



სამყაროს ევოლუცია

ლექცია 4

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

მზე

დედამიწის უახლოესი ვარსკვლავი
დედამიწაზე სიცოცხლის არსებობისა და
ენერჯის ძირითადი წყარო



(helios)–მზე

ადამიანის სწრაფვა მზის
შემეცნებისაკენ

ბერძნული მითოლოგია:
იკარუსი

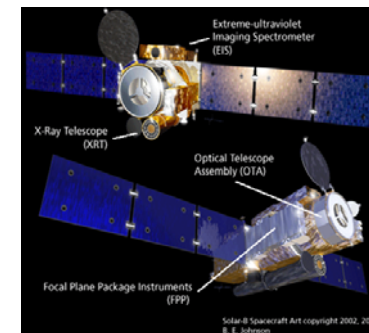
წინა ლექციაში

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

დაკვირვებები

თანამედროვე სატელიტური დაკვირვებები

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

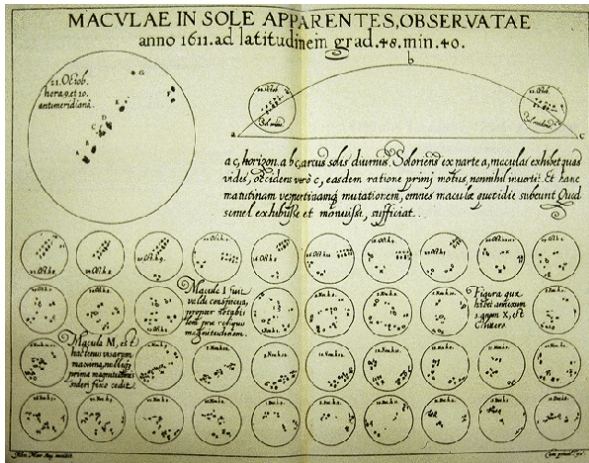


HINODE

დაკვირვებები

მზის
ლაქები

გალილეი
(1611)

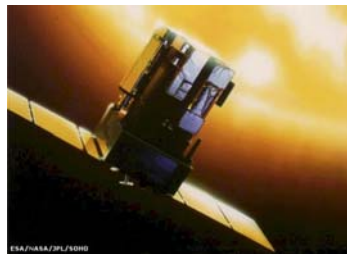


დაკვირვებები

მზის ზედაპირის სეისმოლოგია:
ჰელიოსეისმოლოგია

მზის შიდა აგებულების შესწავლა

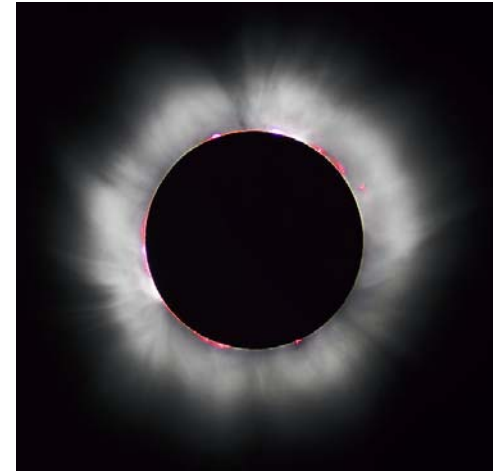
Solar and
Heliospheric
Observatory



დაკვირვებები

მზის სრული
დაბნელება:

თვალით
ხილვადი
მზის
კორონა



ფიზიკური თვისებები

მანძილი დედამიწამდე: **150 10⁶ კმ (1AU)**
(8.3 სინათლის წუთი)

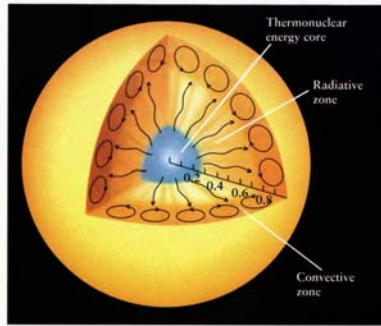
დიამეტრი: **109** დედამიწის დიამეტრი
მასა: **333 000** დედამიწის მასა

ბრუნვის პერიოდი: **25.38 დღე**
შემაღგენლობა: **წყალბადი (73%)**
ჰელიუმი (24.8%)
ჟანგბადი (0.77%) + ...

