



별의 탄생



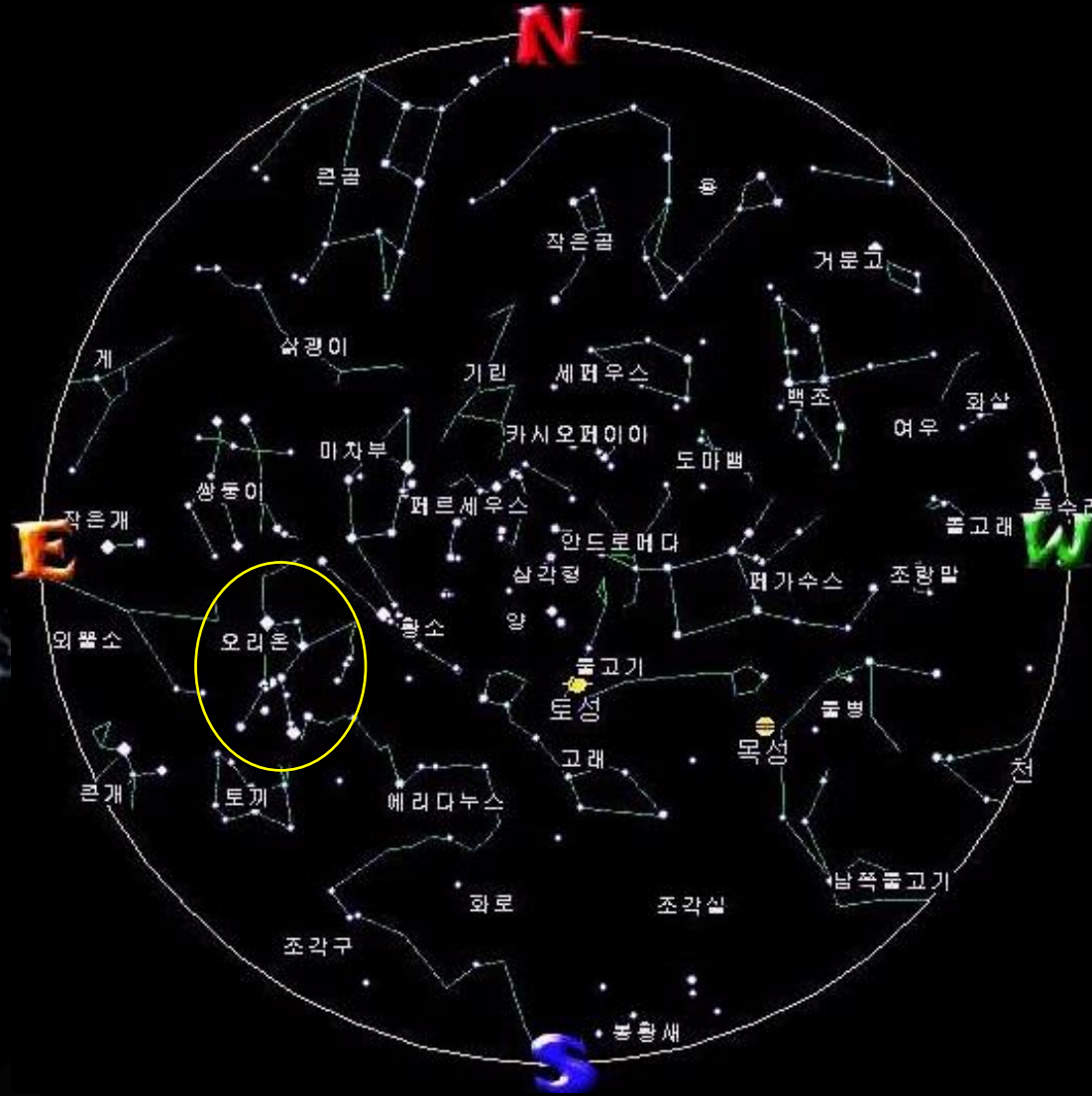
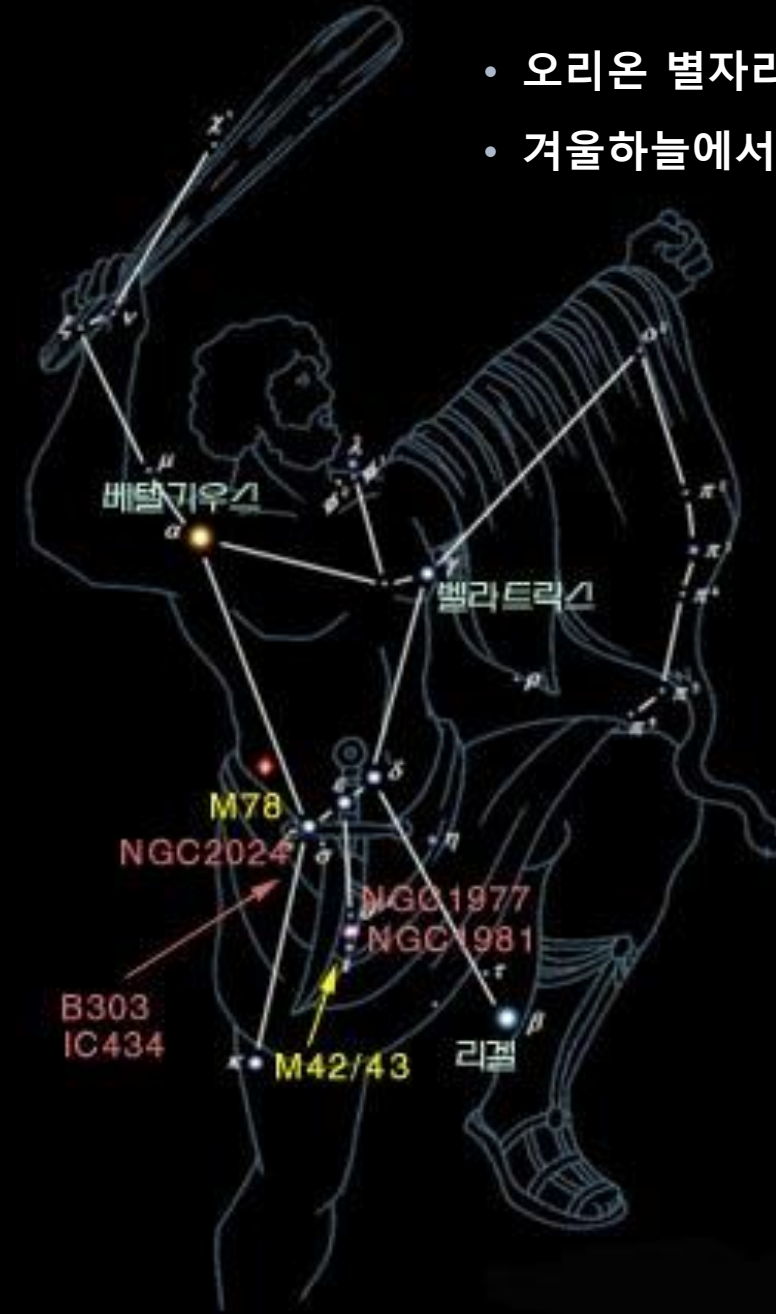
별의 탄생

M16성운, 허블우주망원경



겨울하늘 별자리와 오리온 자리

- 오리온 별자리는 북두칠성과 함께 북반구 하늘에서 다른 별자리를 찾는 기준
- 겨울하늘에서 오리온자리의 삼태성 찾기



오리온 자리

베텔게우스: 600광년거리, 오렌지색, 1등성, 초거성(supergiants)으로 태양보다 17,000배 밝고 직경은 300배 크다. 6.4년을 주기로 불규칙하게 맥동. 부피는 태양 부피의 600배에서 900배 사이를 오가고 밝기도 0.4등급에서 1.4등급사이에 변한다



