

TECNICHE DI DATAZIONE

Relative
Assolute

Datazione assoluta

Datazione radiometrica

Datazione al radiocarbonio

Datazione a termoluminescenza

Datazione astronomica

ancora:

**datazione basata sulla racemizzazione
degli amminoacidi,**

**datazione basata sulla
dendrocronologia.**

CRONOLOGIA ASTRONOMICA

La cronologia astronomica, o datazione astronomica, è un metodo che data gli eventi o manufatti associati ai fenomeni astronomici.

I documenti scritti degli eventi storici che comprendono descrizioni di fenomeni astronomici hanno contribuito molto a render chiaro la cronologia del Vicino Oriente antico; i lavori artistici che *dipingono* la configurazione delle stelle e pianeti ed edifici orientati al sorgere o al tramontare dei corpi celesti in un particolare tempo sono stati tutti datati attraverso calcoli astronomici

**Morte di Alessandro Magno: 11
giugno 323 a.C.**

**I diari astronomici babilonesi
forniscono una dettagliata
posizione degli astri alla data
dell'avvenimento**

DENDROCRONOLOGIA

Scienza che correla l'accrescimento annuale degli alberi, a vita solitamente plurisecolare, con i fattori climatici.



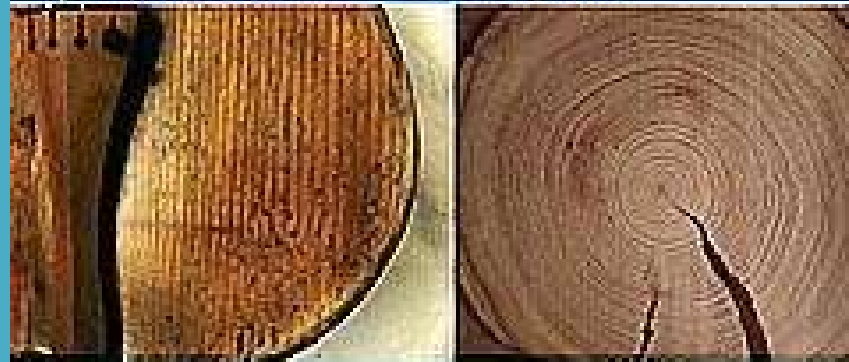
La datazione dendrocronologica

Questo tipo di analisi consente di determinare le date del taglio dei tronchi da cui è stato realizzato il legname posto in opera come materiale da costruzione individuando l'anno e a volte addirittura la stagione in cui è avvenuto il l'abbattimento .

La metodologia dendrocronologica si fonda sul principio che, nelle zone temperate, alberi della stessa specie legnosa, che crescono nella medesima area geografica, danno origine nello stesso periodo di tempo a serie anulari confrontabili, dove ciascun anello corrisponde ad un anno del calendario. Gli anelli di accrescimento vengono misurati e le loro ampiezze vengono tradotte in grafici, le cosiddette "curve dendrocronologiche", dove in ascissa sono riportati gli anni, mentre in ordinata le misure delle ampiezze rilevate.

Poiché l'accrescimento degli alberi dipende principalmente dai fattori climatici, che variano di anno in anno in modo casuale, più sono lunghe le curve dendrocronologiche che si ottengono, minore è la possibilità che si ripetano nel tempo. Attraverso il confronto fra curve ricavate da alberi della stessa specie e della medesima area geografica è possibile quindi definire la loro contemporaneità, che può riguardare anche solo una parte della loro vita.

Angelo Mondino Matteo Avalle



Manual of dendrochronology applied to the dating of musical instruments

a simplified
method
of investigation



Datazione radiometrica

Un elemento chimico è costituito da atomi aventi tutti il medesimo numero di protoni. Tale numero è definito *Numero atomico* ed è indicato, frequentemente, con la lettera *Z*.

Viceversa, atomi di un medesimo elemento possono contenere un differente numero di neutroni. Il numero ottenuto dalla somma del numero atomico e del numero di neutroni dell'atomo è detto *Numero di massa* e indicato con la lettera *A*. Segue che il numero di neutroni in un atomo è pari a $A - Z$.

In molte rappresentazioni grafiche della *Tavola periodica di Mendeleev*, il numero atomico precede in alto il simbolo dell'elemento.

period	group 1*																	18
	1a	2											13	14	15	16	17	VIIIb
1	H												IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	0
2	Li	Be											IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	He
3	Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****	****

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
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

alkali metals	other metals	noble gases
alkaline earth metals	other nonmetals	lanthanides
transition metals	halogens	actinides

- * Numbering system recommended by the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)
- ** Previous IUPAC numbering system
- *** Numbering system recommended by the Chemical Abstracts Service
- **** For the names of elements 104–112, see table.

**Atomi di un medesimo elemento,
con un differente numero di
neutroni, quindi con un
differente numero di massa, sono
definiti *isotopi*.**

Nell'indicare un isotopo, il numero atomico precede in basso il simbolo dell'elemento e il numero di massa precede il simbolo in alto.

Ad esempio:

i simboli



indicano tre differenti isotopi del carbonio ($Z = 6$), aventi, rispettivamente, numero di massa pari a 11, 12 e 13. Pertanto, i neutroni sono 5 ($11 - 6$), 6 ($12 - 6$) e 7 ($13 - 6$). Il peso atomico di un isotopo in *unità Dalton* è pari al numero di massa

Alcuni nuclei atomici non sono stabili e spontaneamente si trasformano in altri nuclei, dello stesso elemento o di un differente elemento, emettendo radiazioni. Tale processo è definito *Decadimento radioattivo* e gli isotopi sono detti *Radioisotopi* o *Isotopi radioattivi*.

Nome e simbolo	Natura	Carica (in unità di e)
alfa (α)	nucleo di elio	+ 2
beta (β^-)	elettrone	- 1
positrone (β^+)	elettrone con carica positiva	+ 1
gamma (g)	radiazione elettromagnetica ad alta energia	0
neutrone (n)	neutrone	0
protone (p)	protone	+ 1

Per i processi di decadimento radioattivo la *velocità* di decadimento, ovvero la *radioattività*, è espressa di norma in funzione del numero di nuclidi (nucleo degli atomi) presenti (n):

Inoltre il processo è sempre del primo ordine:

$$v = k \cdot n$$

La costante cinetica k dipende SOLO dallo specifico processo

**Dalla relazione precedente si
ottiene:**

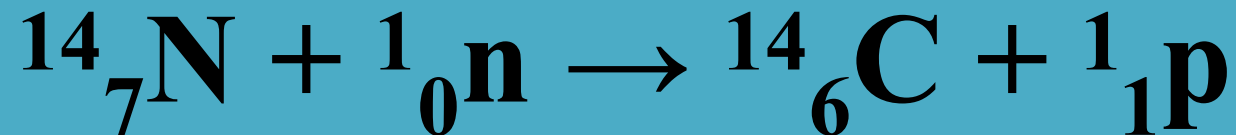
$$\mathbf{n = n_0 e^{-kt}}$$

***n* e *n₀* indicano il numero di
nuclidi al tempo *t* e all'istante in
cui si suppone abbia inizio il
processo (*t* = 0).**

Gli isotopi presenti nel nostro pianeta hanno avuto origine nei processi nucleari all'interno delle stelle; a cui è seguita la loro dispersione nello spazio a seguito della esplosione della stella e la successiva condensazione di questi atomi con formazione della terra.

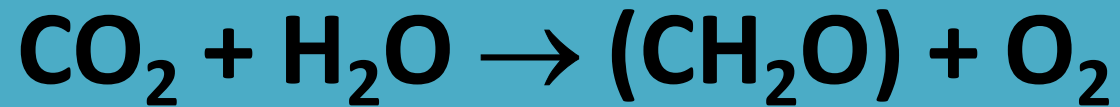
Un caso diverso il ^{14}C

Il carbonio-14 è continuamente prodotto nell'atmosfera terrestre dalla reazione tra l'azoto e i neutroni ad alta energia, formati per azione dei raggi cosmici provenienti dal sole:



Il carbonio-14, così prodotto, entra a far parte della riserva di carbonio del nostro pianeta, mescolandosi con il carbonio-12 e -13 (stabili) come HCO_3^- negli oceani, come CO_2 nell'atmosfera e nei composti organici del suolo, di piante e di animali.

La reazione



**si verifica grazie all'energia solare
trasmessa ai reagenti dalle radiazioni
elettromagnetiche.**

**[(CH₂O) indica l'unità strutturale di base
dei carboidrati]**

L'isotopo ^{14}C è instabile e subisce disintegrazione radioattiva caratterizzata da un tempo di dimezzamento di $5,73 \cdot 10^3$ anni.



Il risultato di queste due reazioni nucleari consecutive è l'ottenimento di una concentrazione costante di carbonio-14 in tutti gli organismi viventi.

1 atomo ^{14}C / 1 bilione ^{12}C

1 bilione = 10^{12}

Solo con la morte di tali organismi, terminante lo scambio di carbonio con l'ambiente esterno, la concentrazione di questo radionuclide diminuisce con il tempo, permettendo così la datazione dell'oggetto.

Poiché $t_{1/2} = 5700$ anni

**è possibile datare oggetti di
origine organica con
 $t \leq 50.000$**

Il ciclo biologico del carbonio 14.

Oltre agli atomi ordinari del carbonio (C^{12}), tutte le piante assimilano una quantità di radiocarbonio (C^{14}). Gli animali si nutrono di piante che contengono C^{14} .

Lo scontro tra la radiazione cosmica e l'atmosfera produce neutroni ad alta energia.

I neutroni si combinano con l'idrogeno per formare il carbonio 14 radioattivo (C^{14}).

