

IN QUESTO NUMERO:

- I. Ere cosmiche portate alla luce.
- II. I Muoni rivelano l'interno dei vulcani.
- III. **1911-2011 Victor Franz Hess First Flight.**

Ere cosmiche portate alla luce

8/12/2010



Può sembrare un tavolo da picnic, ma questo discreto oggetto, parte di un kit situato nell'entroterra australiano, ha rivelato come l'universo è emerso da un periodo chiamato età cosmica oscura quasi 13 miliardi di anni fa. Questo è stato il momento in cui le prime stelle e galassie cominciarono a far valere la loro influenza sull'evoluzione cosmica, bombardando lo spazio intergalattico con la luce ultravioletta fino a farlo diventare un caldo plasma ionizzato.

L'apparato Edges, una antenna radio da 30 mila dollari, progettata per rilevare la prominente radiazione a 21 centimetri, firma spettrale dell'idrogeno, ha permesso a Judd Bowman dell'Arizona State University e Alan Rogers dell'osservatorio MIT Haystack nel Massachusetts di posizionare i primi paletti su quanto veloce sia stata questa transitoria fase cosmica.

"Questo risultato segna una pietra miliare osservazionale", dice Rennan Barkana dell'università di Tel Aviv, (che non è stato coinvolto con il lavoro). "Sapere quando e come la re-ionizzazione è avvenuta è un grande affare che ci insegna qualcosa a proposito di qualsiasi popolazione di oggetti esistita 3-800 milioni di anni dopo il Big Bang, che potrebbe rivelarsi essere qualcosa di ancora più esotico delle stelle, come massicci buchi neri o addirittura particelle di materia oscura in decadimento."

Immerso nel buio

L'universo diventò neutro e trasparente circa 380.000 anni dopo il Big Bang, quando si raffreddò a sufficienza per protoni ed elettroni,



Radiazione dell'Idrogeno a 21 cm.

Ogni volta che un fotone viene emesso da un atomo, questo è associato ad una specifica lunghezza d'onda o frequenza, è noto che ogni volta che un elettrone eccitato, perde la sua energia e scende al livello di energia più bassa (stabile), viene emesso un fotone (o più fotoni a seconda del livello di energia). L'atomo di idrogeno possiede anche una peculiarità chiamata struttura iperfine.

Nella configurazione a minore energia, lo spin del nucleo dell'idrogeno è orientato in senso contrario rispetto allo spin dell'elettrone. Lo spin è paragonabile al momento angolare, ad esempio la rotazione della terra su se stessa, (ma in modo quantizzato, non esiste equivalente per descriverlo in termini di meccanica classica). Tuttavia per qualche motivo, collisioni tra atomi ad esempio, lo spin dell'elettrone può scattare in senso contrario e diventare parallelo a quello del nucleo. Questo porta l'elettrone ad uno stato di energia superiore rispetto al precedente, questo tipo di configurazione è piuttosto stabile ma può succedere che l'elettrone inverta di nuovo lo spin perdendo energia, in questo istante verrà emesso un fotone associato alla lunghezza d'onda di 21 cm.

E' stato calcolato che il tempo medio per l'inversione spontanea dello spin è di 12 milioni di anni, che si riduce a 400 anni nelle nubi di idrogeno dove gli atomi collidono,, tuttavia siccome l'idrogeno è l'elemento principale dell'universo (circa il 90% della materia) la lunghezza d'onda di 21 cm è rilevabile pressochè ovunque, questa radiazione è utile perchè a differenza della luce, può attraversare la polvere interstellare e rivelarci ad esempio la forma delle galassie e la loro rotazione.

(da pubblicazioni astroparticelle.it)

per combinarsi in atomi di idrogeno. I fotoni, che prima della ricombinazione non erano in grado di viaggiare lontano dal plasma, fluiro in tutte le direzioni e da allora sono stati 'allungati' - o spostati verso il rosso - con l'espansione dello spazio fino a formare il fondo cosmico a microonde (CMB). Non c'erano oggetti luminosi in quel momento perché la materia doveva ancora ammassarsi per gravità, ma 100 milioni di anni dopo le prime stelle e galassie cominciarono a perforare le tenebre e la loro luce inizio a reionizzare lo spazio intergalattico - per lo più idrogeno.

