

SOLE E NEUTRINI

Barbara Ricci

Dipartimento di Fisica e Scienze della
Terra, Università di Ferrara

e

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare,
sezione di Ferrara

ricci@fe.infn.it

www.fe.infn.it/~ricci/

Ferrara



PST= Polo Scientifico Tecnologico

Polo Científico Tecnológico



La mia stanza...

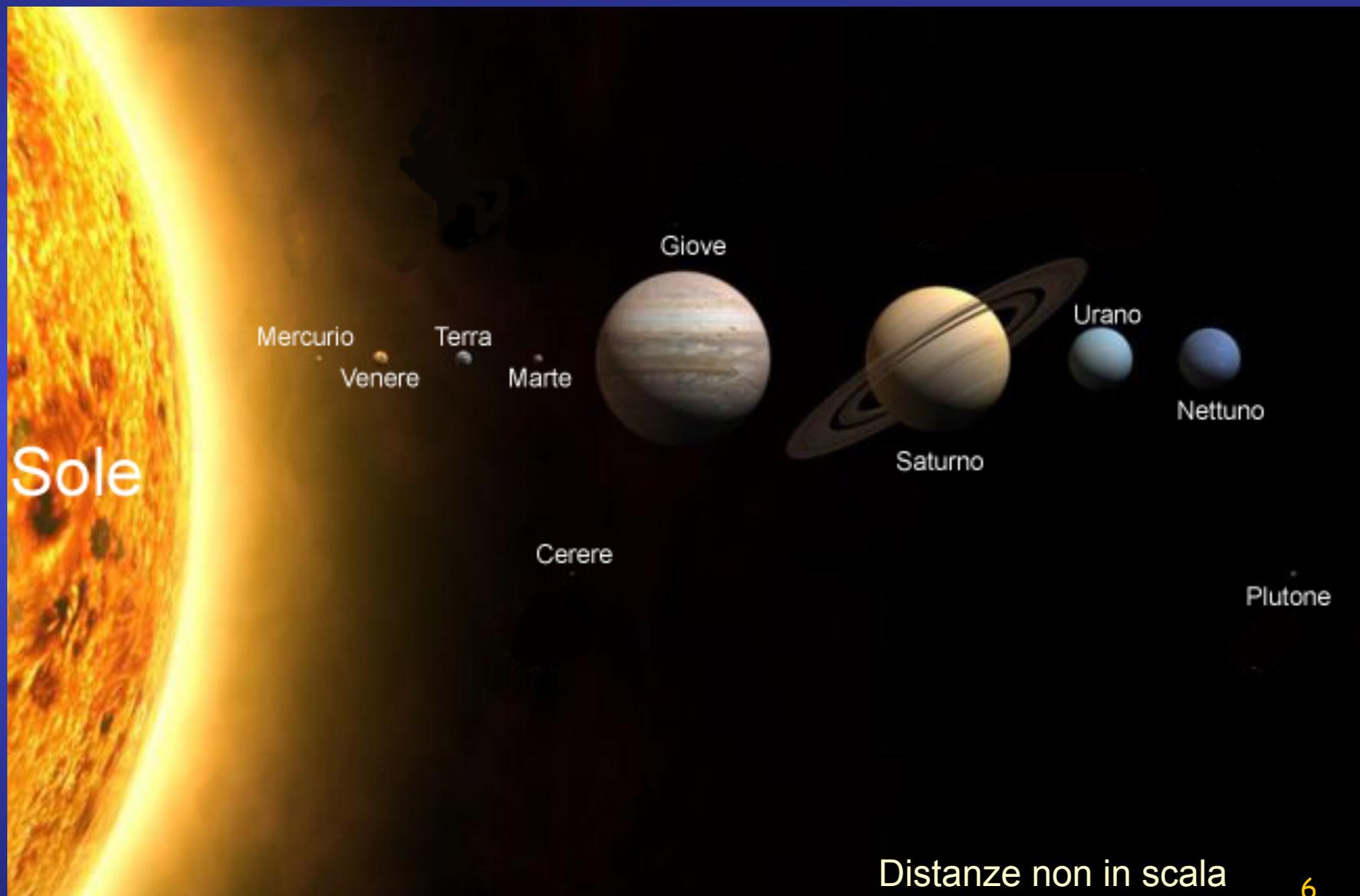


Ma io cosa faccio ?

- Fisica.....?????
- Astrofisica???
- Sole???
- Neutrini.....?????