მზის სტრუქტურა

თერმობირთვული ენერჯის წყარო ვარსკვლავის ცენტრში: ენერჯის გადატანა ცენტრიდან გარეთ

- ბირთვი
- რადიაციული ზონა
- კონვექციური ზონა
- ატმოსფერო



რადიაციული ზონა

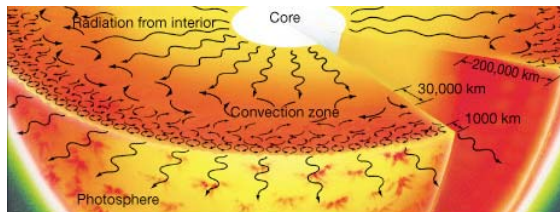
ენერჯის გადატანა

გამოსხივებით: 0.25–0.7 მზის რადიუსი

სიმკვრივე: 20 000 – 200 კგ/მ³

ტემპერატურა: 7 10⁶ – 2 10⁶ K

მზის მაგნიტური ველის გენერაცია;



ბირთვი

ცენტრალური ნაწილი: 0-0.25 მზის რადიუსი

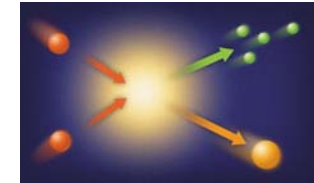
სიმკვრივე: ~150 000 კგ/მ³

ტემპერატურა ~13 600 000 K

თერმობირთვული რეაქციები

პროტონ-პროტონული (p-p) ჯაჭვი;

წყალბადის ბირთვების შეერთება და ჰელიუმის სინთეზი



კონვექციური ზონა

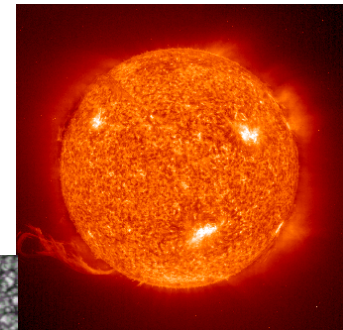
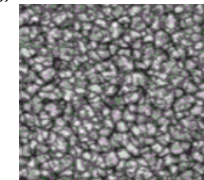
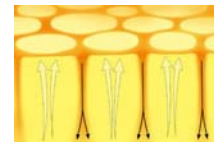
ენერჯის გადატანა: სითბური კონვექცია (ანალოგი: წყლის დუღილი)

სიმკვრივე <200 კგ/მ³

ტემპერატურა 5 700 K

მზის ზედაპირის

“გრანულაცია”



ატმოსფერო

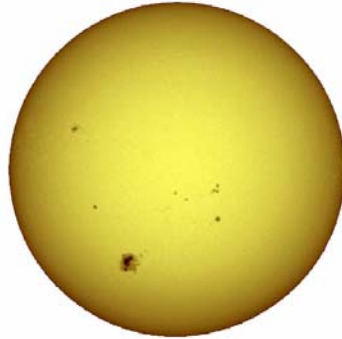
– ფოტოსფერო:

მზის ხილული (ოპტიკური) ზედაპირი.

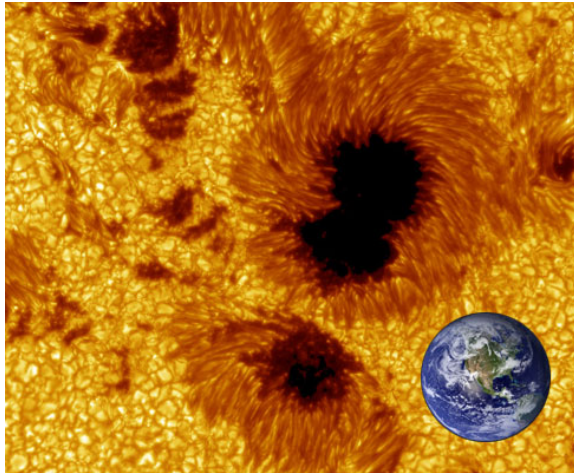
შავი სხეულის
გამოსხივების მოდელი:
~5,500 °C