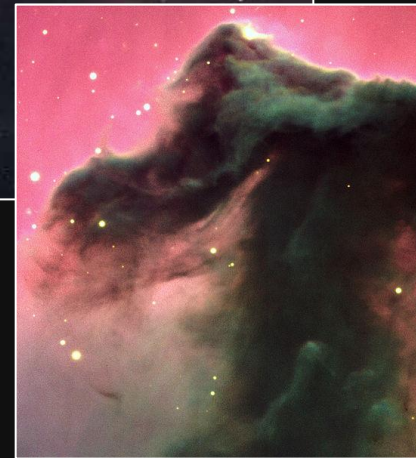
학명	고유이름	밝기 (등성)	거리 (광년)	색깔	기타
α	베텔게우스 (Betelgeuse)	0.7	600	오렌지	
β	리겔 (Rigel)	0.1	900	백색	
γ	벨라트릭스 (Bellatrix)	1.6	470	연노란	
δ	민타카 (Mintaka)	2.2	1500	백색	이중성
ε	아르니람 (Alnilam)	1.7	1600	백색	
ζ	아르니탁 (Alnitak)	1.8	1600	황옥	이중성
θ	트라페지움 (Trapezium)	5.4	1500	백색	별 4개
κ	사이프 (Saiph)	2.1	2100		
λ	메이사 (Meissa)	3.4	1800	백색	이중성
M42	오리온 대성운		1500	붉은색	성운
NGC 2024	말머리 성운			검은색	성운

오리온의 별 탄생 지역 일부의 광경

- 오리온자리에서 유명한 것은 **오리온대성운(M42)**으로, 거대한 분자구름의 가스덩어리가 마치 새가 날개를 펼친 것 같은 형태로 빛나고 있다. 이 대성운의 중앙에는 **트라페지움이라는 사중성**이 있는데, 모두 청백색의 고온 별이며, 이 별에서 방출되는 에너지로 가스성운이 빛나고 있다.
- 이러한 가스구름은 오리온자리 전체를 뒤덮고 있으며, 일부는 배후의 빛을 가려 말머리성운과 같이 암흑성운이 된다. (왼쪽 위의 붉게 빛나는 수소를 배경으로 보인다). 말머리 위의 밝고 초과 노출된 밝은 별과 맨 위 가운데 별은 허리띠의 두 별.



말머리 성운 (Horsehead Nebula)



오리온 별자리 신화 (참고)

그리스 신화에서 오리온은 잘생긴 거인으로 힘이 센 사냥꾼이며 **바다의 신 포세이돈의 아들**이다. 오리온은 키오스의 왕 오에노피온의 딸인 메로페를 사랑하여 결혼하려 하지만 왕이 결혼을 승낙을 하지 않자 강제로 메로페를 차지하려 하고, 이에 왕은 **술의 신 디오니수스의 도움으로 오리온을 깊이 잠들게 하고 그의 눈을 멀게 한다**. 오리온은 외눈박이 거인인 키클롭스의 망치소리를 길잡이 삼아 불의 신이자 대장장이의 신인 헤파이스투스가 사는 렘노스섬으로 간다. 오리온을 불쌍히 여긴 헤파이스투스는 키클롭스를 시켜 그를 아폴로에게 데려다 주고, **아폴로는 태양의 광선으로 그의 시력을 되찾게** 해주어, 그때부터 오리온은 **달의 여신 아르테미스**와 함께 사냥을 하며 같이 살게 된다.

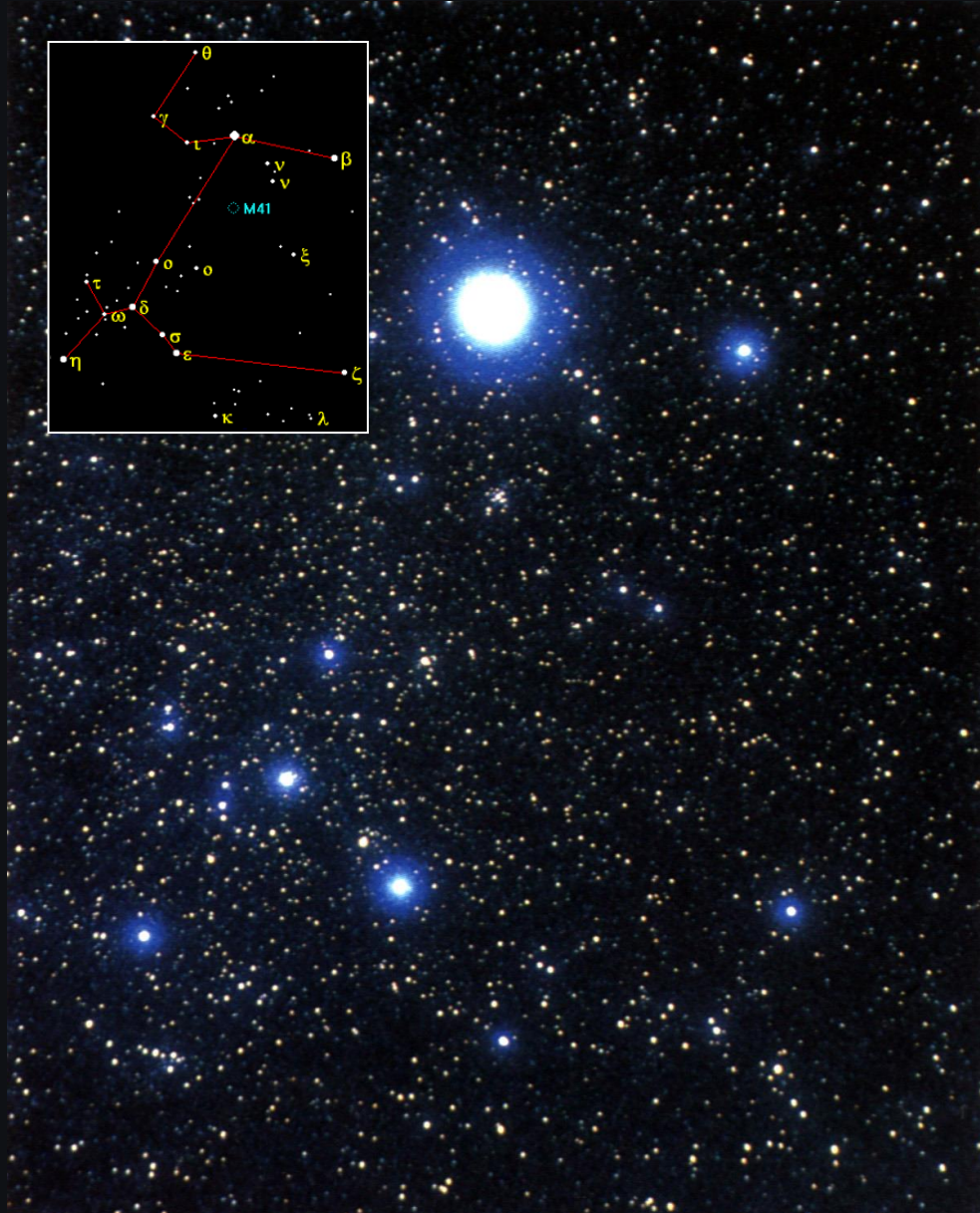
여신 아르테미스와는 서로 사랑하는 사이였으나, 여신의 오빠인 아폴로는 그것을 매우 탐탁하지 않게 생각하여 오리온을 없애기로 마음을 먹게 된다. **전갈 한 마리를 보내 그를 해치려 하고**, 오리온은 전갈을 피해 바다로 도망 치자, 아폴로는 동생에게 바다 멀리 보이는 검은 물체를 쏘아 맞춰 보라고 말한다. (다른 얘기로는 오리온에게 금색의 빛을 쏘워서 보이지 않게 만들고 아르테미스에게로 다가간다.) 아폴로는 평소부터 활쏘기에 자신을 가지고 있던 동생 아르테미스에게 멀리 있는 금색의 물체를 활로써 쏘아 맞출 수 없을 것이라고 비꼬았다.

활쏘기의 명수인 아르테미스는 오빠의 계략도 모른 채 활 시위를 당겼고, 시위를 떠난 화살은 어김없이 오리온의 머리에 명중된다. **자신이 쏘아 죽은 것이 오리온**이었음을 안 아르테미스는 비탄에 빠져 눈물로 지새웠고, 결국 그녀는 오리온에 대한 사랑을 영원히 간직하기 위하여 **오리온을 하늘에 올려 자신의 은수레가 달릴 때에는 언제라도 볼수 있게 해달라고 대신 제우스에게 청하였고** 제우스는 이를 받아들여 오리온을 하늘의 별자리로 만들어주게 된다. 그래서 **오리온자리는 밝은 별이 많고 달이 나온 밤에도 잘 보인다**고 한다.

