



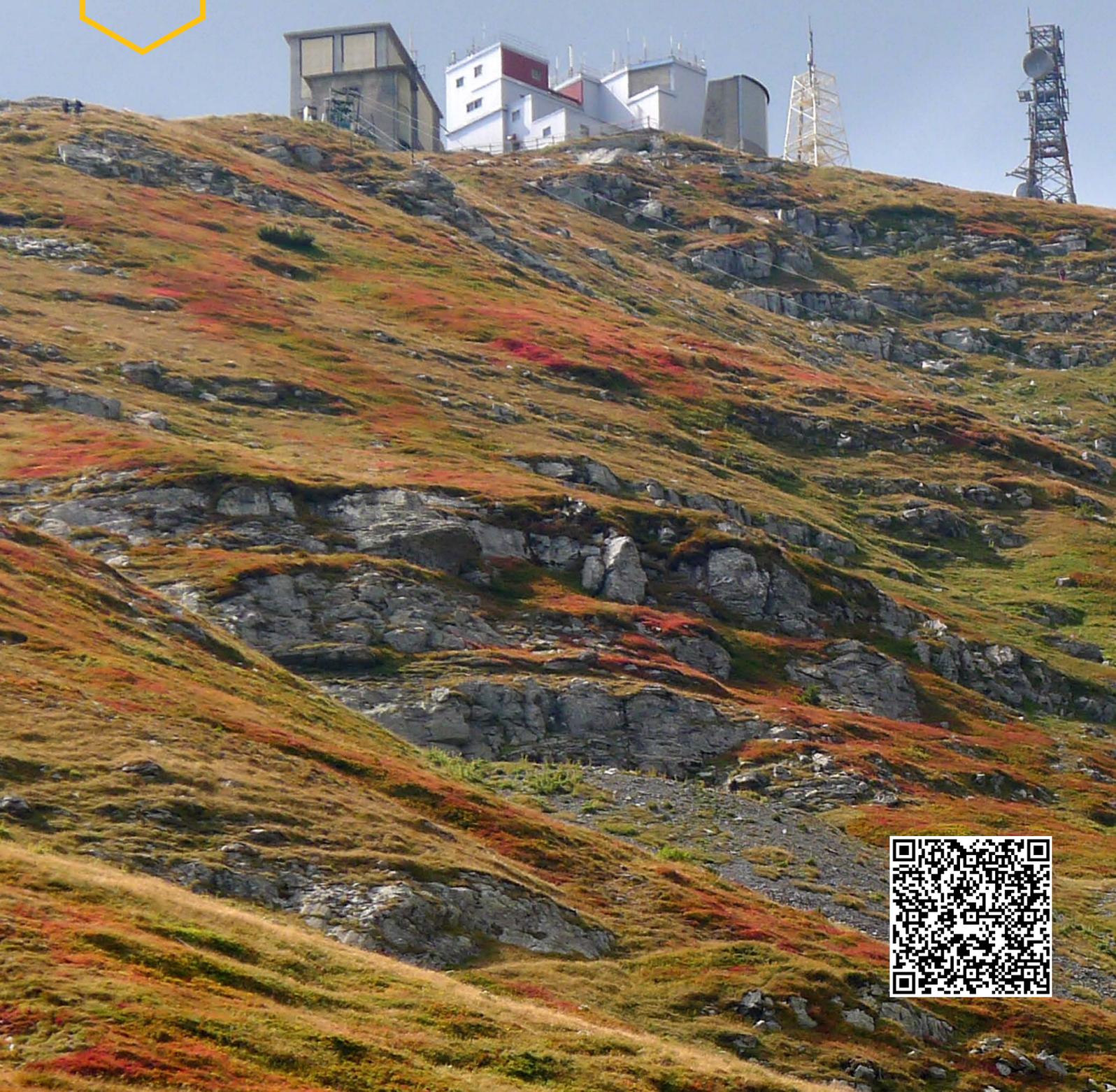
# ASTROPARTICELLE

[www.astroparticelle.it](http://www.astroparticelle.it)

Newsletter N.17-A.2021 - Dicembre 2021



*Scienze dei raggi cosmici*



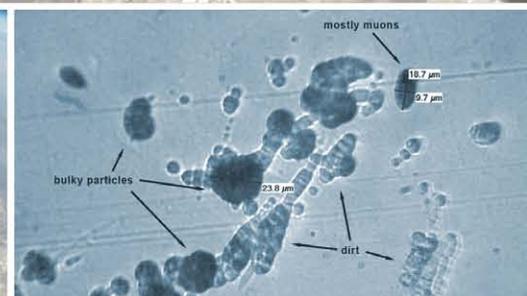
# TOUCH SUNGLASSES



WHERE NO GLASSES HAVE GONE BEFORE



AN ITALIAN BRAND by Sordelli Franco s.r.l.  
[www.toucheyewear.it](http://www.toucheyewear.it)



Newsletter N.17-A.2021 - Dicembre 2021



In copertina il laboratorio di ricerca dell'aeronautica militare CAMM sul Monte Cimone.



***Utilizzo peculiare degli errori software nelle sonde spaziali***



Credit: Stocktrek Images



***Un anno di notizie in breve***



***News da astroparticelle.it***

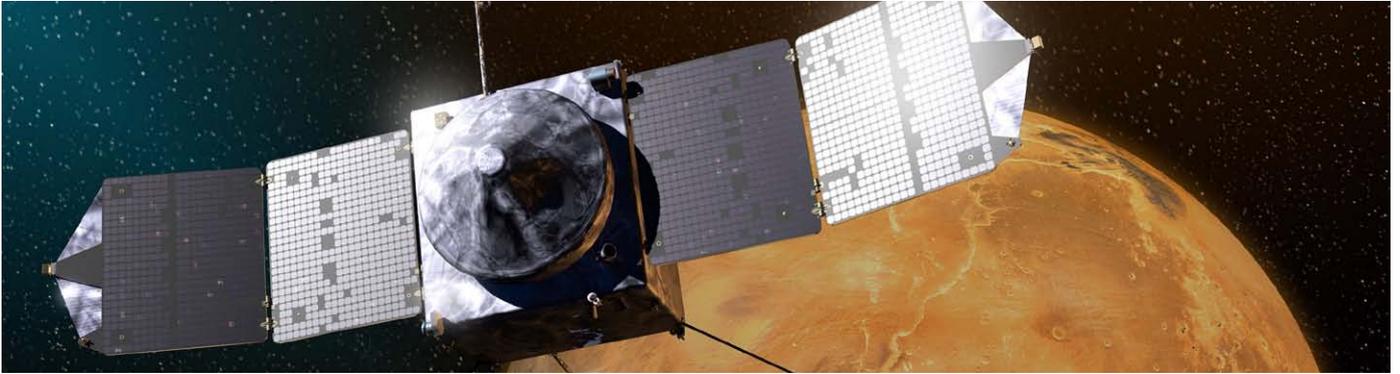


Antico solarimetro, reperto storico della stazione meteorologica del CAMM.



Oggi gli errori nei circuiti elettronici causati dai raggi cosmici sono una delle sfide più importanti nei moderni dispositivi elettronici ad alta quota come al suolo.

## Utilizzo peculiare degli errori software nelle sonde spaziali



MARS Express.

I raggi cosmici fanno parte di quella radiazione invisibile capace di interagire o interferire con la materia, come i raggi X o i raggi gamma. La grossa differenza rispetto a questi ultimi è che la parte principale della radiazione cosmica non è di natura elettromagnetica (fotoni) ma corpuscolare e subatomica. Nello spazio i protagonisti principali nel flusso dei raggi cosmici sono i protoni, mentre sulla Terra e in generale sui pianeti con atmosfera i protoni cosmici producono cascate di particelle subatomiche. Queste cascate o sciami si generano proprio grazie allo schermo atmosferico, ciò è dovuto alla collisione dei protoni con gli atomi e le molecole dell'aria. Al suolo il flusso è dominato dai muoni e da una frazione di molti altri tipi di particelle, come elettroni neutroni e altri protoni. Questa radiazione dal potere di strappare gli elettroni dagli atomi (ionizzazione) si somma alla già presente e più nota radioattività ambientale.

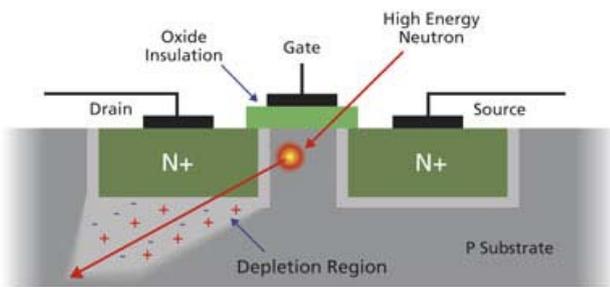
Tutte le particelle ionizzanti sia nello spazio che a Terra possono diventare un grosso inconveniente quando interagiscono coi circuiti elettronici, i bersagli sensibili sono i chip di silicio dell'elettronica a semiconduttori e in particolare le giunzioni CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductors).

I dispositivi elettronici che comunemente chiamiamo "circuiti integrati", oggi sono diventati molto complessi. Ad esempio le memorie statiche ad accesso random (SRAM) e le logiche programmabili FPGA (Field Programmable Gate Array) posseggono un numero considerevole di CMOS, queste memorie possiamo immaginarle come interruttori che implementano milioni di circuiti logici configurabili e gli impulsi elettrici al loro

interno si propagano in un tempo brevissimo. Tali circuiti sono presenti ormai in quasi qualsiasi apparecchio: dagli elettrodomestici, alle cabine di pilotaggio degli aerei; dalle sonde nello spazio, fino ai rover su Marte. SRAM e FPGA utilizzano logiche a semiconduttori CMOS che sono molto sensibili alle radiazioni. Sebbene ci siano alcuni tipi di memoria progettati per resistere a determinate radiazioni (elettromagnetiche), per eliminare o mitigare le radiazioni ionizzanti (radioattività e raggi cosmici) servono altre tecniche. Il continuo rimpicciolimento delle tecnologie elettroniche CMOS e la costruzione di sistemi logici sofisticati funzionanti su singolo chip, rende più sensibile gli apparecchi elettronici alle particelle subatomiche, con un aumento nella probabilità di generare errori nei dati.

### Tipi di errore

L'interazione dei raggi cosmici nei sistemi elettronici a semiconduttori può produrre diversi tipi di problemi. Il fenomeno più comune è il Single Event Upset (SEU) ed è una interazione tra la radiazione ionizzante e i materiali semiconduttori (silicio) delle giunzioni elettroniche, la quale provoca si degli errori, ma mai la rottura del semiconduttore; questi errori sono casuali e definiti soft-error. Nel caso invece di sistemi di potenza controllati da interruttori di comando elettronici (statici come SCR TRIAC etc.) la ionizzazione può produrre la rottura fisica del dispositivo, ma in questo caso si identificano come Single Event Burnout (SEB) e generalmente sono indicati come hard-error. Gli errori soft sono studiati da almeno 50 anni da ingegneri elettrici aerospaziali e nucleari.



Meccanismo di interazione tra neutroni e CMOS.

## Meccanismo SEU

Le particelle cariche che attraversano i semiconduttori vanno a interferire con gli elettroni liberi o con le lacune (buchi di cariche), normalmente presenti per il corretto funzionamento dei semiconduttori stessi. Un circuito di memoria a semiconduttore può essere visto come un interruttore che viene chiuso applicando una certa tensione elettrica nella zona di svuotamento (di elettroni o lacune) del semiconduttore. Il passaggio di particelle ionizzanti produce lo stesso effetto senza che sia necessario applicare la tensione elettrica normalmente necessaria per la chiusura del circuito stesso. Gli stessi errori possono essere causati anche da disturbi elettromagnetici come fulmini, o scariche elettrostatiche prodotte da accensione e spegnimento di grosse apparecchiature elettriche.

