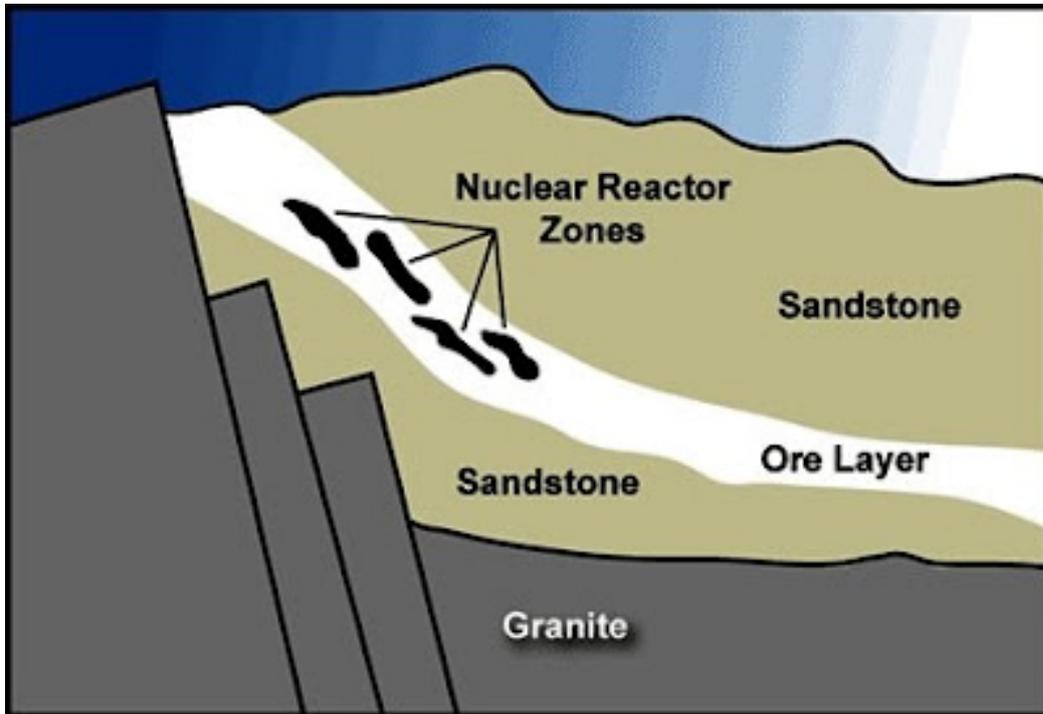


MERCOLEDÌ 16 APRILE 2008
Reattore nucleare naturale--Oklo



Oklo: reattori nucleari naturali di Paolo Kazuo Kuroda

Creare una reazione nucleare non è semplice. Nelle centrali elettriche, comporta la scissione degli atomi di uranio e quel processo rilascia energia sotto forma di calore e neutroni che provocano la scissione di altri atomi. Questo processo di scissione è chiamato fissione nucleare. In una centrale elettrica, sostenere il processo di scissione degli atomi richiede il coinvolgimento di molti scienziati e tecnici.

Per molti fu quindi una grande sorpresa quando, nel 1972, il fisico francese Francis Perrin dichiarò che la natura aveva battuto gli esseri umani creando i primi reattori nucleari del mondo. In effetti, sosteneva, la natura aveva un vantaggio di due miliardi di anni.¹ Quindici reattori a fissione naturale sono stati trovati in tre diversi giacimenti minerari nella miniera di Oklo nel Gabon, nell'Africa occidentale. Questi sono noti collettivamente come Oklo Fossil Reactors.

E quando queste reazioni a catena nucleari naturali profonde e sotterranee si sono concluse, la natura ha dimostrato di poter contenere efficacemente i rifiuti radioattivi creati dalle reazioni.

In un deposito di scorie nucleari ad alta attività non avverrà mai alcuna reazione nucleare a catena. Ma se dovesse essere costruito un deposito a Yucca Mountain, gli scienziati conterebbero sulla geologia dell'area per contenere i radionuclidi generati da questi rifiuti con efficacia simile. I reattori della natura

All'inizio degli anni '70, gli scienziati francesi notarono qualcosa di strano nei campioni di uranio recuperati dalla miniera di Oklo nel Gabon, nell'Africa occidentale. Tutti gli atomi di uno specifico elemento chimico hanno le stesse proprietà chimiche, ma possono differire in peso; questi diversi pesi di un elemento sono noti come isotopi. Alcuni campioni di uranio del Gabon avevano una quantità anormalmente bassa dell'isotopo U-235, che può sostenere una reazione a catena. Questo isotopo è raro in natura, ma in alcuni luoghi l'uranio trovato a Oklo conteneva solo la metà della quantità di isotopo che avrebbe dovuto essere lì.³

Gli scienziati di altri paesi erano scettici quando sentirono parlare per la prima volta di questi reattori nucleari naturali. Alcuni sostenevano che le quantità mancanti di U-235 fossero state spostate nel tempo, e non divise nelle reazioni di fissione nucleare. "Come", si chiedevano, "potrebbero verificarsi reazioni di fissione in natura, quando un livello così elevato di ingegneria, fisica e attenzione acuta e dettagliata è stato dedicato alla costruzione di un reattore nucleare?"