아폴로가 오리온을 죽이기 위하여 보낸 것이 전갈이라서, 하늘에서 **오리온과 전갈이 동시에 나오지 않고 전갈이 사라진 뒤에만 오리온이 나타나는 이유**가 여기에 있다.



큰개자리와 시리우스별



- 큰개자리(Canis Major). 밤하늘에서 가장 밝은 별인 시리우스(Alpha Canis Major) 포함. 실은 우리와 가장 가까워서 밝게 보임. (8.7광년으로 태양계에서 5번째로 가까운 별)
- 시리우스: 겉보기등급은 -1.46 등성으로 일등성보다 약 10배나 더 밝으며, 직녀성의 4배, 북극성의 25배. 스펙트럼형 A1인 주계열성이며, 질량은 태양의 2.1배, 반지름은 태양의 1.8배, 표면온도는 10,400K, 우리 태양보다는 20 배 이상 밝은 별
- 큰개자리는 직경 100광년의 거대하고 희미한 갈매기성운 (Seagull nebula)의 일부
- 우리와 갈매기성운사이에 3개의 활발한 별 생성 지대가 있고, 가장 가까운 곳이 오리온분자구름(Orion Molecular Cloud)

» 성운: 네블라(nebula)

» 메시에(Charles Messier, 1730-1817, 프랑스)목록: 성운, 성단, 외부은하

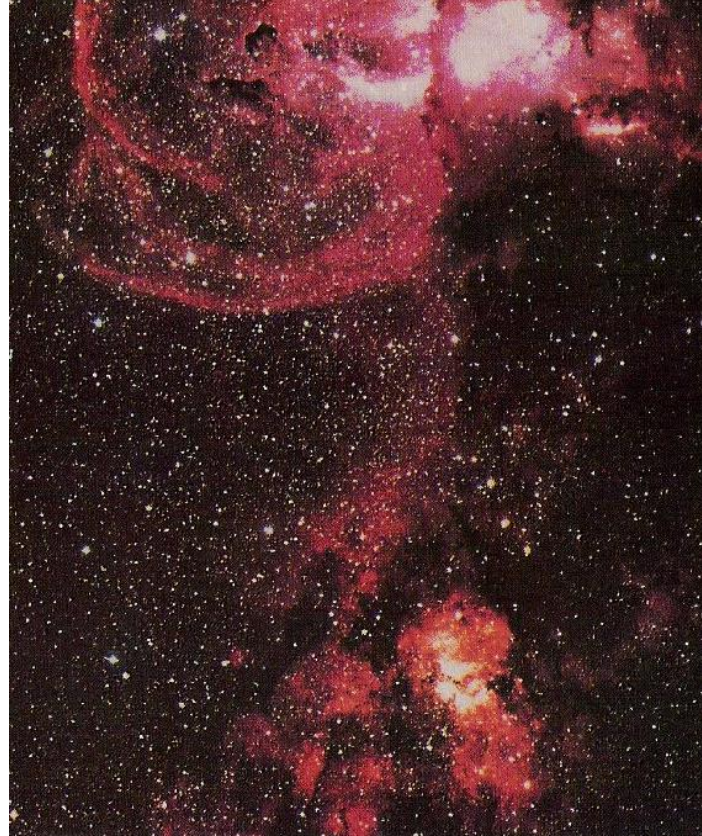
- 혜성으로 오인될만한 목록 → 현재에서도 중요한 성운의 목록이 됨
- M4 (메시에 목록에서 4번째)
- M42: 오리온 대성운
- M43, M78: 오리온 자리의 성운

» 1888년 NGC라고 불리는 신판 성운과 성단이 일반 목록

- New General Catalog of Nebulae and Star Clusters
- 13,000개의 천체가 수록
- NGC2024: 오리온 자리의 말머리 성운
- NGC1977, NGC1981: 오리온 자리의 성운

성간 물질

- 99%가 주로 수소와 헬륨인 성간가스
- 1%의 성간티끌(dust): 크기는 0.1 μm
- 수소원자 1개 / cm^3
(우리의 방에는 10^{19} 개의 공기분자 / cm^3)
- 대롱 속의 지구대기분자의 개수
= 우주 끝까지의 성간가스 개수
- 우리은하의 성간물질의 총질량은 별의
총질량의 5%, 그러나 태양의 수십억배
- 별탄생의 재료



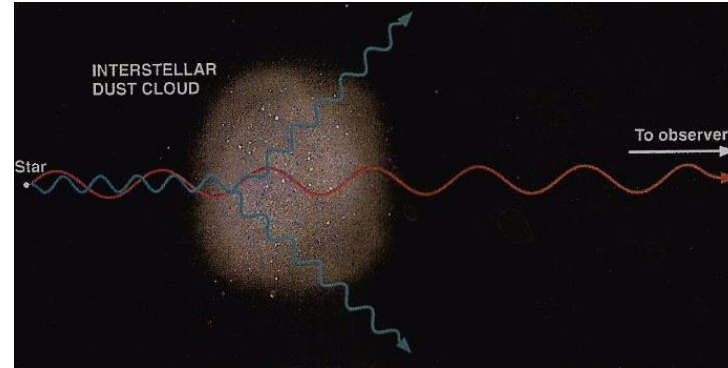
NGC 3576: 밝은 기체구름이 매우 뜨거운 별들로 이루어진 작은 성단을 둘러싸고 있다. 별들이 기체 구름을 이온화시켜 HII 영역을 형성하고 있다. 수소 스펙트럼의 강한 붉은색이 보인다.

성간 티끌

» 성간의 적색화

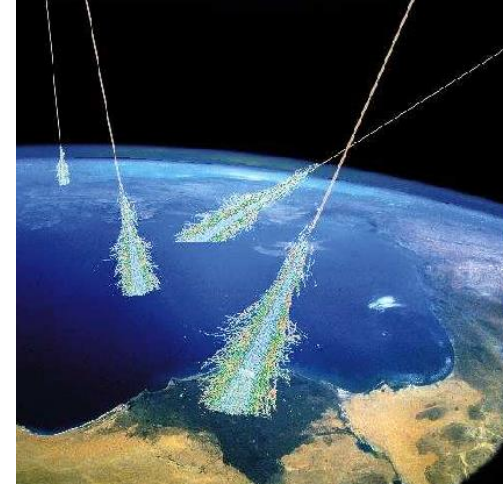
- 산란현상
- 티끌의 크기는 가시광 파장보다 약간 작다
 - 담배알갱이: 0.01-0.1 μm

» 석양이 왜 한낮의 태양보다 더 붉은가?



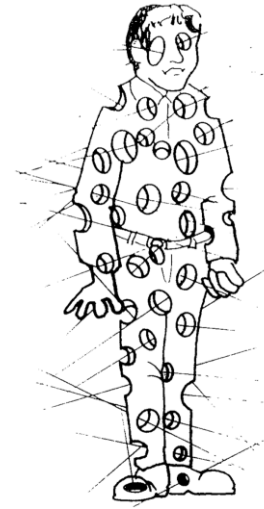
우주선 (Cosmic Ray)

- » 제 3의 성간 물질
- » 우주선의 발견 (1912년)
- » 우주선의 성분 ?
- » 우주선의 기원 ?
- » 우주선의 영향 ?



- » 에너지: GeV $\sim 10^{11}$ GeV
- » 크기: 10^{-15} m

매 시간당 우주선 입자
10만개가 몸을 통과



극한에너지 북두칠성 근처에서 온다. 누가 던지나?