## Eventi SEU

Nella letteratura scientifica sono numerose le testimonianze di malfunzionamenti attribuite alla radioattività o ai raggi cosmici, non mancano anche racconti pittoreschi. Nel 2013 un giocatore incallito di Super Mario sperimentò un malfunzionamento trasportando Mario in un livello di gioco considerato impossibile da raggiungere, tanto che nessuno riuscì a replicare tale mossa. Otto anni più tardi fu stabilito che il salto era stato provocato da un flip (inversione di stato: da 0 a 1, o da 1 a 0) in un bit di memoria probabilmente provocato dai raggi cosmici. Il 7 ottobre 2008, un aereo in volo tra Australia e Singapore a 11.000 m di quota improvvisamente calò a picco per centinaia di metri prima di riprendere quota, col risultato di ferire 12 passeggeri, gli investigatori stabilirono che il problema era stato causato da un evento SEU incolpando i raggi cosmici. Nel 2010 una nota azienda automobilistica negli USA ritirò milioni di automobili perché il sistema

di accelerazione delle auto impazziva senza possibilità di controllo e di frenata, il fenomeno causò decine di morti. L'azienda ricercò le cause tra errori umani, ad esempio il pedale incastrato col tappetino ed evenienze simili. Il segretario dei trasporti statunitense affidò (anche) alla NASA il compito di stabilire quali potessero essere i motivi del malfunzionamento; tra le cause da analizzare vi erano errori umani, interferenze elettromagnetiche e raggi cosmici. Un gruppo di ingegneri del centro NHTSA (un dipartimento sui sistemi di sicurezza creato alla NASA dopo il disastro del Columbia nel 2004), fino al 2010 aveva analizzato 100 problemi spaziali ma questa era la prima volta in cui si conduceva un'indagine su un evento automobilistico. L'NHTSA analizzò il funzionamento dei sistemi meccanici ed elettronici e nel Marzo del 2011 la questione è stata definitivamente chiusa e il risultato negli enciclopedici report del NHTSA è che l'azienda è stata scagionata da problemi tecnici, anche se la responsabilità dei raggi cosmici su tali anomalie è rimasta incerta.

La prima pubblicazione riguardante i raggi cosmici sui circuiti elettronici forse è quella di J. T. Wallmark e S. M. Marcus del 1962. Negli anni settanta e ottanta gli effetti della radiazione sull'elettronica iniziarono ad attirare più attenzione e fu esaminata più in dettaglio la fisica di questi fenomeni. May e Wood della Intel



Super Mario (Nintendo).

Corporation determinarono che gli errori erano dovuti principalmente a particelle alfa naturali provenienti dal decadimento di uranio e torio. Questi ricercatori introdussero il termine di soft-error per distinguere gli errori non distruttivi, da quelli che provocano la rottura vera e propria dei componenti elettronici. In seguito altri stabilirono che anche protoni e neutroni possono provocare tali errori. Negli anni novanta i tecnici Siemens e IBM fecero diversi studi dimostrando che la proporzionalità tra SEU e altitudine era



Osservatorio astronomico e stazione di ricerca sulla Jungfrauoch.

sicuramente da attribuire ai neutroni cosmici. In seguito ABB fece altri test sulla Jungfrauoch a 3500 metri di quota, questo esperimento insieme a molti altri in tutto il mondo supportarono l'aumento di attenzione rispetto a questo fenomeno, in particolare nell'elettronica presente a bordo degli aerei. Oggi gli errori soft sono una delle sfide più importanti per i moderni dispositivi elettronici ad alta quota come al suolo. Una sfida ancora più ardua nell'immediato futuro sarà quella di schermare i computer quantistici. La radioattività naturale e i raggi cosmici possono facilmente indurre decoerenza quantistica nei qbit dei futuristici calcolatori. Un *qbit* può esistere in tre stati: 1, 0 e un mix tra questi due. In un computer quantistico i singoli *qbit* devono rimanere in uno stato di sovrapposizione quantistica (coerenza) ovvero agire insieme tra *qbit* senza interferenze esterne, questo finché il loro calcolo non sia terminato. Oggi il tempo più lungo di coerenza è intorno a 200 microsecondi. Gli esperimenti dimostrano che la radiazione naturale e cosmica potrà diventare un problema sopra a 4 milisecondi di coerenza. In questo caso l'unica soluzione conosciuta per schermare efficacemente i raggi cosmici sarebbe quella di posizionare i q-computer sottoterra, ma gli esperti di quantum computer sostengono che si potrà trovare una soluzione analoga a quella trovata per scovare e correggere gli errori nei normali computer.

### Sorgenti di errori ed venti SEU

I primi colpevoli di errori soft sono state proprio le particelle alfa emesse nelle catene di decadimento di uranio e torio. Queste particelle trasportano energie cinetiche di qualche MeV. I materiali usati per le giunzioni a base di

piombo o oro e le piastre di alluminio e ceramica utilizzate nei supporti ceramici dei componenti elettronici possono contenere isotopi instabili che emettono particelle alfa. Attualmente i moderni microprocessori usano materiali altamente purificati dalla radiazione naturale, per cui i raggi cosmici - che sono difficili da schermare - sono rimasti la maggior ragione dei soft error.

Le particelle predominanti nelle cascate cosmiche atmosferiche sono muoni, neutroni, protoni e pioni. Pioni e muoni hanno vita breve e non sono considerati rilevanti, tuttavia è stato dimostrato che anche i muoni possono sicuramente interagire con l'elettronica tramite diversi meccanismi. Siccome le altre particelle cariche sono assorbite facilmente dall'ambiente (tramite forze di coulomb), i neutroni rimangono i principali protagonisti dei soft error. I neutroni dei raggi cosmici ( $E > 1\text{MeV}$ ) possono produrre collisioni atomiche e indurre ionizzazione indiretta. Al suolo i neutroni sono relativamente pochi ma aumentano repentinamente in dipendenza dell'altitudine.

Secondo le specifiche JEDEC il tipico flusso di neutroni a New York è di 13 neutroni per  $\text{cm}^2$  per ora. Partendo da questo dato, se si è curiosi di conoscere il flusso di neutroni in qualsiasi punto del pianeta e a qualsiasi altitudine, si può utilizzare uno strumento di calcolo presente su [www.seutest.com](http://www.seutest.com) (*Flux calculation*). Il risultato che si ottiene è relativo al parametro indicato qui sopra. Provando ad aumentare l'altitudine si noterà l'incremento del flusso. La mitigazione dei SEU in effetti oggi è importante soprattutto negli apparecchi aeronautici e aerospaziali.



La sonda Rosetta.

## SPACECRAFT 'ERROR' DATA REVEAL COSMIC RAY BEHAVIOUR

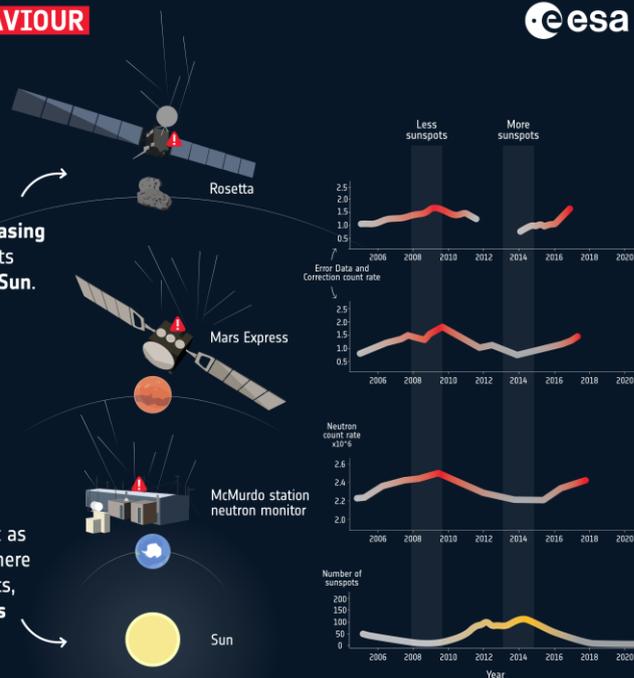
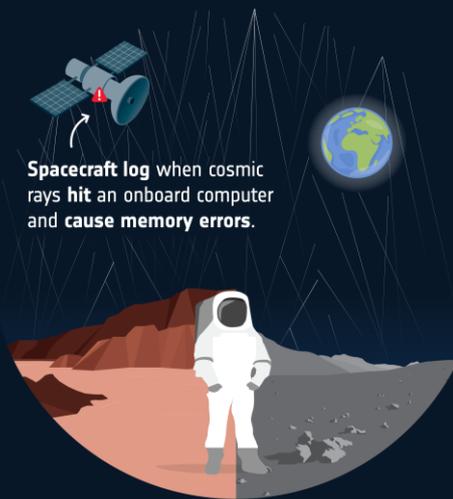


Cosmic rays are bursts of high-energy radiation that can cause electronic damage to space hardware and threaten human health on crewed missions.

Spacecraft log when cosmic rays hit an onboard computer and cause memory errors.

Rosetta logged an increasing number of cosmic ray hits with distance from the Sun.

Mars Express found that as solar activity increases there are fewer cosmic ray hits, because the Sun deflects more of them.



#ExploreFarther

### Nomenclatura

SE: Soft error è un cambiamento di stato in una funzione elettronica senza danno hardware.

SEU: Cambiamento di uno stato in memoria può interessare uno o più bit di memoria.

SET: Single event transition un impulso causato da un evento esterno che attraversa una logica elettronica e può impostare un dato in una memoria creando un errore permanente. Questo errore è il peggiore perché permane fino al reset del sistema o finché viene ricaricata la configurazione del software.

FIT Failure in Time: numero di errori in 10<sup>9</sup> ore di operatività, è un parametro per quantificare la gravosità e la probabilità di interazione tra particelle ionizzanti ed elettronica. Ad esempio siccome è impossibile schermare i neutroni, dato che un metro di calcestruzzo li riduce solo del 30%, si cerca di capire quanti FIT possono causare nel corso del tempo.

Una terza significativa protagonista è la relazione tra i neutroni e il boro. Il Boro-10 è utilizzato comunemente come dopante nei semiconduttori, ma per via delle sue caratteristiche atomiche c'è una certa probabilità che avvenga una reazione nucleare provocata dai neutroni cosmici. Il risultato di tale reazione è un nucleo di litio emesso con energia di 0.84 MeV, un raggio gamma (478 keV) e una particella alfa (1.47 MeV).

### Mitigazione

Principalmente si possono distinguere due tipologie di interventi, prevenzione e recupero. La prevenzione consiste nella produzione dei circuiti utilizzando materiali ultra purificati. Le particelle alfa possono essere così ridotte da 10 cm<sup>2</sup>/h a 0.001 cm<sup>2</sup>/h. Allo stesso modo il boro può essere sostituito con altri elementi. Altri metodi consistono nell'inserire strati isolanti nei substrati di silicio, o distribuzioni fisiche particolari

delle celle di memoria, tutte queste accortezze comunque fanno lievitare i costi di produzione. Le tecniche di recupero invece consistono in ridondanza dei circuiti o software di controllo sui dati. Il sistema prevalente è quello della triplice ridondanza, il quale non sacrifica troppo spazio e tempo di elaborazione dei dati. Per via della grande densità del materiale sono le memorie e FPGA (logica programmabile) a subire i problemi maggiori.

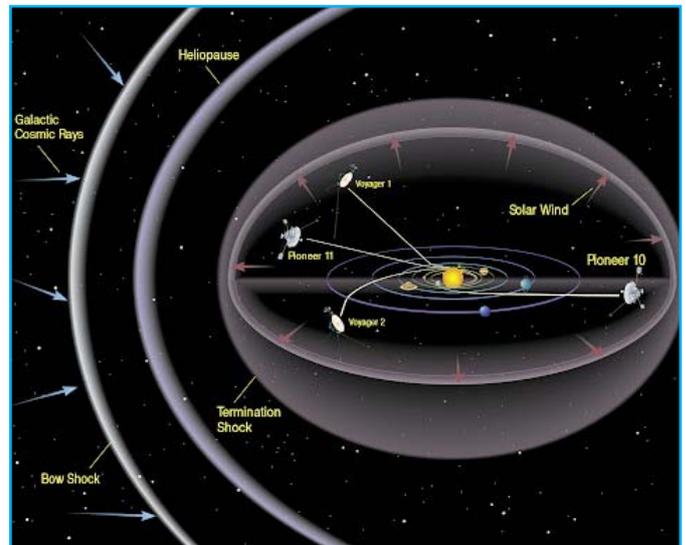
### EDAC Error detection and correction

Il sistema software più comune per rivelare e correggere gli eventi SEU è quello chiamato EDAC (Error Detection And Correction) che raggruppa diversi metodi, come ad esempio quello di aggiungere un *bit* di parità ad ogni *word* di memoria. Durante ogni operazione di scrittura dei dati si fa generare un *bit* di controllo per ogni *word* relativo e in caso una particella alteri il contenuto della memoria, l'errore può essere scoperto in fase di lettura ed anche essere corretto.