Perrin e gli altri scienziati francesi conclusero che gli unici altri campioni di uranio con livelli simili di isotopi trovati a Oklo potevano essere trovati nel combustibile nucleare usato prodotto dai moderni reattori. Hanno scoperto che le percentuali di molti isotopi a Oklo somigliavano fortemente a quelle del combustibile esaurito generato dalle centrali nucleari e, pertanto, hanno concluso che si fosse verificato un processo naturale simile.⁴

Gli isotopi dell'uranio decadono a diversi livelli

L'uranio sulla Terra contiene prevalentemente due isotopi di uranio, U-238 e U-235, ma anche una percentuale molto piccola di

U-234, e forse piccole quantità non rilevabili di altri. Tutti questi isotopi subiscono un decadimento radioattivo, ma lo fanno a velocità diverse. In particolare, l'U-235 decade circa sei volte e un terzo più velocemente dell'U-238. Pertanto, nel tempo la proporzione tra U-235 e U-238 diminuisce. Ma questo cambiamento è lento a causa dei bassi tassi di decadimento.

In generale, i rapporti isotopici dell'uranio sono gli stessi in tutti i minerali di uranio contenuti in natura, sia che si trovino nei meteoriti che nelle rocce lunari. Pertanto, gli scienziati ritengono che le proporzioni originali di questi isotopi fossero le stesse in tutto il sistema solare. Attualmente, l'U-238 costituisce circa il 99,3% del totale, e l'U-235 circa lo 0,7%.⁵ 5 Qualsiasi cambiamento in questo rapporto indica qualche processo diverso dal semplice decadimento radioattivo.

Facendo un calcolo a 1,7 miliardi di anni fa – l'età dei depositi in Gabon – gli scienziati si sono resi conto che l'U-235 costituiva circa il 3% dell'uranio totale. Questo valore è sufficientemente elevato da consentire il verificarsi di fissioni nucleari, a patto che siano soddisfatte altre condizioni.⁶

Quindi, come avvenivano le reazioni nucleari in natura?

Nelle profondità del suolo africano, circa 1,7 miliardi di anni fa, le condizioni naturali provocarono reazioni nucleari sotterranee. Scienziati di tutto il mondo, compresi scienziati americani, hanno studiato le rocce di Oklo. Questi scienziati ritengono che l'acqua che filtra attraverso le fessure della roccia abbia svolto un ruolo chiave. Senza acqua, sarebbe stato quasi impossibile per i reattori naturali sostenere reazioni a catena.

L'acqua ha rallentato le particelle subatomiche o i neutroni che venivano espulsi dall'uranio in modo che potessero colpire e dividere altri atomi. Senza l'acqua, i neutroni si muoverebbero così velocemente che rimbalzerebbero semplicemente, come rimbalza una palla sull'acqua, e non produrrebbero reazioni nucleari a catena. Quando il calore derivante dalle reazioni divenne troppo elevato, l'acqua si trasformò in vapore e smise di rallentare i neutroni. Le reazioni poi rallentarono finché l'acqua non si raffreddò. Poi il processo potrebbe ricominciare.⁷

Gli scienziati pensano che questi reattori naturali potrebbero aver funzionato in modo intermittente per un milione di anni o più. Le reazioni a catena naturale si fermarono quando gli isotopi dell'uranio

divennero troppo scarsi per continuare le reazioni. Cosa è successo alle scorie nucleari lasciate a Oklo?

Una volta che i reattori naturali si sono bruciati, i rifiuti altamente radioattivi che hanno generato sono stati trattenuti nelle profondità di Oklo dal granito, dall'arenaria e dalle argille che circondano le aree dei reattori. Il plutonio si è spostato di meno di 3 metri dal punto in cui si è formato, quasi due miliardi di anni fa.⁸

Oggi, i reattori artificiali creano anche elementi e sottoprodotti radioattivi. Gli scienziati coinvolti nello smaltimento delle scorie nucleari sono molto interessati a Oklo perché i rifiuti a vita lunga creati lì rimangono vicini al loro luogo di origine.