Dal momento che in questi primi tempi (o red shifts) la riga a 21 centimetri spettrale dell'idrogeno è allungata a circa un metro d'onda, EDGES è stato progettato per captare segnali con una frequenza compresa tra 100-200MHz - nella banda VHF. Durante tre mesi di osservazione continua Bowman e Rogers cercavano i più alti segnali relativi ai 21 cm red-shiftati, che si aspettavano essere estremamente deboli poichè derivano dalla transizione del più basso stato energetico dell'idrogeno nel quale lo spin dell'elettrone e del protone sono entrambi allineati o anti-allineati.

Avendo faticosamente sottratto i segnali molto più forti a bassa frequenza provenienti dal plasma magnetizzato della Via Lattea e delle galassie vicine, per non parlare dell'interferenza dalle trasmissioni TV e radio terrestri, il team ha concluso che la reionizzazione non finì bruscamente ma ha avuto luogo nel corso di un spostamento verso il rosso maggiore di 0,06. Che si traduce in un periodo di almeno 5 milioni di anni.

"Questo è quanto ci si aspetta in tutti i modelli teorici che prevedono la reionizzazione da parte delle prime stelle, ma ora è una dichiarazione d'osservazione", dice il teorico Avi Loeb dell'Harvard University. "La maggior parte della comunità dei 21 centimetri è coinvolta nella costruzione di interferometri (il cui costo è maggiore di due ordini di grandezza) che rispecchino il cielo così, è gratificante vedere che un esperimento innovativo abbia successo ad ottenere i primi vincoli".

Cosmologia a 21 centimetri

Fino ad ora ci sono stati due tipi di dati osservativi sulla reionizzazione: l'anisotropia nella radiazione cosmica di fondo misurata da WMAP (ed ora da Planck n.d.t.) e le osservazioni della luce proveniente da quasar lontani. Questi dati indicano che l'universo era già completamente ionizzato con un redshift di 6,5 (corrispondente a circa 1 miliardo di anni dopo il big bang), ma Barkana dice che studiare l'emissione a 21 cm. dell'idrogeno è molto promettente per risalire al periodo di 200 milioni di anni dopo il Big Bang. "la cosmologia a 21 centimetri sta aprendo una nuova finestra osservativa cosmica", ha detto Barkana. "Almeno una, forse due o più transizioni potrebbero aver lasciato fossili spettrali".

"Finora EDGES ha solo posto dei limiti e non fatto una rivelazione", dice Rogers. "Ci auguriamo che si potrebbe rilevare l'idrogeno primordiale e mettere un po' di numeri reali sui red-shift, ma resta da vedere quanto lontano EDGES possa andare".

La ricerca è pubblicata in Nature 468 796.

L'autore

Matthew Chalmers è uno scienziato scrittore con sede in UK.

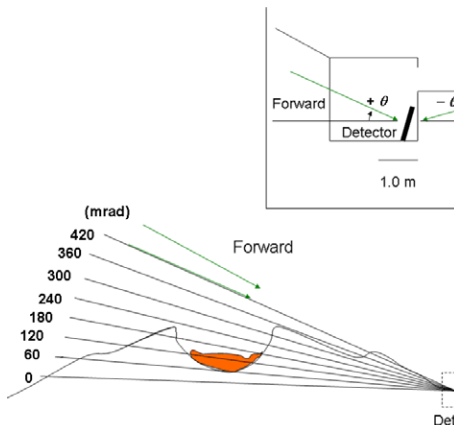
Fonte originale:

<http://physicsworld.com/cws/article/news/44547>

I Muoni rivelano l'interno dei vulcani

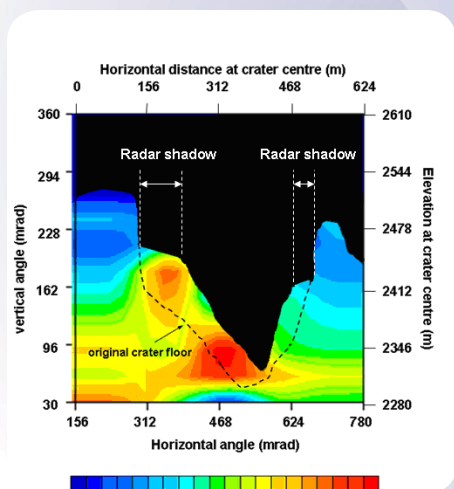


La posizione del rivelatore di muoni sulle pendici del vulcano Vesuvio.