(ეფექტური ტემპერატურა)

- ქრომოსფერო
- კორონა

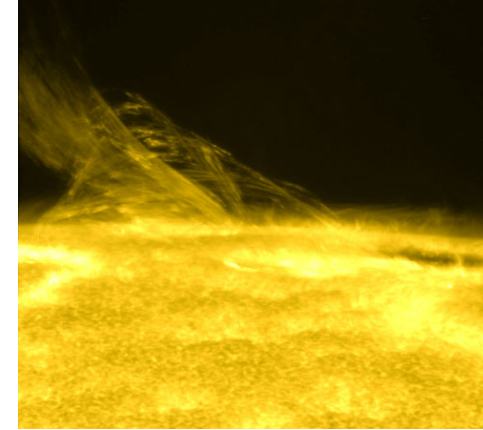


მზის ლაქა



ატმოსფერო

ფოტოსფერო

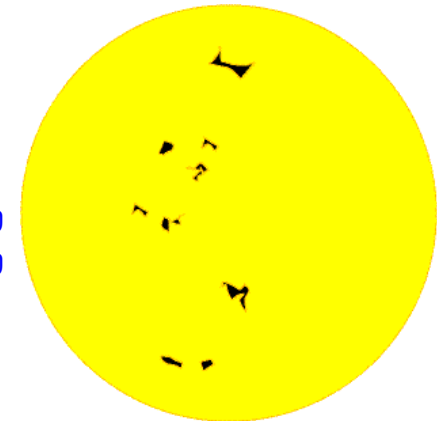


მზის ზედაპირის ბრუნვა

მზის ზედაპირის
ხილული ბრუნვა

ბრუნვის პერიოდი

ეკვატორთან: 25 დღე
პოლუსებთან: 34 დღე

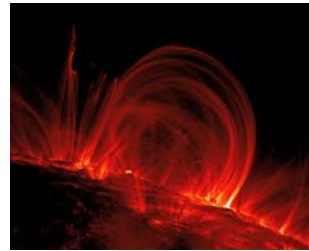
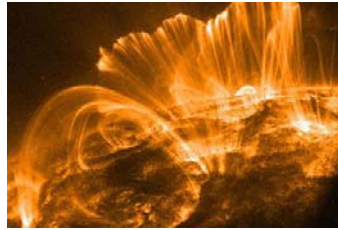


ქრომოსფერო

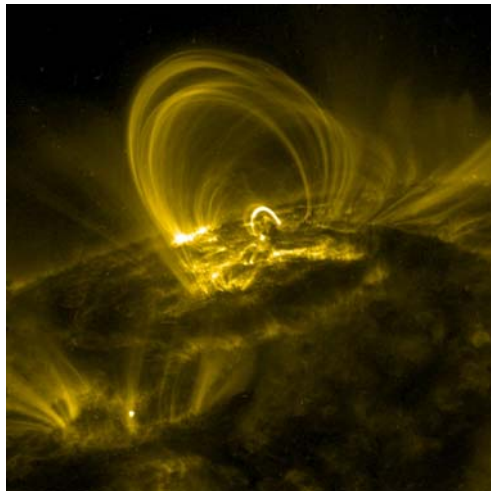
მაგნიტური სტრუქტურები

მაგნიტური “თაღები”
“მარყუქები”

