

A close-up, high-resolution image of the Sun's surface. The foreground is dominated by bright orange and yellow granulation, showing the turbulent convection of solar plasma. In the background, a darker, reddish-orange region indicates a solar flare or active region. The overall color palette ranges from bright yellow-orange to deep red and black.

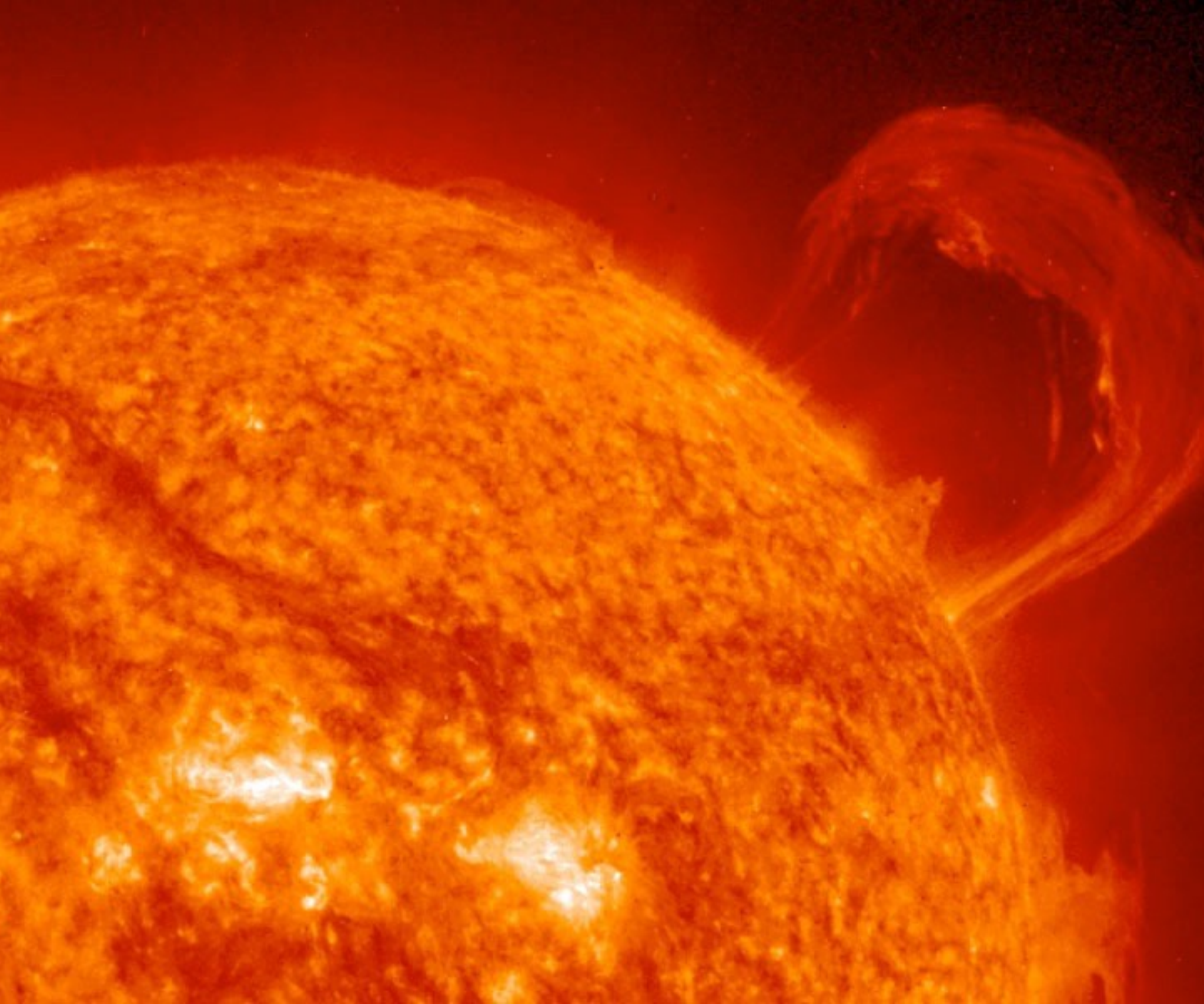
LABORATORIO DI ASTRONOMIA SOLARE

1

LABORATORIO DI ASTRONOMIA SOLARE



Buongiorno ragazzi...
Questo è un piccolo
laboratorio di astronomia
solare. Seguite le lezioni del
prof. Max e dei suoi più assidui
studenti: Cris, Leo e Ale.