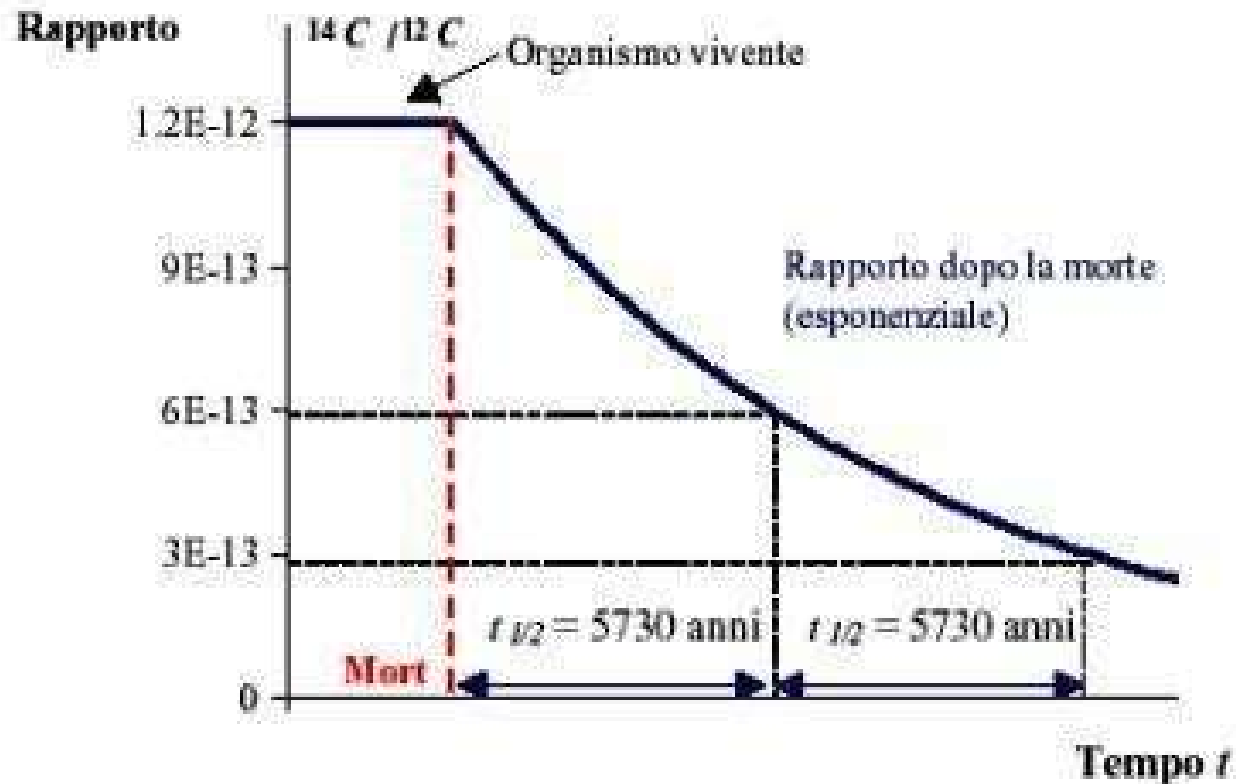
Il C^{14} e l'ossigeno si combinano per formare CO_2 radioattivo.

Gli animali si alimentano di piante contenenti C^{14} .

L'uomo mangia piante e animali che contengono C^{14} .

Quando gli esseri umani muoiono il C^{14} si decompone, la sua età media è di 5730 anni. La quantità di C^{14} e C^{12} rende possibile determinare l'età della materia organica.



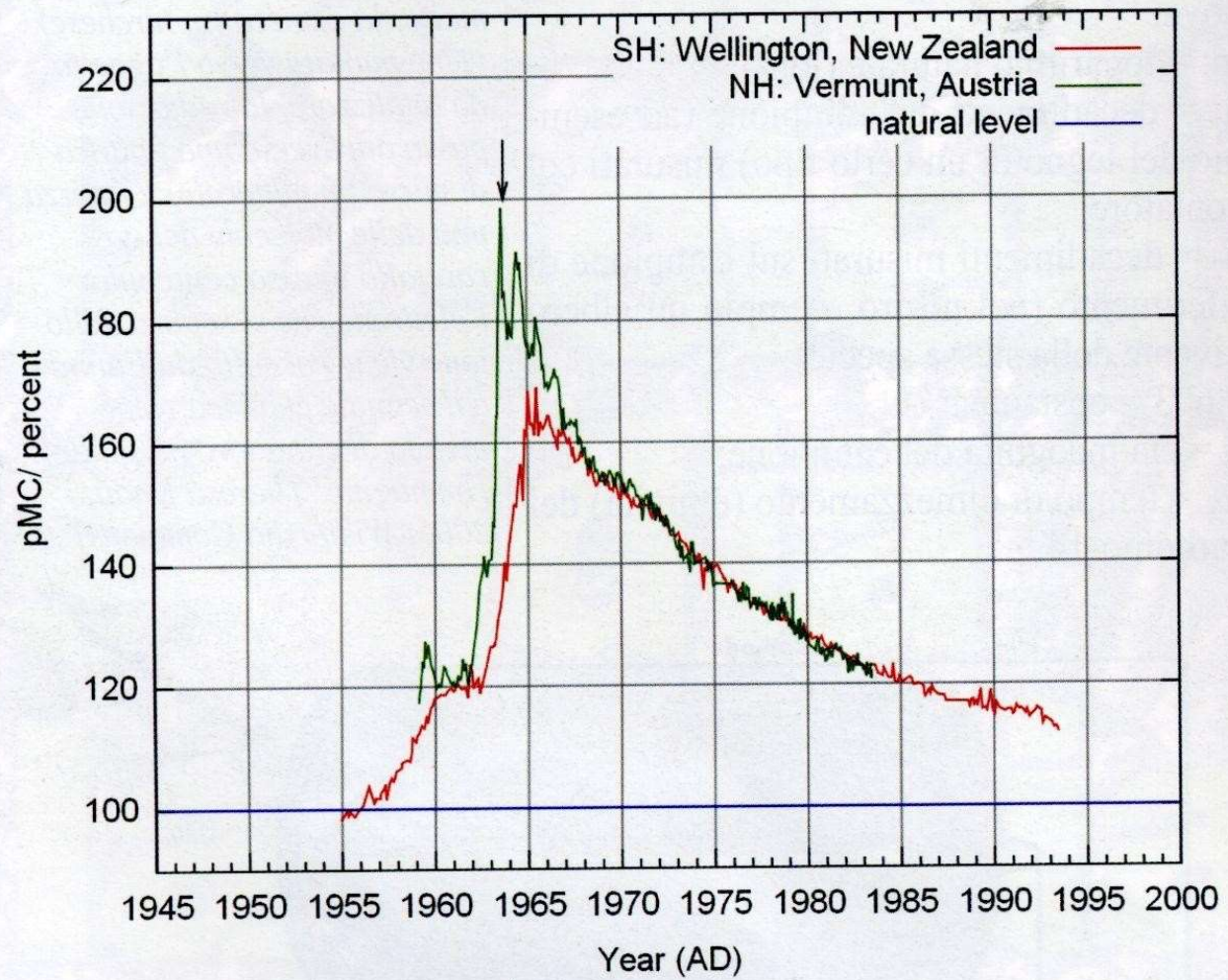


Il rapporto tra ^{14}C e ^{12}C nel corso della storia di un organismo vivente

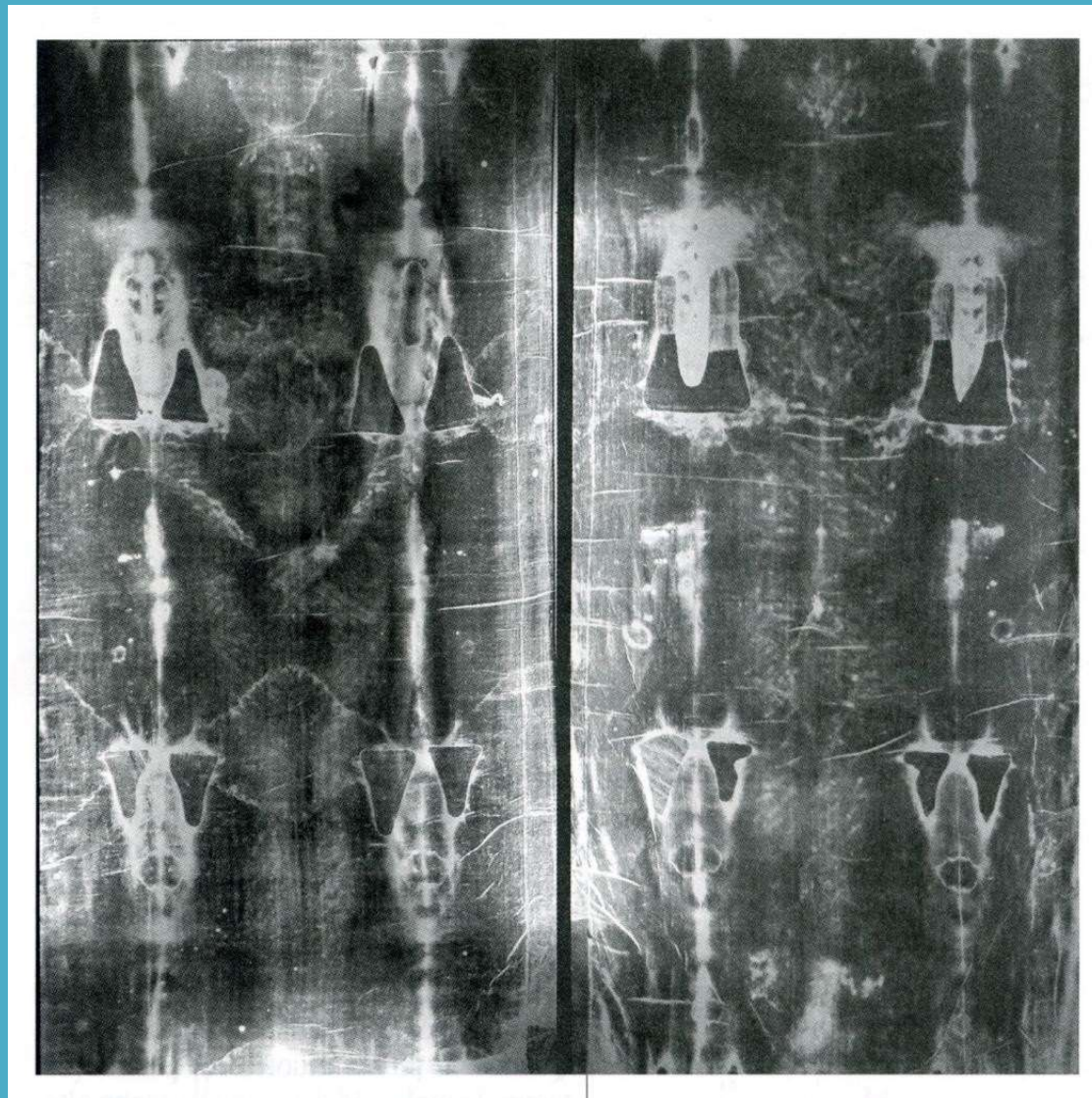
Possibili cause di errori da valutare attentamente

- Immissione di CO_2 nell'atmosfera per combustione di materiali fossili (non contengono ^{14}C),
- Esplosione nell'atmosfera di ordigni nucleari (esperimenti).

