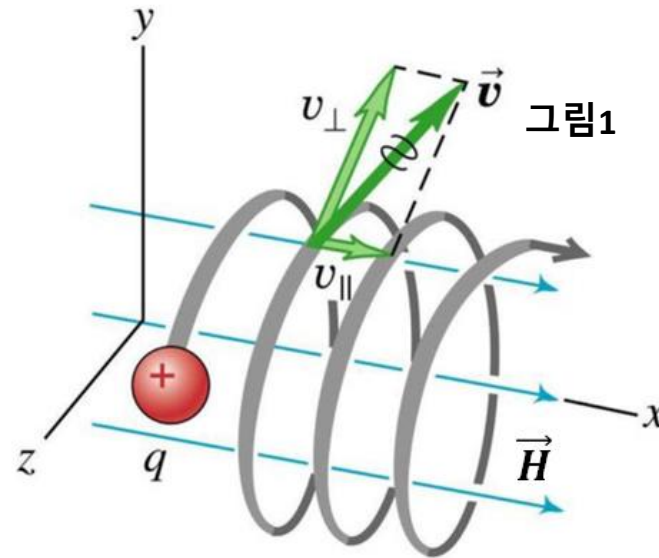


지구는 살아있는가

- 전하를 가진 입자와 자기장

- 전하 $+q$ 를 가진 입자가 자기장 \vec{H} 속에 있을 때 나선운동(螺線運動, spiral motion)을 함
 - 오른쪽에서 들여다 보면 시계방향 회전으로 보임 (그림1)
- 전하 $-q$ 를 가진 입자 역시 자기장 \vec{H} 속에 있을 때 나선운동(螺線運動, spiral motion)을 함
 - 오른쪽에서 들여다 보면 반시계방향 회전으로 보임



- Youtube 동영상 : <https://www.youtube.com/watch?v=nH5OBfERHwc>

- 자기병(磁氣餅, magnetic bottle)

