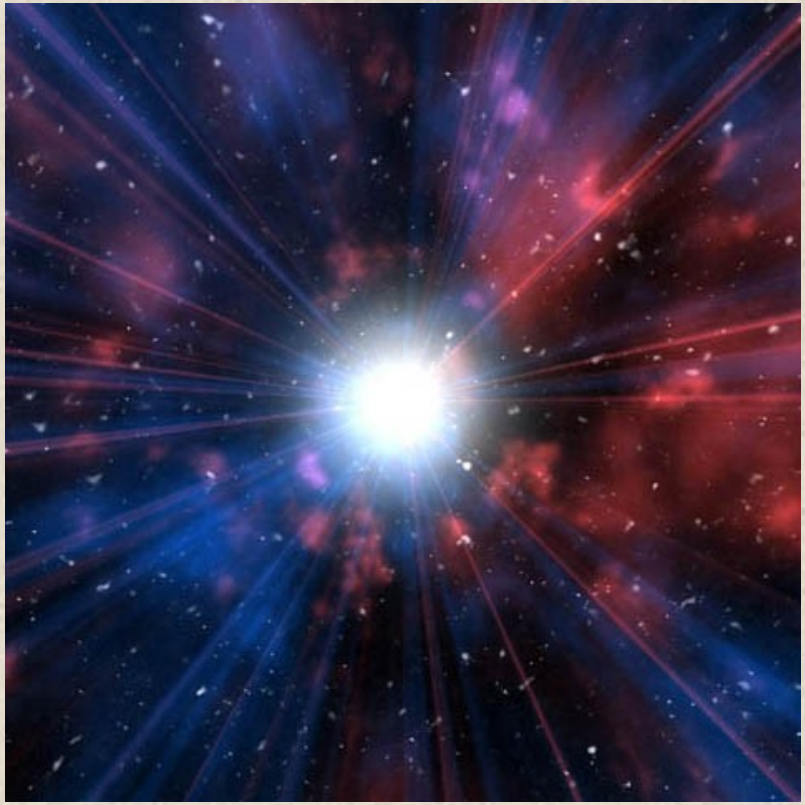
# DALLA SCOPERTA DELLA RADIOATTIVITA' ALLA BOMBA ATOMICA

**angelo gavezzotti**
**Dipartimento di Chimica**
**Università di Milano**

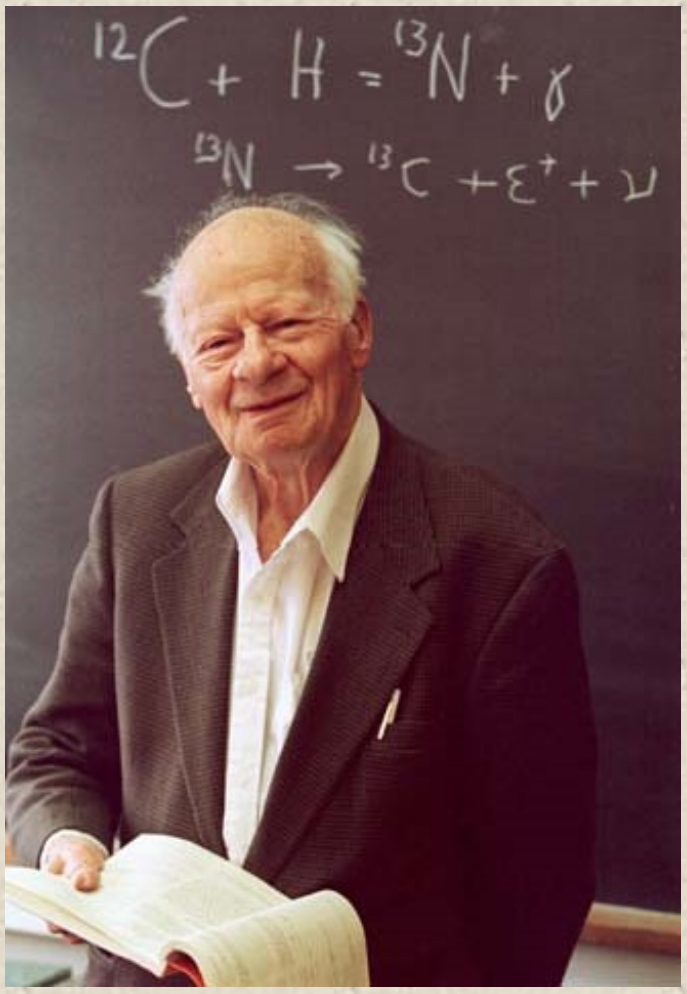
**www.angelogavezzotti.it**

***sezione tecnica e informatica***



**big bang...**
**galassie, supernovae, stelle...**
**qui si stanno formando**
**gli elementi chimici**

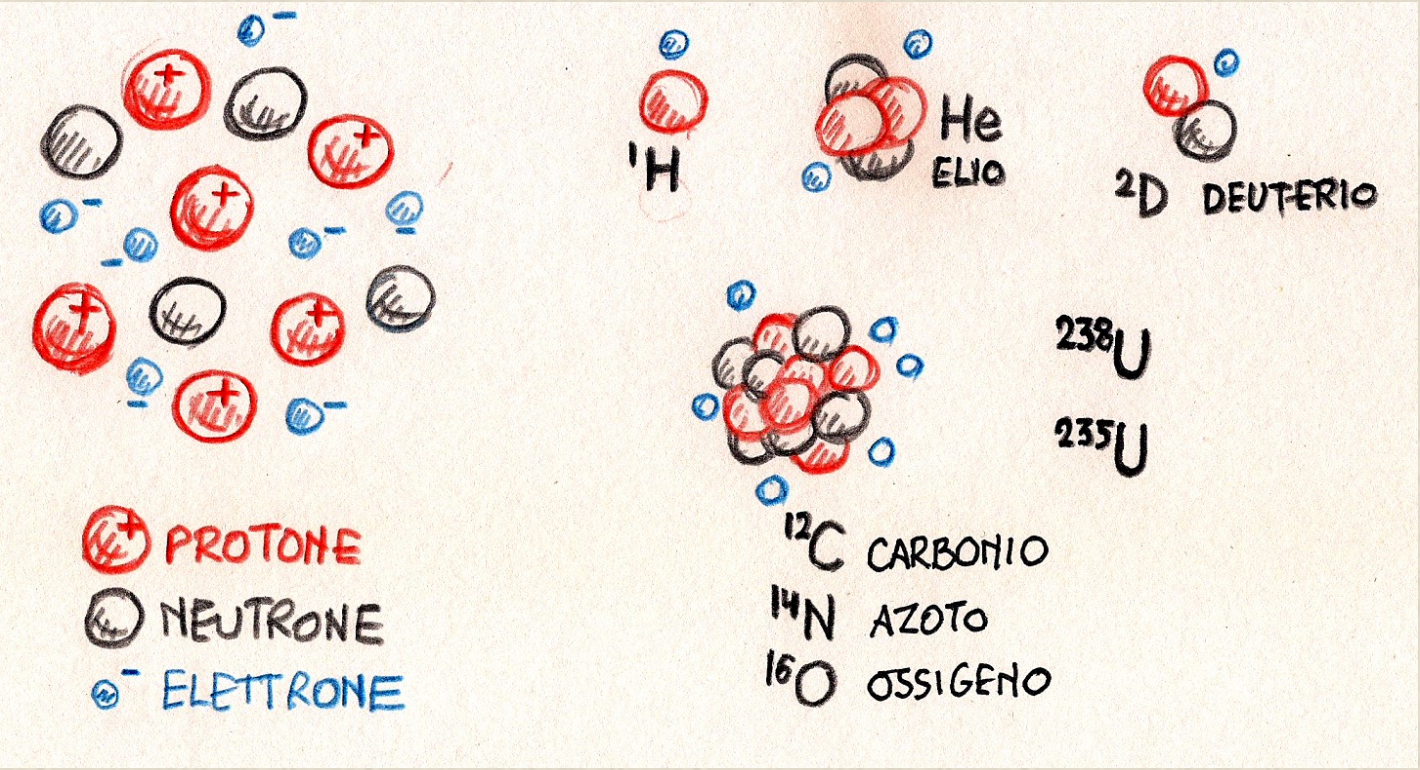
**la fucina dell'Universo...**



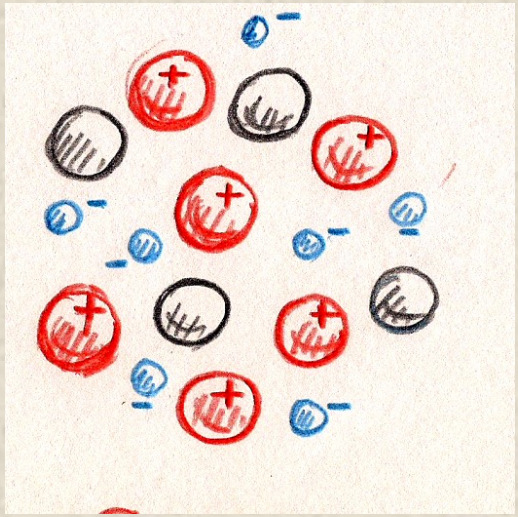

**Hans Bethe (1906-2005)**
**grande teorico dei processi di fusione che avvengono all'interno delle stelle**

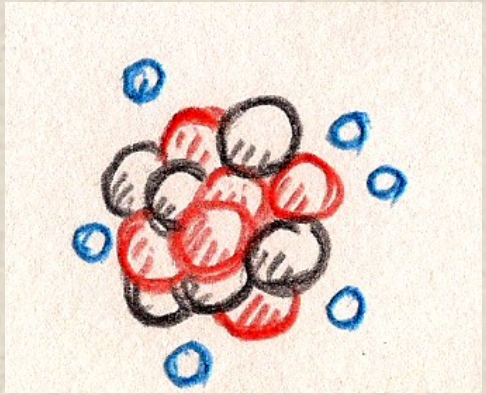
