

*C.O.D.A.S.
Centro Osservazioni e
Divulgazione Astronomiche
Siracusa*



IL SOLE

alla scoperta della nostra stella

A cura di Sebastiano Leggio



Le Stelle per gli Antichi

COSA E' UNA STELLA ???

**Per gli antichi esistevano diversi
tipi di stelle...**

Le Stelle per gli Antichi

1) Le Stelle Fisse



2) Le Stelle Erranti (Planetes)



Le Stelle per gli Antichi

3) Le Stelle Comete

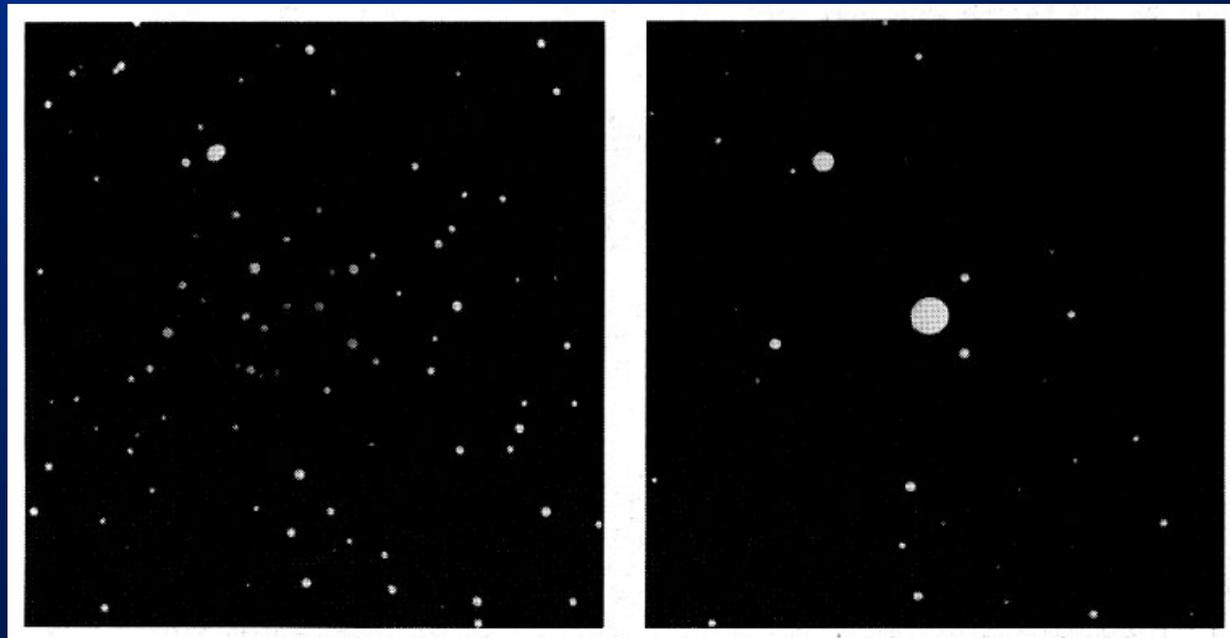


Le Stelle per gli Antichi

4) Le Stelle Cadenti



5) Le Stelle Novae



OGGI:

**Una Stella è un astro in grado di
brillare di luce propria**

Le Stelle per gli Antichi

QUINDI:

- Stelle Erranti** → I Pianeti: Corpi celesti “freddi”
- Stelle Calenti** → Particelle di Polvere Cosmica
- Stelle Comete** → Rocce composte di ghiaccio e gas

Stelle Fisse ←

Stelle Novae → Una particolare fase della vita delle stelle fisse



Il Sole è una Stella

Dal sorgere al tramonto invia luce e calore alla Terra

Permettendo così l'esistenza della vita

Il Sole

**E' l'astro centrale del Sistema Solare
I 9 Pianeti, Asteroidi e Comete gli ruotano intorno**

Caratteristiche Fisiche

IL SOLE



DISTANZA DALLA TERRA

Minima	147.100.000 km
Massima	152.100.000 km
Media	149.600.000 km

DIMENSIONI TIPICHE DI...

Granulazioni	2000 km
Supergranulazioni	30.000 km
Macchie solari	8000 km

ETÀ

4,6 miliardi di anni

TIPO SPETTRALE

G2

TEMPERATURA APPROSSIMATIVA

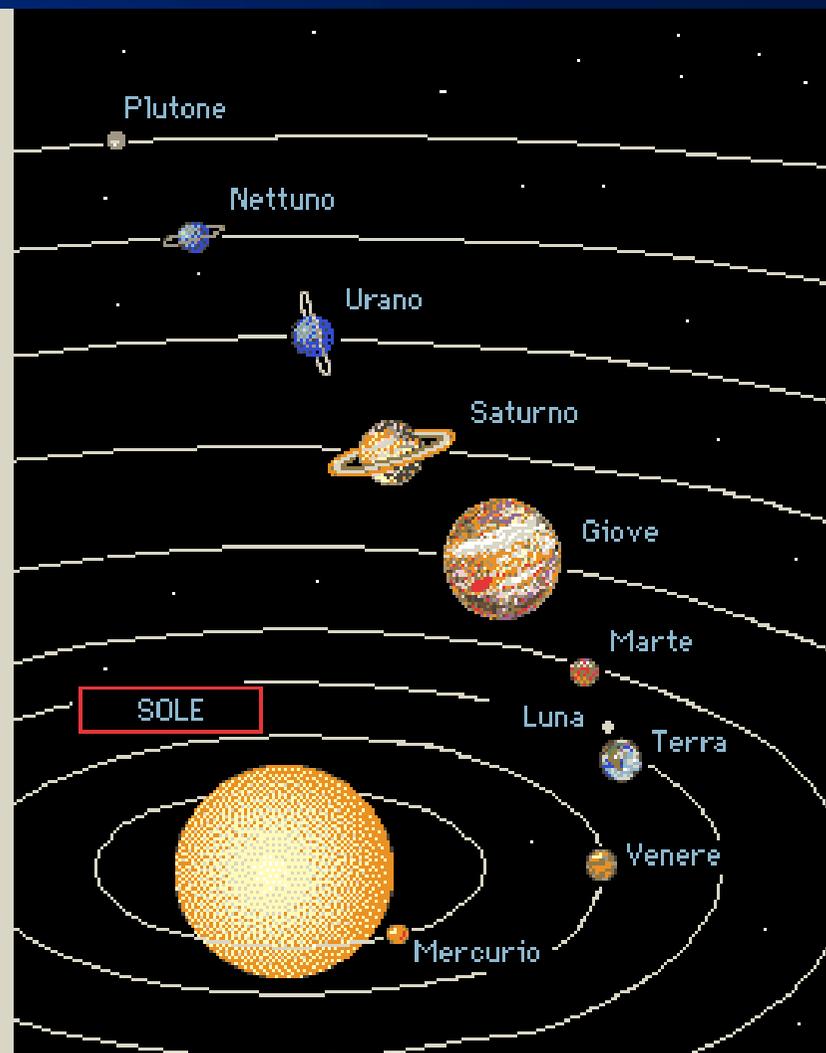
Al centro	15.000.000 K
Alla superficie	5800 K
Macchie solari	3800 K
Corona	1.000.000 K

DIMENSIONI/ENERGIA

Raggio	696.000 km
Emissione di energia	$3,83 \times 10^{33}$ joule/secondo
Massa	$1,99 \times 10^{30}$ kg

COMPOSIZIONE CHIMICA

Idrogeno, elio (con tracce di almeno altri 70 elementi chimici più pesanti).



Il Sole nella galassia

In realtà è soltanto una delle miliardi di stelle che popolano la Via Lattea, la nostra galassia e si trova in una posizione abbastanza periferica

sole



**Il Sole produce una quantità di energia
enorme:**

400.000.000.000.000.000.000.000
di Kilowatt al secondo

**Nel corso dei secoli l'uomo ha cercato di spiegare
l'origine di tutta questa energia...**

**... sempre in base alle ultime scoperte
scientifiche**

L'energia del Sole

**Si è pensato che fosse un'enorme palla di carbone
incandescente...**

**...ma se così fosse si sarebbe già esaurito da un
pezzo**

Si è pensato a delle reazioni chimiche...

**...ma non sarebbe in grado di produrre così tanta
energia**

Il Sole ha una struttura complessa

Emissione radio

Ma tutto inizia nel nucleo

Archi coronali

Emissione radio

Particelle di alta energia

Radiazione X

Radiazione visibile, IR e UV

Fotosfera 6000 K

Convezione turbolenta

Zona convettiva

100.000 K

Buco coronale

Nucleo

Zona radiativa

Reazioni termonucleari

Neutrini

14.000.000 K

Macchia

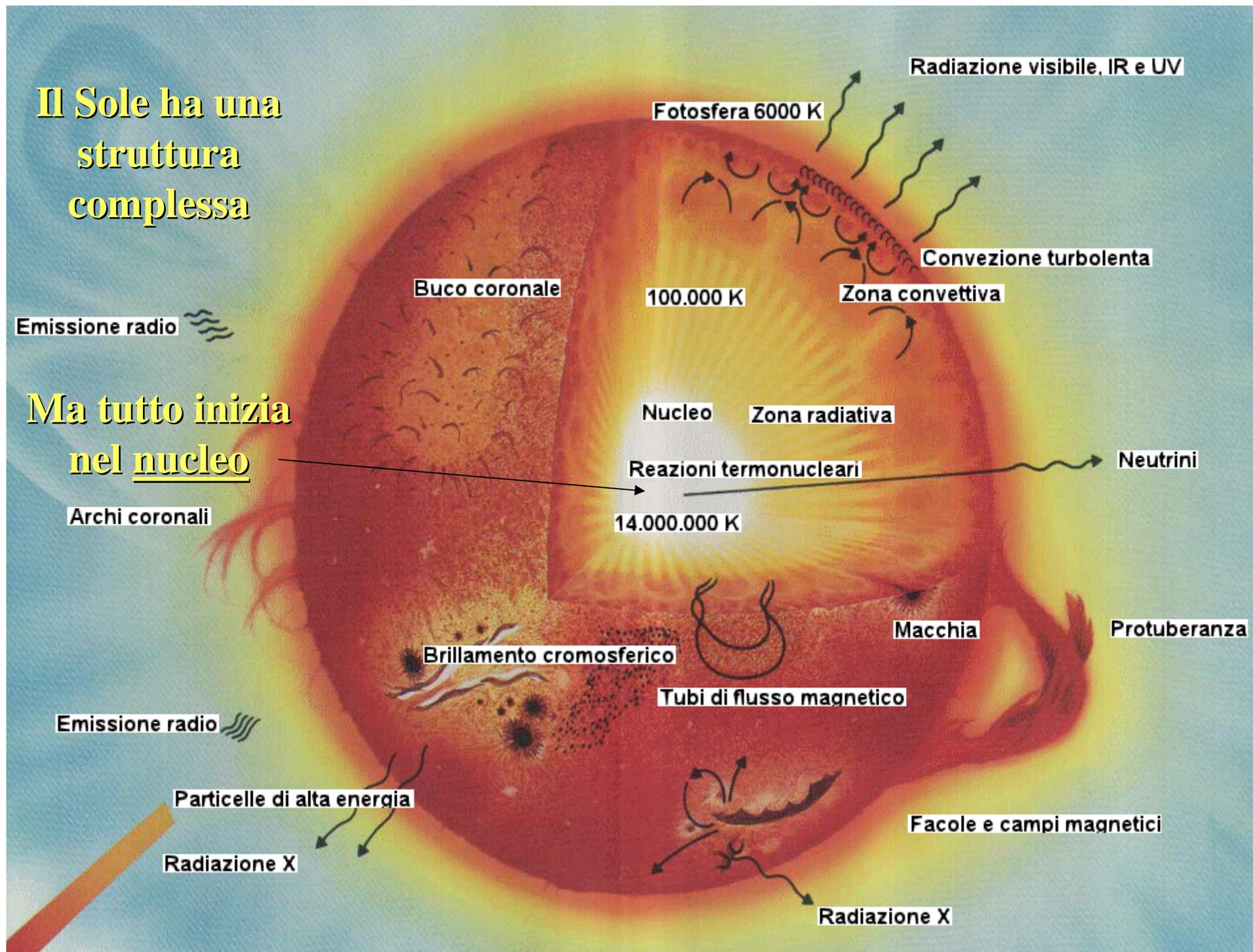
Protuberanza

Brillamento cromosferico

Tubi di flusso magnetico

Facole e campi magnetici

Radiazione X



**Ma facciamo un passo indietro e parliamo
di... chimica**

**Tutto ciò che ci circonda è formato da
combinazioni di elementi chimici**

In natura sono conosciuti poco più di 100 elementi

The image shows a periodic table of elements. The elements are arranged in rows and columns. The following elements are highlighted in yellow: Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, and the lanthanide series (Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu). The elements Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, and Lr are highlighted in red. The elements Fr, Ra, Ac, and the actinide series (Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr) are also highlighted in red.

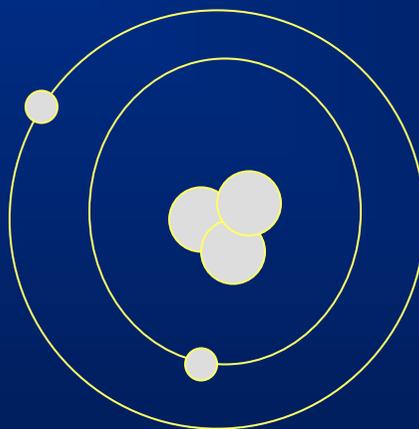
1	2											10	11					
H	He											Ne	Ar					
3	4											12	13	14	15	16	17	18
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	Ar
11	12											13	14	15	16	17	18	19
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	Kr
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
87	88	89																
Fr	Ra	Ac																
		72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	
		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
		90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103			
		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

**L'Idrogeno, il Ferro, il Carbonio sono ad
esempio elementi**

**La più piccola parte intera di un elemento è
detta**

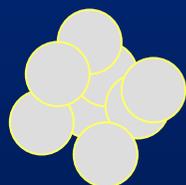
ATOMO

**Un Atomo è come un piccolo sistema solare che
ha al centro dei **PROTONI** e degli
ELETTRONI che gli ruotano intorno**



Diversi elementi chimici hanno un diverso numero di protoni nel nucleo...