별의 탄생 (시나리오)

- » 오리온 대성운과 같은 가스 구름 안에서 만들어지기 시작한다
- » 원시별의 탄생
- » 원시별은 중력때문에 다시 붕괴하면서 원시별의 안쪽이 뜨거워진다.
중력에너지로부터 열의 발생
- » 중심부 온도가 천만도 이상 되면 수소원자의 핵융합으로 헬륨 생성
 - 그러나 태양 질량의 1/10 이상인 원시별에서만 가능
 - 그 이하는 별이 못하고, 목성과 같은 천체 또는 갈색왜성(brown dwarfs)
- » 드디어 아기별의 탄생
- » 에너지의 방출 ($E = mc^2$)
 - 이 에너지는 중력의 작용을 상쇄하는 압력을 제공하여 별이 수축하는 것을 막는다
- » 오리온 대성운은 태양과 같은 별을 수백만개나 만들 수 있을 정도
 - 오리온 대성운의 별은 약 30만년 전에 생성된 것으로 추정
 - 태양은 약 45억년 전에 생성

에너지, 에너지보존법칙, 위치에너지

» 에너지(E) = 운동에너지(KE) + 위치에너지(PE)

» 예: $\frac{1}{2}mv^2$ + mgh 또는 GmM/r

» 위치에너지 (예를 들어보자)

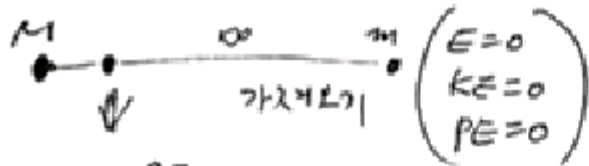
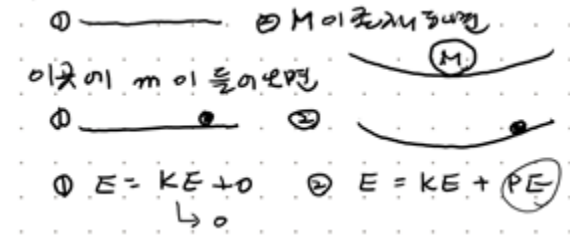
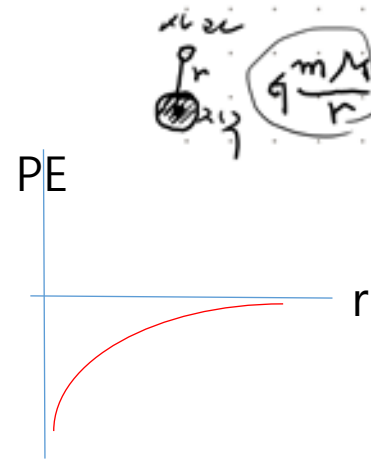
» 나 외에 아무것도 없을 때: 나의 PE = 0

» 지구가 존재하면: 나의 PE → $PE = GmM/r < 0$

» 에너지 보존법칙

» 내가 지구밖 무한대 거리에 정지해 있으면: $E_{\text{초기}} = KE + PE = 0 + 0$

» 나를 지구로 가지고 들어오면: $E_{\text{현재}} = KE + PE = 0 \rightarrow PE = 0$ 이므로 $KE > 0$



$$\begin{pmatrix} PE \\ KE = -PE \Rightarrow \text{포장형} \times \Rightarrow \text{상 존재} \\ E = 0 \end{pmatrix}$$

포장형이면 $v_r = 0$, 따라서 v_T 존재 \Rightarrow 회전 운동

비리얼 정리 (Virial Theorem)

- » 원운동 → 가속도운동이고 가속도가 존재 → 따라서 힘의 존재 (Newton's law)

$$\frac{v^2}{r} \propto F \Rightarrow \frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2}$$
$$\therefore v_T = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$
$$KE = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{GM}{r} \right)$$
$$\therefore KE = -\frac{1}{2} PE$$

- » 많은 입자가 무한대에서 모인 후 평형을 이루었다면, 이들 입자군의 평균값

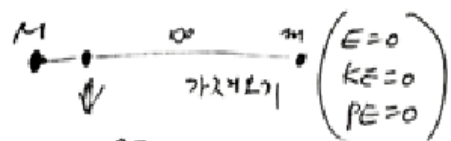
$$\overline{V_r} = 0 \text{ 이나 } \overline{\mathbf{v}_T} = \mathbf{0} \rightarrow \overline{KE} = \frac{1}{2} \overline{mv^2} = \frac{1}{2} \overline{m(v_r^2 + v_T^2)} = \frac{1}{2} \overline{mv_T^2} = \frac{1}{2} \overline{mGM/r}$$

$$\overline{KE} = -\frac{1}{2} \overline{PE}$$

- » 비리얼 정리 : “안정된 계의 평균 운동에너지는 평균 위치에너지의 절반이다”
(the mean vis viva of the system is equal to its virial: the average kinetic energy is equal to 1/2 the average potential energy.)
- » 천체에서 중요한 개념으로, 1870년 Rudolf Clausius 제시
- » 가정 → 중력입자계가 안정

비리얼 정리 (Virial Theorem)

» 비리얼 정리 : “안정된 계의 평균 운동에너지는 평균 위치에너지의 절반이다”



$$\begin{pmatrix} PE \\ KE = -PE \Rightarrow \text{포장형} \times \Rightarrow v_T \text{ 존재} \\ E = 0 \end{pmatrix}$$

포장형이면 $v_T = 0$, v_T 존재 \Rightarrow 회전 운동



$$\text{운동량} = mv_T = \vec{L}$$

$$\frac{mv_T^2}{r} = \frac{GMm}{r^2}$$

$$\therefore v_T = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

$$KE = \frac{1}{2}mv_T^2 = \frac{1}{2}m \left(\frac{GM}{r} \right) = PE$$

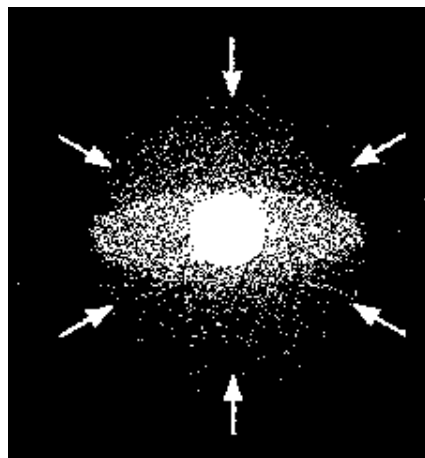
$$\therefore KE = -\frac{1}{2}PE$$

Virial Theorem



$$\begin{pmatrix} PE \\ KE = -\frac{1}{2}PE \text{ 이면 포장형} \end{pmatrix}$$

(나머지 $\frac{1}{2}PE$ 는 어디로?
빛으로 방출)



중력 수축이 가능한 성간운의 척도

$$KE = -\frac{U}{2} \Rightarrow \boxed{\frac{3}{2} N kT = -\frac{1}{2} \left(\frac{GM^2}{r} \right)}$$

$$\frac{3}{2} \frac{M}{2m_H} kT = \frac{1}{2} \frac{GM^2}{r} \quad \left(U = - \int_0^M \frac{Gm}{r^2} dm \right)$$

$$\begin{aligned} E_{\text{tot}} &\approx KE + PE \\ &= -\frac{U}{2} + U \\ &= \frac{U}{2} \end{aligned}$$

$$\boxed{\frac{3}{2} \frac{kT}{m_H}} = \frac{GM}{r} = \frac{G}{r} \frac{4\pi \rho r^3}{3} = \frac{4\pi}{3} G \rho r^2$$

$$\boxed{T, \rho, r}$$

$$r \geq \sqrt{\frac{3}{8\pi G m_H \rho}} = r_{\text{Jeans length}}$$

$$M > M_{\text{Jeans}}$$

$$\rho > \rho_{\text{Jeans}}$$

$$\lambda_{\text{m}} \approx 2.2 \mu\text{m}$$

$$T = 10\text{K}, \rho = 10^{-15} \text{kg/m}^3$$

$$\Rightarrow r \approx 10^{15} \text{m} \approx 0.1 \text{pc}$$

$$(M_{\odot} = 2 \times 10^{30} \text{kg})$$

$$\Rightarrow M \approx \rho r^3 \approx 10^{30} \text{kg}$$

$$\left(\begin{array}{l} 1 \times 10^8 \text{m} \\ \approx 40\% r \end{array} \right)$$