## SEU come rivelatori di raggi cosmici nello spazio.

Tre fattori caratterizzano l'intensità dei raggi cosmici che raggiungono una sonda nello spazio: tempo, distanza eliocentrica e longitudine eliomagnetica. I raggi cosmici galattici vengono modulati (deviati) dal vento solare (plasma) e dal campo magnetico interplanetario. La forza del vento solare insieme al numero di macchie solari sono due dei parametri che testimoniano l'attività del Sole, la quale ostacola la penetrazione dei raggi cosmici galattici all'interno dell'eliosfera e quindi nel sistema solare. Nelle sonde spaziali i sistemi di correzione degli errori SEU utilizzano sistemi software EDAC. Ogni volta che viene rilevato e corretto un evento SEU, un contatore tiene traccia del loro numero incrementando il suo valore di una unità. Dato che i SEU sono provocati principalmente dai raggi cosmici galattici, il contatore EDAC abbinato agli altri strumenti a bordo delle sonde funziona come rivelatore di intensità di raggi cosmici. I ricercatori hanno analizzato i dati delle sonde Rosetta e Mars Express dal 2015 al 2020. I dati presentano delle similitudini straordinarie tra di loro in relazione al ciclo di attività solare. Inoltre sono stati confrontati i dati EDAC di Mars Express con quelli dei rivelatori di neutroni sulla Terra, questo è stato possibile perché l'intensità della radiazione cosmica che incide sulla Terra è molto simile a quella che incide su Marte (distanza eliocentrica), questo confronto non è stato possibile con Rosetta per via della sua distanza - i raggi cosmici aumentano più ci si allontana dal Sole - e anche perché i suoi dati non sono completi per via dei suoi periodi di "ibernazione" (spegnimenti programmati per risparmio di energia). I dati della modulazione solare sui raggi cosmici si riescono comunque a ottenere da qualsiasi sonda, tenendo presente la posizione della sonda e correggendo i valori in base alla distanza eliocentrica. Per quanto riguarda la posizione della sonda, rispetto all'eclittica (il piano che interseca il centro della Terra e il centro del Sole) gli effetti di longitudine sono considerati trascurabili, mentre quelli di latitudine sono considerati molto bassi. Allontanandosi dal Sole i conteggi EDAC indicano un aumento di raggi cosmici galattici con un gradiente pari al 4.7% per Unità Astronomica. Quando Rosetta incontrò la cometa i raggi cosmici ebbero un calo del 8%, questo è stato attribuito alla parziale schermatura della cometa stessa, ma sarebbero necessari ulteriori approfondimenti.

Questa ricerca ha dimostrato che i dati EDAC sono importanti per indagare il flusso dei raggi cosmici e l'attività solare sottolineando

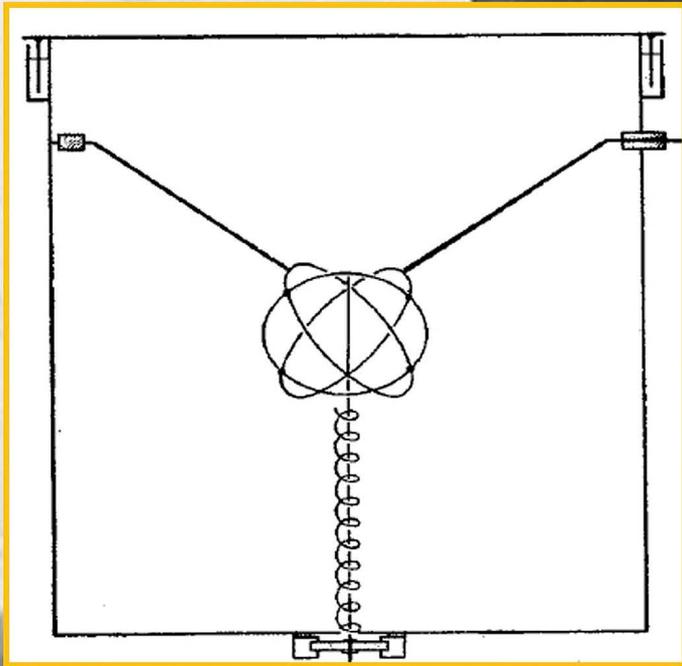


Rappresentazione del sistema solare avvolto dall'eliosfera che lo protegge dai raggi cosmici.

il fatto che con maggiori sonde si avrebbe una mappatura dettagliata di questi parametri lungo l'eliosfera, un po' come avviene per i rivelatori di neutroni sulla Terra nella determinazione della rigidità del campo geomagnetico. Questo dovrebbe essere fatto standardizzando i sistemi EDAC in modo che siano sensibili allo stesso spettro di energie delle particelle cosmiche. Bisogna infatti tenere in considerazione che i gli scafi delle sonde spaziali filtrano i raggi cosmici più deboli e che i sistemi EDAC registrano particelle superiori solo ad una certa soglia di energia.

*Marco Arcani*

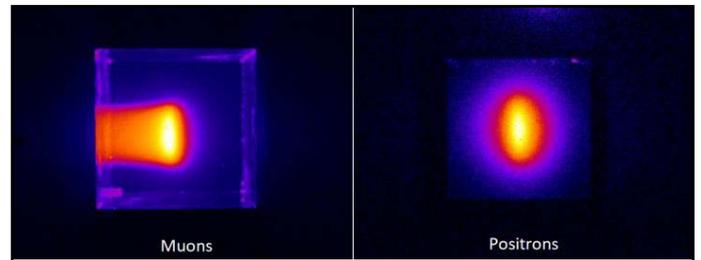
Un secolo fa...



**Nel 1921** il fisico nucleare tedesco Gerhard Hoffmann inizia a utilizzare dei nuovi e perfezionati elettrometri. Egli si oppone alle precedenti conclusioni di Hess e Kollorster sostenute dai risultati dei voli in pallone, cioè che buona parte della radiazione ionizzante proviene dal cosmo. Negli anni seguenti, le sue misure a livello del mare, gli fanno concludere (erroneamente) che *i livelli di ionizzazione in atmosfera dipendono solo dalla radioattività naturale*.

## Le prime immagini dei muoni (05.02.2021)

Gli scienziati dell'Università di Nagoya hanno progettato una nuova tecnica di imaging con i colleghi dell'Università di Osaka e del KEK, in Giappone, istituiti in prima linea sulle tomografie a muoni. Questa nuova tecnica si basa sul fenomeno che si verifica quando le particelle cariche viaggiano attraverso mezzi trasparenti, come l'acqua. L'acqua rallenta la luce rispetto alle particelle ad alta energia. Le particelle che si muovono più velocemente della luce causano qualcosa di simile al boom sonico che sentiamo quando un aereo a reazione sfonda la barriera del suono. Nel caso delle particelle, un "boom ottico", chiamato effetto Cherenkov, il quale provoca un breve lampo luminoso. Il lampo è stato ripreso con una speciale telecamera che ha permesso loro di visualizzare i muoni e i positroni che si formano quando i muoni decadono. Questo li ha aiutati a misurare la portata del raggio attraverso l'acqua o lo scintillatore plastico e la deviazione del suo momento, oltre a chiarire la direzione del movimento del positrone. Secondo i ricercatori il sistema è compatto, a basso costo e facile da usare, e si mostra promettente come strumento per la valutazione della qualità negli impianti di Mu-ray...



[https://www.eurekalert.org/pub\\_releases/2021-02/nu-fio020221.php](https://www.eurekalert.org/pub_releases/2021-02/nu-fio020221.php)

## Open access da Auger 19.02.2020

L'osservatorio di raggi cosmici più grande del mondo, il Pierre Auger (in Argentina) sta rilasciando al pubblico il 10% dei propri dati registrati. I dati possono essere così utilizzati da una comunità ampia e diversificata, inclusi professionisti, cittadini-scienziati e per iniziative educative e di sensibilizzazione. La collaborazione Auger aveva già rilasciato dati in modo simile ma, l'attuale disponibilità è molto più ampia per quanto riguarda sia la quantità che il tipo di dati, rendendoli adatti sia per scopi educativi, sia per la ricerca scientifica. È possibile accedere ai dati all'indirizzo: <https://www.auger.org/opendata/>

<https://www.auger.org/index.php/news/latest-news/release-of-open-data-on-the-highest-energy-cosmic-rays-by-the-pierre-auger-observatory>



## Osservato un uragano di plasma 9.03.2021

Per la prima volta è stato individuato un uragano spaziale di lunga durata nella ionosfera e nella magnetosfera polare. Questo uragano è stato scoperto recentemente analizzando i dati dei satelliti nel 2014. Il fenomeno ha mostrato un forte flusso di plasma orizzontale circolare a frange multiple, un flusso centrale quasi nullo e un'aurora coincidente a forma di ciclone causata da forti precipitazioni di elettroni associate a intense correnti allineate al campo magnetico verso l'alto. Vicino al centro, la precipitazione degli elettroni è stata sostanzialmente accelerata fino a circa 10 keV. L'uragano di oltre 1000 km di diametro ha trasferito grande quantità di energia nella ionosfera durante condizioni altrimenti estremamente tranquille...

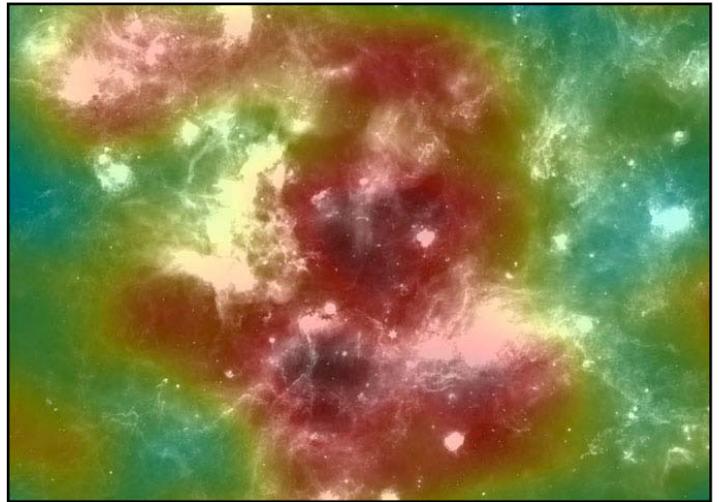


<https://en.sdu.edu.cn/info/1018/3942.htm>

## Cluster di stelle all'origine dei raggi gamma 22.03.2021

Secondo i ricercatori dell'osservatorio High-Altitude Water Cherenkov – HAWC in Messico, i fotoni gamma dei raggi cosmici primari più potenti, non arrivano dalle supernove, ma piuttosto da gruppi di stelle in formazione. L'energia di questi lampi gamma è nell'ordine dei PeV (un milione di miliardi di eV) e ci sono indizi che queste energie siano raggiungibili da cluster di stelle di tipo spettrale "O". Il meccanismo che scatenerrebbe tanta energia sarebbe dovuto all'interazione magnetica tra i potenti venti solari provenienti dalle varie stelle in una regione relativamente concentrata...

<https://astronomynow.com/2021/03/12/solving-a-cosmic-ray-mystery/>



## AMS rivela le proprietà dei raggi cosmici di ferro 24.03.2021

Storicamente, i raggi cosmici sono classificati in due classi, primari e secondari. I raggi cosmici primari sono prodotti nelle esplosioni di supernove nella Via Lattea e altri oggetti cosmici, mentre i raggi cosmici secondari sono prodotti dalle interazioni tra i raggi cosmici primari e altra materia come il mezzo interstellare o le atmosfere dei pianeti. Uno studio tramite lo spettrometro AMS (collegato alla stazione spaziale internazionale) dello scorso anno ha rivelato che, contrariamente alle aspettative, i raggi cosmici primari hanno almeno due classi distinte, una composta da nuclei leggeri e un'altra composta da nuclei pesanti. Ora un nuovo studio AMS mostra che i nuclei di ferro - che sono molto più pesanti di qualsiasi altro nucleo misurato finora dall'AMS - appartengono inaspettatamente non alla stessa classe degli altri nuclei pesanti, ma invece alla classe dei nuclei leggeri...



