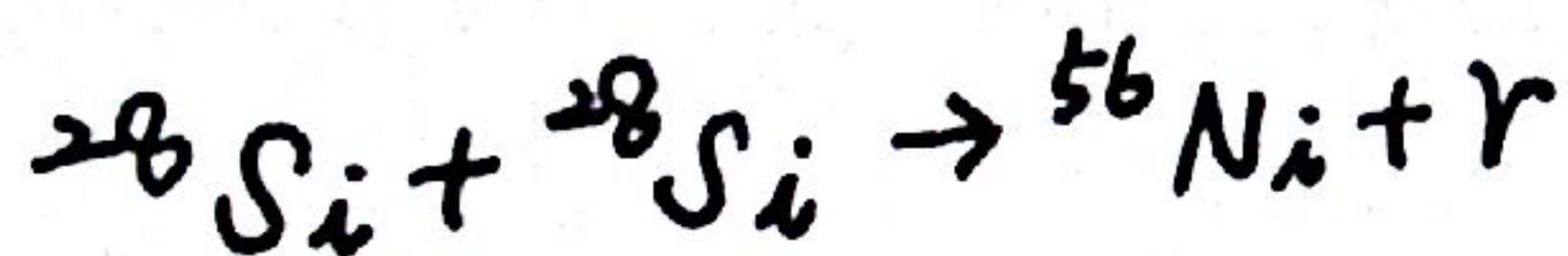
$$\frac{dp}{dm} = - \frac{GM}{4\pi r^4}$$

$$r \rightarrow r - \epsilon r$$

$$= r(1 - \epsilon)$$

$$dm = 4\pi r^2 dr e$$

Fe 생성



99% 정도 나오다.

$$\text{type II} \Rightarrow 10^{46} \text{ J}$$

↓

$$10^{44} \text{ J (중간)}$$

중간자가 나머지를 차지한다.

2의 에너지가 99%의 에너지를 차지한다.

type II가 폭발하러 나서 코어가 붕괴가 시작된다.

중간자 무거운 원소가 이때 생긴다.

우리는 어디서 왔는가.

이 슈퍼노바의 폭발에 의해 만들어진 원소로 우리의 몸이 만들어 졌다.

슈퍼노바의 폭발에 의해 태양계의 구성 물질이 생겼다.

지구. 바닷물. 생명. 몸이 모두 여기서 태어났다.