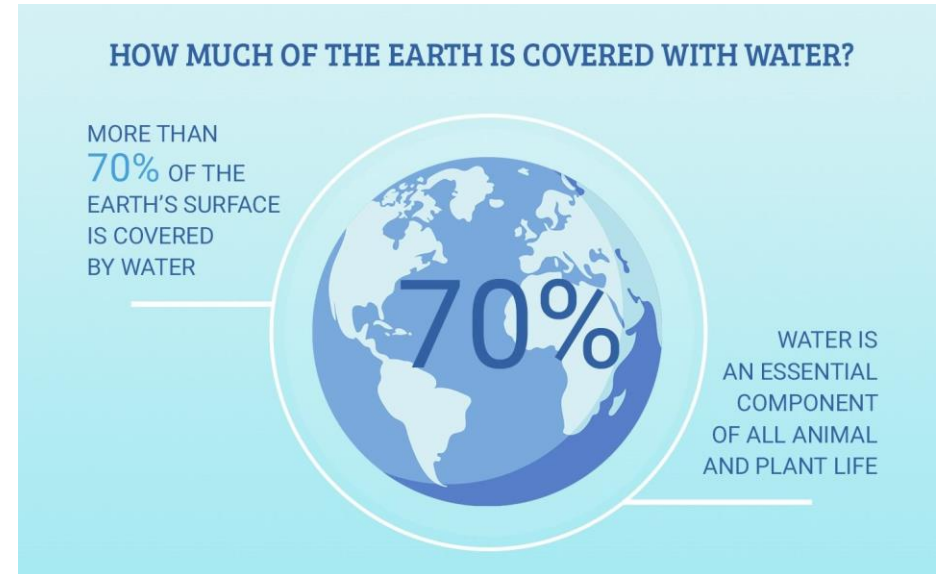
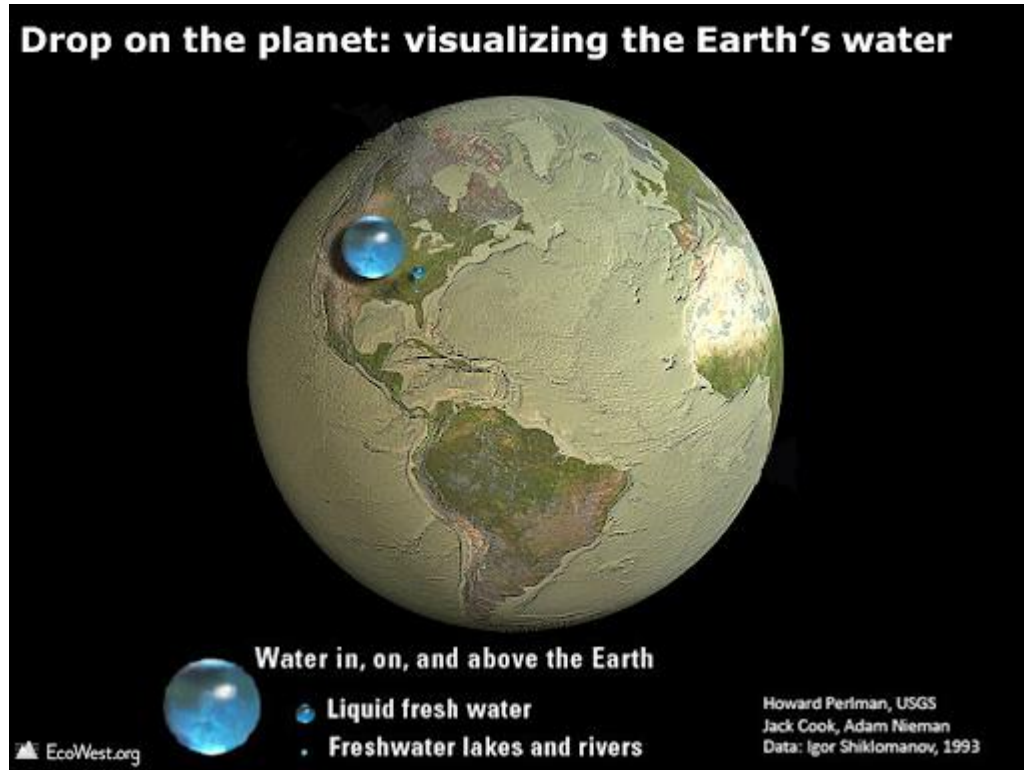
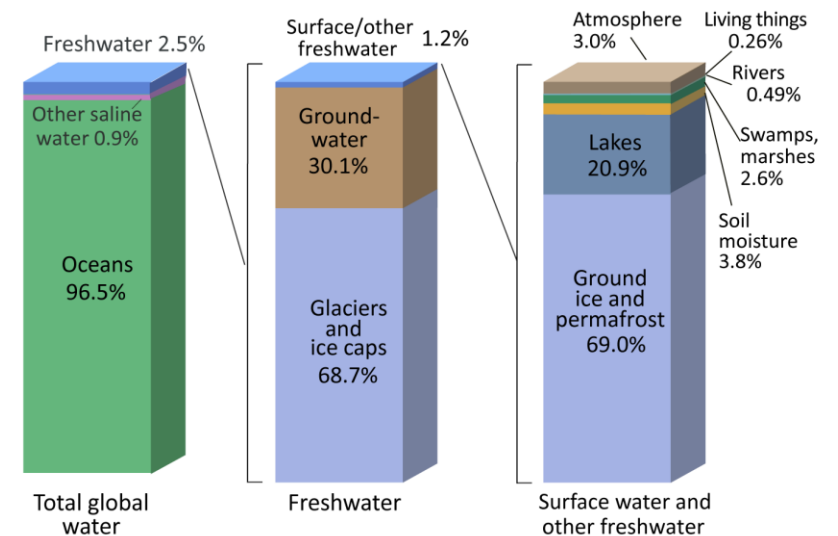