Sistema Solare



Distanze non in scala

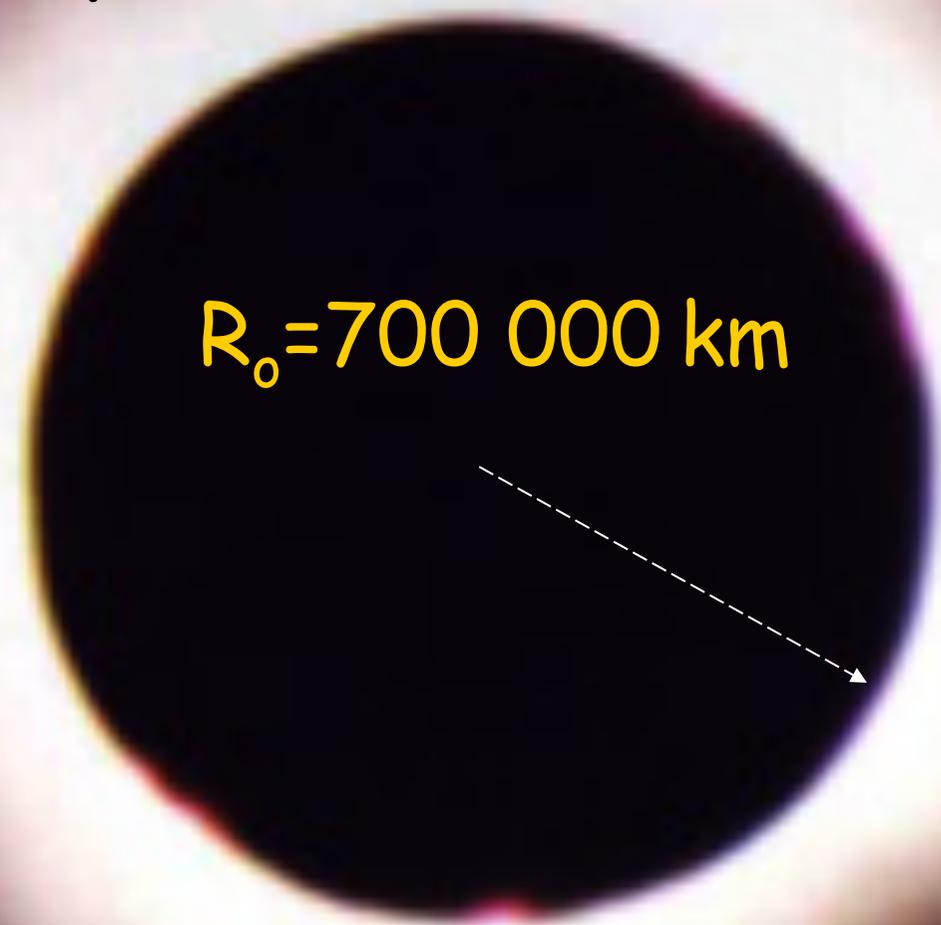
Il sole e' una STELLA



- STELLA= oggetto celeste che brilla di luce propria
- Produce esso stesso la luce che emana

Raggio solare:
distanza tra il centro del sole
e la superficie visibile (fotosfera)

$R_{\odot} = 700\,000\text{ km}$

A diagram showing the Sun during an eclipse. The Sun is represented as a dark circle with a bright, glowing outer ring. A dashed white arrow points from the center of the dark circle to the inner edge of the bright ring, indicating the radius of the photosphere.

$R_{\text{Terra}} \approx 6000\text{ km}$

Eclisse del
11/08/99

Età del sole



$t=5$ Miliardi di anni

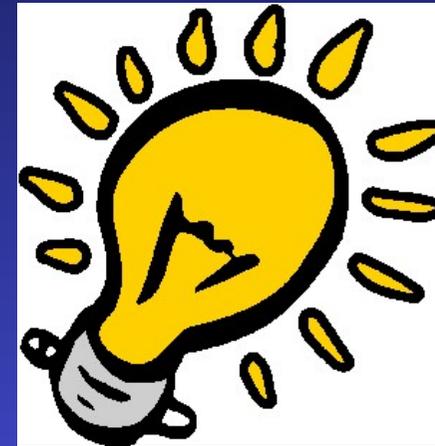
- Ne vivra' ancora altrettanti prima di diventare una gigante rossa per poi spegnersi come nana bianca

Meteorite di Vigarano
caduta il 22 Gennaio 1910

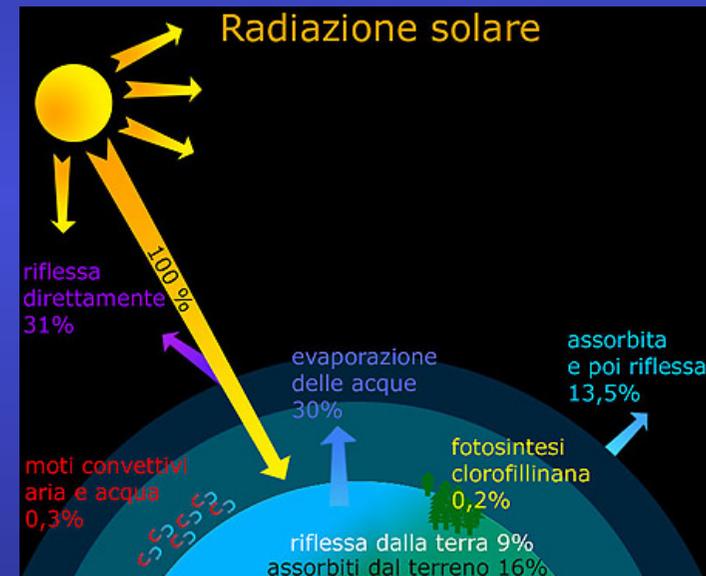


Luminosità del sole

$$L_0 = 4 \times 10^{26} \text{ Watt}$$



- Una lampadina ad incandescenze ha una luminosita' di circa 100 Watt



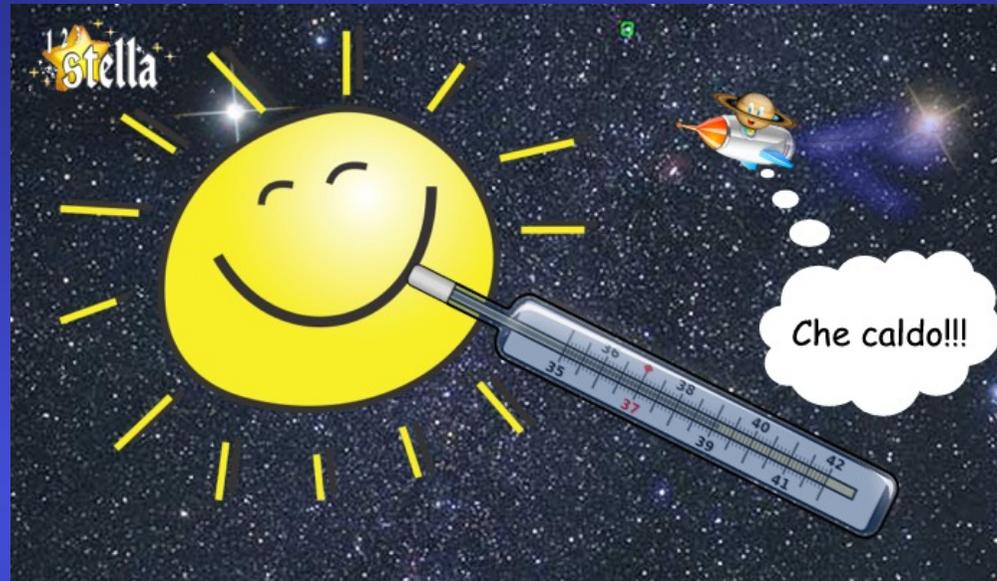
- 1 sole = 4 000 000 000 000 000 000 000 000 000 lampadine