სწრაფი
ცვალებადობა



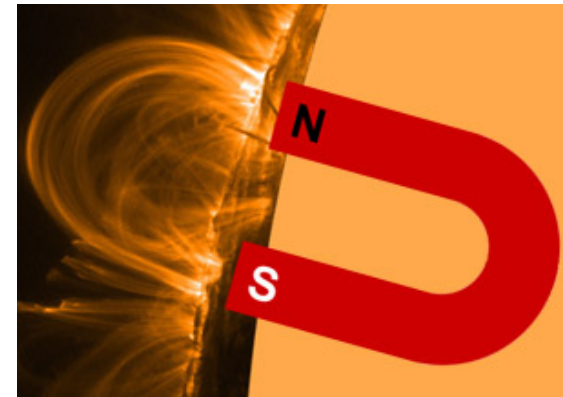
მაგნიტური ველი



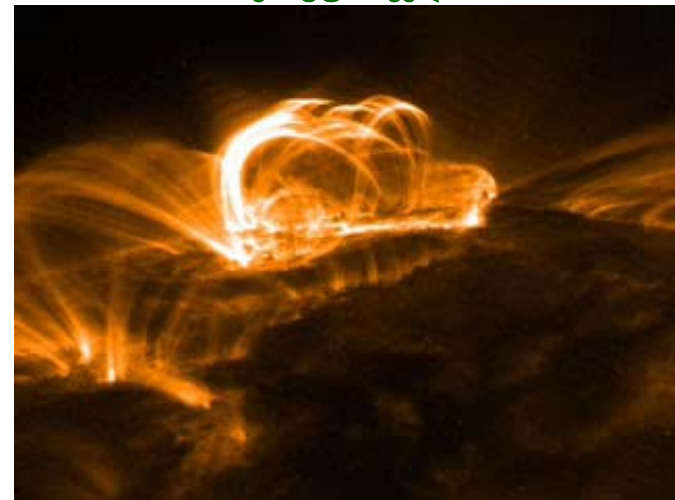
მაგნიტური ველი

მაგნიტური
თაღები

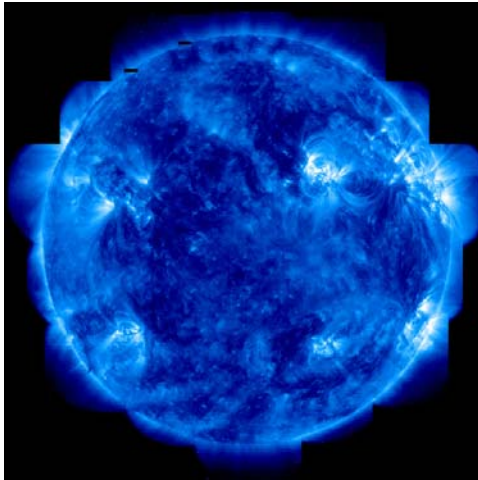
ლოკალური
მაგნიტური
პოლუსები



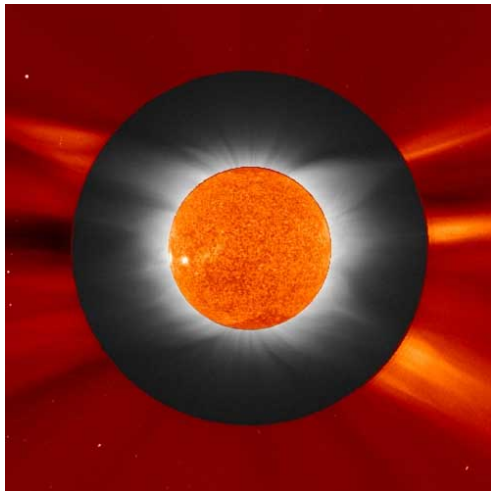
მაგნიტური ველი



ქრომოსფერო



მზის გვირგვინი (კორონა)



მზის გვირგვინი (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)

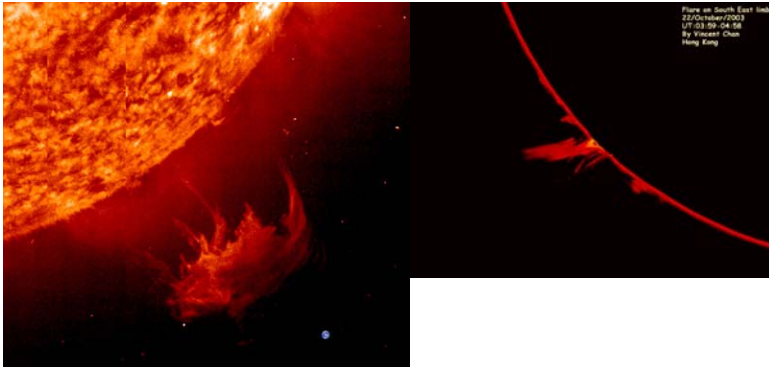
მზის გვირგვინი (კორონა)

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

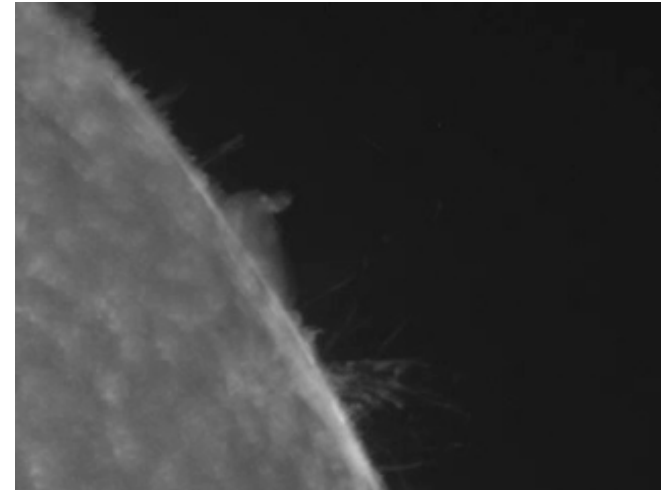


მზის ამოფრქვევები (flares)

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

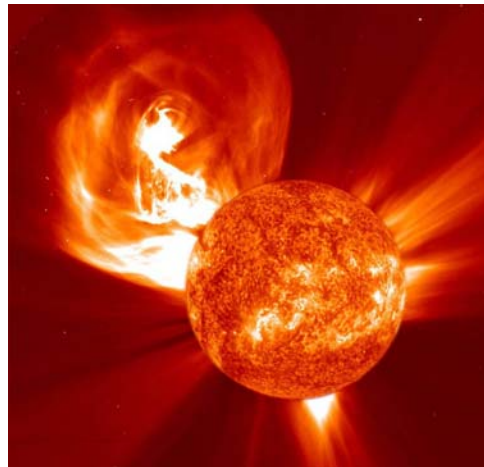


მზის ამოფრქვევები

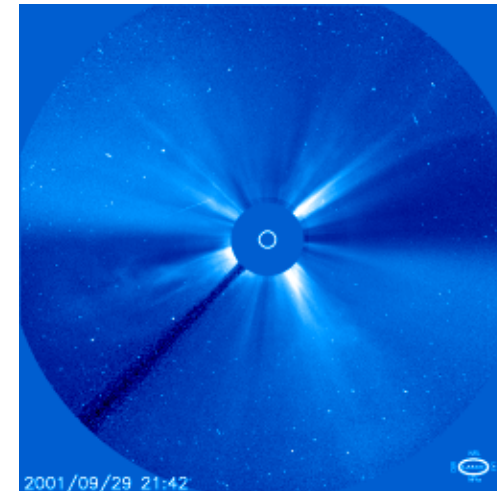


კორონალური მასის ამოფრქვევა (CME)

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



კორონალური მასის ამოფრქვევა



მზის ქარი

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

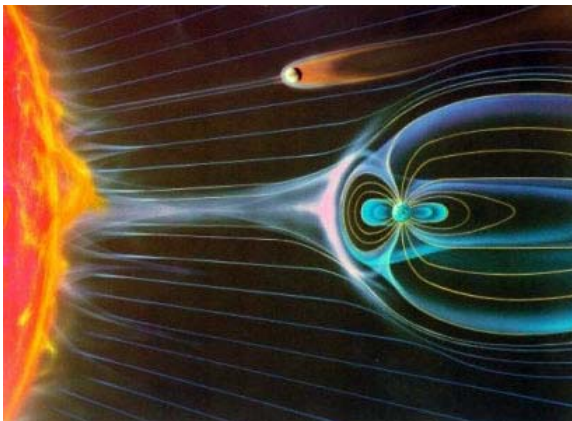
~ 50 ასტრონომიული ერთეული

- კომეტის კუდები;
- კოსმოსურ ხომალდებზე ზემოქმედება;

მზის ქარის იალქანი (თეორიული კონცეფცია)

მზის ქარი

ზემოქმედება დედამიწის მაგნიტოსფეროზე

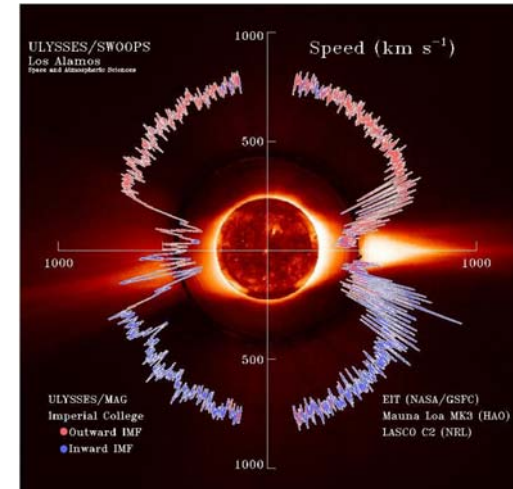


მზის ქარი

“სწრაფი” და “ნელი” მზის ქარი

სწრაფი ქარი პოლარული უბნებიდან

ნელი ქარი ეკვატორიული უბნებიდან



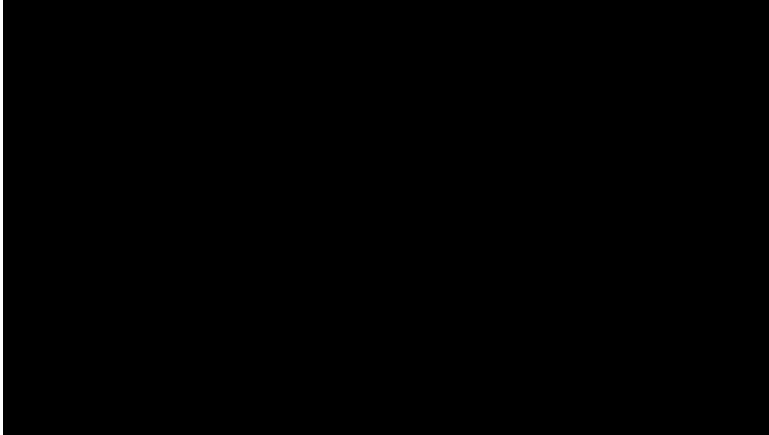
მზის ქარი

ავრორალური ნათება (პოლარული ციალი)

მზის ქარის დამუხტული ნაწილაკები დედამიწის მაგნიტურ პოლუსებთან ახლოს აღწევენ ატმოსფეროში და იწვევენ ნათებას

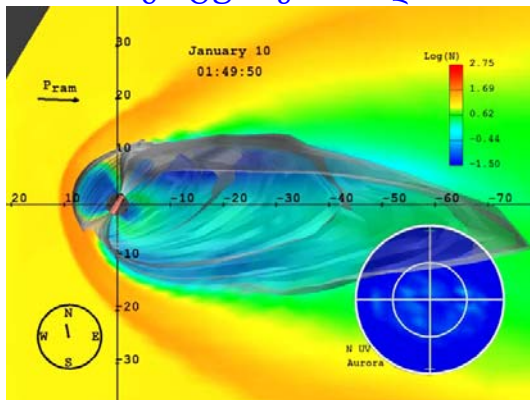


ჩრდილოეთ პოლარული ნათება (aurora borealis)



კორონალური მასის ამოფრქვევა (CME)

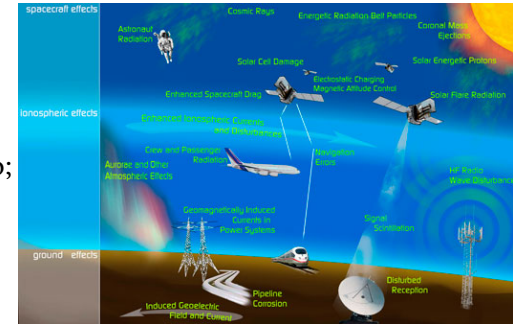
ურთიერთქმედება დედამიწის მაგნიტურ ველთან:
მაგნიტური ქარიშხალი



კოსმოსური ამინდი

მზის ქარის და კორონალური მასის ამოფრქვევების ეფექტი დედამიწაზე. ზემოქმედება:

- სატელიტებზე;
- ნავიგაციის სისტემები;
- რადიოკავშირი;
- ელექტრო და ნავთობსადენები;
- მგზავრების დასხივება;



მაგნიტური ველი

მზის ლაქები:

მაგნიტური ანომალიები მზის ოპტიკურ ზედაპირზე

მზის მაგნიტური ველი:

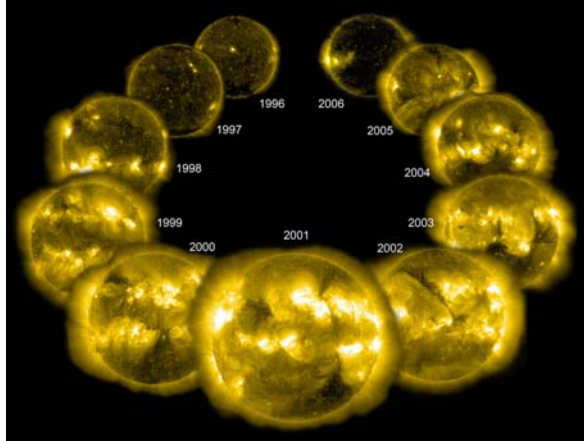
- მცირე მასშტაბოვანი ქაოსური კომპონენტები;
- დიდმასშტაბოვანი რეგულარული კომპონენტი;

დიპოლური ველი: მაგნიტური პოლუსები

პერიოდულობა: 22 წელი

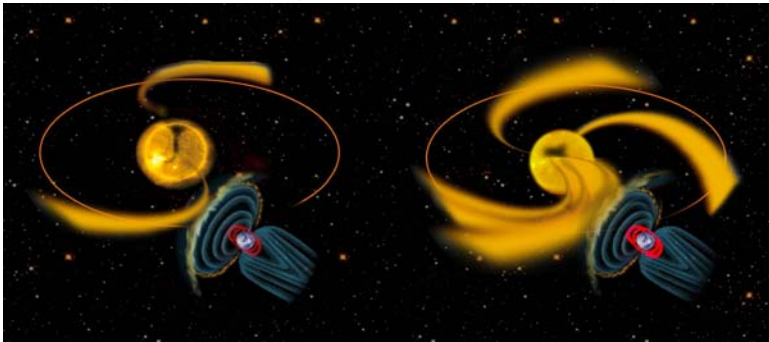
მზის მაგნიტური ციკლი

მზის ლაქების ცვალებადობა: 22 წლიანი ციკლი

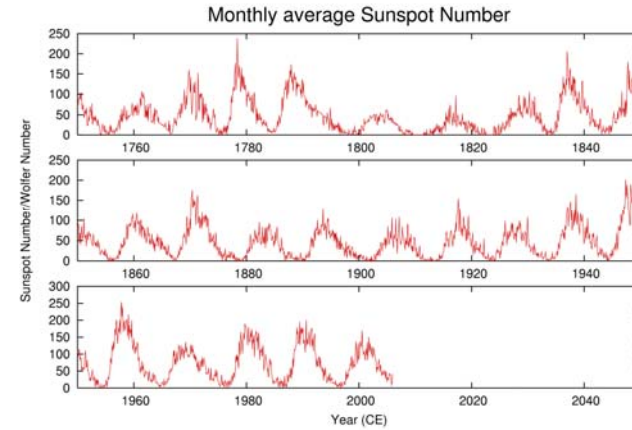


მზის ციკლის ზემოქმედება დედამიწაზე

მზის აქტივობის მაქსიმუმში მზის ზედაპირზე მატულობს ლაქების რიცხვი, საიდანაც ხშირად გამოიყოფიან გავარვარებული პლაზმა. მაქსიმუმის დროს დედამიწაზე უფრო ხშირად დაიკვირვება ძლიერი მაგნიტური ქარიშხლები.