Un atomo con
8 protoni
è sicuramente Ossigeno



O

Un atomo con
1 protone
è sicuramente Idrogeno



H

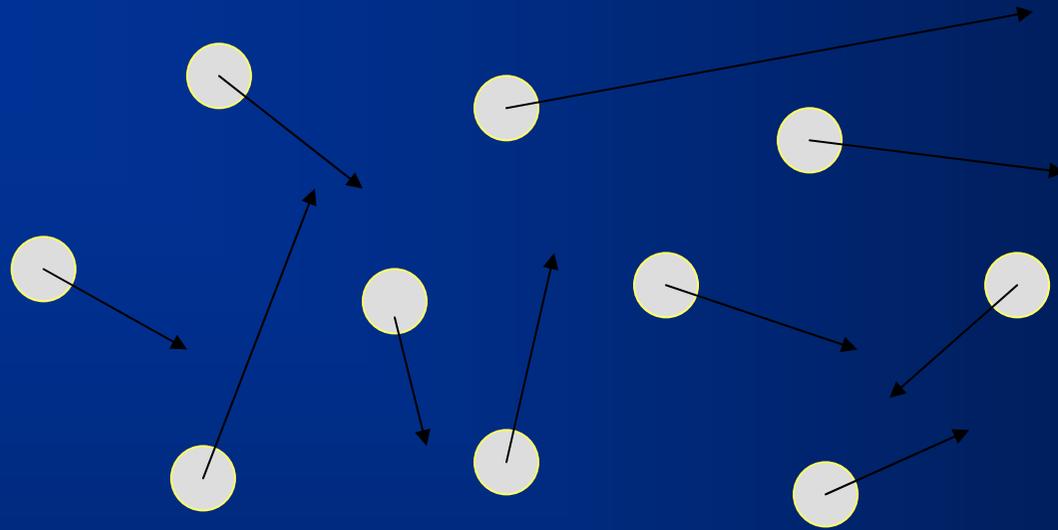
Un atomo con
2 protoni
è sicuramente Elio



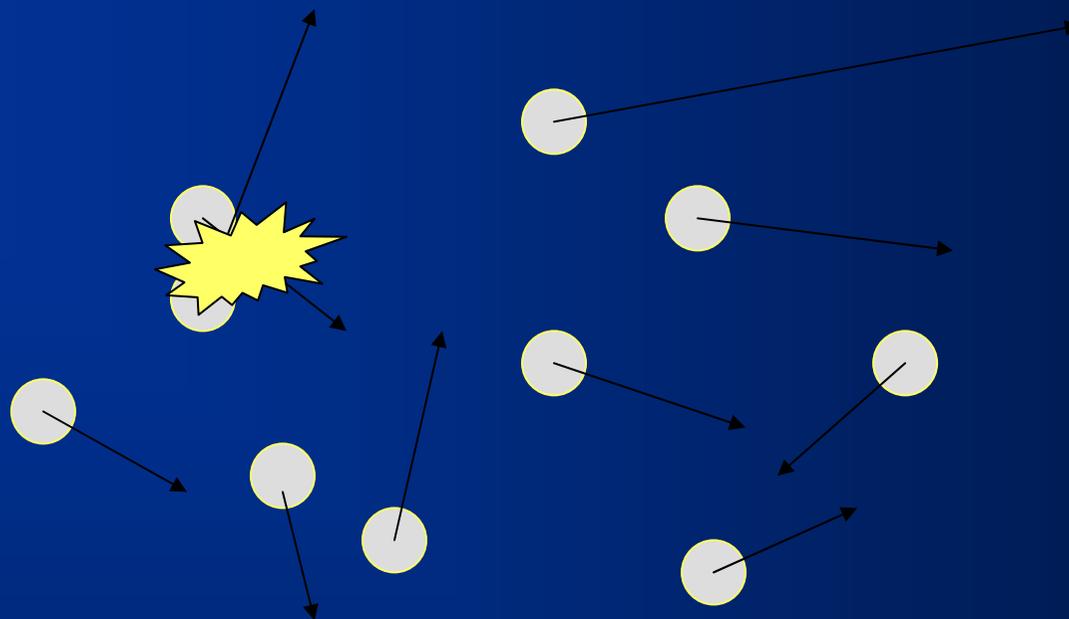
He

... il Sole non è altro che un enorme massa gassosa: Idrogeno per l'esattezza.

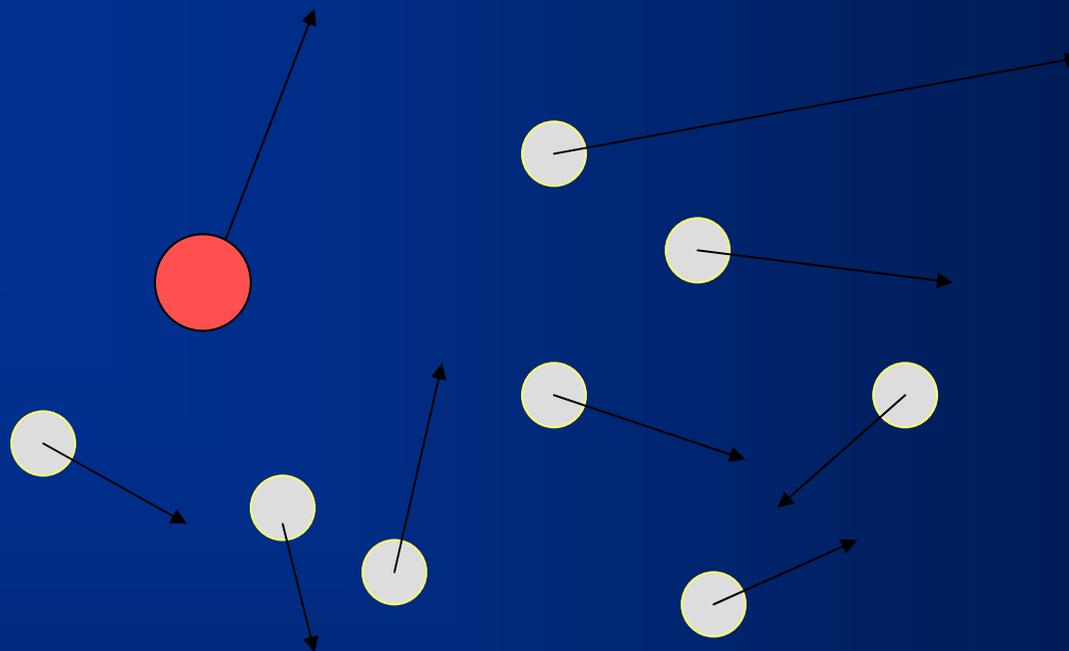
**... nel suo nucleo vi è una temperatura elevatissima:
circa 15 milioni di gradi**



... questo fa si che gli atomi di Idrogeno si muovano in maniera frenetica e velocissima: ciò che gli scienziati chiamano “Agitazione Termica”



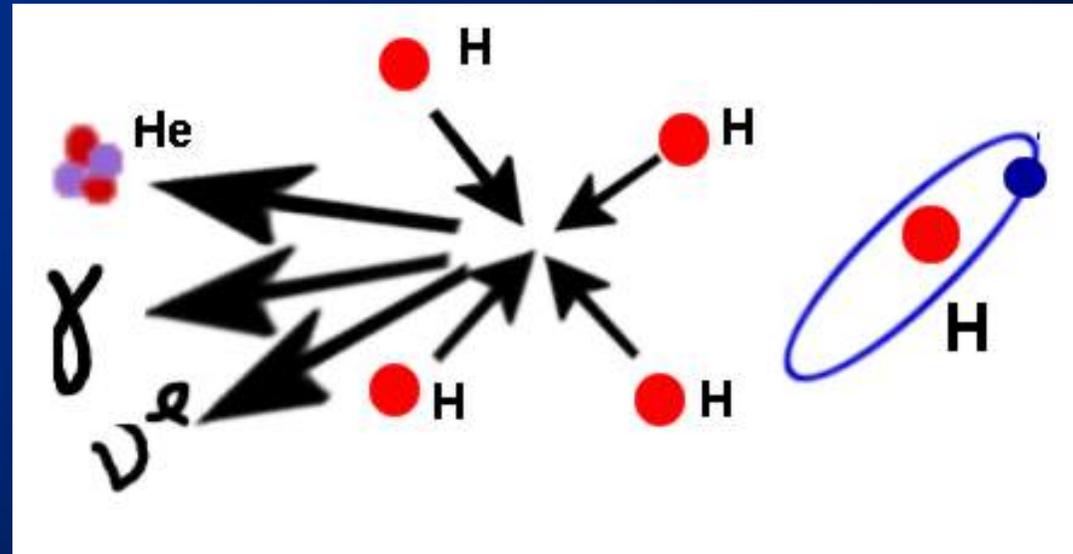
**... questi atomi si possono anche scontrare
tra di loro innescando ciò che si chiama
Fusione Nucleare**



**... dagli atomi iniziali che si sono scontrati
abbiamo ottenuto un nuovo
atomo “più grosso”**

La Reazione Protone-Protone

fondendo insieme
degli atomi di
Idrogeno
otteniamo
atomi di un
nuovo
elemento: Elio



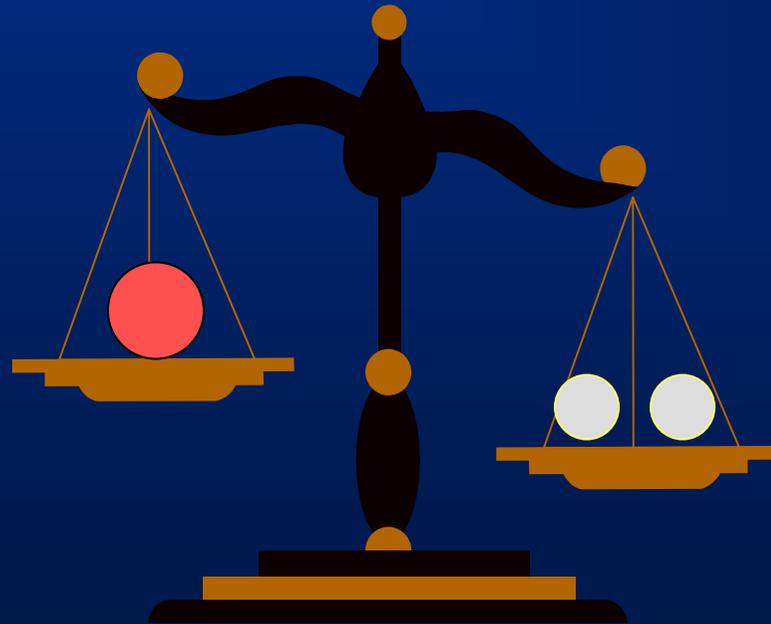
La Reazione Protone-Protone

qualcosa però non quadra...

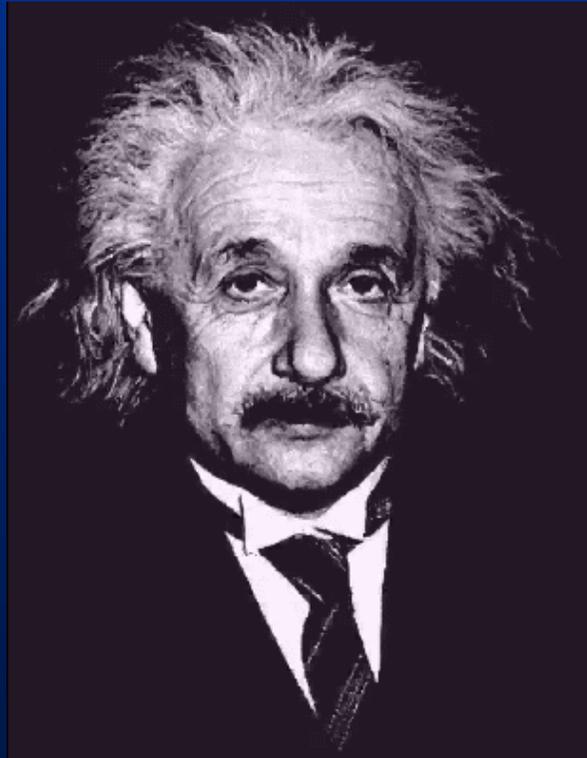


**Immaginiamo di pesare su una bilancia i nostri due
atomi di Idrogeno iniziale e l'atomo di Elio
finale...**

**L'Elio è più
leggero !!!**



E' proprio questa massa mancante che si è trasformata in tutta quell'energia che il Sole ci manda giornalmente



Secondo la relazione

$$E = mc^2$$

scoperta da Albert Einstein

La Reazione Protone-Protone

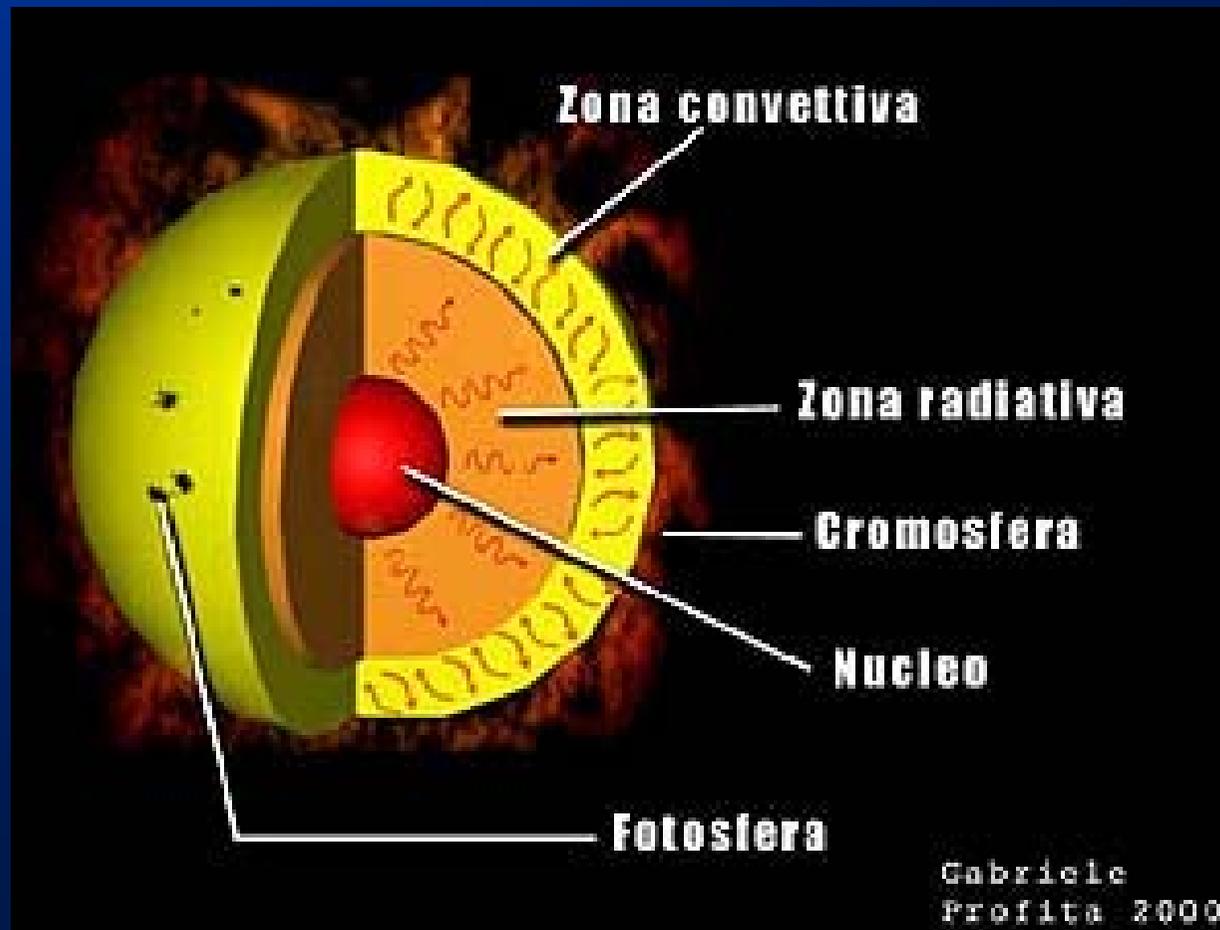
E è l'energia prodotta dal Sole

M è la nostra massa mancante (una quantità piccolissima)

C è la velocità della luce, 300.000 Km/s (elevata al quadrato): un numero elevatissimo