물은 어디에서 왔는가  
물의 특성

## • 지구의 물



## Where is Earth's Water?



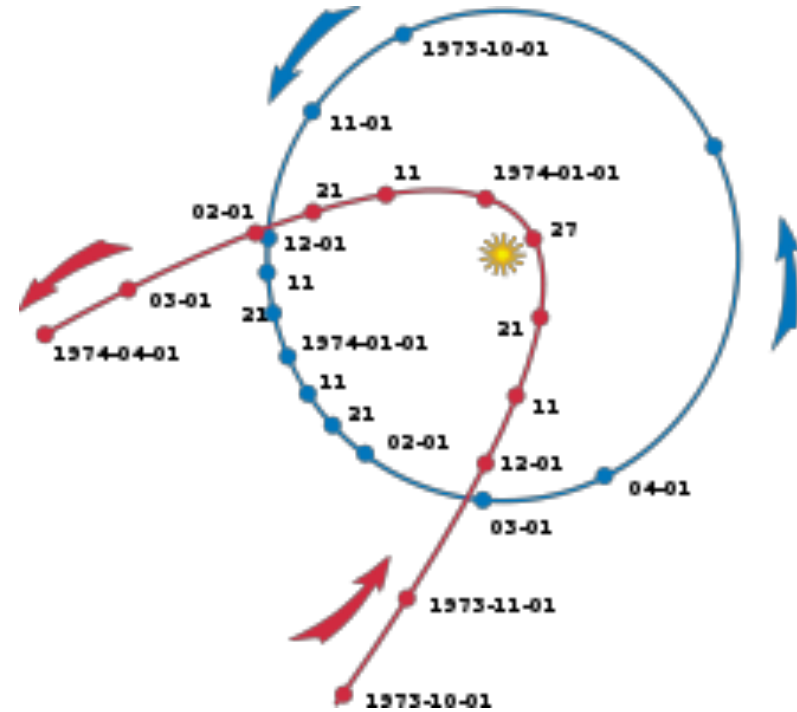
Credit: U.S. Geological Survey, Water Science School. <https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school>  
Data source: Igor Shiklomanov's chapter "World fresh water resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources. (Numbers are rounded).

- 지구 상의 물은 어디에서 왔는가?
  - 우주에서 물의 생성
    - 별의 탄생 과정에서 내뿜어지는 가열된 수소 원자와 산소 원자가 반응하여 물이 된다.
    - 우주에서 얼음의 형태로 물이 존재한다.
  - 지구 상의 물의 기원
    - 많은 가설이 있는데 그 중 대표적인 것은 다음 두 가지이다.
      - (1) 소행성
      - (2) 혜성

- 혜성 (彗星, comet)
  - 핵과 꼬리로 구성



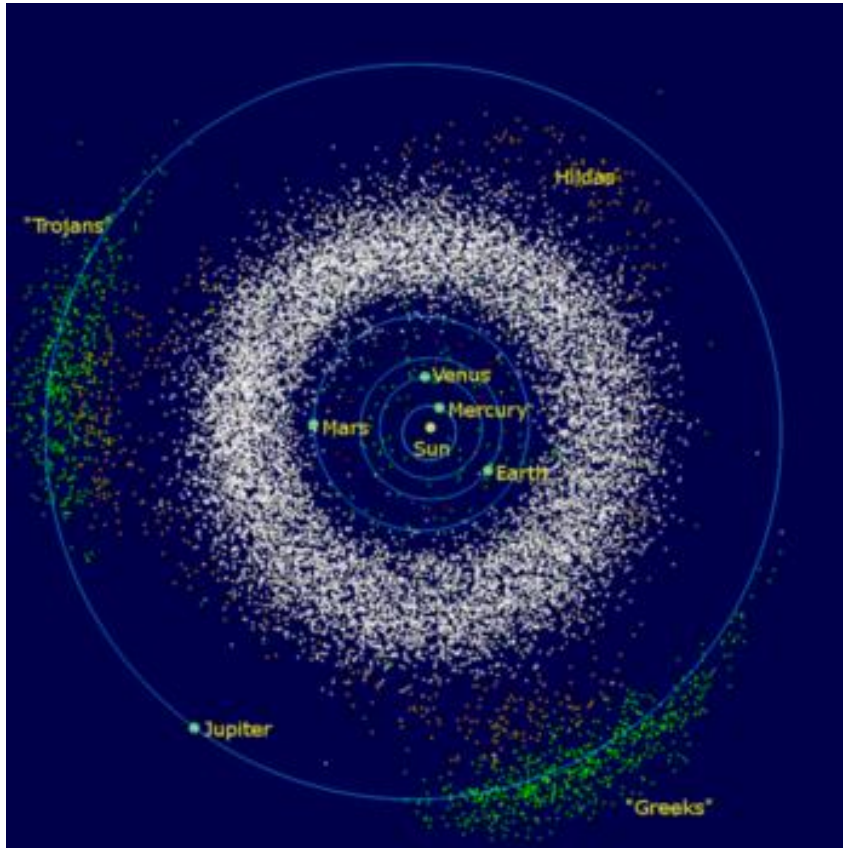
혜일-밥 혜성



코후테크 혜성

- 소행성 (小行星, asteroid)

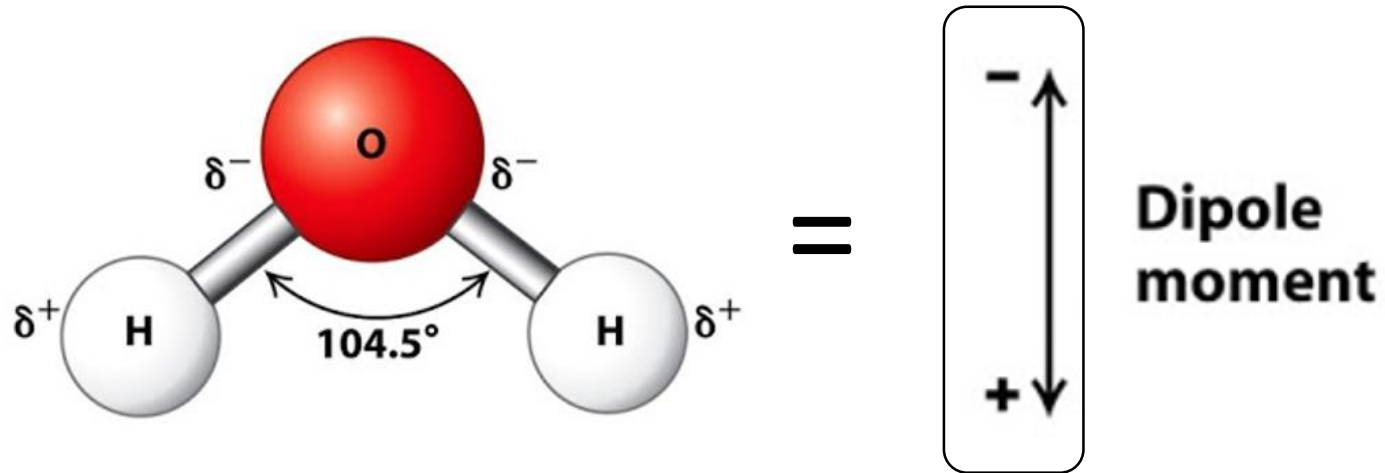
- 목성(木星, Jupiter) 궤도 및 그 안쪽 대부분은 화성 궤도 사이의 소행성대에 존재하며 태양 주위를 공전하고 있는 행성보다 작은 천체
- 그림에서는 흰색이 바로 소행성대이다.



소행성 433 에로스

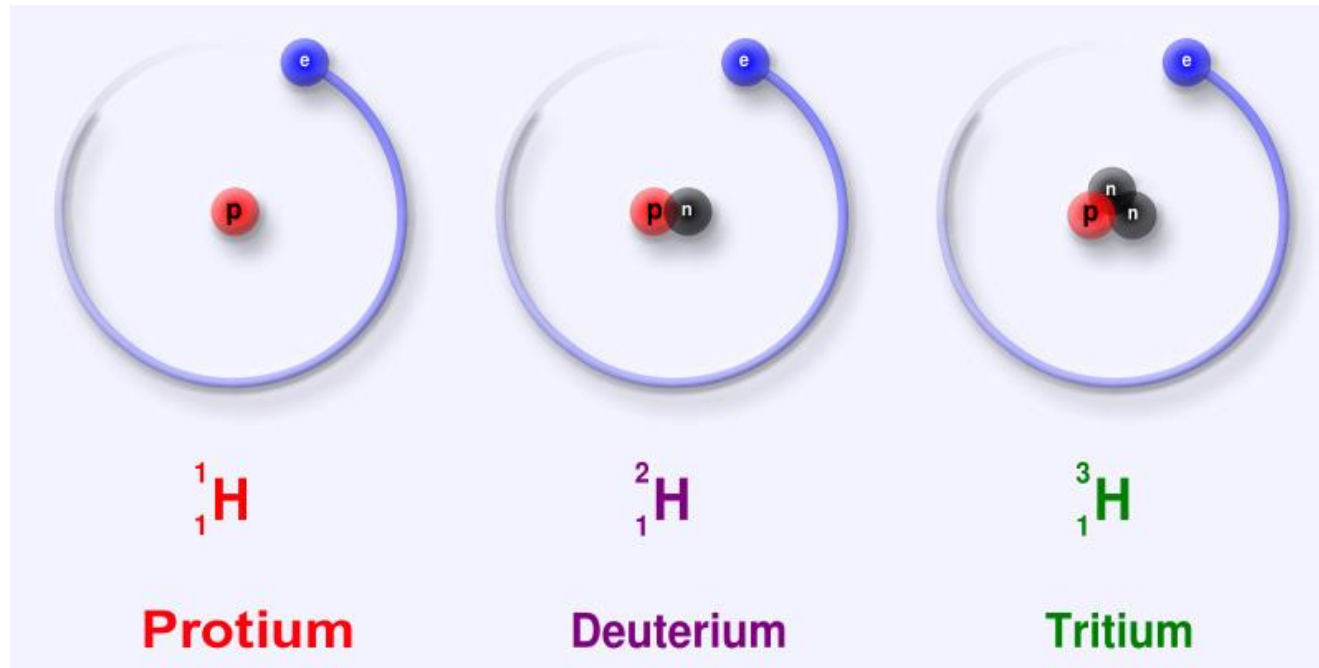
- 물 분자

- 물 분자의 구성 : 1 산소원자(oxygen atom) + 2 수소원자(hydrogen atoms)



- 수소의 종류(동위 원소 同位元素 isotopes)

- 수소 Protium : 1 proton + 1 electron  $\rightarrow Z=1, N=0 \rightarrow A=1 \rightarrow {}^1_1H$
- 중수소 Deuterium : 1 proton + 1 neutron + 1 electron  $\rightarrow Z=1, N=1 \rightarrow A=2 \rightarrow {}^2_1H$
- 삼중수소 Tritium : 1 proton + 2 neutrons + 1 electron  $\rightarrow Z=1, N=2 \rightarrow A=3 \rightarrow {}^3_1H$



- 물의 기원 연구 결과

- 물을 구성하는 보통의 수소 원자 : P
- 물을 구성하는 중수소 원자 : D
- 물을 구성하는 삼중수소 원자 : T

- 소행성의 물에서 수소비율

- $D/P=0.00015$  : 지구 상의 물과 거의 비슷

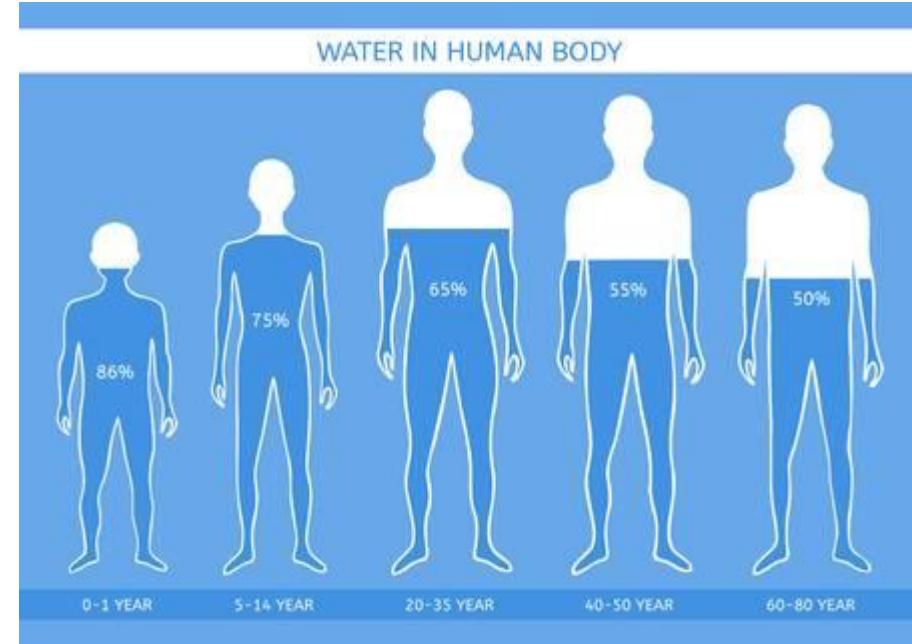
- 혜성의 물에서 수소비율

- $D/P=0.00053$

- D/P 비율이 지구의 물과 비슷하므로 소행성이 물의 기원일 가능성이 매우 높다.



- 물의 역할
  - 생명체가 살아가는데 매우 중요
  - (1) 세포 형태를 유지
  - (2) 혈액순환 원활
  - (3) 체내 노폐물 체외 배설
  - (4) 체온 조절
  - (5) 영양성분 용해 → 세포 공급



- 생명체와 연관된 물의 특성

- (1) 높은 열용량

- 열용량은 1도 온도를 높이는데 필요한 열에너지
    - 일정한 체온을 유지

- (2) 높은 표면장력

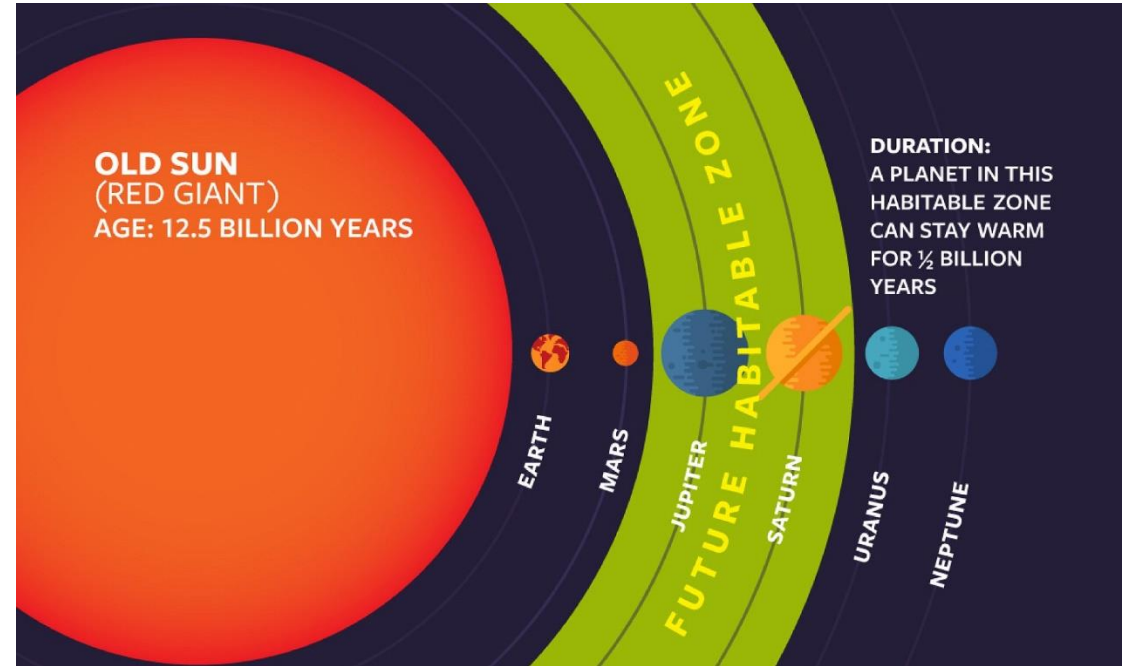
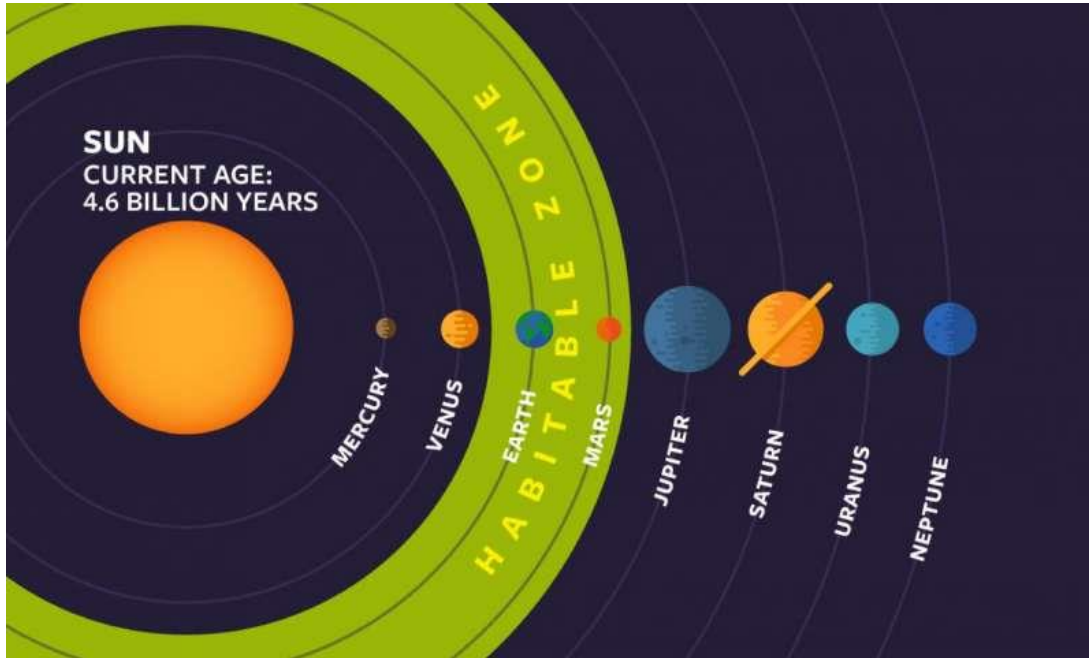
- 물이 모세관을 따라 올라가는 현상
    - 모세혈관의 혈액공급, 식물의 잎을 통한 광합성

- (3) 높은 증발열

- 증발열은 액체가 기체가 되기 위하여 흡수하는 열
    - 땀을 통한 체온 조절

- 골디락스 존 (Goldilocks zone)

- 태양과 같은 중심별로부터 적절한 거리에 위치해 액체 상태의 물이 존재 가능한 생명체 거주 가능 구역
- Habitable zone으로도 사용



# THE SUN'S SPECTRUM

- 스펙트럼 spectrum
  - 멀리 떨어진 천체에  
특정 원자가 있는지  
알 수 있는 방법

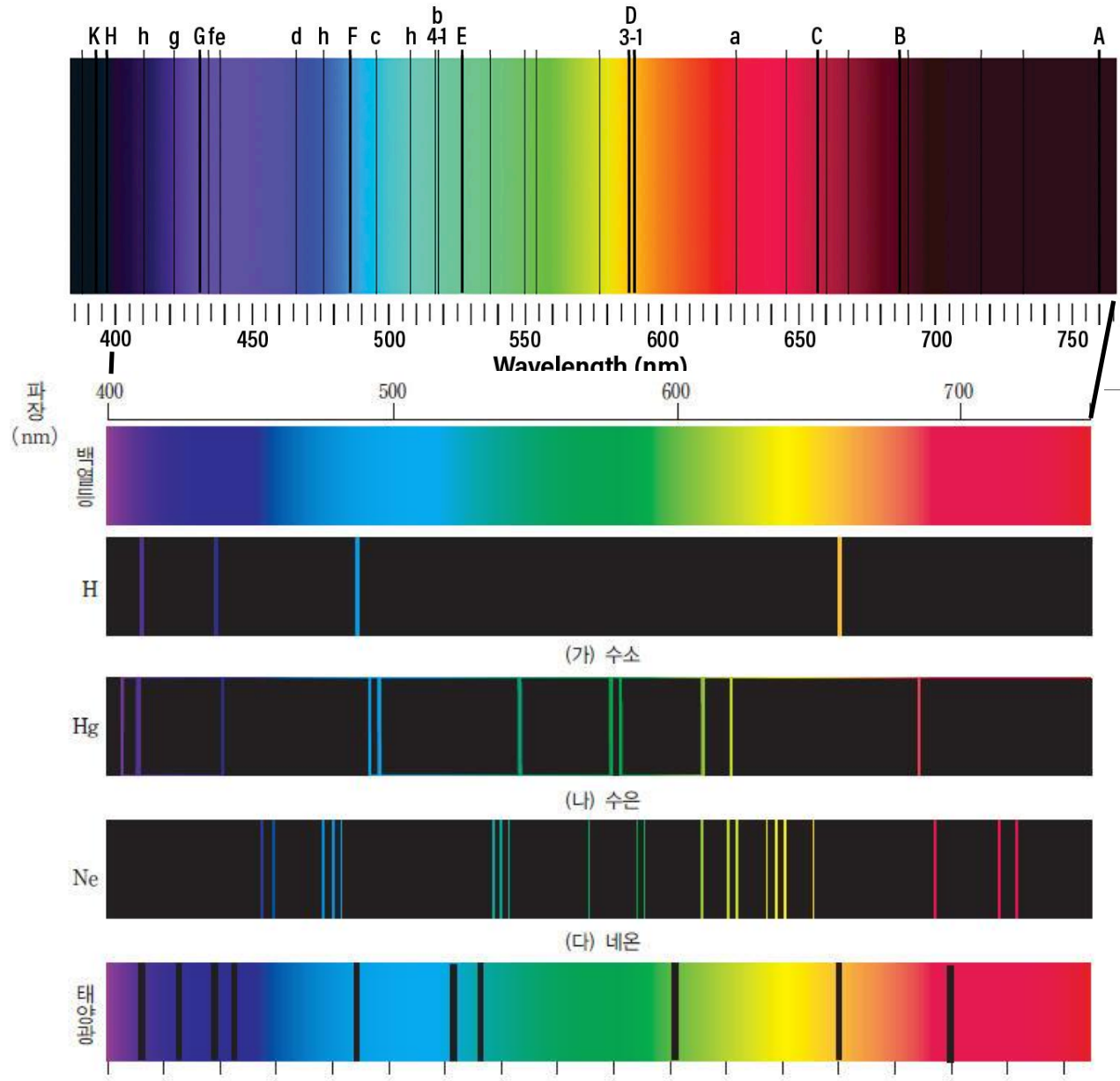
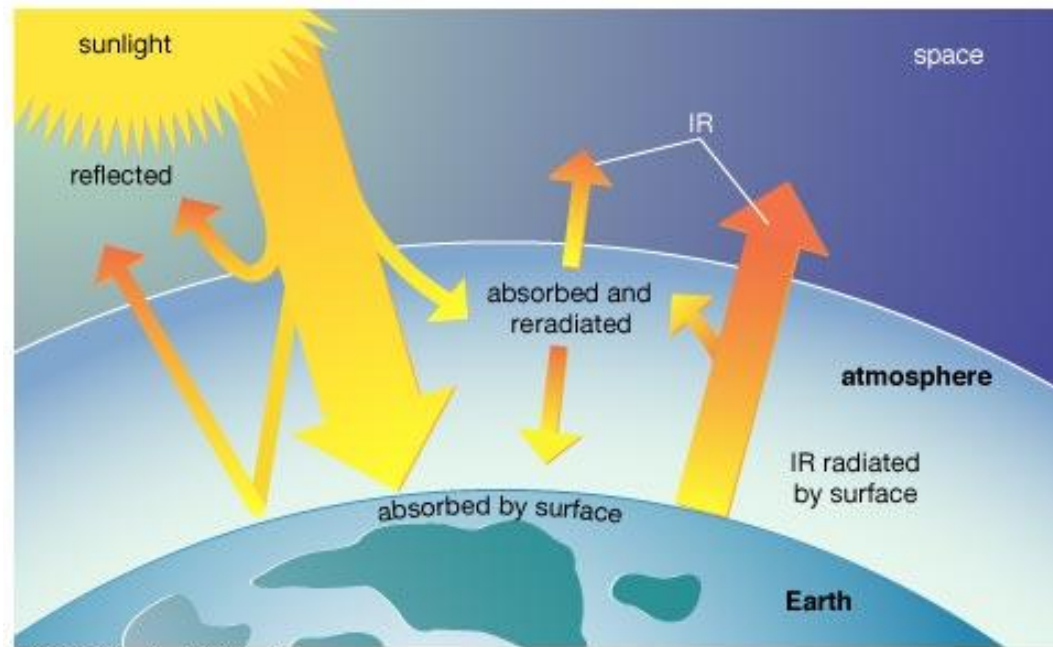


그림 II-25 여러 가지 스펙트럼

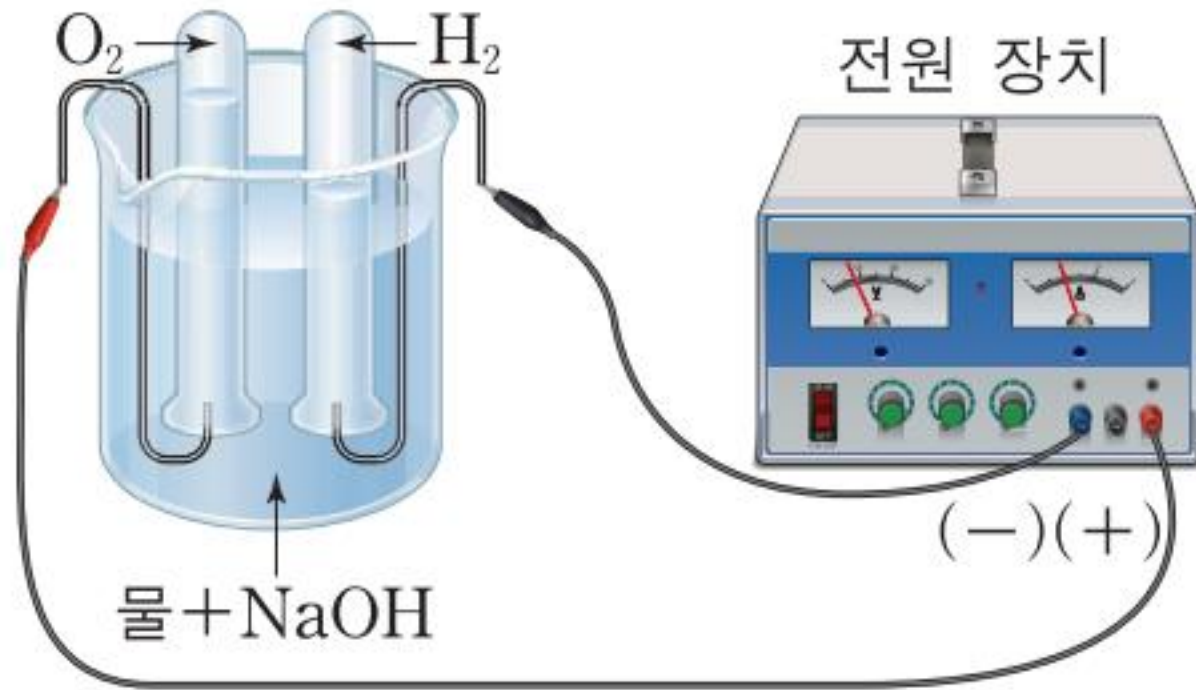
- 물 분해 water splitting
  - 수소와 산소를 분리
  - 수소를 연료로 사용
- 지표면에 도달하는 sunlight energy  $\sim 5.4 \times 10^{21} \text{ kWh/year}$
- 이중 1/5000 (즉, 0.02%)를 인간이 에너지로 사용



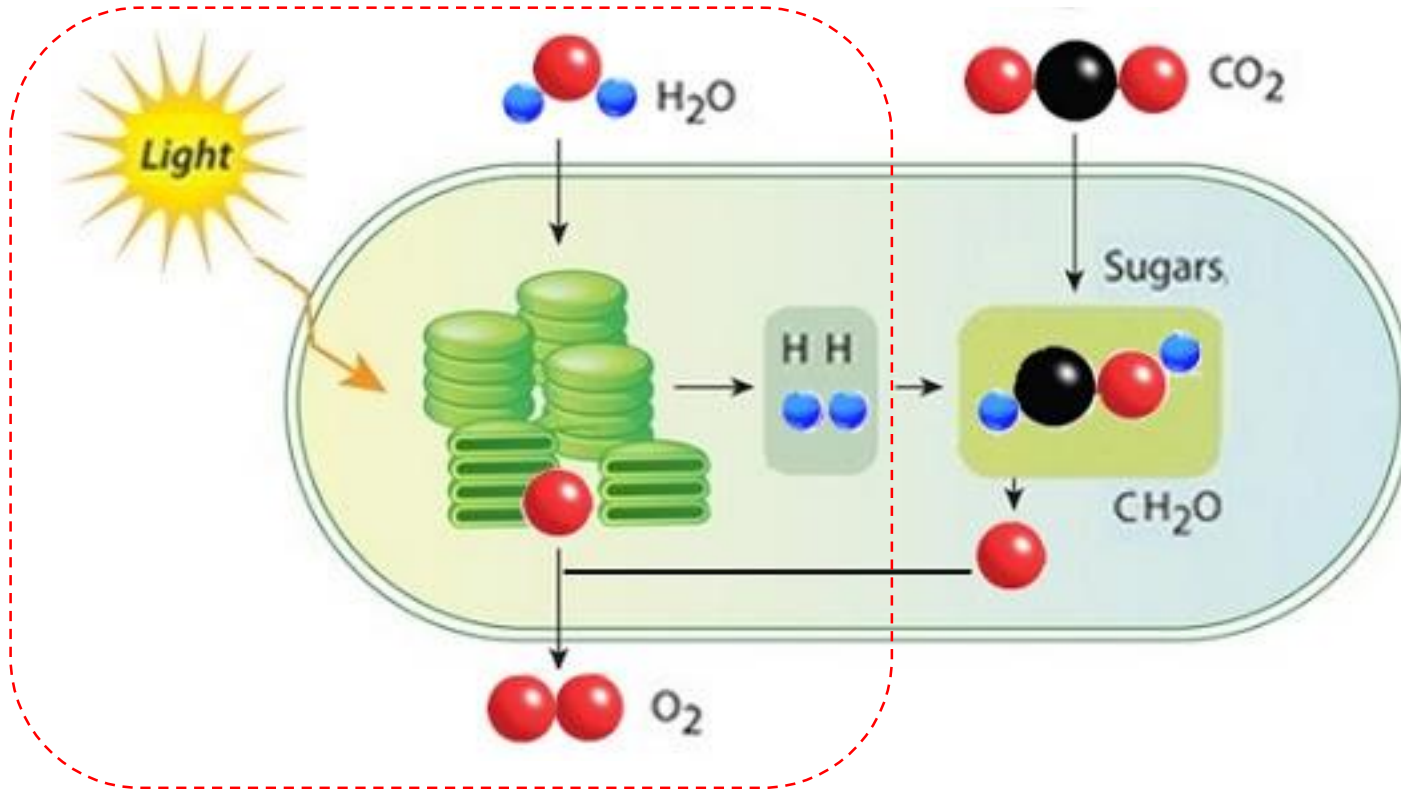
© 2006 Merriam-Webster, Inc.

- 전기분해(electrolysis)에 의한 물 분해

- 수산화나트륨(NaOH) 미량을 물에 풀어 전기가 잘 통하는 전해질
- 음극에 수소가 모임
- 양극에 산소가 모임



- 광합성 (photosynthesis)



- 광화학촉매(PEC, photochemicalcatalysis) 물 분해
  - 반도체 물질로 양극(anode)를 구성
  - 백금(Pt)로 음극(cathode) 구성

