

# Полярные сияния

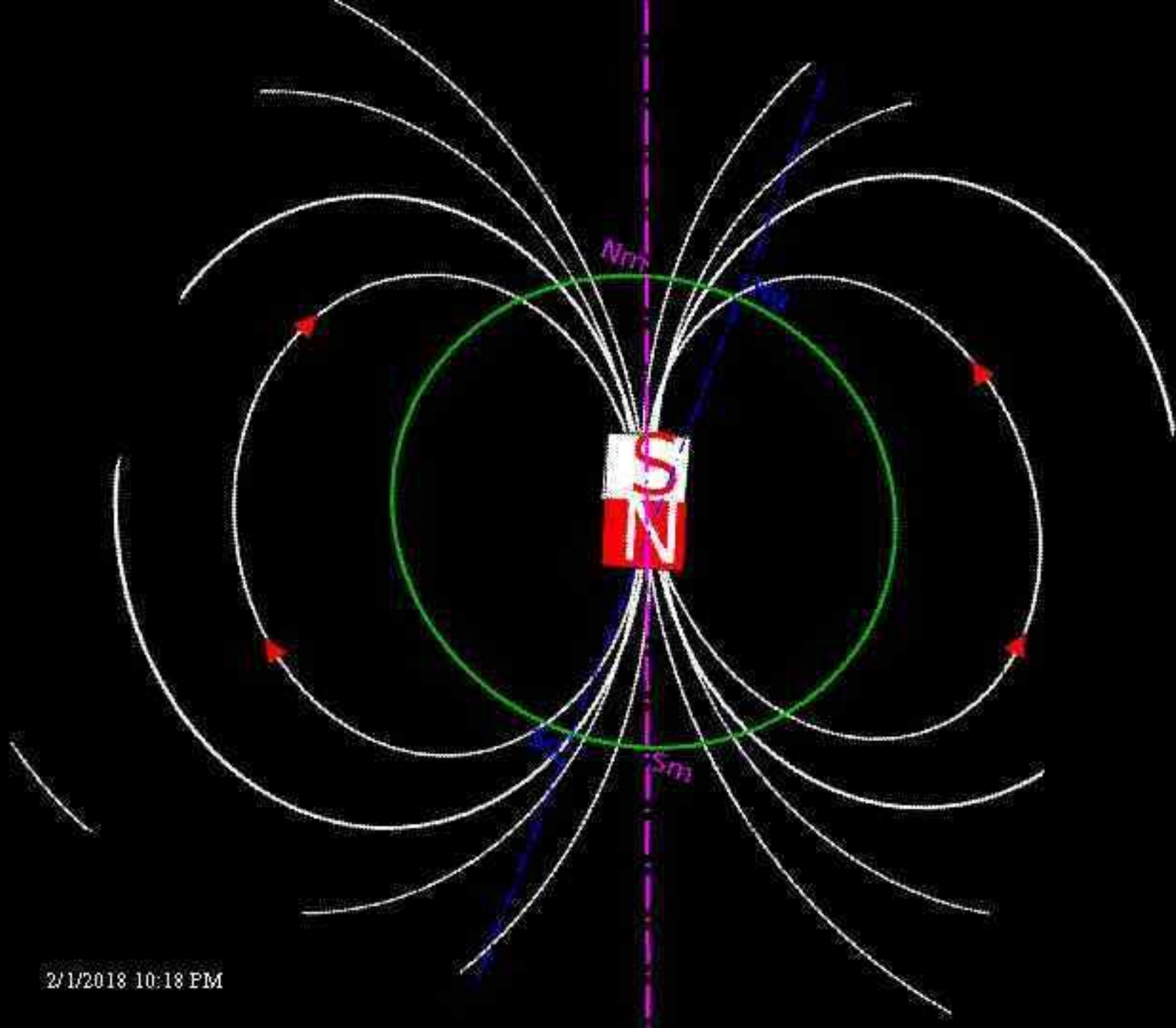
физические механизмы,  
методы исследования,  
характеристики, классификации  
и красивые картинки,  
потому что куда без них