La Trasmissione dell'Energia

Tutta questa energia cerca pian piano di arrivare verso la superficie

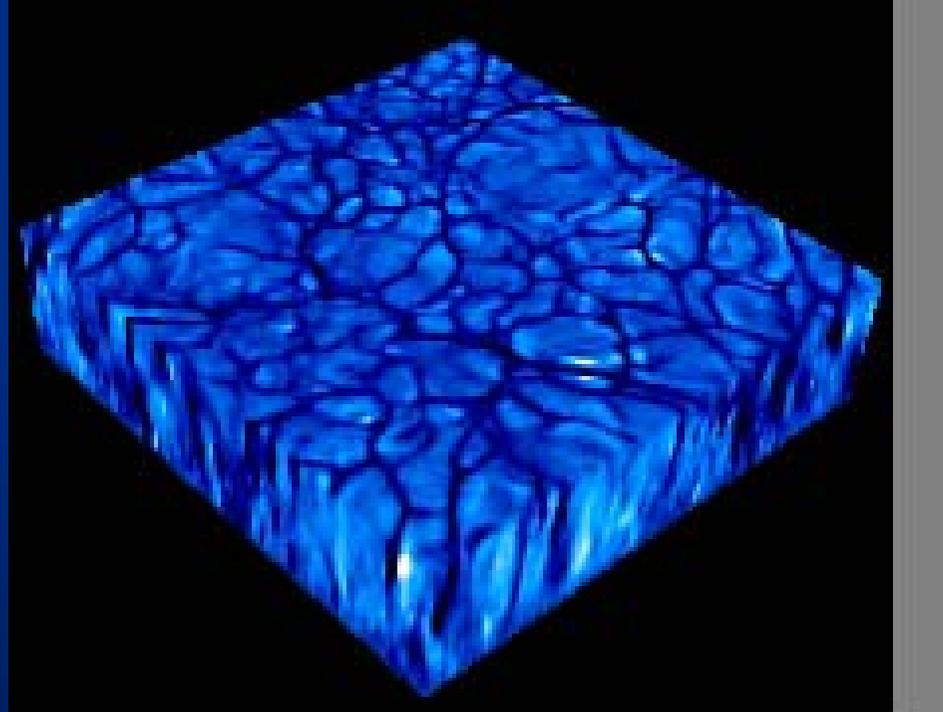


**La prima zona attraversata è la
cosiddetta**

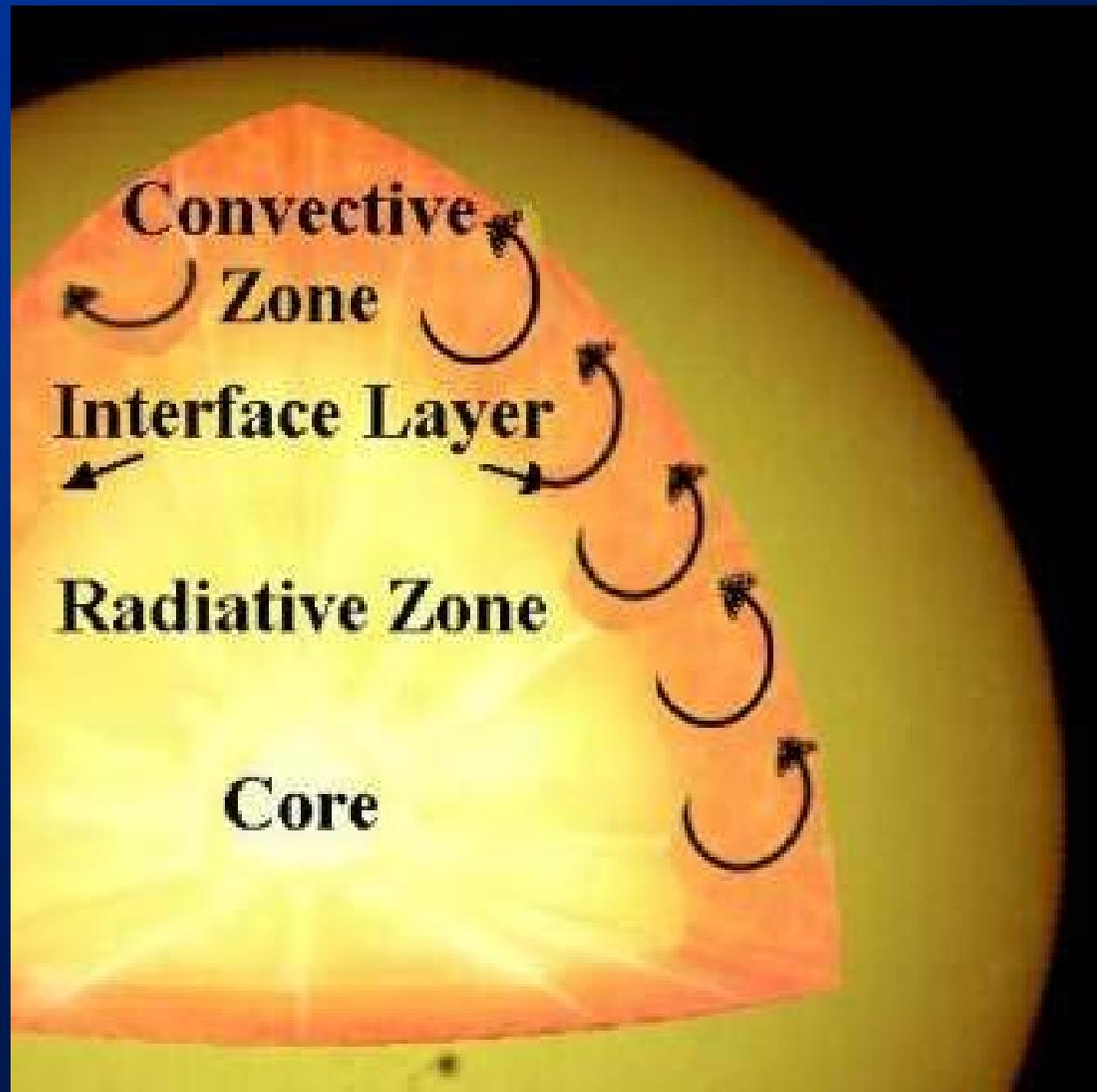
Zona Radiativa

La Zona Convettiva

**Oltrepassata la
zona
radiativa
l'energia si
trasmette con
un nuovo
sistema la
Convezione**



La Zona Convettiva



La Fotosfera

**Alla fine della zona convettiva troviamo quella
che consideriamo la superficie del Sole:**

La FOTOSFERA

Quella parte del sole che vediamo ad occhio nudo

La Fotosfera

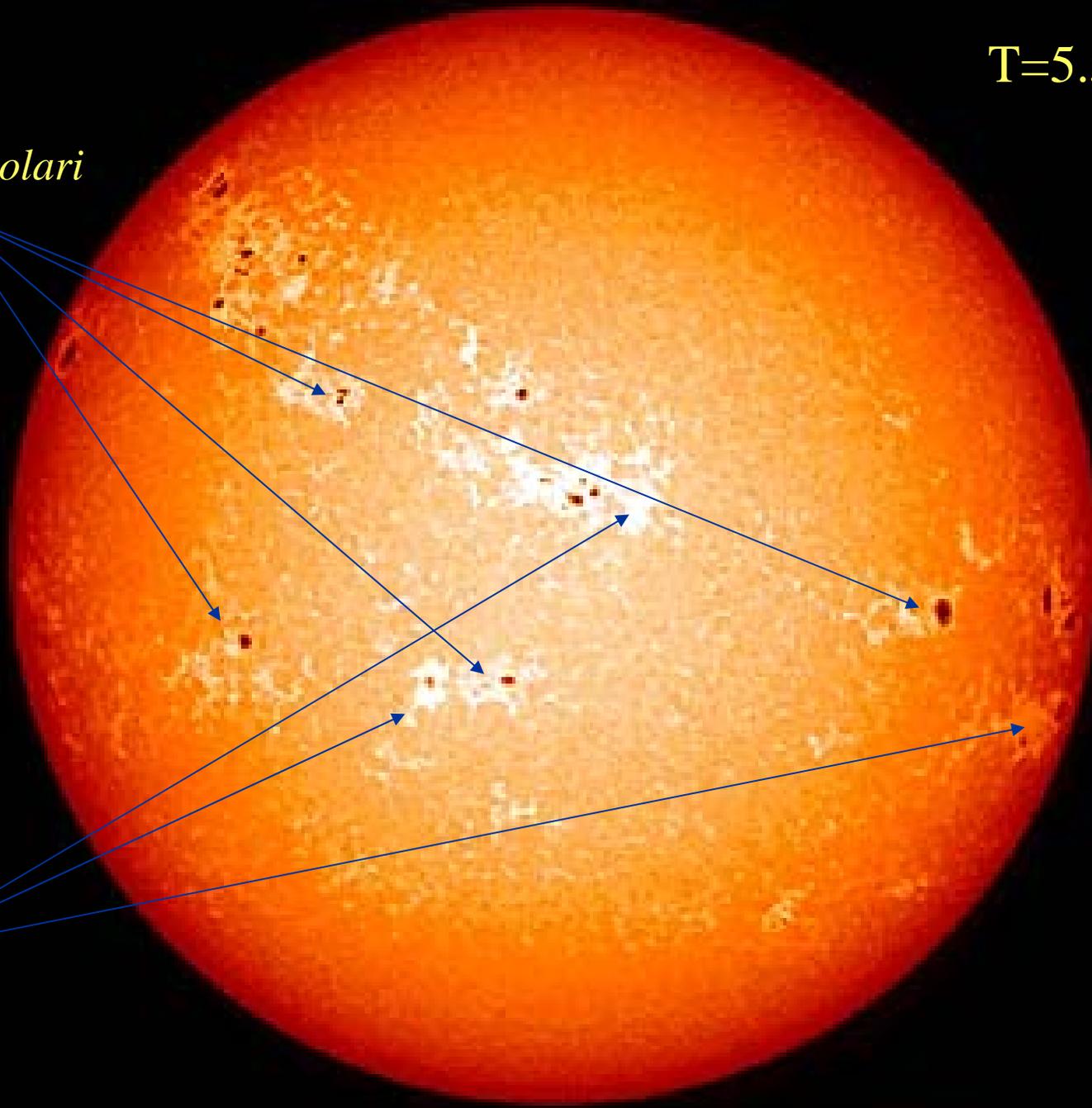
**La Fotosfera ha uno spessore di circa
300 Km ed una temperatura di 5.500°**

**Ha un colore giallo intenso ed è ciò che noi
vediamo ad occhio nudo del Sole**

T=5.500°C

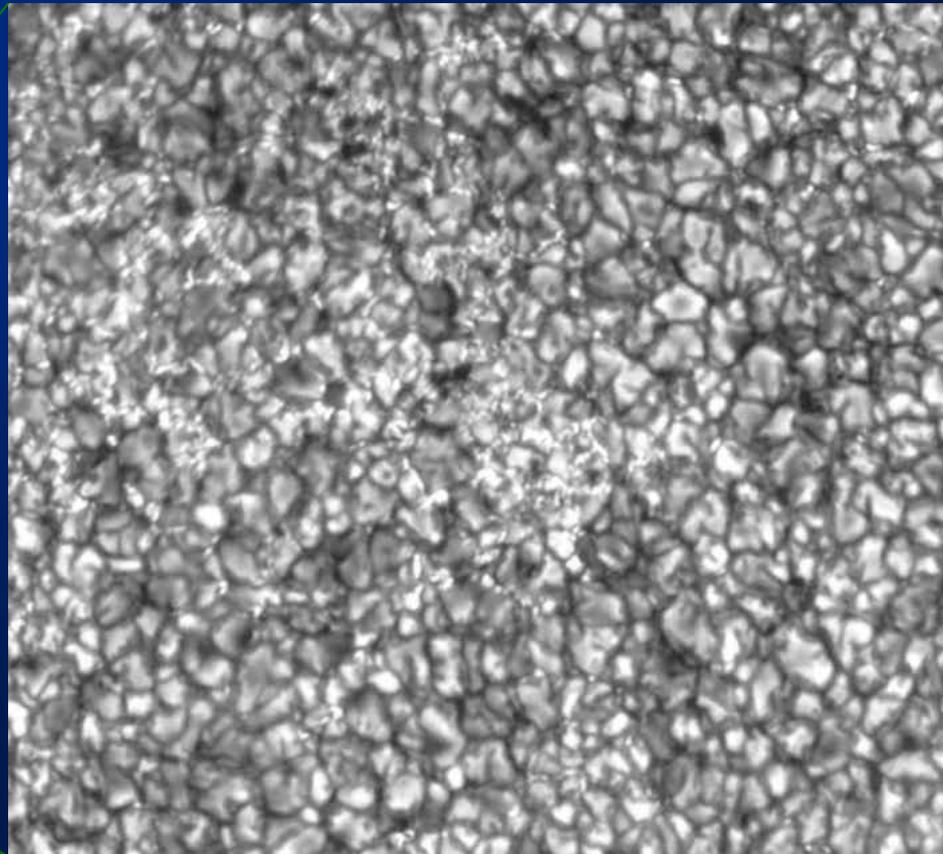
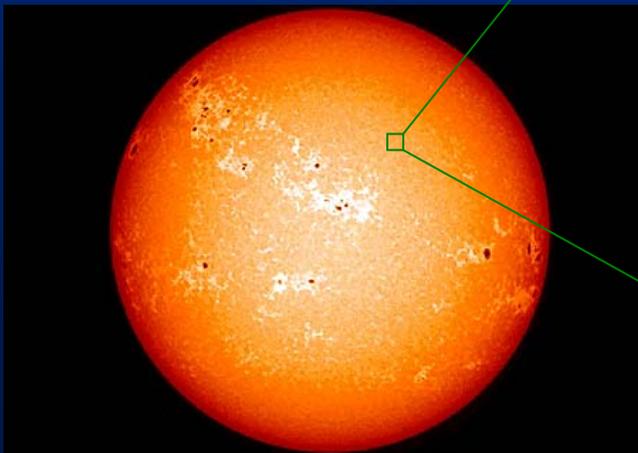
Macchie Solari

Facole



La Granulazione

**Ingrandendo la superficie della Fotosfera ci
rendiamo conto che non è liscia ma ha una
struttura a GRANULI**

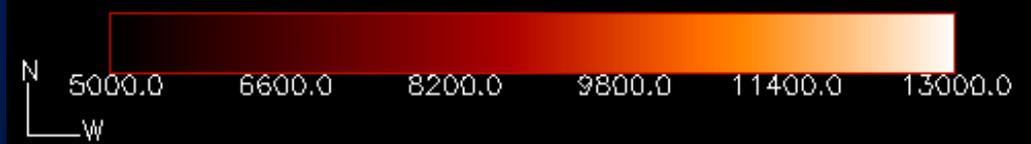
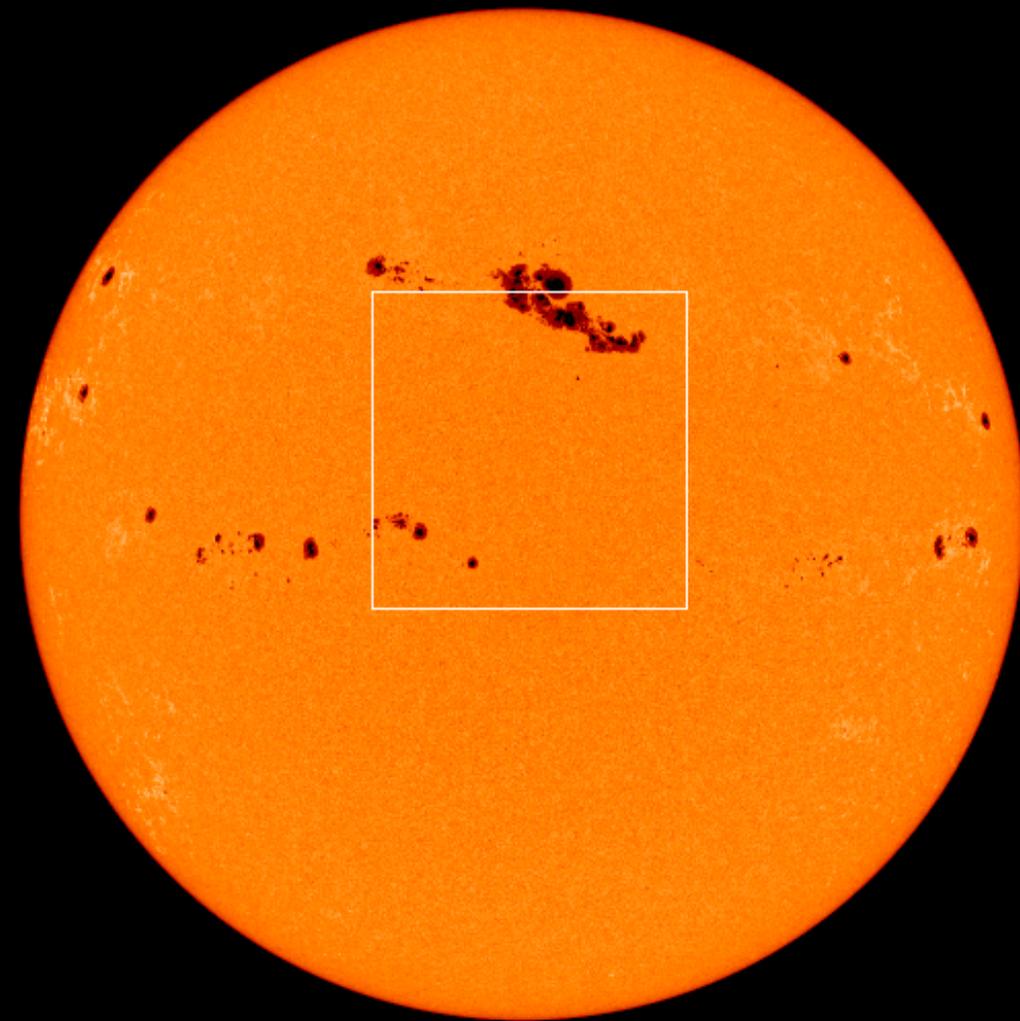