:



Inoltre



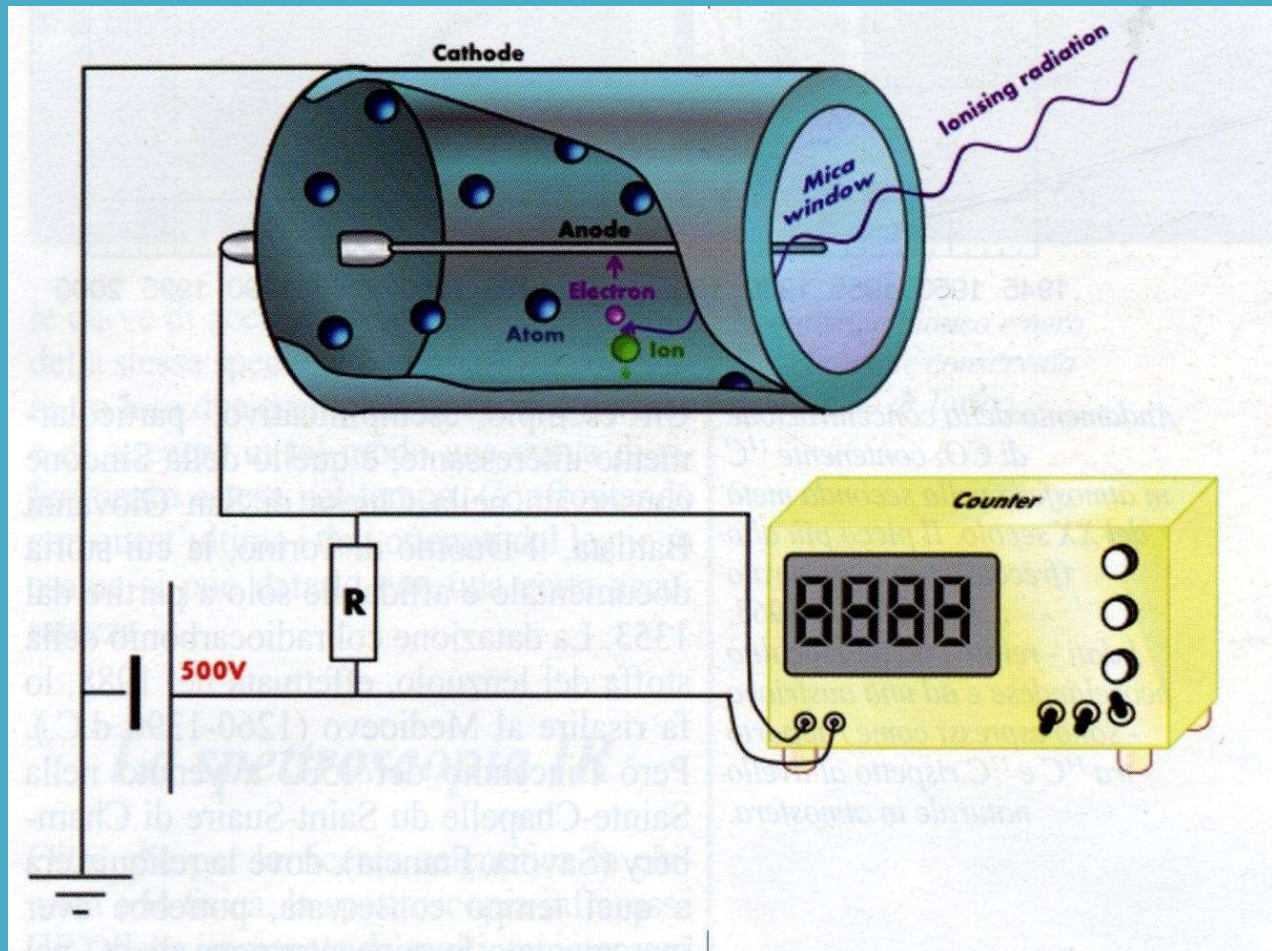
**Sacra Sindone, conservata nella
Chiesa di San Giovanni Battista,
Duomo di Torino, la storia
documentata è affidabile solo dal
1353.**

**La datazione con ^{14}C del 1988 fa
risalire la reliquia al Medioevo, 1260-
1360 d. C.**

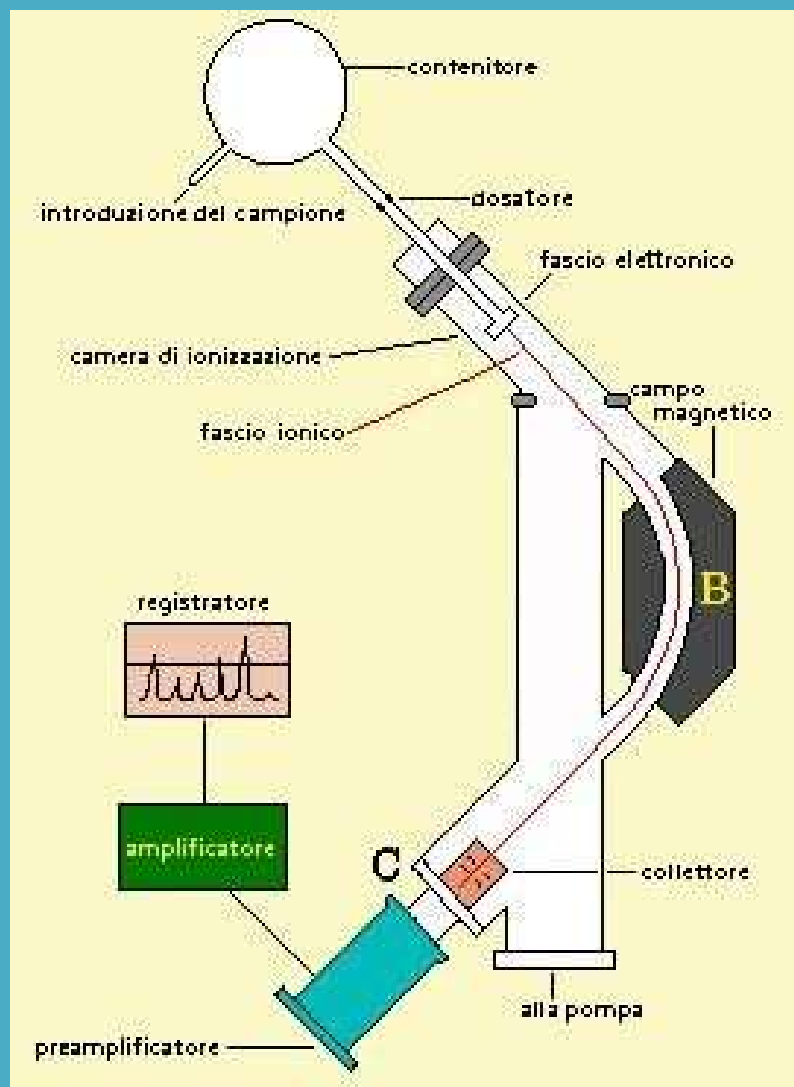
Ma

E' opinione di molti che l'incendio del 1532 nella Sainte-Chapelle du Saint-Suaire di Chambéry (Savoia, Francia), dove la reliquia era conservata, abbia incrementato la concentrazione di ^{14}C , facendo apparire il reperto più giovane.