IL GIORNO SOLARE



In questa lezione impareremo come determinare il periodo di rotazione del Sole. In altri termini, calcoleremo la durata del giorno sul Sole. Le considerazioni che faremo saranno approssimate in quanto la nostra stella, come tutte le altre, è costituita da materia gassosa che ruota a differenti velocità. Questo comporta velocità diverse al variare della distanza dall'equatore solare.



Buongiorno ragazzi...
Eccoci di nuovo insieme per
un'altra lezione di astronomia
solare.

Buongiorno
professore!!



Oggi
impareremo a
determinare la durata
media del giorno solare.



giorno
solare?



mmh... forse è il
tempo che impiega il
Sole a compiere una
rotazione attorno al
proprio asse



mi
sa che hai ragione
Cris!



Cris
ha proprio
ragione.
Possiamo
considerare
il giorno
medio come
il tempo
impiegato
dalla nostra
stella per
compiere
una
rotazione
completa
attorno al
proprio
asse.



1-0
per me!!



Ale stai
attento che
sicuramente ci sarà
della matematica in
questa lezione...





dici???

I primi studi circa la misura della velocità di rotazione solare furono eseguiti da Galileo Galilei. Leo ti ricordi chi è Galileo Galilei?



Certo prof. Grandissimo scienziato nato a Pisa, il 15 febbraio 1564 e morto ad Arcetri, l'8 gennaio 1642 è stato un fisico, astronomo, filosofo e matematico italiano, considerato il padre della scienza moderna.

E' stato autore di importanti contributi sulla dinamica dei corpi; fece capire alla scienza l'importanza del cannocchiale e, grazie al suo utilizzo, scoprì i crateri lunari, i satelliti micenei di Giove e contribuì in modo decisivo allo sviluppo della teoria eliocentrica proposta inizialmente da Copernico.



bla bla
bla bla... questo
conosce tutto
dell'astronomia...

In campo
fisico introdusse una
nuova modalità di fare
scienza nota come
metodo sperimentale.
Fu anche...