Come per la normale radiografia a raggi X, un grande assorbimento di muoni corrisponde ad una maggiore densità nel vulcano. Il flusso di muoni indietro può essere utilizzato per la normalizzazione.

[Da H.K.M. Tanaka et al., Earth and Planetary Science Letters 263 (2007) 104]



Ricostruita la distribuzione di densità media della cima del monte. Asama in Giappone. [Da H.K.M. Tanaka et al., Earth and Planetary Science Letters 263 (2007) 104]

Il progetto conosciuto come MU-RAY è una vera sfida, con l'intento di creare una radiografia Mu del vulcano Vesuvio, utilizzando un rivelatore che registra i muoni cosmici che attraversano il vulcano. Questa tecnica fu utilizzata per la prima volta nel 1971 dal premio Nobel Louis Alvarez alla ricerca di sepolcri nella piramide di Chefren.

Come la scansione a raggi X del corpo umano, la radiografia a muoni permette ai ricercatori di ottenere un'immagine delle strutture interne dei livelli superiori dei vulcani. Sebbene una tale immagine non può aiutare a predire 'quando' una eruzione potrebbe verificarsi, può, se combinata con altre osservazioni, aiutare a prevedere 'come' si potrebbe sviluppare e serve come un potente strumento per lo studio delle strutture geologiche.

I muoni provengono dalla interazione dei raggi cosmici con l'atmosfera terrestre. Sono in grado di attraversare strati di roccia dello spessore di un chilometro o più. Durante il loro viaggio, vengono parzialmente assorbiti dal materiale che attraversano, proprio come i raggi X sono in parte assorbiti da ossa o altre strutture interne nel nostro corpo. Alla fine della catena, invece del classico piatto di raggi X, vi è il cosiddetto 'telescopio di muoni', uno speciale rivelatore collocato sulle pendici del vulcano.

"Questa tecnica è stato lanciato in Giappone da Hiroyuki Tanaka e i suoi collaboratori, presso l'Università di Tokyo, che per primo ha usato i muoni per guardare dentro il vulcano Asama. Ora si sono uniti a collaborare con noi", dice Paolo Strolin, portavoce del progetto MU-RAY e membro dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) e dell'Università di Napoli Federico II.

Da un punto di vista tecnico, compiere la tomografia muonica del Vesuvio è una grande sfida, molto al di là di quanto è stato fatto finora. "La morfologia della montagna è complessa, questo in parte è dovuto al fatto che è cresciuta nella caldera di un vulcano più grande, di cui ciò che è rimasto ora si chiama Monte Somma", spiega Paolo Strolin.

I muoni devono passare attraverso circa due chilometri di roccia per raggiungere il rilevatore sul lato opposto del vulcano, e solo muoni di altissima energia sono in grado di farlo. "Per una prima indagine, stiamo usando il rivelatore già in uso in Giappone, anche se quel vulcano era molto meno spesso rispetto al Vesuvio", spiega Strolin.

Più spesso è lo strato di roccia, maggiore deve essere l'area del rivelatore, altrimenti ci vorrebbe troppo tempo per registrare i dati. "Stiamo lavorando su un prototipo di un nuovo rivelatore", spiega Paolo Strolin. "Il nuovo sistema sarà modulare per coprire globalmente superfici dell'ordine di decine di metri quadrati.

I rivelatori avranno una buona risoluzione angolare e un migliore rapporto segnale-rumore. "Il progetto R & D sulla nuova generazione di 'telescopi muone' è sostenuta dall'INFN, l'Istituto Nazionale Italiano di Geofisica e Vulcanologia (INGV), il governo italiano e l'Università di Napoli Federico II.

La collaborazione MU-RAY coinvolge fisici e vulcanologi delle Università di Firenze, Napoli, Perugia e Tokyo, così come dall'INFN, l'Osservatorio Vesuviano INGV, Fermilab e LAL-Orsay.

Con questa tecnica si stanno studiando altri vulcani in Giappone e nelle Piccole Antille.