중력 수축이 가능한 공간의 척도

$$KE = -\frac{U}{2}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{3}{2} N k T \leq -\frac{1}{2} \left(\frac{GM^2}{r} \right)}$$

$$E_{\text{tot}} = KE + PE$$

$$= -\frac{U}{2} + U$$

$$= \frac{U}{2}$$

$$\frac{3}{2} \frac{M}{2m_H} kT = \frac{1}{2} \frac{GM^2}{r}$$

$$(U = -\int_0^M \frac{Gm}{r^2} dm)$$

$$\boxed{\frac{3}{2} \frac{kT}{m_H}} = \frac{GM}{r} = \frac{G}{r} \frac{4\pi \rho r^3}{3} = \boxed{\frac{4\pi}{3} G \rho r^2}$$

$$\boxed{T, \rho, r}$$

$$\left(\begin{array}{l} r > r_{\text{Jean}} \text{ (Jean length)} \\ M > M_{\text{Jean}} \text{ (Jean mass)} \\ \rho > \rho_{\text{Jean}} \end{array} \right.$$

$$\frac{2.5 \times 10^{21} \text{ kg}}{T = 10 \text{ K}, \rho = 10^{-15} \text{ kg/m}^3}$$

$$\Rightarrow r \approx 10^{15} \text{ m} = 0.1 \text{ pc}$$

$$\Rightarrow M \approx \rho r^3 \approx 10^{30} \text{ kg}$$

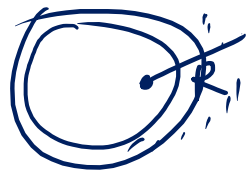
$$\left(\begin{array}{l} 1 \times 10^{21} \text{ m} \\ 10^{15} \text{ kg} \end{array} \right)$$

$$(M_{\odot} = 2 \times 10^{30} \text{ kg})$$



성간운의 중력 수축 시작

- » 수축시작 → 기체 불안정 → 비리얼정리 성립 안됨
- » 중심부 밀도 증가, 외곽보다 빠르게 진행, 수축시간이 단축, 밀도증가
- » “중심부의 폭주현상 발생” → 외곽부의 물질은 사실상 자유낙하 형국
- » 수축 시간의 척도: 즉 원시별 생성에 걸리는 시간은? → free fall time



$$\frac{1}{2} m \left(\frac{dr}{dt} \right)^2 = m \left(\frac{GM}{r} - \frac{GM}{R} \right)$$

$$\leftarrow \frac{1}{2} \frac{dr^2}{dt^2} = -GM \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r} \right)$$

$$dt = \left[2GM \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{R} \right) \right]^{-\frac{1}{2}} dr$$

구적 → 구적

$$t_{ff} = \int_R^0 dt = \int_R^0 \frac{dr}{dt} dt = \int_R^0 \left[\downarrow \right] dr$$

$$(x = \frac{r}{R}, \quad x = \sin^2 \theta)$$

$$= \sqrt{\frac{R^3}{2GM}} \int_0^1 \left[\frac{x}{1-x} \right]^{\frac{1}{2}} dx$$



$$t_{ff} = 1770 \left(\frac{R}{R_\odot} \right)^{\frac{3}{2}} \left(\frac{M_\odot}{M} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$R = 10^{15} \text{ m} \\ (r = 10^{11} \text{ m} \approx 5 \times 10^2 \text{ AU})$$

$$= \sqrt{\frac{3\pi}{32G\rho}}$$

$$= 6.44 \times 10^4 \sqrt{\frac{1}{\rho}}$$

$$\rho = 10^{-15}$$

$$\approx 34,000 \text{ 년}$$

$$\int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} \frac{\sin^2 \theta}{\cos^2 \theta} 2 \sin \theta \cos \theta d\theta \\ = 2 \int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} \sin^2 \theta = 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{2} \\ = \frac{\pi}{2}$$

성간운의 중력 수축 시작 → 원시별 탄생

- » 수축시작 → 기체 불안정 → 비리얼정리 성립 안됨
- » 중심부 밀도 증가, 외곽보다 빠르게 진행, 수축시간이 단축, 밀도증가
- » “중심부의 폭주현상 발생” → 외곽부의 물질은 사실상 자유낙하 형국
- » 수축 시간의 척도: 즉 원시별 생성에 걸리는 시간은?
- » 이 동안 중력에너지의 절반은
 - 수소와 충돌 → 여기/이온화/진동/회전 등을 일으키고 → 전자기파 복사 → 즉 계(성간운)는 cooling이 되며 계가 빛나게 된다.
- » → 원시별의 형성 → 비리얼 정리 만족
 - 원시별의 온도와 크기를 구해보자?

$$K = -\frac{U}{2}$$
$$\frac{3}{2} \frac{N k T}{\frac{m}{2m_H}} = \frac{1}{2} \frac{5M^2}{r}$$

$$\frac{1}{2} \frac{5M^2}{r} = \frac{M}{2m_H} \epsilon_D + \frac{m}{m_H} \epsilon_i$$

원시별의 크기와 온도는?

$$\frac{1}{2} \frac{GM^2}{r} \sim \frac{M}{2m_H} \varepsilon_0 + \frac{M}{m_H} \varepsilon_i$$

↓
↓

수소 원자 해리 에너지
이온화 에너지

4.5 eV
13.6 eV

가정하는 값 : $r \sim 10^{15} \text{ m}$, $\rho = 10^{-15}$, $T = 10 \text{ K}$
 $M \sim 10^{30} \text{ kg}$

$r = ?$

$$\frac{1 \times 10^{-11} \cdot 10^{30}}{r} \sim \frac{20 \cdot 10^{-19}}{10^{-20}} \sim \frac{10^{19}}{10^{18}} \sim 10^{11} \text{ m}$$

원시별

$$\left(1 \times 10^{18} \text{ m} \right. \\ \left. \in 40\% r \right)$$

원시별 → 평형

$$\frac{3}{2} \frac{M}{2m_H} kT = \frac{1}{2} \frac{GM^2}{r}$$

$$T = \frac{2}{3} \frac{m_H}{k} \frac{GM}{r} = \frac{2}{3} \cdot \frac{10^{-27}}{10^{-23}} \cdot \frac{1 \times 10^{-11}}{10^{11}} \cdot 10^{30} \sim 30,000 \text{ K}$$

원시별은 수축을 계속 → 별의 탄생

- » 원시별은 복사후 수축 계속, 밀도 증가 → 주계열별로 진화 (별의 탄생)
- » 주에너지원은 중력수축에너지 → 내부 열에너지로 변환 → 빛을 냄
- » 이 경우, 비리얼 정리 성립

열시간 척도:

$$t_{th} = \frac{E_{th}}{L} = \frac{1}{2} \frac{-D.P.E.}{L} = \frac{1}{2} t_K$$

$t_{K0} = \frac{GM_0^2}{R_0 L_0}$

$t_K = \frac{GM^2}{RL} = 3 \times 10^7 \left(\frac{M}{M_\odot}\right) \left(\frac{R_\odot}{R}\right) \left(\frac{L_\odot}{L}\right)$ year

↑ 켄빈 시간 척도

즉, 이 시간이 지나면 원시별은
주계열별이 된다

속도가 계속 진동되다

진동 사이 거리 $v_{ee} < \lambda_{deBroglie} = \frac{h}{mv} \Rightarrow \frac{230}{335}$

탄생된 별의 온도, 그리고 질량과의 관계

- » 원시성은 복사후 수축 계속, 밀도 증가 → 별의 탄생 (평형 도달 → 비리얼 성립)
- » 밀도는 “전자사이의 거리 < 전자의 파장”이 될 때
- » 비리얼정리: 분자의 $3kT/2 = \frac{1}{2} G \cdot M \cdot 2 \cdot m_H / R$

$$kT = \frac{1}{3} \cdot \frac{G 2 m_H \cdot M}{R}$$

$$= \frac{1}{3} \frac{G 2 m_H M}{\left(\frac{3M}{4\pi\rho}\right)^{1/3}} = \left(\frac{4\pi}{3}\right)^{1/3} G \cdot 2 m_H M^{2/3} \rho^{1/3}$$

$$= \frac{1}{3} \left(\frac{G^2 (2 m_H)^{2/3}}{h^2} \right) M^{4/3}$$

$$kT_0 = \frac{1}{3} \left(\frac{G^2 (2 m_H)^{2/3}}{h^2} \right) M_0^{4/3}$$

$$T = T_0 \left(\frac{M}{M_0} \right)^{4/3} = 3.5 \times 10^6 \left(\frac{M}{M_0} \right)^{4/3}$$

$$T \sim M$$

$$r_{ee} < \frac{h}{m_e v}$$

$$\rho \frac{4\pi}{3} r_{ee}^3 = M$$

$$\frac{3}{2} kT = \frac{1}{2} m v^2$$

$$v = \frac{h}{(3 m_e kT)^{1/2}}$$

$$\rho = \frac{2 m_H}{\frac{4\pi}{3} r_{ee}^3}$$

$$M < 0.08 M_0 \rightarrow \text{2차원성}$$

$$L = 4\pi R^2 F$$

$$= 4\pi R^2 \sigma T^4$$



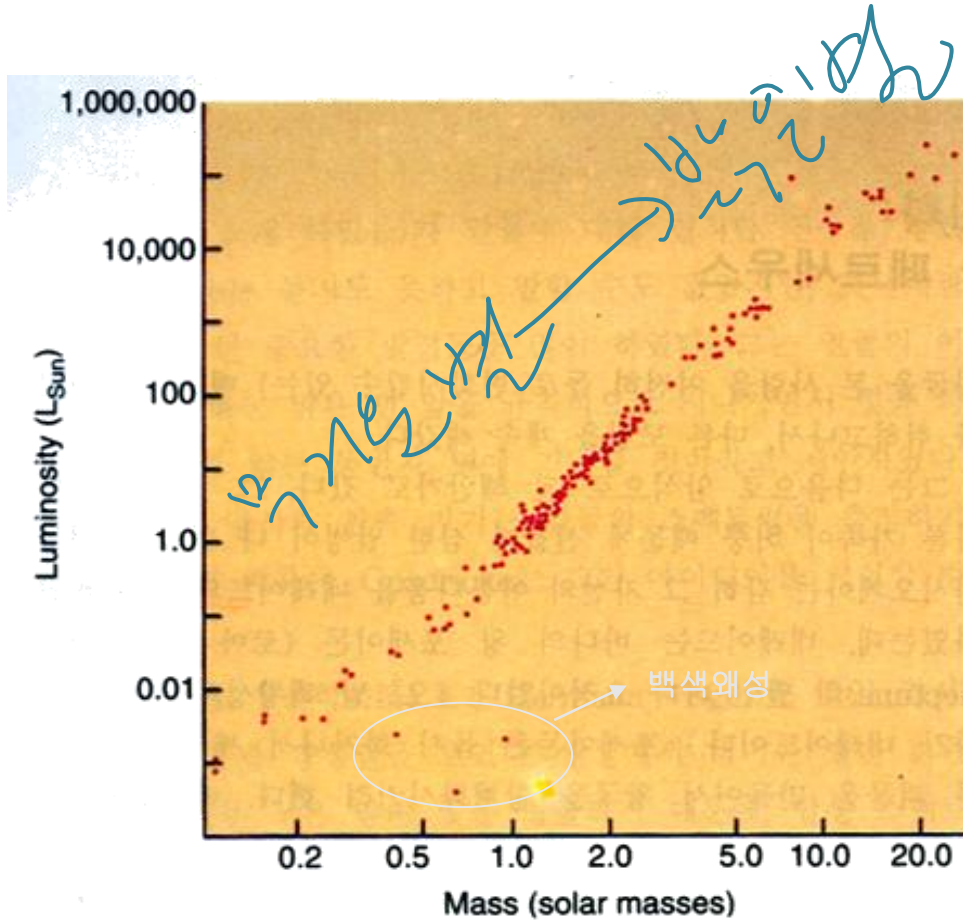
$$L \sim T^4$$



$$L \sim M^4 (\text{태양}), 3 (\text{일반}), 2 (\text{흑색왜성})$$

질량과 광도의 관계 (M-L relationship)

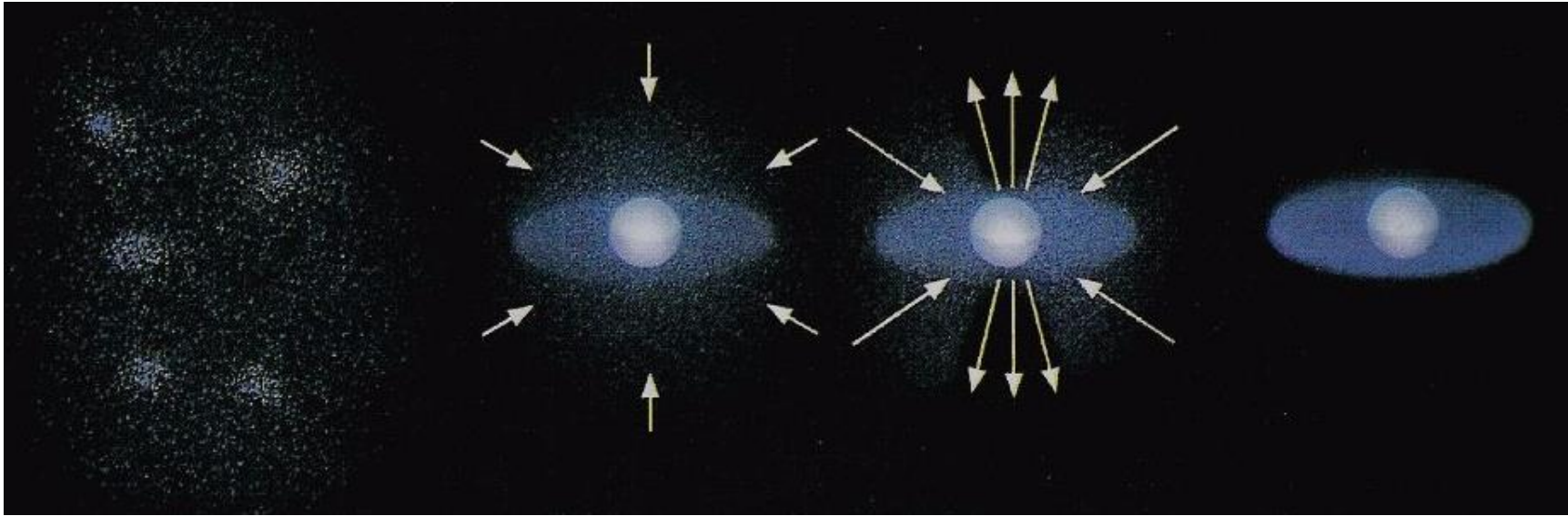
- » 모든 별의 90%가 아래의 **질량-광도** 관계를 가지고 있다



$$\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{M}{M_{\odot}} \right)^{\alpha}$$

$$\begin{cases} \alpha = 3 \\ \alpha_{\text{E형}} = 4 \\ \alpha_{\text{M형}} = 2 \end{cases}$$

별의 탄생 : 먼지투성이의 시작



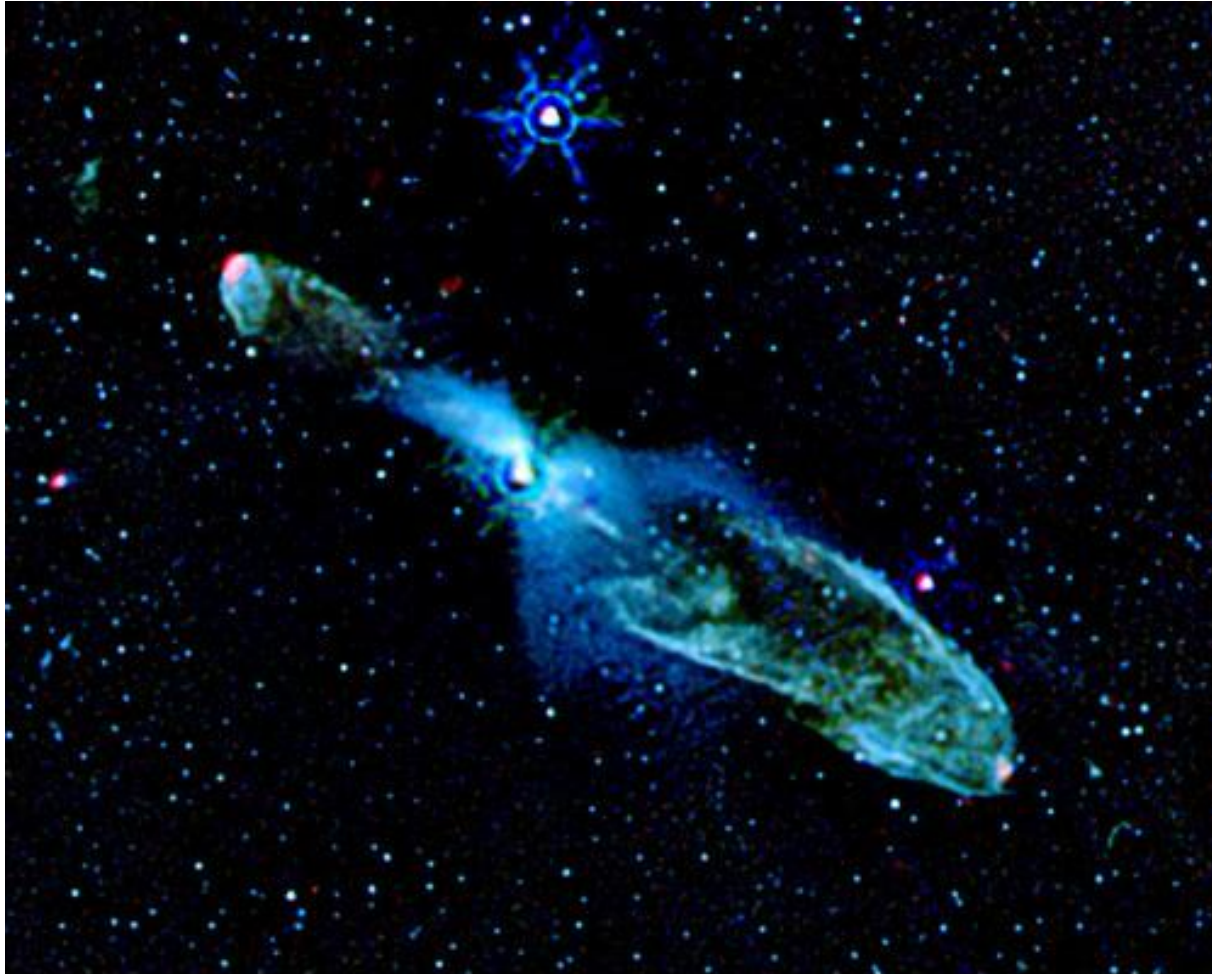
- 1 분자 구름 안에서 고밀도의 중심핵이 생성
- 2 고밀도 핵의 한 가운데에 물질 원반을 동반하고 중력에 의해 분자 구름이 물질을 계속 끌어당겨 자신이 질량을 키워가는 원시별이 자리함
- 3 별의 양극으로 항성풍이 빠져나감
- 4 결국 이 항성풍은 구름 물질을 휩쓸고 나가 더 이상의 물질이 쌓이는 것을 막고, 그 결과로 원반으로 둘러싸인 신생 항성이 보이게 됨

쌍극 분출: Bipolar Outflow

» 1140 광년 너머의 장관, 우주 '거품' 뿜어내는 아기 별

2007년 11월 13일(화)

(미항공우주국의 스피처 우주 망원경이 포착)



NASA/JPL-Caltech

HH 46/47이라는 "아기 별"이 양쪽으로 두 개의 "버블"을 뿜어내고 있다.

이 '우주 거품'은 별로부터 터져 나오는 초속 200~300km의 강력한 가스 배출이 주위의 먼지 및 가스 구름과 충돌하면서 생성된 것이다.

사진 중앙의 하얀 점이 거품을 뿜어내는 별이다.

초록색은 분자 형태의 산소 가스이며 파란 부분은 주위를 둘러싼 먼지에 의해 별빛이 산란된 결과이다. 두 거품의 양쪽 끝 부분의 붉은 영역은 별의 가스 분출과 충돌하는 뜨거운 황 가스가 존재함으로 보여준다.

쌍별의 탄생 : 먼지투성이의 시 자

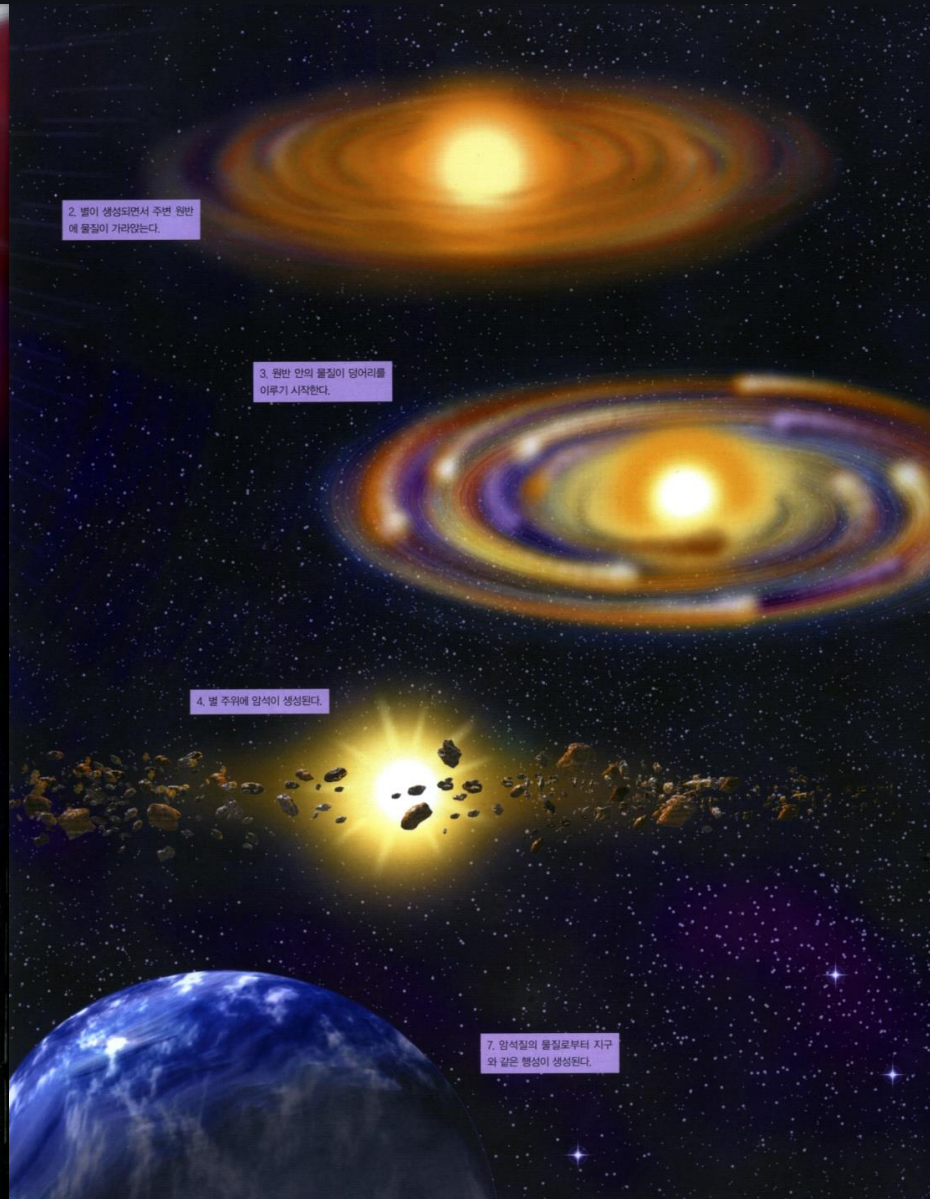
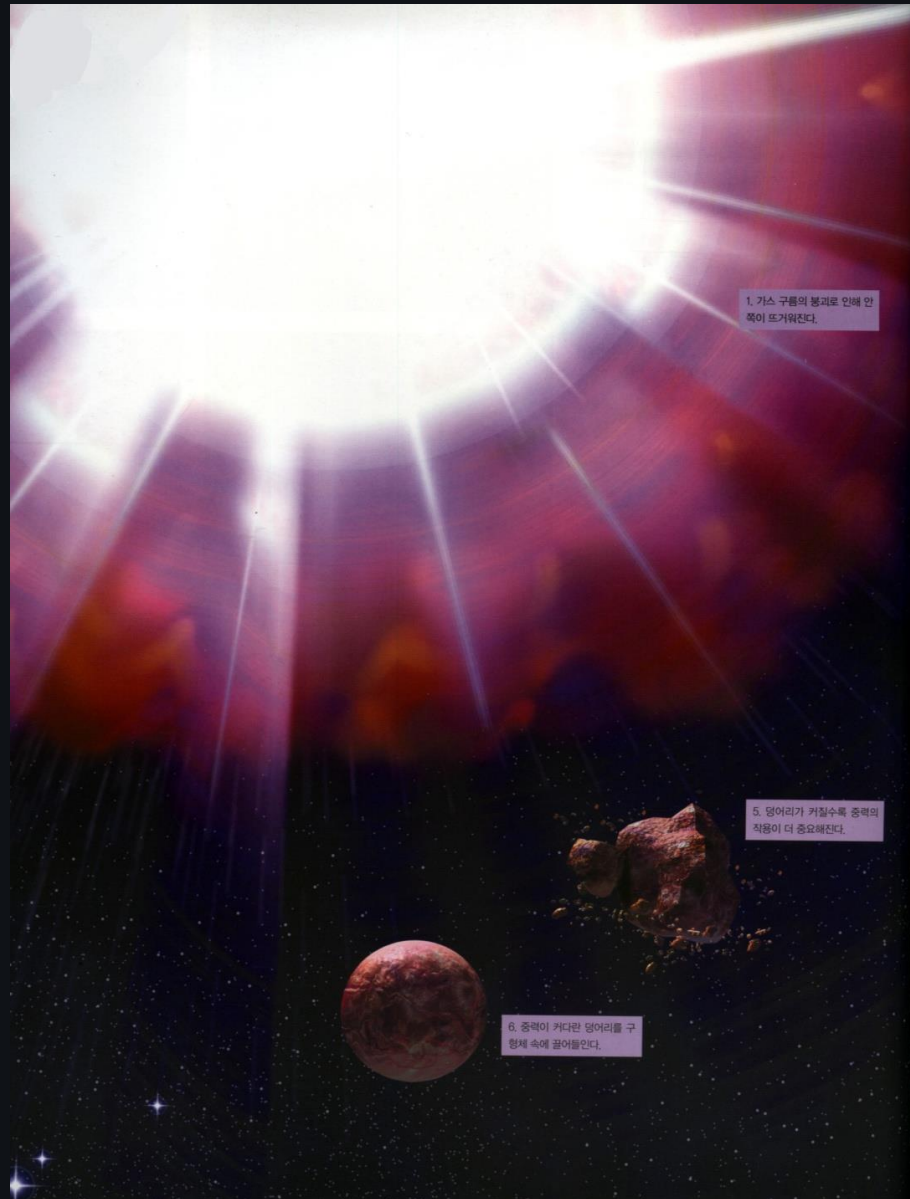
먼지투성이 물질의 원반
(원시행성 원반)



