



*აგრეთვე ჭრებნიშუაღანს ხახვლმანს  
ნძიღანს ხახვლმნიშუა ანახვენსიქეფი*

## სამყაროს ევოლუცია

### ლექცია 4

მზე, ატმოსფერო, მაგნიტური ველი,  
მზის ქარი, მზის ევოლუცია

## წინა ლექციაში

- მზის სისტემა
- პლანეტები
- მზის სისტემის მცირე სხეულები
- პლანეტების წარმოშობა
- არამზიური პლანეტები

## მზე

დედამიწის უახლოესი ვარსკვლავი  
დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობისა და  
ენერჯის ძირითადი წყარო

(helios)–მზე

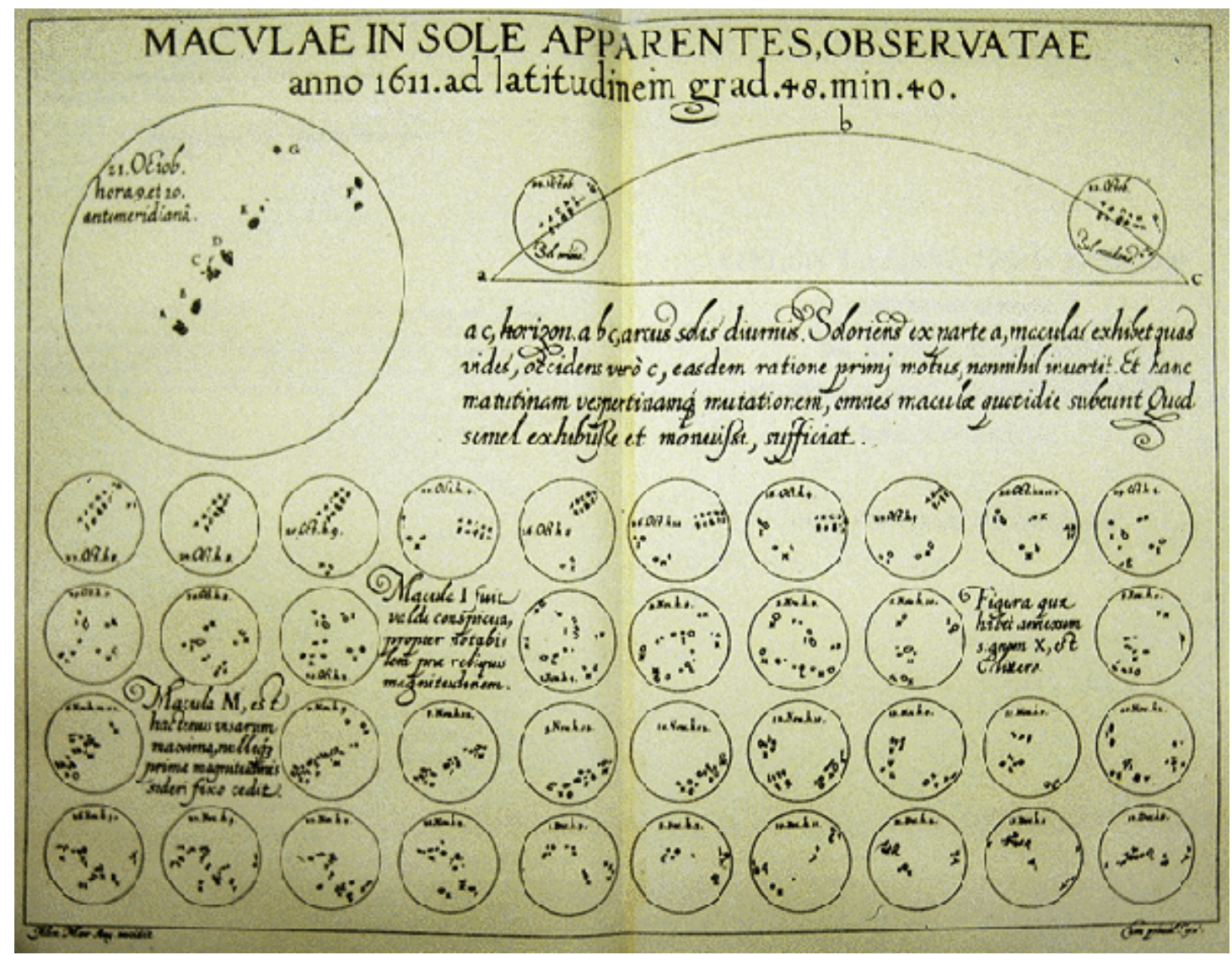


ადამიანის სწრაფვა მზის  
შემეცნებისაკენ

ბერძნული მითოლოგია:  
იკარუსი

# დაკვირვებები

მზის  
ლაქები

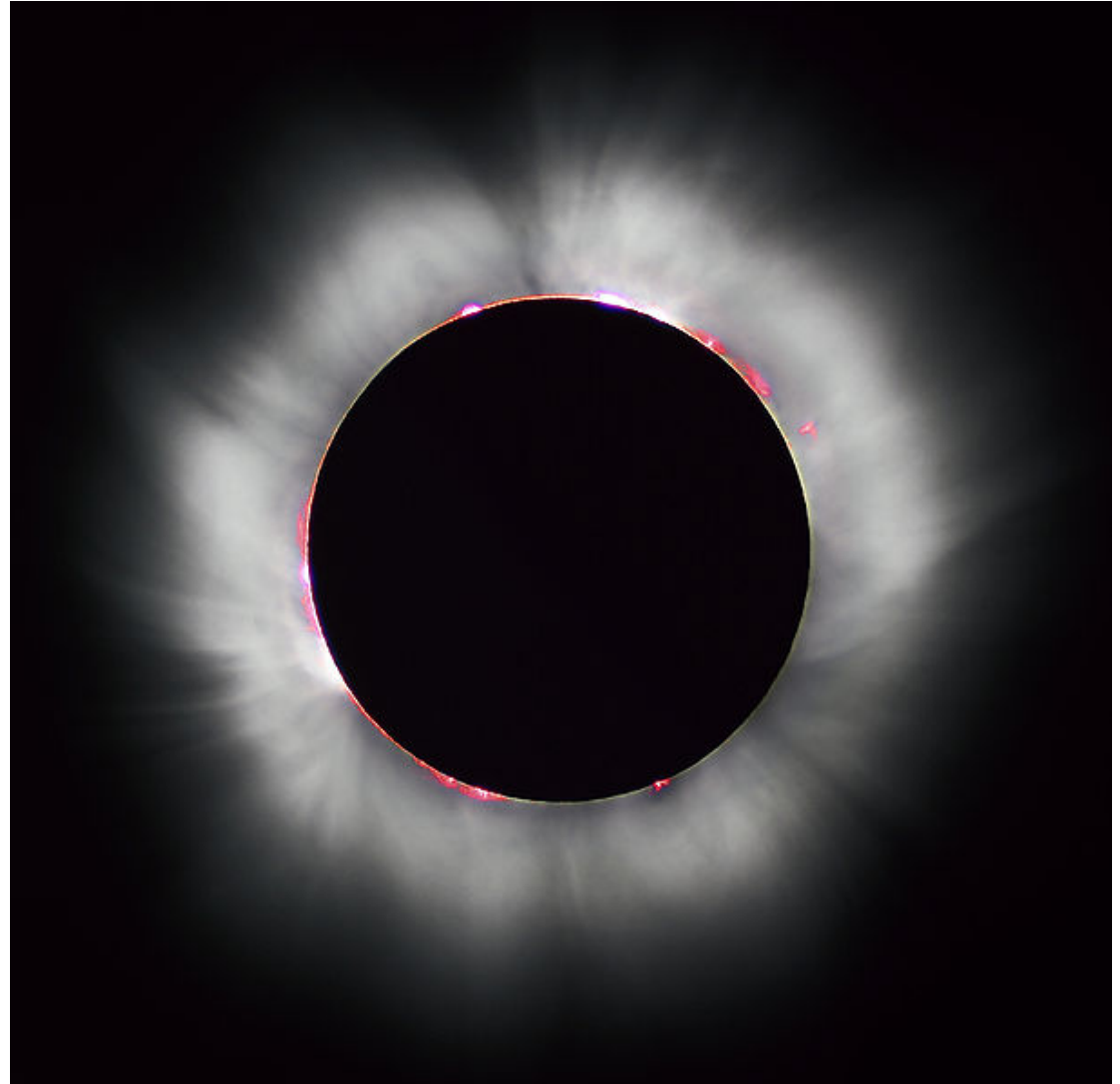


გალილეო  
(1611)

## დაკვირვებები

მზის სრული  
დაბნელება:

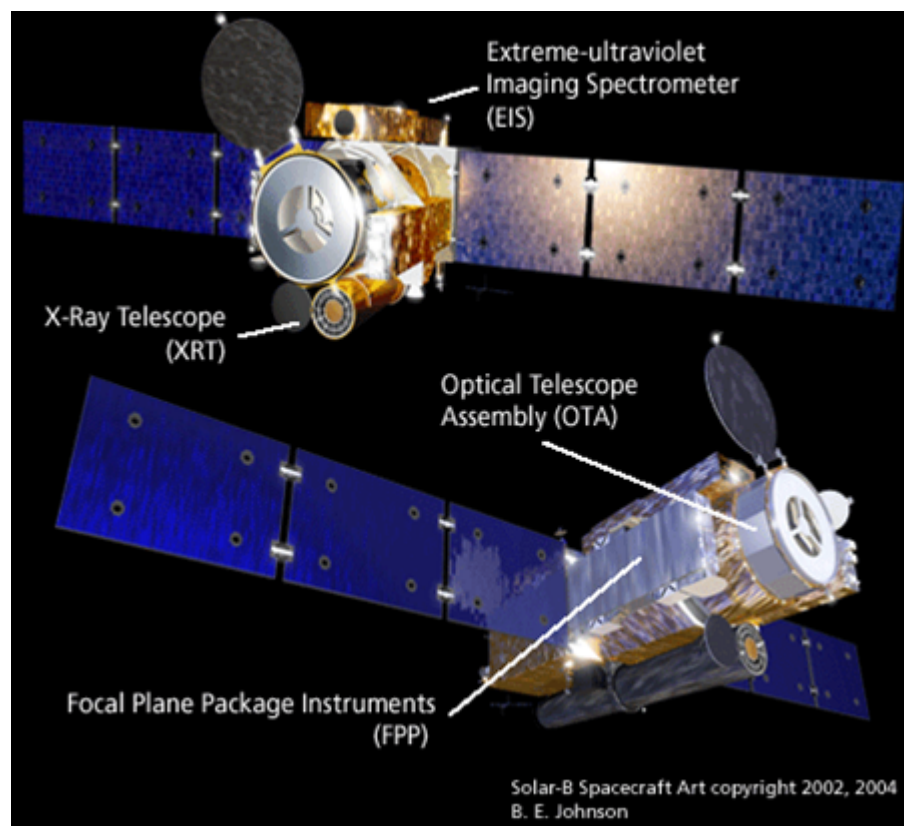
თვალით  
ხილვადი  
მზის  
კორონა



# დაკვირვებები

თანამედროვე სატელიტური დაკვირვებები

- Ulysses (1990)
- Yohkoh (1991)
- SOHO (1995)
- TRACE (1998)
- HINODE (2006)
- STEREO (2006)



Solar-B Spacecraft Art copyright 2002, 2004 B. E. Johnson

HINODE

## დაკვირვებები

მზის ზედაპირის სეისმოლოგია:  
ჰელიოსეისმოლოგია

მზის შიდა აგებულების შესწავლა

*Solar and  
Heliospheric  
Observatory*



## ფიზიკური თვისებები

მანძილი დედამიწამდე:  $1.5 \cdot 10^8$  კმ  
(8.3 სინათლის წუთი)

დიამეტრი:	109	დედამიწის დიამეტრი
მასა:	333 000	დედამიწის მასა

ბრუნვის პერიოდი: 25.38 დღე

შემადგენლობა:

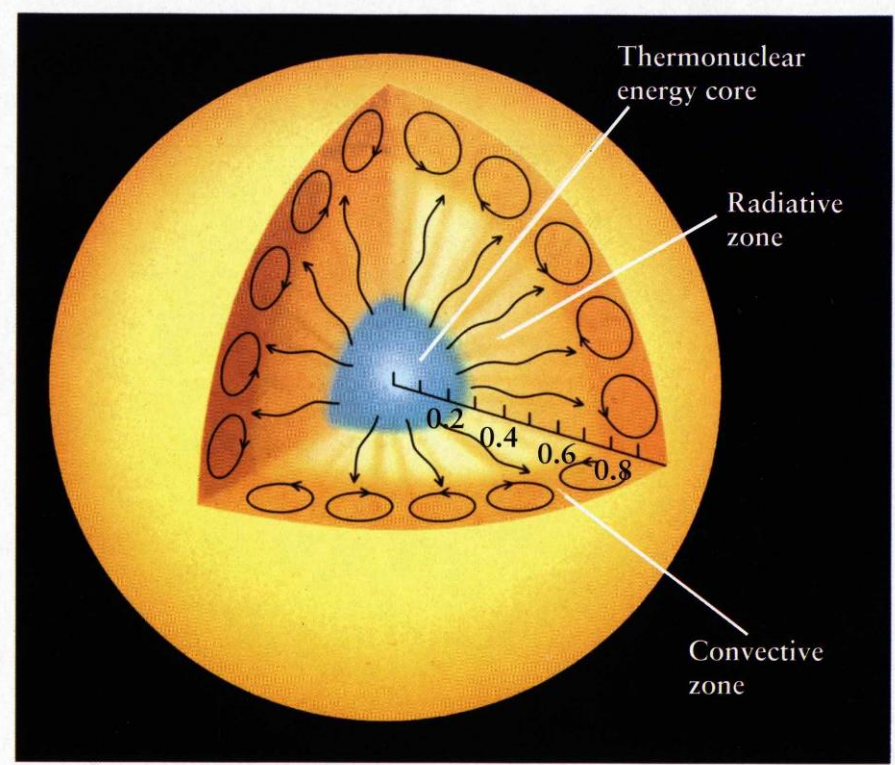
- წყალბადი (73%)
- ჰელიუმი (24.8%)
- ჟანგბადი (0.77%) + ...



# მზის სტრუქტურა

თერმოზირთვული ენერგიის წყარო ვარსკვლავის ცენტრში: ენერგიის გადატანა ცენტრიდან გარეთ

- ბირთვი
- რადიაციული ზონა
- კონვექციური ზონა
- ატმოსფერო



## ბირთვი

ცენტრალური ნაწილი:	0-0.25 მზის რადიუსი
სიმკვრივე:	~150 გ/სმ <sup>3</sup>
ტემპერატურა	~13 600 000 K

თერმობირთვული რეაქციები:

პროტონ–პროტონული (p-p) ჯაჭვი;

ჰელიუმის სინთეზი;

## რადიაციული ზონა

ენერგიის გადატანა

გამოსხივებით:  $0.25-0.7$  მზის რადიუსი

სიმკვრივე:  $20 - 0.2$  გ/სმ<sup>3</sup>

ტემპერატურა:  $7 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^6$  K

მზის მაგნიტური ველის გენერაცია;

# კონვექციური ზონა

ენერჯის გადატანა: სითბური კონვექცია  
(ანალოგი: წყლის დუღილი)

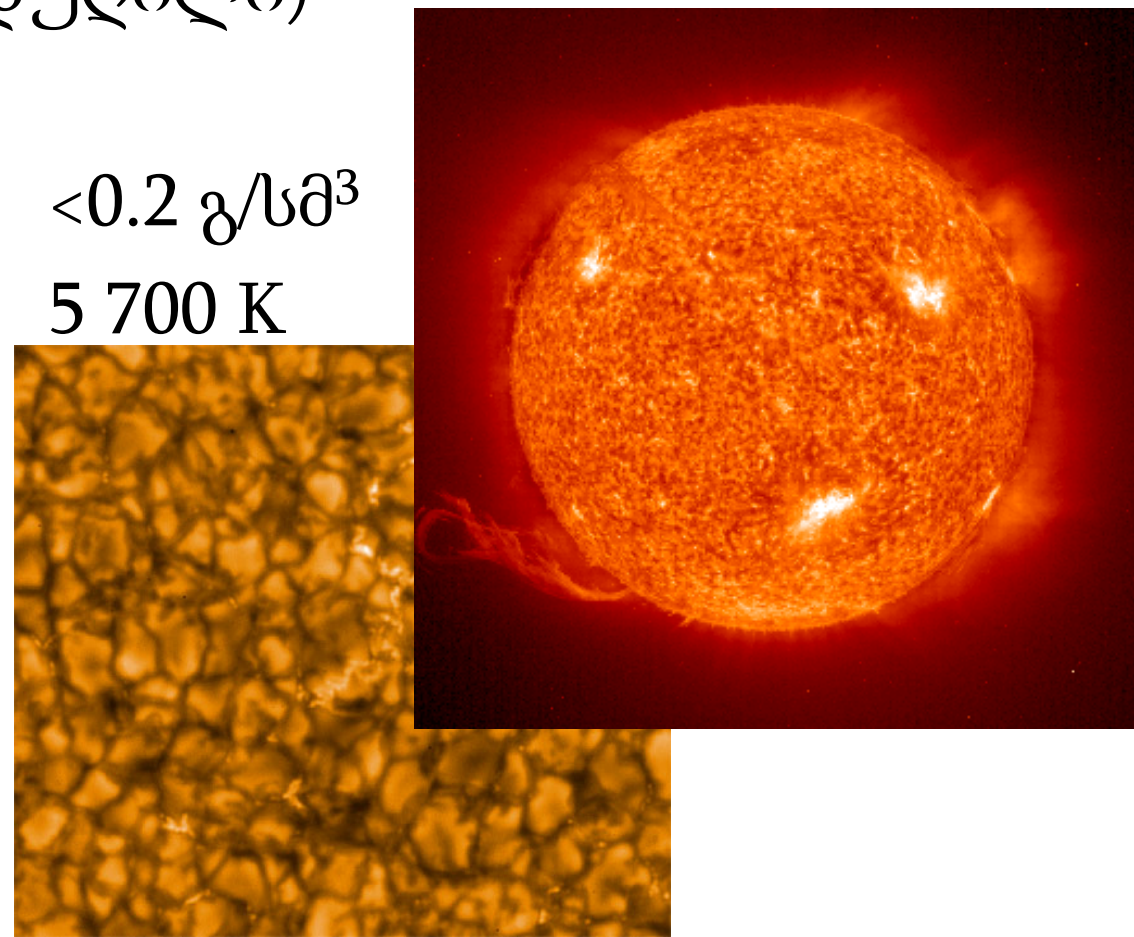
სიმკვრივე

$< 0.2 \text{ გ/სმ}^3$

ტემპერატურა

5 700 K

მზის ზედაპირის  
“გრანულაცია”



## ატმოსფერო

– ფოტოსფერო:

მზის ხილული (ოპტიკური) ზედაპირი.