<https://home.cern/news/news/physics/ams-reveals-properties-iron-cosmic-rays>



## Aggiornamento sui grandi rivelatori di neutrini 02.04.2021

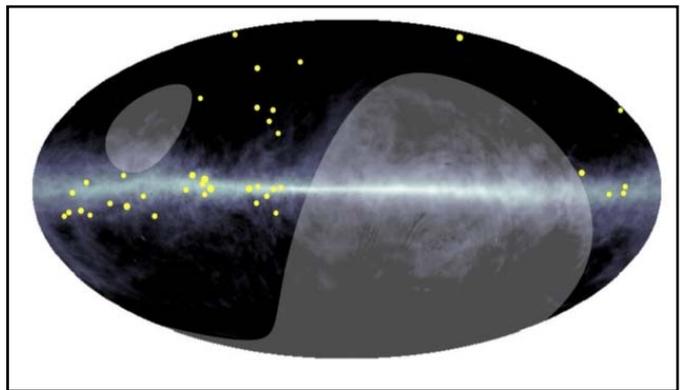
Nel mese di aprile i ricercatori hanno iniziato a sistemare stringhe di sensori nel Mar Mediterraneo al largo della costa della Sicilia, nella fase di costruzione del telescopio per neutrini a chilometro cubo (KM3NeT). Nel frattempo, un team russo ha lavorato sulla superficie ghiacciata del lago Baikal in Siberia - il lago più profondo del mondo - per calare altri rivelatori nelle sue profondità dove è stato realizzato il rivelatore di volume "Gigaton" Baikal-GVD che è già parzialmente in funzione da diversi anni. Un terzo progetto, il Pacific Ocean Neutrino Explorer (PONE) spera di schierare il prossimo anno, uno o più prototipi di stringhe di rivelatori al largo della costa occidentale del Canada...



<https://www.sciencemag.org/news/2021/03/neutrino-hunters-go-underwater-quest-trap-ghost-particles>

## Pevatron all'interno della nostra Galassia 9.04.2021

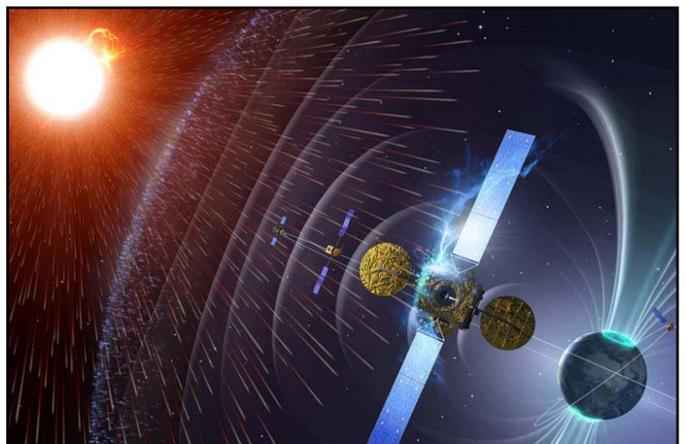
L'osservatorio per raggi gamma in Tibet ASy ha osservato nel disco galattico 23 raggi gamma diffusi ad altissima energia - tra 100 TeV e 1 PeV. In particolare, tutti i raggi gamma superiori a 398 TeV sono stati osservati separatamente dalle sorgenti di raggi gamma TeV note e compatibili con le aspettative dallo scenario di emissione adronica, in cui i raggi gamma hanno origine dal decadimento di pioni neutri prodotti dall'interazione dei protoni primari con il mezzo interstellare nella Galassia. Questa è una forte prova che i raggi cosmici sono accelerati oltre le energie PeV (10<sup>15</sup> eV) all'interno della Galassia e si diffondono nel disco galattico.



<https://physicsworld.com/a/record-breaking-gamma-ray-is-smoking-gun-for-milky-way-cosmic-rays/>

## Capire l'evoluzione dei raggi cosmici nel sistema solare 08.05.2021

Per tentare di individuare pianeti abitati da forme di vita in altri sistemi stellari, bisogna prima capire come i raggi cosmici si sono evoluti nel corso della storia del nostro sistema solare. La possibilità di un pianeta extrasolare abitabile viene indagata analizzando la composizione chimica delle atmosfere. I raggi cosmici però modificano la chimica atmosferica, quindi prevedere come questo avviene nel corso di miliardi di anni, permetterebbe di valutare l'impatto dei raggi cosmici nelle atmosfere e stabilire se e quanto ciò sia favorevole o meno a rendere un giovane pianeta adatto a ospitare la vita.

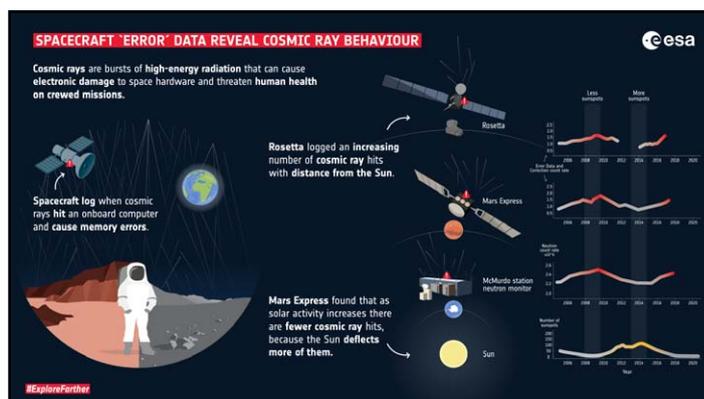


<https://eos.org/articles/taking-stock-of-cosmic-rays-in-the-solar-system>

## Utilizzo peculiare delle sonde spaziali ESA (articolo di apertura) 1.07.2021

Gli scienziati dell'ESA hanno utilizzato i dati dei software di manutenzione dei sistemi delle sonde Rosetta e Mars Express per fare chiarezza sui raggi cosmici nel sistema solare. I raggi cosmici ad alta energia causano la corruzione dei file nei computer, studiando i registri dei malfunzionamenti causati da particelle che colpiscono i circuiti il team dell'ESA si è reso conto che, poiché le missioni nello spazio profondo viaggiano più lontano e più a lungo, questi registri possono svolgere il doppio compito di misurare la variazione dell'attività dei raggi cosmici in diverse parti del sistema solare nel tempo. Per lo studio, hanno esaminato

i registri di manutenzione per la missione Mars Express dal 1 gennaio 2005 al 17 settembre 2020 e quelli della missione Rosetta dal 1 gennaio 2005 al 30 settembre 2016. Il set di dati inoltre consente agli scienziati di analizzare i raggi cosmici non solo nel tempo, ma anche nello spazio confrontando i conteggi dei cosmici tra le navicelle spaziali e le osservazioni sulla Terra in antartico, nonché a distanze variabili dal Sole. Le misurazioni hanno rivelato che il numero di raggi cosmici aumenta di circa il cinque per cento per unità astronomica (150 milioni di km). I raggi cosmici su Marte si comportano in modo molto simile che sulla Terra e sono fortemente influenzati dal ciclo solare. Man mano che il Sole diventa più attivo e ospita più macchie solari, vediamo meno raggi cosmici, poiché la nostra stella ne devia di più. Tuttavia, questa anti-correlazione si vede circa 5,5 mesi più tardi - non è immediata - e la ragione di questo ritardo rimane un'intrigante questione aperta...



Fonte: ESA

[https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Space\\_Science/Mars\\_Express/Unique\\_use\\_of\\_ESA\\_spacecraft\\_housekeeping\\_data\\_reveals\\_cosmic\\_ray\\_behaviour](https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Mars_Express/Unique_use_of_ESA_spacecraft_housekeeping_data_reveals_cosmic_ray_behaviour)

## Trappole nel ghiaccio per catturare i neutrini cosmici 20.07.2021

Ricercatori stanno posizionando centinaia di antenne radio sulla superficie del ghiaccio e decine di metri sotto di essa, per catturare le sfuggenti particelle note come neutrini i quali sopraggiungono dal cosmo a energie elevatissime.

Si tratta dell'Osservatorio Radio per Neutrini in Groenlandia (RNO-G) guidato dall'Università di Chicago, dalla Libera Università di Bruxelles e dal centro di ricerca tedesco DESY.

I neutrini sono notoriamente riluttanti a interagire con la materia, il che consente a miliardi di loro di attraversarci ogni secondo senza alcun effetto. È necessario monitorare enormi volumi di materiale per catturare solo una manciata di neutrini che collidono con gli atomi. Un modo per farlo è sfruttare un segnale generato dall'impatto di un neutrino: un impulso di onde radio. Poiché le onde viaggiano fino a 1 chilometro all'interno del ghiaccio, una serie di antenne ampiamente distanziate vicino alla superficie può monitorare un volume di ghiaccio molto grande, a un costo inferiore, rispetto ad altre tecnologie presenti in osservatori come IceCube al Polo Sud.

RNO-G è il primo sforzo internazionale per testare il principio di rivelazione dei neutrini tramite le onde radio. Una volta completata nel 2023, avrà 35 stazioni, ciascuna comprendente due dozzine di antenne che copriranno un'area totale di 40 chilometri quadrati.

Fonte: Science

<https://www.sciencemag.org/news/2021/07/catch-deep-space-neutrinos-astronomers-lay-traps-greenland-s-ice>



## Coltivazioni simulate sulla superficie di Marte 23.08.2021

Ipotetiche coltivazioni sulla superficie marziana sarebbero costantemente esposte a una dose di radiazioni 17 volte superiore rispetto alla Terra. Questa dose di radiazione marziana, simulata con fotoni dal cobalto-60, potrebbe avere un effetto negativo significativo. Le prove sono state attuate su due specie di colture, segale e crescione. Durante le prime 4 settimane dopo la germinazione, la produzione di biomassa è stata quasi dimezzata sia per il crescione che per la segale ed è stata osservata una colorazione visibile delle foglie per entrambe le colture. La germinazione invece non è stata significativamente influenzata dall'esposizione a lungo termine alle radiazioni ionizzanti. Un aumento temporaneo della dose di radiazioni, al fine di simulare eventi marziani SEP (solari), a diversi stadi di sviluppo delle giovani piante non ha influenzato significativamente il peso secco finale delle colture.

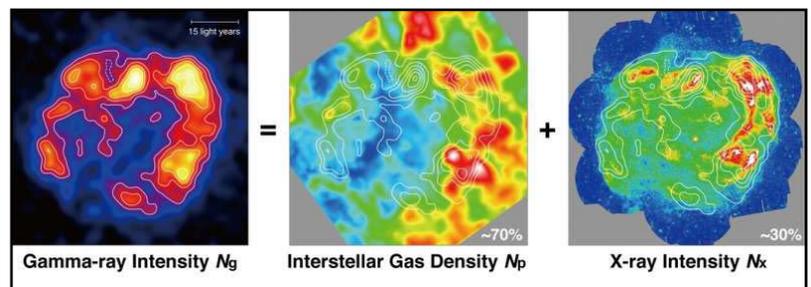


Fonte: frontiers

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fspas.2021.665649/full>

## Un passo verso la comprensione di un mistero secolare: da dove provengono i raggi cosmici della Via Lattea 30.08.2021

Gli astronomi sono riusciti per la prima volta a quantificare i componenti principali dei raggi cosmici provenienti da resti di supernovae. L'originalità di questa ricerca è che la radiazione gamma è rappresentata da una combinazione lineare proveniente dai protoni (decadimento  $\pi^0$ ) e dagli elettroni (scattering Compton inverso).



Gli astronomi conoscono una relazione

secondo cui l'intensità dei raggi gamma dai protoni è proporzionale alla densità del gas interstellare ottenuta dalle osservazioni di immagini a onde radio. D'altra parte, ci si aspetta che anche i raggi gamma degli elettroni siano proporzionali all'intensità dei raggi X degli elettroni. Pertanto hanno espresso l'intensità totale dei raggi gamma come la somma di due componenti, una dall'origine del protone e l'altra dall'origine dell'elettrone. Ciò ha portato a una comprensione unificata di tre osservabili indipendenti. Di conseguenza, è stato dimostrato che i raggi gamma dai protoni ed elettroni rappresentano rispettivamente il 70% e il 30% dei raggi gamma totali. Questa è la prima volta che le due origini sono state quantificate. I risultati dimostrano anche che i raggi gamma dei protoni sono dominati nelle regioni interstellari ricche di gas, mentre i raggi gamma degli elettroni sono potenziati nelle regioni povere di gas. Ciò conferma che i due meccanismi lavorano insieme e supportano le previsioni di precedenti studi teorici...

Fonte: Phys.org

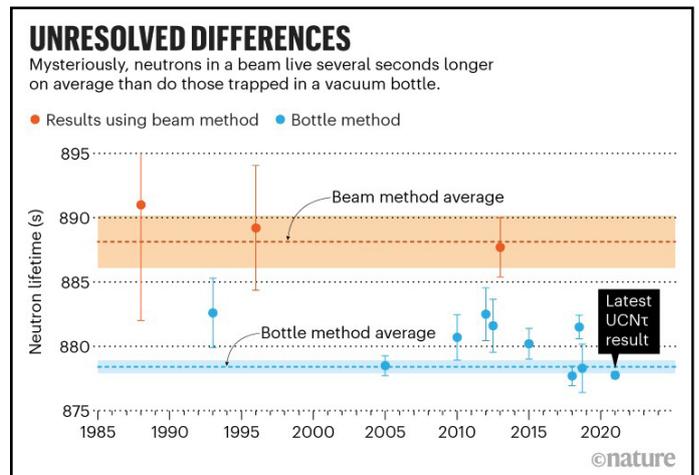
<https://phys.org/news/2021-08-unveiling-century-old-mystery-milky-cosmic.html>

## La misura più precisa sulla vita del neutrone 15.10.2021

877,75 secondi è il valore di tempo della vita media misurato dall'esperimento UCN $\tau$  al Los Alamos National Laboratory. Il neutrone è una particella stabile all'interno del nucleo dell'atomo, tuttavia al di fuori dell'atomo un neutrone si trasforma in un protone nel giro di 15 minuti. Attualmente sono due i metodi utilizzati sulla misura della vita del neutrone, uno statico e uno dinamico. Il risultato di questi due metodi produce valori con uno scarto di una decina di secondi, per aumentare la precisione e capire il motivo di questa differenza si sta pensando di considerare le misure nello spazio misurando i neutroni prodotti dai raggi cosmici...

Fonte: Nature

<https://www.nature.com/articles/d41586-021-02812-z?proof=t>



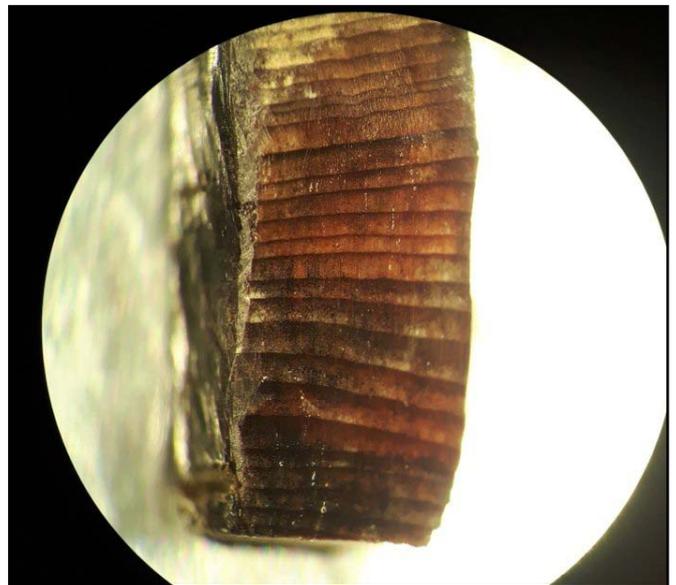
## I raggi cosmici dicono che i vichinghi erano in America esattamente 1000 anni fa 23.10.2021

Il fatto che i vichinghi scoprirono il Nord America prima di Colombo è noto da tempo, ma finora non c'era una data precisa. Analizzando reperti di legno dal sito archeologico di L'Anse aux Meadows (su un'isola, provincia del Canada) gli archeologi sono riusciti a definire una data esatta dell'insediamento vichingo. La certezza risiede nei dati del carbonio radioattivo (C-14) prodotto dai raggi cosmici solari. Una tempesta solare identificata negli anelli degli alberi di tutto il mondo è datata tra il 992 e il 993 d.C. Questo picco appare anche in quattro pezzi di legno intagliati tramite strumenti metallici che potevano appartenere solamente ai vichinghi. Dal decadimento del radiocarbonio questi reperti portano la data 1021 d.c.

Fonte: Science Alert - Nature

<https://www.sciencealert.com/breakthrough-discovery-shows-vikings-were-active-in-north-america-1-000-years-ago>

<https://www.nature.com/articles/s41586-021-03972-8>



## SWG0 4.11.2021

Alcuni ricercatori stanno mettendo a punto un nuovo progetto pilota per rilevare i raggi gamma a più alta energia che arrivano nell'emisfero australe. Catturare fotoni dall'universo con energie ben al di sopra dei peta elettronvolt (10<sup>15</sup> eV) è la chiave per svelare i suoi segreti più oscuri. Sebbene ci siano osservatori in grado di rilevare raggi gamma peta elettronvolt (PeV) situati nell'emisfero nord, nessuno è ancora installato nell'emisfero sud e quindi non abbiamo misurazioni di raggi gamma di queste energie prodotti da pulsar e resti di supernova provenienti dalle parti meridionali della nostra galassia. Il Southern Widefield Gamma-ray Observatory (SWG0) ad Arequipa, in Perù, sarà il primo del suo genere in grado di rilevare questi raggi gamma ad alta energia nell'emisfero australe utilizzando il metodo a scintillazione e sarà composto da 6500 serbatoi d'acqua distribuiti su un'area di un chilometro quadrato.

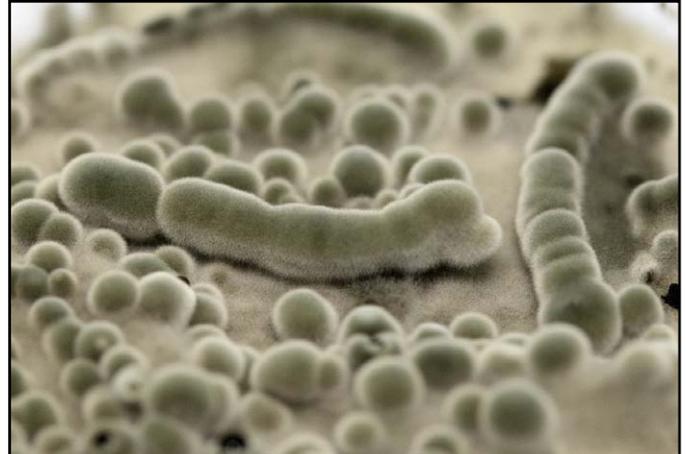


Fonte:

<https://cosmosmagazine.com/space/astronomy/tanks-for-the-space-memories/>

## Funghi come scudi per le radiazioni letali 11.11.2021

La mancanza di un'efficace schermatura contro le radiazioni ionizzanti è una delle maggiori sfide ancora da superare per intraprendere viaggi a lungo termine nello spazio profondo. Sulla Terra, l'atmosfera e la magnetosfera del pianeta ci proteggono dalle forme più letali di radiazioni - quelle prodotte dai brillamenti solari e dai raggi cosmici galattici. Diverse tecniche sono state ideate come schermi di protezione, questo esperimento condotto a bordo della stazione spaziale ISS ha mostrato che i livelli di radiazione attenuati da uno strato di funghi spesso 1,7 mm sono risultati inferiori di circa il 2,17% rispetto al campione non filtrato. Inoltre i funghi sono cresciuti di circa il 21% più velocemente di quanto non facciano sulla Terra, il che significa che lo schermo protettivo per gli astronauti potrebbe effettivamente diventare più robusto nel tempo durante la missione. Il team stima che su Marte, per ridurre i livelli di radiazioni a condizioni simili alla Terra, un habitat dovrebbe essere coperto da uno strato di funghi radiosintetizzanti dello spessore di 2,3 metri. Naturalmente è un po' presto per applicazioni pratiche di questi sistemi nei viaggi spaziali...



Fonte:

<https://www.universetoday.com/153283/fungi-were-able-to-absorb-radiation-on-the-iss-could-astronauts-grow-their-own-radiation-shields-in-space/> Qualcosa impedisce ai raggi cosmici di entrare nel centro della nostra galassia. 20.11.2021

## Qualcosa impedisce ai raggi cosmici di entrare nel centro della nostra galassia. 20.11.2021

Un team di ricercatori dell'Accademia cinese delle scienze di Nanchino ha studiato la mappa dei raggi gamma, la forma di luce a più alta energia nell'universo che può sorgere quando le particelle cosmiche ad altissima velocità si scontrano contro materia ordinaria. La mappa ha rivelato che qualcosa vicino al centro della galassia sembra accelerare le particelle a velocità strabilianti - molto vicine alla velocità della luce - e creare un'abbondanza di raggi cosmici e raggi gamma appena fuori dal centro galattico. Tuttavia, anche se il centro galattico sta soffiando una tempesta costante di radiazioni ad alta energia nello spazio, qualcosa vicino al nucleo stesso della Via Lattea impedisce l'ingresso di una grande porzione di raggi cosmici provenienti da altre parti dell'universo...la ricerca è pubblicata su Nature communication.

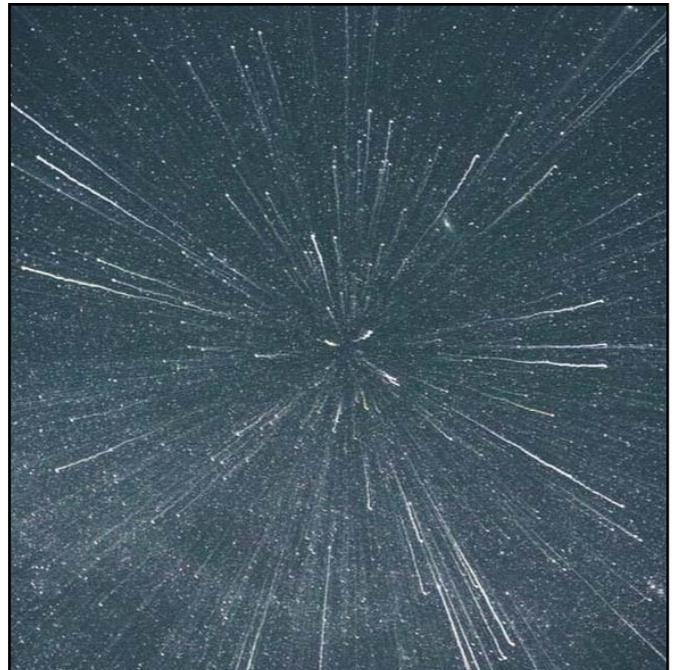


<https://www.nature.com/articles/s41467-021-26436-z>

Fonte: <https://www.livescience.com/milky-way-center-cosmic-ray-barrier>

## Usare i muoni cosmici come sistema GPS 24.11.2021

Alla fine di settembre, negli Stati Uniti, l'Office of Naval Research (ONR) ha selezionato e co-finanziato con l'US Army Development Command la proposta vincitrice della sua seconda sfida mondiale e annuale Global-X Challenge. Questa richiedeva progetti internazionali per affrontare "lacune di operatività" alle alte latitudini (regioni polari). Il progetto vincitore è di un team composto da ricercatori provenienti da Giappone, Regno Unito, Stati Uniti e Finlandia, guidati dal Dr. Chris Steer di Geoptic Infrastructure Investigations Limited (Regno Unito). La squadra cercherà di mostrare in nove mesi una prova concettuale di un sistema di navigazione alternativo nell'Artico utilizzando i muoni dei raggi cosmici, con una precisione pari a quella del GPS. I ricercatori utilizzeranno infatti questa fonte naturale di radiazione cosmica - la cui intensità è proporzionale al campo geomagnetico - come alternativa ai segnali GPS derivati dal satellite. L'aspetto unico di questo lavoro è che tali particelle subatomiche - i muoni - passano attraverso la roccia, gli edifici e il suolo, in aree in cui le comunicazioni GPS non possono essere ricevute.



Fonte: <https://www.onr.navy.mil/Science-Technology/ONR-Global/Press-Releases/2021/GPS-Denied-Environments>



# REINFORCE

REsearch INFrastructures FOR Citizens in Europe

## FILL THE GAP WITH SCIENCE

Citizens are exposed to ongoing scientific and technological breakthroughs through media and yet, the knowledge and skills needed to be able to comprehend the science behind these discoveries are far beyond an untrained individual's grasp. Large Research Infrastructures can act as beacons of science literacy for society. With REINFORCE they will engage citizens to actively contribute in science through four Citizen Science projects.

### FOUR CITIZEN SCIENCE PROJECTS

#### GOALS



Citizens engagement to contribute to online frontier science



Creation of an active community of citizens who actively participate in scientific endeavors



Introduction of Responsible R&I in frontier Citizen Science Landscape



Impact assessment of frontier citizen science in science and society



Creation of a policy roadmap for other large RI willing to implement citizen science



Explore the potential of frontier citizen science for inclusion and diversity



Deep Sea Hunter

Citizens will exploit the KM3NeT Neutrino detector in order to support scientists to increase the efficiency in their neutrino detection algorithms. At the same time it will help to gain a greater insight of the unexplored deep marine environment.



Gravitational Wave noise hunting

Citizens will look at chunks of data and identify the presence of noise that limits the sensitivity of Gravitational Wave detectors.

This outcome will help training Machine Learning algorithms that will automatically recognize and isolate noise in Gravitational Wave data.



Geoscience & Archaeology

Citizens will use the Atmospheric Muons' potential to probe structures and provide insight in a series of issues ranging from volcano live monitoring to applications in archaeology or use for non-invasive and non-destructive control processes in the industry.



Search for New Particles

Citizens will be engaged in the search for New Particles at the Large Hadron Collider of CERN for the discovery of the ultimate structure of matter and particle theories beyond the Standard Model.

COORDINATOR



#citizensREINFORCEscience

Join our Online community:



[www.reinforceeu.eu](http://www.reinforceeu.eu)



[/company/reinforceeu](https://company/reinforceeu)



[@ReinforceEU](https://twitter.com/ReinforceEU)



[@ReinforceEU](https://facebook.com/ReinforceEU)



© Copyright 2020 – This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 project call H2020-Swafs-2018-2020 funded project Grant Agreement no. 872859





Immagine dalla stratosfera di SPIDER (Cortesia Lycee Ermesinde)

## SPIDER un pallone a caccia di raggi cosmici.

Il liceo Ermesinde di Mersch il 25 marzo ha lanciato un pallone stratosferico nei pressi della sua sede di Lussemburgo. Il pallone ha trasportato SPIDER (Scientific Platform for Instruments Detecting high Energy Radiation), un payload di strumenti necessari per registrare i dati sui raggi cosmici in stratosfera. Le apparecchiature sono state costruite da una squadra di studenti guidata dal Prof. Andrea Grana. Il rientro del carico è stato abbastanza difficoltoso essendo finito in cima a un altissimo albero. Un'esperienza di questo tipo include discipline trasversali di notevole importanza per la formazione dei futuri scienziati. Il liceo sperimentale Ermesinde è affiliato al progetto ADA ne

sta diventando un pilastro portante. Il prof. Grana conduce un laboratorio di astrofisica "Astrophysics Lab" parte del loro curriculum formativo "LEM Science" (<https://lem.science/labs/astrophysics/>).

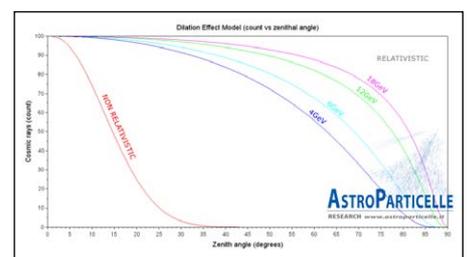


Videoclip: <https://www.flickr.com/photos/astroparticelle/shares/Q646K2> (cortesia A. Grana)

## Osservazione e conferma dell'effetto di contrazione spaziale relativistico dei muoni cosmici tramite i rivelatori di ADA.

La dimostrazione degli effetti di dilatazione spiegati dalla relatività speciale richiede complesse strumentazioni in grado di selezionare un gruppo di muoni che abbiamo lo stesso momento e misurare il loro tempo di decadimento per contarne il numero, un lavoro non certo semplice. In questo intento didattico, lo scopo si raggiunge applicando alcuni presupposti e un po' di matematica "creativa".

L'impalcatura necessaria per affrontare questo argomento riguarda fisica delle particelle, relatività speciale, decadimenti radioattivi, e ovviamente fisica dei raggi cosmici. Il nostro modello matematico può essere sicuramente sviluppato anche in altri modi, ma è risultato piuttosto semplice e intuitivo, esso funziona con qualsiasi tipo di rivelatore e fornisce gli stessi risultati, indipendentemente dal tasso di acquisizione (conteggio) dello strumento stesso. Questa è un'esperienza che in qualche modo mostra e convalida l'effetto di contrazione sulle lunghezze previsto dalla teoria della relatività speciale. L'esperienza si aggiunge alla lunga lista delle numerose attività che si possono ottenere con un semplice rivelatore di raggi cosmici come l'AMD5 e introduce ai numerosi aspetti della fisica sperimentale moderna, senza avere la necessità di un complesso apparato di laboratorio. Per questo motivo una tale esperienza è sicuramente adatta e utile anche alle scuole secondarie superiori. <https://www.astroparticelle.it/contrazione-spaziale-relativistica.asp>



## AMD15 - Nuovo rivelatore di raggi cosmici a GMT

AMD15 è un nuovo prototipo per rivelare i muoni cosmici che utilizza due sensori relativamente grandi, tipo Si21G (210 x Ø18 mm di superficie utile). Il rivelatore è stato costruito con lo scopo di valutare questi GMT mai utilizzati in precedenza. Come per tutti i rivelatori di raggi cosmici si considera come muone (raggio cosmico secondario) solo la particella che attraversa almeno due contatori allineati su di un asse - entro un determinato tempo.

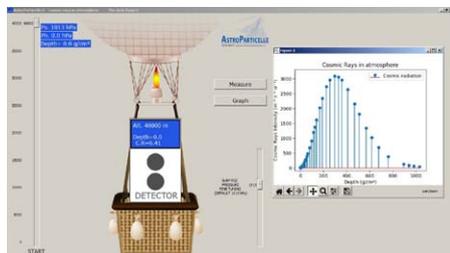


<https://www.astroparticelle.it/muon-detector15.asp>

## CosmicrayFly - simulazione dei raggi cosmici in atmosfera

Lo scopo della realizzazione di questo software è stato quello di generalizzare il flusso dei raggi cosmici secondari così come si misurerebbe su un pallone stratosferico da terra fino a 40.000 metri di quota. Il comportamento della radiazione cosmica nell'atmosfera non è

semplice da rappresentare. I raggi cosmici (primari) arrivano dallo spazio e interagiscono con l'aria producendo sciami di particelle elementari che siamo abituati a chiamare raggi cosmici secondari. Il genere di particelle prodotte in questi sciami è vasto e a seconda dell'energia del raggio cosmico primario, il comportamento e l'intensità dei secondari possono variare anche di molto. Per ottenere una curva che considerasse un po' l'andamento di tutte le particelle si è pensato di utilizzare come riferimento quella degli elettroni, perché la loro produzione deriva dai muoni e da molti altri processi di decadimento di altre particelle, inoltre il loro numero a terra, come per i muoni non è nullo. I dati del modello degli elettroni ottenuto da diversi sciami campione tramite CORSIKA è stato dato in pasto a un programma per ottenere il fit della funzione necessaria per costruire un modellino elementare. Il programma si può scaricare dal seguente link: <https://www.astroparticelle.it/login/software/CosmicrayFly-setup.exe>. L'installazione carica il programma ma non crea icone e non esegue il collegamento nel menù dei programmi o sul desktop, perciò questo andrà fatto manualmente.

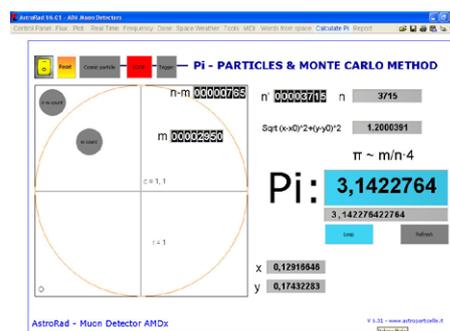


<https://www.astroparticelle.it/atmosphere-model.asp>

## Calcolo di Pi greco con AstroRad 6

AstroRad è il software utilizzato per il conteggio dei raggi cosmici

nei rivelatori AMD5 collegati in rete al progetto ADA. In questa ultima versione sono stati corrette alcune imperfezioni e ripristinato un pannello (presente nella versione 401se) che genera parole, lettere e quindi frasi casuali al passaggio dei raggi cosmici. Avendo sempre come punto focale la didattica, nella sesta versione del programma è stata aggiunta anche una scheda con la quale il progressivo passaggio dei raggi cosmici attiva il calcolo di Pi greco col metodo di Monte Carlo. AstroRad normalmente registra il conteggio dei raggi cosmici, inoltre ogni volta che arriva una particella elementare vengono attivate diverse funzioni. Nella scheda per il calcolo di Pi greco, la particella genera le coordinate x e y casuali (random numbers) necessarie per la dimostrazione matematica. Il metodo di Monte Carlo applicato con AstroRad funziona meravigliosamente bene e in genere il valore 3,1415... si raggiunge nel giro di qualche migliaio di particelle contate, con il rivelatore di muoni AMD5 sono necessari un paio di giorni di conteggio.



<https://www.astroparticelle.it/pi-astrorad.asp>



Il centro CMM sul Monte Cimone

## Una postazione ADA sul Monte Cimone

Dai primi giorni di settembre, un rivelatore di muoni AMD11 ha iniziato la sua attività di misura del flusso dei raggi cosmici nella sede del Centro dell'Aeronautica Militare di Montagna (CMM) di Sestola. L'idea partita dal Gen. Elia Rubino, presidente dell'Associazione Arma Aeronautica (e postazione ADA) di Caserta si è concretizzata grazie alla disponibilità del T. Col. Daniele Biron Comandante del CMM e col supporto dell'Associazione Arma Aeronautica sezione di Modena diretta dal Col. Aldo Anzivino.



Il T. Col. Daniele Biron illustra le vicissitudini del CMM, nei pressi dei resti della storica torre di misura dei dati meteorologici.

## Scopo dell'esperimento

Il rivelatore è ora installato nella sede militare di Sestola ai piedi del Monte Cimone e dopo un periodo di "rodaggio" verrà possibilmente trasferito nel laboratorio di telecomunicazioni e meteorologia, a 2100 metri di quota. A questa altitudine l'intensità di particelle cosmiche è maggiore e questo permetterà di ampliare lo spettro di studi.

Nel campo dei raggi cosmici ci sono ancora molte incognite riguardanti la loro natura, uno è sicuramente la loro origine e altri riguardano diversi aspetti geofisici, uno di questi è il fenomeno di oscillazione nella loro intensità, cicli che si ripetono con diversi periodi temporali, alcuni ben noti, altri ancora incerti. Indagare le cause di questi misteri e cercarne una spiegazione è ciò che affascina



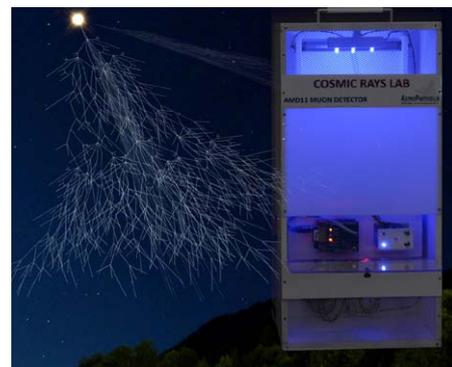
I dati di metano e anidride carbonica registrati dal centro di ricerca del CMM.

lo sperimentatore in questo campo. Non tutti i luoghi sono idonei per fare certi esperimenti, per evidenziare questi cicli i siti più utili sono quelli in alta montagna e meglio ancora a basse latitudini dove la forza del campo magnetico funziona come spettrometro. Lo scopo di avere un rivelatore al Monte Cimone è quello di tentare di osservare "l'effetto diurno" nel flusso dei raggi cosmici e altri periodi di oscillazione

che possono dipendere dalla rotazione del Sole. L'iniziativa ha anche uno scopo divulgativo nella costruzione di un percorso a tutto tondo per i ragazzi, sui fenomeni non solo atmosferici, ma anche nello spazio e collegati al fenomeno dello space weather. Sestola grazie al CMM è inserita in un circuito di 31 siti mondiali per l'osservazione dei cambiamenti climatici globali.