La Fotosfera

**Molto più evidenti
sono invece le
MACCHIE
SOLARI**

SOHO/MDI Continuum

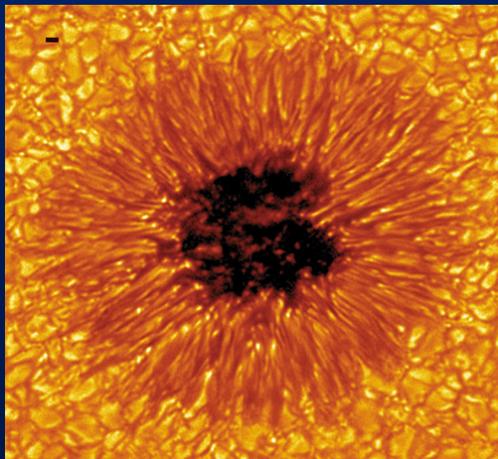
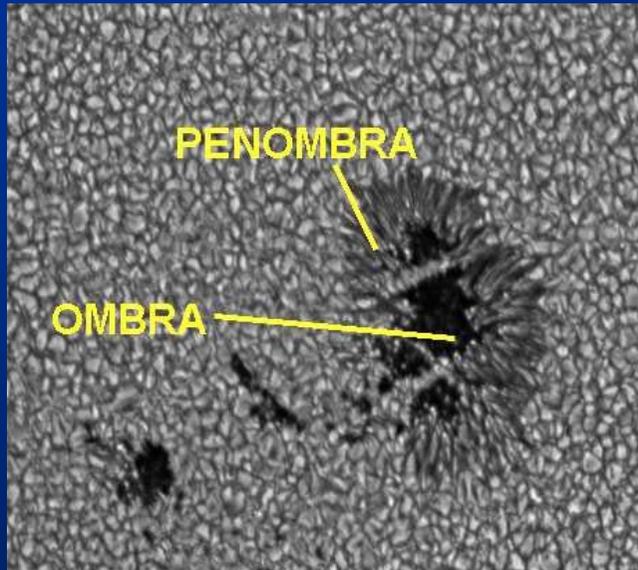
29-Mar-2001 01:36



SOI / MDI

Stanford Lockheed Institute for Space Research

Cosa sono le macchie solari ?



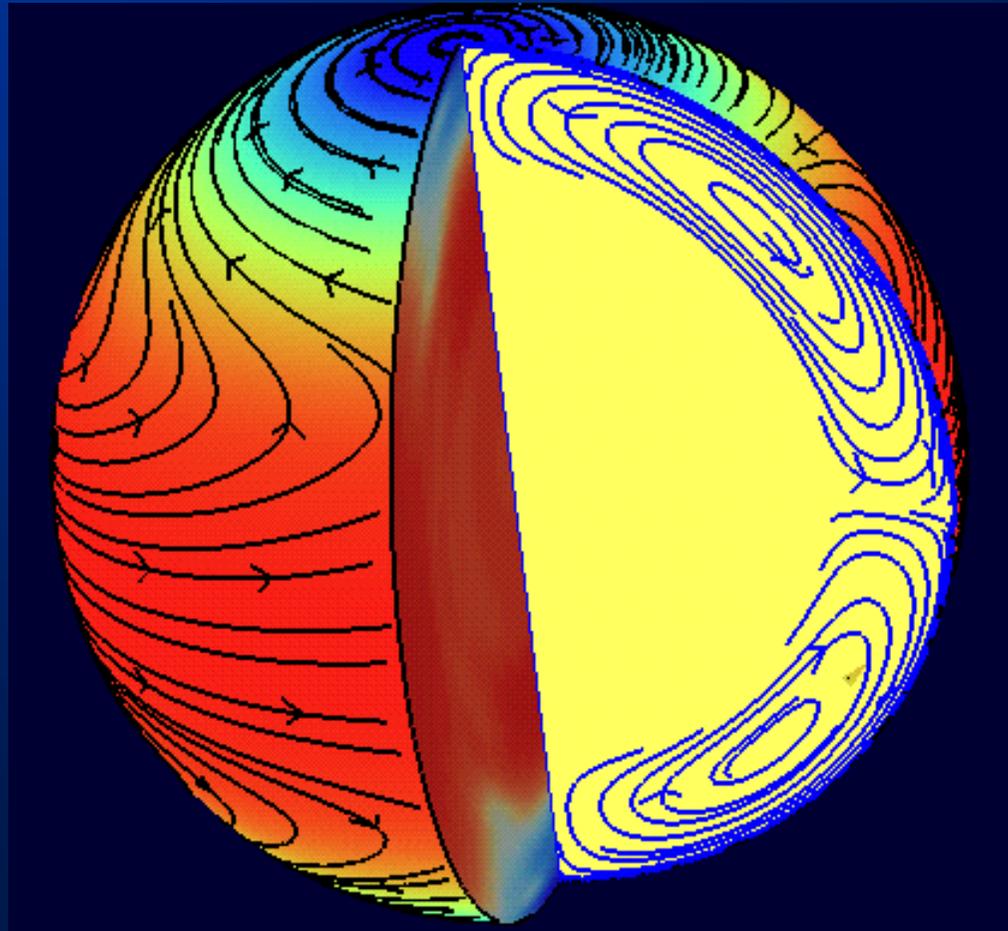
La Rotazione Differenziale

Come si formano le Macchie Solari ?

Bisogna considerare 2 caratteristiche del Sole:

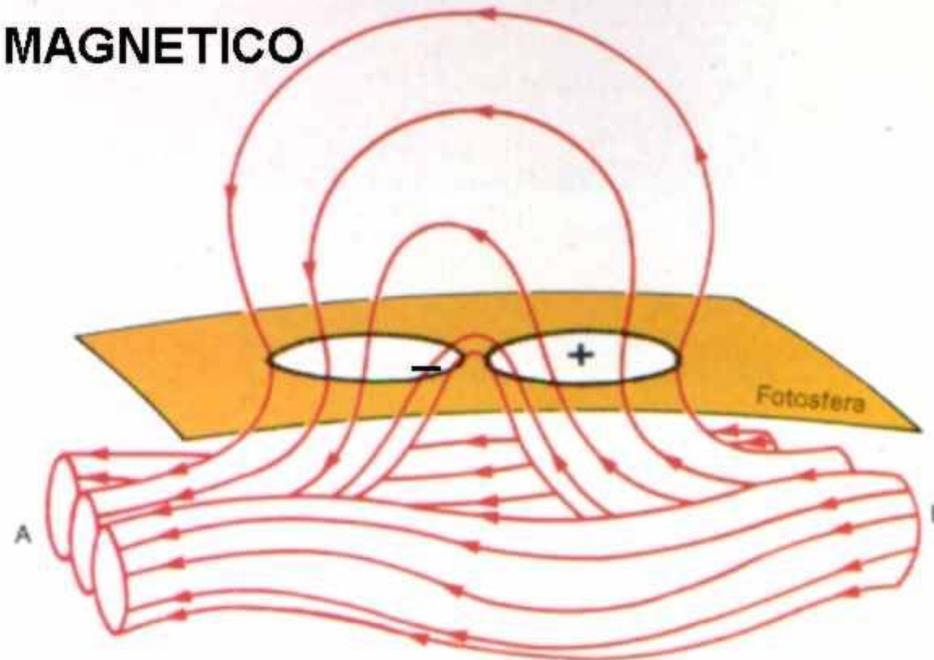
- 1) La sua ROTAZIONE DIFFERENZIALE**
- 2) Il suo CAMPO MAGNETICO**

La Rotazione Differenziata



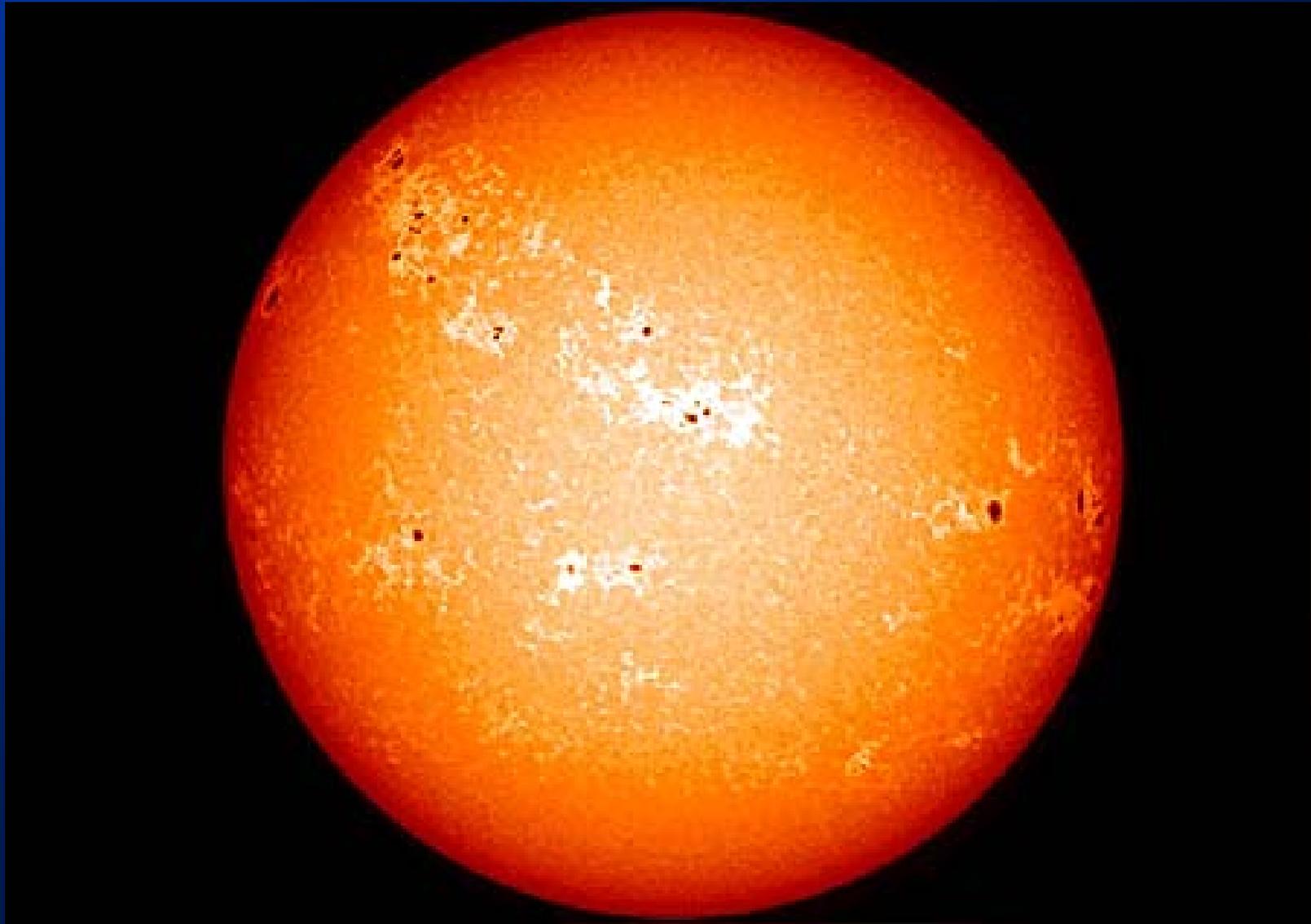
I Cappi Magnetici

CAPPIO MAGNETICO



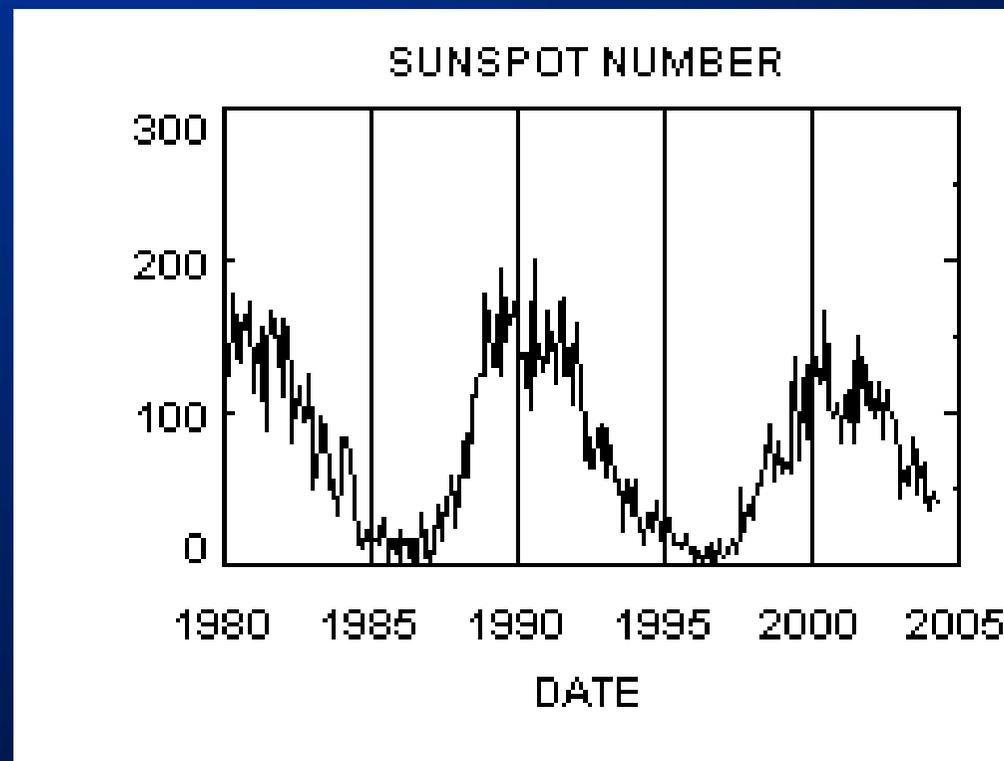
Schema dell'affioramento di un anello di linee di forza subfotosferico (di cui AB costituisce una sezione). Il coppia di linee di forza affiorato determina, a livello fotosferico, due regioni magnetiche di polarità opposta.