Composizione chimica

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
periodi I	gruppi																VIII	
1	H ¹	II																He ²
2	Li ³	Be ⁴	metalli di transizione										B ⁵	C ⁶	N ⁷	O ⁸	F ⁹	Ne ¹⁰
3	Na ¹¹	Mg ¹²	metalli di transizione										Al ¹³	Si ¹⁴	P ¹⁵	S ¹⁶	Cl ¹⁷	Ar ¹⁸
4	K ¹⁹	Ca ²⁰	Sc ²¹	Ti ²²	V ²³	Cr ²⁴	Mn ²⁵	Fe ²⁶	Co ²⁷	Ni ²⁸	Cu ²⁹	Zn ³⁰	Ga ³¹	Ge ³²	As ³³	Se ³⁴	Br ³⁵	Kr ³⁶
5	Rb ³⁷	Sr ³⁸	Y ³⁹	Zr ⁴⁰	Nb ⁴¹	Mo ⁴²	Tc ⁴³	Ru ⁴⁴	Rh ⁴⁵	Pd ⁴⁶	Ag ⁴⁷	Cd ⁴⁸	In ⁴⁹	Sn ⁵⁰	Sb ⁵¹	Te ⁵²	I ⁵³	Xe ⁵⁴
6	Cs ⁵⁵	Ba ⁵⁶	La ⁵⁷	Hf ⁷²	Ta ⁷³	W ⁷⁴	Re ⁷⁵	Os ⁷⁶	Ir ⁷⁷	Pt ⁷⁸	Au ⁷⁹	Hg ⁸⁰	Ta ⁸¹	Pb ⁸²	Bi ⁸³	Po ⁸⁴	At ⁸⁵	Rn ⁸⁶
7	Fr ⁸⁷	Ra ⁸⁸	Ac ⁸⁹															
lantanidi			Ce ⁵⁸	Pr ⁵⁹	Nd ⁶⁰	Pm ⁶¹	Sm ⁶²	Eu ⁶³	Gd ⁶⁴	Tb ⁶⁵	Dy ⁶⁶	Ho ⁶⁷	Er ⁶⁸	Tm ⁶⁹	Yb ⁷⁰	Lu ⁷¹		
attinidi			Th ⁹⁰	Pa ⁹¹	U ⁹²	Np ⁹³	Pu ⁹⁴	Am ⁹⁵	Cm ⁹⁶	Bk ⁹⁷	Cf ⁹⁸	Es ⁹⁹	Fm ¹⁰⁰	Md ¹⁰¹	No ¹⁰²	Lr ¹⁰³		

- Circa il 70% della massa del sole è costituita da nuclei di IDROGENO, il 28% circa da nuclei di ELIO e il restante 2% da atomi (ionizzati) più pesanti, quali ossigeno, carbonio ecc.

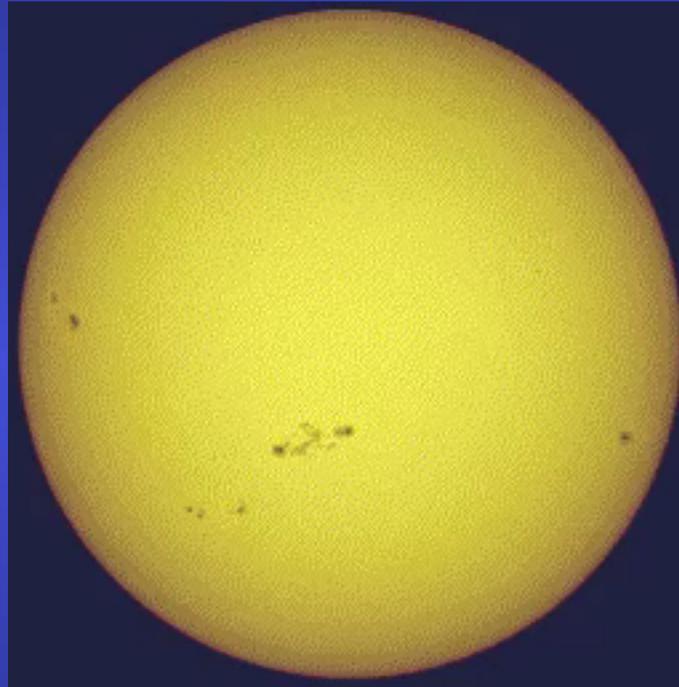
Temperatura



- La Temperatura superficiale del Sole e' di circa 6000 gradi
- La Temperatura al centro del Sole e' di circa 17 Milioni di gradi



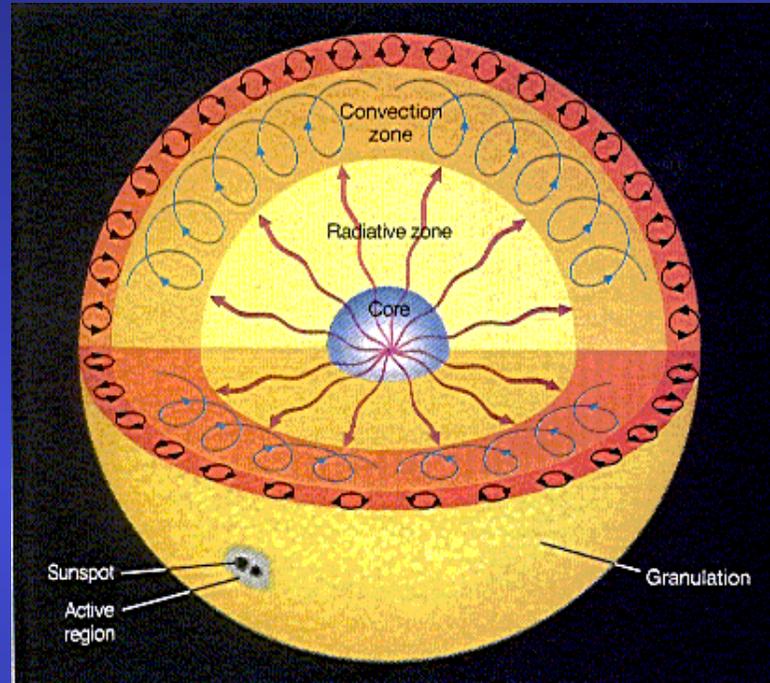
Rotazione del sole



MAI GUARDARE
IL SOLO AD
OCCHIO
NUDO !!!!