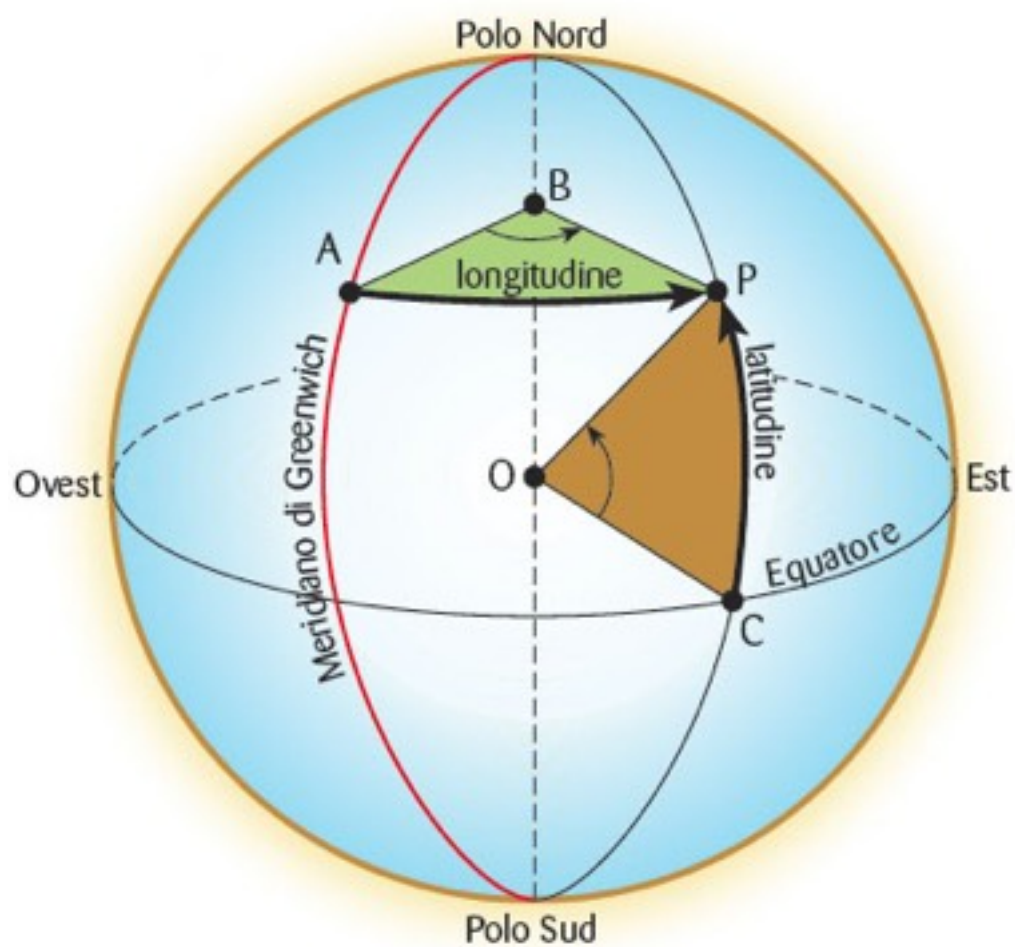


ok ok
Leo.
Bravissimo.
Ma torniamo
al giorno
solare

Lo studio della
rotazione del Sole non è
semplice per diversi motivi.
La rotazione di un corpo
gassoso come il Sole, infatti, è
complessa in quanto è difficile
trovare i punti di riferimento,
necessari per misurare il tempo
occorrente a compiere una
rotazione completa.



La
latitudine celeste è
la coordinata pari
all'altezza del polo
celeste
sull'orizzonte.
La latitudine
terrestre è l'arco di
meridiano compreso
fra il punto
dell'osservatore e il
piede del meridiano
considerato. Tale
angolo viene
misurato in gradi e
può assumere valori
nell'intervallo da 0
a 90° N e da 0 a 90°
S.



Cosa
significa
professore?



...significa che
all'equatore il gas ruota ad
una certa velocità mentre
ai poli ad un'altra ...



giusto Leo. Ma il gas
che compone il Sole, ruota
più velocemente
all'equatore oppure ai poli?



Ottimo Leo.
Giusto Ale.



Per capire come e con
quale velocità ruota il
Sole, abbiamo bisogno
di trovare un
riferimento sul disco
solare. Cosa potremmo
usare?

mmh...



qualche
segno sul Sole
prof.

si. ma quale?



Le macchie
solari!!!





giusto Cris. Proprio
le macchie solari.

Ricordate cosa sono le
macchie solari?