**a partire da idrogeno**
**(o meglio, un plasma di protoni, neutroni e elettroni) per enormi pressioni e temperature si generano atomi di tutte le dimensioni ....**

**nell'ambiente stellare: FUSIONE NUCLEARE**
**enormi pressioni e altissime temperature**




**inoltre, atomi più piccoli si possono ulteriormente fondere dando luogo a atomi più pesanti**





perché servono
enormi pressioni?

i protoni hanno carica positiva e si respingono fortemente
ma nel nucleo sono tenuti insieme dalla **"forza forte"**
un collante naturale ancora più potente della repulsione Coulombiana

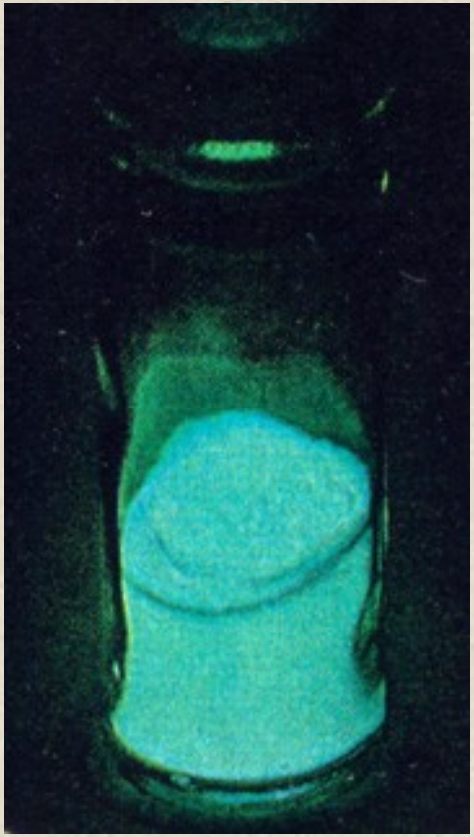
| | |
|---|---|
| gravitazione | Newton, Einstein |
| elettromagnetica | Faraday, Maxwell |
| forza debole | Rubbia |
| forza forte | radioattività |

