

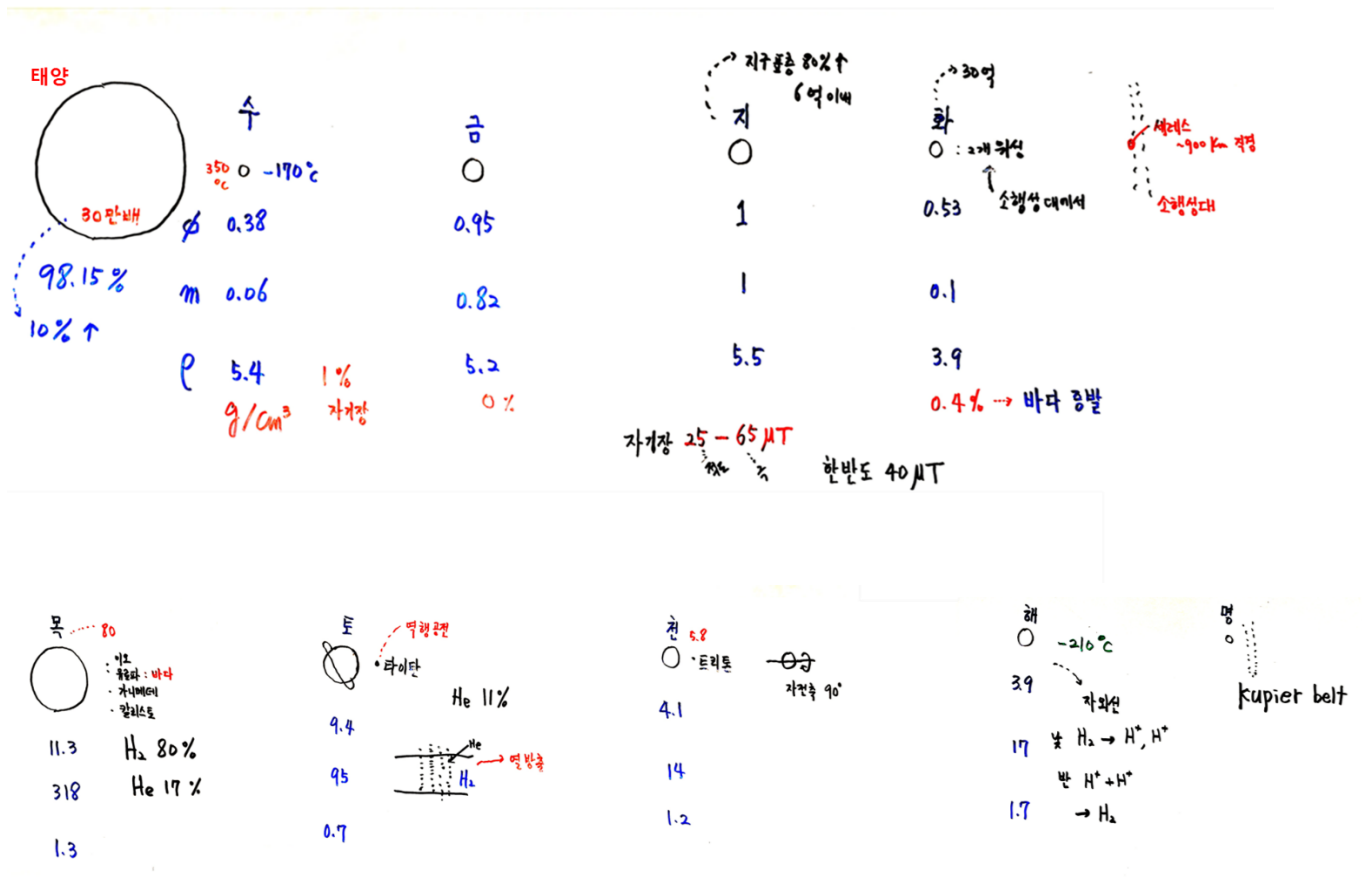
제 11 회 우주의 진화 8 강 노트

(박문호 박사님의 강의를 요약 정리한 내용입니다)

지식은 모듈로 만들어야 사라지지 않는다.

행성은 지구형 행성, 목성형 행성, 천왕성형 행성 세가지로 나눈다.

목성형 행성은 비중이 물과 비슷하다. 천왕성과 해왕성은 완전히 쌍둥이 행성이다.

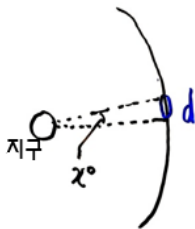


태양부터 수성, 금성, 지구, 화성, 소행성 대, 목성, 토성, 천왕성, 해왕성, 명왕성 그리고 명왕성 옆에 카이퍼 벨트(Kuiper belt)를 그린다.

기억해야 될 것은 숫자이다.

먼저 직경이다. 행성과 위성은 반지름이 아닌 지름을 따진다. 지구 지름이 1 일 때 비율을 나타낸다.

수성 0.38, 금성 0.95, 지구 1, 화성 0.53, 목성 11.3, 토성 9.4, 천왕성 4.1, 해왕성 3.9 이다.



행성의 직경은 측정할 수 있다. 지구에서 보는 행성의 크기 각을 x° 라고 하고 행성의 지름을 d 라고하면

$$360^\circ : x^\circ = 2\pi R : d \quad 2\pi R x^\circ = 360^\circ d \quad d = \frac{2\pi R x^\circ}{360^\circ}$$

x 를 측정하면 행성의 지름을 알 수 있다.

지구의 자기장은 $25\mu\text{T}$ - $65\mu\text{T}$ 이다. 테슬라(Tesla)는 자기장의 밀도 단위이다. μT 는 10^{-6} T 이다. 자기장은 위도마다 다르다. 적도부근이 낮고 극 지방이 높다. 한반도의 자기장은 $40\mu\text{T}$ 이다. 보통 의료 기관에서 사용하는 MRI 의료기기가 1.5-3 T 이다.

지구 자기장은 전 지구적으로 영향을 미친다. 지구는 목성을 제외하고 자기장이 제일 강하다. 우리는 그 속에서 40 여 억년 동안 진화해 왔기 때문에 그것이 얼마나 강한지 못 느낀다. 박테리아 조차 철 원자를 삼켜 자성을 띠게 해서 방향을 안다고 한다. 철새들이 수 천 km 를 날아가는 것도 지구 자기장을 이용한다.