- 자기장 속에 전하를 가둬두는 장치를 자기병이라 함

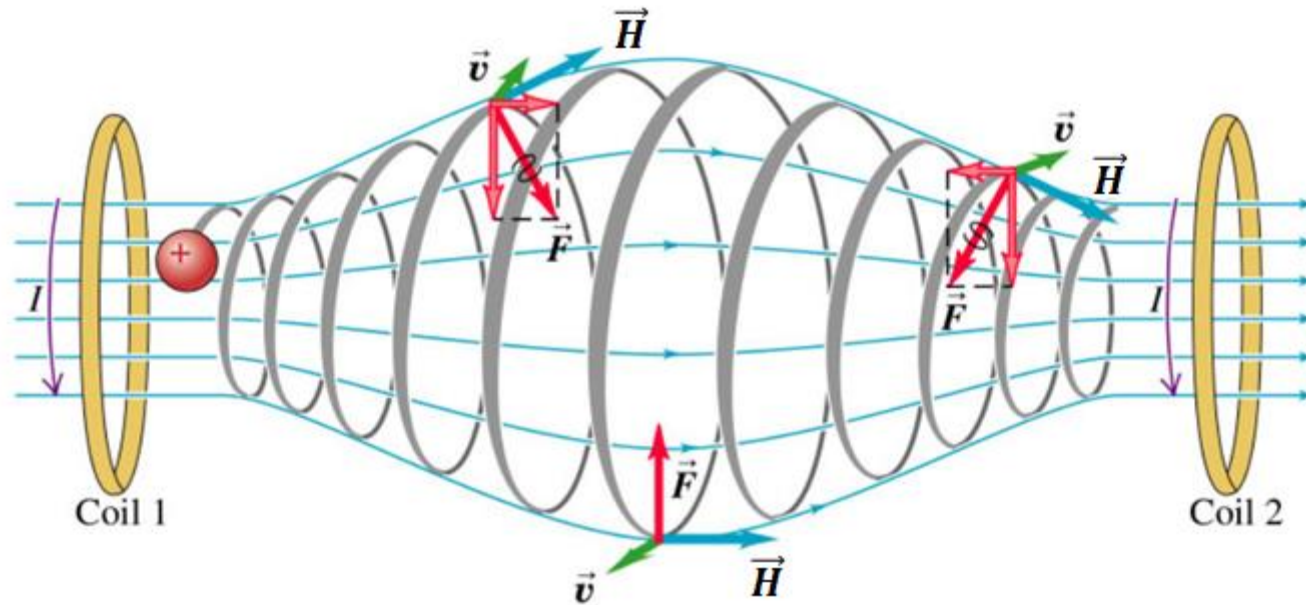
- 구조

- Coil 1과 coil 2에 전류 I 가 흘러 파란색의 자기장 \vec{H} 를 생성

- +전하는 그림과 같은 나선운동을 함

- Coil 1과 coil 2 근처의 자기장 > 가운데 자기장

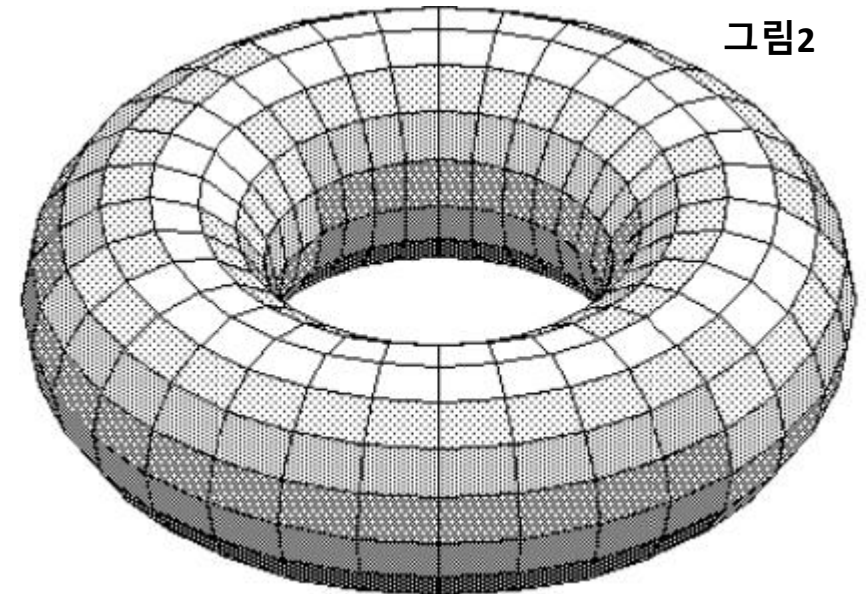
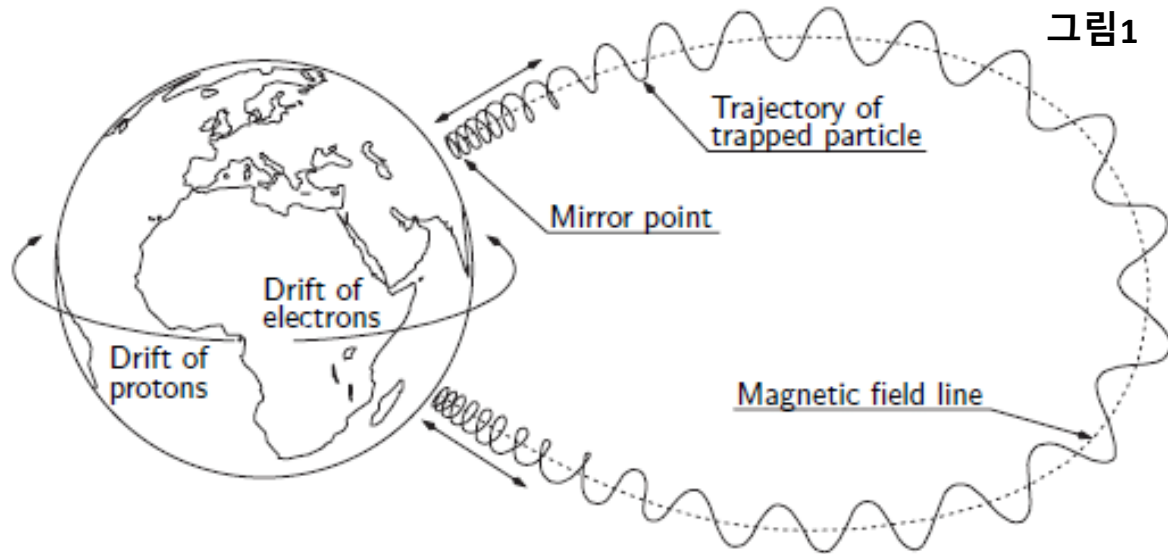
- 적당한 속도로 움직이는 전하는 이 자기장 속에 갇혀 있게 됨