Le Facole



Il Ciclo Solare

L'attività solare segue un ciclo di 11 anni



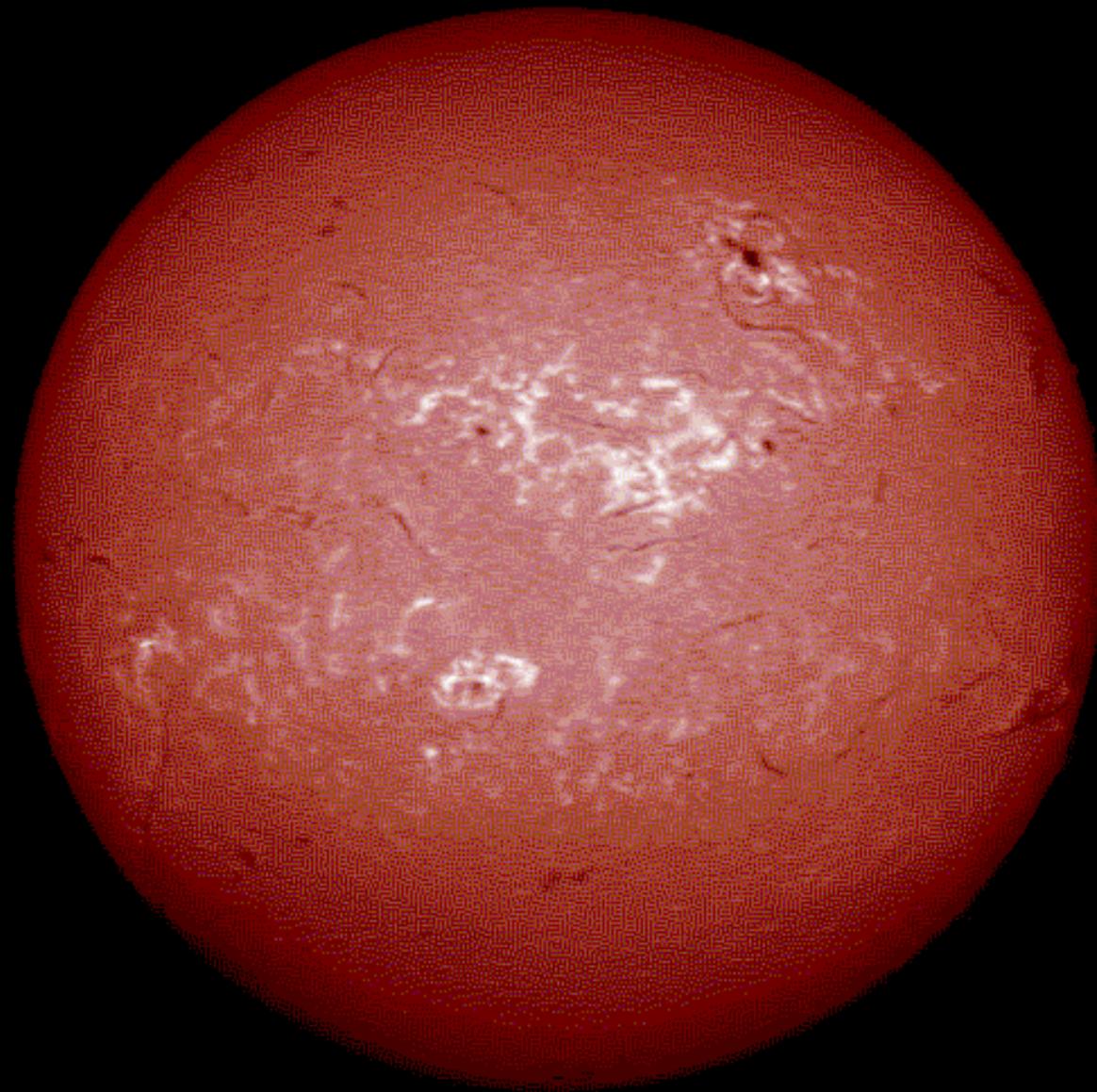
La Cromosfera

**Oltrepassata la Fotosfera si incontra un
nuovo strato solare:**

la CROMOSFERA

HI 6563 Å

BBSO



1991 May 13

La Cromosfera

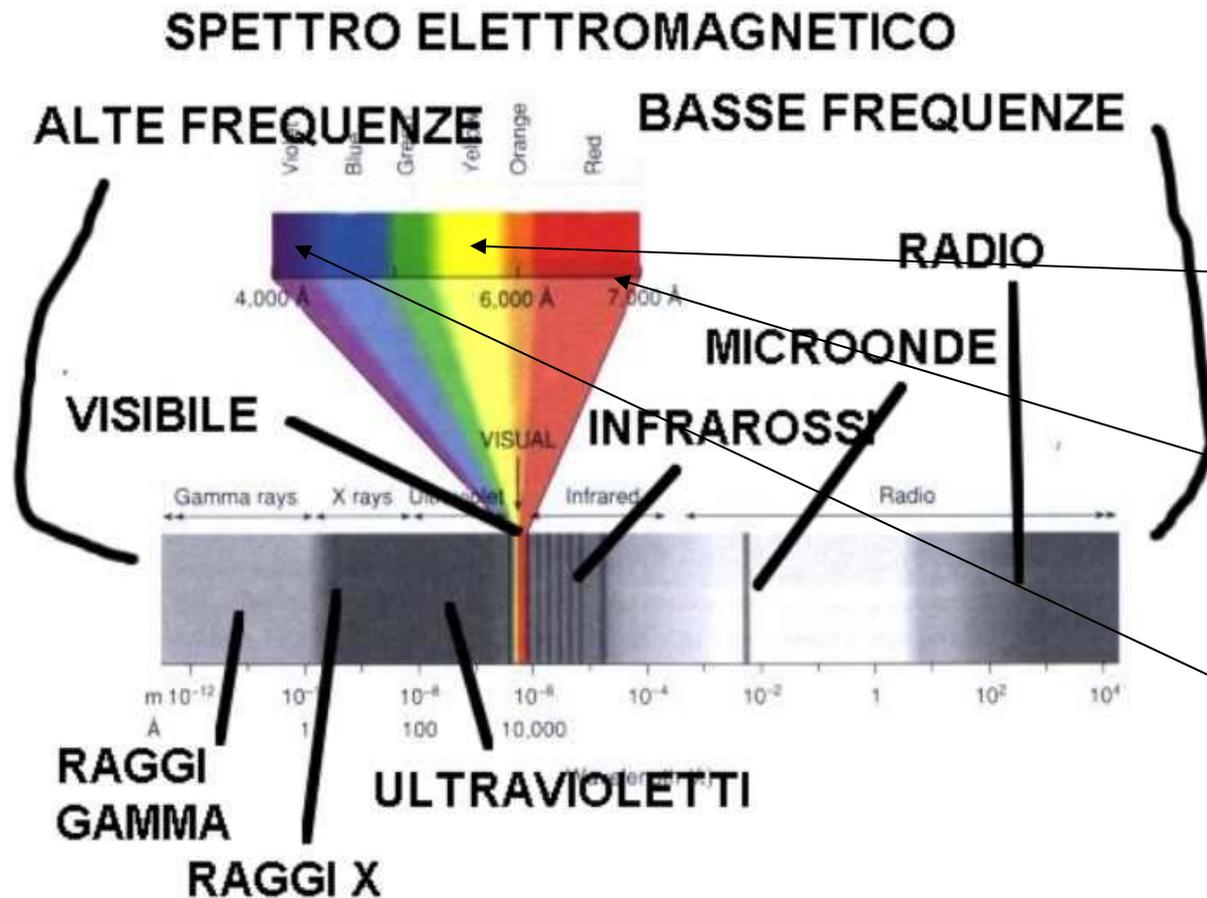
**Perché pur essendo al di sopra della Fotosfera,
non vediamo la Cromosfera ad occhio nudo ?**

Dipende dalla sensibilità dell'occhio umano

La Cromosfera

La luce che noi vediamo è in realtà la somma di tanti “tipi di luce”

Fra questi vi sono anche gli Ultravioletti e gli Infrarossi ai quali l'occhio umano è cieco



L'uomo è
maggiormente
sensibile alla
luce

GIALLA,

poco a quella
ROSSA,

ancora meno a
quella
VIOLETTA

La Cromosfera

Caratteristiche della Cromosfera:

Spessore: circa 10.000 Km

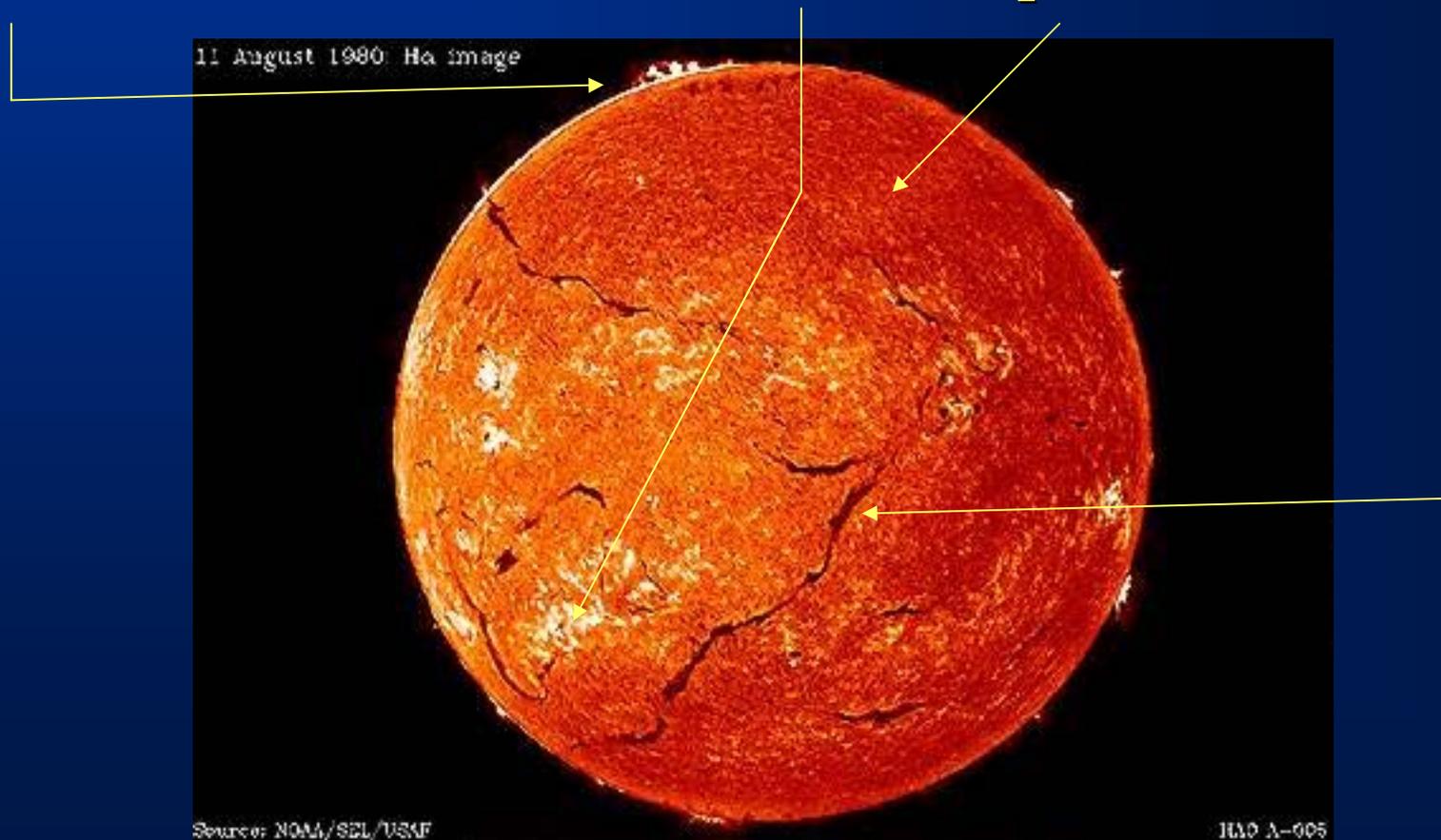
Formazioni Caratteristiche:

Protuberanze

Flare o Brillamente

Spicole

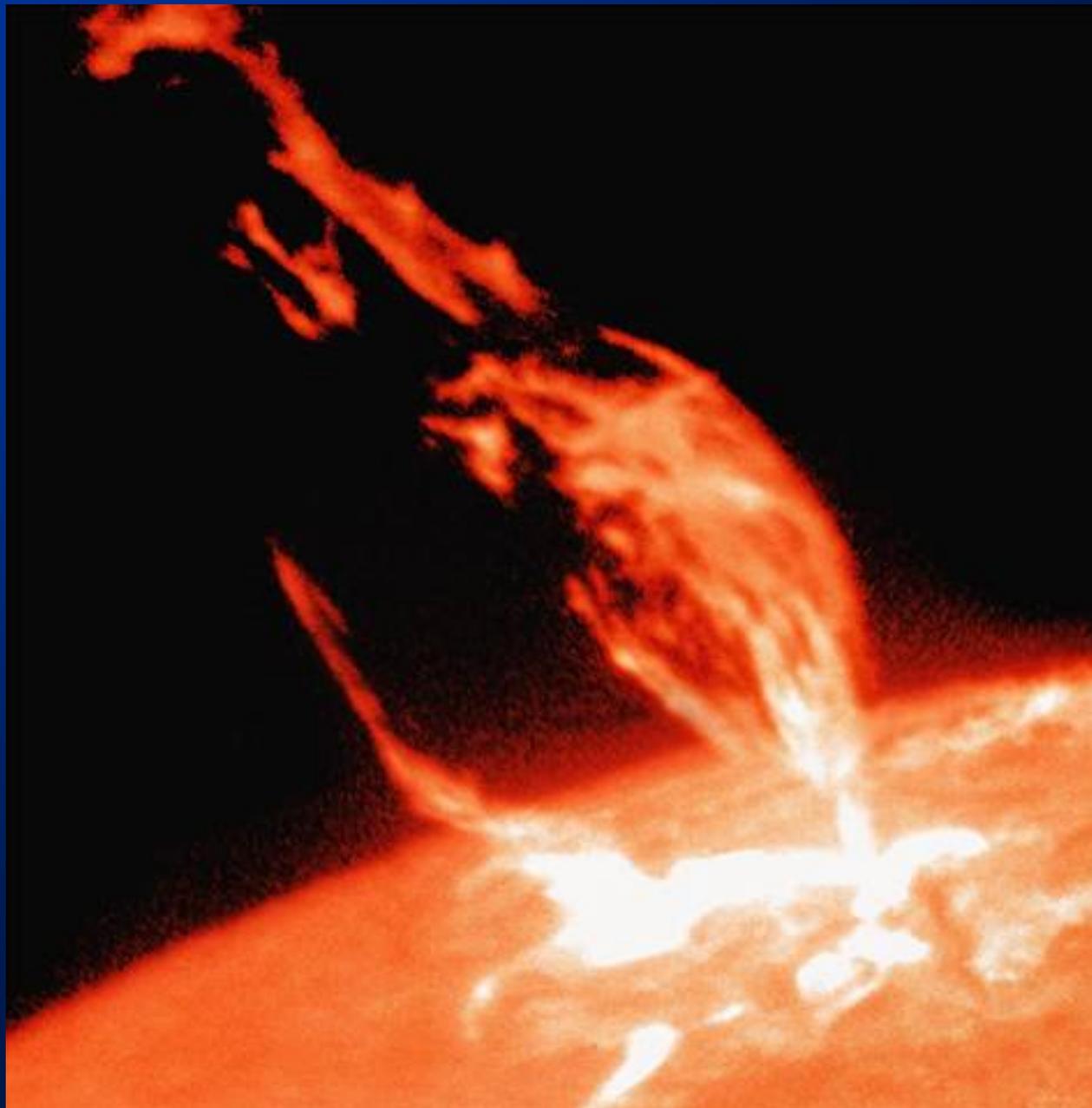
Filamenti

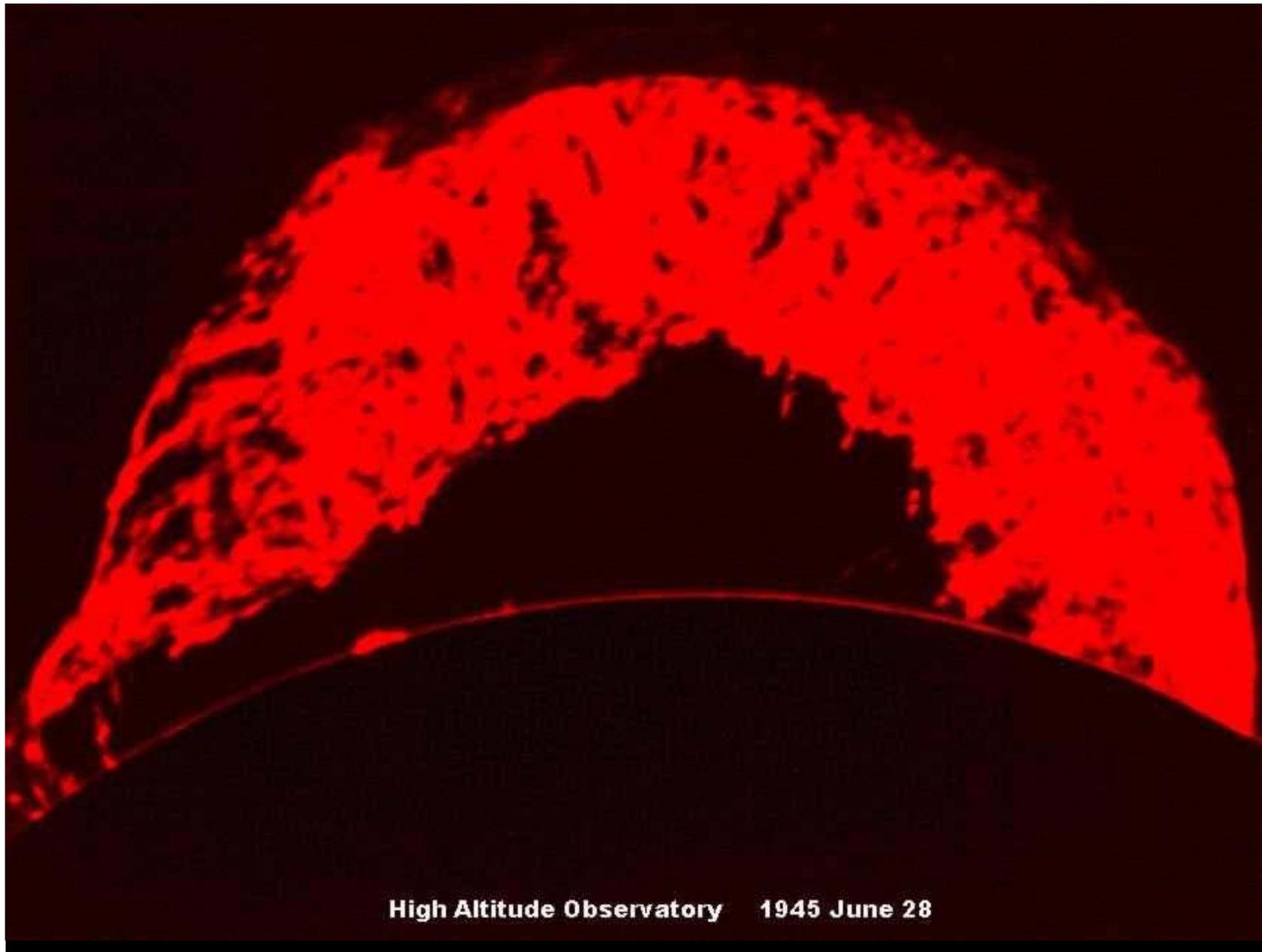


Le Protuberanze

Le protuberanze
sono enormi
lingue di fuoco
prodotte dal Sole.
Quando sono
proiettate sul
disco
apparentemente
sono più scure e
prendono il nome
di **filamenti**

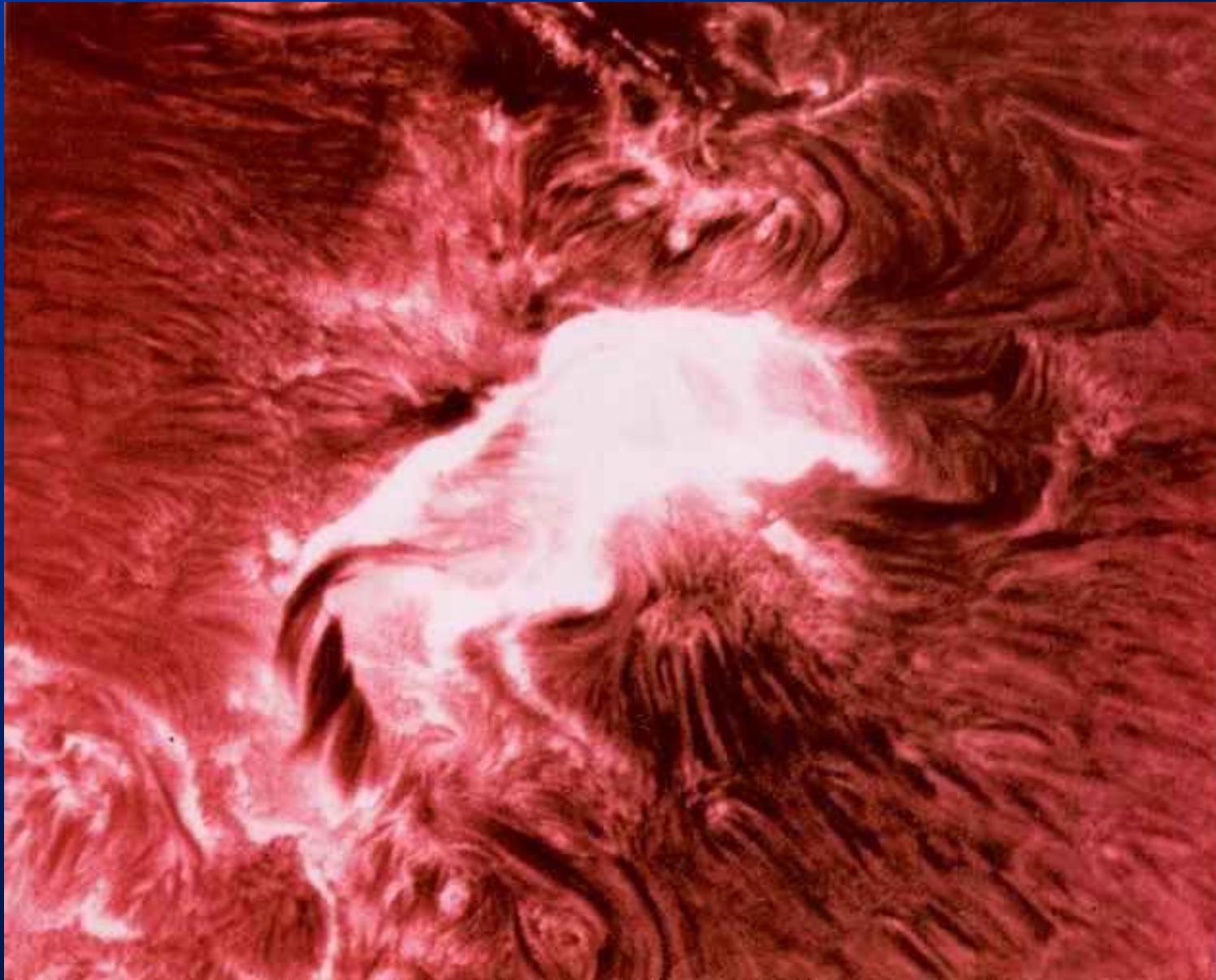






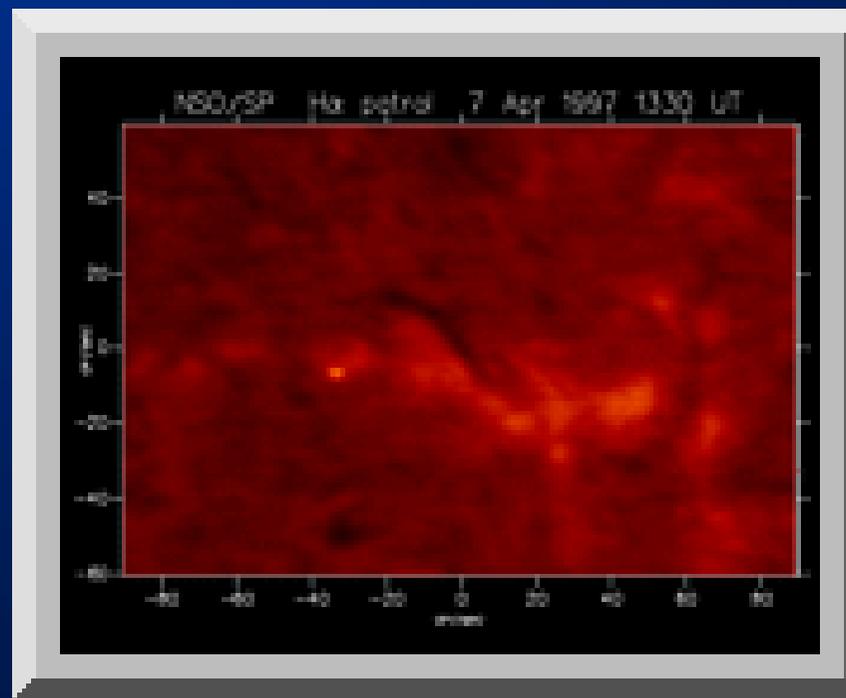
High Altitude Observatory 1945 June 28

I Brillamenti

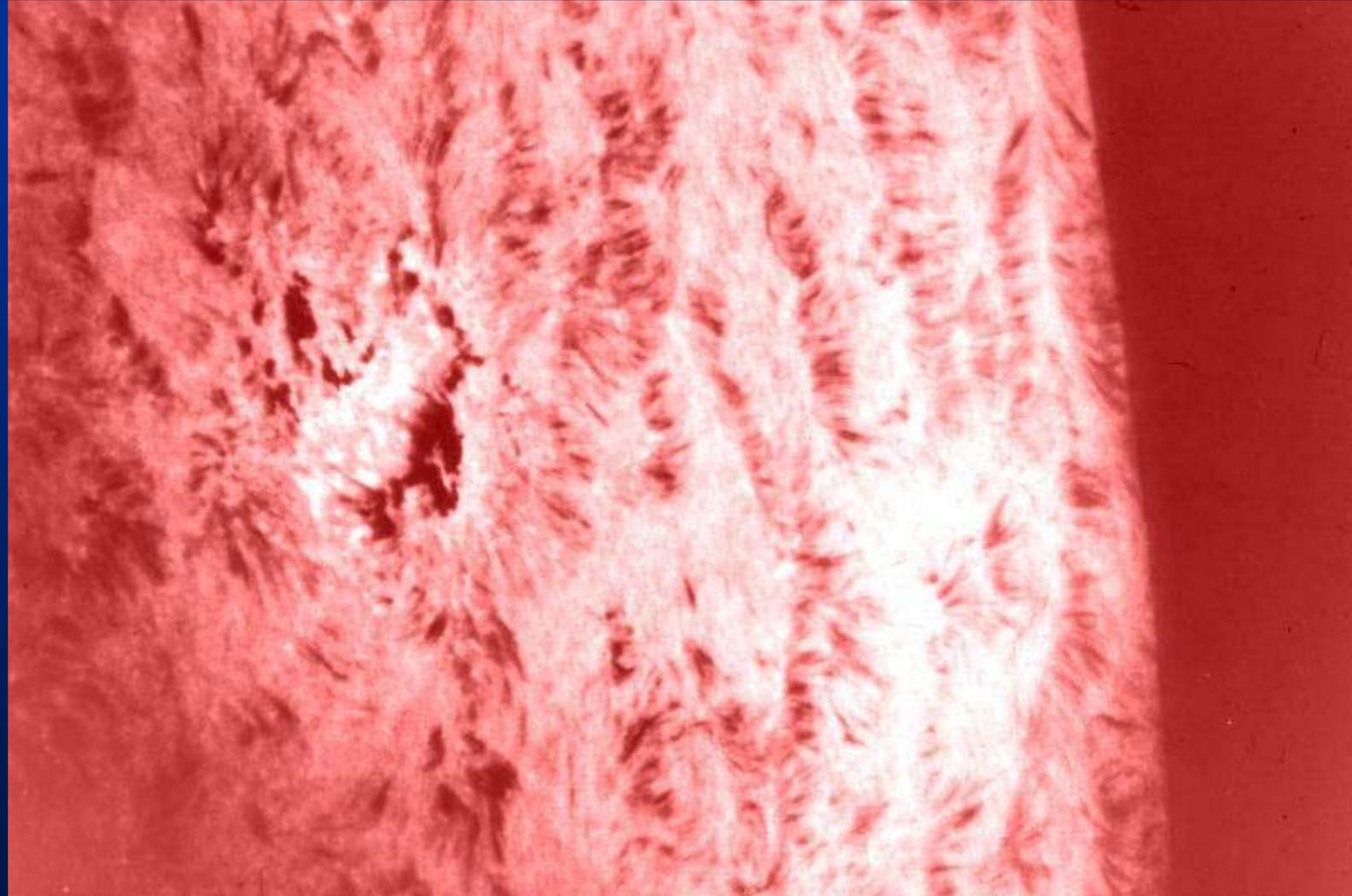


I Brillamenti

I Brillamenti sono chiamati anche Flare e sono delle potentissime esplosioni di energia