# LA RADIOATTIVITA'

**La scoperta casuale**
**di Becquerel...**
**un minerale che annerisce**
**una lastra fotografica anche al buio!**

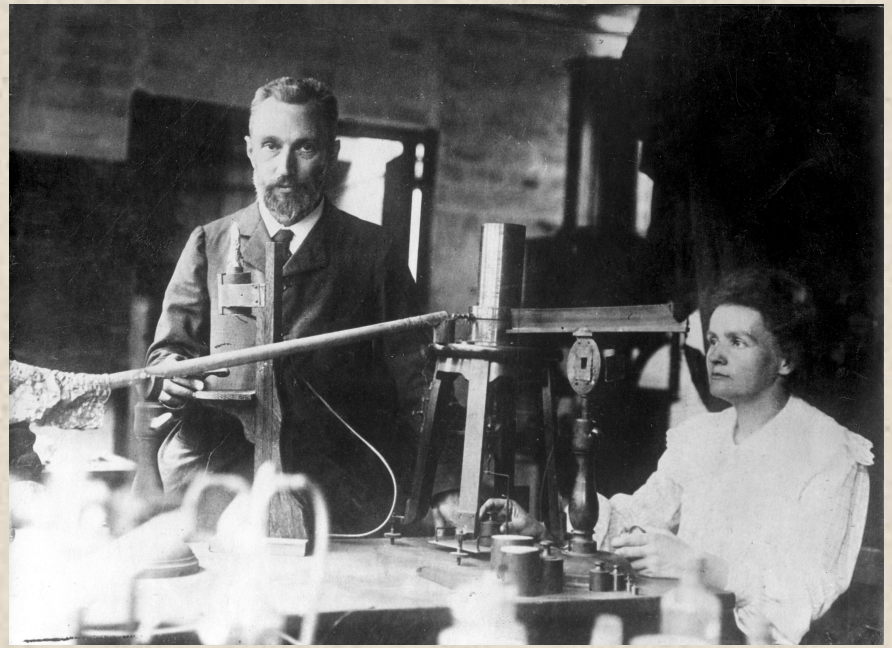
**ma le scoperte sperimentali**
**che hanno permesso la comprensione**
**del meccanismo fondamentale della struttura atomica**
**si devono soprattutto alla famiglia Curie**

# Pierre e Marie: il radio!...



**la gioventù, le amatissime figlie,**
**la passione (bicicletta),**
**l'età matura**
**Marie 1867-1934**
**Pierre 1859-1906**

**mediante un sensibilissimo elettrometro inventato da Pierre, possono misurare l'attività radioattiva dei minerali: nella pechblenda, è molto superiore a quella nota dell'uranio**



**a partire da tonnellate e tonnellate di pechblenda, i Curie lavorano in condizioni disagiate e senza aiuti esterni per purificare due nuovi elementi chimici di cui sospettano l'esistenza:**

**il polonio e il radio,**

**responsabili dell'eccesso di emissione**

La pechblenda (uraninite)
in cui fu scoperto il radio

André-Louis Debierne (1874-1949)
scoperta dell'attinio
ottenimento del radio metallico,
assieme a Maria Curie

## le "volanti" a raggi X:

**Marie Curie combatte per la Francia durante**
**la prima guerra mondiale**
**benché fortemente ostracizzata**
**in quanto donna e straniera**

Il primo “Congresso Solvay” tenuto a Bruxelles nell’autunno del 1911

# Marie: un Nobel contestato...

ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES
NOBEL COMMITTEE FOR CHEMISTRY

STRICTLY CONFIDENTIAL

*Professor*

On behalf of the Royal Swedish Academy of Sciences we, as members of the Nobel Committee for Chemistry, have the honour of inviting you to submit proposals for the award of

The Nobel Prize in Chemistry for 2000.

According to the Rules of the Nobel Foundation the discovery or improvement should be indicated for which the award is proposed and reasons given for the suggestion. Work done in the past may be selected for the award only on the supposition that its significance has until recently not been fully appreciated.

A summary of the regulations governing awards is appended as well as a form which may be used for the proposal of candidate(s).

Proposals, which should be addressed to The Nobel Committee for Chemistry, Box 50005, S-104 05 Stockholm, Sweden, cannot be considered unless received by the Committee not later than 31 January 2000. The street address (for express mail delivery) is Lilla Frescativägen 4.