Fonte originale:

<http://cdsweb.cern.ch/journal/CERNBulletin/2010/50/News%20Articles/1312698?ln=en>

La ricerca di Paolo Strolin: <http://people.na.infn.it/~strolin/MU-RAY.pdf>



1911-2011 Victor Franz Hess First Flight

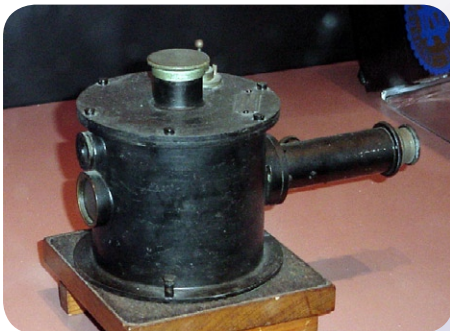
Negli anni tra il 1911 e il 1913, V. Hess fisico Austriaco effettua i suoi voli e le sue ricerche con palloni aerostatici perchè aveva intuito che la radiazione rilevata al suolo poteva provenire dallo spazio, armato solamente di particolari elettroscopi, decolla per la prima volta nel 1911.

Tramite i suoi rilevamenti, dimostrò che la radiazione aumentava all'aumentare dell'altitudine, provando che l'origine non poteva essere terrestre.

Scopre così i raggi cosmici, tale scoperta gli fa assegnare nel 1936 il **premio nobel** per la fisica.

Le sue prime pubblicazioni tuttavia risalgono al 1912, per cui ufficialmente la scoperta dei raggi cosmici è datata 1912, al momento in cui scrivo infatti nessun sito istituzionale celebra il centenario, non poteva comunque mancare in anteprema sul sito delle astroparticelle la segnalazione di questa importante ricorrenza.

Pagina dedicata a Victor Hess su astroparticelle.it



Uno degli strumenti utilizzati da Hess.

Il fantastico racconto, di grande valore storico che segue, scritto dal fisico John Kraus, noto ai radioastronomi, e autore di numerosi testi di radioastronomia, fa rivivere i momenti emozionanti della scoperta di Hess.

Una strana radiazione dall'alto

Di: John Kraus

Le linee di tigli e salici nei prati vicino Aussig nel nord della Boemia sono state infrante fin dalle prime luci della mattina. Nelle vicinanze il fiume Elba scorre verso nord verso le montagne Erz dove le azzurre cime brillano in lontananza, su un cielo lindo senza nubi. Ora poche ore dopo un' alba di un arancione intenso, un pallone nero magicamente torreggia sulle distese erbose dei prati, i bassi ed inclinati raggi del sole si stagliano sulla sua cupola arrotondata. Nominato il Böhmen (dal tedesco di Boemia) è una torre di dodicipiani di altezza. Spinto da una quasi impercettibile brezza la grossa borsa giace rimorchiata impaziente sulle sue corde. I membri dell'Aeroclub Austriaco lo muovono con una ben-pratica efficienza portando a termine i preparativi per la sua ascensione, ma chiunque può accorgersi dal sentimento di eccitazione che c'è nell'aria, che questo non sarà un volo ordinario.

Era mercoledì 7 agosto 1912 e il Böhmen, con la sua potenza di sollevamento di due tonnellate, stava portando Herr Doktor Victor Hess e un carico di sue apparecchiature per un volo ad alta quota. Hess, ha insegnato fisica in una accademia di medicina veterinaria a Vienna. Lui era già a bordo controllando i suoi apparati, il metereologo di volo Ernst Wolf, anche lui nel cesto fatto di corda stava controllando il suo barometro.

Il gonfiaggio era stato completato e i membri dell'aeroclub stavano scollegando i tubi dai contenitori di idrogeno posizionati su alcuni carri nelle vicinanze. Il capitano Wolfgang Hoffory, il pilota, passeggiava intorno al cesto ispezionando le sacche riempite di sabbia appese come impiccati intorno al perimetro del cesto. Gridando gli ultimi ordini alla squadra di terra balzò senza sforzo a bordo. Lui un veterano del volo ascensionale, aveva già portato il Dr. Hess in un numero di voli durante il mese precedente, ma nessuno andato così in alto come sperava di andare oggi.

Alle 06:12 il capitano Hoffory ha dato il comando di mollare e lentamente il grande rotondo Böhmen si innalza con grazia e silenziosamente verso il cielo cercando la fonte di una strana radiazione.

Per molti anni gli scienziati hanno avuto un rompicapo sul fatto che un elettroscopio perde gradualmente la sua carica nonostante sia accuratamente isolato. Gli elettroscopi sono venuti in grande utilizzo dopo la scoperta della radioattività da Antoine Becquerel in Francia nel 1896. Un tipico elettroscopio consiste in due foglie di oro, (una di fronte all'altra n.d.t.) sospese da un elettrodo isolato o una barra di metallo in un contenitore metallico con una finestra di vetro. Quando viene data una carica elettrica, ad esempio con un pettine in caucciù strofinato su un panno di flanella, le due foglie si allontanano per via della repulsione delle cariche uguali. La radiazione prodotta da materiale radioattivo, portata nelle vicinanze dell'elettroscopio, penetra nel contenitore producendo ioni o particelle cariche nell'aria all'interno, la quale scarica le foglie d'oro e le fa cadere (di nuovo una contro l'altra n.d.t.). Quello che gli scienziati notavano era che anche in assenza di materiale radioattivo, gradualmente le foglie cadevano, suggerendo qualche radiazione sconosciuta. Il sospetto, poi confermato, era che in parte la radiazione provenisse dalla debole radioattività presente normalmente nella superficie della terra.

Misurando la velocità con la quale le foglie collassano, si può determinare la forza della radiazione ionizzante.

Se la pressione all'interno del contenitore-elettroscopio dove ci sono le foglie viene aumentata, l'elettroscopio diventa più sensibile e questa diventa una, così chiamata, camera di ionizzazione. Questa venne poi portata in cima alla torre Eiffel ed innalzata con palloni per vedere se la radiazione potesse diminuire con l'altezza, ma i risultati furono inconclusivi.

Victor Hess si chiese se la sconosciuta radiazione potesse venire dal di fuori della terra, forse dal sole.

Con il supporto della Accademia reale delle scienze di Vienna, si imbarcò su una serie di voli ascensionali, di notte, di giorno e anche durante un'eclisse di sole. Da queste concluse che il sole non era la sorgente di questa misteriosa radiazione ionizzante.

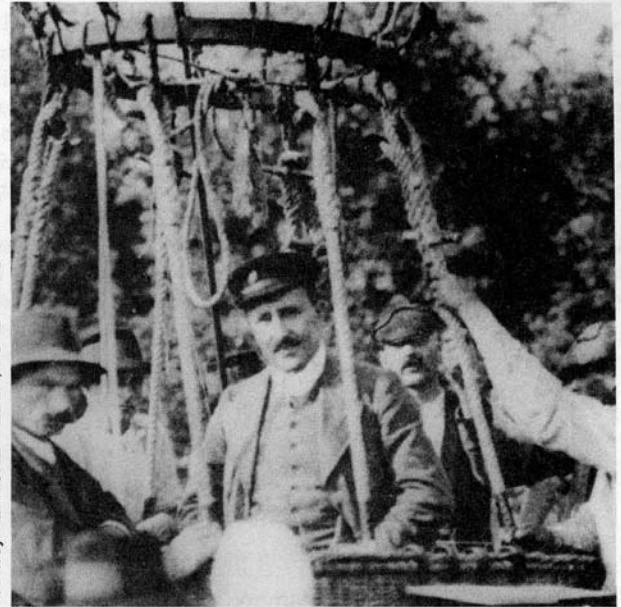
Il volo di oggi era il settimo di una serie iniziata in Aprile del 1912 e l'intento era quello di andare così in alto come non mai prima. La precedente missione, indicava che ad un'altitudine di qualche centinaio di metri, c'era una leggera diminuzione della radiazione ionizzante proveniente da terra, dovuta apparentemente ad una spontanea riduzione della radioattività terrestre. Comunque con un ulteriore incremento di quota, fino a 2000 metri le letture sembravano rimanere invariate.

Il Böhmen stava ora risalendo rapidamente e cavalcava un vento di 30 km/h proveniente da sud, all'inizio seguendo l'Elba verso nord sulla regione della Boemia. Presto apparvero delle nubi davanti, erano diffuse, gonfie bianche e a cumuli, tutte alla stessa altitudine. Il Böhmen si arrampicò sopra di esse ed ora guardando giù punteggiavano il paesaggio come palline di cotone fino all'orizzonte. Vicino a Peterswalde gli aeronauti attraversavano la Sassonia e il fumo che pigramente saliva dalle fabbriche di Dresda sembrava svanire verso ovest.