Certo. Sono
zone scure che
appaiono sul
disco solare

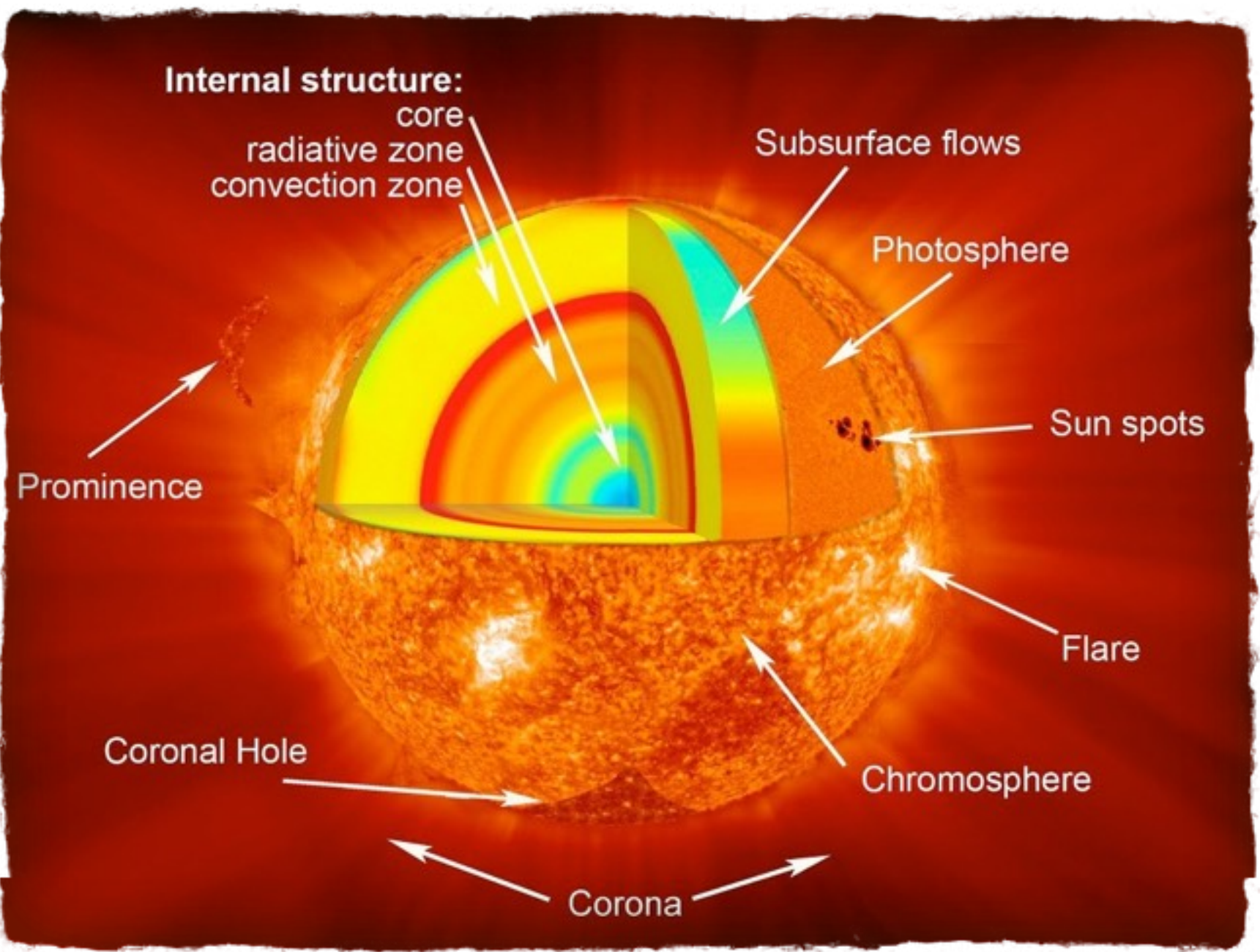


sono scure
perché hanno una
temperatura inferiore
rispetto alla fotosfera.

esatto...



Una macchia solare è una
regione della superficie del Sole
(la fotosfera) che possiede una
temperatura minore e una forte
attività magnetica. Anche se in realtà
le macchie solari sono estremamente
luminose, visto che hanno una
temperatura di circa 4000 kelvin, il
contrasto con la fotosfera che si
trova ad una temperatura di 6000
kelvin, le rende visibili come
macchie scure.





Possiamo immaginare la struttura interna del Sole come una serie di involucri concentrici. Le parti del Sole, dall'interno verso l'esterno, sono:

- il nucleo;
- la zona radioattiva;
- la zona di convergenza;
- la fotosfera;
- la cromosfera;
- la corona.



questo schema va copiato bene...



bello schema professore!!



Il nucleo è la parte più interna del Sole; il suo nocciolo. Il nucleo è per noi invisibile. Al suo interno la pressione è elevatissima, arriva a miliardi di atmosfere e la temperatura raggiunge i 20 milioni di gradi.



fallo bene Leo che poi lo copio...



Nella zona radiativa il calore prodotto all'interno del nucleo viene trasmesso all'esterno per irraggiamento poiché qui la pressione e la densità sono ancora talmente elevate da non permettere il movimento di masse fluide.



...accidenti...



La zona di convergenza è detta anche zona di convezione. Qui la pressione e la densità sono abbastanza basse, tali da permettere dei movimenti di materia che portano fino in superficie il calore creato all'interno del nucleo.

come i moti convettivi che permettono di trasmettere il calore tra i fluidi.



La parola cromosfera significa sfera colorata. Questo strato del globo solare si estende per circa 15.000 km. Essa è composta da idrogeno ed elio. Nella cromosfera si realizzano delle enormi eruzioni di gas luminosi dette protuberanze, alte anche più di mezzo milione di km, e visibili solamente

Il termine fotosfera significa sfera di luce. La fotosfera è l'involucro che racchiude il nucleo. Essa non è altro che la superficie del Sole ed è composta da materia fluida ed incandescente. La fotosfera ha una superficie disomogenea nella quale si trovano le facole e le macchie solari.



da qui partono le protuberanze solari... le ho viste una volta al circolo astrofili. Bellissime.



Verissimo Cris. Ci siamo divertiti tantissimo quella mattina...





ci
torniamo
prof.?

certo
Ale. Ci
torniamo anche
quest'anno.



fantastico!!!



La corona è la parte più esterna dell'atmosfera solare. Essa ha uno spessore di circa 300.000 km. Si presenta come una fascia bianchissima. In genere, non è visibile a causa della luce emessa dagli strati più interni dell'atmosfera solare. La corona solare è visibile solamente nelle eclissi totali di Sole o con un apposito telescopio detto coronografo.

Capito
come è fatto il
nostro sole
possiamo
tornare allo
studio della sua
rotazione.



Avevamo
detto che
dobbiamo
studiare come si
"muovono" le
macchie solari
presenti sulla
fotosfera.

Studiando il
cambiamento di posizione
nel tempo delle macchie
solari è possibile misurare
il periodo di rotazione
del Sole.



periodo...???





si! il periodo è
il tempo impiegato dal
Sole per compiere una
rotazione completa

mmh...



come il
giorno sulla
Terra? 24h?