Stockholm, September 1999,

LENNART EBERSON
CHAIRMAN

CARL-IVAR BRÄNDÉN

INGMAR GRENTHE

BENGT NORDÉN

BJÖRN ROOS

ASTRID GRÄSLUND
SECRETARY

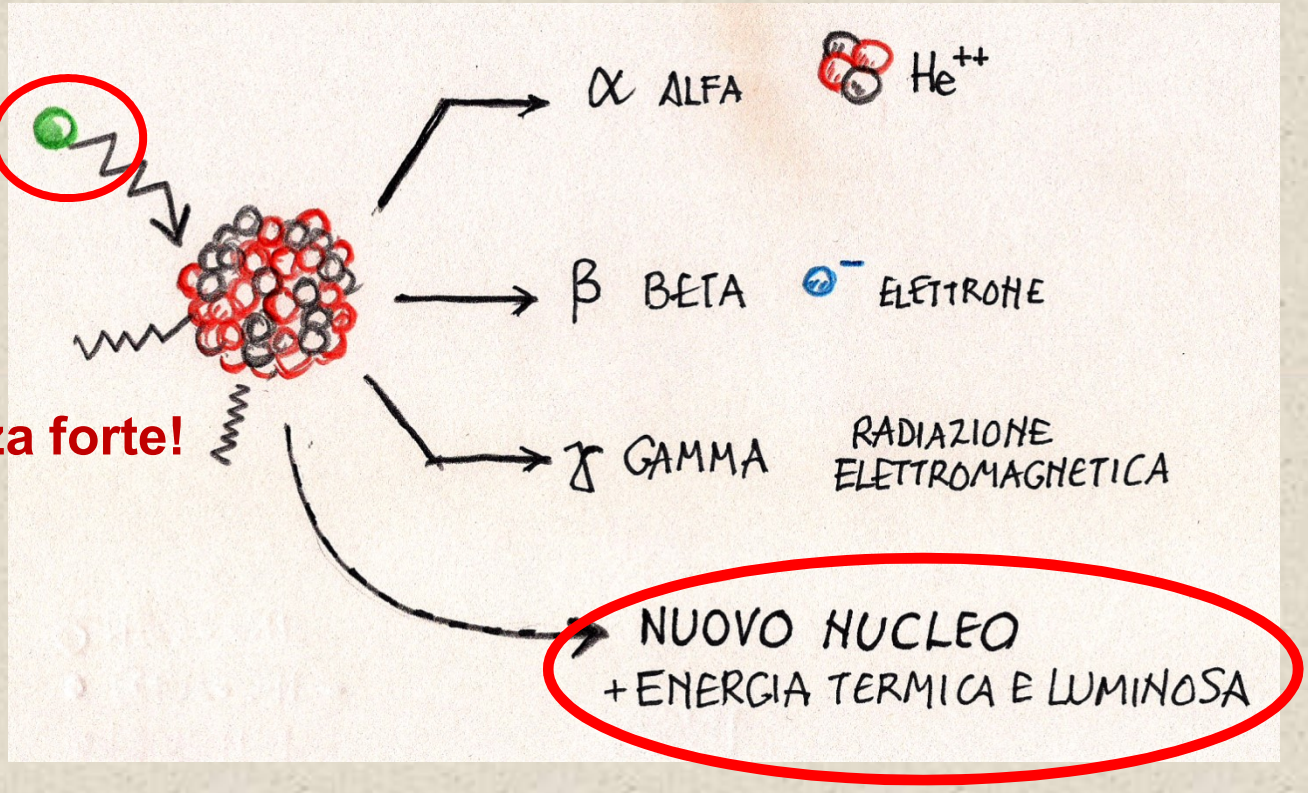
**Paul Langevin**
**amante di Marie**

**la follia dei giocattoli radioattivi**

**cibi, bevande, orologi, cosmetici, lozioni per i capelli...**

## il decadimento radioattivo

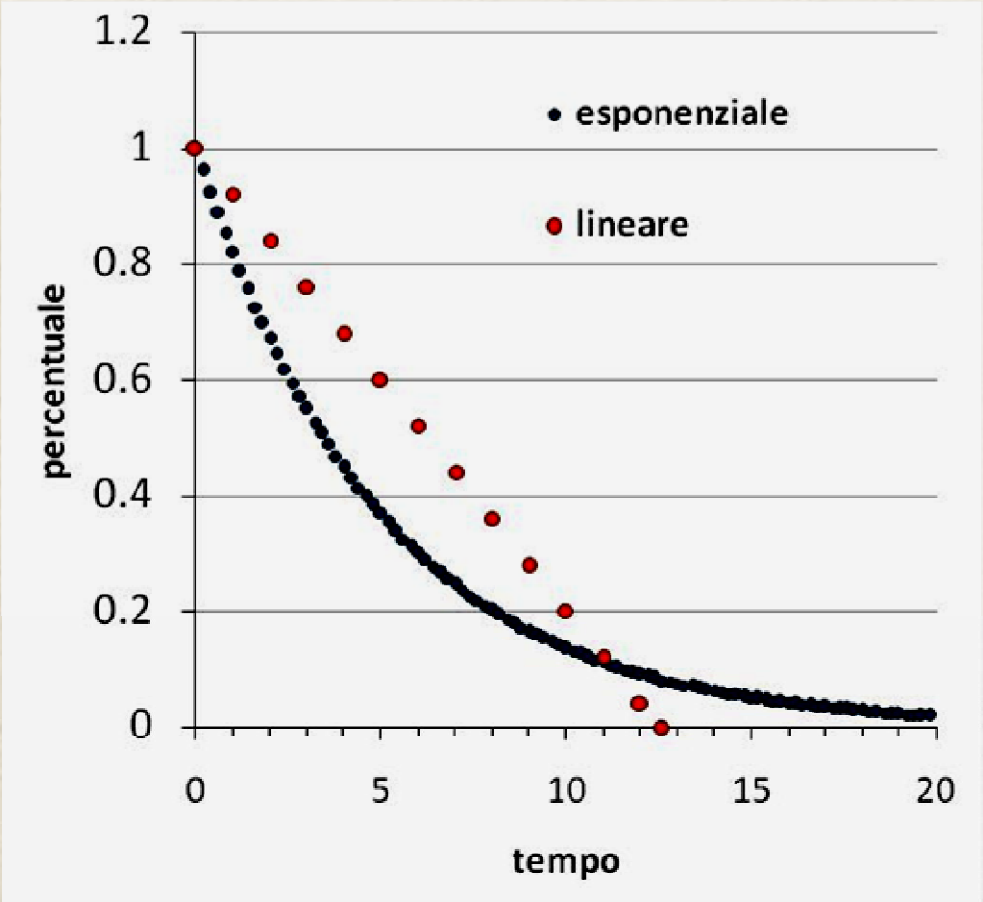
- nuclei molto pesanti e **instabili** si disgregano spontaneamente
- nuclei colpiti da proiettili artificiali (neutroni...) si spezzano emettendo radiazione



**alfa: schermate da un foglio di carta**
**beta: più penetranti, pericolose**
**gamma: radiazione ad alta energia,**
**mortale per cellule e tessuti**
**(come sparare a lupara in un negozio di cristalleria)**

**Pierre muore scivolando sotto un carro, probabilmente per lesioni ossee dovute alla radioattività: Marie, la figlia Irene, e un numero imprecisato di ricercatori dell'Institut Curie soccombono a malattie provocate dall'azione delle radiazioni sul patrimonio genetico**

**Ancora nel secolo scorso Fermi e Feynman (e chissà quanti altri) morirono a causa delle radiazioni assorbite durante il progetto Manhattan**