Un ora dopo il decollo erano a 1600 metri di altezza e durante le successive due ore risalirono fino a 3600 metri. Il sole si arrampicava da est scaldando il pallone ed aumentando la sua ascensione, così il capitano Hoffory poté risparmiarsi sulla quantità di sabbia che avrebbe dovuto rilasciare.

Alle 10:45 essi ottennero i 5350 metri, la loro massima altitudine, e il Captain Hoffory tirò una valvola per rilasciare del gas ed iniziare la loro graduale discesa. Sopra di loro, a circa 6000 mt. c'era un leggero strato sottile di nubi strato-cirri attraverso il quale il sole splendeva.

Courtesy ALPHONZ WEBER, FORDHAM UNIVERSITY

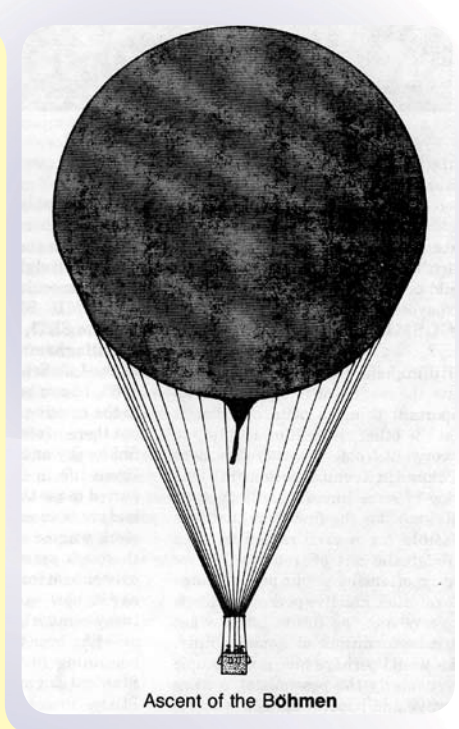


Victor Hess surrounded by Austrian peasants after landing from one of his ascensions a few weeks before his record breaking ascent in the Böhmen.

Victor Hess era stato parecchio occupato da prima della discesa con i suoi apparecchi, consistenti in tre camere di ionizzazione ed equipaggiamento relativo. Ogni camera era fatta a tenuta stagna a pareti spesse delle dimensioni di un barattolo da due litri, con una piccola finestra di vetro per osservare le foglie dell'elettroscopio tramite l'ausilio di un microscopio. Hess prese le letture di tutti gli strumenti a rotazione mentre la sottile aria fredda d'alta quota penetrava attraverso i suoi vestiti. Egli registrò accuratamente questi valori in corrispondenza delle letture di pressione del barometro, che indicava l'altitudine, come richiesto da Ernst Wolf.

Sulla camera numero 2 che era la più tipica dei tre strumenti, la ionizzazione al terreno era di circa 12 unità. Ad un'altitudine di 1000 mt. scese a 10, ma a 2000 mt. si alzò ancora a 12. A 3500 mt. il livello di ionizzazione si innalzò a 15 e più sorprendentemente, a 5000 mt. raggiunse 27 unità o più che era il doppio del valore a terra!

La discesa fu graduale, impiegando altre due ore. Sulla via del ritorno Victor Hess continuò a prendere letture che confermavano quelle ottenute durante l'ascesa. A cinque minuti dopo mezzogiorno il capitano Hoffory portò il Böhmen giù in un pascolo vicino ad un piccolo villaggio a circa 50 Km. a est di Berlino, erano stati in alto per sei ore, viaggiando per 200km. e raggiungendo un'altitudine di 5350 metri.



"Raggi di grande forza di penetrazione, stanno entrando nella nostra atmosfera dall'alto".

Victor Hess era stato così preoccupato con i suoi strumenti e la registrazione dei dati che il pieno significato dei suoi risultati non lo ha colpito fino a casa quando dopo il volo ha avuto il tempo di analizzare attentamente i dati. Ma non c'erano dubbi. L'aumento con l'altitudine dimostrava che era causato dall'alto. L'atmosfera era come un tappeto assorbente. Più si saliva attraverso di essa e più forte diventava la radiazione dall'alto. Nel suo rapporto pubblicato in quello stesso anno nella Zeitschrift Physikalisches ha affermato, "I risultati delle osservazioni indicano che raggi di grande forza di penetrazione, stanno entrando nella nostra atmosfera dall'alto".