## Il sistema di rivelazione

Il rivelatore disponibile per questa esperienza è chiamato AMD11, esso registra tre canali indipendenti su una propria scatola nera (scheda SD), due canali registrano particelle "leggere", raggi cosmici di bassa energia e radiazione ionizzante ambientale, mentre il terzo canale registra i raggi cosmici col metodo delle coincidenze.

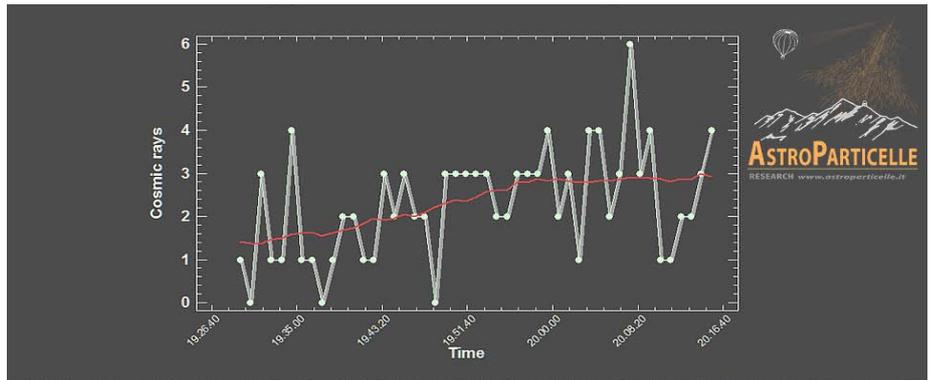


Rivelatore AMD11 al CMM.

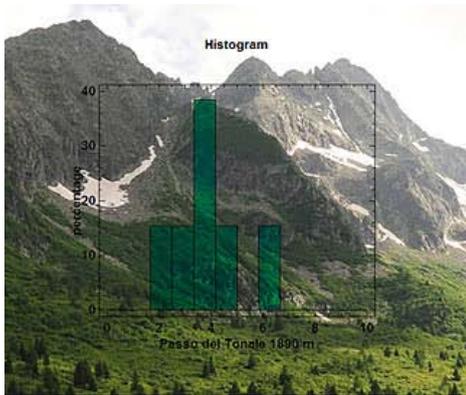
I dati dei raggi cosmici registrati dal CMM vengono pubblicati in tempo reale e sono visibili sul sito dedicato: <http://adamontecimone.altervista.org/>, oltre che nella rete del progetto ADA.

## Esperimenti in alta montagna

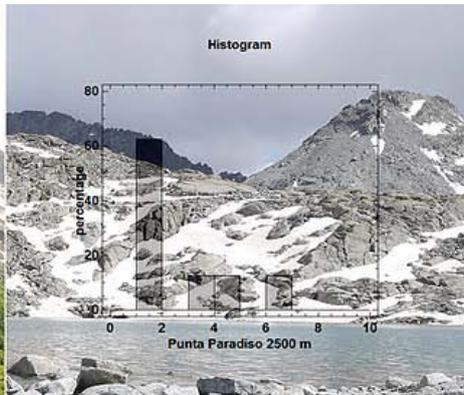
Misurare la radiazione cosmica durante le gite in montagna è sempre una buona pratica per sperimentare nuove strumentazioni o mostrare facilmente la relazione tra l'aumento di radioattività e l'altitudine. Un esempio si può intravedere nelle immagini seguenti. Le osservazioni quest'anno sono state fatte tra Lombardia e Trentino; nei pressi del Tonale in automobile, una misura mostra che da Edolo al Passo del Tonale (da 800 m a quasi 2000 m) avviene un moderato ma progressivo aumento. Altri brevi rilevamenti sono stati fatti a Punta Paradiso (2500 m), sul ghiacciaio Presena (3000 m) e sul ghiacciaio Fellaria



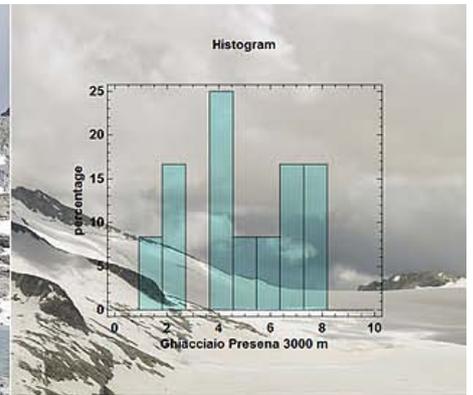
Misure da Edolo al passo del Tonale con un rivelatore AMD5 posizionato nel baule dell'auto.



TONALE 1890m

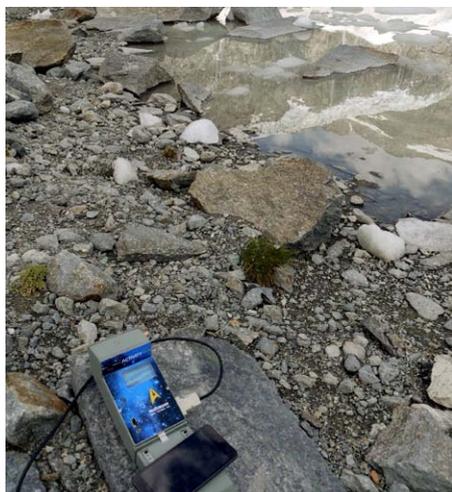


PUNTA PARADISO 2500 m

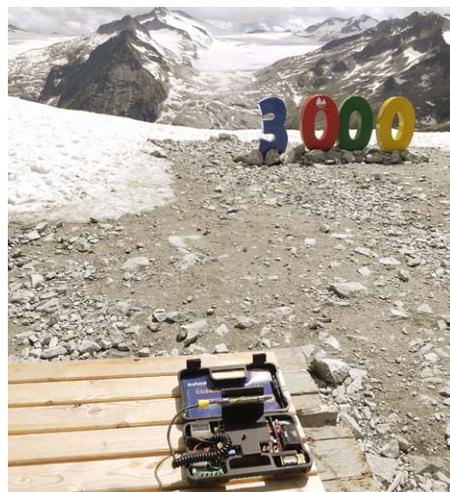


GHIACCIAIO PRESENA 3000 m

Nei tre riquadri si può notare che il numero di particelle cosmiche (istogramma delle frequenze) aumenta decisamente solo sopra i 3000 metri di quota.



Esperimenti al Ghiacciaio Fellaria.



Misure sull'Adamello.

(2600 m, Valmalenco). Come sempre le misure sottolineano le difficoltà incontrate dagli storici ricercatori e scopritori dei raggi cosmici, in quanto l'aumento di radiazione ionizzante con l'altitudine viene evidenziato solo tramite una buona strumentazione, una buona statistica, o al raggiungimento di quote superiori ai 3000 metri; qui i raggi cosmici prevalgono nettamente sulla radioattività ambientale e danno ragione a Victor Hess che oltre un secolo fa scoprì che i raggi cosmici provengono dallo spazio.

## Nuova Adesione al progetto ADA da SAISTMP

Il progetto ADA è aperto a chiunque voglia contribuire allo studio dei raggi cosmici ed è ora lieto, oltre che onorato, di dare il benvenuto al "Laboratory of Nuclear Physics" di Bari

che ha recentemente aderito ad ADA. Grazie all'iniziativa del professor Elio Conte, il laboratorio periodicamente invierà i dati registrati dal rivelatore di raggi cosmici già presente nel medesimo centro. Il laboratorio fa parte della *School of Advanced International Studies on Applied Theoretical and non Linear Methodologies of Physics* ([www.saistmp.com](http://www.saistmp.com)), un centro di ricerca privato diretto dallo stesso prof. Elio Conte, ex docente di Fisica Nucleare e di Tecniche di Misura della Radioattività, presso la Scuola di specializzazione in Medicina Nucleare di Bari.



Laboratory of Nuclear Physics-School of Advanced International Studies  
for Applied Theoretical and non Linear Methodologies in Physics

Via Dante Alighieri 254/256, 70122 Bari-Italy

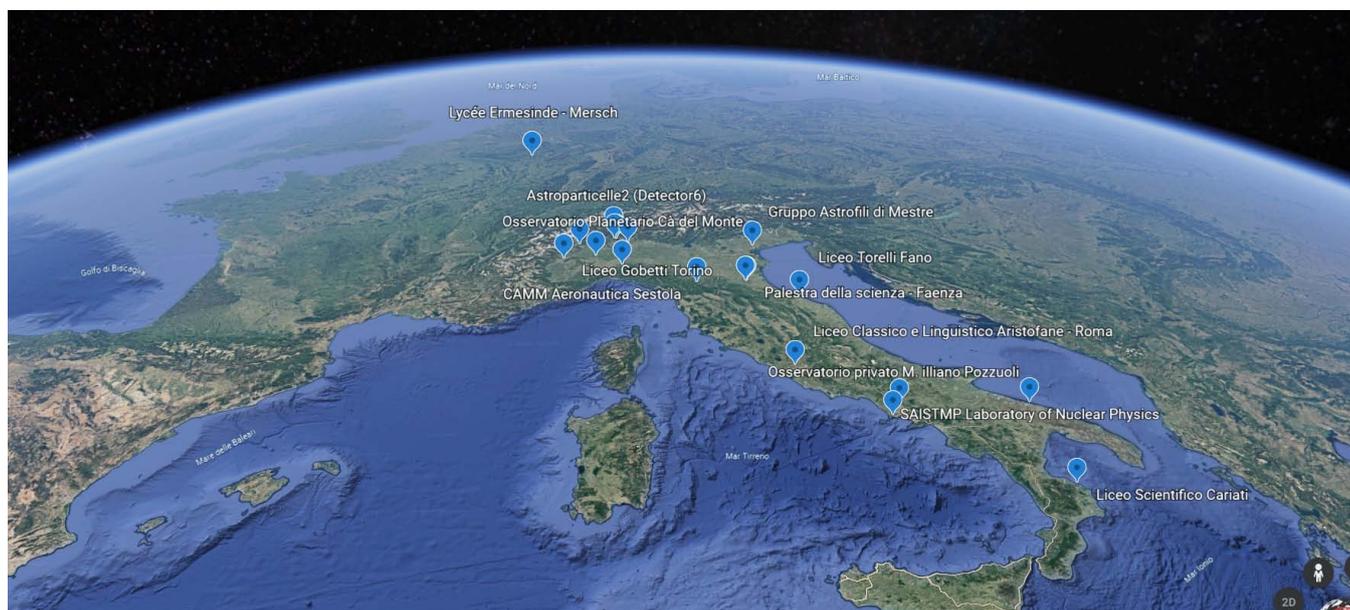
**Il progetto ADA** (Astroparticle Detector Array) consiste in una rete composta da rivelatori di raggi cosmici distribuiti su territorio internazionale (Italia, Svizzera e Lussemburgo).

Il fine primario dell'esperimento ADA è quello di promuovere la divulgazione scientifica e portare la fisica moderna nelle scuole, attraverso una didattica multidisciplinare. Questi sono i motivi che negli ultimi anni spiegano la vera e propria esplosione di iniziative ed esperimenti simili, in particolare in questo campo della fisica che ben si presta a tali attività.

ADA utilizza semplici ma efficaci rivelatori di particelle subatomiche chiamati AMD5. Tutti insieme questi telescopi per raggi cosmici formano un osservatorio astronomico di astroparticelle.