**la legge esponenziale del decadimento radioattivo:**
**A = A° esp(-kt)**

**t(1/2) = log(2)/k**
**tempo di dimezzamento**
**tempo di scomparsa:**
**circa 10 volte t(1/2)**

**i tempi di dimezzamento....**

| | |
|---|---|
| **Uranio 238** | **4,5 miliardi anni** |
| **Uranio 235** | **0,7 miliardi anni** |
| **Radon 222** | **3,8 giorni** |
| **Polonio 210** | **140 giorni**** |
| **Attinio 227** | **28 anni** |
| **Radio 226** | **1.590 anni** |
| **Renio 187** | **4000 miliardi anni** |
| **Carbonio 14** | **5.700 anni** |
| **Alluminio 26** | **730.000 anni** |
| **Plutonio 244** | **80 milioni anni** |

***ecco perché Marie faceva tanta fatica per isolarlo.....*

**radioattività...perché ce n'è sempre in giro**

la "famiglia radioattiva" dell'uranio:

n°massa

238 Uranio t(1/2)=4,5 miliardi di anni

234 Torio → Protoattinio → Uranio t(1/2)=25.000 anni

230 Torio t(1/2)=80.000 anni

226 Radio t(1/2)=1600 anni (Curie)

222 **Radon (gassoso) t(1/2)=3.8 giorni**

218 Polonio t(1/2)=3 minuti

214 Piombo → Bismuto → Polonio t(1/2)=200 microsecondi

210 Tallio → Piombo → Bismuto → Polonio (Curie); t(1/2)=138 giorni

206 Piombo stabile

## radioattività artificiale

**Jean Frédéric Joliot (1900-1958) con Irène Curie (1897-1956), figlia di Marie**

**trasmutazione degli elementi: bombardando alluminio con particelle alfa ottennero fosforo**

**il sogno degli alchimisti!**

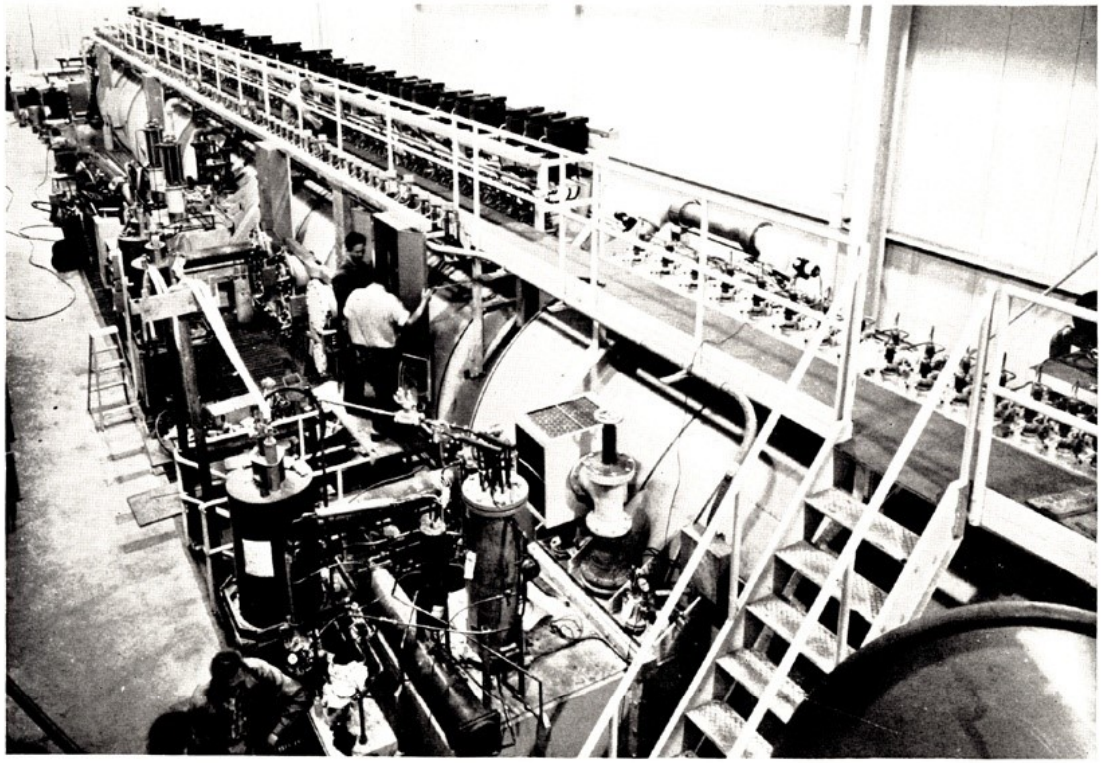


Fig. 11.24. The heavy ion linear accelerator (Hilac) at the University of California Radiation Laboratory, Berkeley

**per mezzo di acceleratori di particelle**
**si può ottenere tutto e l'opposto di tutto...**

**le quantità di energia in gioco sono enormi**
**1 kg di uranio (50 $cm^3$) può produrre l'energia**
**per far bollire 900,000 tonnellate di acqua!**

**l'energia si può calcolare dal cosiddetto**
**"difetto di massa" secondo la relazione di Enstein,**
**$E = mc^2$ dove $c$ è la velocità della luce**

**una nuova scoperta del fuoco:**
**enormi conseguenze pratiche, morali, politiche**

un campione di uranio arricchito

la miniera di minerale di Uranio di Novazza, vicino a Valgoglio (val Seriana)

**uranio naturale: 99% isotopo 238, 0.7% isotopo 235**
**solo il 235 è fissile (cioè usabile per produrre energia)**
**l'uranio naturale viene arricchito nell'isotopo fissile**
**per gli scopi da raggiungere**