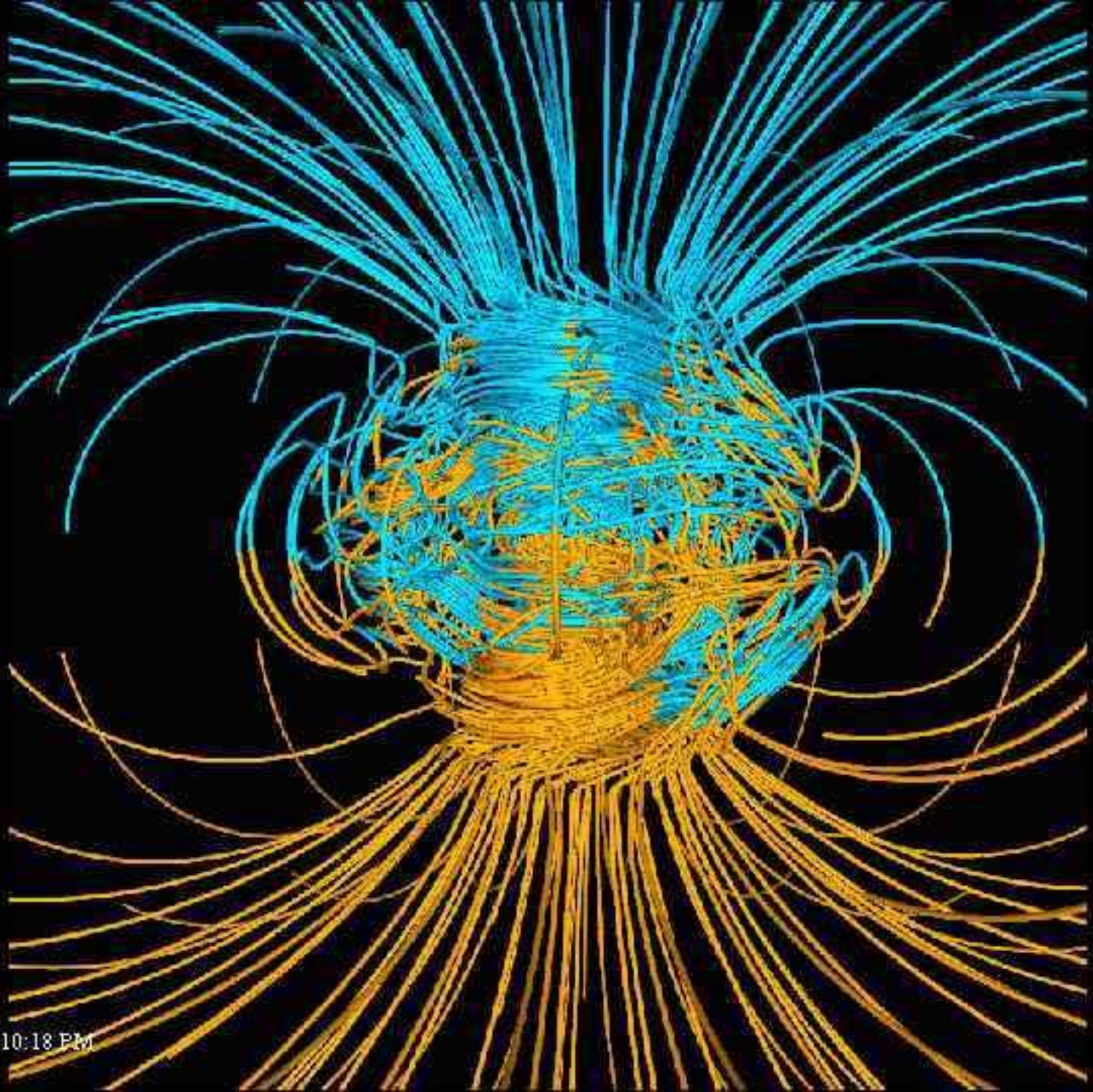
# Солнечный ветер

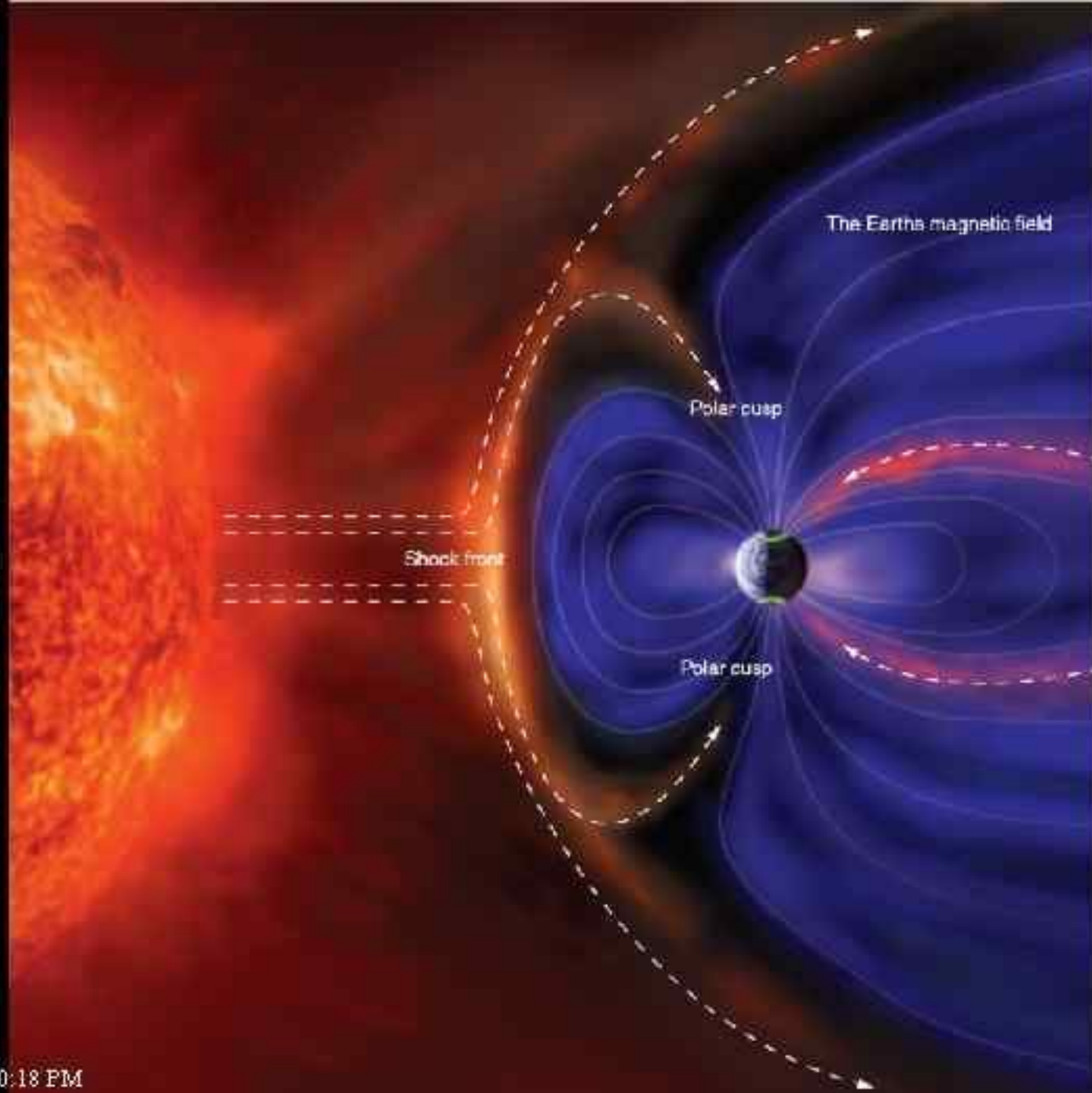
Параметр	Средняя величина	Медленный солнечный ветер	Быстрый солнечный ветер
Плотность $n$ , $\text{см}^{-3}$	8,8	11,9	3,9
Скорость $V$ , км/с	468	327	702
$nV$ , $\text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$	$3,8 \cdot 10^8$	$3,9 \cdot 10^8$	$2,7 \cdot 10^8$
Темп. протонов $T_p$ , К	$7 \cdot 10^4$	$3,4 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^5$
Темп. электронов $T_e$ , К	$1,4 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^5$	$1,0 \cdot 10^5$
$T_e / T_p$	1,9	4,4	0,45

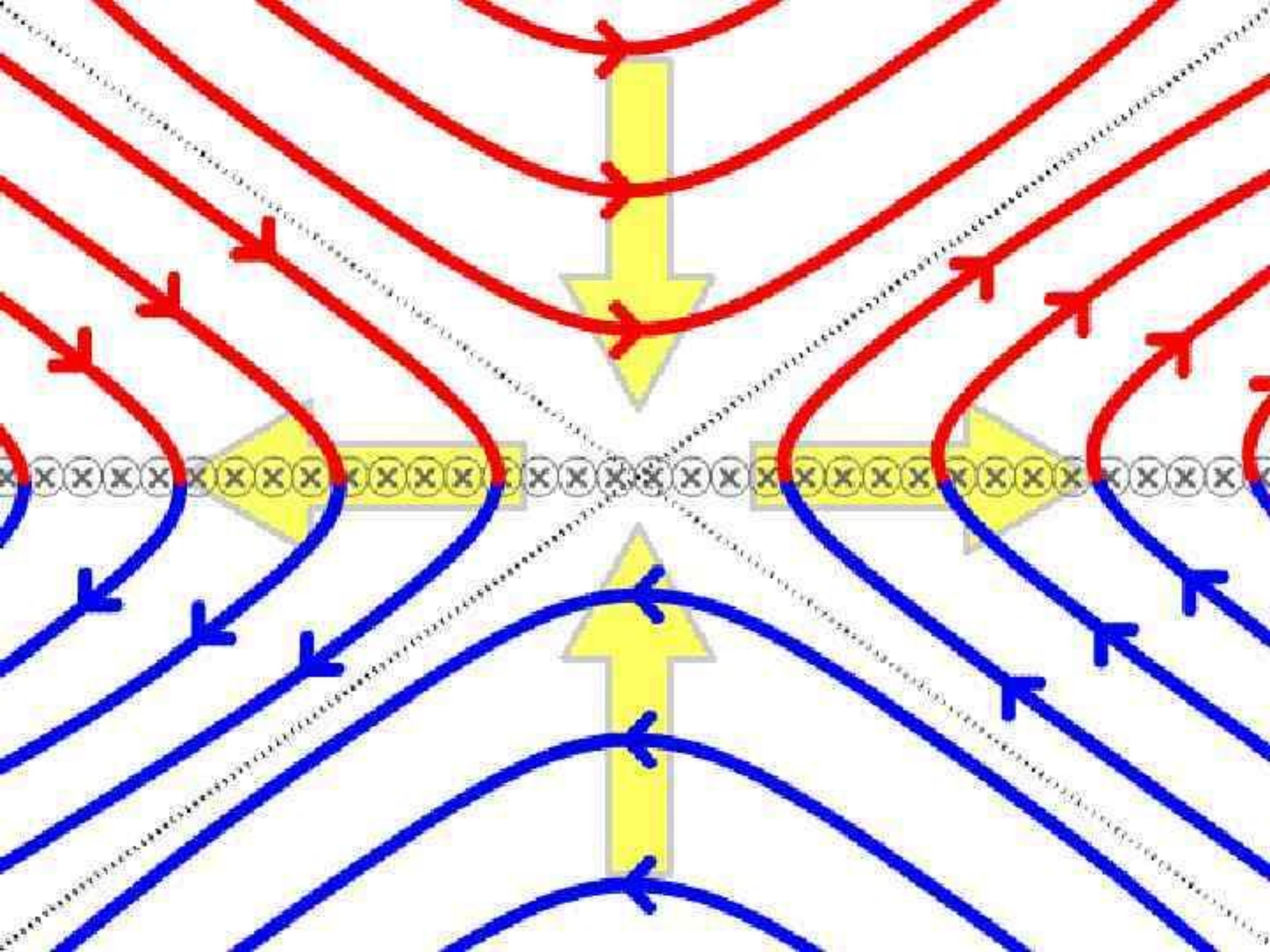


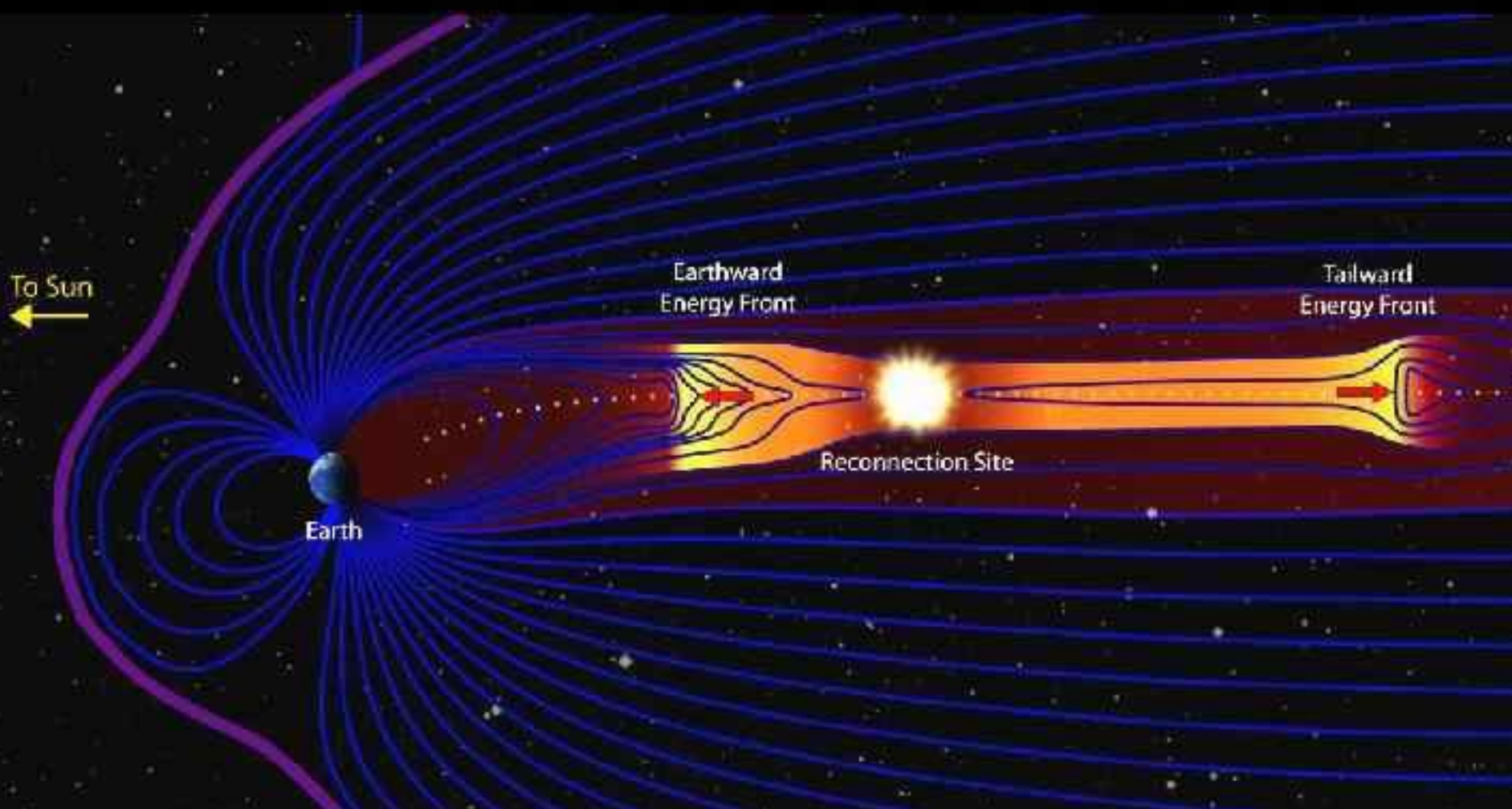
# Результат воздействия



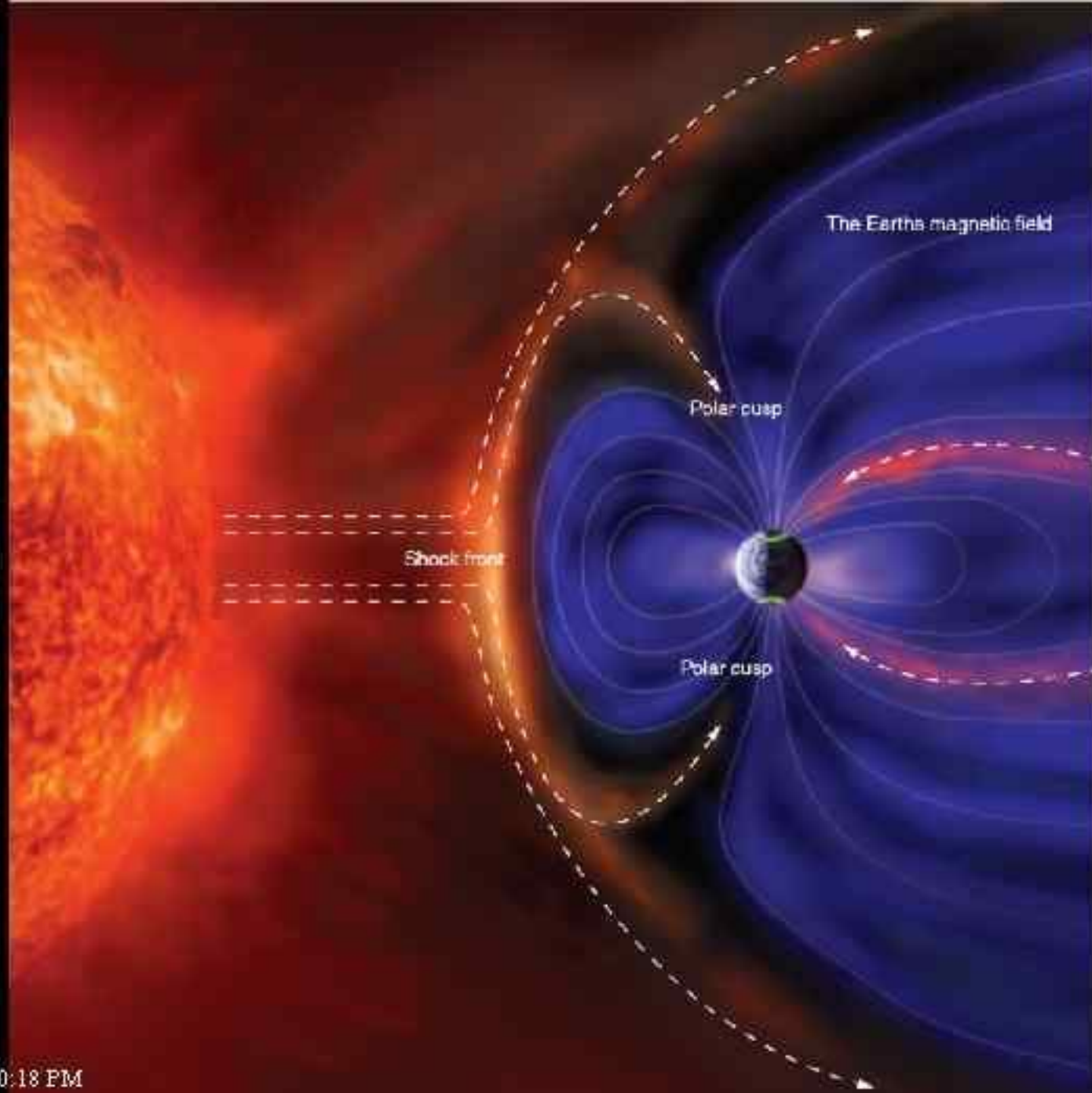




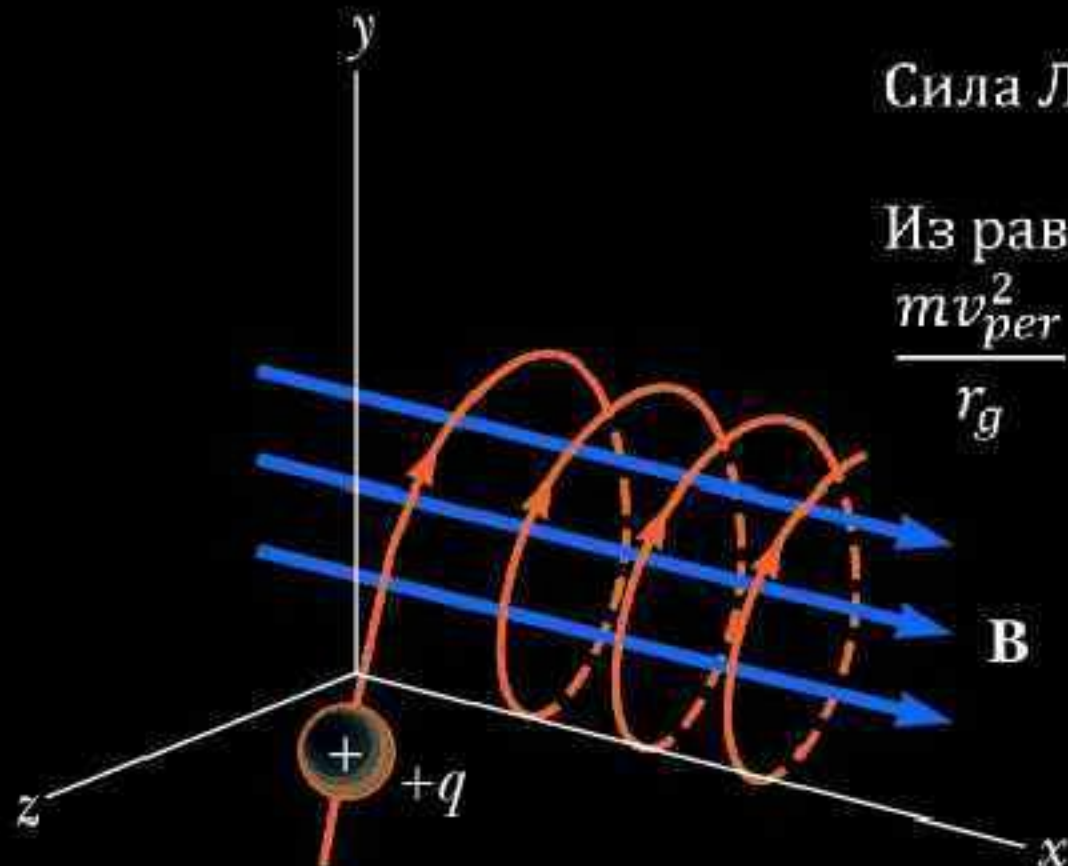








# Заряженные частицы в МП



Сила Лоренца:  $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$

Из равенства с центробежной:

$$\frac{mv_{per}^2}{r_g} = qv_{per}B \Rightarrow$$

Ларморовский радиус:

$$r_g = \frac{mv_{per}}{qB}$$

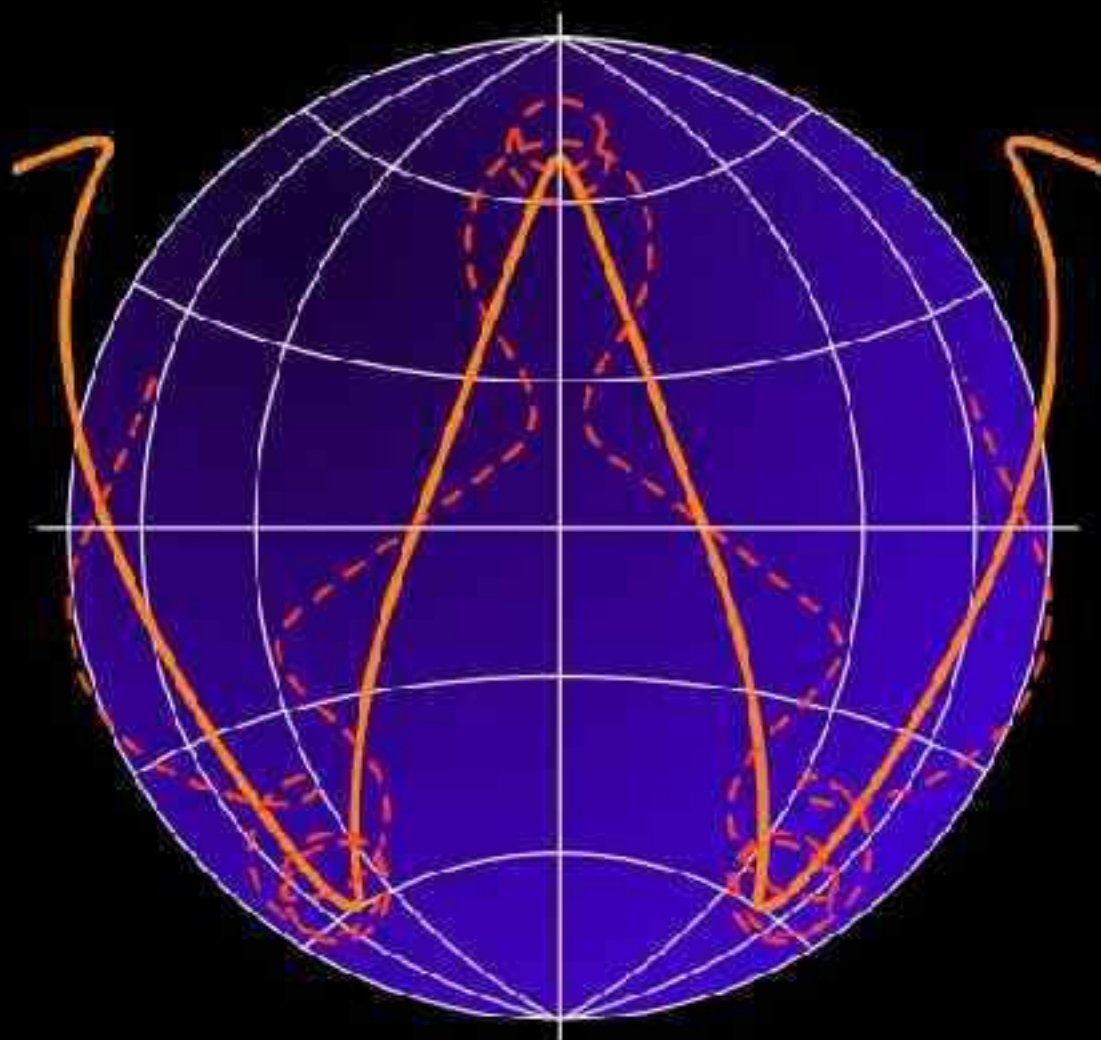
# Заряженные частицы в МП

Магнитный момент вращающейся частицы:

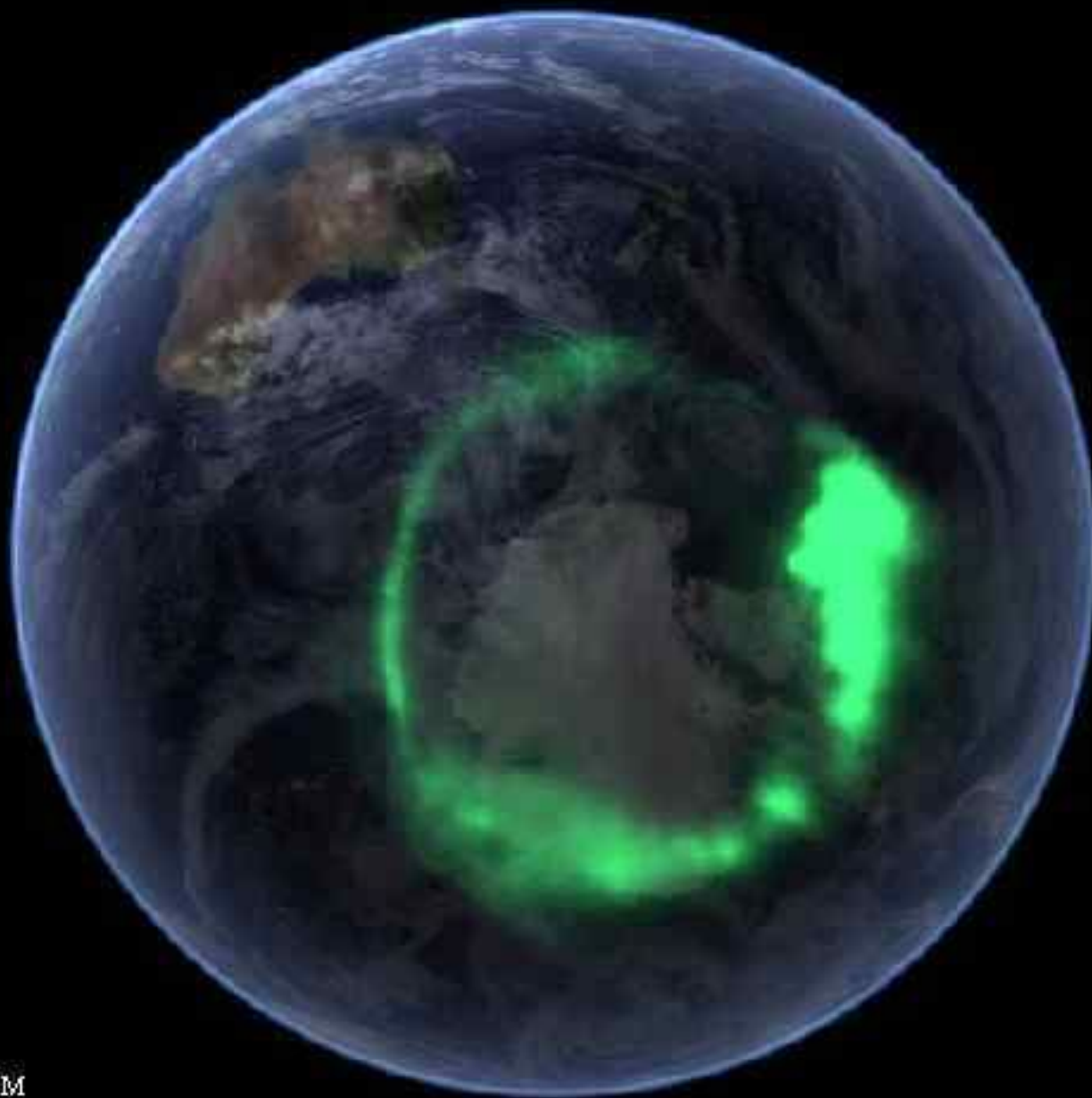
$$\frac{E_{per}}{B} = \mu = const$$

$$E = const \Rightarrow B < \frac{E}{\mu}$$

# Заряженные частицы в МП земли



# Геометрия полярного сияния



# Геометрия полярного сияния

$D \sim 3000$  км

На дневной стороне  $R \sim 10-16^\circ$ ,

на ночной  $R \sim 20-23^\circ$

+  $\sim 12^\circ \Rightarrow$

Широты  $\sim 67-70^\circ$

# Заряженные частицы в атмосфере

- прямое возбуждение атомов и молекул первичными частицами или вторичными электронами;
- тепловые соударения, приводящие к ионизации или возбуждению;
- возбуждение электронами разогретой ионосферной плазмы;
- механизмы электрического разряда и разогрев электрическими полями

# Полярные сияния с точки зрения атомной физики

Делятся на электронные и протонные, атомарные (тип А) и молекулярные (тип В).

Тип А	Тип В
Атомарные, кислород	Молекулярные, азот $N_2^+$
– 557,7 нм, зелёная линия, время жизни 0,74 с; – дублет 630 и 636,4 нм, красные, время жизни 110 с	391,4 нм, ближний ультрафиолет; 427,8 нм, фиолетовый; 522,8 нм, зелёный
150 – 400 км	80 – 90 км



# Виды полярных сияний



# Виды полярных сияний: структура

- однородная: внутренняя структура отсутствует;
- волокнистая: множество тонких полосок, параллельных нижнему краю формы;
- лучистая: сияние состоит из отдельных тонких лучей.

Примерная схема развития полярного сияния:

лучи → лучистая дуга

изгибы → полосы

лучи и изгибы → лучистая полоса

лучи, изгибы, петли → драпри

разрушение формы → рассеянные лучи – разорванные лучистые полосы

полное разрушение → рассеянные пятна

# Виды полярных сияний: ИНТЕНСИВНОСТЬ

Интенсивность эмиссии 5577 А, kR	Индекс интенсивности	Примечание
0.1	0	Сияние визуально не фиксируется, может быть обнаружено инструментально
1	I	Яркость сравнима с яркостью Млечного пути.
10	II	Яркость сравнима с яркостью перистых облаков, освещенных Луной.
100	III	Яркость сравнима с яркостью кучевых облаков, освещенных Луной.
1000	IV	Яркость много больше III.

$1R=10^6$  фотонов/ (колонна) см<sup>2</sup> сек.

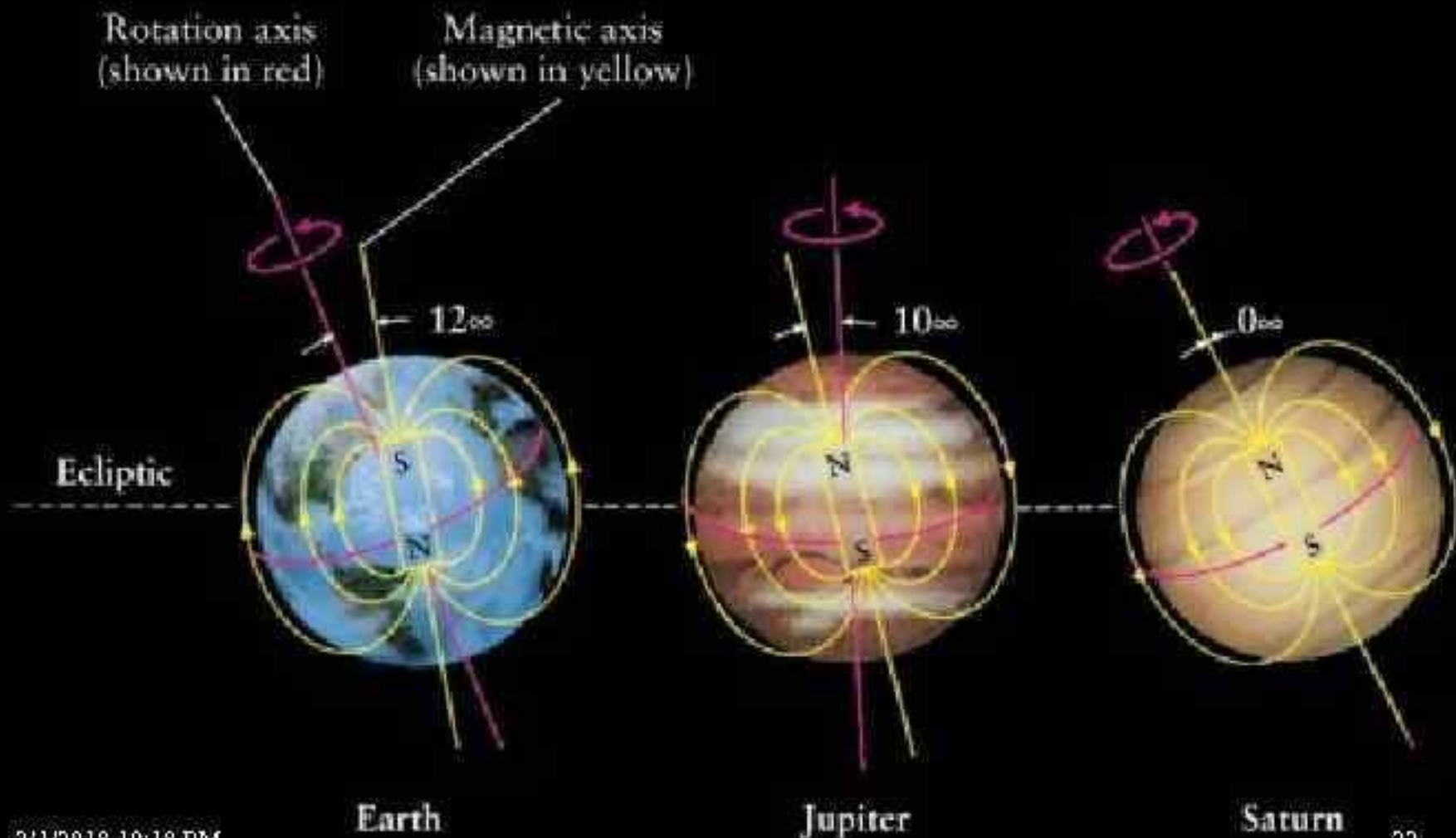
# Изучение полярных сияний

- фотография;
- фотометрия;
- спектроскопия;
- стереоскопические наблюдения;
- ракетные и космические наблюдения;
- радионаблюдения;
- детектирование рентгеновского излучения

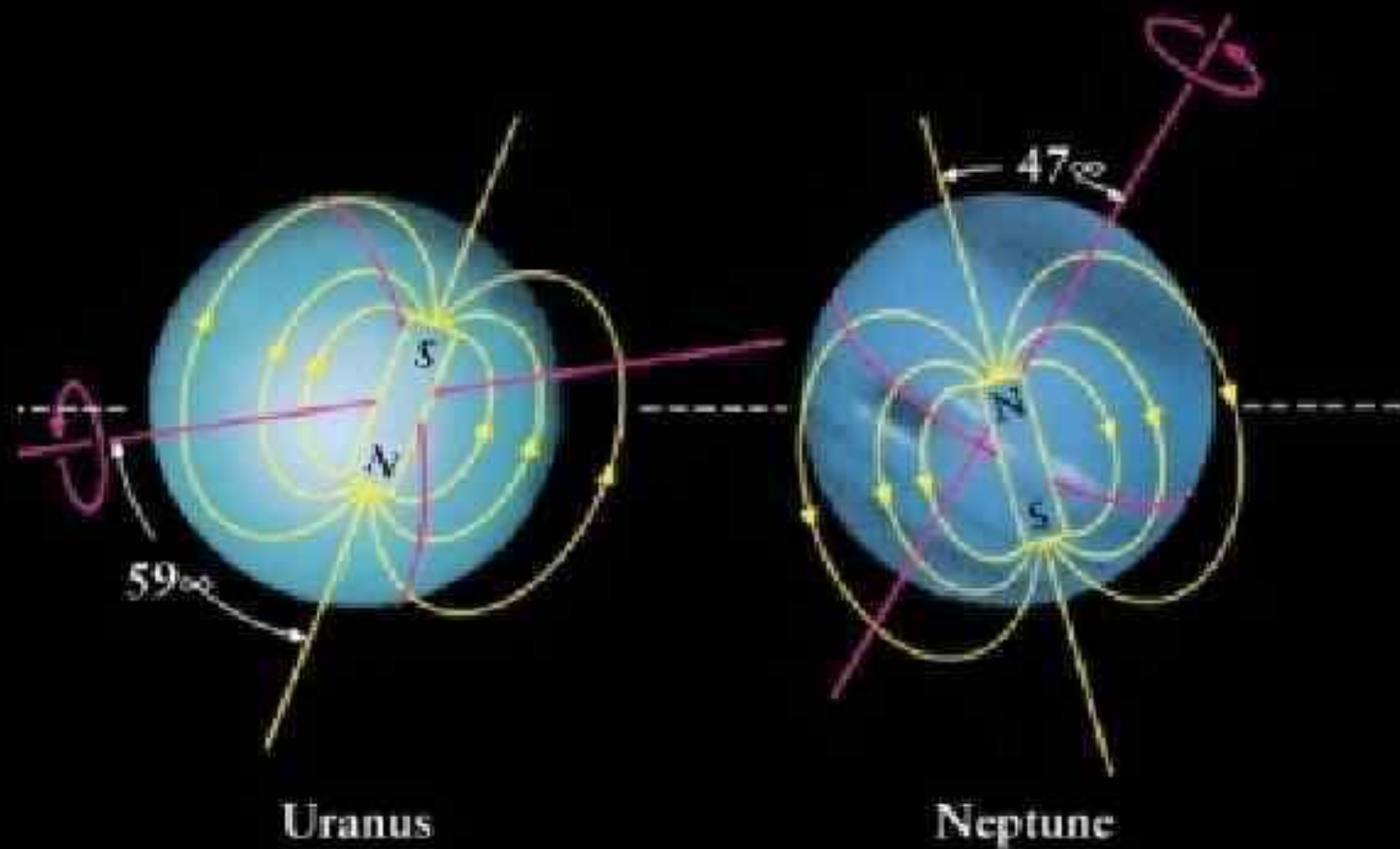


2/1/2018 10:18 PM

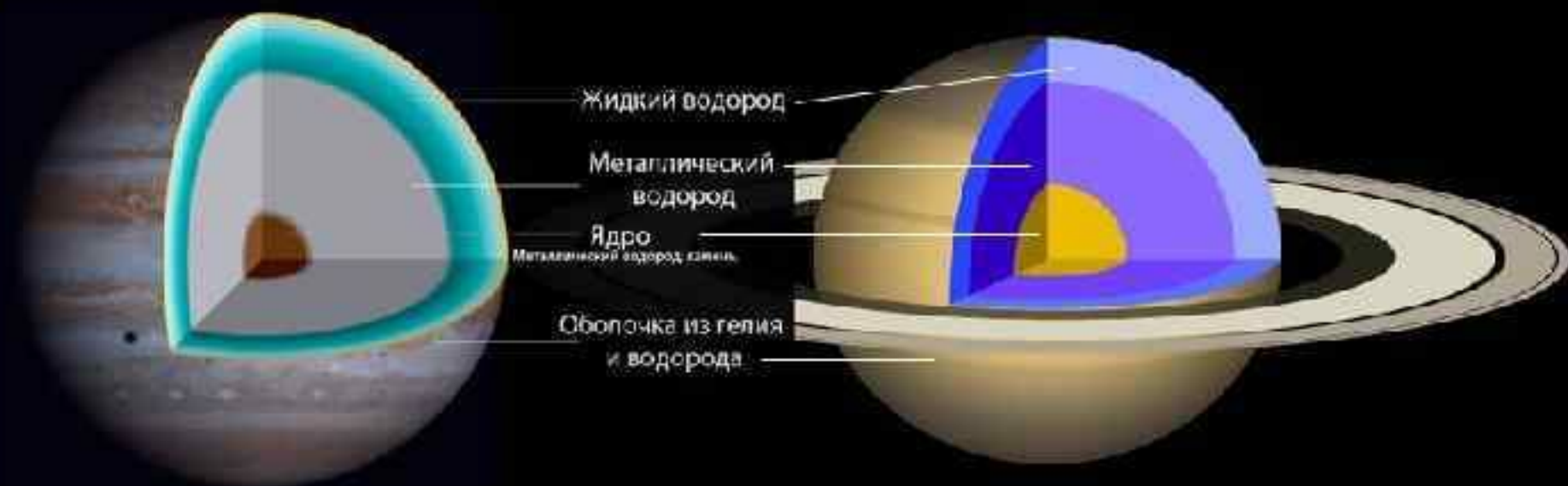
# Полярные сияния на других планетах



# Полярные сияния на других планетах



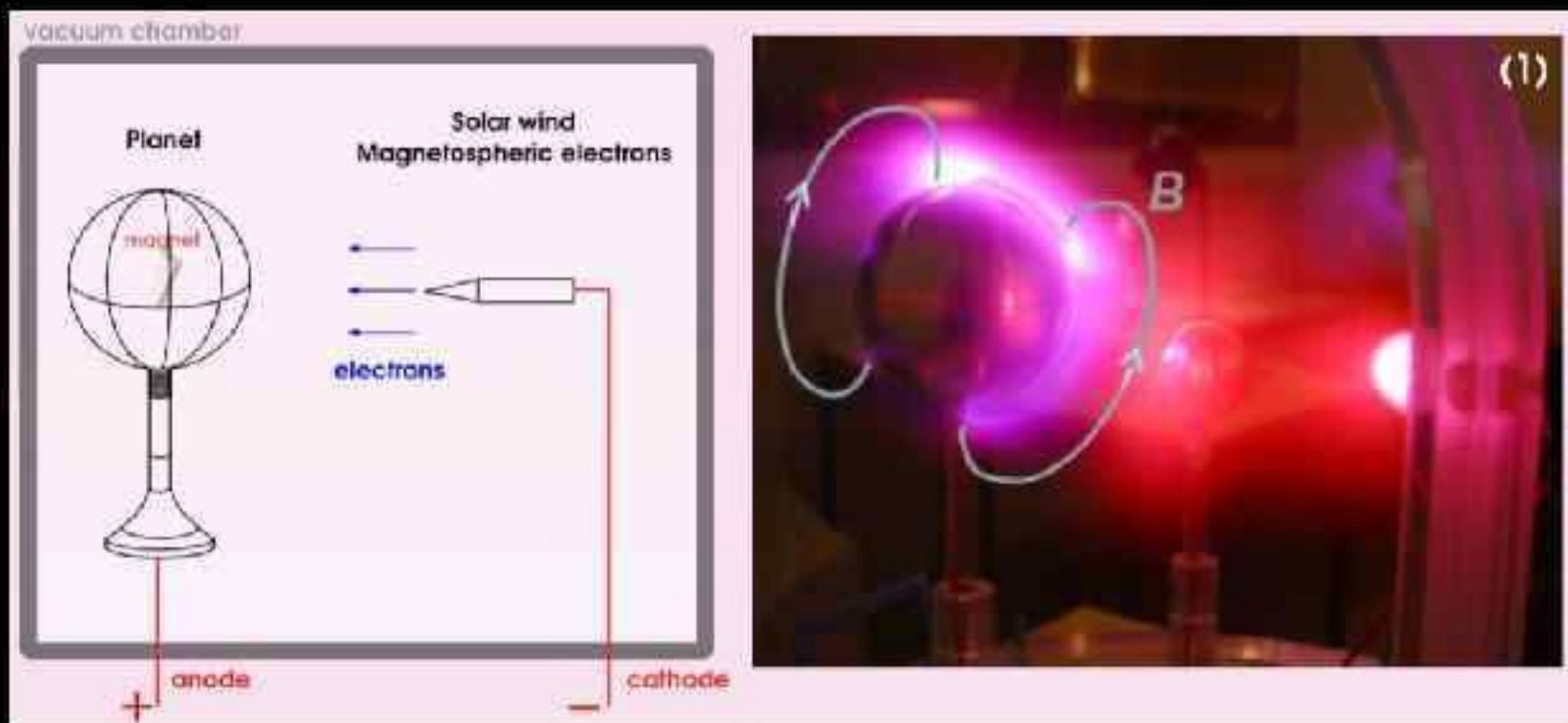
# Полярные сияния на других планетах





# Моделирование полярных сияний

- АРАКС (1975);
- Terella/Planeterella



# Источники

- Ю. Г. Мизун, Полярные сияния
- А. Омхольт, Полярные сияния
- Редерер Х, Динамика радиации, захваченной геомагнитным полем
- Александров Н., Полярные сияния
- Акасофу С., Полярные и магнитосферные суббури

Спасибо  
за внимание!