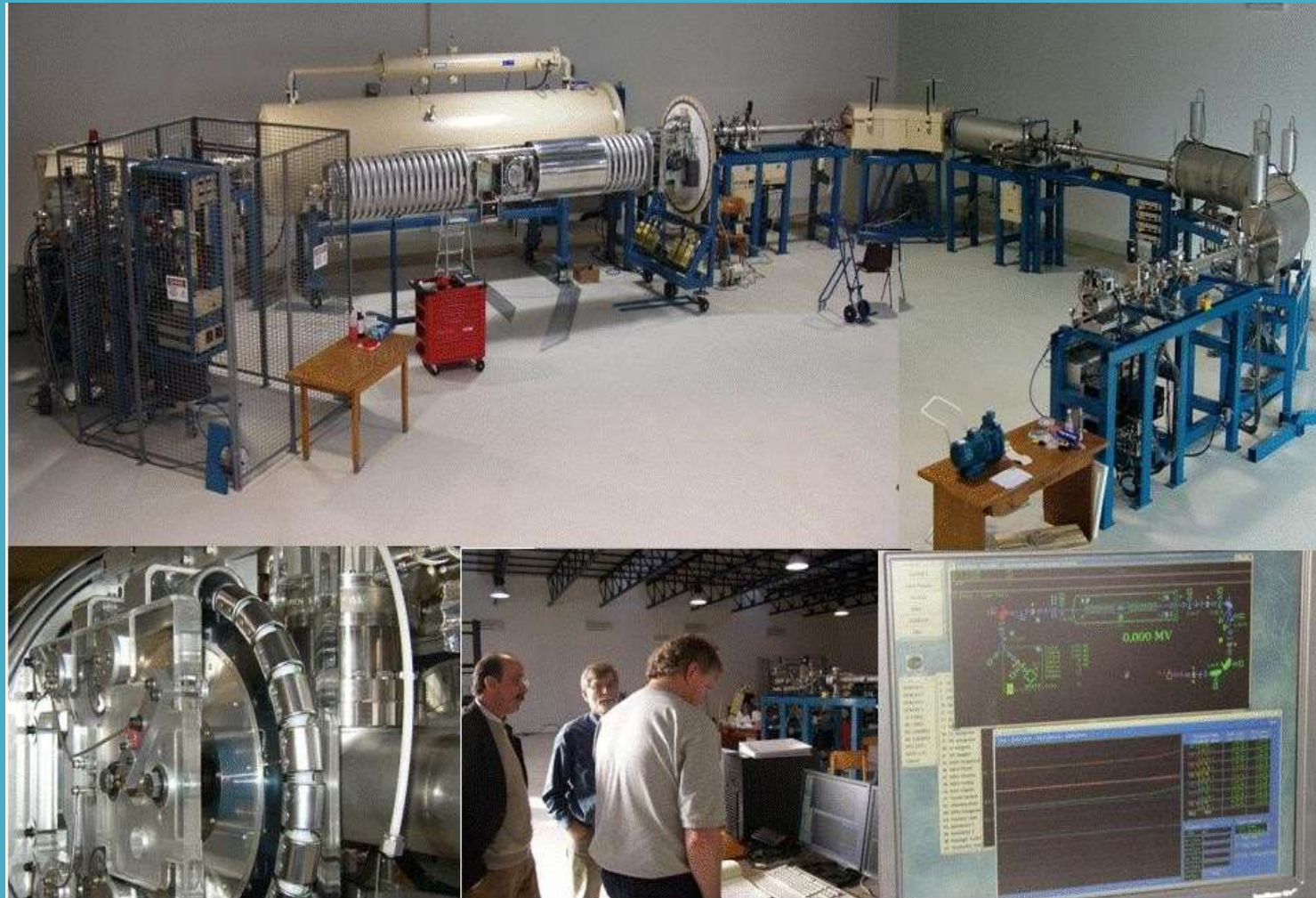
Contatore Geiger



SPETTROMETRO DI MASSA



Un moderno laboratorio di spettrometria di massa



Altri processi utilizzati:

Il potassio-40 decade ad argon con una semivita di 1,3 miliardi di anni:

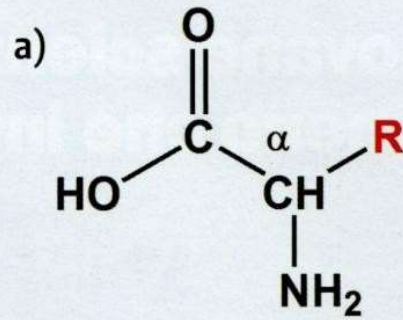


Il tempo di semimivita dell'uranio-238 è di $4,52 \cdot 10^9$ anni.

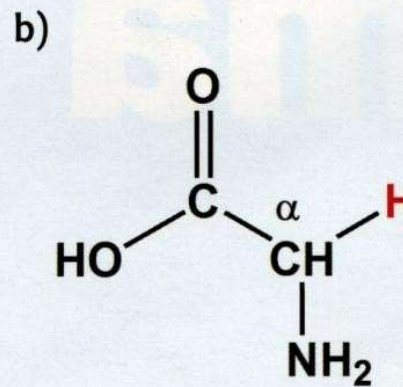


RACEMIZZAZIONE DEGLI AMMINOACIDI

GLI AMMINOACIDI NATURALI

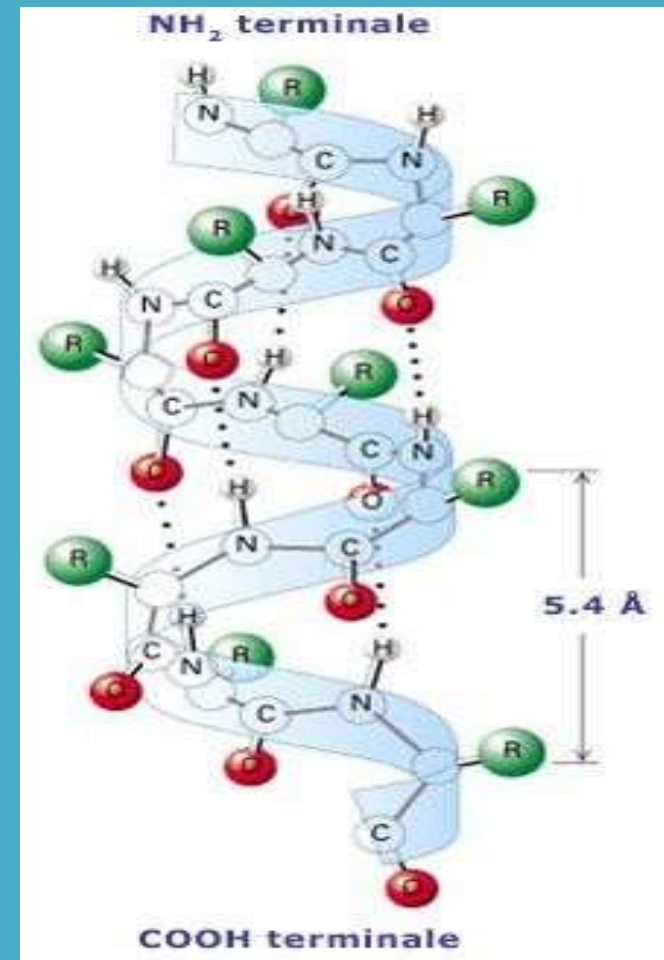
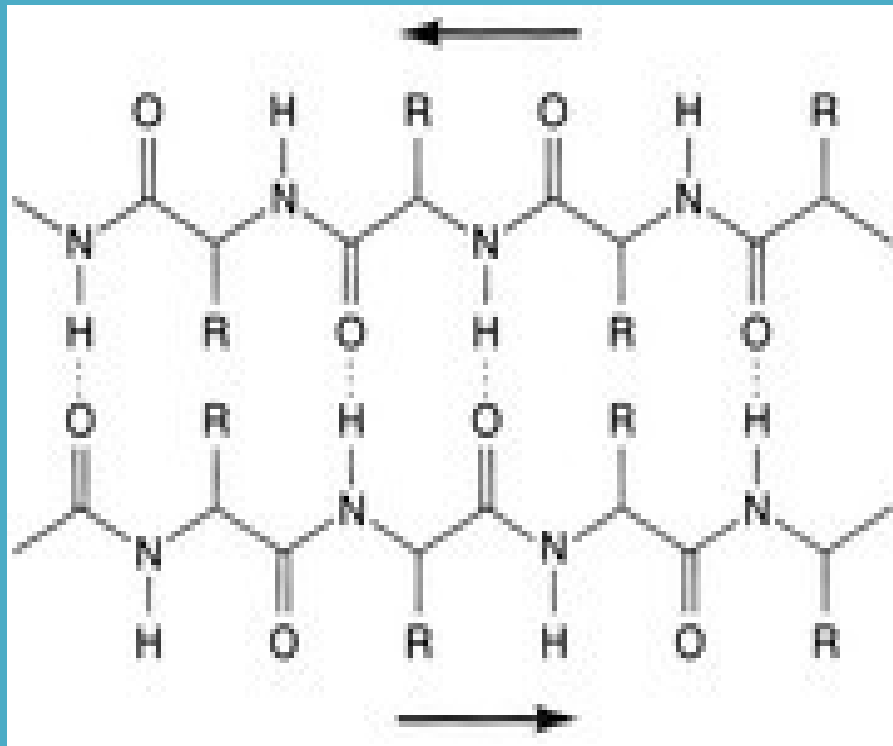


α -amminoacido
(formula generica)