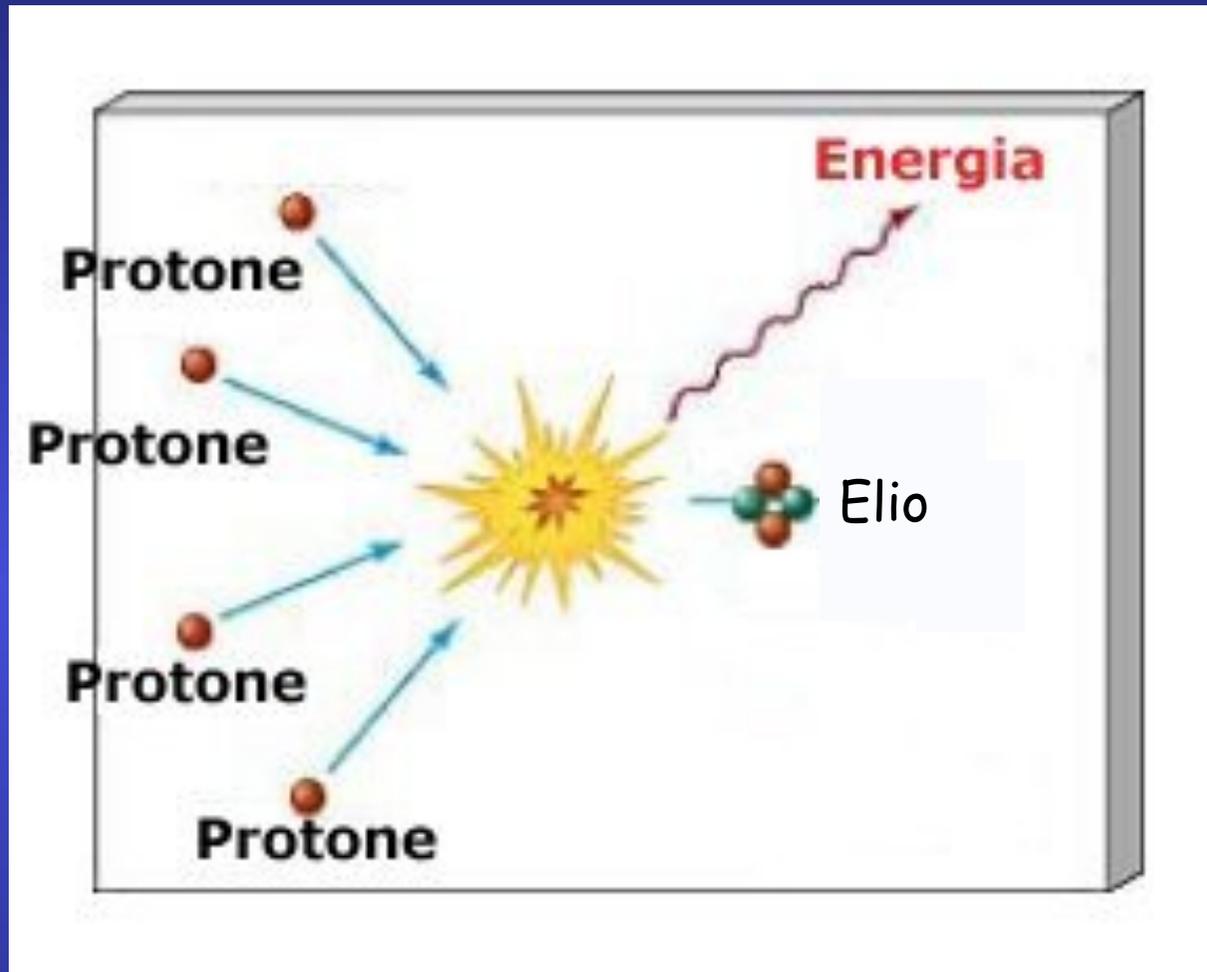
- Osservando la posizione della macchie solari

Cosa succede all'interno ?



- Nel nucleo del sole avvengono delle reazioni nucleari
- Nucleare significa che sono coinvolti i nuclei atomici

Fusione nucleare



in 1 sec 700.000.000 di ton di protoni sono convertite in nuclei di Elio, liberando energia.

Protone=nucleo di idrogeno

Fissione o Fusione...questo e'
il dilemma!



Facciamo chiarezza

- FUSIONE = UNIONE di due o più nuclei in un nucleo unico più leggero
- FISSIONE = DIVISIONE di un nucleo in due o più nuclei più leggeri



Dov'è il trucco ?



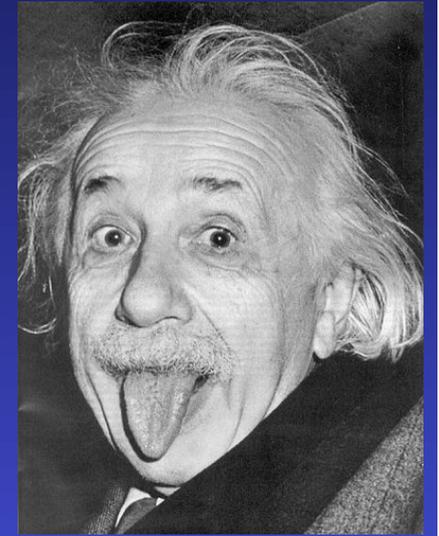
- La massa dello stato finale è minore della massa dello stato iniziale



- Dove va a finire la massa "mancante"?

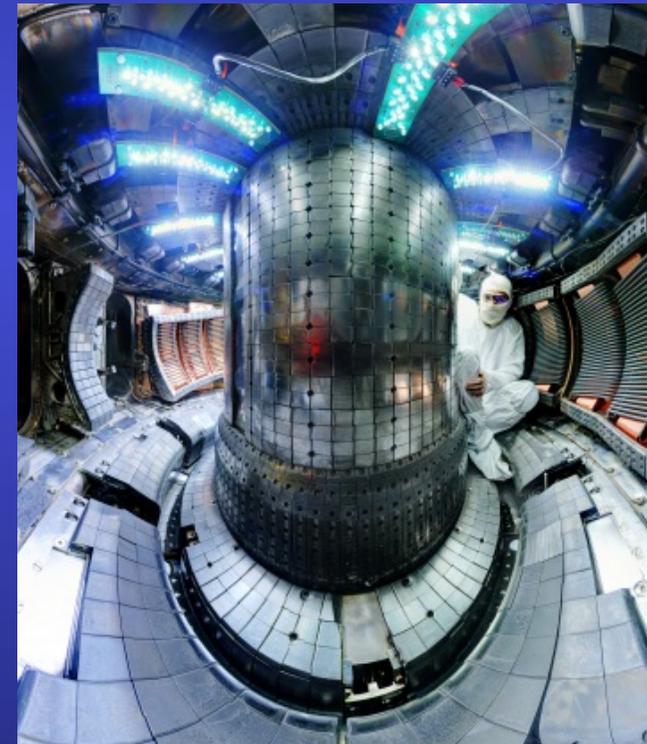
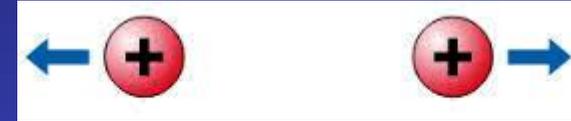
Energia

- Siccome $E = mc^2$ la massa mancante si trasforma in energia
- Per nuclei leggeri (con masse inferiore alla massa del nucleo di Ferro), si produce energia con FUSIONE.
- Per nuclei pesanti (oltre al Ferro) si produce energia con la FISSIONE



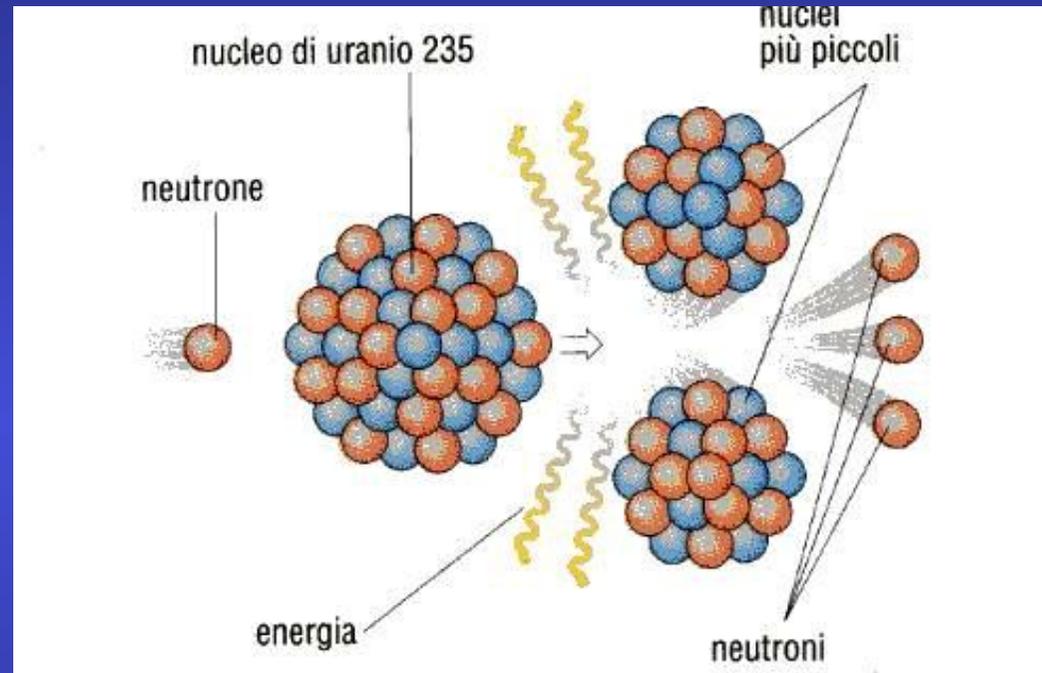
FUSIONE

- Per ottenere la FUSIONE bisogna vincere la repulsione tra i nuclei di partenza, carichi positivamente
- Al centro del Sole questo è possibile perché ci sono condizioni di temperatura e densità particolari : Temp =16 milioni di gradi, densità= 150 gr/cm³
- Sulla Terra, al momento, si sono ricreate queste condizioni solo per 2 secondi

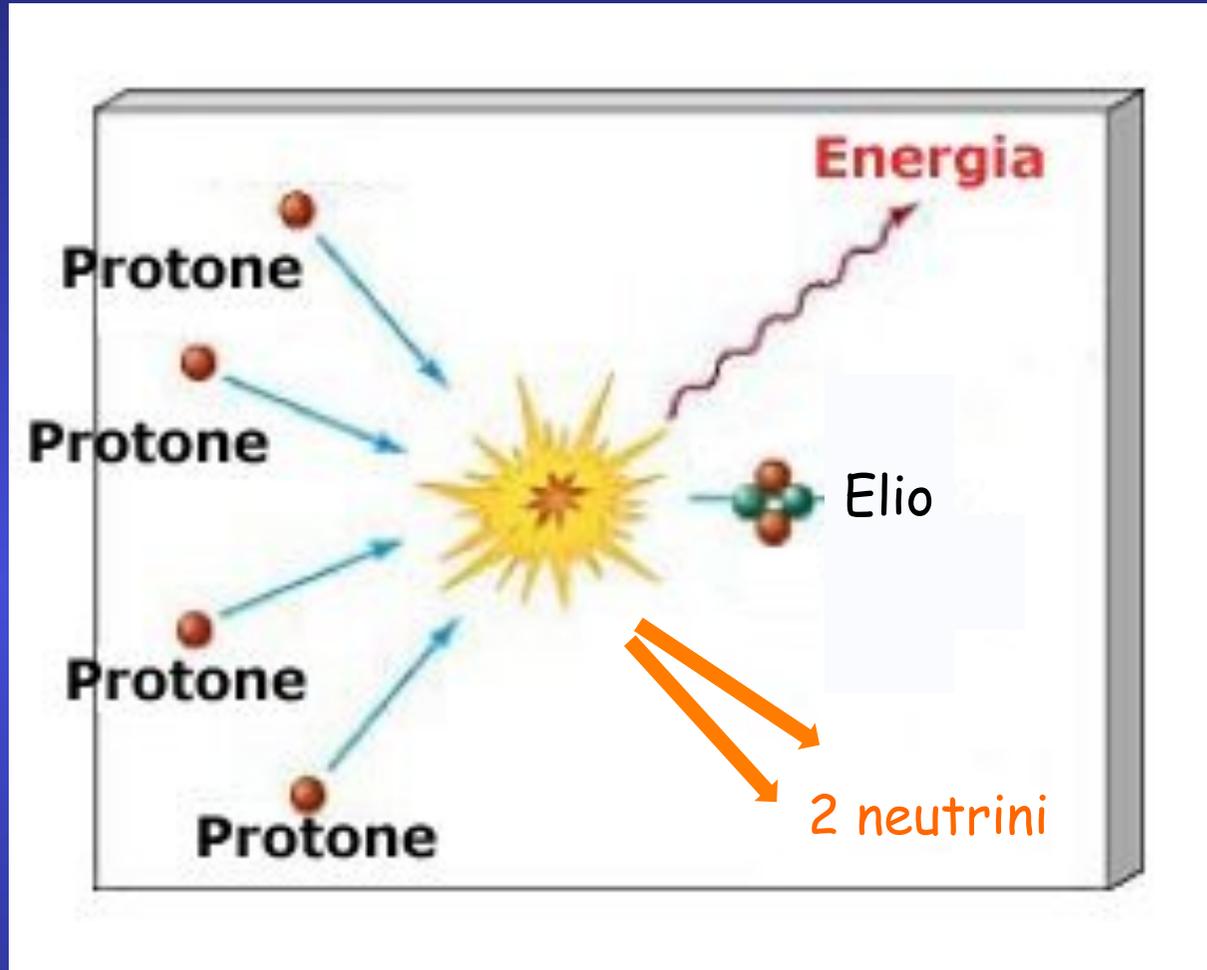


FISSIONE

- Sulla Terra si trovano nuclei pesanti fissionabili (ad esempio un isotopo dell'Uranio)
- E' facile fissionarli: si manda un neutrone contro il nucleo pesante
- Fissione controllata = centrali nucleari
- Fissione incontrollata = bombe



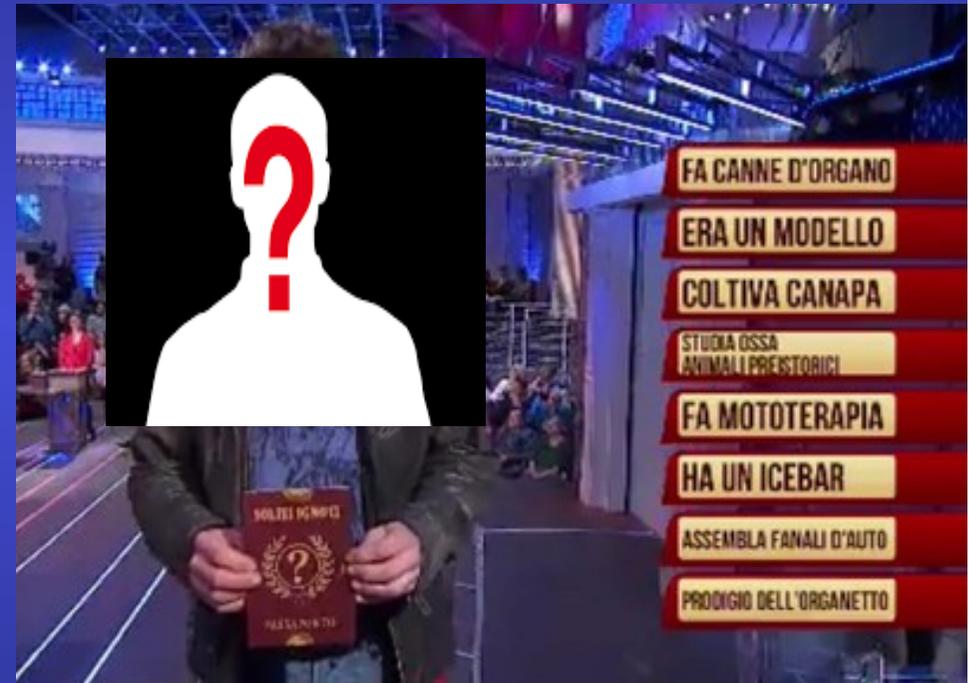
Torniamo a noi: fusione nel sole



Si fondono nuclei di Idrogeno per formare nuclei di Elio, si produce energia e si producono anche NEUTRINI

Il neutrino: un "solito ignoto"

- Particella neutra
- Massa quasi nulla
- Interagisce poco con la materia
- Prodotto nel sole, nella terra, nelle altre stelle, negli acceleratori



Ma quanti sono questi neutrini prodotti nel Sole?



Dal sole arrivano 100 miliardi di neutrini
ogni secondo e ogni centimetro quadrato

Siamo attraversati continuamente da una
"pioggia" immensa di neutrini

...ma non ce ne accorgiamo, non ci fanno
male

Rivelatori sotterranei

- Riusciamo a "vedere" i neutrini solari?
- Si osservando l'effetto della loro "interazione" con altri nuclei
→ RIVELAZIONE
- Si costruiscono così dei grandi rivelatori posti **SOTTOTERRA** (difesa dai raggi cosmici e dalla radioattività naturale)



Sottoterra ????

1) In miniera

2) Sotto le montagne



Rivelatori di neutrini solari nel mondo



Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell' Istituto Nazionale di Fisica Nucleare



I Laboratori sotterranei più grandi del mondo

Gli scavi sono iniziati nel 1988

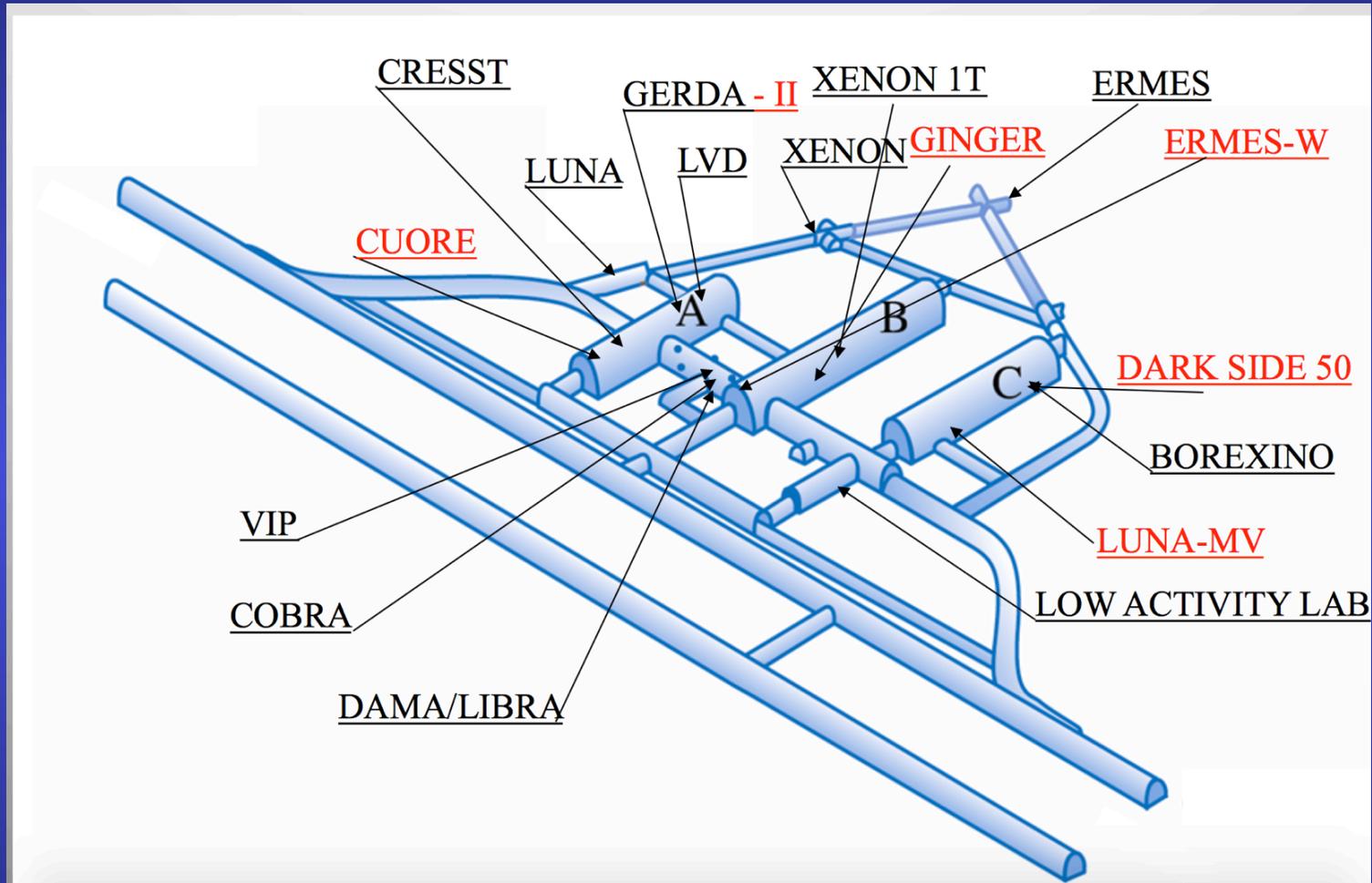


15 gennaio 2018 : visita del Presidente della Repubblica



-...insieme al prof. Zichichi che ha avuto l'idea di creare i Laboratori

Andiamo a curiosare...



3 grandi sale sperimentali, ognuna di 100m x50m x50m

Sala B

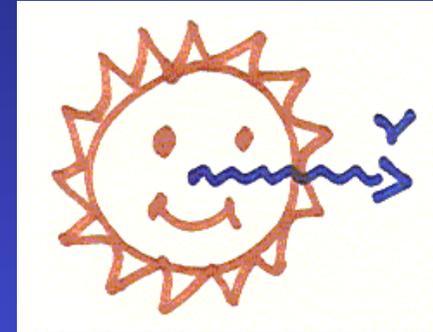


Sala C



.....google street view

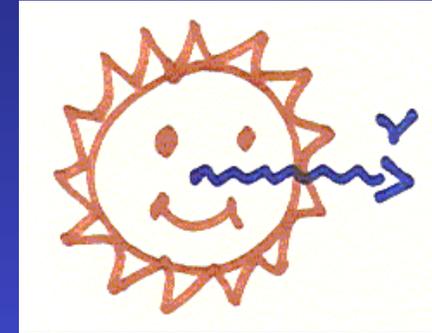
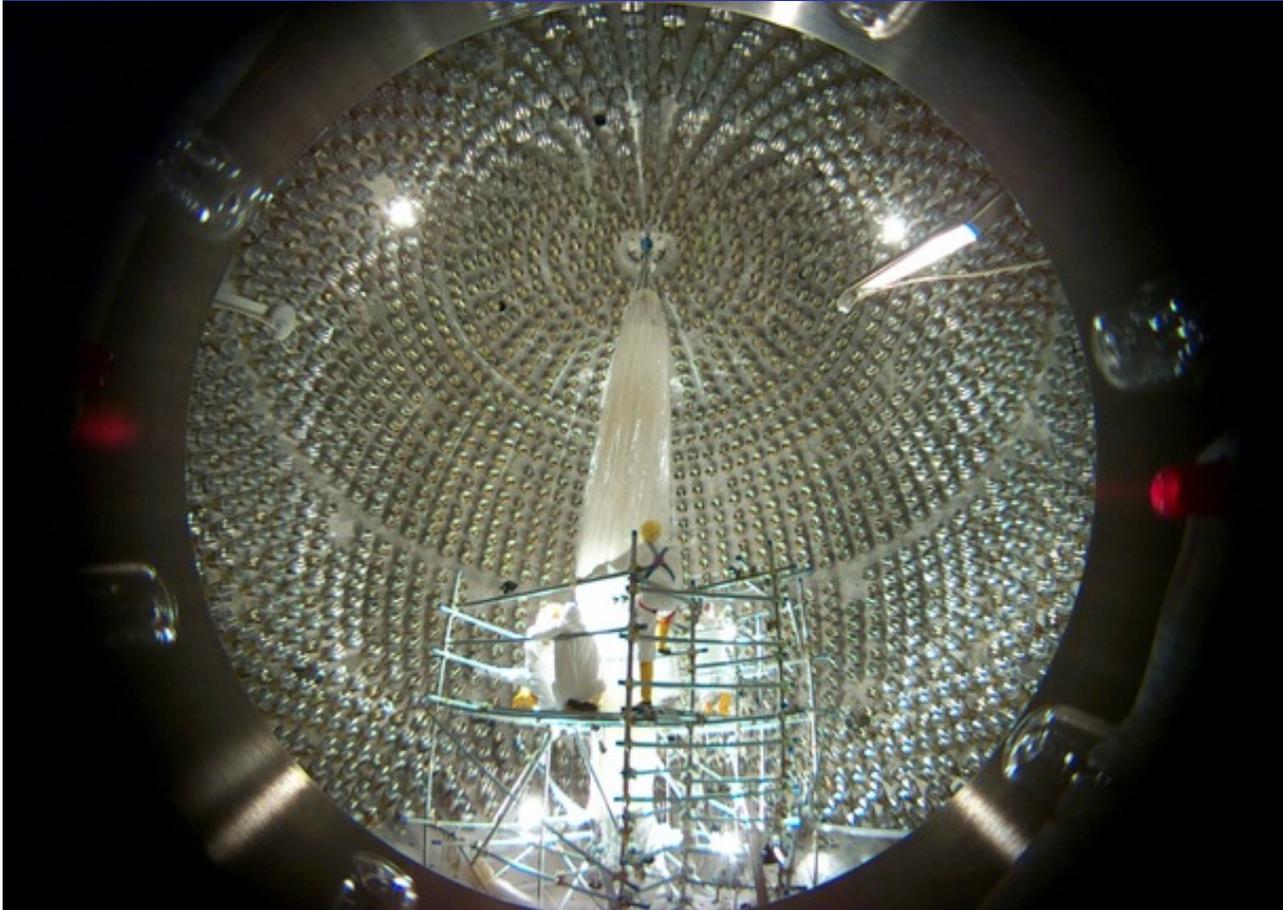
I rivelatori di neutrini solari



GNO :
30 tonnellate
di Gallio

(TERMINATO)

I rivelatori di neutrini solari



BOREX I NO:
100 tonnellate di
Pseudocumene
...una specie di
detersivo

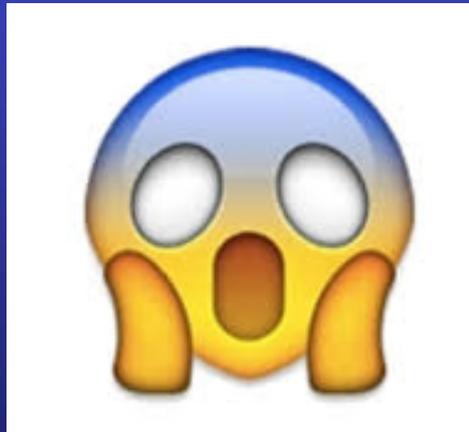
(IN FUNZIONE)

Visite Guidate ai Laboratori



Il "problema dei neutrini solari"

- Non sono tutte rose e fiori....(il bello della scienza)
- Si sono rivelati metà dei neutrini solari predetti dalla teoria



Oscillazione di neutrini

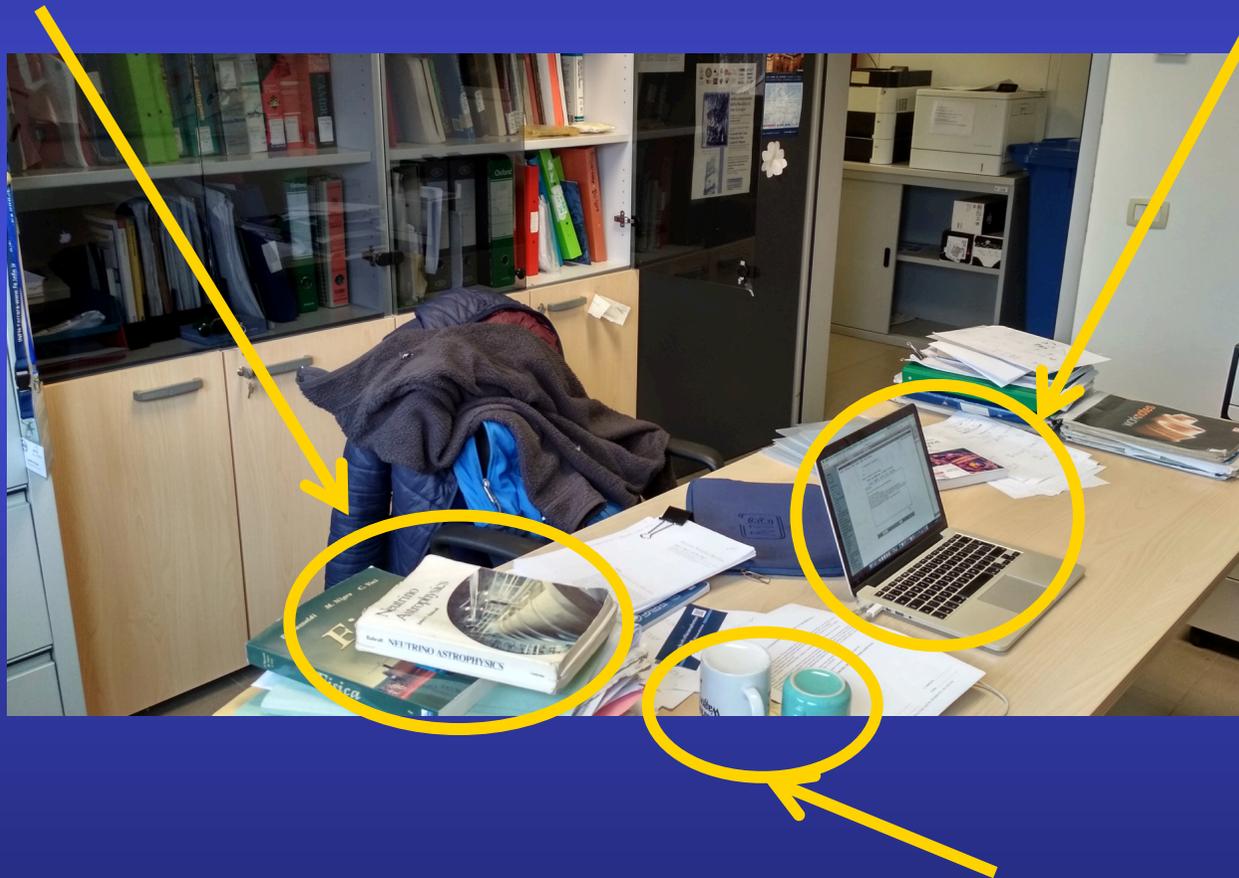
- **NO PANIC !** gli scienziati non si spaventano: sono nati per trovare soluzioni !!!
- I neutrini solari si trasformano durante il viaggio.



Torniamo a me

Studio/Leggio

Calcolo/Faccio Soli



...bevo tanto tè

Non sono mica Raperonzolo....



Collaboro con i miei colleghi a Ferrara



Partecipo a Incontri Internazionali



Porte Aperte al Polo Scientifico Tecnologico



Venite a trovarci !