Durante i due anni seguenti le conferme dei risultati di Hess arrivarono da successivi voli coi palloni da parte di Werner Kohlhörster che terminarono il 28 giugno 1914, con un'ascensione a 9300 mt. da Bitterfield, vicino Lipsia, in Germania.

Viaggiando oltre le quote di Hess, Kohlhörster trovò che la radiazione continua ad aumentare con un incremento di velocità. Ma non tutti erano convinti dei risultati di Hess e Kohlhörster e ne seguì una violenta polemica nei circoli scientifici che imperversò per una dozzina d'anni.

Il giorno stesso del volo di Kohlhörster a 9.300 metri, l'arciduca Francesco Ferdinando, erede al trono dell'impero Austro-Ungarico, fu assassinato e ben presto gli eserciti erano in marcia, così l'Europa esplose e precipitò nella prima guerra mondiale, le strane radiazioni penetranti l'atmosfera terrestre dall'alto ora sembravano di poca importanza e ulteriori misure coi palloni avrebbero dovuto aspettare.

Alla fine i risultati di Hess hanno ottenuto il riconoscimento dovuto e la radiazione che ha scoperto provenire oltre la terra fu chiamata raggi cosmici. Forse si pensava che potessero essere onde elettromagnetiche come i raggi X, solo di un tipo più penetrante. In seguito, comunque è stato dimostrato essere particelle materiali e non onde: protoni - nuclei di atomi di idrogeno - e nuclei di atomi pesanti almeno come l'uranio, spesso con una enorme energia e potenza di penetrazione, che bombardano la terra inesorabilmente. Nel 1936 Victor Hess ricevette il premio Nobel per la sua scoperta dei raggi cosmici.

L'origine dei raggi cosmici è incerta ma si presume che molti siano generati nel corso di eventi violenti, come esplosioni stellari all'interno della nostra galassia. E' del tutto possibile che un protone che colpisce la terra oggi sia stato sparato fuori dalla nebulosa del Granchio, la stella esplosa nel 1054 dC. Nel suo lungo viaggio dalla nebulosa, ha viaggiato a quasi alla velocità della luce per migliaia di anni. I campi magnetici incontrati lungo la sua strada hanno deviato il percorso da una linea retta, come venti trasversali soffiano una nave fuori rotta, quindi la sua direzione al raggiungimento della terra

non è quella della Nebulosa del Granchio. Ma questa minuscola particella è un messaggero da una lontana parte della nostra galassia con forse una storia affascinante da raccontare se potesse.

Nota: Il termine radioattività è entrato in uso a lungo prima che la parola "radio", è stata conosciuta. Radioattività implica che una sostanza come il radio emette o irradia particelle o onde elettromagnetiche di lunghezza d'onda molto corte, chiamati raggi gamma.

Ciò non significa che la sostanza emetta onde radio, che sono (invece) onde elettromagnetiche di una lunghezza d'onda molto lunga.

Tuttavia, la somiglianza delle parole può generare confusione.

John Daniel Kraus (28 giugno 1910 - 18 luglio 2004) è stato un fisico statunitense noto per i suoi contributi sull'elettromagnetismo, la radioastronomia, e la teoria delle antenne. Le sue invenzioni, l'antenna elicoidale, il riflettore d'angolo, e diversi altri tipi di antenne. Ha progettato il telescopio radio Big Ear della Ohio State University, che è stato costruito in gran parte da un gruppo di studenti OSU ed è stato utilizzato per effettuare la Ohio Sky Survey.

Riferimenti:

John Kraus, A Strange Radiation from Above , North American AstroPhysical Observatory (NAAPO), Cosmic Search: Issue 5, (Volume 2 Number 1; Winter (Jan., Feb., Mar.) 1980), 20-22
<http://www.bigear.org/CSMO/HTML/CS05/cs05p20.htm>



Questa celebre immagine risale ad una delle missioni del 1912.

Se fate parte di qualche gruppo, osservatorio o associazione che intende organizzare eventi in occasione della ricorrenza nel corso degli anni 2011 o 2012, segnalatecelo, verrà pubblicato anche sul sito [astroparticelle.it](http://www.astroparticelle.it).

©Traduzioni di Marco Arcani