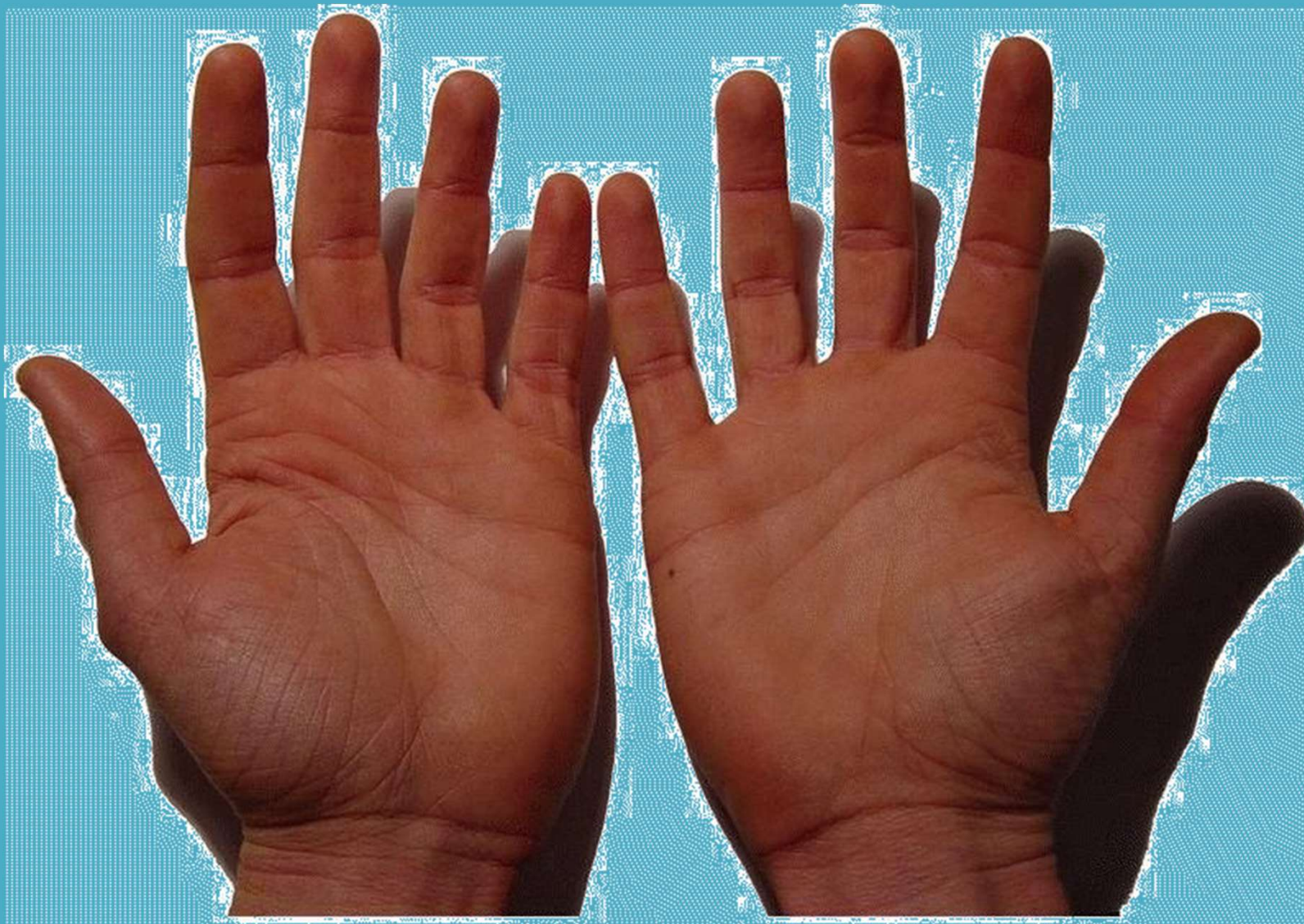


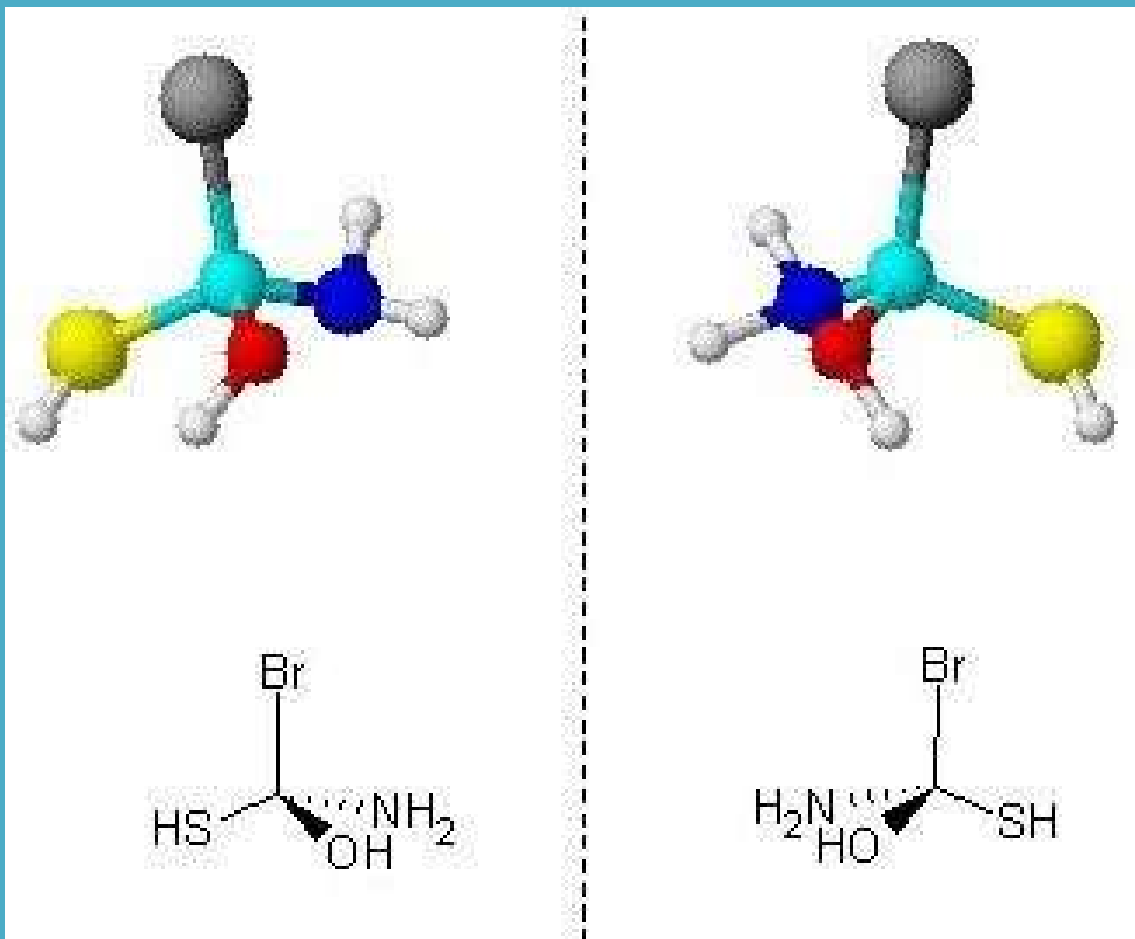
glicina

Sono i costituenti delle proteine

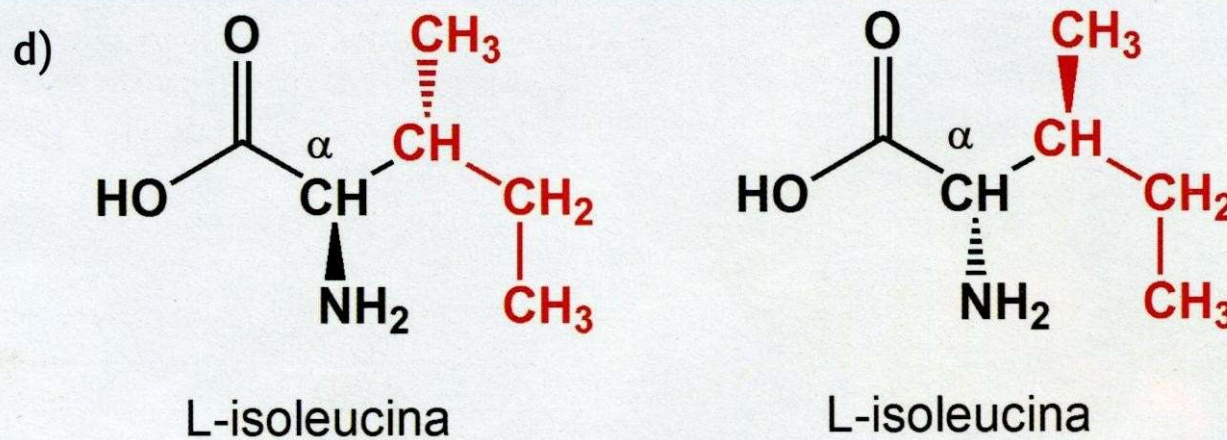
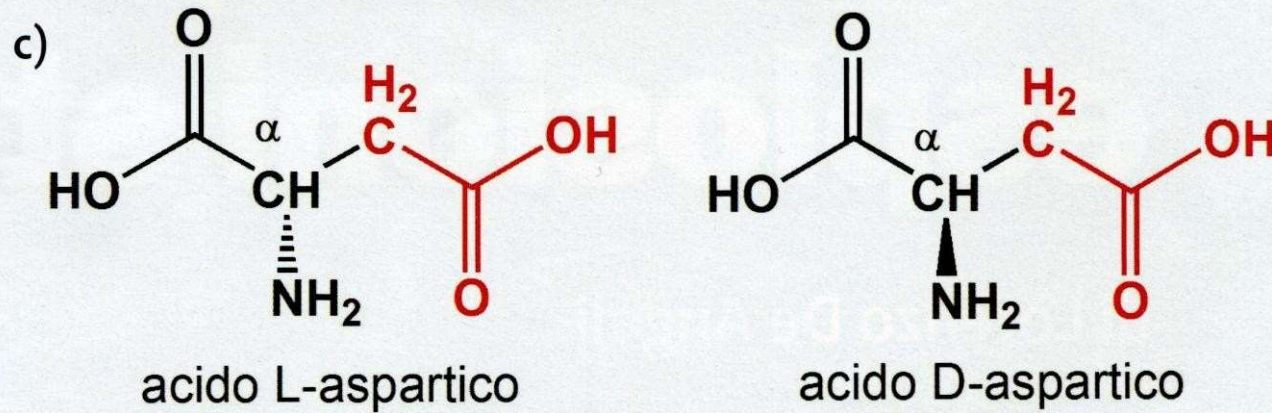


