SILVESTRI

www.ualab.it

Liceo Scientifico "Filippo Silvestri" Portici (NA)

III Edizione 2018/2019

A scuola di astroparticelle

"Dalle astroparticelle alle nanotecnologie... a scuola di Fisica Moderna"

sito web: www.na.infn.it
mail: direzione@na.infn.it
segreteria di direzione: 081.67.61.86
facebook: ascuoladiastroparticelle
facebook: INFN Sezione di Napoli

$E = mc^2$

$(i\partial\!\!\!/ - m)\psi = 0$

La ricerca entra nelle scuole attraverso la disseminazione di dati scientifici reali

www.ualab.it

A scuola di astroparticelle - III Edizione

Liceo Scientifico "Filippo Silvestri"
Portici (NA)
https://liceosilvestri.edu.it/

Docenti interni: Ninfa Radicella
Tutor esterni: Paolo Mastroserio

Amabile Giacomo Maria	Giuffré Ludovica	Minelli Marco
Armellino Mirella	Giuffré Silvana	Mondanaro Ciro
Battiloro Federica	Grieco Giovanna	Punzo Flavia
Carotenuto Vittoria Maria	Iacono Alessandro	Savona Andrea
Cola Alessandro	Laudiero Ludovica	Scarpati Gianmarco
Cossai Andrea	Lista Rita	Tuccillo Mario Alberto
D'Ambrosio Gabriella	Maddaloni Rossella	Verticilo Mario
De Somma Gianluca	Mastrullo Angelo Maria	Zambrano Gabriella
Esposito Leandra	Mecca Angelo	

PIOVONO MUONI

Credits: Physicsopenlab.org

Le astroparticelle si dividono in primarie e secondarie. Le prime viaggiano dalle sorgenti e arrivano nell'atmosfera. Collidendo con le molecole dell'aria generano le astroparticelle secondarie.

Con il termine astroparticelle si intendono quelle particelle subatomiche, storicamente chiamate raggi cosmici, che provengono da vari corpi celesti fino a raggiungere il nostro pianeta. Le principali sorgenti dei raggi cosmici sono i resti di supernova, pulsar, stelle di neutroni e magnetar. Tra le particelle più abbondanti che arrivano a terra ci sono i muoni. Il muone è una particella instabile di seconda generazione.

Appartiene alla famiglia dei leptoni e la sua vita media è pari a circa 2,2μs. Dopo questo tempo il muone decade. Il decadimento è il processo attraverso il quale una particella si trasforma in particelle più leggere.

I leptoni insieme ai quark costituiscono la materia.I leptoni sono divisi in tre famiglie: elettrone, muone e tauone.
Ognuno di essi ha il corrispettivo neutrino.

Credits: www.pd.infn.it

Il muone può decadere in:
- Un elettrone e un fotone
- Due elettroni ed un positrone
- Un elettrone in presenza di un nucleo atomico

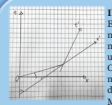
Credits: www.asimmetria.it

La teoria che permette di descrivere il moto di queste particelle è la relatività ristretta. E' una teoria elaborata da Albert Einstein nel 1905. Essa è applicabile ai corpi che viaggiano a velocità relativistiche e vale solo nei sistemi di riferimento inerziali, ovvero con velocità costante. Come conseguenza della relatività ristretta il tempo si dilata e lo spazio si contrae.

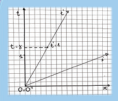
Per spiegare graficamente i principi della relatività ristretta di Einstein, il matematico Minkowski introdusse i diagrammi spazio temporali.

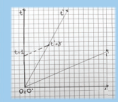
Nei diagrammi di Minkowski la linea d'universo che si muove alla velocità della luce è la bisettrice. Per trovare il secondo sistema di riferimento S' in moto rispetto a S, rappresentano la linea di universo di un corpo che si muove a velocità minore di quella della luce e costituisce l'asse t'. Costruendo una linea d'universo simmetrica a quest'ultima rispetto alla bisettrice "c" otteniamo l'asse x'.

Questi assi costituiscono il nuovo sistema di riferimento S'. Considerato un punto A (evento) sulla bisettrice "c", le sue coordinate in entrambi i sistemi di riferimento, saranno le sue proiezioni sui rispettivi assi.