- 자기병 youtube 동영상 : <https://www.youtube.com/watch?v=Sf1MGTD9xGY>

- 지구에서 자기병(磁氣餅, magnetic bottle)

- 극지방 자기장 세기 > 적도의 자기장 세기
- 지구 자기장에 의한 자기병 효과
 - 일정 속도 이하의 전하를 지구 자기장 속에 가둬둘 수 있음 (그림1)
- 그림1이 지구 주위를 감싸고 있는 형태의 자기병 효과
 - 그림2와 같은 환상체(環狀體, toroid)



- 밴 앨런대 (Van Allen (radiation) belt)

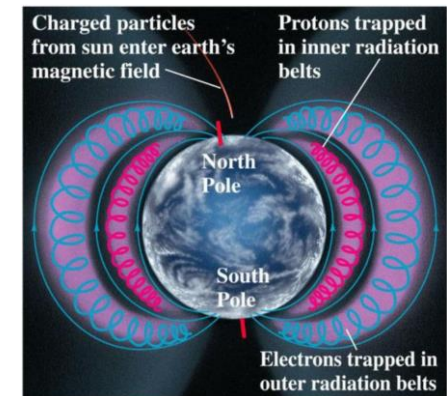
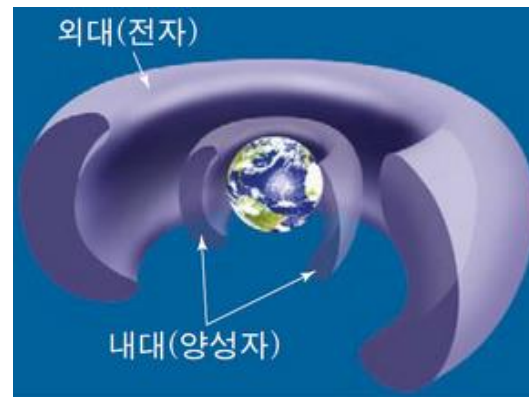
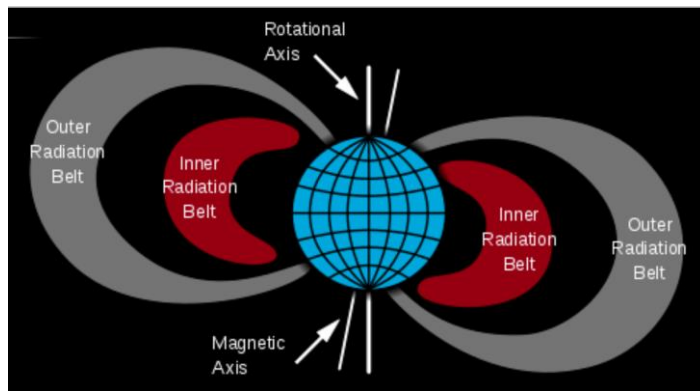
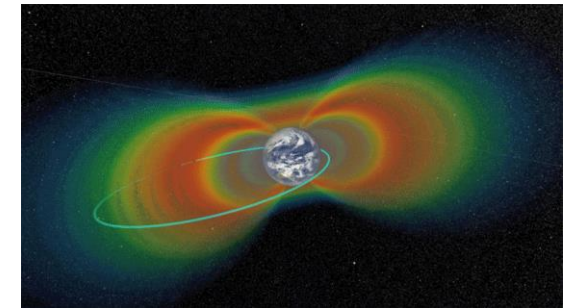
- 지구 자기장에 의해 지구 주위에 묶인 대전된 입자의 2층 구조
- 대전된 입자의 대부분은 우주선 입자와 태양풍(sun storm)으로부터 유입

- 내대 (inner belt)

- 지구 반지름 R_E 의 0.2~2배 높이에 위치 (1,000 ~ 12,000 km)
- 주로 에너지가 큰 양성자 (protons)로 구성

- 외대 (outer belt)

- 지구 반지름 R_E 의 3~10배 높이에 위치 (13,000 ~ 60,000 km)
- 주로 에너지가 큰 전자 (electrons)로 구성



- 동영상 youtube : <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2017/relativistic-electrons-uncovered-with-nasa-s-van-allen-probes>