Le Spicole



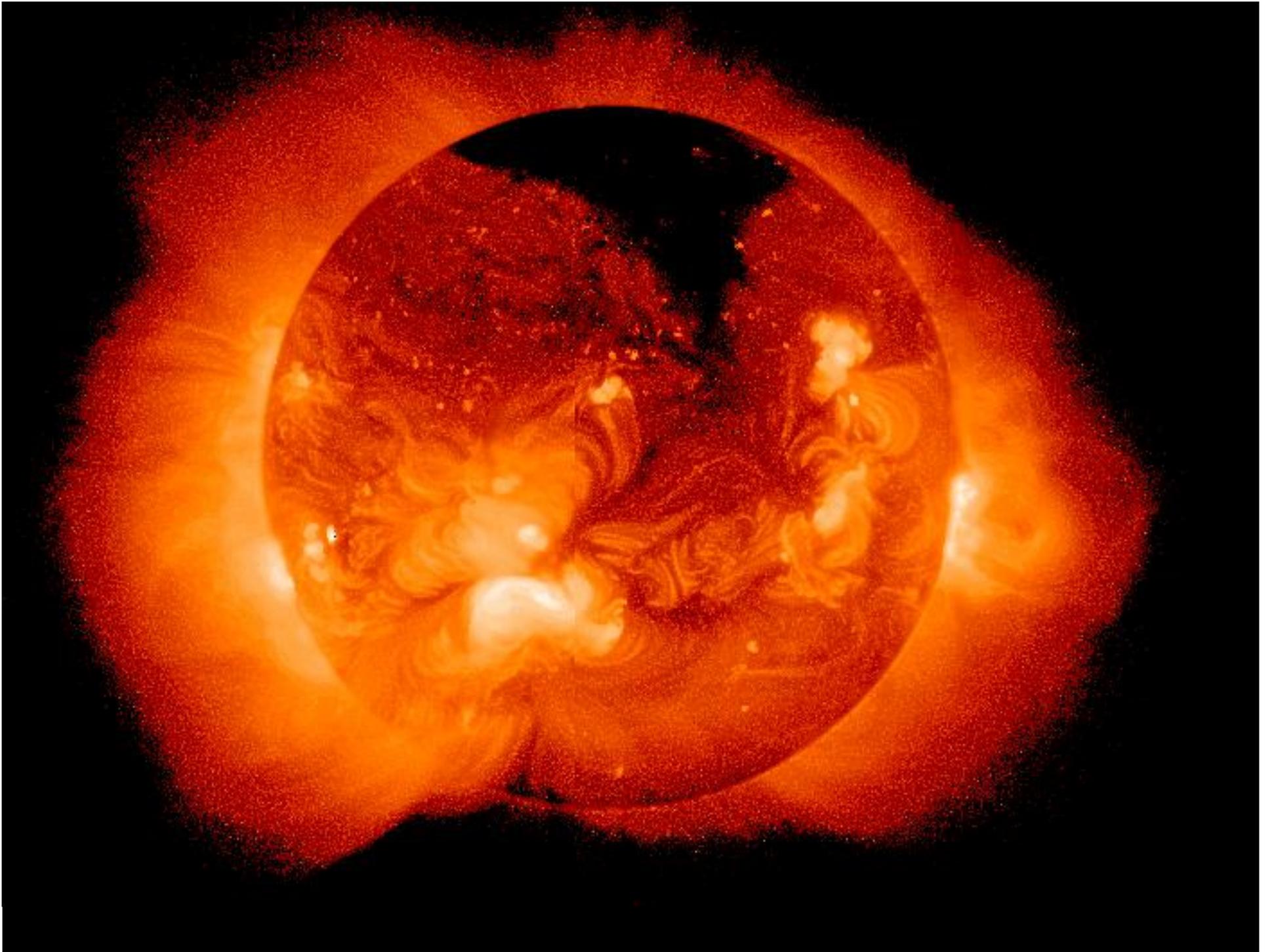


La Corona

Al di sopra della Cromosfera si trova la Corona

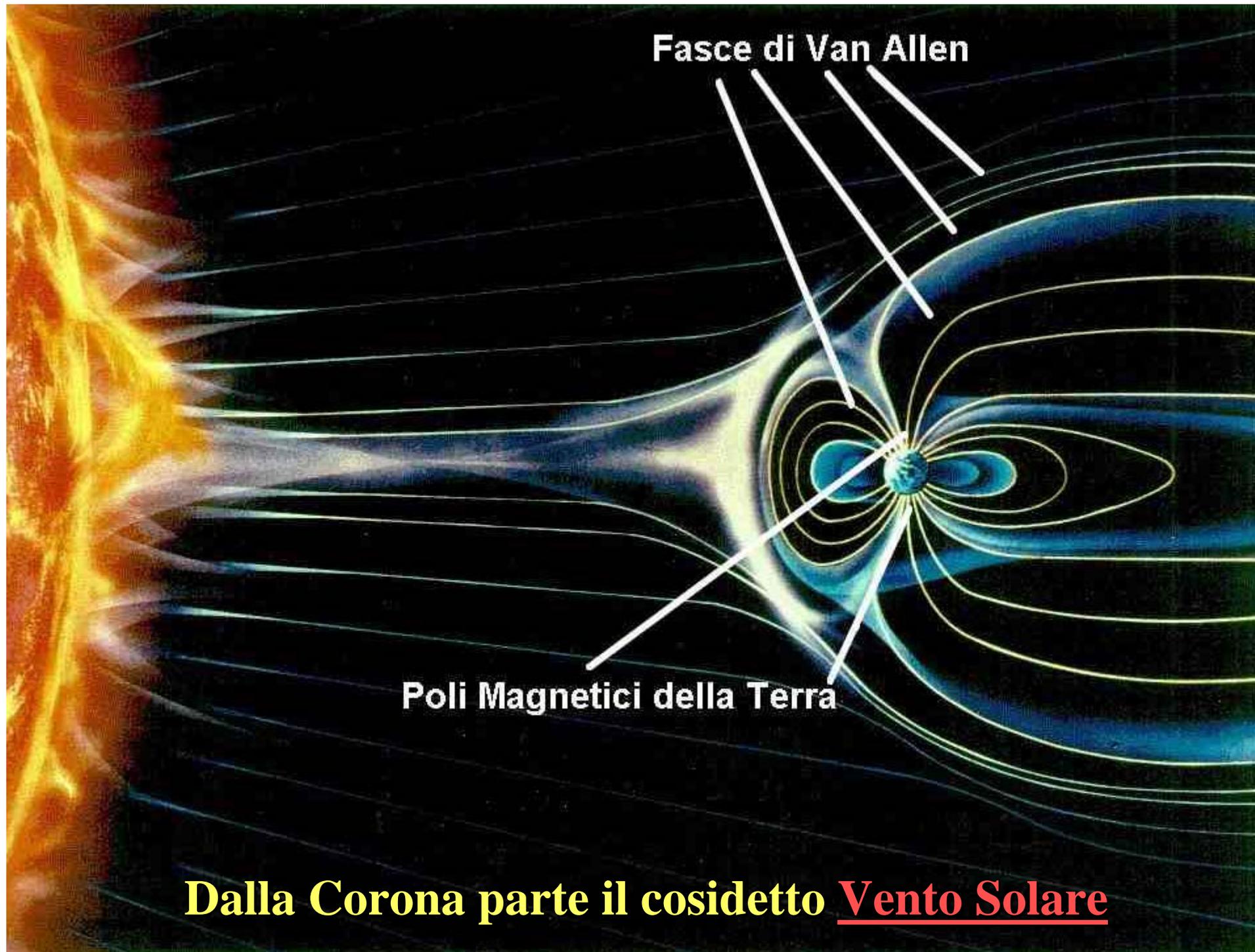
Ha un colore argenteo ed il gas è molto rarefatto

La corona esterna arriva ad una distanza di 24 raggi solari (17 milioni di Km. 1/3 della distanza Sole-Mercurio)



**L'estensione della
corona è legato al
ciclo dell'attività
solare**





Fasce di Van Allen

Poli Magnetici della Terra

Dalla Corona parte il cosiddetto Vento Solare

La Corona

**Questo provoca
fenomeni
quali le**

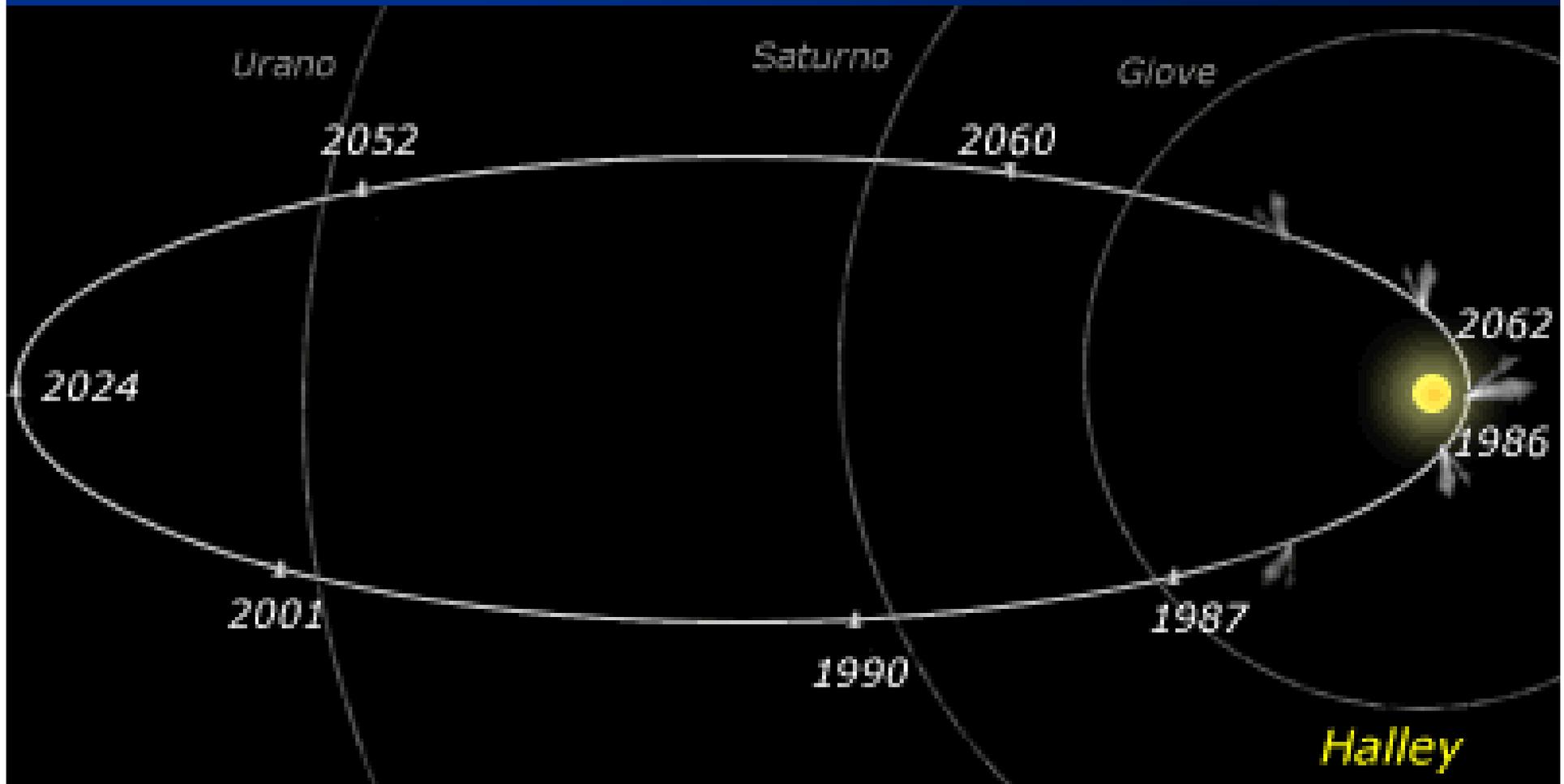
Aurore Polari



Oppure la coda delle comete

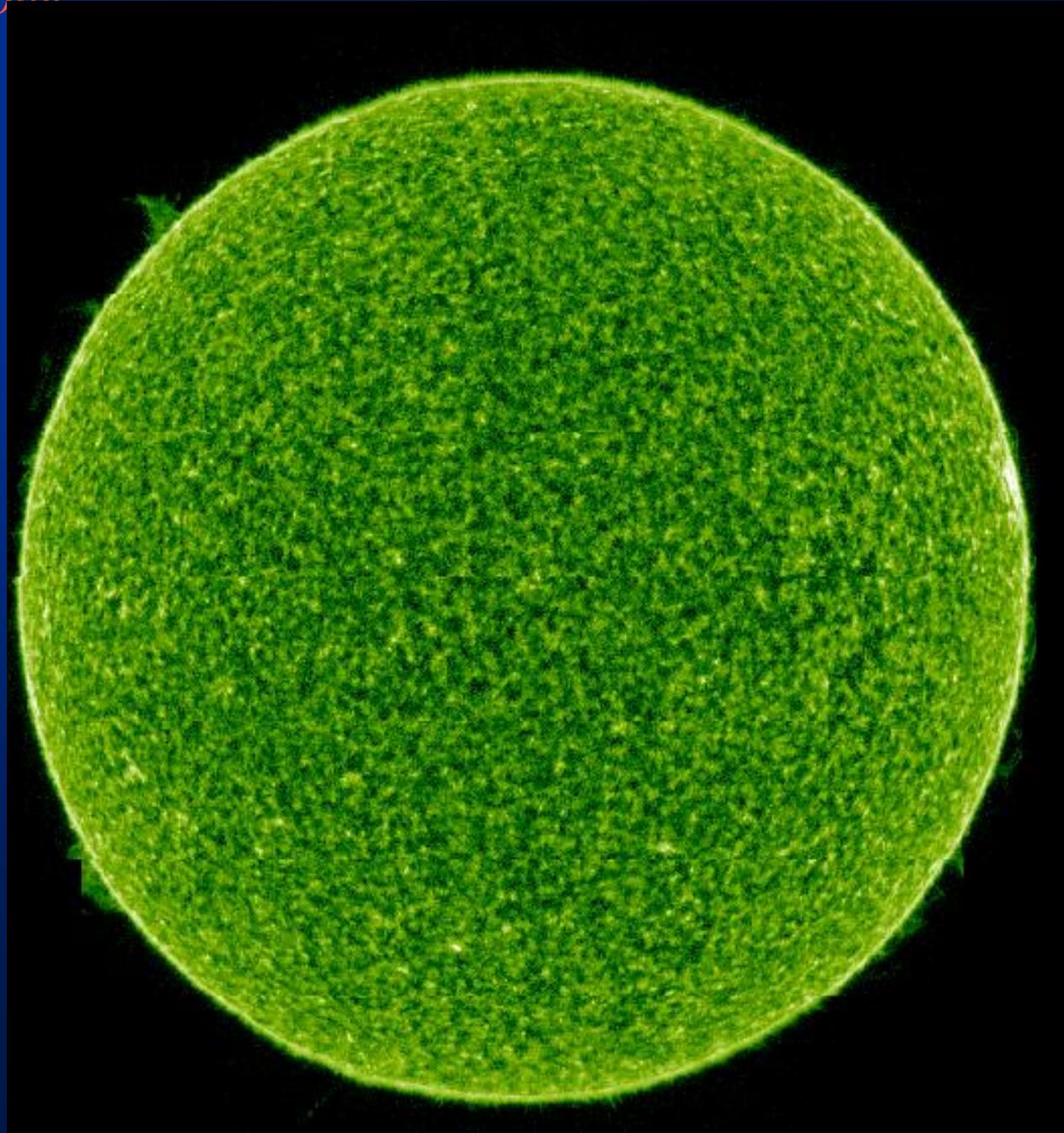


... che hanno la coda sempre rivolta in posizione opposta al Sole



Lo Strato di Transizione

**... un mistero
rimane lo
Strato di
Transizione:
una fascia
spessa appena
30 Km, nei
quali la
temperatura
solare passa da
10.000° a
1.000.000°**



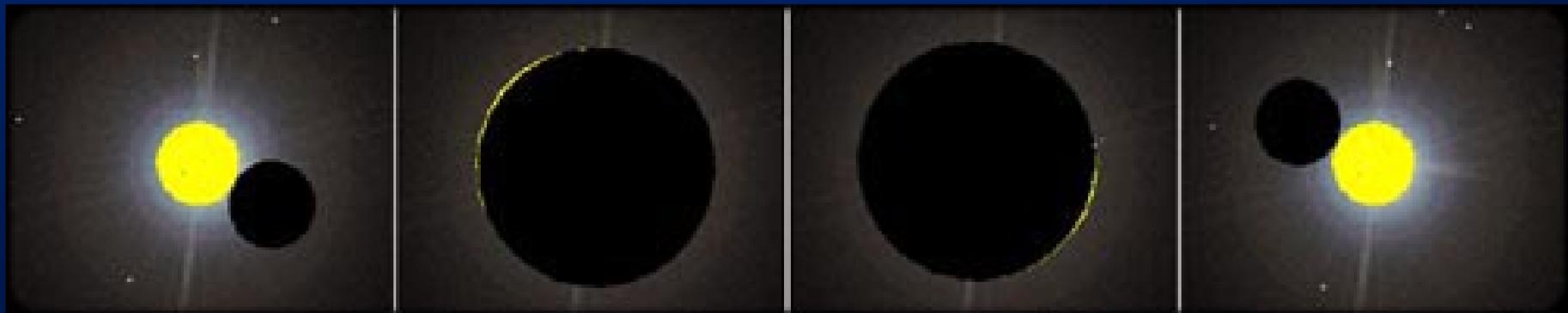
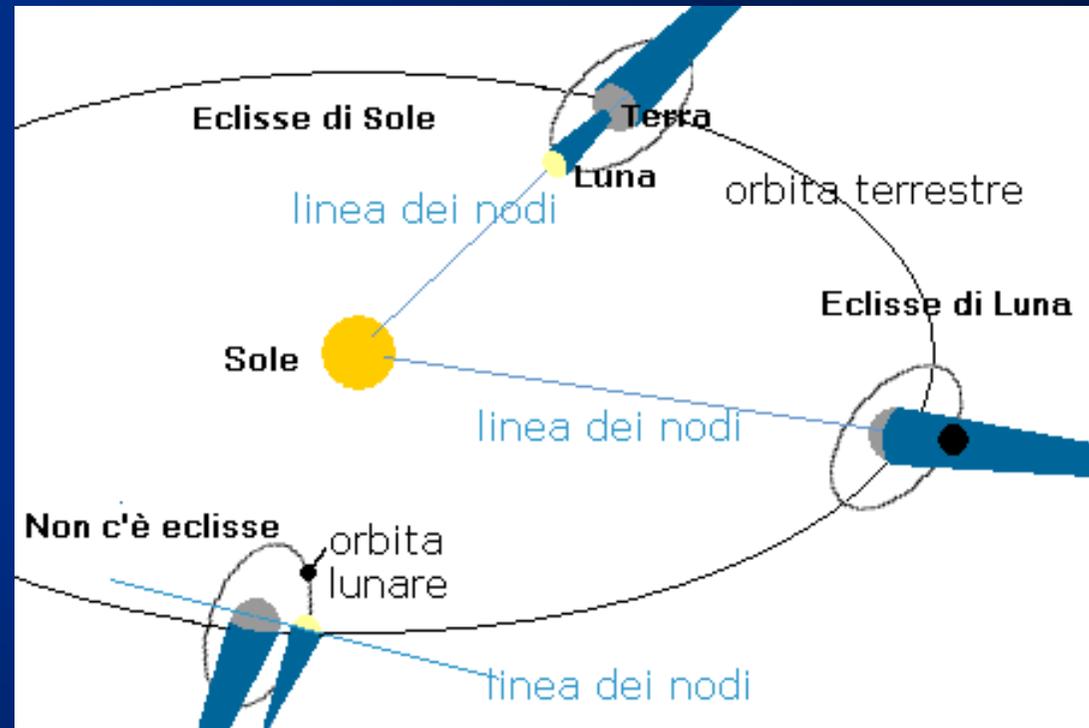
Le Eclissi di Sole