Il postulato della velocità limite di Einstein dimostra l'impossibilità dei corpi materiali di viaggiare ad una velocità maggiore di quella della luce. Consideriamo un segnale inviato da un osservatore O ad O' in un istante t=0. Se la velocità di tale messaggio fosse superluminale le linee d'universo formate nei diagrammi di Minkowski, formerebbero un angolo con l'asse x minore di 45° e di conseguenza la linea d'universo del segnale di O' verso O intersecherebbe l'asse negativo delle t. Ciò significa che la risposta di O' ad O dovrebbe arrivare ancora prima che il messaggio fosse inviato. Dunque è impossibile viaggiare ad una velocità maggiore di quella della luce in quanto sarebbe possibile mandare messaggi nel passato e modificare gli eventi già avvenuti.





La dilatazione dei tempi è relativa: Considerati due sistemi di riferimento S e S' analizziamo l'effetto di dilatazione del tempo. Nella prima immagine, l'orologio in S' viene confrontato con uno degli orologi sincronizzati di S. Il primo confronto avviene quando t=t'=o. Il secondo confronto avviene quando t'=1. Dato che t=γt', essendo t'=1 allora t=γ. Per trovare graficamente il valore di t costruiamo la parallela ad x passante per t' che interseca l'asse t. Poiché γ è maggiore di 1 l'orologio di O' ritarda rispetto l'orologio O.
La medesima cosa avviene se è O a muoversi rispetto ad O'. Quindi in questo caso sarà t'=γt essendo t=1 allora t'=γ .Per trovare il valore di t'costruiamo la parallela ad x' passante per t che interseca t'.Poiché γ è maggiore di 1 l'orologio O' ritarda rispetto O'. Di conseguenza possiamo affermare che è il sistema di riferimento in movimento quello soggetto alla dilatazione del tempo.

Formulata nel 1905 dal fisico tedesco Albert Einstein.

Hess viene premiato per la scoperta dei raggi cosmici.

1905 RELATIVITA' RISTRETTA

1930 PREMIO NOBEL

1912 RAGGI COSMICI

1937 SCOPERTA MUONI

Circa cento anni fa, il fisico austriaco Victor Hess effettuò delle ricerche ad alta quota con palloni aerostatici trasportando con se una serie di strumenti per misurare la ionizzazione dell'aria.

I raggi cosmici urtando ad altissima energia con i nuclei dell'atmosfera producevano nuove particelle, sconosciute in quegli anni, tra cui il muone.

A scuola di astroparticelle - III Edizione

Liceo Scientifico "Filippo Silvestri"
Portici (NA)
https://liceosilvestri.edu.it/

Docenti interni: Ninfa Radicella
Tutor esterni: Paolo Mastroserio

Amabile Giacomo Maria	Giuffré Ludovica	Minelli Marco
Armellino Mirella	Giuffré Silvana	Mondanaro Ciro
Battiloro Federica	Grieco Giovanna	Punzo Flavia
Carotenuto Vittoria Maria	Iacono Alessandro	Savona Andrea
Cola Alessandro	Laudiero Ludovica	Scarpati Gianmarco
Cossai Andrea	Lista Rita	Tuccillo Mario Alberto
D'Ambrosio Gabriella	Maddaloni Rossella	Verticilo Mario
De Somma Gianluca	Mastrullo Angelo Maria	Zambrano Gabriella
Esposito Leandra	Mecca Angelo	

Ma come si rivelano queste particelle? Tramite apposite strumentazioni. A Napoli è possibile assistere dal vivo alla rivelazione del passaggio di muoni alla stazione della metropolitana di Toledo dove è stato installato un rivelatore, detto Totem, a circa 40m sotto il suolo.

In foto è rappresentato il Totem della metropolitana di Via Toledo a Napoli. Lo scopo di questo rivelatore è di intercettare la traiettoria dei muoni attraverso 10 livelli di scintillatori posti l'uno sull'altro. Questi, se attraversati da dei muoni, invieranno un segnale luminoso a dei fotomoltiplicatori tramite dei cavi di fibra ottica situati al loro intorno. I fotomoltiplicatori condivideranno a loro volta l'informazione col circuito che registrerà l'evento e nel contempo permetterà di ricostruire la traiettoria della particella.