• 밴 앨런대 발견

- 1952년 대기권 밖에 고에너지의 방사선대가 있다고 미국의 물리학자 James Van Allen (1914-2006)이 주장
- 1958년 인공위성 Explorer 1호와 3호가 그 존재를 확인
- 이후 Explorer 4호와 Pioneer 3호, Luna 1호에 의해 지도화
- 다른 태양계 행성 주위에서도 비슷한 방사선대가 발견
 - 화성, 토성, 목성



그림1

James Van Allen



그림2

미국의 첫 번째 인공위성인 Explorer 1를
성공시킨 3사람
(왼쪽부터 William H. Pickering, James Van
Allen, Wernher von Braun)

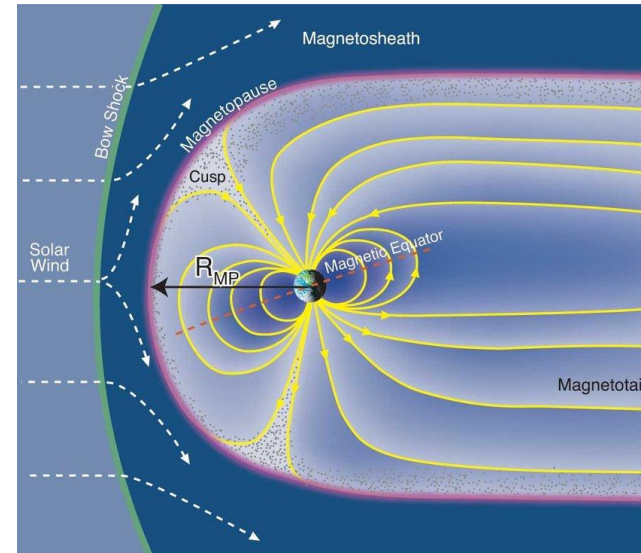
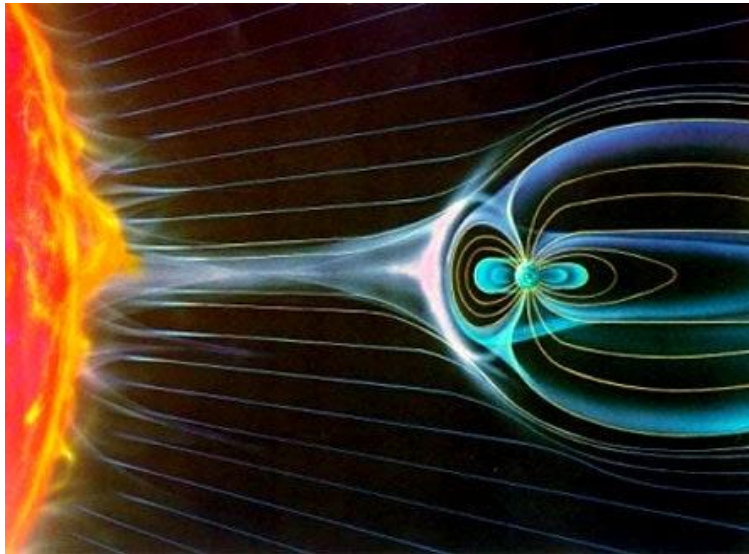
- 태양풍 (太陽風, sun wind)
 - 태양의 강력한 자기장에 의해 태양으로부터 이온 입자들이 고속으로 방출되는 현상
 - 이온 입자들의 주성분은 수소의 이온화된 형태 → 양성자와 전자
 - 속력은 1초(second, 줄여서 s)에 400 km를 가는 정도 : 400 km/s
- 태양폭풍 (太陽暴風, sun storm)
 - 플레어가 발생할 때 생겨나는 대규모의 태양풍
 - 플레어는 태양표면에서 입자들과 에너지를 일시적으로 표출하는 현상