Gli scopi principali della rete di ADA sono:

- ☼ Individuare segnali contemporanei tra rivelatori, come ad esempio particelle prodotte da esplosioni di supernove, (UHECRs o Ultra High Energy Cosmic Rays)
- ☼ Indizi sull'attività solare
- ☼ Misure sull'andamento dei parametri ambientali-geofisici in relazione al flusso dei raggi cosmici
- ☼ Attività di sussidio alle discipline scolastiche o collettive, come la partecipazione all'International Cosmic Day, un evento organizzato ogni anno dall'istituto tedesco DESY.





## NEWS LIBRI

### Costruire un rivelatore di muoni a GMT

Il telescopio per i raggi cosmici

di Marco Arcani

- Editore: Sandit Libri
- Numero di pagine: 190
- 89 illustrazioni a colori
- ISBN: 978-88-6928-424-3
- Tipo: Libro Rilegato in broccatura con copertina morbida
- DVD virtuale

Chiunque sia appassionato di scienza vuole anche poter misurare, fotografare, costruire e sperimentare. Questo libro è una guida per chi vuole cimentarsi nella costruzione di un rivelatore di particelle elementari e toccare con mano la fisica dei raggi cosmici e l'astronomia, due campi distinti e unificati in un'unica disciplina chiamata fisica delle astroparticelle. I tubi di Geiger & Müller (GMT) esistono da quasi 100 anni, oggi grazie allo sviluppo tecnologico e al fatto che si possono recuperare a costi contenuti, i GMT si possono utilizzare per costruire un semplice ma efficace rivelatore di raggi cosmici. Il volume è sicuramente indicato anche ai docenti delle scuole superiori, per la costruzione dello strumento con i propri studenti e in seguito realizzare numerosi esperimenti che possono essere parte del curriculum formativo. Tramite il rivelatore è possibile partecipare anche a un progetto internazionale (il progetto ADA). In questi anni, grazie ai rivelatori e al progetto ADA abbiamo visto persone appassionate allestire esperimenti di fisica delle particelle nella propria abitazione, parrocchie trasformate in laboratori di fisica delle alte energie, rivelatori utilizzati a scopo artistico e istituti superiori trasformati in succursali del CERN...



## **Cosmic Rays: Invisible Visitors From Outer Space**

**di George R. Steber**

- Editore: Amazon - Independently published
- Numero di pagine: 280
- ISBN-13: 979-8460948420
- Tipo: Libro Rilegato in broccura
- Lingua: Inglese

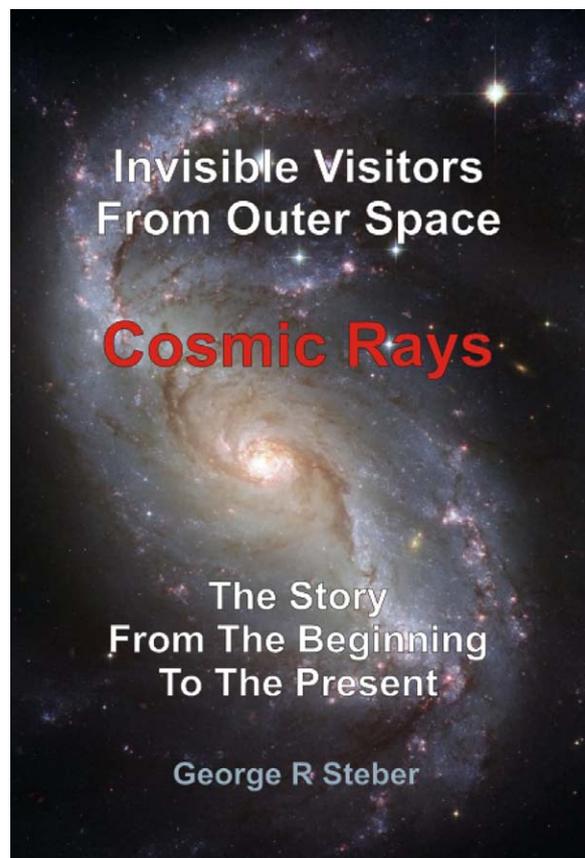
Cosmic rays have fascinated mankind since their discovery by Victor Hess in 1912. But many of us are blissfully unaware of these cosmic bullets continuously hitting our planet. This cosmic flux has the same intensity as starlight but cannot be detected with our ordinary senses. Yet it has profound consequences to life on Earth and our understanding of the physical universe.

During much of our history this cosmic rain went undiscovered. The story of the discovery of cosmic rays and the scientists that participated in unraveling the mystery is not well known. This tale is full of adventure, intrigue, and surprises. In the first seven chapters of the book the story of these early scientists and their endeavors related to discovering cosmic rays is told. It is wonderfully illustrated with old photos and drawings.

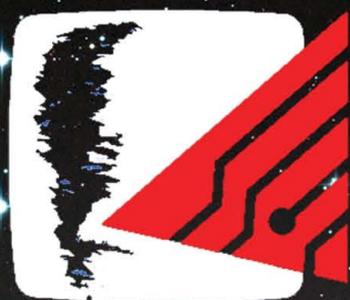
In the second half of the book the current status of cosmic rays is related. They are rigorously being studied by a variety of means in space and in remote places such as Antarctica. Networks of monitoring stations in operation around the world record data on a daily basis. There are also numerous educational programs and monitoring sites at schools and other institutions in many cities.

Research methods using new and more sophisticated methods are being employed by countries around the globe to study the most energetic cosmic rays. These Earth based experiments hope to capture all the details of these extraordinary events.

In recent years ideas, only imagined in this field, have become a real possibility. For example the dreams of applying cosmic rays to view the interior of active volcanoes, nuclear reactors, or detecting nuclear contraband have been realized. Scientists are also looking at the emerging field of cosmic neutrino astronomy. These and other ideas may shed light how cosmic rays fit into our understanding of dark matter, dark energy and the birth of the universe.



News Libri



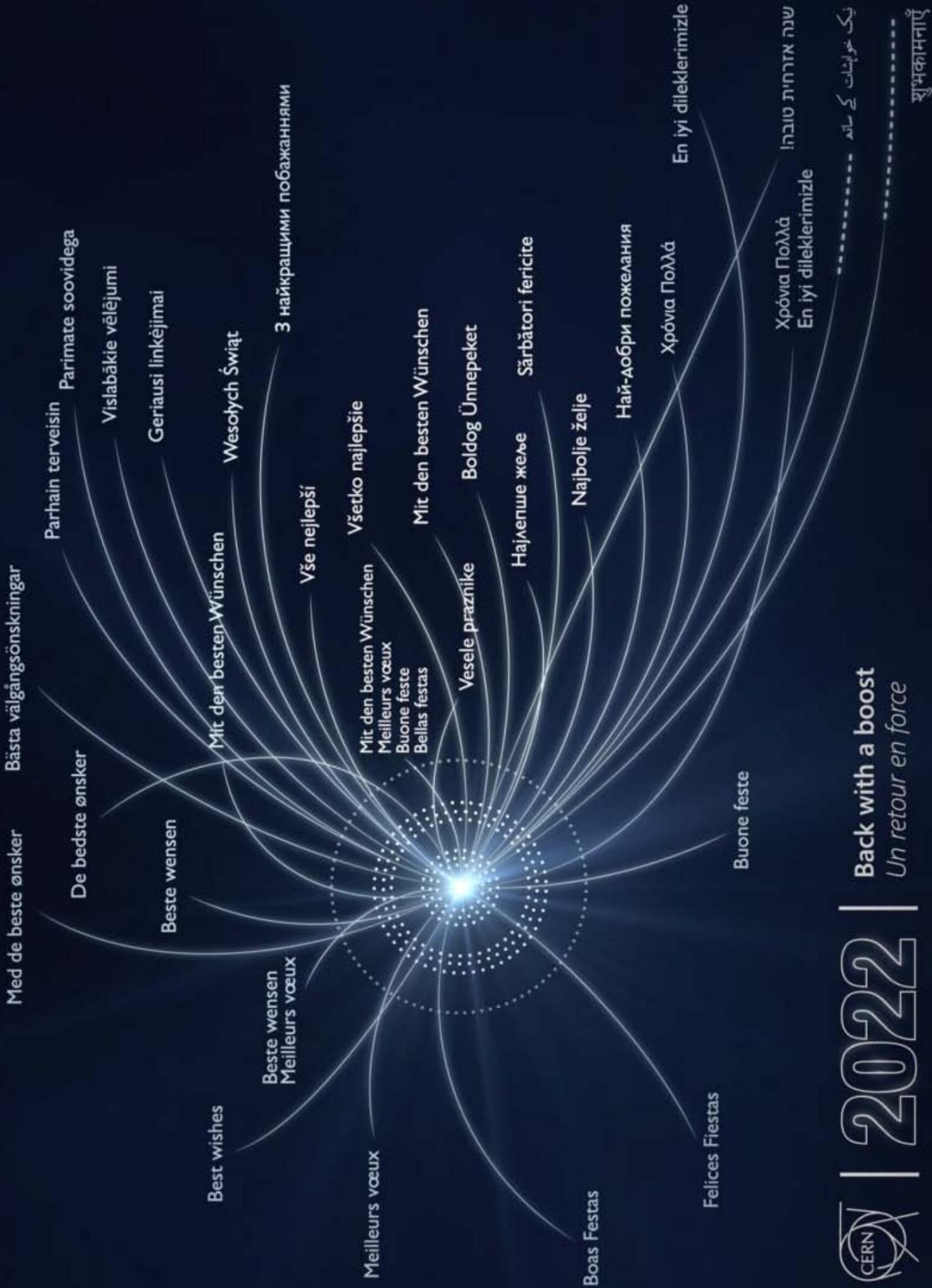
# K-Computers

ASSISTENZA - VENDITA COMPUTER E TELEBACKUP



**AMD5 COSMIC RAYS DETECTORS - OFFICIAL RETAILER**

Via Benedetto Varchi 10, Varese  
[www.k-computers.it](http://www.k-computers.it) - [info@k-computers.it](mailto:info@k-computers.it)




**2022** |
   
**Back with a boost**
  
*Un retour en force*

## Anno 2022

L'Organizzazione delle Nazioni Unite tramite le sue agenzie, UNESCO, UNICEF, FAO, etc., per il 2022 ha in agenda diverse celebrazioni:

- 🌐 Anno internazionale delle scienze di base per lo sviluppo sostenibile
- 🌐 Anno Internazionale del Vetro
- 🌐 Anno Internazionale della Pesca Artigianale e dell'Acquacoltura

### **ICRC 2022: 16. International Conference on Cosmic Ray January 28-29, 2022 in New York, United States**

International Conference on Cosmic Ray mira a riunire i principali scienziati accademici, ricercatori e studiosi di ricerca per scambiare e condividere le loro esperienze e risultati di ricerca su tutti gli aspetti dei raggi cosmici. Fornisce inoltre una piattaforma interdisciplinare di prim'ordine per ricercatori, professionisti ed educatori per presentare e discutere le innovazioni, le tendenze e le preoccupazioni più recenti, nonché le sfide pratiche incontrate e le soluzioni adottate nel campo dei raggi cosmici.

### **The 27th European Cosmic Ray Symposium**

Il 27° Simposio europeo sui raggi cosmici (ECRS 2022) si terrà a Nijmegen, nei Paesi Bassi, dal 25 al 29 luglio 2022.

Il Simposio europeo sui raggi cosmici tratta i seguenti argomenti di fisica delle astroparticelle: Fisica dei raggi cosmici, Astronomia a raggi gamma, Astronomia dei neutrini, Fisica della Materia Oscura, Fisica solare ed eliosferica, Teoria e modelli di fisica delle astroparticelle nonché metodi, tecniche e strumentazione sperimentali.

Il programma scientifico includerà conferenze plenarie su invito, presentazioni sollecitate in sessioni parallele e sessioni poster. Ci saranno premi per i migliori poster.

### **Schools**

ISAPP Schools 2022 <https://www.isapp-schools.org/isapp-schools/2022>

Paris Saclay School on Astrophysical sources of cosmic rays  
28 March - 8 April 2022, Institut Pascal, Paris-Saclay University  
<https://indico.ijclab.in2p3.fr/event/7633/>

22nd International school of Cosmic Ray Astrophysics (ISCRA), 30 July - 7 August 2022,  
Erice, Italy - <https://agenda.astro.ru.nl/event/12/overview>



Ghiacciaio Fellaria, Valmalenco

AstroParticelle - [www.astroparticelle.it](http://www.astroparticelle.it)