다른 이유도 있지만 화성에 대기가 사라진 것도 자기장이 없기 때문이다. 달에 대기가 없는 이유도 자기장이 없어서 이다.

지구에 자기장이 생기는 원리는 액체 상태인 외 핵 속의 철 에서 나온 전자들이 지구 자전에 따라 회전하면서 전류가 흐르고 전류가 흐르면 반드시 자기장이 생긴다. 자기장의 방향은 N 극에서 나와서 S 극으로 들어 간다. 양 극 지방에서는 수직 방향이지만 적도 지방에서는 수평이 된다. 그래서 적도 지방의 자기장이 약하고 극 지방의 자기장이 강하다.

(이하 동영상을 참고하시기 바랍니다.)

태양의 홍염에서 양성자와 전자 등으로 구성된 태양풍이 불어온다. 그러면 태양풍 속의 입자들이 지구의 자기장이 마주치면서 속도가 음속 이하로 떨어지는 충격파면이 생긴다. 태양풍 속의 입자들은 충격파면과 자기권계면 사이의 전이대를 통해 빠져 나간다. 일부 양성자와 전자는 자기장이 희박한 북극과 남극으로 들어온다. 이들을 처리하는 반 알렌대(van allen belt)가 있다. 반 알렌대는 외대와 내대로 구성되어 있다. 외대는 지상 16,000km 상공에 위치에 있으며 주로 전자를 가두어 둔다. 내대는 2000-5000km 상공에 위치하며 양성자를 가두어 둔다.

델린저 현상(태양 폭풍)이 일어나면 반 알렌 내대에 있던 양성자가 새어 나와 지구의 대기 중에 있던 질소와 산소와 부딪힌다. 그러면 질소와 산소 분자 속에 있던 전자가 흥분하게 되고, 흥분됐던 전자가 제자리로 돌아오면서 빛을 내는데 그 빛이 오로라이다. 조선왕조 실록에 우리나라에서도 오로라가 관측되었다는 기록이 있다.

태양은 N 극과 S 극이 11 년마다 바뀐다. 수성은 축이 $0^{\circ} - 60^{\circ}$ 까지 바뀌는데 수 백만 년이 걸린다.

달은 초기에는 자기장이 있었던 흔적은 있으나, 지금은 0 이다. 금성도 자기장이 거의 0 이다. 화성은 지구 자기장의 0.4%이다. 그래서 바다가 증발했다. 32 억년 전 까지 화성에 바다가 있었다. 미국이 40 년 동안 10 조 이상 투자하여 얻은 결과이다.

화

44 억년 : 대기압 1.6 배

자기장 80%

32 억년 : 액체 H₂O 화성
바다 증발 표면

대기 : H₂O

풍화 1 : 30 만

30억 30만

lava flow, plain → Olympus Mt.

fan : 40-30 산상지

impact crater

Valley network

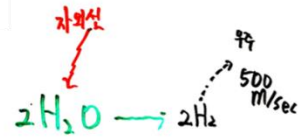
gally

meqs :

dry ice

타르시스
2500km

남고 북저 : 5km 두께



산화 Fe₂O₃

화성바다 증발

45-32억년까지

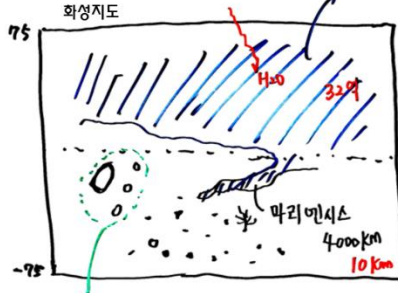
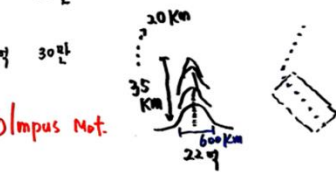
800m

10% → 어름

35m

강줄기

Valley network



화성은 44 억년 전에는 온도는 영상이었고, 대기압이 지구의 1.6 배였다. 자기장도 지구 자기장의 80%였다. 바다만 그대로 있었다면 생명체가 출현할 수 있었다. 지구에서 생명체가 출현한 것은 38 억년 전으로 본다. 32 억년에는 화성 표면의 기온이 영하로 떨어져 액체 상태의 물은 더 이상 화성 표면에서 볼 수 없게 되었다. 바다가 사라진 것이다. 그 결정적 요인이 자기장의 부재이다.

화성 지형의 특징

1) lava flow, plain: 22 억년 전 용암 분출로 올림푸스 마운틴이 생성되고 평원이 만들어 졌다.

올림푸스 화산은 층상화산으로 초기에는 높이가 35km 에 달했다. 화산 지름이 600km 이다.

태양계에 있는 화산 중에서 가장 높다. 지금은 25km 정도이다.

지구는 판의 움직임에 의해 화산 분출 지점이 이동한다.(예:하와이 열도).

그러나 화성은 판의 이동이 없었으므로 계속 한 지점에서 용암이 분출되어 층상화산이 되었다.

판이 이동한다는 것이 태양계 행성 중 지구의 가장 유니크한 현상이다.

수성의 낮 온도는 350 도 c 이다. 밤은 -170 도이다. 자기장은 지구의 1%이다.

온도 차에 의한 팽창과 수축을 반복하면 지형의 변화가 많을 것 같은데 그렇지 않다.

수성은 45 억년 전 모습 그대로 완전 곰보이다. 그런데 지구에는 10 만년이 넘는 구조물이 거의 없다.

행성 표면을 바꾸는 가장 큰 영향력은 온도 변화나 바람이 아니라 물이다. 풍화에 미치는 영향력이 물이 30,000 배나 강하다.

지구에서 10 만년동안 변하지 않는 구조물이 화성에 있다면 그것은 30 억년 전의 것이나 같다.

화성 표면에 액체 상태의 물이 없기 때문에, 화성은 30 억년 전 모습을 그대로 보존하고 있다.