Credits: www.ilmattino.it

Nell'archeologia i muoni vengono utilizzati per poter esplorare il cuore delle più grandi piramidi d'Egitto in maniera non distruttiva, e i ricercatori dell'Università del Cairo, del Quebec e della giapponese Nagoya University, hanno utilizzato le tecniche più innovative dell'indagine diagnostica.

Ma come fanno a "scannerizzare" le piramidi con i muoni? Come i medici utilizzano i raggi-X per esaminare l'interno del corpo umano, i fisici possono utilizzare i muoni per "vedere attraverso" strutture anche di notevole spessore.

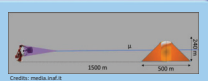
Con la tecnica della radiografia muonica: viene misurata la differenza tra il flusso di muoni uscente dalla struttura e quello entrante, ottenendo così anche una stima della densità del materiale che le compone. La radiografia muonica rappresenta uno strumento innovativo per poter investigare anche l'interno dei vulcani.

Credits: focus.it

Già nel 1970 la radiografia muonica ha permesso uno studio sulla piramide di Chefren nel 2015 col progetto "Scan Pyramids", si è riuscito a visualizzare un grande vuoto all'interno della piramide di Cheope e a determinarne forma e dimensioni. Si tratterebbe di uno spazio lungo almeno 30 metri.

In particolare, la radiografia muonica permette di ottenere una misura indipendente della distribuzione della densità dell'interno del cono vulcanico ed evidenzia la presenza di eventuali condotti attraverso i quali può scorrere il magma.

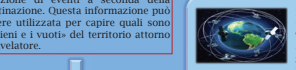
La conoscenza della struttura interna del vulcano ci permette di interpretare le osservazioni e i segnali sismici associati al passaggio del magma all'interno della struttura. È molto importante conoscere sia la geometria dei condotti vulcanici, sia il valore della densità del magma per stimare la quantità di magma presente al suo interno.



Credits: media.inaf.it

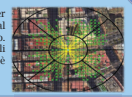
Ma come possiamo utilizzare noi i dati del rivelatore di Toledo? Per capire la morfologia del territorio circostante al rivelatore abbiamo deciso di utilizzare la ricostruzione grafica fornita dal software dividendole in varie parti per selezione di eventi a seconda della destinazione. Questa informazione può essere utilizzata per capire quali sono «i pieni e i vuoti» del territorio attorno al rivelatore.

Prendiamo anche in considerazione un utilizzo di queste astroparticelle ben più vicino a "noi", il GPS. Tutti al giorno d'oggi possediamo uno smartphone con esso integrato. GPS è l'acronimo di Global Positioning System, quindi si tratta di un sistema per il posizionamento globale con il quale è possibile localizzare la longitudine e la latitudine di oggetti e persone con una precisione massima.


Credits: geocaching-italia magazine

Il GPS di uso quotidiano è soggetto a un certo margine di errore di circa 3-5 metri. Questo risultato non sarebbe possibile senza correzioni alla luce della Teoria della Relatività. Per esempio un orologio a bordo di un satellite che corre a 8 km/s , registrerà una differenza di orario rispetto a uno che sta fermo di -7 μs al giorno. Correzioni anche più significative sono da apportare per effetto della relatività generale.

Come si vede nell'immagine accanto, abbiamo selezionato una corona circolare per prendere in considerazione solo i muoni più obliqui tralasciando quelli perpendicolari al terreno. Abbiamo poi diviso la corona in otto settori e contato gli eventi in ciascuno. Questo ci permette di dedurre la presenza di eventuali ostacoli. Non avendo dati reali sull'orientazione del rivelatore e sulla distanza tra scintillatori, la nostra costruzione è affetta da un errore che può essere sensibilmente ridotto alla luce di queste informazioni.



Articolo con la prova sperimentale degli effetti relativistici sul flusso di muoni. -Bruno Rossi e David B. Hall

Il Global Position System fu lanciato dagli USA a sostituzione del satellite TRANSIT (1960).

1941 ARTICOLO BRUNO ROSSI

1973 INVENZIONE DEL GPS

1964 SCOPERTA DEI QUARK

Il nome "quark", scelto da Murray Gell-Mann, è un termine privo di significato tratto da un passo del romanzo Finnegans Wake di James Joyce, che egli stava leggendo al tempo degli studi.

Liceo Scientifico Filippo Silvestri, Portici (NA).
Classe: III H a.s. 2018/2019

A scuola di astroparticelle - III Edizione