Per raccogliere i dati riferiti al
cambiamento di posizione di macchie
solari possiamo scaricare le immagini dal
sito <https://www.solarmonitor.org>.
Si tratta di immagini bidimensionali di
una sfera. In esse, il moto circolare delle
macchie risulta proiettato su un
segmento.



ok
chiaro
adesso.


ma dove
troviamo le foto
del Sole?




Essendo le immagini
bidimensionali, il moto
diventa "linearizzato".
Faremo una trattazione
semplificata dell'esperimento
in modo che sia chiaro a
tutti.

Facciamo così
Ale. Studia la
matematica che ci
serve e alla fine ci
spieghi tutto...







grande
Ale. dopo ti
ascoltiamo...





grande
Ale!




ok!
a dopo
raga...




Procediamo in
questo modo ragazzi




... dai
professore che
siamo curiosi




Prendiamo in
considerazione una
macchia solare
presente nel disco
solare circa nella
posizione equatoriale.
Seguiamo questa
macchia per alcuni
giorni catturando due
immagini della stessa.



Visto che il
Sole ruota attorno
al proprio asse la
macchia si
sposterà lungo
l'equatore
solare.



Conoscendo il tempo
trascorso tra le due immagini
e il diametro del Sole possiamo
calcolare in prima
approssimazione il periodo di
rotazione solare.



chiarissima
l'idea professore!!



Seguiamo una
macchia, la
fotografiamo in giorni
diversi e misuriamo la
parte di equatore solare
che ha percorso.

mmh... chiaro ma non
proprio semplicissimo.
Insieme possiamo sicuramente
farcela. Matematicamente si
tratta di applicare una
proporzione



esatto Ale.
Proprio così.



certo Cris.

Oggi è brutto
tempo professore
Usiamo le immagini
ricavate da
internet?



vado subito
a scaricare le
immagini...



andate pure ragazzi
che io mi dedico
all'approfondimento
matematico.



no! vado io



Tu Cris cerca le immagini mentre tu Leo cerca il valore del diametro del Sole. E' un dato che ci serve per determinare il periodo di rotazione solare.



certo professore...



foto scaricate e inserite nella piattaforma scolastica.



diametro del Sole trovato prof.
 $d_{\text{Sole}} = 1391$ milioni di chilometri



e adesso...???

Molto bene ragazzi. Con le due immagini del Sole possiamo calcolare il periodo di rotazione solare.



per prima cosa ricaviamo il tempo trascorso tra le due immagini e lo indichiamo con t . Poi misuriamo, con un righello, la dimensione del diametro solare e lo indichiamo con D .



Fatto questo misuriamo, sempre con un righello, la distanza percorsa dalla macchia sul disco solare e la indichiamo con d .

d_{Sole} = diametro reale del Sole
 D = diametro del Sole misurato sull'immagine

d = distanza tra le due macchie misurata sulle immagini

t = tempo trascorso tra le due immagini



certo... il risultato con quale unità di misura lo indichiamo?

...userei i millimetri per le misure di D e d mentre chilometri per il dato del Sole (d_{Sole})



Una domanda professore: "possiamo ricalcare una delle due immagini e la riportiamo sull'altra?"

giustoooooooo!!!



Ottima idea Cris.



eccomi tornato. A che punto siamo prof.?

siamo alla parte matematica





Una proporzione non è altro che UN'UGUAGLIANZA TRA DUE RAPPORTI, o - per dirla in termini più eleganti - un'uguaglianza di rapporto tra grandezze a due a due omogenee.

Ecco un esempio di proporzione $A : B = C : D$. Il segno $=$ che vedete nel mezzo serve solo a dire che due coppie di numeri (nel nostro caso, indicati dalle lettere A, B e C, D) stanno nello stesso rapporto tra loro.