Il fenomeno Oklo offre agli scienziati l'opportunità di esaminare i risultati di un esperimento quasi naturale durato due miliardi di anni, che non può essere duplicato in laboratorio. Analizzando i resti di questi antichi reattori nucleari e comprendendo come le formazioni rocciose sotterranee contenevano i rifiuti, gli scienziati che studiano Oklo possono applicare le loro scoperte al contenimento dei rifiuti nucleari odierni. I tipi di roccia e altri aspetti della geologia di Oklo differiscono da quelli di Yucca Mountain. Ma queste informazioni sono utili nella progettazione di un deposito a Yucca Mountain. I reattori Oklo sono stati un evento unico nella storia naturale? Probabilmente no. Gli scienziati hanno trovato depositi di minerale di uranio in altre formazioni geologiche approssimativamente della stessa età, non solo in Africa ma anche in altre parti del mondo, in particolare in Canada e nell'Australia settentrionale. Ma ad oggi,

Gli scienziati ritengono che simili reazioni nucleari spontanee non potrebbero verificarsi oggi perché una percentuale troppo elevata di U-235 è decaduta. Ma quasi due miliardi di anni fa, la natura non solo sembra aver creato i suoi primi reattori nucleari, ma ha anche trovato un modo per contenere con successo i rifiuti che producevano nelle profondità del sottosuolo.

I resti radioattivi delle reazioni a catena naturali della fissione nucleare avvenute 1,7 miliardi di anni fa in Gabon, nell'Africa occidentale, non si sono mai spostati molto oltre il loro luogo di origine. Rimangono contenuti nelle rocce sedimentarie che impediscono loro di essere dissolti o diffusi dalle acque sotterranee. Gli scienziati hanno studiato la montagna Yucca per vedere se la geologia potrebbe svolgere

un ruolo simile nel contenere scorie nucleari ad alta attività.

Riferimenti:

1 Cowan, GA 1976. "Un reattore a fissione naturale", Scientific American, 235:36.

2 Smellie, John. "I reattori nucleari fossili di Oklo, Gabon", Radwaste Magazine, serie speciale sugli analoghi naturali, marzo 1995:21.

3 "Un reattore nucleare preistorico", Chimica, gennaio 1973:24.

4 Smellie, 21.

5 Cowan, 41.

6 Smellie, 21.

7 Cowan, 39.

8 Cowan, 39.

Nota: Nel 1956, mentre era all'Università dell'Arkansas, il Dr. Paul Kuroda descrisse le condizioni in cui un reattore nucleare naturale potrebbe verificarsi. Quando i reattori di Oklo furono scoperti nel 1972, le condizioni trovate erano molto simili alle sue previsioni. Il dottor Kuroda ora vive a Las Vegas, Nevada, dove è stato una risorsa scientifica per il Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti.

Inserito da Mercurio alle 19:50
Su di me



MERCURIO

Ho conseguito il Master in Filosofia della scienza molti anni fa e attualmente sto rilanciando i miei interessi accademici. Spero di stimolare gli individui nel campo della scienza, della filosofia e delle arti... a fornire quante più informazioni gratuite possibile.

[Visualizza il mio profilo completo](#)



12 luglio 2012, 11:45 CDT

Reattori a fissione naturale di Oklo

Più di 1,5 miliardi di anni fa (ovvero più di 1.500 milioni di anni) ebbe luogo una reazione di fissione nucleare in un deposito sotterraneo di uranio a Oklo, Gabon, Africa. La reazione di fissione è continuata, a intermittenza, per centinaia di migliaia di anni. Alla fine, il reattore si spense.

Mentre era attivo, il reattore naturale generava prodotti di fissione (rifiuti) molto simili a quelli prodotti quando avviene la fissione nei moderni reattori nucleari delle centrali elettriche.



Sito minerario di Oklo a Oklo, Gabon - Foto per gentile concessione di Andreas Mittler

Quando nel 1972 furono scoperte le prove del reattore Oklo, i prodotti della fissione giacevano nei depositi di Madre Natura da circa un miliardo di anni (ovvero 1.000 milioni di anni). Infatti, proprio gli studi sui prodotti di fissione rinvenuti nella miniera di uranio hanno dimostrato che lì era in funzione un reattore naturale.

Il reattore Oklo ha fornito un interessante analogo naturale per la gestione dei rifiuti. Lo studio di ciò che è accaduto ai prodotti di fissione nel reattore ha fornito preziose informazioni sui requisiti per un deposito di rifiuti a lungo termine.

Cosa ha portato alla scoperta dei reattori a fissione naturale di Oklo?