**... un fenomeno
particolarissimo
sono le
Eclissi di Sole**

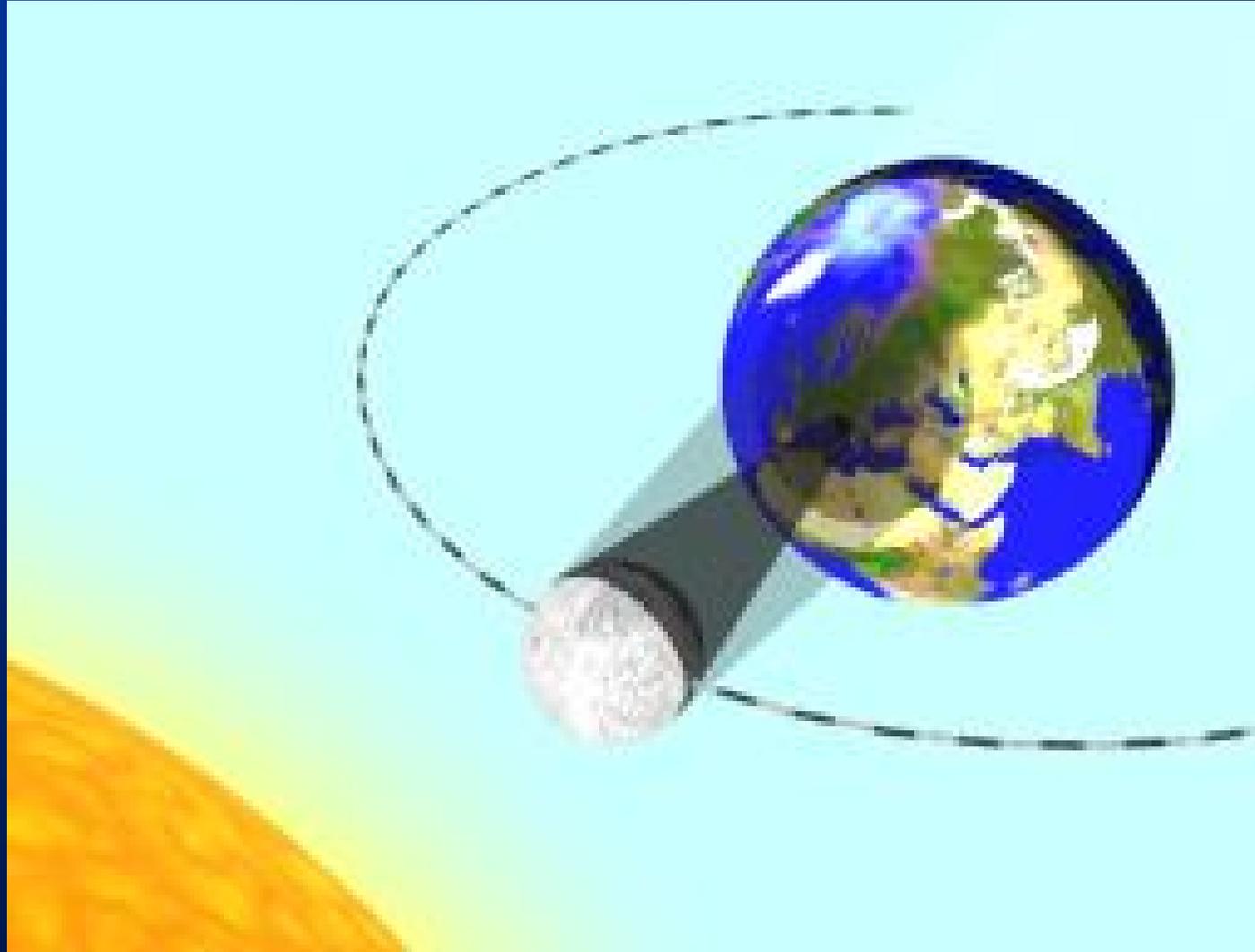


Le Eclissi di Sole

**... che avvengono quando
la Luna si interpone
tra la Terra ed il Sole**



Le Eclissi di Sole



Le Eclissi di Sole

... si vedono fenomeni particolari come i Grani di Baily



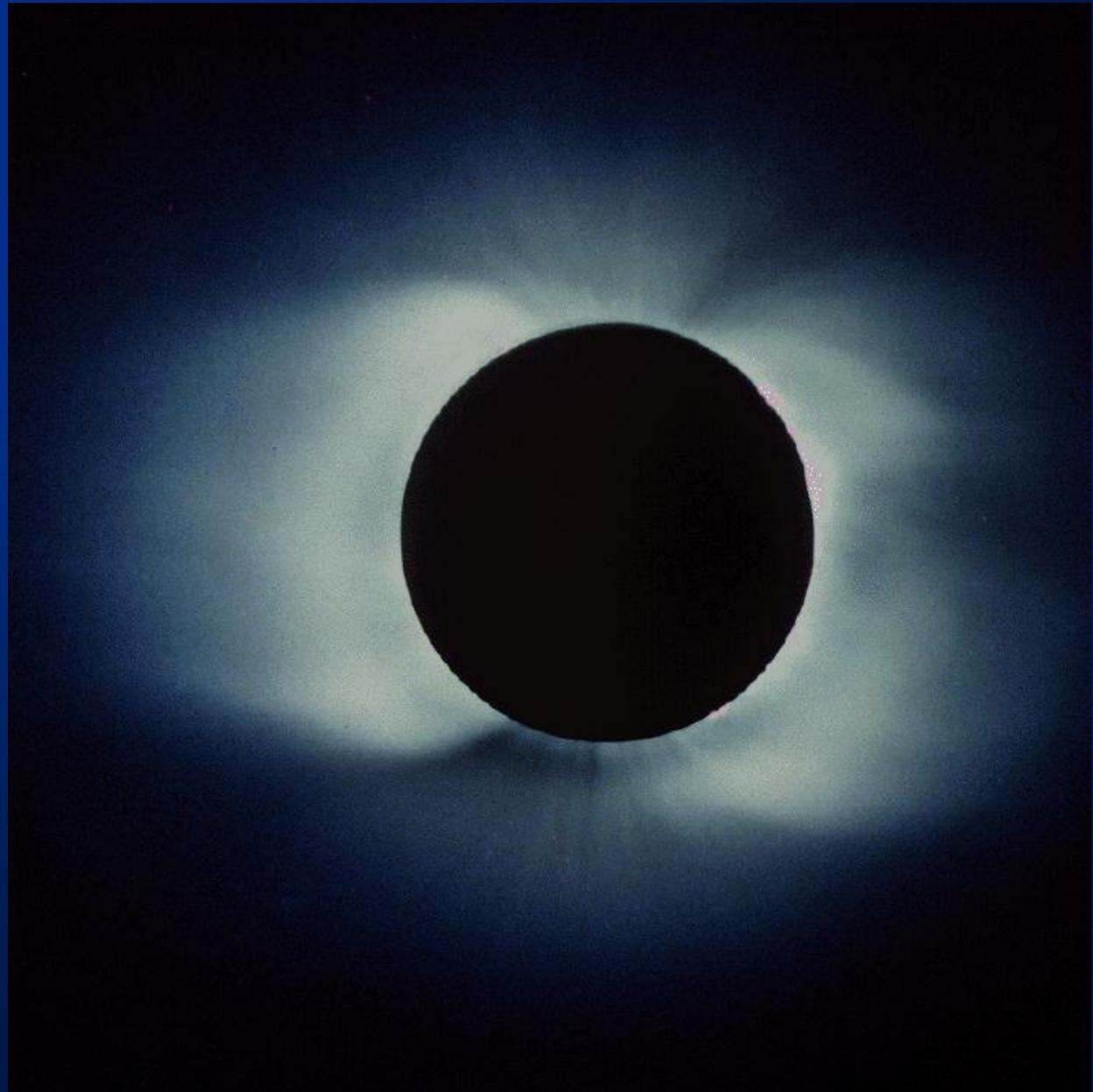
Le Eclissi di Sole

**... le
protuberanze**



Le Eclissi di Sole

... la corona



La Vita del Sole

La Vita del Sole



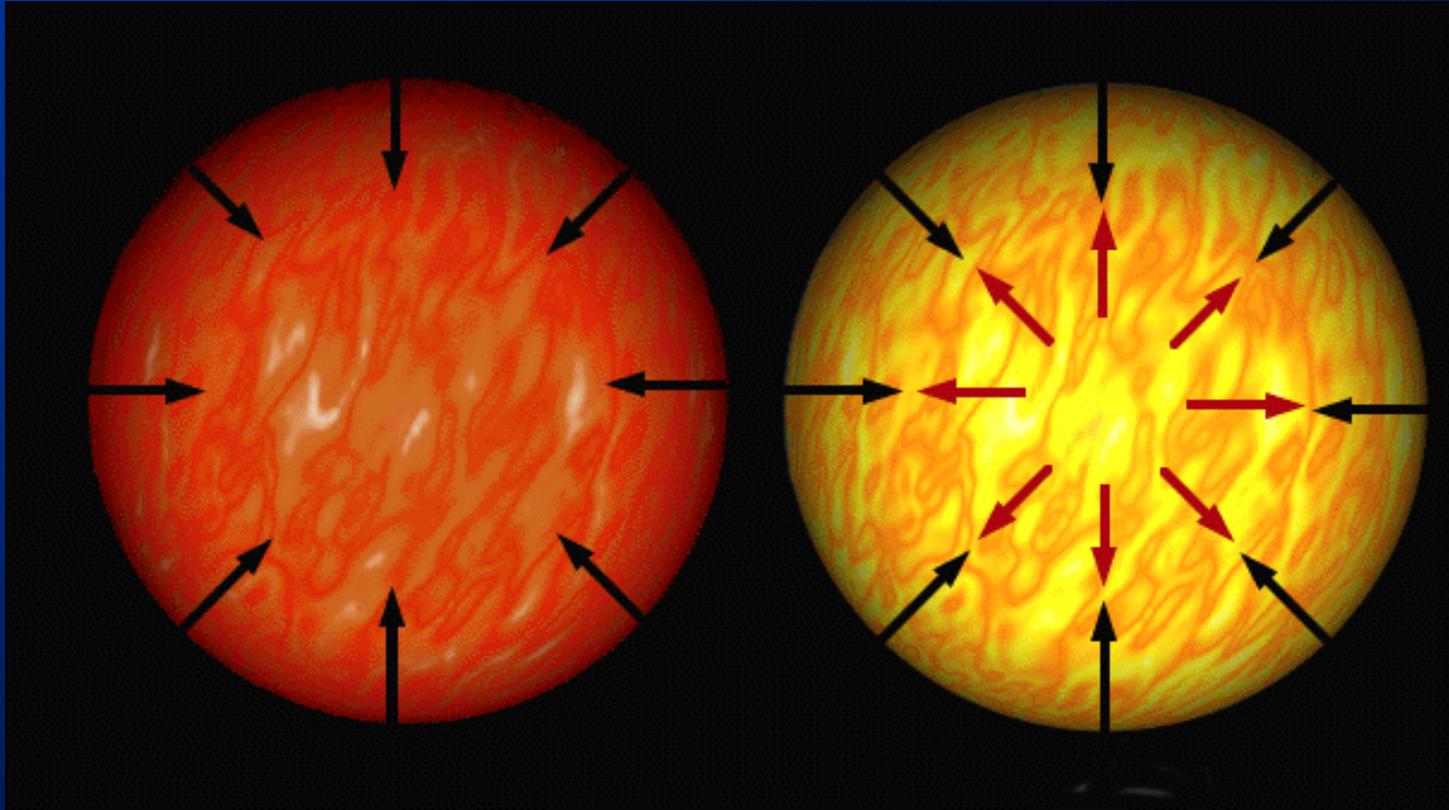
La Vita del Sole



La Vita del Sole



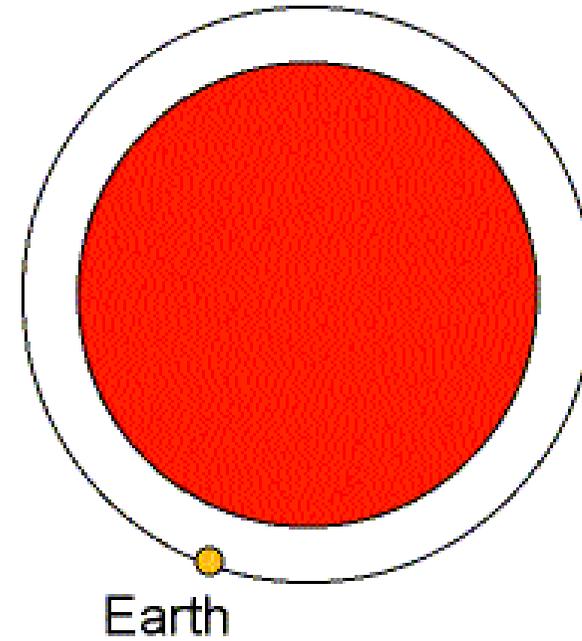
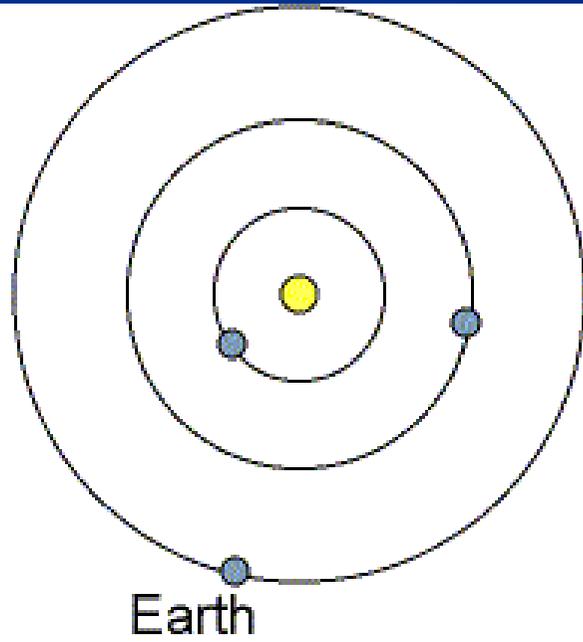
La Vita del Sole



La Vita del Sole



La Vita del Sole



La Vita del Sole





La fusione nucleare