STEREISOIMERIA





Configurazioni L e D

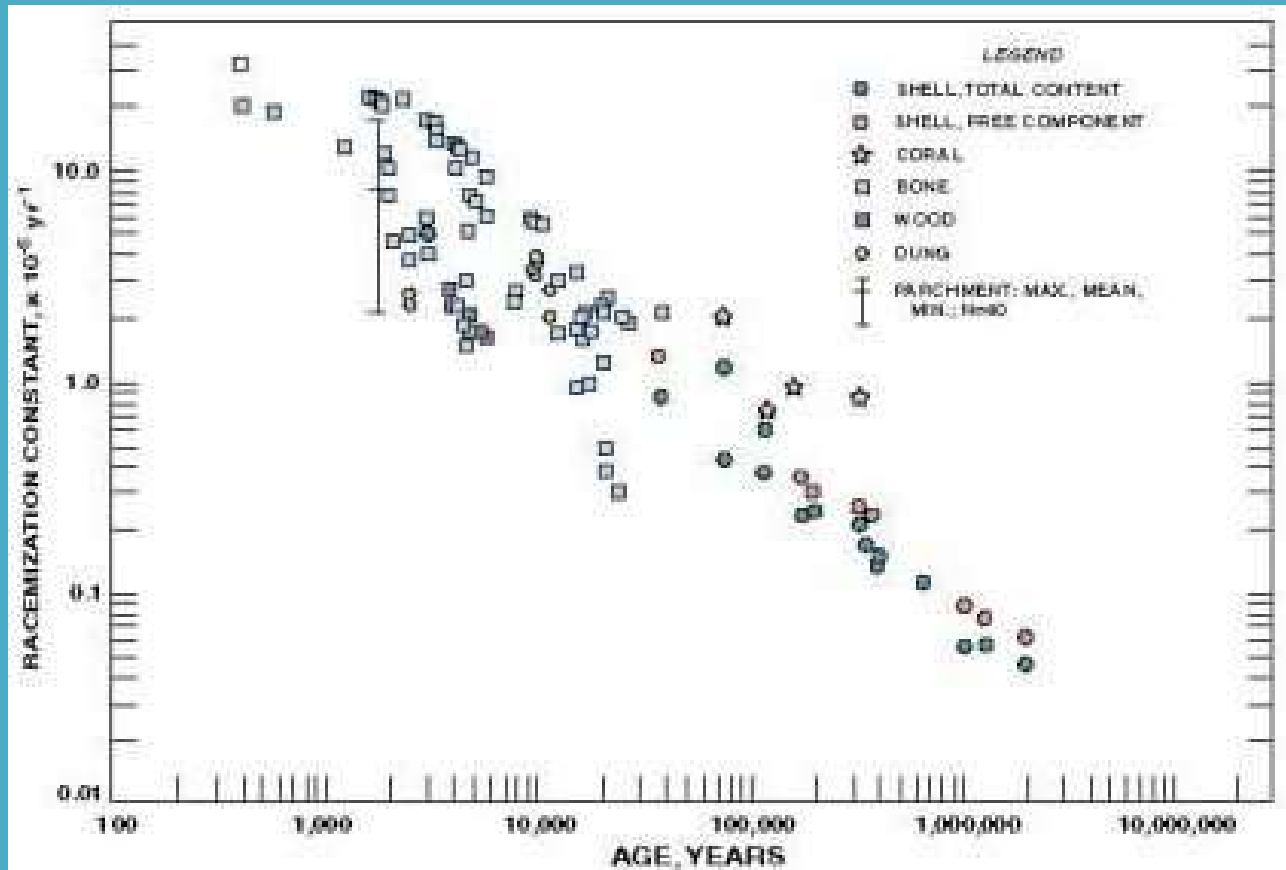


Reazione di racemizzazione

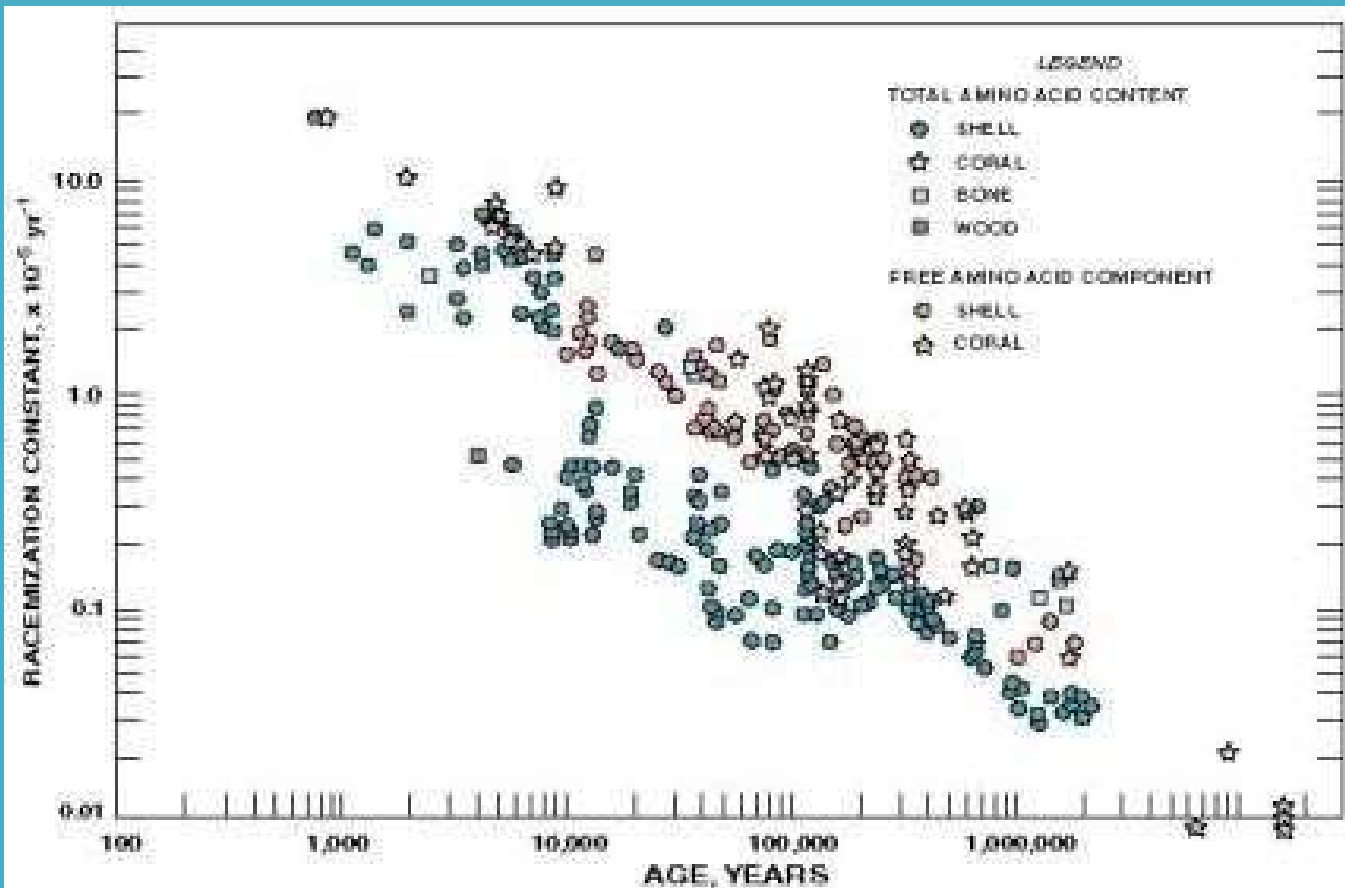


**La velocità di
racemizzazione dipende
dallo specifico amminoacido**

**A 20 gradi centigradi l'amminoacido
acido aspartico racemizza in circa
15.000 -20.000 anni,
l'amminoacido isoleucina in 100.000
anni**



Aspartic Acid Racemization Constant versus Associated Fossil Age. Data from Bada 1981, Bada and Deems 1975, Bada and Protsch 1973, Bada and Shou 1980, Bada et al. 1984, Bender 1974, Bischoff and Childers 1979, Kessels and Dugworth 1980, King and Bada 1979, Kvenvolden and Peterson 1973, Kvenvolden et al. 1973, Kvenvolden et al. 1979, Lajoie et al. 1980, Lee et al. 1975, Petit 1974, Schroeder and Bada 1973, Stafford et al. 1984, Wehmiller et al. 1975, Weiner et al. 1980, Zumberge et al. 1980.
[R. H. Brown, Amino Acid Dating, Origins 12(1):8-25 (1985)]



Isoleucine Racemization Rate Constant versus Associated Fossil Age. Data from Bada 1981, Bada and Protsch 1973, Bada and Schroeder 1972, Bada et al. 1973, Bischoff and Childers 1979, Blake 1980, Hare and Mitterer 1966, King and Neville 1977, Kvenvolden 1980, Kvenvolden et al. 1973, Lee et al. 1976, Masters and Bada 1977, Miller and Hare 1980, Mitterer 1975, Stafford et al. 1984, Szabo et al. 1981, Wehmiller 1977, Wehmiller and Hare 1971, Wehmiller et al. 1976, [R. H. Brown, Amino Acid Dating, Origins 12(1):8-25 (1985)]

DATAZIONE MEDIANTE

Termoluminescenza

TERMOLUMINESCENZA

Fenomeno largamente usato per per la datazione di materiali archeologici (ceramiche, strumenti litici, ecc.) e per misure integrali della dose di radiazione assorbita in zone sotto controllo da radiazione (studi radiologici; luoghi in cui vengono usate sorgenti radioattive; adiacenze di acceleratori di particelle).



Dosimetro sotto il camice piombato



Dosimetro sopra il camice piombato



Dosimetro ad anello



Per la datazione di materiali archeologici si misura la dose di radiazione assorbita dai materiali termoluminescenti presenti nei reperti. Questa radiazione è originata dalle piccole percentuali di elementi radioattivi naturali (U, Th, K, etc.) sempre presenti nei materiali in studio o nel terreno circostante oppure prodotta dai raggi cosmici.

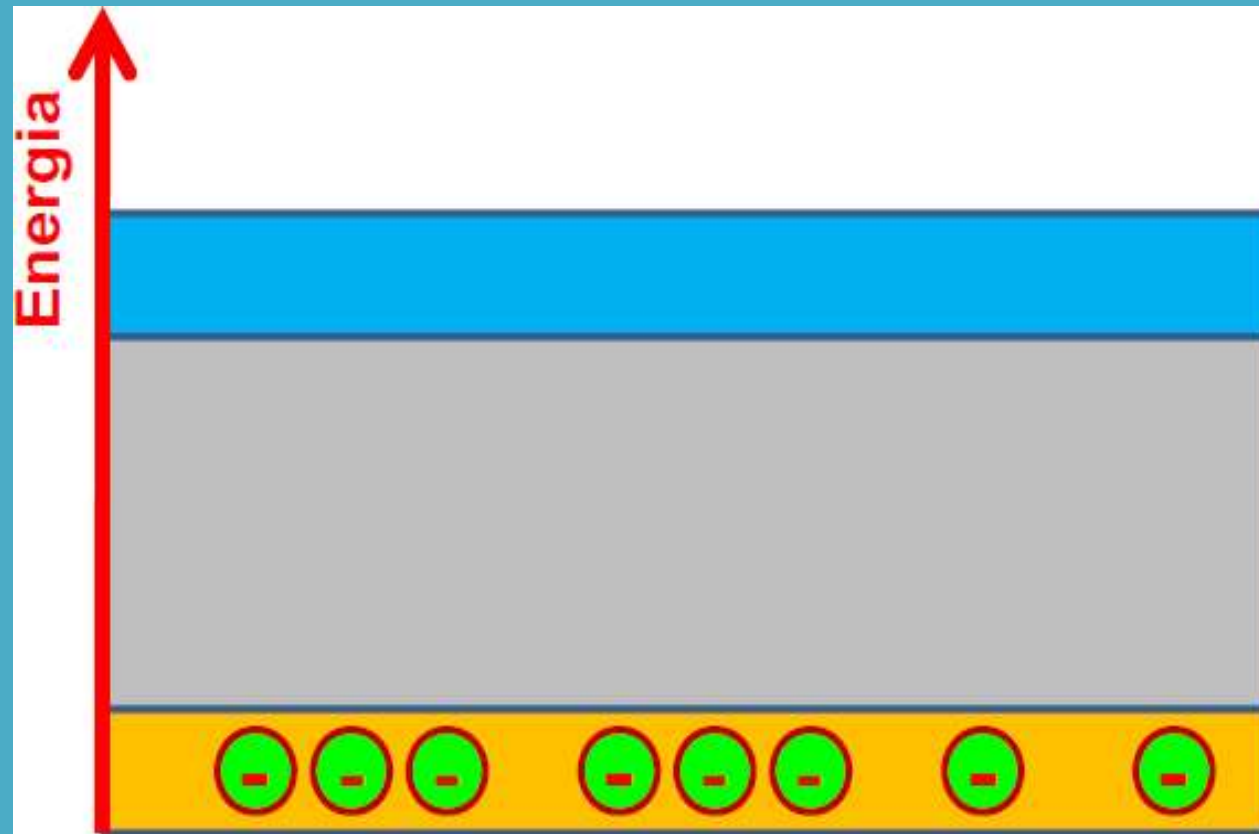
gli elettroni in un solido vengono eccitati a basse temperature dall'adsorbimento di radiazione e vengono intrappolate in livelli energetici proibiti. Quando il campione viene riscaldato, gli elettroni ricevono energia sufficiente per sfuggire detti livelli proibiti ed emettono radiazioni elettromagnetiche. L'intensità della radiazione elettromagnetica (luce) è funzione del tempo trascorso dal riscaldamento.

