



სამეცნიერო-საგანმანათლებლო დაწესებულება

სამეაროს ევოლუცია

ლექცია 4

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

სამეაროს ევოლუცია, აღ. თევაძე, 2011

ლექცია/გვერდი: 4/1

წინა ლექციაში

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

სამეაროს ევოლუცია, აღ. თევაძე, 2011

ლექცია/გვერდი: 4/2

მზე

დედამიწის უახლოესი ვარსკვლავი

დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობისა და ენერგიის ძირითადი წყარო

(helios)–მზე

ადამიანის სწრაფვა მზის შემეცნებისაკენ

ბერძნული მითოლოგია: იკარუსი



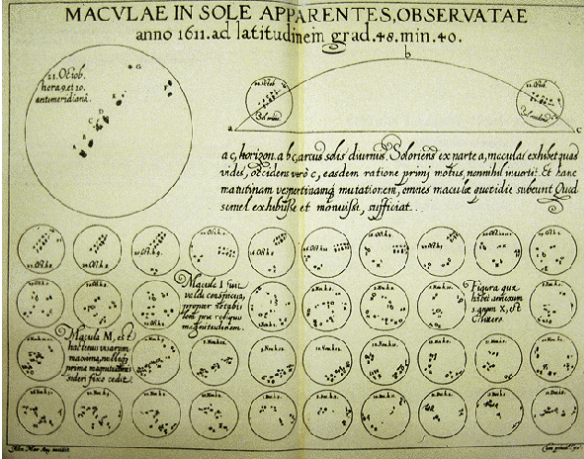
სამეაროს ევოლუცია, აღ. თევაძე, 2011

ლექცია/გვერდი: 4/3

დაკვირვებები

მზის ლაქები

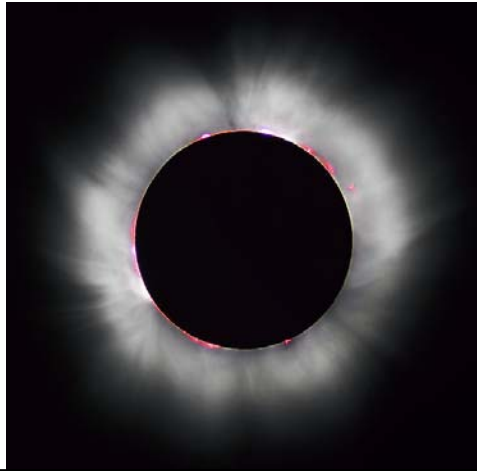
გალილეი (1611)



დაკვირვებები

მზის სრული
დაბნელება:

თვალით
ხილვადი
მზის
კორონა



დაკვირვებები

თანამედროვე სატელიტური დაკვირვებები

Ulysses (1990)

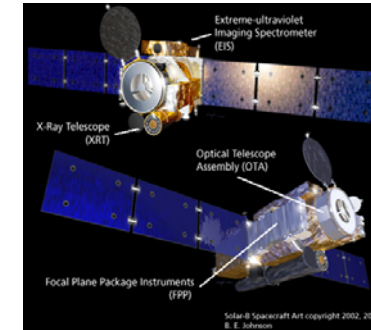
Yohkoh (1991)

SOHO (1995)

TRACE (1998)

HINODE (2006)

STEREO (2006)



HINODE

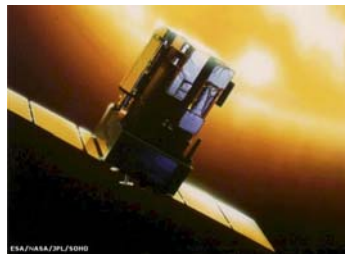
დაკვირვებები

მზის ზედაპირის სეისმოლოგია:

ჰელიოსეისმოლოგია

მზის შიდა აგებულების შესწავლა

*Solar and
Heliospheric
Observatory*



ფიზიკური თვისებები

მანძილი დედამიწამდე: **$150 \cdot 10^6$ კმ (1AU)**
(8.3 სინათლის წუთი)

დiameterი: **109** დედამიწის diameterი
მასა: **333 000** დედამიწის მასა

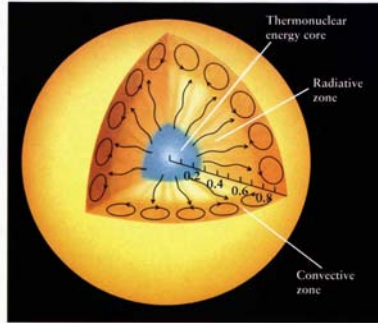
ბრუნვის პერიოდი: **25.38 დღე**

შემაღეწელობა: **წყალბადი (73%)**
ჰელიუმი (24.8%)
ჟანგბადი (0.77%) + ...

მზის სტრუქტურა

თერმობირთვული ენერგიის წყარო ვარსკვლავის ცენტრში: **ენერგიის გადატანა ცენტრიდან გარეთ**

- ბირთვი
- რადიაციული ზონა
- კონვექციური ზონა
- ატმოსფერო



ბირთვი

ცენტრალური ნაწილი: **0-0.25 მზის რადიუსი**

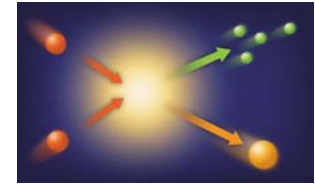
სიმკვრივე: $\sim 150 \text{ გ/სმ}^3$

ტემპერატურა $\sim 13\,600\,000 \text{ K}$

თერმობირთვული რეაქციები

პროტონ-პროტონული (p-p) ჯაჭვი;

წყალბადის ბირთვების
შეერთება და ჰელიუმის
სინთეზი



რადიაციული ზონა

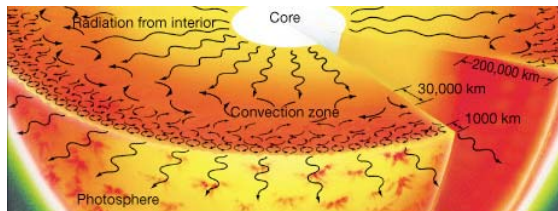
ენერგიის გადატანა

გამოსხივებით: **0.25–0.7 მზის რადიუსი**

სიმკვრივე: $20 - 0.2 \text{ გ/სმ}^3$

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

მზის
მაგნიტური
ველის
გენერაცია;



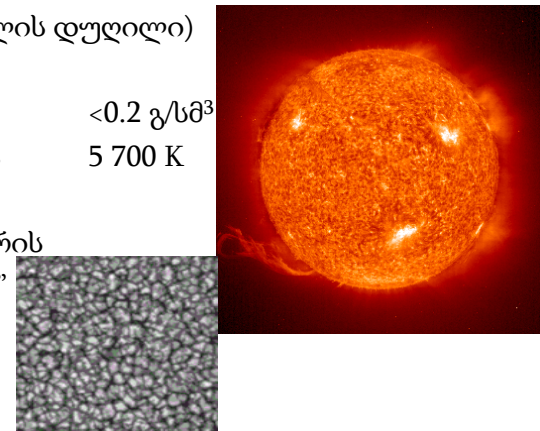
კონვექციური ზონა

ენერგიის გადატანა: სითბური კონვექცია
(ანალოგი: წყლის დუღილი)

სიმკვრივე $< 0.2 \text{ გ/სმ}^3$

ტემპერატურა $5\,700 \text{ K}$

მზის ზედაპირის
“გრანულაცია”



ატმოსფერო

– ფოტოსფერო:

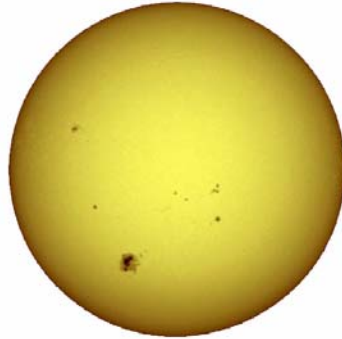
მზის ხილული (ოპტიკური) ზედაპირი.

შავი სხეულის
გამოსხივების მოდელი:
~5,500 °C

(ეფექტური ტემპერატურა)

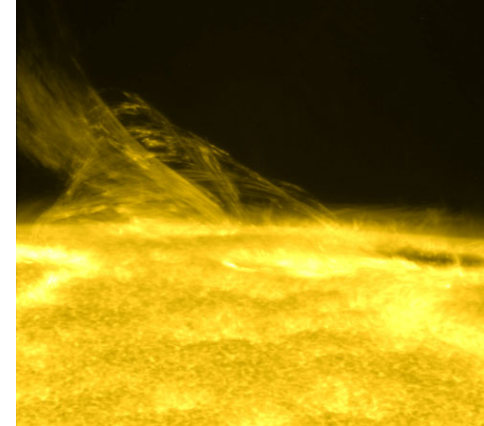
– ქრომოსფერო

– კორონა

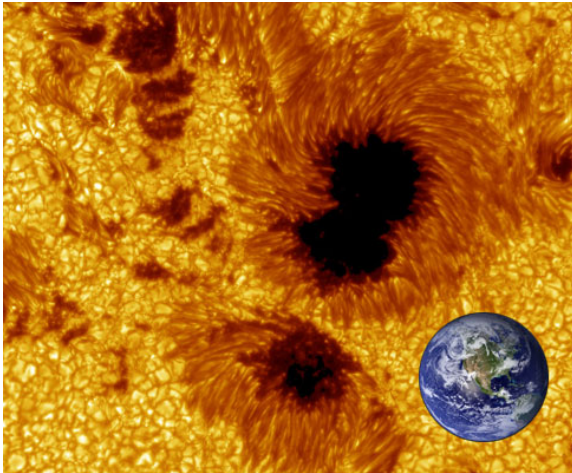


ატმოსფერო

ფოტოსფერო



მზის ლაქა



მზის ზედაპირის ბრუნვა

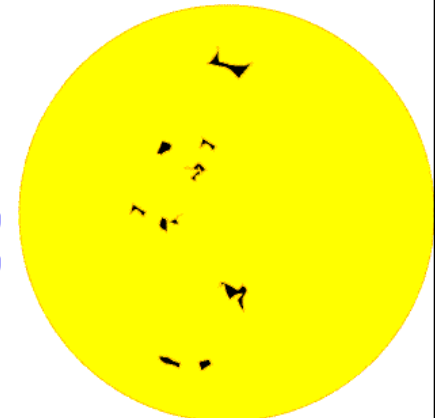
მზის ზედაპირის

ხილული ბრუნვა

ბრუნვის პერიოდი

ეკვატორთან: 25 დღე

პოლუსებთან: 34 დღე

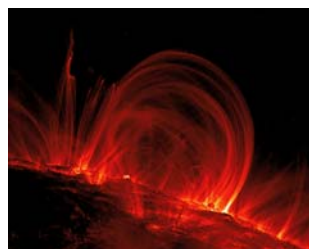


ქრომოსფერო

მაგნიტური სტრუქტურები

მაგნიტური “თაღები”
“მარყუქები”

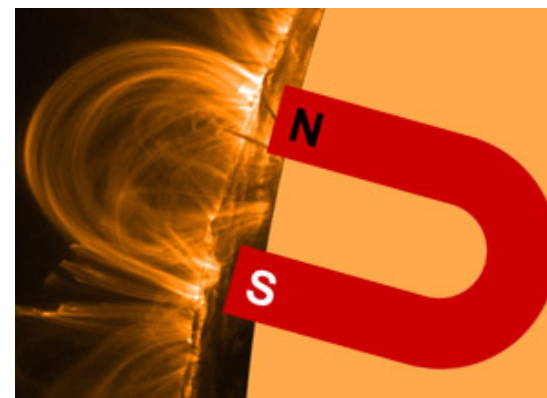
სწრაფი
ცვალებადობა



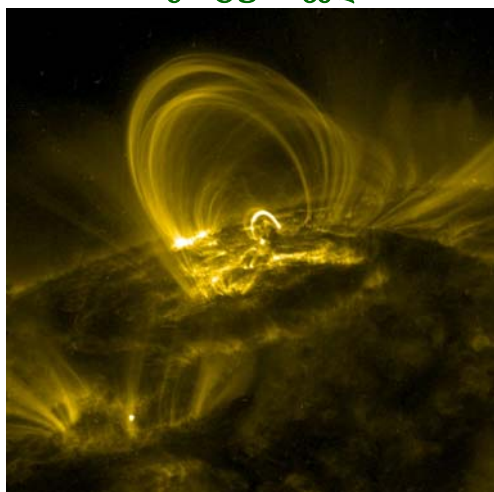
მაგნიტური ველი

მაგნიტური
თაღები

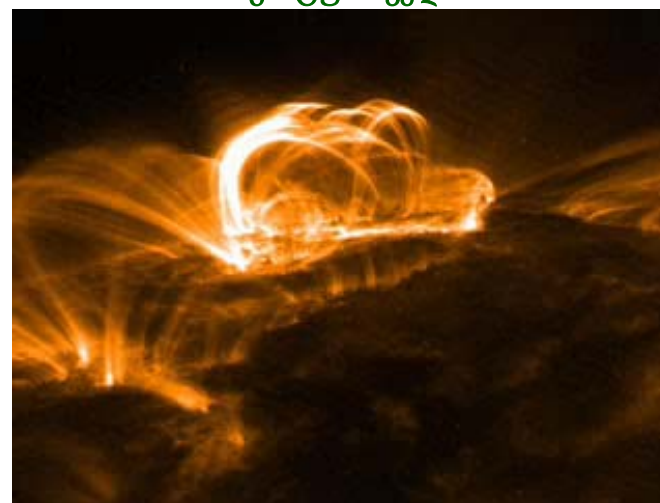
ლოკალური
მაგნიტური
პოლუსები



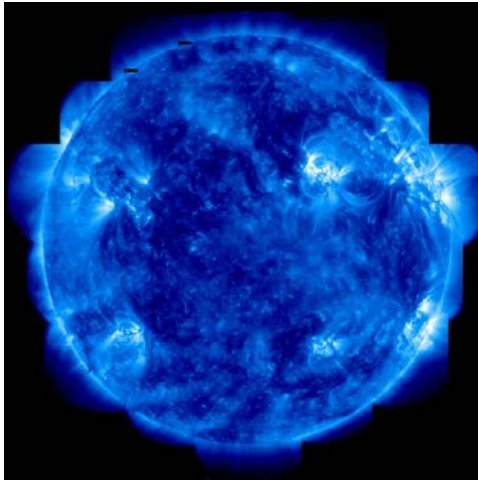
მაგნიტური ველი



მაგნიტური ველი



ქრომოსფერო



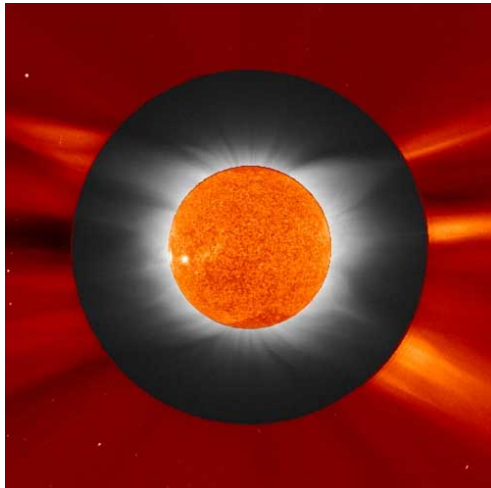
კორონა

მზის ატმოსფეროს გარე ფენა
მოიცავს მზის სისტემას

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

მზის კორონის გაცხელების პრობლემა: რატომ
მატულობს ტემპერატურა ფოტოსფეროს ზედა
ფენებში? (მაგნიტოჰიდროდინამიკური მოვლენები)

კორონა



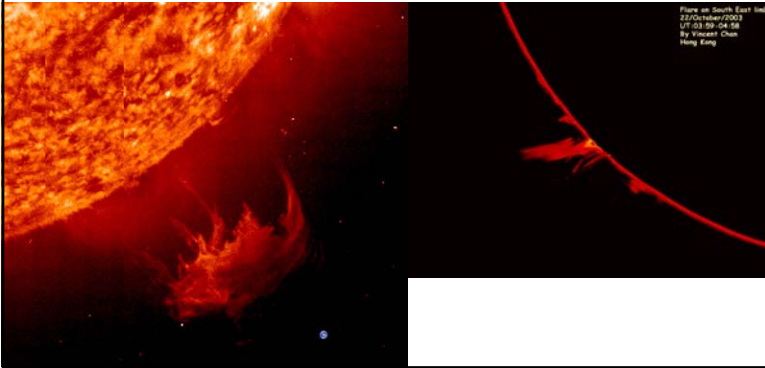
კორონა (გვირგვინი)

მზის სრული დაბნელების დროს მთვარე ფარავს
მზის დისკოს და მოსჩანს მხოლოდ მზის
ატმოსფეროს გარე ფენა – კორონა

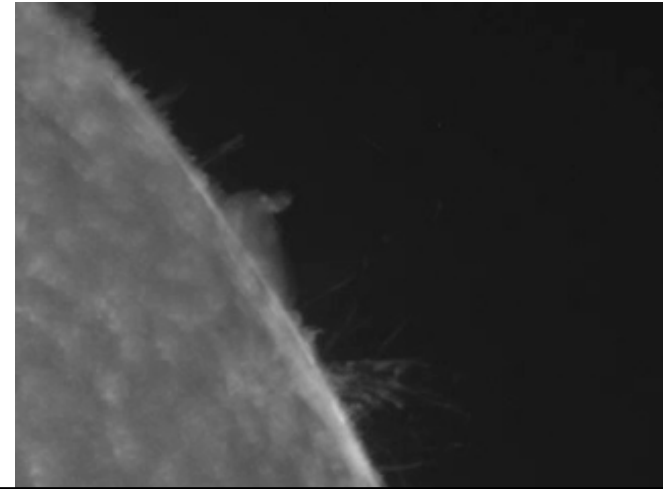


მზის ამოფრქვევები (flares)

დამაგნიტებული პლაზმის “აფეთქებები” მზის ლაქების მახლობლობაში – Flare (გაელვება)

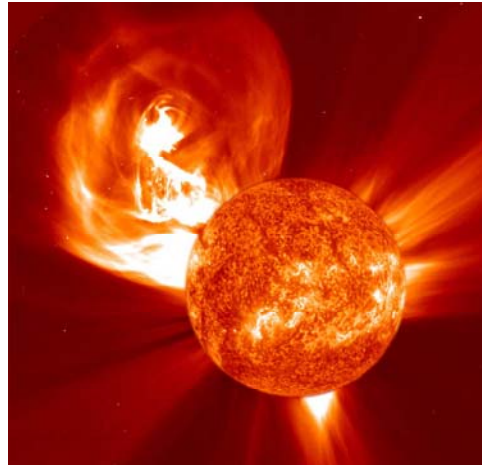


მზის ამოფრქვევები

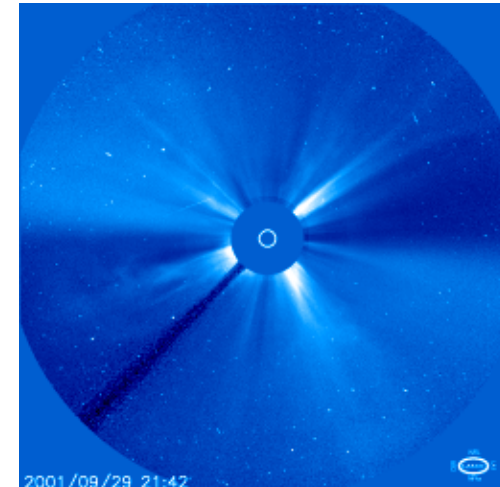


კორონალური მასის ამოფრქვევა (CME)

მზის პლაზმის ამოფრქვევები რომლებიც მოწყდებიან მზის მიზიდულობას და ვრცელდებიან ღია კოსმოსში (მზის სისტემაში)



კორონალური მასის ამოფრქვევა



2001/09/29 21:42



მზის ქარი

დამუხტული ნაწილაკების (მსუბუქი იონების)
მიმართული ნაკადი “ჩაყინული” მაგნიტური ველები

~ 50 ასტრონომიული ერთეული

- კომეტის კუდები;
- კოსმოსურ ხომალდებზე ზემოქმედება;

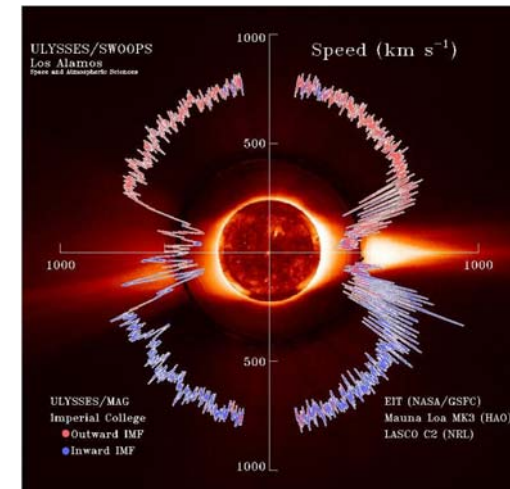
მზის ქარის იალქანი (თეორიული კონცეფცია)

მზის ქარი

“სწრაფი” და
“ნელი” მზის
ქარი

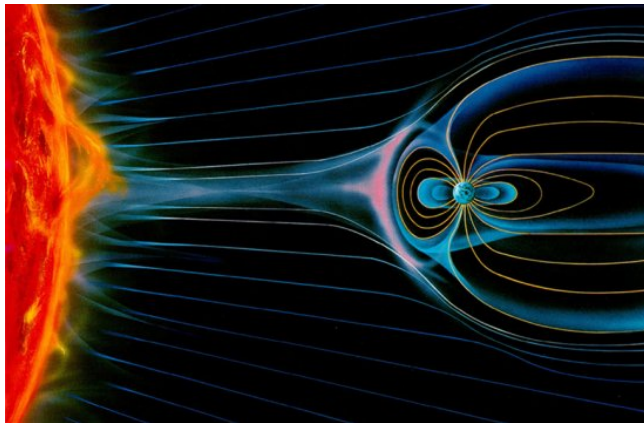
სწრაფი ქარი
პოლარული
უბნებიდან

ნელი ქარი
ეკვატორიული
უბნებიდან



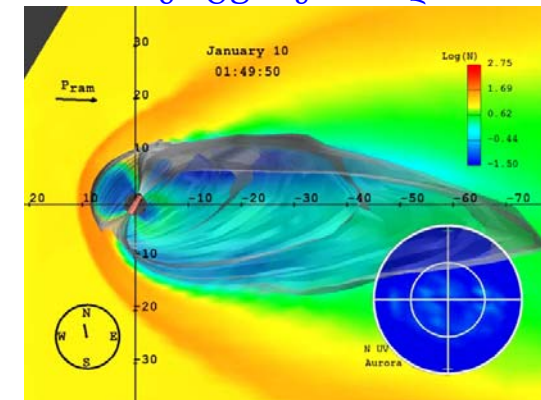
მზის ქარი

ზემოქმედება დედამიწის მაგნიტოსფეროზე



კორონალური მასის ამოფრქვევა (CME)

ურთიერთქმედება დედამიწის მაგნიტურ ველთან:
მაგნიტური ქარიშხალი



მაგნიტური ველი

მზის ლაქები:

მაგნიტური ანომალიები მზის ოპტიკურ ზედაპირზე

მზის მაგნიტური ველი:

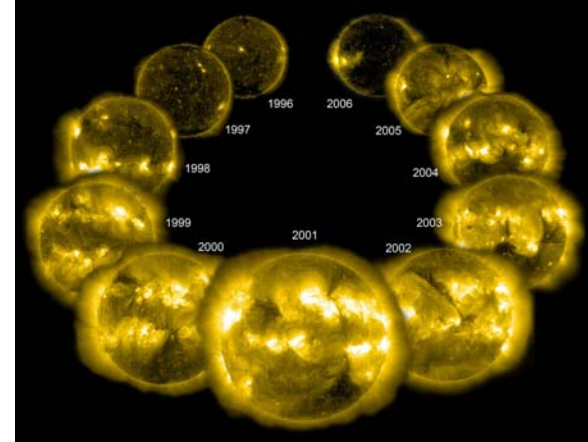
- მცირე მასშტაბოვანი ქაოსური კომპონენტები
- დიდმასშტაბოვანი რეგულარული კომპონენტი

დიპოლური ველი: მაგნიტური პოლუსები

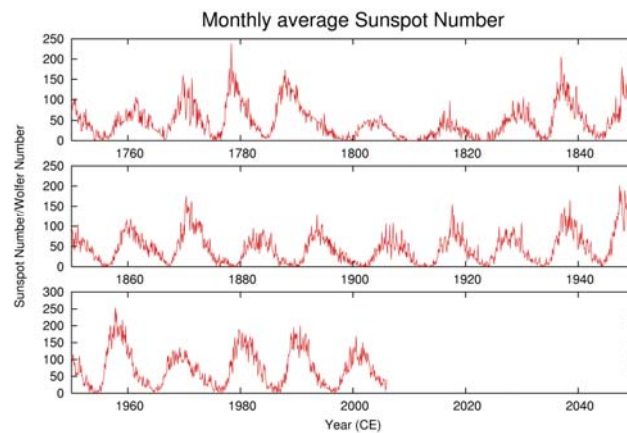
პერიოდულობა: 22 წელი

მაგნიტური ველი

მზის ლაქების ცვალებადობა: 22 წლიანი ციკლი



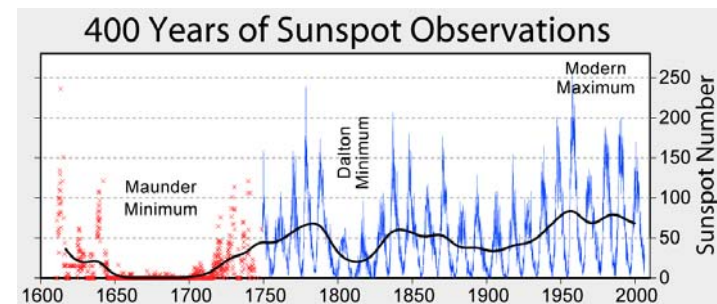
მაგნიტური ველი



მაუნდერის მინიმუმი

მაგნიტური ციკლის “ჩავარდნა”

მზის მაგნიტური დინამო მექანიზმის პრობლემა



ჰელიოსეისმოლოგია

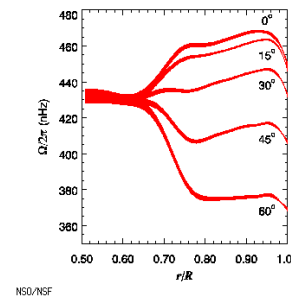
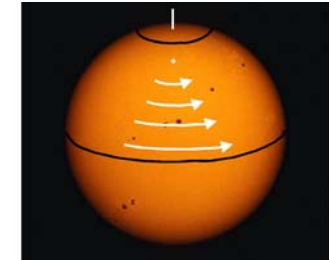
მზის ზედაპირის სეისმოლოგია

წნევის ტალღების / ვიბრაციის
დაკვირვება გვაძლევს
იმფორმაციას მზის შიდა
აგებულებაზე



დიფერენციალური ბრუნვა

ზედაპირის
დიფერენციალური
ბრუნვა

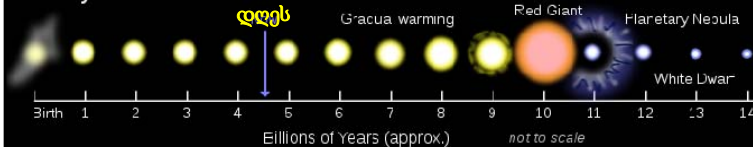


სიღრმისეული ფენების
დიფერენციალური
ბრუნვა

მზის ევოლუცია

მზე იმყოფება ევოლუციის სტაბილურ (შუა) ეტაპზე

Life Cycle of the Sun



სიცოცხლის ბოლოს მზე გაფართოვდება
1AU-ზე მეტ რადიუსზე ☹
ევოლუციის ბოლო ეტაპი: თეთრი ჯუჯა

მზე და სამყარო

შეფასებები

მზის ასაკი: ~4.5 მილიარდი წელიწადი

სამყაროს ასაკი: ~12 მილიარდი წელიწადი

პირველი თაობა: ჩვენს სამყაროში პირველად
ანთებული ვარსკვლავები (წყალბადის გიგანტები)

მეორე თაობა: პირველი თაობის დაღუპვის შემდეგ
გაჩენილი ვარსკვლავები;

მზე: “მესამე თაობის ვარსკვლავი”

www.tevza.org/home/course/universe2011

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

ქვეთავები 11. 1,2,3.