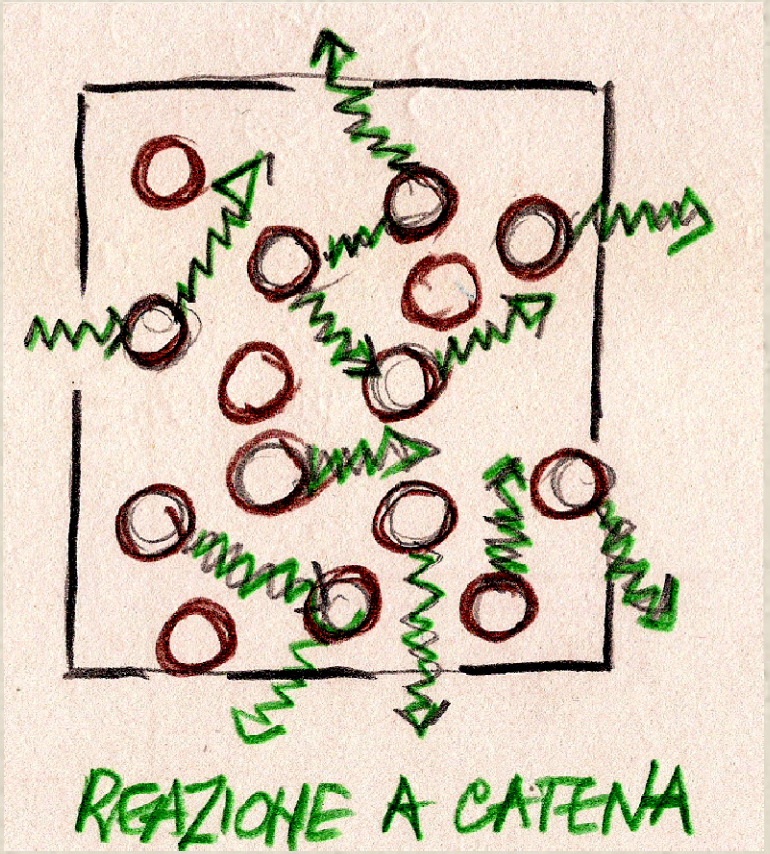
intorno al 2007:
naturale: 200 dollari/kg, arricchito: 2000 dollari/kg
prezzo in caduta libera al giorno d'oggi
(nessuno più vuole uranio per nessun motivo!)

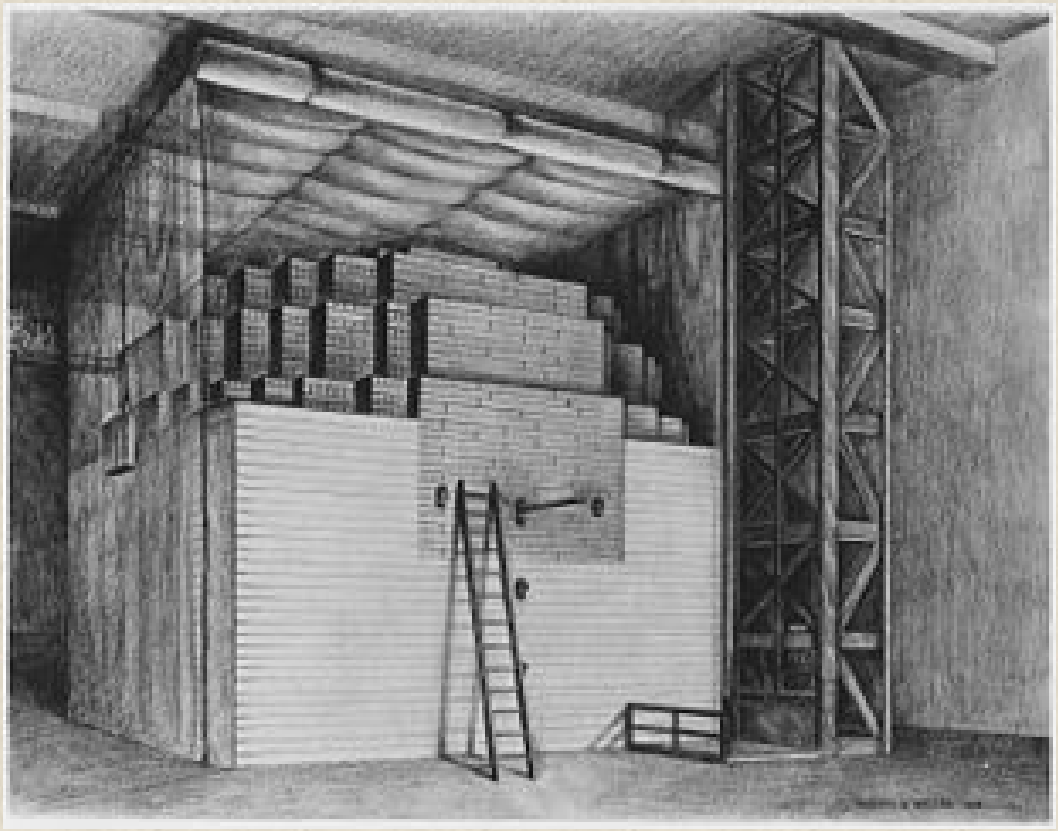
l'uranio 238 avanzato è il cosiddetto uranio impoverito (20 g/cc)
si usa come zavorra in mazze da golf (è un debole emettitore alfa)
e proiettili di artiglieria convenzionali!!!

**LA REAZIONE A CATENA**
**l'atomo di uranio235 si spezza (fissione) e emette neutroni**

**centrale nucleare:**
**uranio arricchito al 4% circa in 235, barre di controllo per tenere la massa al di sotto della massa critica**

**bomba:**
**uranio arricchito al 90% in 235, due masse subcritiche vengono spinte a contatto per formare una massa critica (bum!)**