შავი სხეულის

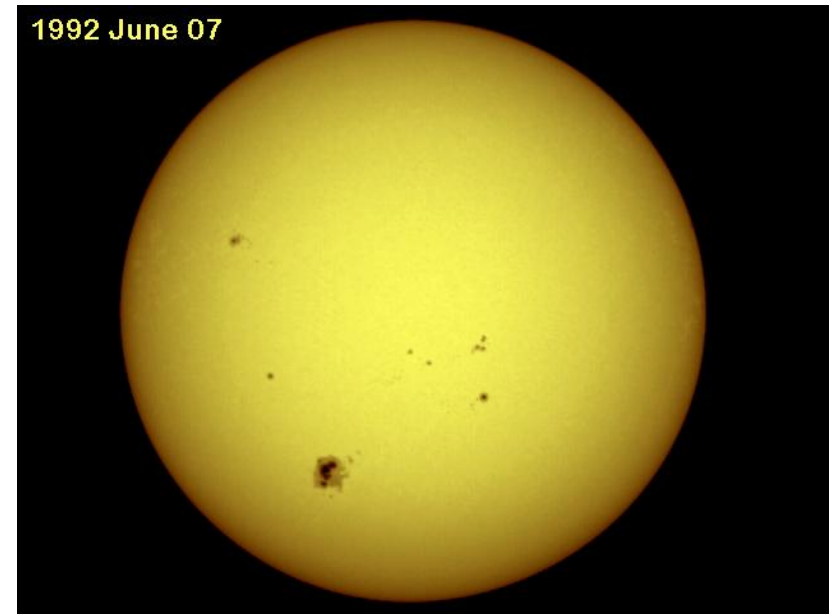
გამოსხივების მოდელი:

~5,500 °C

(ეფექტური ტემპერატურა)

– ქრომოსფერო

– კორონა



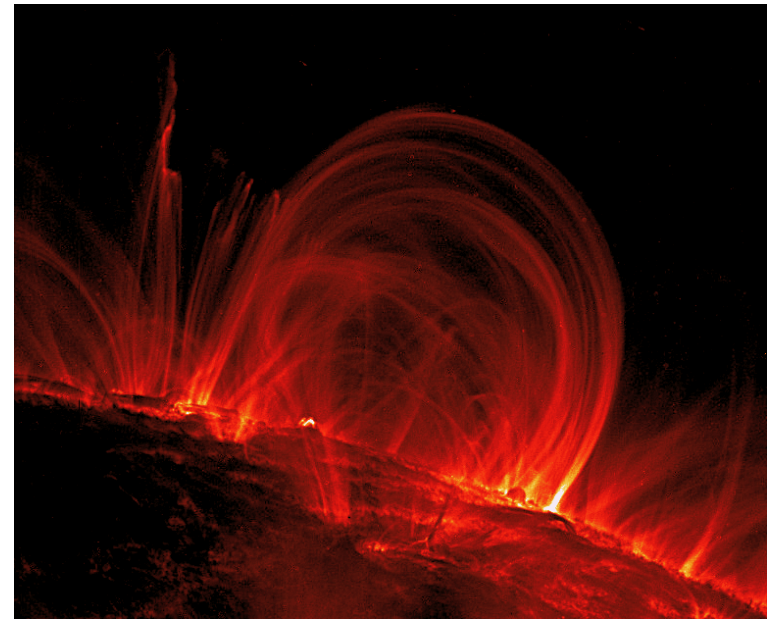
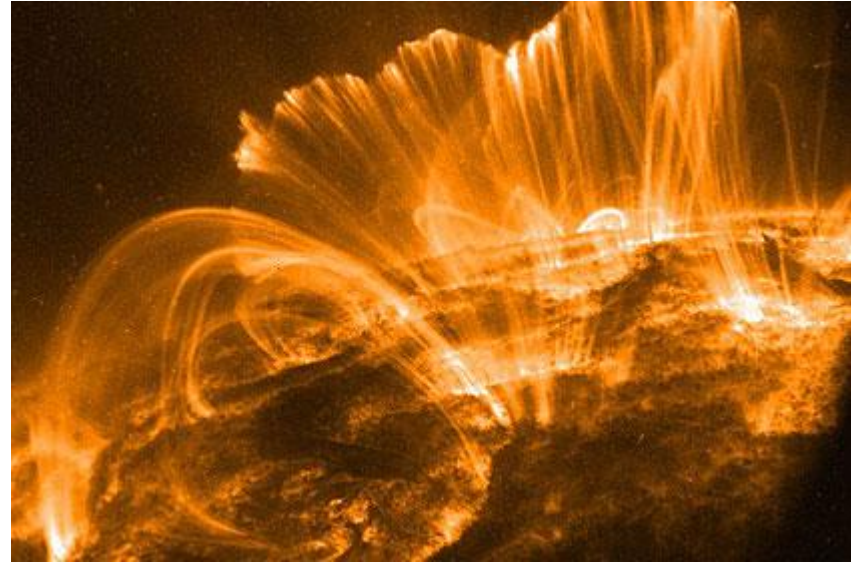
## ქრომოსფერო

მაგნიტური სტრუქტურები

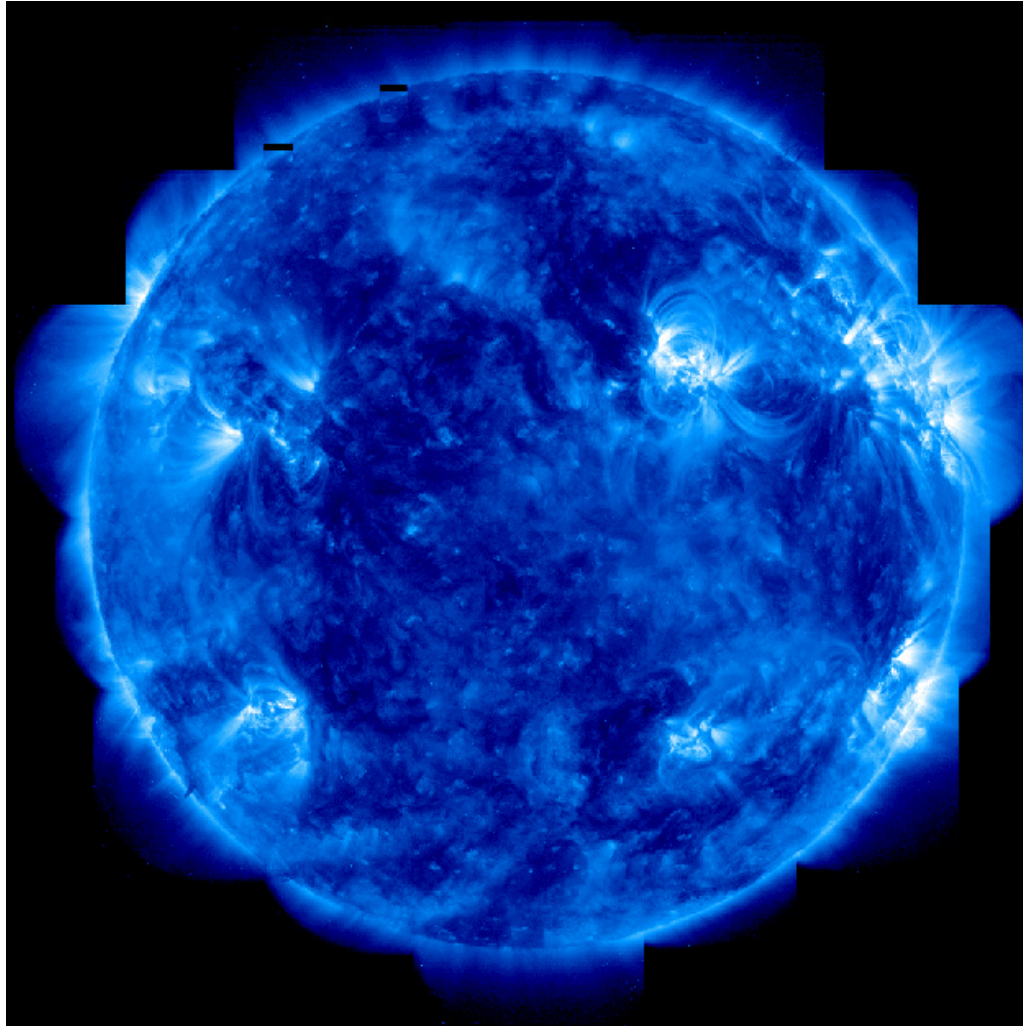
მაგნიტური “თაღები”  
“მარყუქები”