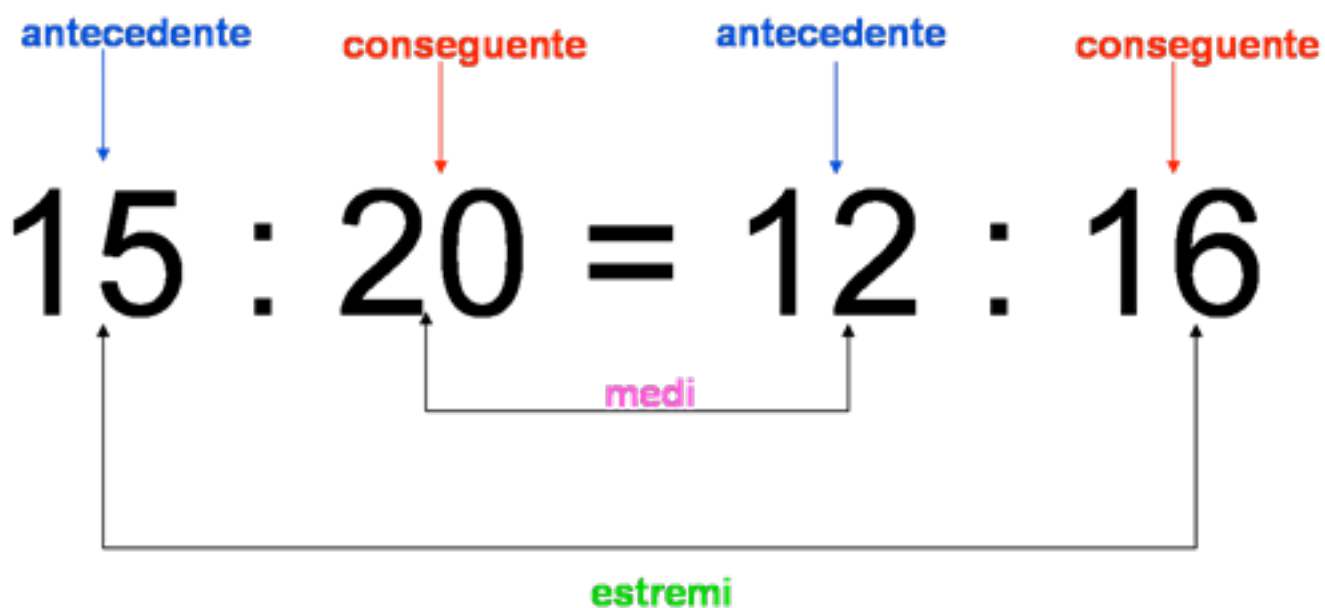
I numeri che vedete nelle proporzioni si chiamano TERMINI e a seconda della loro posizione prendono un nome particolare:

A e C sono i termini antecedenti

B e D sono i conseguenti

A e D sono gli estremi

B e C sono i medi



Con i dati ricavati, possiamo applicare la proporzione e determinare quanti chilometri ha percorso la macchia tra le due immagini

$$d_{\text{Sole}} (\text{km}) : D (\text{mm}) = \text{spazio percorso dalla macchia} (\text{km}) = d (\text{mm})$$

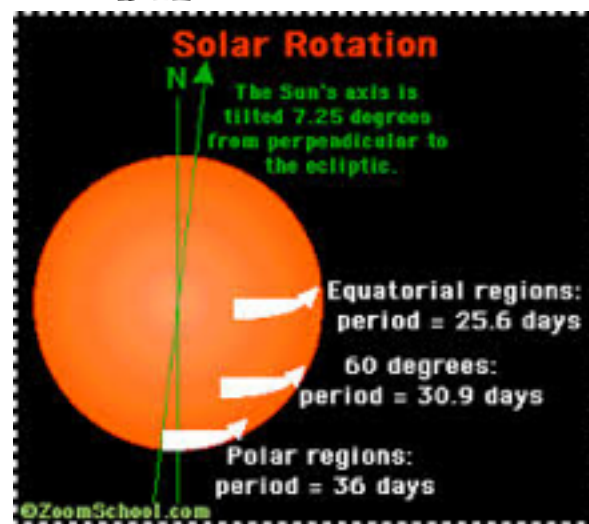


Ora, con il dato ricavato da Ale (spazio percorso dalla macchia) finalmente determinare il periodo di rotazione del Sole.

e come facciamo?



Applichiamo una nuova proporzione!!!



Con i dati ricavati, possiamo applicare la proporzione $t(h) : \text{spazio percorso dalla macchia (km)} = \text{periodo di rotazione} : 3,14 \times d_{\text{Sole}}(\text{km})$.

Il termine $3,14 \times d_{\text{Sole}}(\text{km})$ è la misura della circonferenza equatoriale solare misurata nella scala dell'immagini del Sole.

Riepiloghiamo...

Misuro il diametro del Sole delle immagini e, sapendo qual è il valore reale, posso calcolare a quanti chilometri corrisponde 1mm nelle immagini.