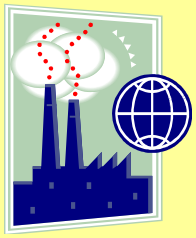


**la prima pila atomica del mondo**
**Enrico Fermi, 1942**

**costruita in un campo sportivo nel centro di Chicago...**

**meglio non pensare a cosa sarebbe successo se Fermi avesse sbagliato i calcoli!!**

## l'annuncio che non abbiamo mai visto....



# CENTRALE TERMOELETTRICA A COMBUSTIONE NUCLEARE

*basata sull'invenzione del Prof. E. Fermi*

***Brevetto n. 54675677FD depositato il 15.10.1950***

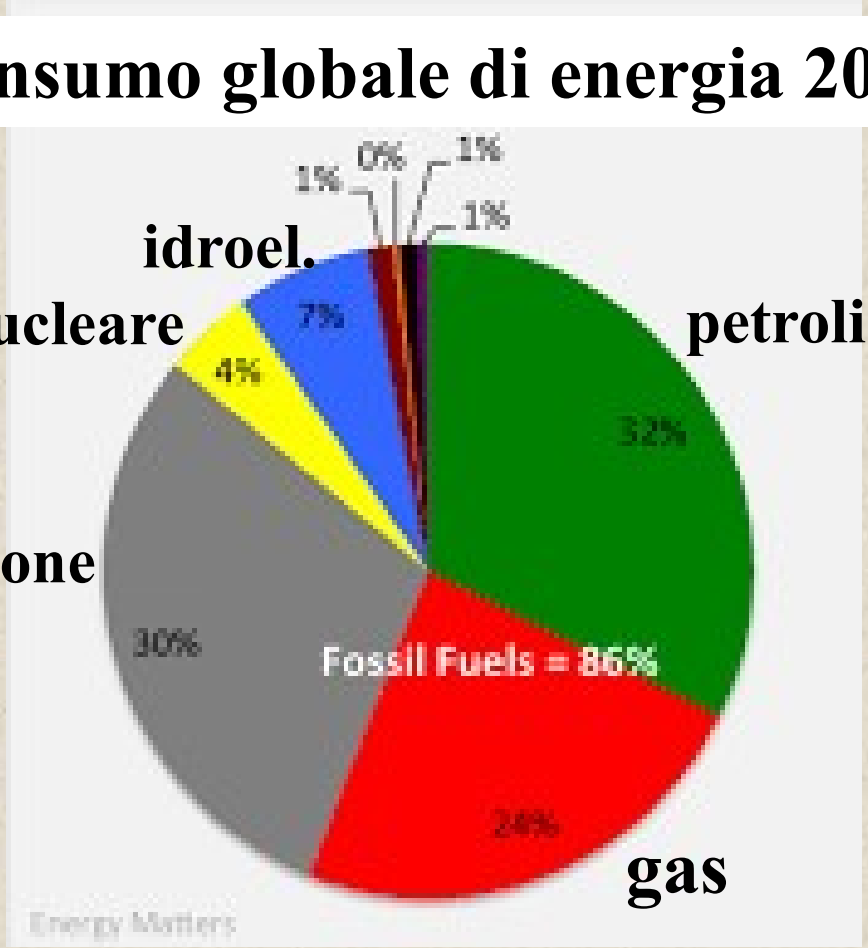
## *SIEN* - Società Italiana per l'Energia Nucleare

***Gruppo Breda-Ansaldo-Edison***

**nel 2008 il nucleare (fissione) forniva circa il 16% dell'energia globale**

**centrali in uso: 450**
**vita media di 20 anni, fanno 9000 anni-centrale**
**incidenti: 2 gravissimi:**
**(Chernobyl, dovuto solo a stupidità umana)**
**Fukushima (dovuto a uno tsunami**
**di intensità mai prima registrata)**
**2-3 gravi (ma con limitate conseguenze ambientali)**
**problema delle scorie**
**poche tonnellate contro milioni di miliardi**
**di tonnellate di $CO_2$ gas serra**

# consumo globale di energia 2014

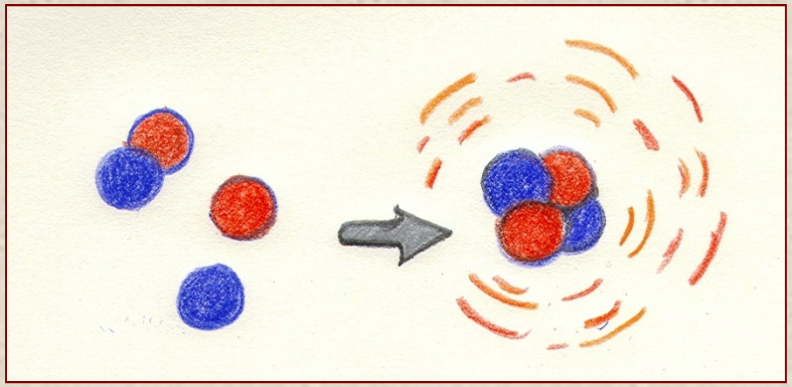



**fossili: 86%**

**siamo ancora all'età della pietra**

paesi nel settore della produzione elettrica col nucleare (al 2013):
**Europa**, Bielorussia, Bulgaria, Finlandia, Lituania, Polonia, Inghilterra (??),
Repubblica Ceca, Romania, Russia, Slovacchia, Slovenia, Ungheria, Turchia.
**Asia e Medio Oriente:** Arabia Saudita, Armenia, Emirati Arabi Uniti,
Giordania, Iran.
**Asia ed Estremo Oriente: Cina,** Corea del Sud, **India**, Indonesia,
Malaysia, Vietnam, Bangladesh
Nelle **Americhe:** Stati Uniti (??), Argentina, Brasile, Messico
In **Africa:** Egitto e Kenia

**Nei paesi sviluppati il nucleare è definitivamente defunto**
**e solo un folle può pensare di resuscitarlo**
persino la Francia sta sotto sotto eliminando la sua 'flotta" nucleare
una grande opportunità perduta per sempre?
(la catastrofe dei 10 miliardi di abitanti nel 2050)



# fusione nucleare

**servono le pressioni**
**che ci sono nelle stelle!**

**usa idrogeno e elio,fonde i nuclei, senza scorie**
**applicazioni: ITER, progetto da 18 miliardi di euro**
**inizio operazioni dimostrative : 2016, poi 2025(???)**
**operatività economica : 2050?????**
**in sostanza a tutt'oggi: progetto fallito**

**dobbiamo baloccarci con il solare, termico e non, l'eolico(!),**
**oppure ricorrere alla follia totale del fracking**

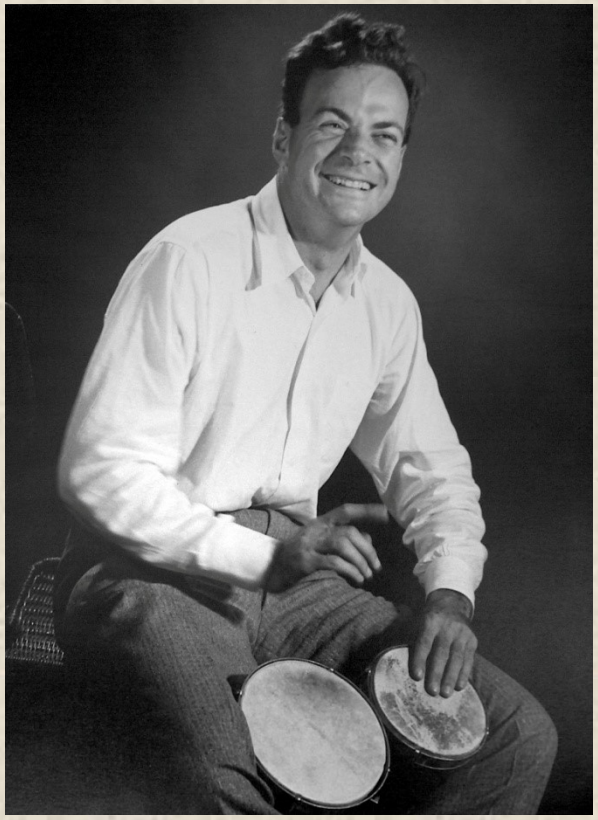
## a proposito di bomba...

**dove si può fare una centrale nucleare**
**si può fare anche una bomba**

# la corsa alla bomba...

lui non ce l'aveva...
per fortuna...

loro ce le avevano, eccome
e Krusciov minacciò di tirarne
una su Londra e una su Parigi
(...e la crisi dei missili a Cuba...

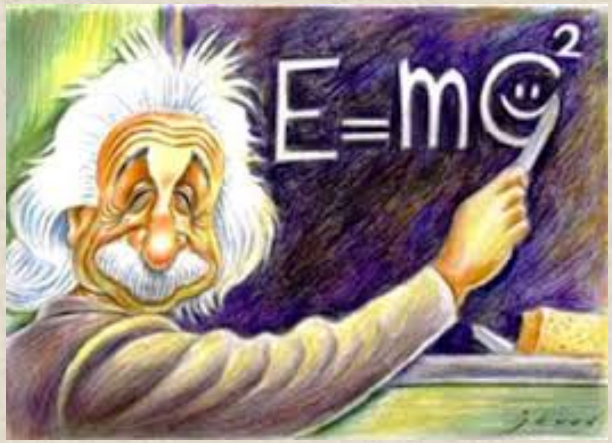


**Richard Feynman**
**probabilmente**
**il più grande fisico di tutti i tempi**

**l'ingresso alle baracche**
**del Progetto Manhattan**
**1942-1946**

**e a proposito**
**di informatica:**
i calcoli al Manhattan
vennero fatti a mano
Feynman aveva inventato
il "computer umano".....

se Feynman avesse avuto a disposizione
un dei telefonini che oggi stanno in mano
ai ragazzotti truzzi...




## la bomba: piace o non piace?

Einstein prima disse di sì, poi disse di no
Oppenheimer fu tormentato tutta la vita
gli altri si divisero in falchi e colombe

La bomba atomica è un'ottima invenzione,
uccide e distrugge con grande efficienza. Ma ha un problemino...
quando scoppia succede di tutto: centinaia di isotopi radioattivi...
...e vi ricordate i tempi di dimezzamento...
**USA,URSS,Francia...esplosioni test nell'atmosfera!**

**...e il bombardiere strategico B52**
**con i suoi "confetti"**

## bomba H, fusione nucleare, con la pressione necessaria innescata da una bomba a fissione

**Edward Teller**
**padre della bomba H**

**Peter Sellers in *Dottor Stranamore***
**"ordigno fine di mondo!!"**

**Ten.Col. Stanislav Petrov**
**(Armata Rossa)**

**(1983)**
**questa si è saputa,**
**ma chissà quante altre**
**ne abbiamo rischiate...**

**1985: 65.000 testate nucleari al mondo**

**2012: 17.300 (dichiarate)**

**di cui molte a disposizione di dittatori canaglia,**
**probabilmente di terroristi, nonché di Donald Trump**
**e sicuramente molte in Italia, Ghedi, Aviano, Sigonella...**

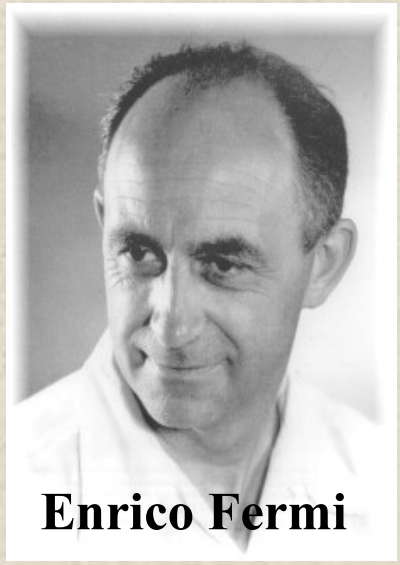
**alla faccia di tutti i trattati di non proliferazione,**
**il mondo è ancora zeppo di bombe atomiche**
**sufficienti a farlo saltare in aria mille volte**

**...e ciononostante nessuno se ne preoccupa,**
**mentre la costruzione di una nuova centrale nucleare**
**scatenerebbe un putiferio...**

## tiriamo le somme:radioattività

grazie ai Curie:

- ha permesso di chiarire la struttura del nucleo atomico
- grazie soprattutto a Fermi, si è scoperto come produrre enormi energie



**Enrico Fermi**

- l'Europa ha deciso di non usarla più
- la usano miliardi di cinesi e indiani che non si fanno certo i nostri scrupoli
- quando una tecnologia esiste, non c'è modo di fermarla

**tiriamo le somme: la bomba....**

- c'è pericolo di una guerra nucleare deliberata?
  il mondo ormai è una paesino, la Russia possiede mezza America, l'America possiede mezza Russia, la Cina possiede quasi tutte l'America e la Russia
- la guerra globale al giorno d'oggi si fa nelle banche, non con la bomba
- è molto più redditizio per i fabbricanti di armi avere guerre con armi convenzionali (ciò che sta puntualmente accadendo)