Un pò di teoria:

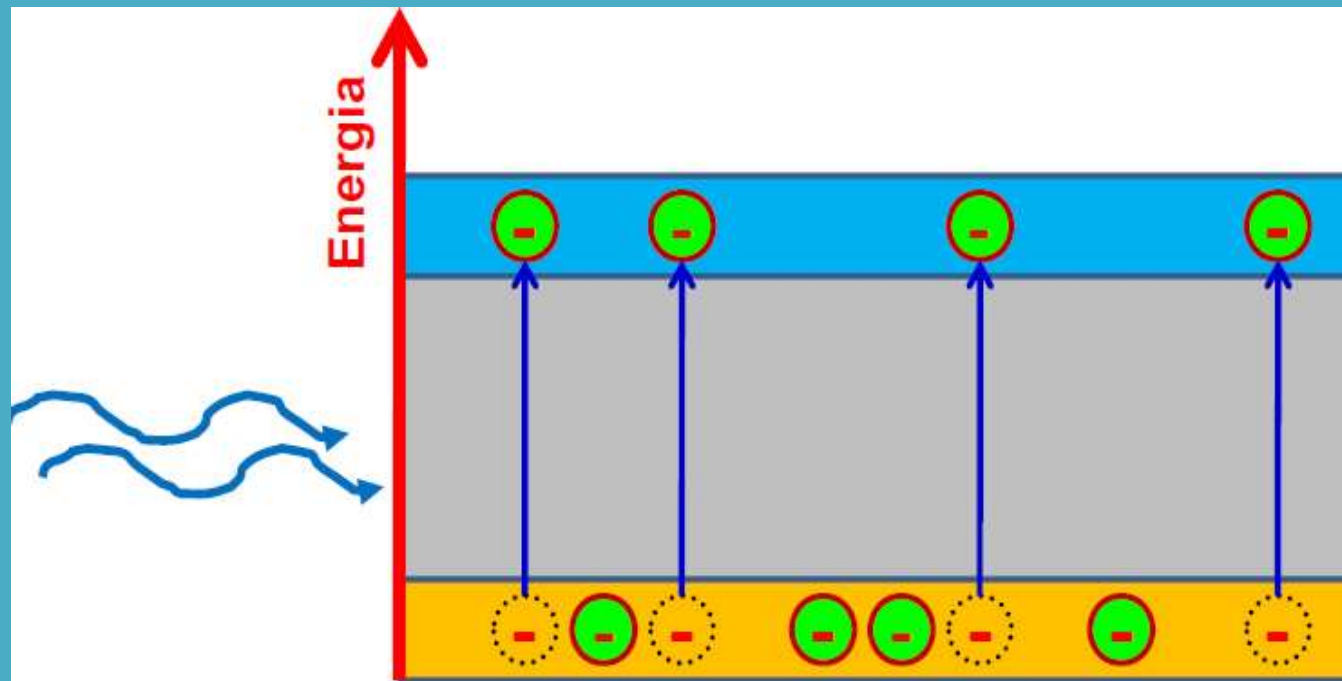
Gli elettroni di un materiale isolante possono occupare dei “livelli” energetici “allargati” detti **BANDE**.



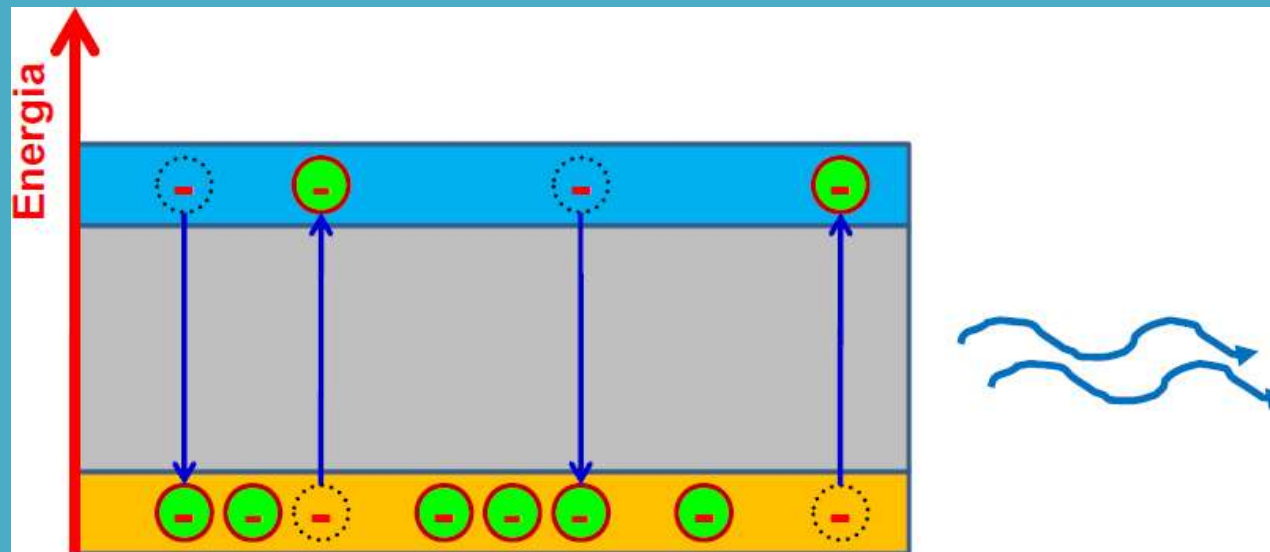
In condizioni normali gli elettroni stanno nella (hanno energie corrispondenti alla) banda di valenza.



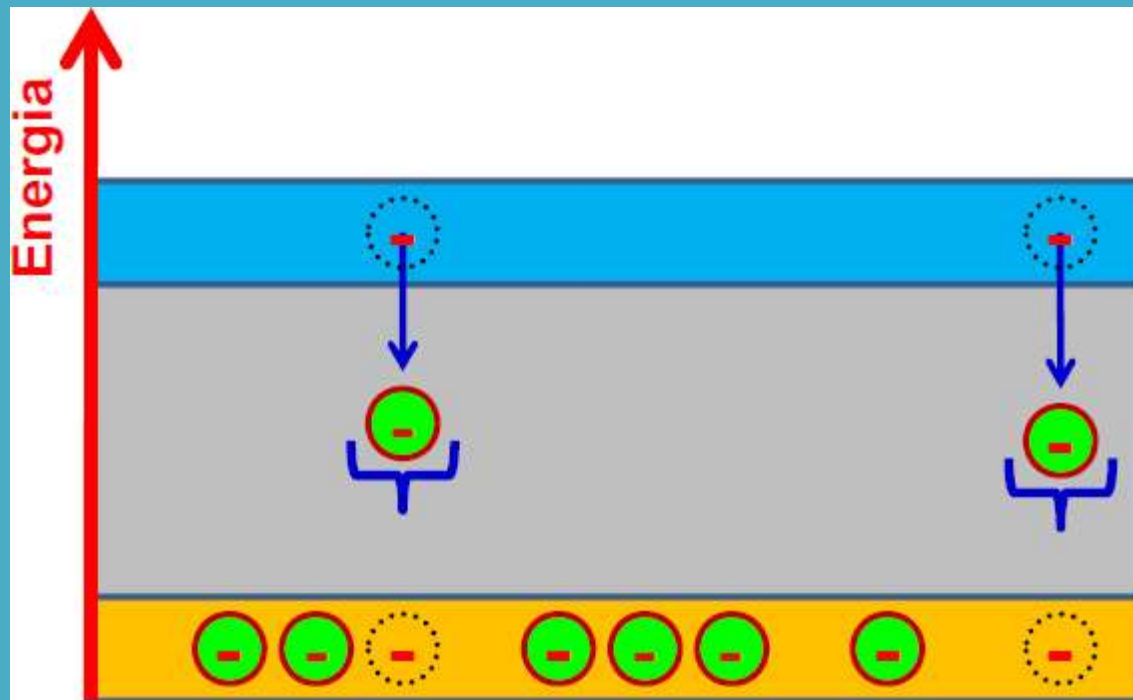
L'assorbimento di radiazioni può promuovere alcuni degli elettroni alla banda di conduzione (gli fornisce l'energia necessaria per "salire").



La maggior parte degli elettroni “promossi”
ritorna in breve tempo all’energia della banda
di valenza (decade) emettendo radiazione
(fluorescenza).