Dove posso saperne di più su Oklo?

Cosa ci dice la natura sullo smaltimento dei rifiuti nucleari?

Le informazioni raccolte da Oklo hanno un impatto sulla pianificazione dello smaltimento dei rifiuti radioattivi?

Dove posso saperne di più sulla gestione dei rifiuti radioattivi?

Dove posso saperne di più sulla scienza e tecnologia nucleare?

Dove posso trovare le definizioni dei termini speciali utilizzati qui?

Come si confrontano i rifiuti dell'energia nucleare con i rifiuti degli impianti a combustibili fossili?

Cosa ha portato alla scoperta dei reattori a fissione naturale di Oklo?

Uno scienziato che effettuava un test di routine notò una piccola "discrepanza" nella quantità di uranio-235 presente nell'uranio in fase di arricchimento. Cercando di spiegare la discrepanza, gli scienziati hanno iniziato un lavoro investigativo.

Leggi del "lavoro investigativo" scientifico che hanno svolto.

Dove posso saperne di più su Oklo?

Visita la tua biblioteca locale e chiedi l'articolo al bibliotecario di riferimento o al banco dei periodici:

"A Natural Fission Reactor" di George A. Cowan in Scientific American,

luglio 1976. (Pagine 36 - 47).

Contiene foto, diagrammi e una descrizione della ricerca sui reattori Oklo. Questo è probabilmente l'articolo più noto su Oklo; contiene informazioni scientifiche leggibili per i non specialisti.

Visita <http://www.oklo.curtin.edu.au/> , siti web australiani sui reattori a fissione fossile naturale a Oklo, Gabon. Le pagine forniscono informazioni su "dove, quando, cosa, perché, chi e come" dei reattori Oklo.

Leggi il commento di Phillip Morrison, "Where Fiction Became Ancient Fact", da Scientific American, giugno 1998. L'autore utilizza una scena vivida di un romanzo (scritto prima delle scoperte fondamentali sul nucleo atomico) per attirare l'attenzione del lettore. Quindi, si occupa dei fatti su Oklo. (Lettura un po' difficile.)

Cosa ci dice la natura sullo smaltimento dei rifiuti nucleari?

Un sito web canadese, http://www.nuclearfaq.ca/cnf_sectionE.htm#v2 , fornisce informazioni su diversi analoghi per lo stoccaggio/smaltimento dei rifiuti, compresi i reattori a fissione naturale di Oklo.

Le informazioni raccolte da Oklo hanno un impatto sulla pianificazione dello smaltimento dei rifiuti radioattivi?

Visita <http://www.ocrwm.doe.gov/factsheets/doeymp0010.shtml> per informazioni.

Dove posso saperne di più sulla gestione dei rifiuti radioattivi?

Visita una biblioteca per una copia di:

Comprendere i rifiuti radioattivi (quarta edizione)
di Raymond L. Murray

Dove posso saperne di più sulla scienza e tecnologia nucleare?

Le brochure di ANS forniscono ulteriori informazioni. Uno discute i modi in cui la scienza e la tecnologia nucleare contribuiscono allo sviluppo sostenibile. Un altro discute di come il nucleare sia una fonte di energia sostenibile. Le brochure sono disponibili all'indirizzo <http://www.ans.org/pi/brochures/> .

L'American Nuclear Society offre un utile sito web all'indirizzo www.aboutnuclear.org .

L'"ABC della scienza nucleare" è un altro buon punto di partenza per le informazioni tecniche di base. È fornito dal Lawrence Berkeley National Laboratory e disponibile all'indirizzo <http://www.lbl.gov/abc/index.html> .

Dove posso trovare le definizioni dei termini speciali utilizzati qui?

Il sito web di ANS offre un glossario online. Può essere trovato su <http://www.ans.org/pi/glossary/>

Come si confrontano i rifiuti dell'energia nucleare con i rifiuti degli impianti a combustibili fossili?

"Invece di disperdere massicce quantità di prodotti di scarto su vaste aree, come nel caso delle emissioni degli impianti di combustibili fossili (ossidi di zolfo, ossidi di azoto, anidride carbonica e metalli tossici come l'arsenico e il mercurio contenuti nelle ceneri volanti), l'energia nucleare gli operatori degli impianti sono in grado di consolidare i rifiuti e sequestrarli in modo sicuro mentre il loro livello di radiazioni diminuisce. In confronto, alcuni dei rifiuti dispersi nell'aria dagli impianti a combustibile fossile sono tossici e rimarranno tali per sempre."

dalla brochure ANS

L'energia nucleare: una fonte di energia sostenibile