- 동영상 youtube : https://www.youtube.com/watch?v=6tmbeLTHC_0&feature=emb_rel_end

- 밴 앨런대의 역할

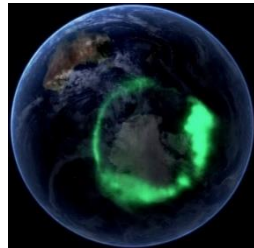
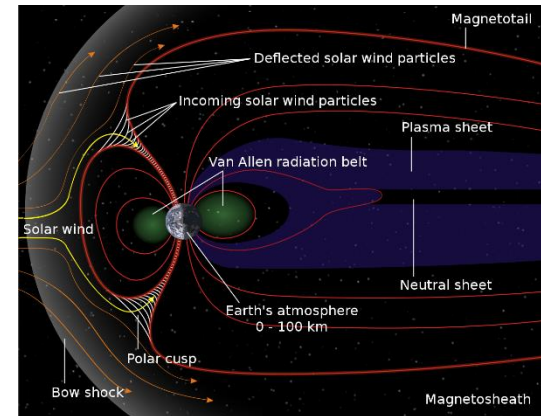
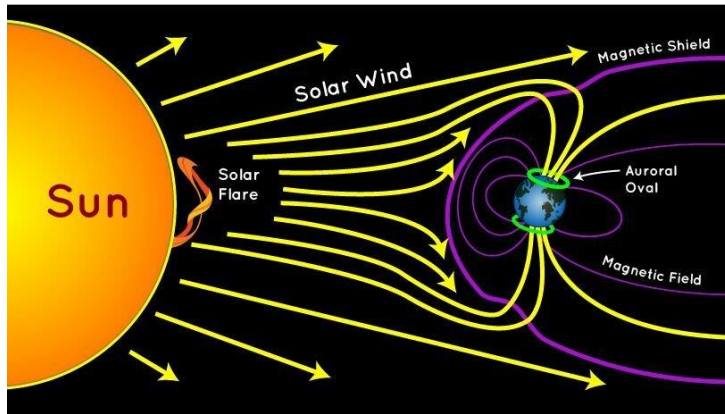
- 우주 방사선 입자와 태양으로부터 나오는 매우 빠른 전자를 차단하여 지구를 안전하게 보호해주는 역할
 - 지구의 대기를 안전하게 보호
 - 지구의 물을 안전하게 보호
 - 지구 생명체를 안전하게 보호



동영상 youtube : <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2016/nasas-van-allen-probes-catch-rare-glimpse-of-supercharged-radiation-belt>

- 오로라 (極光, Aurora)

- 태양풍에서 대전된 입자(전자와 양성자)가 지구를 향해 큰 속력으로 움직이면 밴 앨런대에 갇히지 않음
- 이 입자들이 남북극 지구 대기권 상층부에서 자기장에 의해 나선운동을 함
- 이 입자들이 공기분자와 충돌하여 공기분자가 빛을 내는 현상
- 오로라대 : 지구 자기 위도 65~70도



• 오로라의 빛깔

- 나선운동하는 고에너지 전자와 아래와 같은 공기를 구성하는 원자 혹은 분자와 충돌하여 빛을 냄
- 산소원자 (oxygen atom, O)
 - 녹색(green) 광, 적색(red) 광
- 질순분자이온 (ionized molecular nitrogen, N_2^+)
 - 청색(blue) 광
- 질소분자 (molecular nitrogen, N_2)
 - 적색 (red) 광, 핑크 (pink) 광

그림1

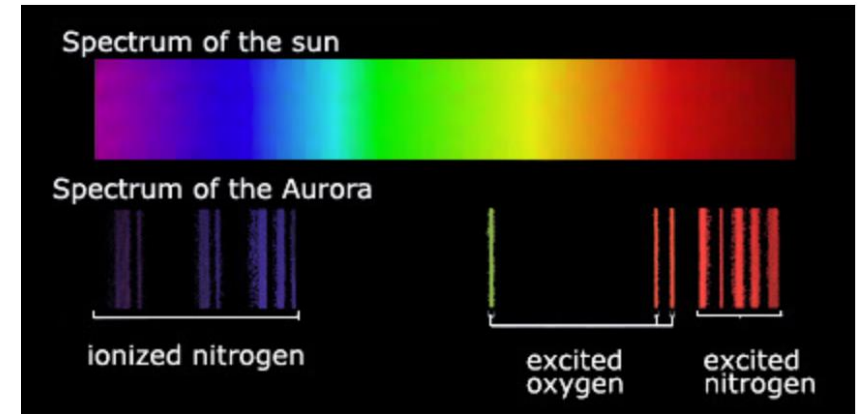


그림2

- 높이에 따른 오로라 빛깔

- 산소 원자와 질소 분자가 대기권에서 존재하는 영역은 높이에 따라 다름
→ 오로라 빛깔은 그것이 생성되는 높이에 따라 달라짐

- 상층의 고도 300 km 이상

- 적색 (red)

- 중간고도 150~300 km

- 녹색 (green)

- 저고도 80~150 km

- 청색(blue) or 핑크(pink)