სწრაფი

ცვალებადობა



# ქრომოსფერო



## კორონა

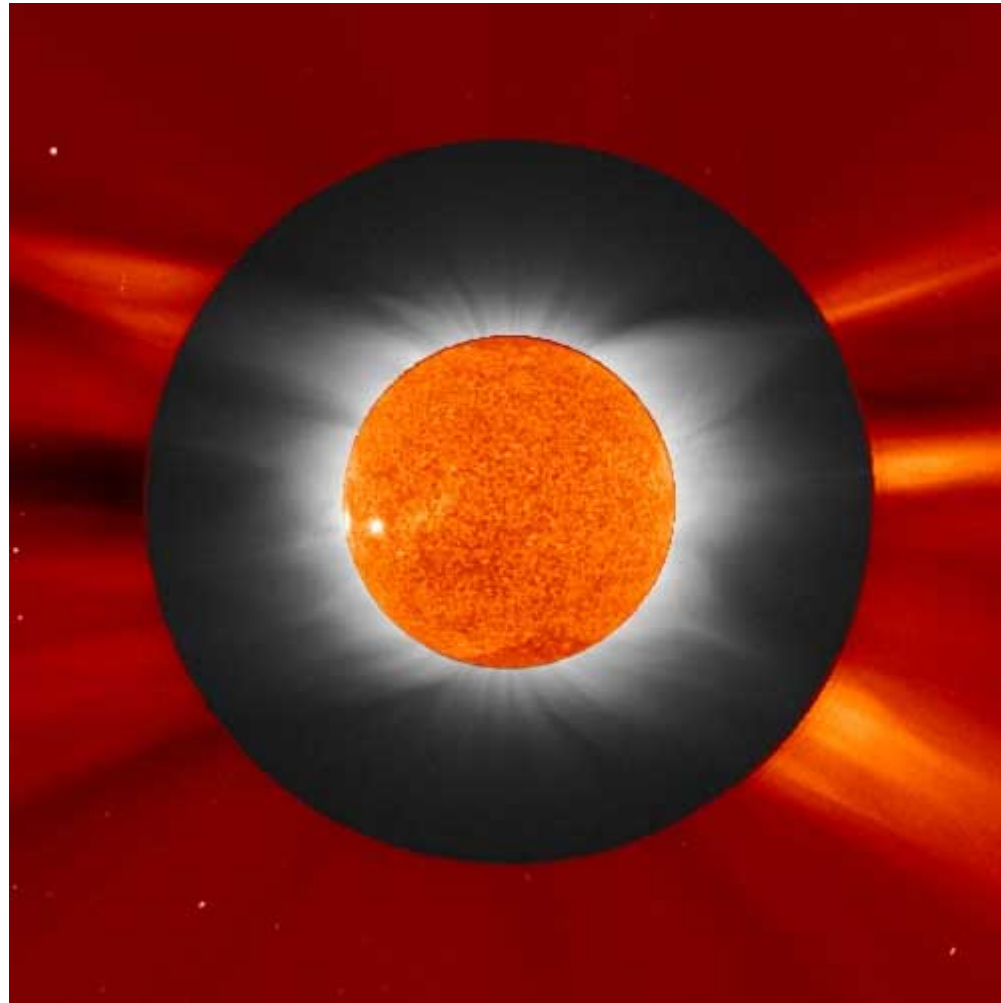
მზის ატმოსფეროს გარე ფენა  
მოიცავს მზის სისტემას

ტემპერატურა: 1–2 მილიონი კელვინი (8–20)  
გამოსხივება: ოპტიკური, ულტრაიისფერი,  
რენტგენი

მზის კორონის გაცხელების პრობლემა: რატომ  
იმატებს ტემპერატურა?  
(მაგნიტოჰიდროდინამიკური მოვლენები)

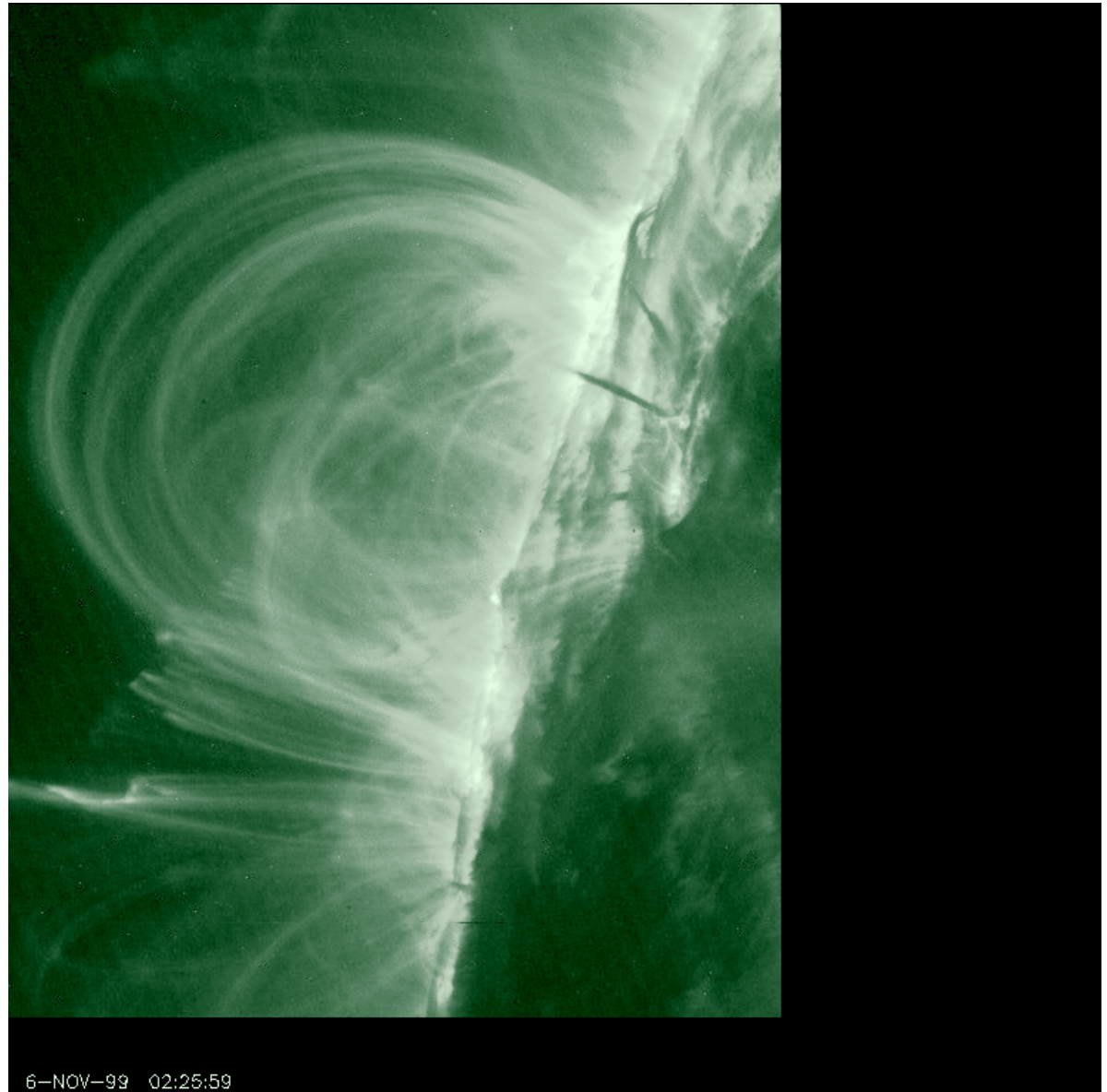


# კორონა



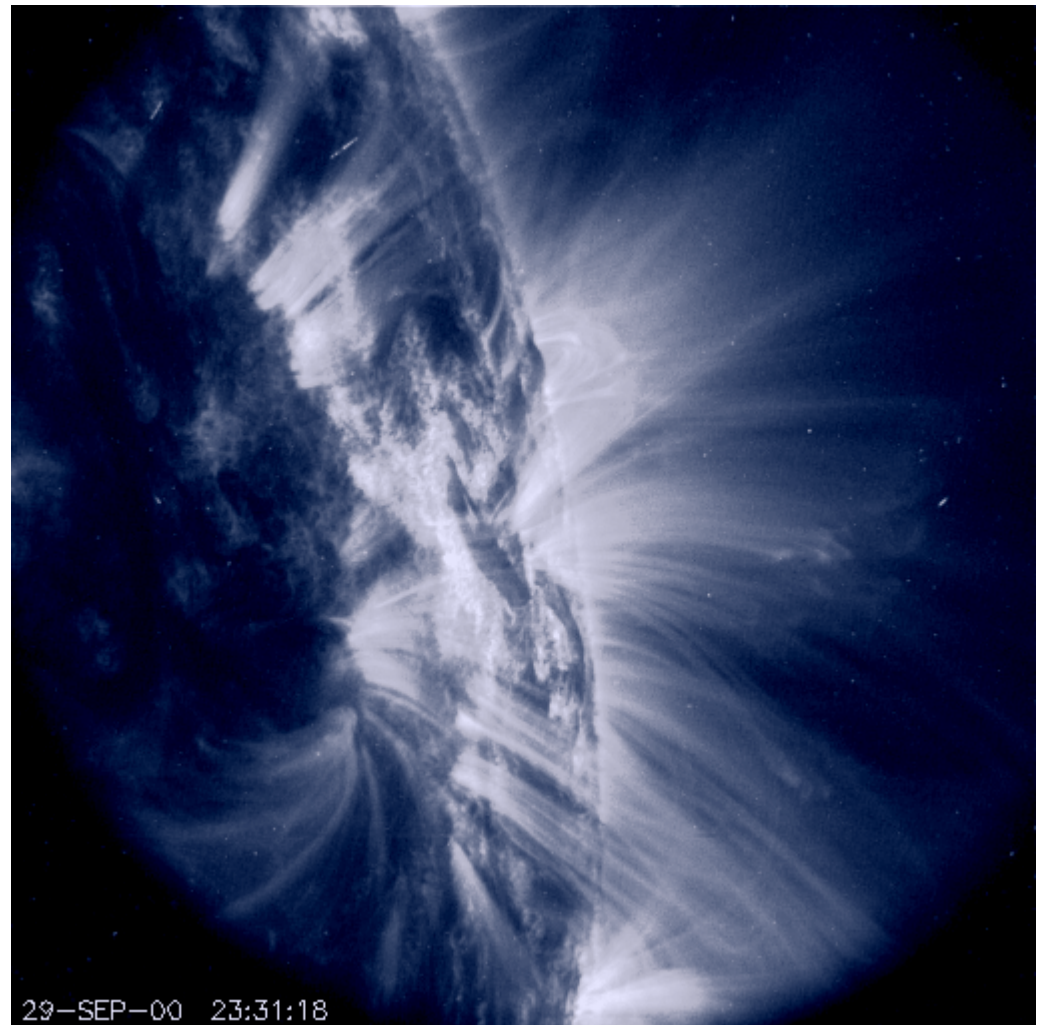
## მაგნიტური ველი

მაგნიტური  
თაღები

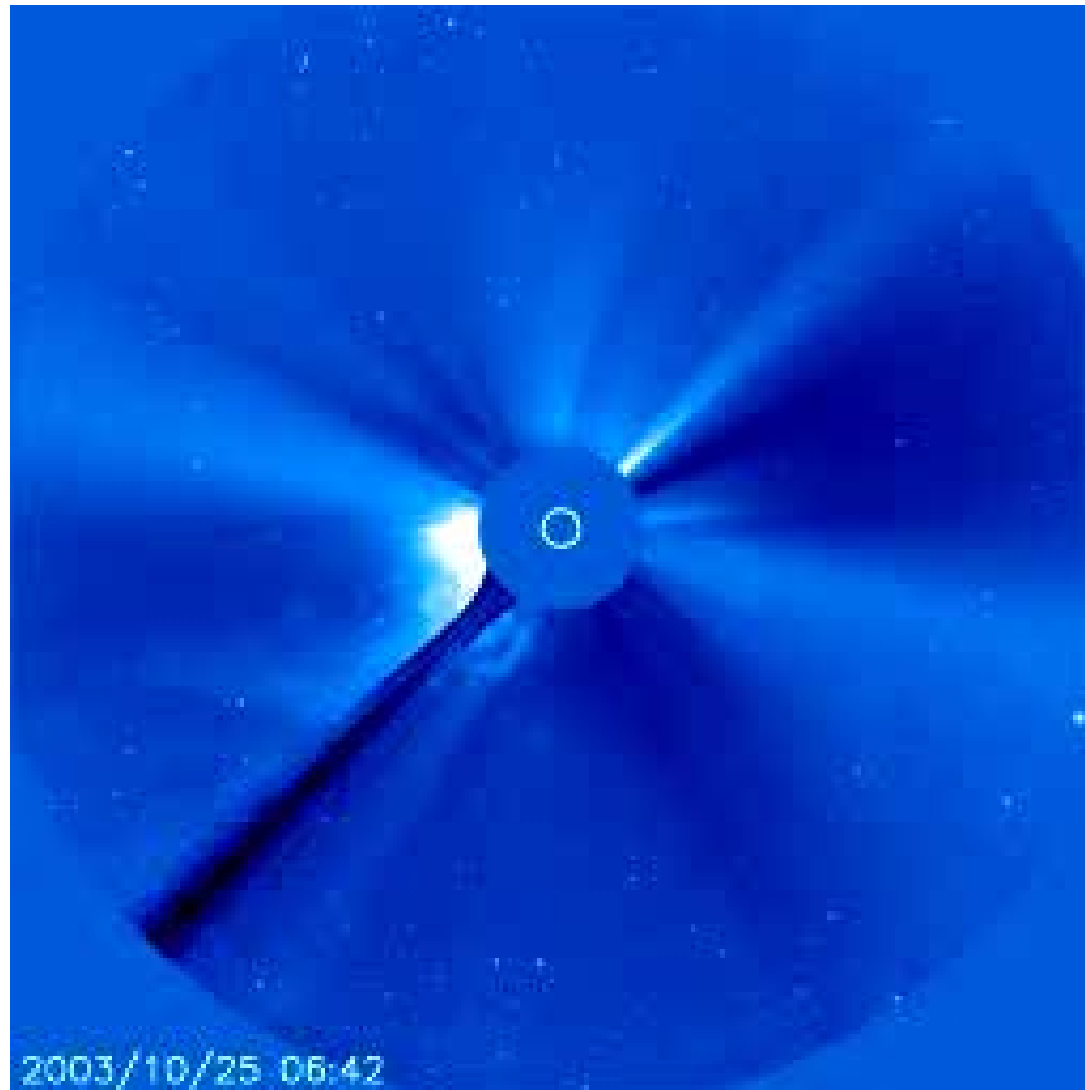


# მაგნიტური ველი

ამოფრქვევა



# კორონალური მასის ამოფრქვევა



## მაგნიტური ველი

მზის ლაქები:

მაგნიტური ანომალიები მზის ოპტიკურ ზედაპირზე

მზის მაგნიტური ველი:

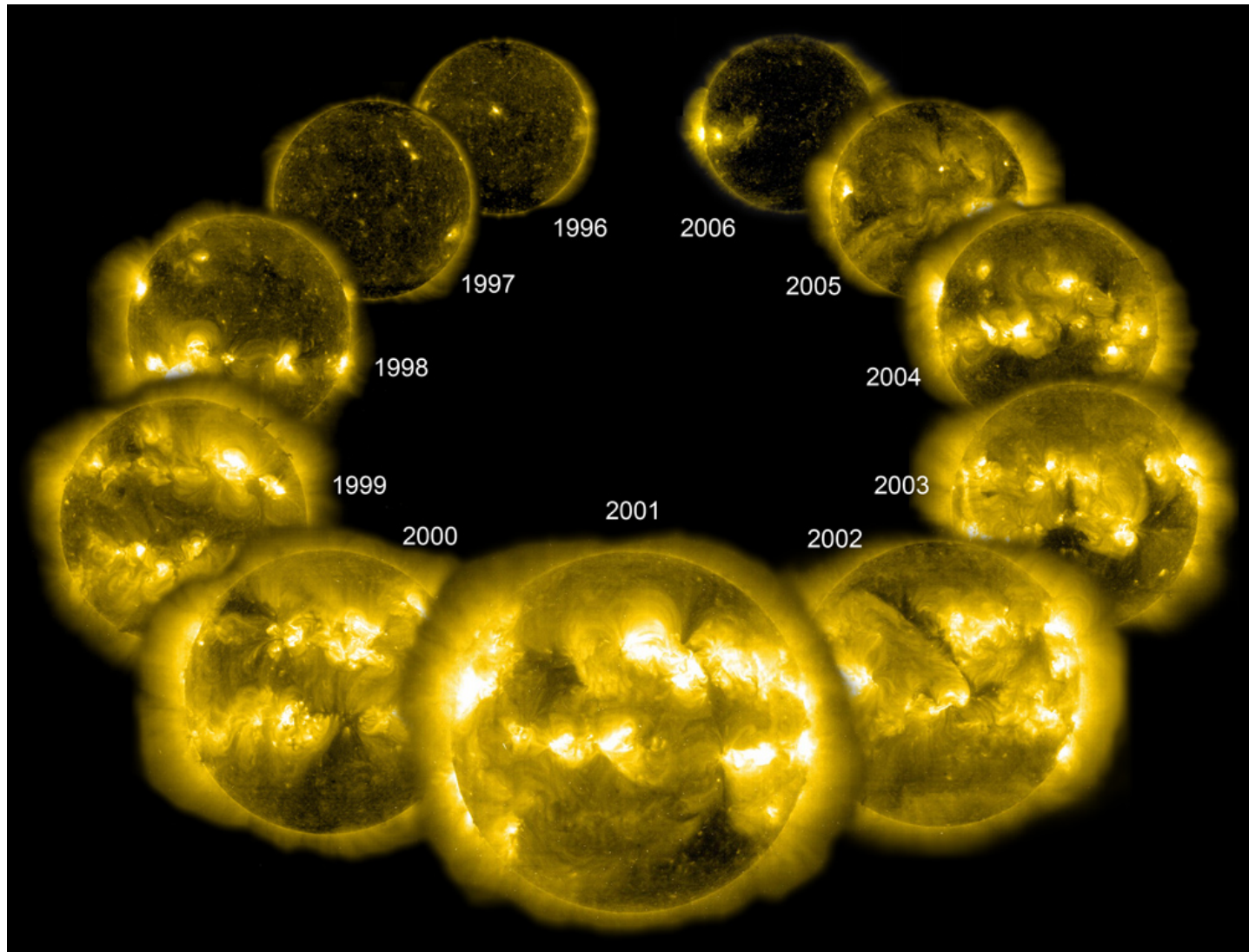
- მცირე მასშტაბოვანი ქაოსური კომპონენტები
- დიდმასშტაბოვანი რეგულარული კომპონენტი

დიპოლური ველი: პოლუსების ცვლილების

პერიოდულობა: 22 წელი

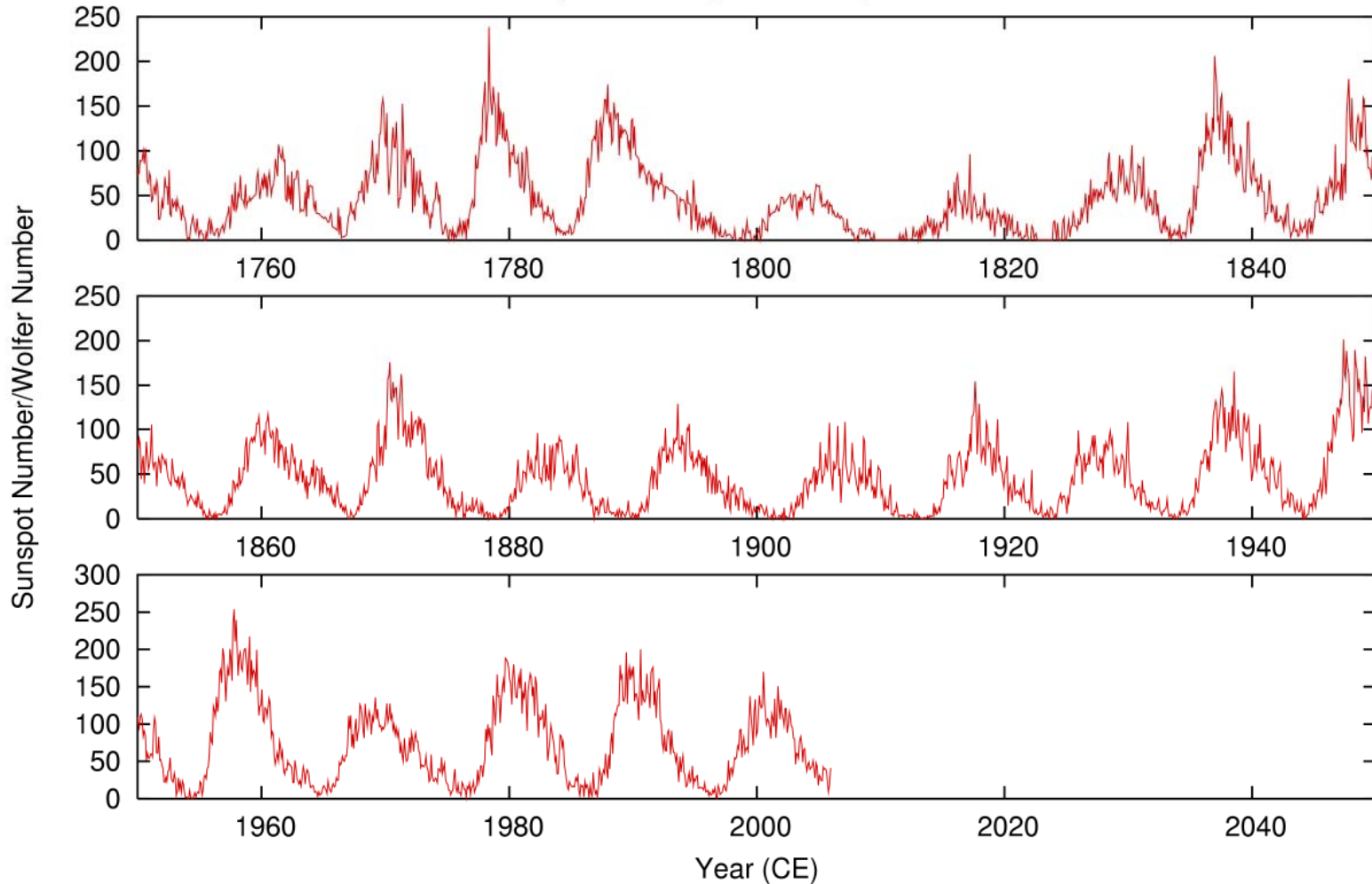
## მაგნიტური ველი

მზის ლაქების ცვალებადობა: 22 წლიანი ციკლი



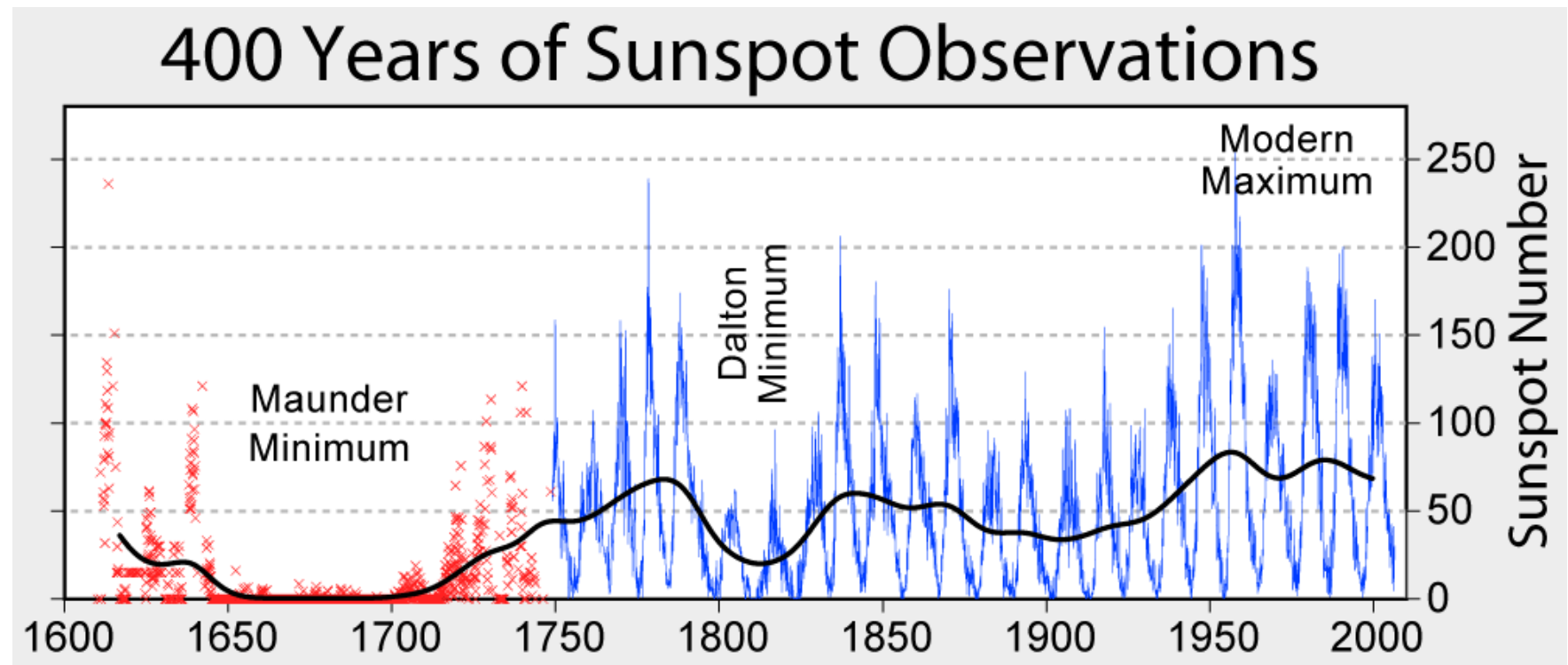
# მაგნიტური ველი

## Monthly average Sunspot Number



# მაუნდერის მინიმუმი

მაგნიტური ციკლის “ჩავარდნა”  
მზის მაგნიტური დინამო მექანიზმის პრობლემა





## მზის ქარი

დამუხტული ნაწილაკების მიმართული ნაკადი  
“ჩაყინული” მაგნიტური ველები  
~ 50 ასტრონომიული ერთეული

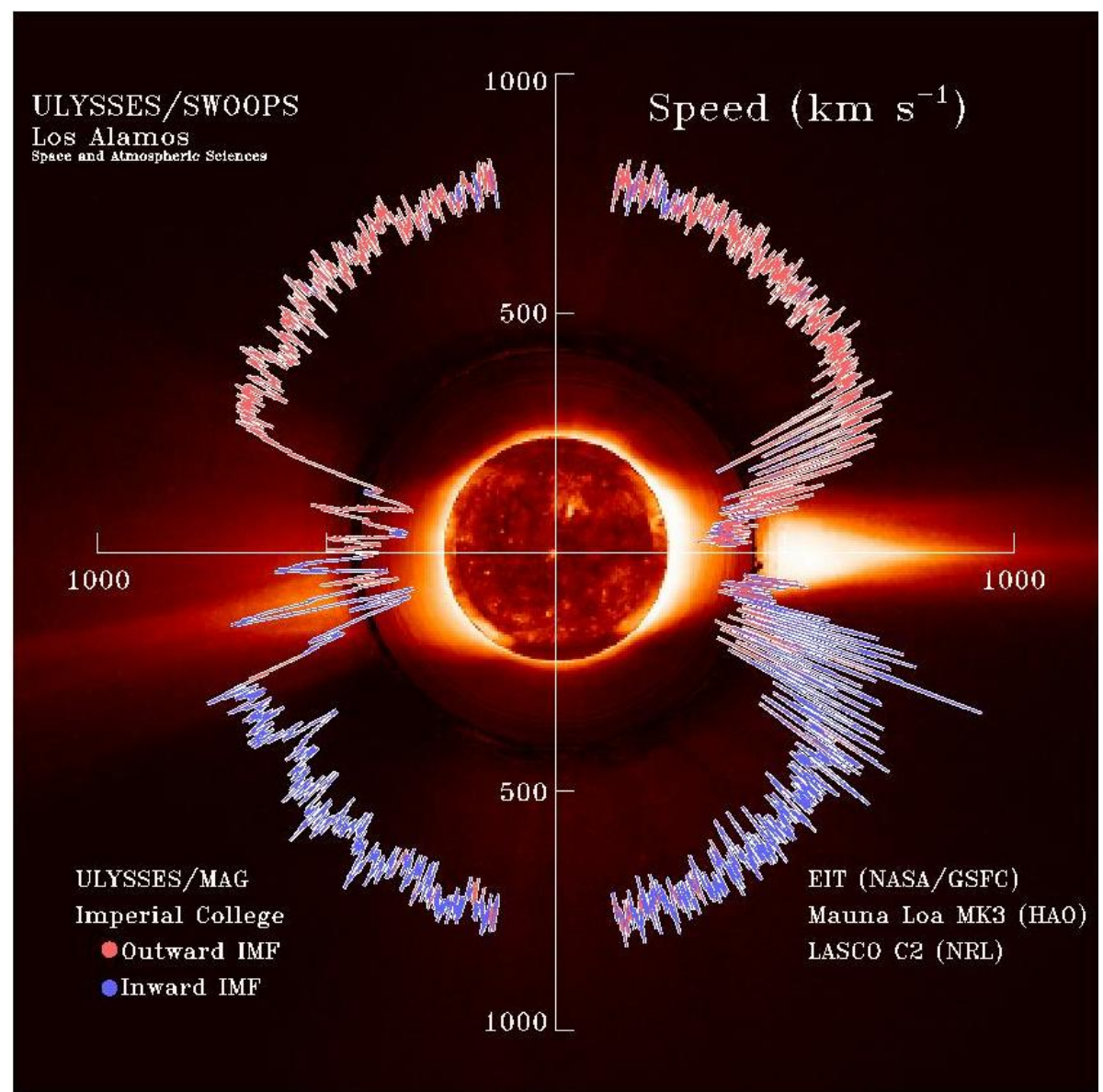
კომეტის კუდები

კოსმოსურ ხომალდებზე ზემოქმედება

მზის ქარის იალქანი (თეორიული კონცეფცია)

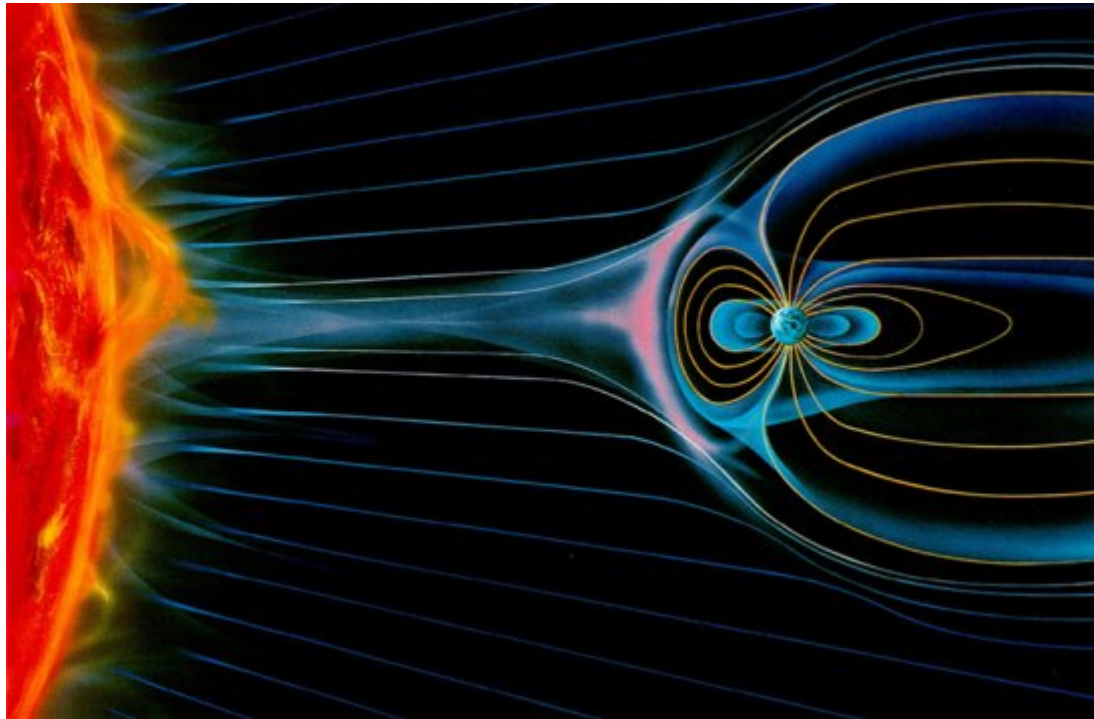
# მზის ქარი

“სწრაფი” და  
“ნელი” მზის  
ქარი



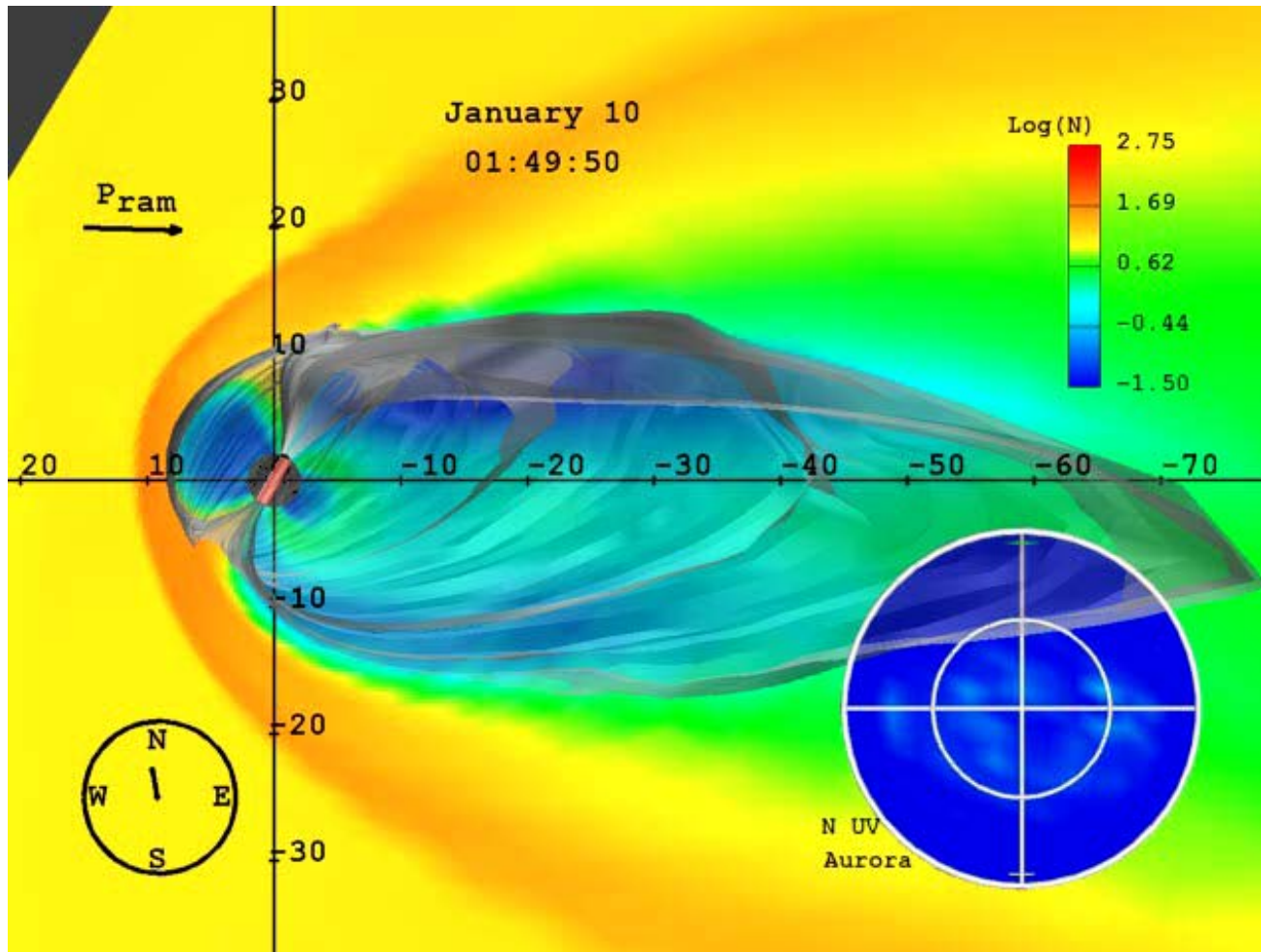
## მზის ქარი

ზემოქმედება დედამიწის მაგნიტოსფეროზე



# CME (Coronal Mass Ejection)

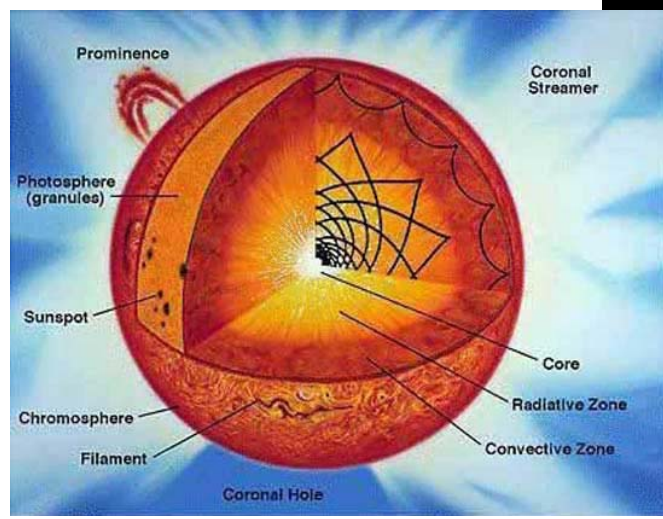
ურთიერთქმედება დედამიწის მაგნიტურ ველთან:  
მაგნიტური ქარიშხალი



# ჰელიოსეისმოლოგია

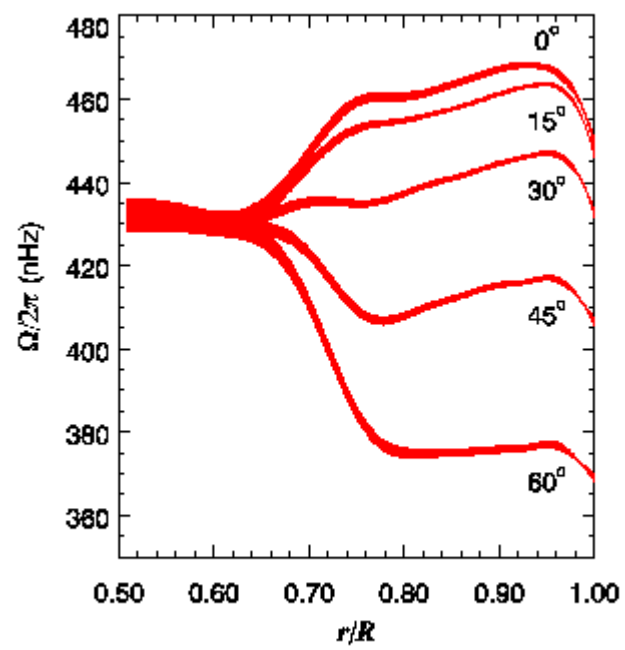
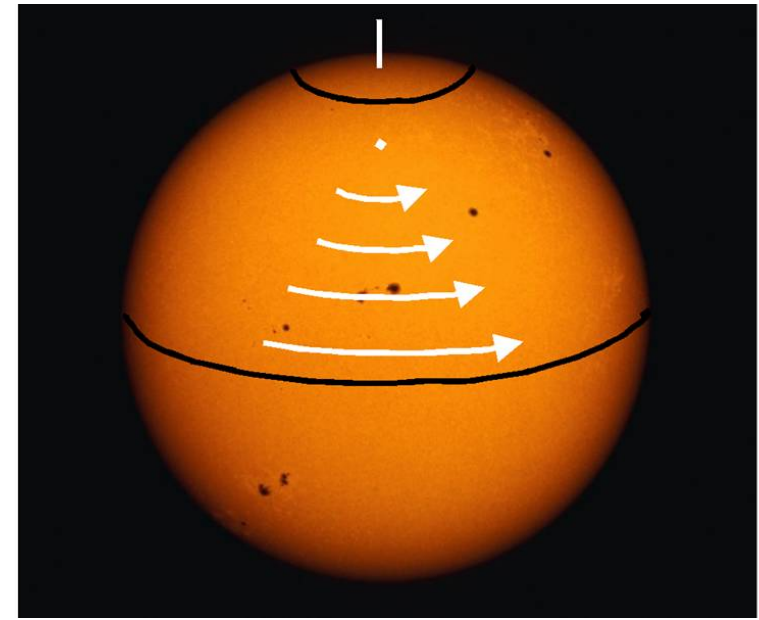
მზის ზედაპირის სეისმოლოგია

წნევის ტალღების / ვიბრაციის  
დაკვირვება გვაძლევს  
იმფორმაციას მზის შიდა  
აგებულებაზე



# დიფერენციალური ბრუნვა

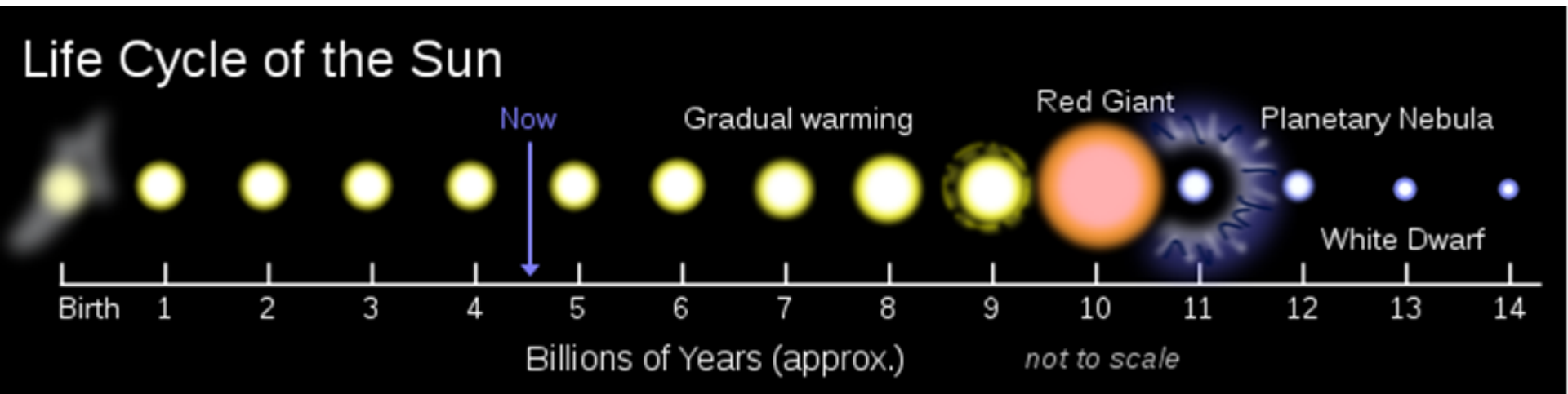
ზედაპირის  
დიფერენციალური  
ბრუნვა



სიღრმისეული ფენების  
დიფერენციალური  
ბრუნვა

# მზის ევოლუცია

მზე იმყოფება ევოლუციის სტაბილურ (შუა) ეტაპზე



სიცოცხლის ბოლოს მზე გაფართოვდება 1ა.ე.–ზე მეტ რადიუსზე. ევოლუციის ბოლო ეტაპი: თეთრი ჯუჯა

## მზე და სამყარო

### *შეფასებები*

მზის ასაკი: ~4.5 მილიარდი წელიწადი  
სამყაროს ასაკი: ~12 მილიარდი წელიწადი

მზე: “მესამე თაობის ვარსკვლავი”



[www.tevza.org/home/course/universe2010](http://www.tevza.org/home/course/universe2010)

B. W. Carroll and D. A. Ostlie, *“An introduction to modern astrophysics”* (2007)

ქვეთავები            11. 1,2,3.