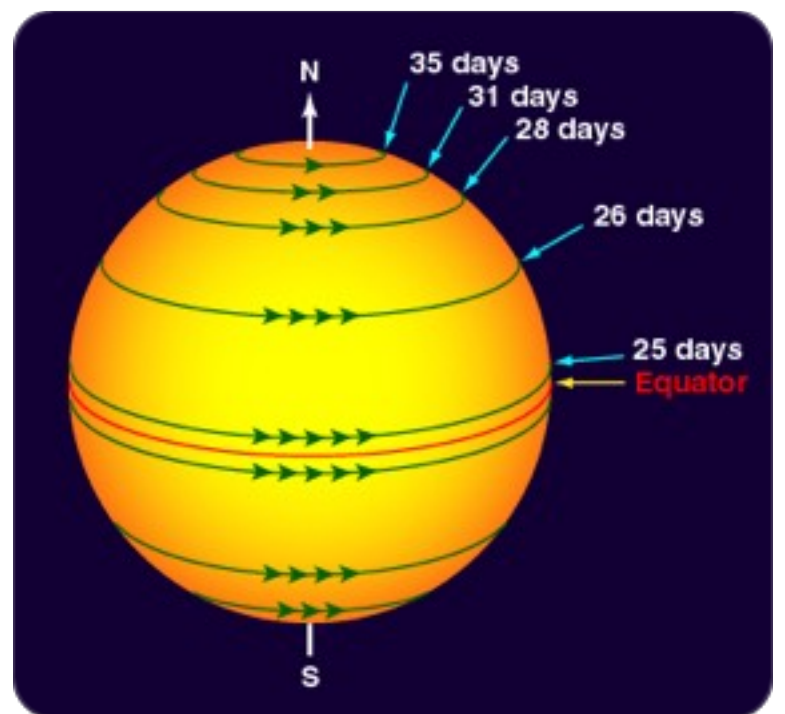


Ricorda

riporta la posizione della macchia visibile sulla seconda immagine (immagine B) nella prima immagine (immagine A) e calcola la loro distanza. Questa rappresenta la distanza percorsa dalla macchia nell'intervallo di tempo considerato.



ora tocca a voi ragazzi. Raccogliete i dati nella tabella e svolgete i calcoli necessari per determinare la rotazione compiuta dal Sole nell'intervallo compreso tra le due immagini.



nome della macchia	tempo trascorso tra le due immagini	distanza in mm tra le due macchie	diametro del Sole misurato sulle immagini



Usa questo spazio per svolgere
i calcoli necessari.



Seguitemi che proviamo assieme a riepilogare, per tappe successive, il percorso sperimentale che devi seguire per determinare il periodo di rotazione del Sole.



Ecco il sito web dove possiamo scaricare le immagini del Sole.

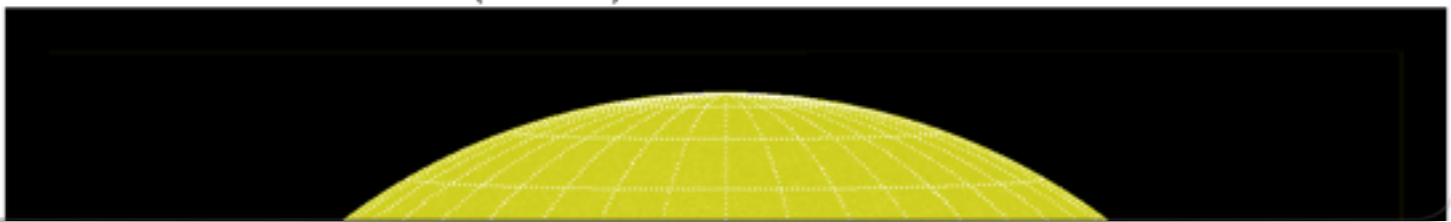


qui puoi vedere data e ora alla quale è stata scattata la fotografia.