지구 표층 지형의 80%는 6 억년 이내 것이다. 달은 40 억년 전의 모습이다.

닐 암스트롱의 발자국은 10 억년이 지나도 그대로 남아 있을 것이다.

화성 지도를 보면 남고북저 지형이다. 남쪽 지각이 북쪽보다 약 5km 두껍다.

남쪽에 있는 올림푸스 화산을 포함한 화산 지역을 타르시스라 하는데 직경이 2500km 이다.

그리고 마리너리스 계곡(velles marineris)이라는 길이 약 4000km 깊이 100km 에 달하는 거대한 협곡이 있다.

그리고 crater 도 남쪽에 많다.

북쪽은 45 억년에서 32 억년까지 바다가 있었던 지역이다. 전체 화성 면적의 1/3 이 바다였다.

깊이는 800m 로 추정한다. 북쪽에는 crater 도 거의 없다. 바다 때문에 흔적이 남아 있지 않기 때문이다.

32 억년에는 화성 표면에 액체 상태의 물은 사라졌다. 결정적인 이유는 자기장의 부재(지구 자기장의 0.4%)였다.

2)fan: 40 억년-30 억년 사이 물이 있을 당시 선상지 구조가 생겼다고 본다.

3) impact crater: 운석구

태양을 제외한 모든 태양계 행성과 위성은 impact crater 를 갖고 있다. 바다 물이 없으면 그대로 흔적이

남아있다. 달에 약 3400 개의 운석구가 있고 지구에도 200 여개가 발견 되었으며, 바다에 떨어진 것까지

생각하면 최소 1000 개의 운석구가 있을 것으로 생각한다.

4)valley network: 물이 흐른 흔적

5)gully: 계곡

6)mesa: dry ice 가 급격히 증발하면서 mesa 지형이 생긴다.

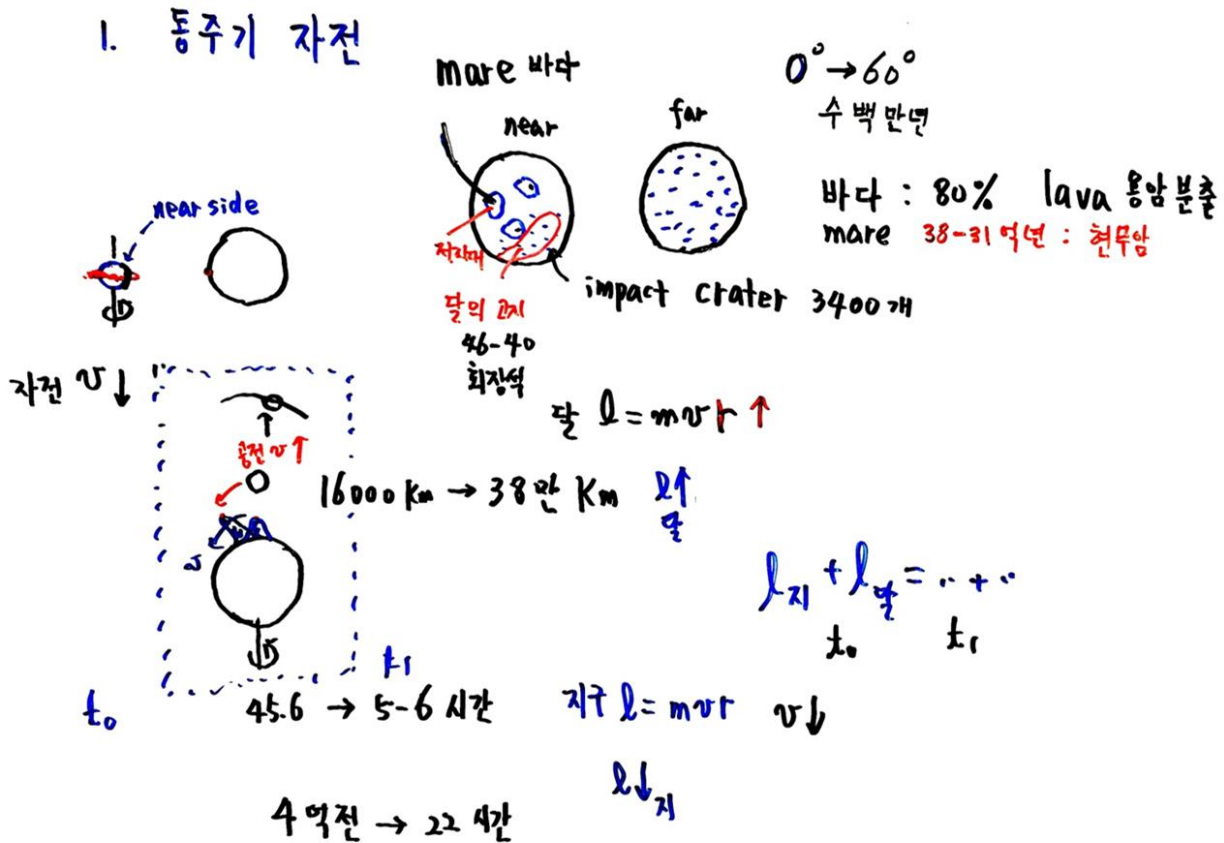
화성에는 45 억년부터 32 억년 전까지 바다가 있었다. 화성 표면의 1/3 이 바다였고 깊이는 800m 였다.

그 바다의 1/10 이 현재 지하에 얼음형태로 남아 있다. 이 얼음을 모두 녹이면 화성에 35m 의 바다가 가능하다.

물이 있었다는 증거가 강 줄기 모양의 vally netwok 이다.

두 번째 증거는 크레이트 벽의 경사진 비탈 면에 보이는 좁은 수로(gully)의 흔적이다.

H2O 가 자외선에 의해서 분해되면 H2 와 O2 가 된다. H2 는 속도가 500m/sec 로 빠르다. 화성의 중력이 크지 못하여 수소가 우주로 날아가 버리고, O2 는 화성 표면의 암석을 산화시킨다. 화성이 붉은 이유이다.



인류는 최근까지 달의 뒷면을 보지 못했다. 올해 1월 3일 중국 달 탐사선 창허 4호가 달의 뒷면 착륙에 성공하고 달 뒷면 사진을 보내 줌으로써 달 뒷면을 볼 수 있게 되었다.

그 동안 달의 공전과 자전 주기가 같으므로 인해서(동 주기 자전) 지구에서는 달의 한 면 밖에 볼 수 없었다. 달의 하루와 달의 한 달이 같다. 공전 주기와 자전 주기가 같은 것은 우주에서는 흔한 일이다.

달이 지구를 공전하며 돌 때 지구와의 근일점이 약간 지구 쪽으로 당기게 되어 용기(?) 된다.. 그런데 공전을 하면서 달이 자전을 하면 지구와의 근일점이 계속 바뀌게 된다. 결국 달의 주위 360도 전체에 빙 둘러 용기점이 생기게 된다. 이것이 달의 자전 속도를 서서히 줄이게 된다. 그러다 시간이 많이 흘러 달의 자전주기가 공전주기와 같게 되었다.

또한 지구에서는 근일점의 바닷물이 달 쪽으로 쏠리게 된다. 지구가 자전을 하므로 바닷물이 자전 방향으로 이동하게 되고 그에 따라 달도 지구 쪽으로 끌리게 된다. 그러면 달의 공전 속도가 증가하게 된다. 달의 공전 속도가 증가하면 공전 궤도가 바깥으로 멀어져야 한다. 그래서 달이 지구에서 1년에 3cm 씩 멀어진다. 초기에는 달과 지구 사이의 16000km 였으나 지금은 38,000km 이다.

지구 또한 바닷물과 지구 표면의 마찰력 때문에 지구의 자전 속도가 줄어들고 있다. 45.6억년 전에는 지구의 하루가 5-6시간 이었다. 4억년 전 산호 석회암을 분석 했더니 하루가 22시간 이었다. 지금은 24시간이다. 목성은 하루가 9시간 55분이다.

지구와 달의 각운동량 합계는 보전 되어야 한다. 달의 운동량이 많아지면 지구의 각운동량은 줄어 들어야 한다.

그래서 지구의 자전 속도가 줄어들었다.

달의 near side 와 far side 는 전혀 다르다.

달의 바다를 mare 라고 한다. mare 는 near side 면적의 80%를 차지한다. 38 억-31 억년 사이에 용암(lava)이 분출하여 형성 되었다. 주로 현무암이다. 달을 봤을 때 검은 부분이며 달의 저지대 평지이다.

impact crater 는 소행성이나 운석이 충돌한 흔적이다. Crater 가 달에 3400 개나 있다. 46 억-41 억년 전에 형성 되었다. 주로 회장석으로 이루어져 있다. 달의 고지대이며 밝게 보이는 지역이다.

far side 는 그야말로 곰보이다. 대부분 crater 이고, mare 부분은 16%밖에 안 된다.

(2 교시)

태양을 제외한 모든 태양계 행성과 위성은 impact crater 를 갖고 있다. 바다 물이 없으면 그대로 흔적이 남는다.

달에 약 3400 개의 운석구가 있고 지구에도 200 여개가 발견 되었으며, 바다 속을 생각하면 최소 1000 개의 운석구가 있을 것으로 생각한다.

두 번째 특징은 lava 이다. 금성에는 1000 여개의 화산 분출이 발견 되었다. 금성 표면의 80%가 lava 에 의한 지형이다. 금성은 표면이 용암으로 다 덮혔었다. 지옥 같다.

러시아에서 인공위성을 20 번 보냈으나 2 번 밖에 착륙하지 못했다. 착륙해서 1 시간 버티는 것이 목표였다.

금성에 대한 정보는 궤도위성을 통해 알아낸 것이다. 화성과 금성의 표면 map 이 있다.

화성은 32 억년 전 까지 바다가 있었다.

금성과 지구는 크기가 거의 쌍둥이 별이다.

그러나 금성은 CO2 로 인한 극단적 온실효과로 처음부터 생명이 탄생하기 어려웠다.

금성과 화성 대기의 95%가 이산화탄소이다.

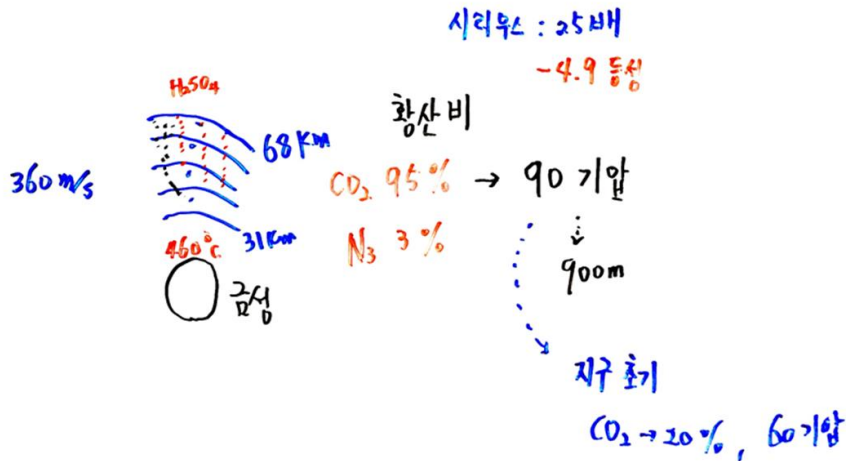
금성과 화성이 실패한 것이 아니라 지구가 성공한 것이다. 지구가 비 정상적인 것이다.

지구에서 있을 수 없는 일이 일어난 것이다. 대기 중에 산소가 있는 행성은 지구 밖에 없다.

금성: 표면적 80%

1000 개 화산 용암

5억 전 대규모 ..



금성은 표면의 80%가 1000 개 화산에서 분출된 용암에 의해 형성된 지형이다. 5 억년 전에도 대규모 마그마 분출이 있었다.

금성의 대기는 4 개 층으로 되어 있다. 맨 아래층이 31km 이고 맨 위층이 68km 이다. 대기의 95%가 이산화탄소이고 질소가 3% 정도 된다. 대기 높은 층에서는 황산비가 내린다.

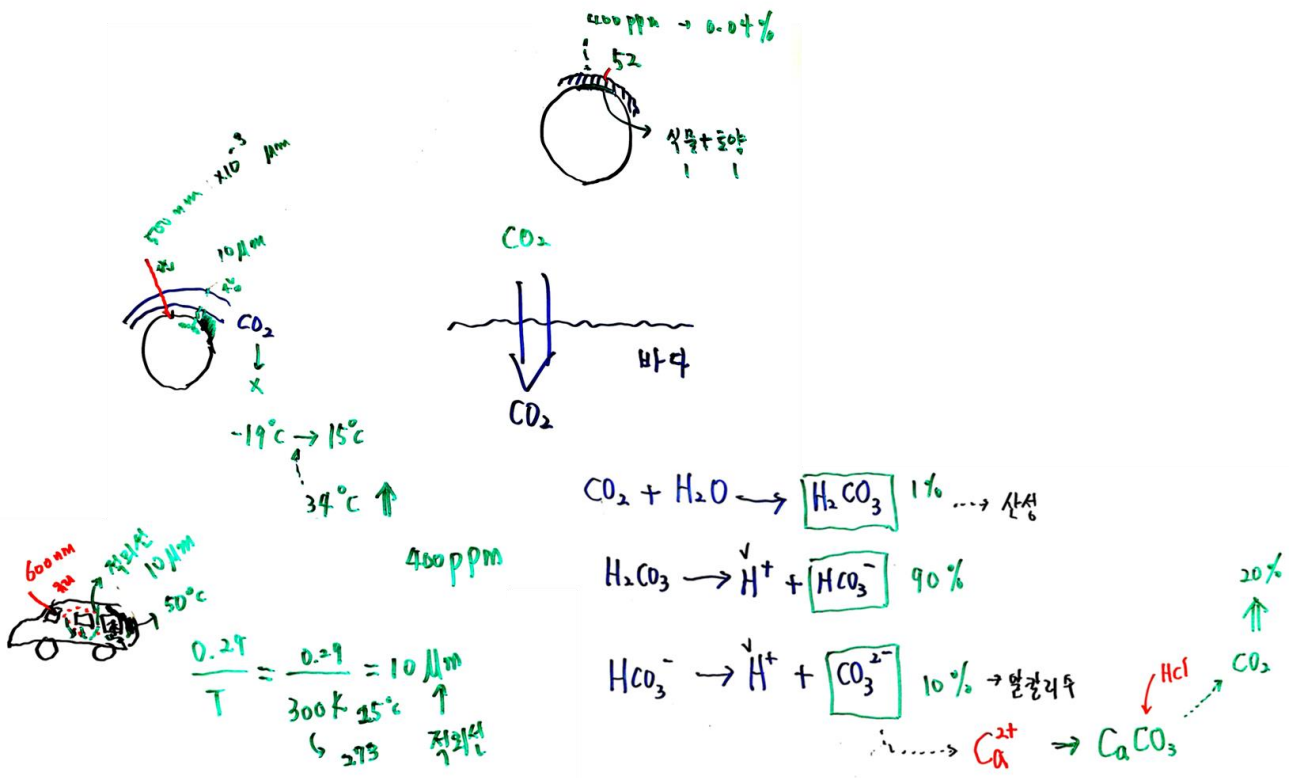
지표면 온도가 460 도가 되므로 비가 내려오다가 도로 증발되어 올라간다.

그리고 초속 360m/sec 의 태풍이 분다.

금성의 밝기는 -4.9 등성으로 가장 밝은 별인 시리우스보다 25 배가 밝다. 가로등이 아무리 밝아도 금성은 보인다. 천왕성이 5.8 등성이다. 시력 1.5 정도 되는 사람은 6 등성까지 볼 수 있다고 하므로 불빛이 없는 캄캄한 곳에서는 천왕성을 망원경 없이도 볼 수 있다.

금성의 이산화탄소 기압이 90 기압으로 900m 바다 속 압력이다.

지구 초기에 이산화탄소가 20%정도 있었고 기압이 60 기압이었다.



온실효과는 태양으로부터 지구로 유입되었다가 다시 우주로 보내지는 열의 일부를 대기중의 수증기나 이산화탄소와 같은 온실가스가 흡수하여 대기를 따뜻하게 유지시켜 지구를 마치 온실의 유리처럼 보온해주는 효과를 일으키는 것을 온실효과라고 합니다.

온실효과는 가시광선 (600nm)이 승용차 유리창을 통하여 들어와서 내부에 있는 seat 등 물건들을 덥히게 되면, 그 물건들에서 적외선(10 μm)이 나온다. 적외선은 파장이 길어서 유리창을 통과하지 못하고 승용차 속에 열이 계속 쌓이게 되어 50 도 c 이상 온도가 오르게 되는 현상이다. 어린이를 차 속에 혼자 두는 것은 대단히 위험하다. 이런 현상이 금성에서 일어난 것이다. 대기 중의 이산화탄소가 승용차 유리창 역할을 한다.

온실효과가 없으면 지구의 온도는 -19 도가 된다. 현재 평균 기온이 15 도이므로 온실효과가 +34 도인 셈이다. 금성에서는 이 효과가 300 도 정도라고 생각하면 된다.

지구의 바다는 이산화탄소를 공기보다 50 배 더 많이 저장한다.

CO2 가 바다로 들어 가면

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ 1% 산성수

$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ 90%

$\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}^+ + (\text{CO}_3)^{2-}$ 10% 알카리수

CO3 가 칼슘을 만나면 석회암(CaCO3)이 된다. CO2 가 바위가 되었다.

CaCO3 를 모두 녹이면 CO2 가 나온다. 지구의 석회암을 모두 녹이면 초기 지구로 돌아간다. 대기 중 CO2 가 20%가 된다.

금성에는 바다가 없었으므로 대기 중에 CO2 가 그대로 남아 극단적 온실효과가 일어나게 되었다.

지구에는 식물과 토양에 CO2 가 각 1 씩 들어 있다면 바다 속에는 52 가 들어 있다.

대기 중 CO2 비율은 0.04%에 불과하다.

지구는 바다가, 온실효과를 일으키는 CO2 의 90%를 머금고 있었다. 그래서 온난화가 지연되고 있었는데, 이제는 한계에 달했다. 바다가 산성화 되어 백화 현상이 나타나고 있다.

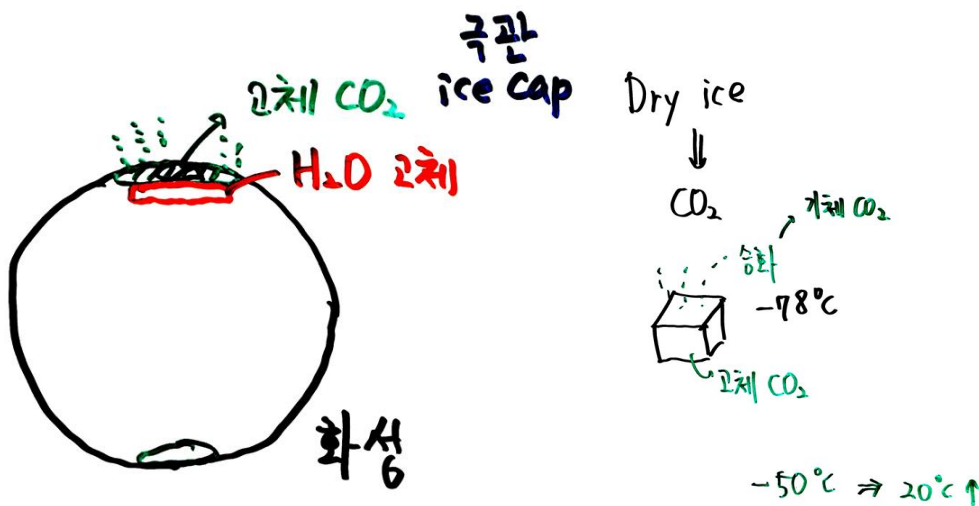
화성 바다물의 10% 정도가 지하에 얼음으로 존재하고 있다. 10%의 물을 녹이면 화성 표면에 35m 의 바다가 될 수 있다.

강줄기(Valley network)의 흔적은 초기 화성에 물이 있었다는 증거이다. Valley network 는 고지대에서 발견된다.

두 번째 증거는 크레이트 벽의 경사진 비탈 면에 보이는 좁은 계곡(gully)의 흔적이다.

H2O 가 자외선에 의해서 분해되면 H2 와 O2 가 된다. H2 는 속도가 500m/sec 로 빠르다. 화성의 중력이 크지 못하여 수소는 우주로 날아가 버리고, O2 는 화성 표면의 암석을 산화시켜 Fe2O3 를 만든다. 화성이 붉은 이유이다.

화성탐사에는 44 억년에서 32 억년까지의 생물체를 찾는 미션이 포함되어 있다. 지구에는 38 억년 경 생물이 출현했으므로 화성에도 생명이 있었을 가능성은 있다. 32 억년 전 생명을 찾는 노력이다. 앞으로 10 년 정도 탐사를 통하여 화성에서 생명의 흔적을 발견해도, 발견 못해도 놀라운 일이다. 생명 현상을 보는 관점이 화성탐사를 통해 완전히 달라질 수 있다. 발견하지 못하면 생명의 조건을 달리 생각해야 될 것이다.



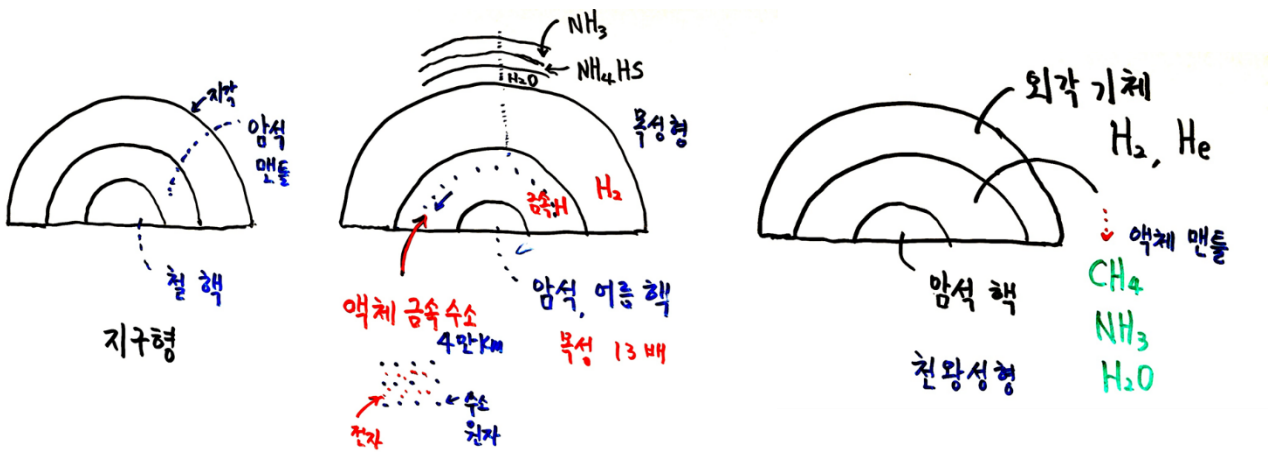
얼음에 덮인 고위도 지역을 극관(polar cap)이라고 한다. 화성의 남극과 북극 부근에 고체 이산화탄소인 대규모의 DRY ICE 가 발견되었다. 블록형 고체 이산화탄소가 -78 도가 되면 액체를 거치지 않고 곧장 기화가 된다.

화성의 평균 온도가 영하 50 도이다. 그런데 여름 적도 지방에는 20 도까지 상승한다.

해왕성은 평균 온도가 -210 도이다. 수성도 밤에는 -170 도까지 떨어진다.

Dry ice 가 승화됨에 따라 계절마다 화성의 대기압이 변화한다.

화성의 얼음은 dry ice 밑에 있다. 여름에 CO2 dry ice가 모두 녹고 나면 그 밑에 얼음이 드러난다.



목성 자기장 : 1 만 9 천 배

20 배

행성은 3가지 형태가 있다.

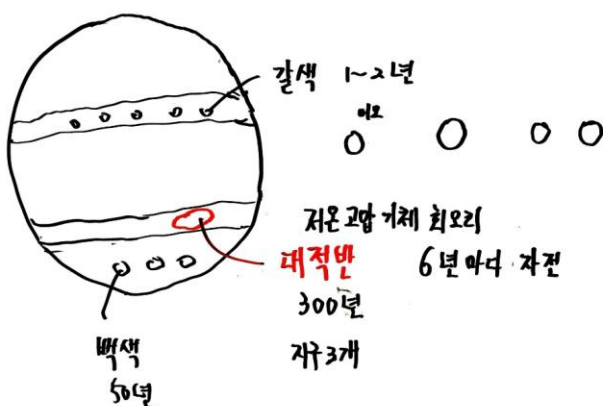
지구형 행성, 목성형 godyjd, 천왕성형 행성이다.

지구형 행성의 코어는 철핵이다. 다음이 암석 맨들 층이다. 마지막이 지각이다.

목성형 행성은 코어가 암석과 얼음으로 되어 있다. 목성은 암석 핵의 크기가 지구의 13배이다.

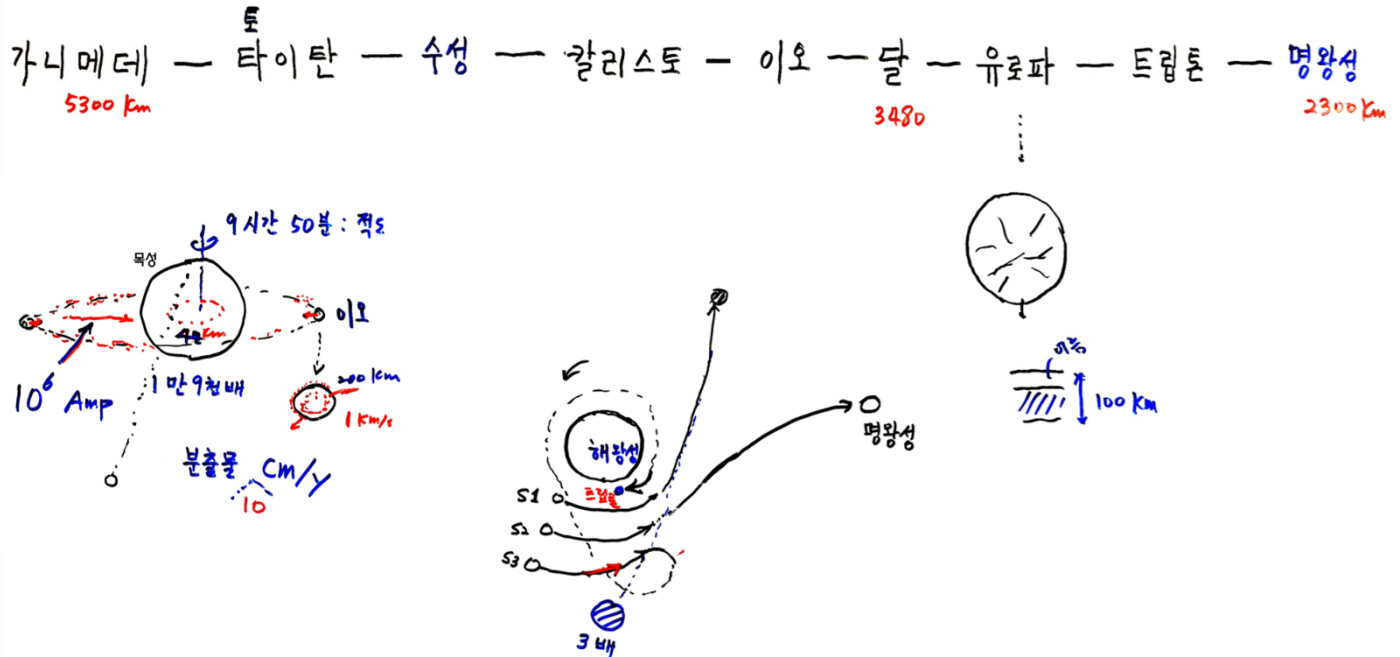
이어서 액체 금속 수소 층이다. 목성의 액체 금속 수소 층은 두께가 40,000km 이다. 수소원자가 아том처럼 결정 구조를 갖고 있다. 금속 수소 층이 전체가 액체 상태이므로 수소에서 나온 전자가 이동하면서 자장이 생긴다. 목성의 자기장이 지구 자기장의 20배이다. 그 다음 층은 분자 수소(H_2)이다. 대기는 암모니아, 황화수소 암모늄, 그리고 수증기로 이루어져 있다. 목성 토성 비슷하다.

천왕성형 행성도 core가 암석이다. 다음 층이 액체 맨들이다. 액체맨들은 메탄(CH_4), 암모니아(NH_3), 그리고 H_2O 가 유동성 물질을 구성하고 있다. 마지막 외곽기체는 H_2 와 He로 구성되어 있다.



목성에는 2개의 큰 밴드가 있고 밴드 속에 300년이 넘는 대적반(Great red spot)이 있다. 저온 고압의 기체 소용

돌이(태풍)이다. 6년만에 1번 자전한다. 대적반 속에 지구가 3개 들어갈 수 있을 정도의 크기이다.
 목성은 수소가 80%, He가 17%이다.
 1-2년 수명의 갈색 소용돌이와 50년 이상 유지되는 백색 소용돌이도 있다. 모두 태풍이다.
 목성에는 이오, 유로파, 가니메데, 칼리스토의 큰 위성이 4개가 있다. 전체 위성 수는 70여개나 된다.



태양계 전체 위성의 크기를 아는 것이 중요하다.
 가니메데>타이탄>수성>칼리스토>이오>달>유로파>트립톤>명왕성 순이다.
 행성보다 큰 위성이 있다. 가니메데의 직경은 5300km, 달은 3480km, 명왕성은 2300km이다.
 가니메데, 칼리스토, 이오, 유로파는 목성의 위성이고, 타이탄은 토성, 트립톤은 천왕성의 위성이다.

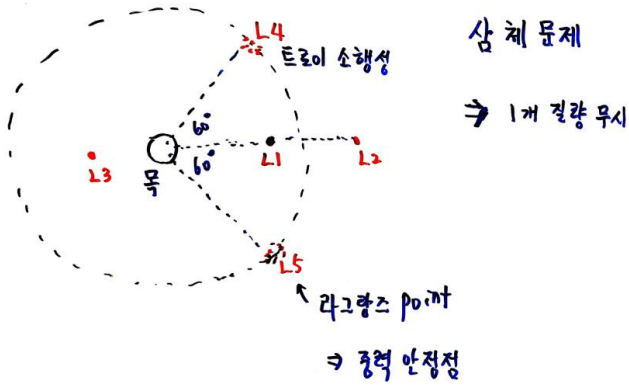
목성의 주위를 공전하는 이오의 궤도가 다소 불규칙하다. 목성의 당기는 힘에 의해 이오가 아코디언 현상을 일으켜 이오가 녹아서 화산이 분출한다. 화산의 분출 속도가 1000m/sec이며 높이가 200km이다. 대부분이 황인 화산 분출물이 1년에 10cm가 쌓인다. 10년이면 이오의 표면이 바뀐다.
 적도지방의 목성의 자전 주기는 9시간 50분이다. 지구 자전 속도의 2배이다.
 지구자기장의 20배 자기장이 나온다. 화산 분출물이 이오의 궤도 상에 플라즈마 상태로 존재한다.
 플라즈마와 목성 자기장 사이에 번개가 일어나는데 전류의 세기가 100만 암페어 이다. 목성 궤도 안으로 인공위성이 들어갈 수 없다.

태양계에서 생명이 나온다면 유로파이다. 유로파에는 바다가 있다. 표면은 크랙으로 가득 차 있다.
 기본적으로 얼음 덩어리이다. 얼음 층과 바다를 합하면 두께가 100km가 된다.
 운석이 떨어지면 얼음이 깨어지고 그 사이로 바닷물이 올라온다. 온도가 영하 100도가 넘으므로 올라온 바닷물이 이 곧장 얼음으로 변하여 크랙을 만든다 NASA에서 화성 다음으로 생명체를 찾는 위성이다.

세 번째로 생명을 찾는 곳이 타이탄이다. 2004년 카시니-하위헌스 호의 탐사로부터 [탄화 수소](#)로 채워진 호수

들이 타이탄의 극지에 존재함을 확인하게 되었다.

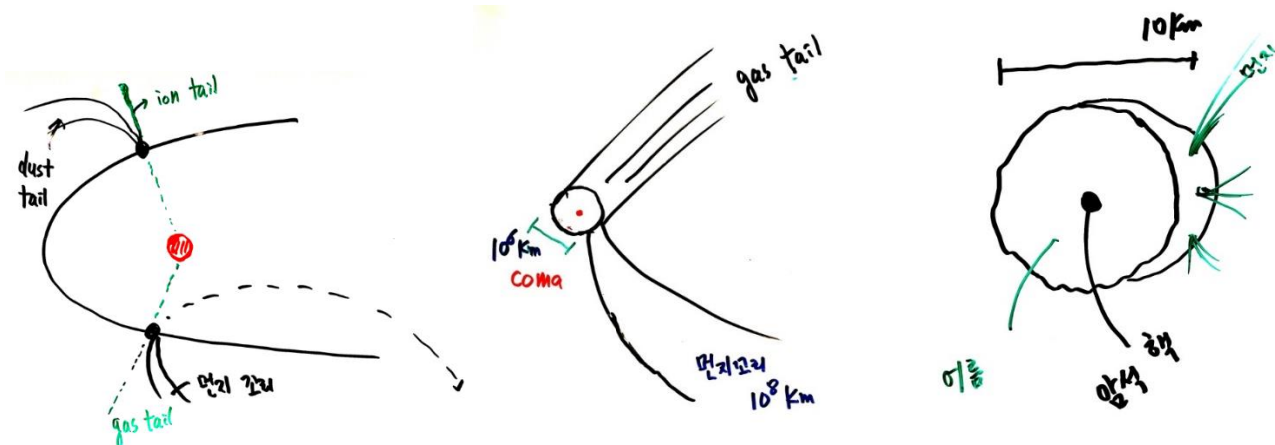
해왕성 주위에 S1, S2, S3세계의 위성이 돌고 있던 중 지구 크기 3배의 천체가 접근했다. S1은 그 천체를 따라서 궤도를 이탈하여 멀어졌다. S2는 섭동에 의해 이동했는데 그것이 명왕성으로 본다. S3는 천체의 영향으로 방향이 바뀌어 돌게 되었다. S3가 트립톤이다. 트립톤은 천체 중 드물게 역행 공전하고 있다.



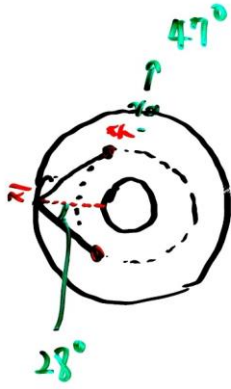
라그랑주 포인트는 3체문제를 2체문제로 풀었을 때 중력이 최저가 되는 포인트이다.

라그랑주 포인트는 5개가 있다.

목성의 경우 L4와 L5에 소행성대에서 온 일단의 천체들이 있다. 이들을 부르는 이름이 트로이 소행성대라 한다..



혜성은 태양 주위를 따라 궤도가 생긴다. 태양의 반대 방향으로 분출되는 것이 ion tail이다. 궤도 방향으로 생기는 것을 dust tail이라 한다. 머리는 항상 태양을 바라보고 있다. 혜성의 핵은 암석이고 그 둘레를 얼음이 싸고 있다. 얼음의 직경이 10km정도이다. 태양에 가까워 지면서 얼음이 녹으면서 먼지를 분출한다.



수성이나 금성은 지구보다 태양에 가까이 있으므로 지구 안쪽 궤도를 따라 공전하고 있다. 따라서 지구에서 관측할 때 이 행성들은 태양에서 일정한 범위 내에서만 왕복 운동을 하는 것처럼 보인다. 이때, 행성이 태양에서 가장 멀리 떨어져 보일 때의 각을 최대 이각이라 한다. 수성의 최대 이각이 28도이고, 금성의 최대 이각은 47도이다.

수고하셨습니다.