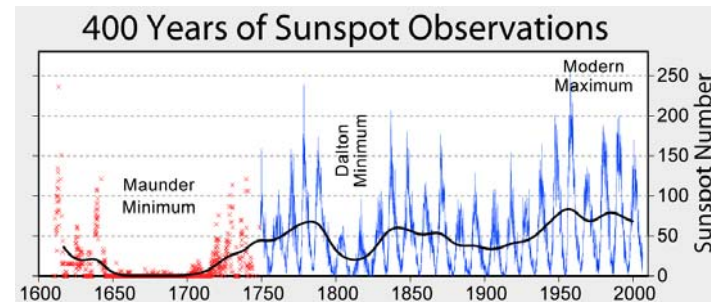
მზის მაგნიტური ციკლი



მაუნდერის მინიმუმი

მაგნიტური ციკლის “ჩავარდნა” (1650–1700)

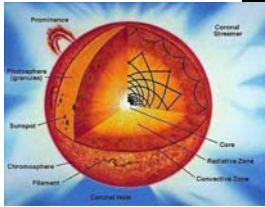
მზის მაგნიტური დინამო მექანიზმის პრობლემა



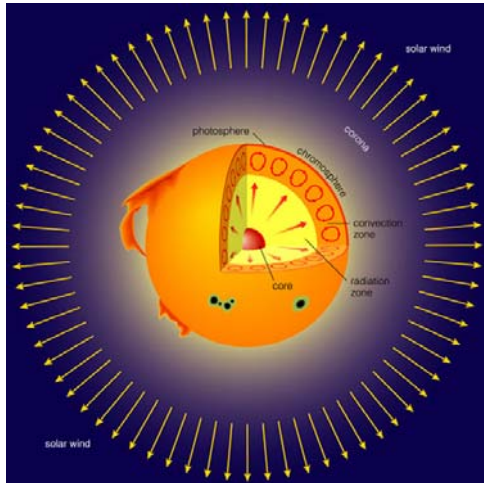
ჰელიოსეისმოლოგია

მზის ზედაპირის სეისმოლოგია

წნევის ტალღების / ვიბრაციის დაკვირვება გვაძლევს იმფორმაციას მზის შიდა აგებულებაზე

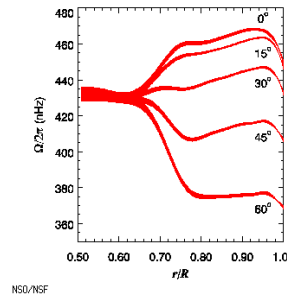
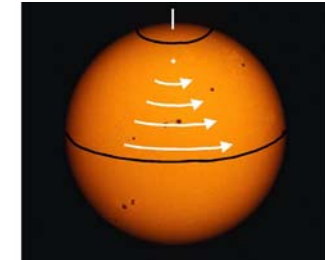


მზის სტრუქტურა



დიფერენციალური ბრუნვა

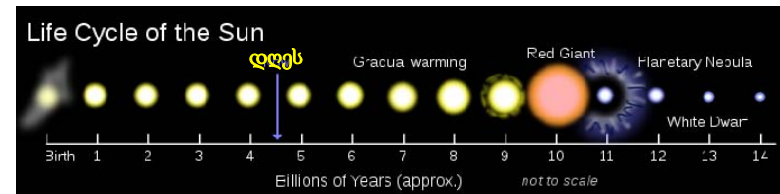
ზედაპირის დიფერენციალური ბრუნვა



სიღრმისეული ფენების დიფერენციალური ბრუნვა

მზის ევოლუცია

მზე იმყოფება ევოლუციის სტაბილურ (მზა) ეტაპზე



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/universe2012

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

ქვეთავები 11. 1,2,3.