SDO HMI (6173 Å) 20-Nov-2016 07:46:33.100

1000



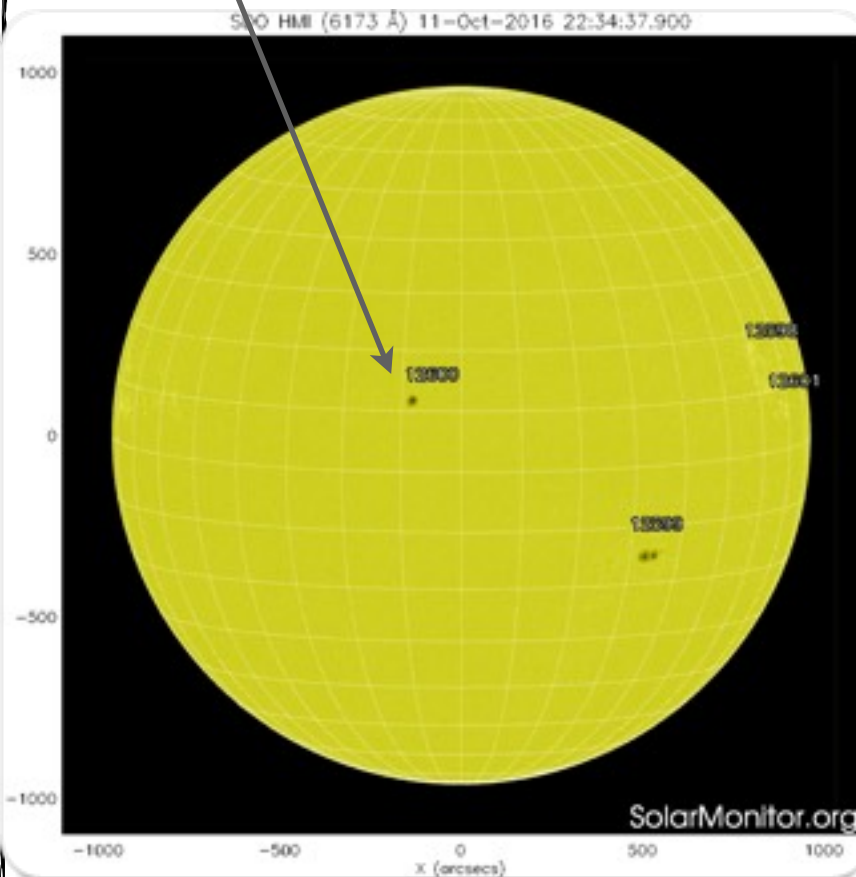
per trovare il tempo basta osservare i dati riportati sulle singole immagini. Potete trovare le immagini del Sole anche su questo sito.



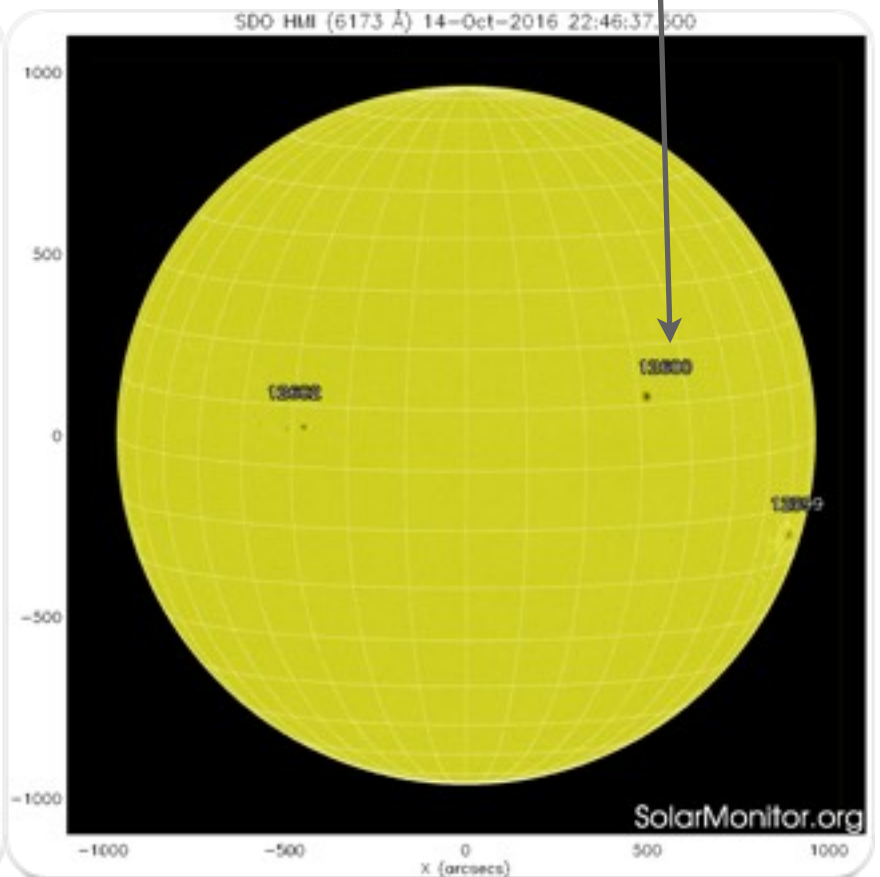
Di seguito ho scaricato due immagini utili per eseguire la misura.



Ecco la
prima
immagine.



Ecco la
seconda
immagine.



Dalle due immagini ricava
il tempo trascorso e la
distanza percorsa dalla
macchia 12600. Poi applica la
proporzione spiegata
precedentemente.
Una volta determinata la porzione
di rotazione avvenuta, applica la
seconda proporzione e determina
il periodo di rotazione del Sole.



Fine
lezione.