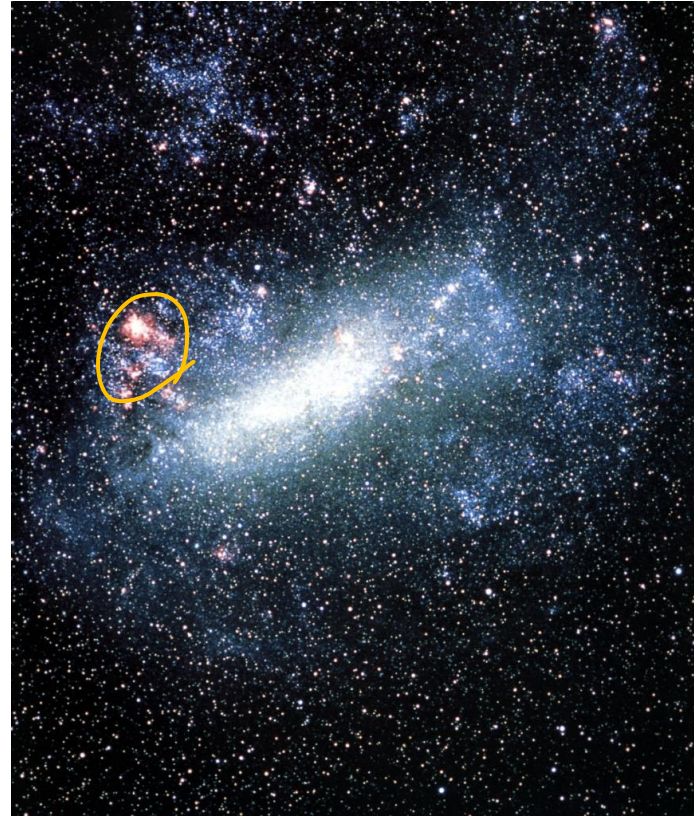
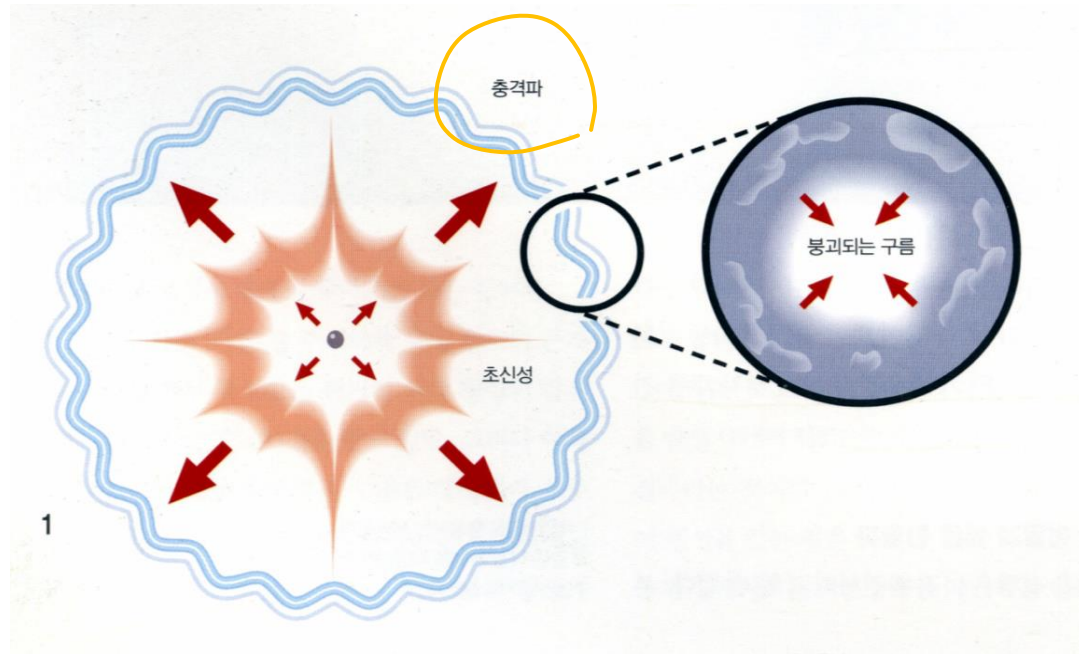
오리온 성운 내부의
젊은 별들 주위를 찍은 사진



태양계의 생성



은하들은 별을 어떻게 만들까? 트리거? 우주의 압착



- » 우리은하에서 한 세기마다 두 세번의 초신성 폭발
- » 태양이 생성된 45억년 전이래 수억번의 초신성 폭발
- » 1987년 우리의 작은 이웃 은하인 대마젤란 은하에서 초신성 폭발 관측