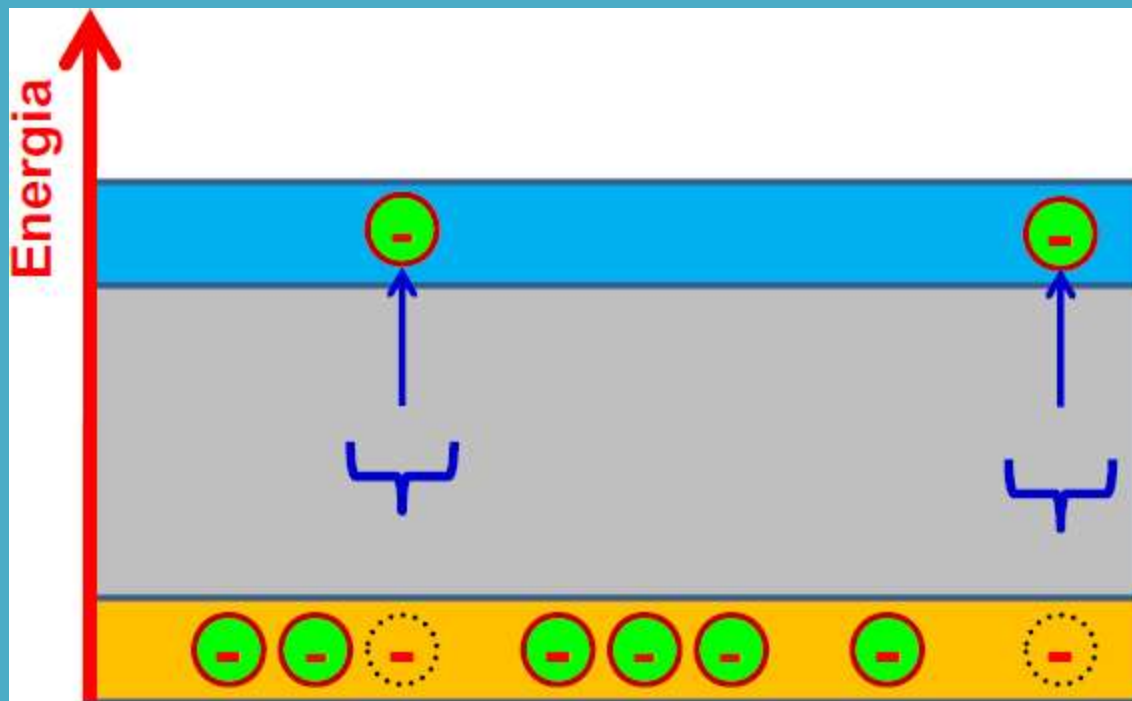


Qualcuno, nel decadere, può restare intrappolato in speciali livelli energetici, detti **TRAPPOLE**, situati nella zona proibita:

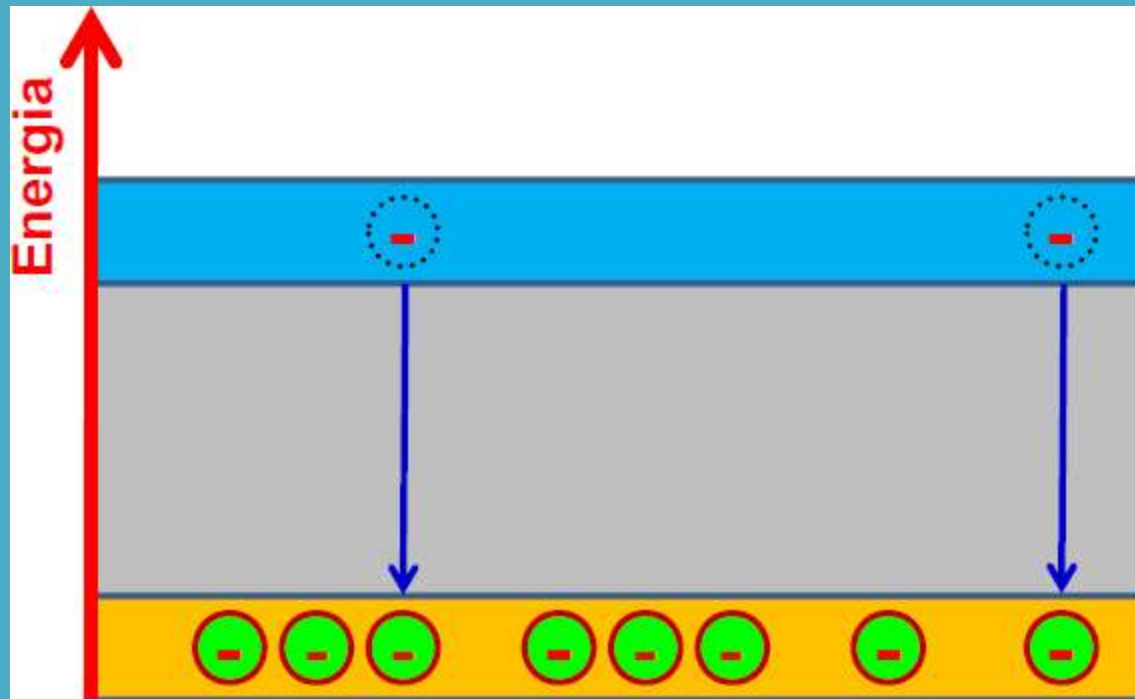


In tale configurazione gli elettroni possono permanere anche molto a lungo (migliaia o decine di migliaia di anni) perché NON E' PERMESSA dalle leggi della fisica quantistica la transizione (decadimento) dal "livello trappola" alla banda di valenza.

Occorre che uno stimolo esterno gli fornisca l'energia per "risalire" nella banda di conduzione.



E da questa tornare nella banda di valenza, emettendo radiazione (luce): fenomeno della LUMINESCENZA.



**L'energia necessaria a risalire nella banda di conduzione può fornirla il riscaldamento del campione, sotto forma di energia termica. In tal caso si ha la TERMOLUMINESCENZA:
luminescenza indotta termicamente.**

La misura della termoluminescenza è un processo distruttivo dell'informazione presente nel campione: una volta misurata, la dose accumulata viene azzerata: uno stesso campione non può quindi essere sottoposto più di una volta alla misurazione perché anche la lettura di laboratorio azzerava la termoluminescenza accumulata nel tempo.

I principali fattori di distorsione delle datazioni con termoluminescenza sono costituiti da un'insufficiente conoscenza del fondo radioattivo ambientale e delle condizioni climatiche (temperatura, umidità) di giacitura del reperto.

Il limite databilità mediante termoluminescenza si spinge ad oltre cinquantamila anni. In depositi così antichi manca la ceramica (che risale a circa diecimila anni fa) ma possono esserci materiali litici a struttura cristallina: questi sono databili se nel corso della loro fabbricazione od uso sono stati scaldati ad almeno 500 °C. In questo caso il riscaldamento avrà azzerato la termoluminescenza geologica delle pietre, e la termoluminescenza accumulata consente di individuare l'epoca di costruzione o di uso (per esempio manufatti di selce bruciata del Paleolitico Medio sono stati datati in Francia con questo metodo, ottenendo date comprese fra 70.000 e 40.000 anni fa).



Dating of Two Hellenic Pyramids by a Novel Application of Thermoluminescence

P. S. Theocaris

Academy of Athens, P.O. Box 77230, Athens 17510, Greece

I. Liritzis

Research Center for Astronomy and Applied Mathematics, Academy of Athens, Greece

R. B. Galloway

Department of Physics and Astronomy, University of Edinburgh, Mayfield Road, Edinburgh, EH9 3JZ, U.K.

(Received 14 August 1995, revised manuscript accepted 7 May 1996)

A new variant of thermoluminescence dating has been employed to determine the age of construction of two pyramids, one at Hellenikon and the other at Ligourio in Argolid, Peloponnese, Greece. The dating technique concerns the inter-block surfaces of the limestone building blocks and relies on the electron traps responsible for thermoluminescence in the surface layer of the carved limestone blocks having been bleached by sunlight prior to the blocks being incorporated into the structure. Nine determinations of age have been made, complemented by one which relates to a Mycenaean wall of known age. From the average ages, the date of construction of the Hellenikon pyramid was found to be 2730 ± 720 BC and of the Ligourio pyramid 2260 ± 710 BC. The date of the Mycenaean wall was determined as 1110 ± 340 BC, in agreement, within the measurement uncertainty, with the established date of 1280 BC. However, the pyramids were previously attributed to Classical/Hellenistic times, mainly on the basis of some *in situ* pottery finds. The present dating approach revises the age of the pyramids and shows them to be prehistoric.

© 1997 Academic Press Limited

Keywords: THERMOLUMINESCENCE, DATING, ARGOLID PYRAMIDS IN GREECE.

Un importante risultato in Campania

**La CULTURA DEL GAUDO
(località vicino a Paestum)**



Ceramica cerimoniale della
Cultura del Gaudio

Contribution de la thermoluminescence à la chronologie de la culture du Gaudio : datation de céramiques du site de La Trinita, Piano di Sorrento, Italie

Emmanuel Vartanian^{a*}, Pierre Guibert^a, Françoise Bechtel^a, Max Schvoerer^a, Claude Albore-Livadie^b

Abstract – The contribution of Thermoluminescence to the Chronology of Gaudio Culture : Datation of Pottery from the Site of La Trinita, Piano di Sorrento, Italy. In order to give some new data relevant to the chronology of the Gaudio culture, the earliest eneolithic culture, associated with the appearance of the early copper metallurgy in Italy, a thermoluminescence (TL) study of ceramics extracted from two pit graves (1 and 4) at La Trinita-Piano di Sorrento has been carried out. On the methodological side, the equivalent dose has been determined using the fine grain technique (grain size ranging from 3 to 12 μ m) ; quartz and feldspars are the major mineral components in the present case. The internal annual dose rate of ceramics has been determined using the non-destructive low background gamma spectrometry data. The external annual dose rate has been measured by on-site direct gammametry. One age determination has been achieved at the grave 1 (BDX 4462) : 2550 \pm 380 B.C. ; three dates have been obtained for the pit grave 4 (BDX 4459, BDX 4460 and BDX 4465) the weighted average of which is 2350 \pm 190 B.C. These datings results are a first chronological set for the site of La Trinita - Piano di Sorrento: they indicate that the graves are dated from the mid past of the third millennium B.C.. Otherwise, it can be noticed that these TL results overlap the calibrated radiocarbon dates of the eruption of the Phlegrean Fields. © 2001 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS