

VEDERE L'INVISIBILE

Lo sguardo dello scienziato dentro le cose.

Firenze, 18-19 aprile 2024

Menzione d'onore
SEZIONE TESINE TRIENNIO

La camera a nebbia

Studenti

Gambetta Melina - Palin Vittoria - Mazzonetto Matteo - Punales Piangelua Arianna

Classe 3B

Istituto di Istruzione Superiore

Liceo scientifico Istituto Don Bosco - Padova (PD)

Docente Coordinatore

Zanella Laura

Il tema del concorso è declinato nella iniziale ricerca storica dei passi compiuti nella costruzione di rivelatori dei raggi cosmici, fino alla camera a nebbia di Anderson, premio Nobel nel 1936. La camera a nebbia artigianale costruita dagli studenti non ha funzionato e si è allora deciso di usare una piastra di Petri. Confrontando le tracce osservate, riprese con una telecamera, con tracce campione, è stata ipotizzata l'osservazione di particelle alfa e muoni. Un lavoro sperimentale qualitativo condotto con rigore e consapevolezza critica.

RELAZIONE DEL DOCENTE

Il gruppo è composto da tre studentesse e uno studente di una classe terza, liceo scienze applicate. Fin da principio hanno dimostrato curiosità per l'argomento, poco o per nulla conosciuto. L'idea di realizzare concretamente una camera a nebbia è emersa subito come predominante. Il fatto di poter costruire qualcosa con le proprie mani che potesse mostrare alcune delle particelle di cui siamo circondati ma che non possiamo osservare ad occhio nudo, li ha colpiti fin dal primo momento.

Nella fase di studio, abbiamo innanzitutto approfondito la natura dei raggi cosmici attraverso pubblicazioni e attraverso la partecipazione all'incontro online "International Cosmic Day" organizzato dal gruppo OCRA della Sezione di Milano dell'INFN. A seguito dell'incontro, i ragazzi hanno dimostrato un certo interesse anche verso il percorso storico che aveva portato a queste scoperte. Abbiamo, quindi, approfondito l'argomento anche sotto questo punto di vista, scoprendo aspetti che hanno ulteriormente colpito i ragazzi. Ricercatori giovani e curiosi, con le loro scoperte hanno aperto nuove strade.

A questo punto, addentrarsi nella comprensione del funzionamento della camera a nebbia e nella tipologia di particelle che avremmo potuto osservare li ha coinvolti ulteriormente. Abbiamo discusso dei materiali, provando a fare anche qualche ipotesi rispetto al successo o meno del nostro esperimento. Abbiamo, quindi, iniziato concretamente il nostro progetto di costruzione.

Le attività sono state svolte a scuola, prevalentemente nel laboratorio di fisica. Il materiale è stato recuperato dai ragazzi. I primi tentativi non hanno dato i risultati sperati. Inoltre, abbiamo avuto qualche difficoltà nel reperimento del ghiaccio secco, sia in termini di costo che di produzione. Assieme, abbiamo, quindi, provato ad ipotizzare altre modalità per ripetere l'esperimento.

I ragazzi hanno dimostrato una costante e crescente curiosità per l'argomento ma soprattutto stupore nel momento in cui, finalmente, hanno potuto vedere le tracce lasciate dalle particelle. Ho visto i ragazzi complessivamente soddisfatti dell'aver partecipato a questo progetto e di avere avuto l'occasione di costruire e sperimentare seguendo i loro interessi.

SCIENZA FIRENZE
VENTUNESIMA EDIZIONE

Vedere l'invisibile. Lo sguardo dello scienziato dentro le cose.

LA CAMERA A NEBBIA

Esplorando l'Universo Invisibile

Camera a Nebbia e Raggi Cosmici: “Piccoli ciuffi e fili di nuvole”



Indice

1. INTRODUZIONE

- a. I raggi cosmici... Cosa sono?*
- b. Che energia hanno i raggi cosmici?*
- c. Come possiamo rivelarli?*
- d. La camera a nebbia*
- e. Tipologie di particelle*
- f. Storia*

2. ESPERIMENTO

- a. Obiettivi*
- b. Materiali*
- c. Ipotesi*
- d. Procedimento*
- e. Descrizione dei risultati*

3. CONCLUSIONI

4. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

1. INTRODUZIONE

a. I raggi cosmici... Cosa sono?

I raggi cosmici sono particelle e nuclei atomici di alta energia che si muovono quasi alla velocità della luce e colpiscono la Terra da ogni direzione. Sono costituite principalmente da protoni (circa per il 90%), nuclei di elio (circa il 9%) e il rimanente 1% da tutti gli altri nuclei atomici della tavola periodica, elettroni e le rispettive anti-particelle. I raggi cosmici, come dice il nome stesso, provengono dal Cosmo, ovvero dall'Universo, dallo spazio che ci circonda. Le sorgenti dei raggi cosmici possono essere sia galattiche che extra-galattiche.

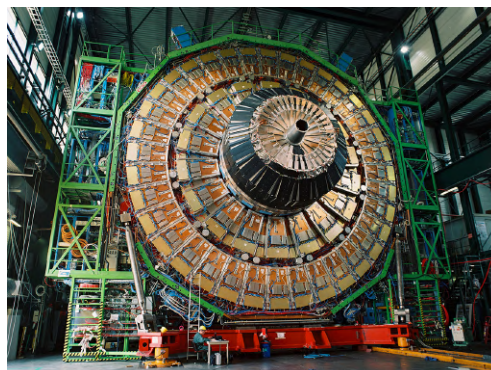
Una volta che queste particelle vengono accelerate, indipendentemente dal tipo di sorgente, esse si muovono nello spazio tra le galassie, tra le stelle e tra i pianeti prima di raggiungere la Terra. In questo lungo viaggio, le particelle interagiscono con altre particelle, campi magnetici e campi di radiazione elettromagnetica. A seconda del tipo di particella in gioco, l'effetto di questi fenomeni può cambiare l'energia del raggio cosmico, modificarne la traiettoria, provocarne la scomparsa o la creazione di altre particelle.

Questo spiega l'importanza dello studio dei raggi cosmici, ossia per conoscere l'ambiente che ci circonda. In base a quanti e quali particelle arrivano in prossimità del nostro pianeta possiamo avere informazioni su chi li ha prodotti e come hanno fatto ad arrivare fino alla Terra. Informazioni sul mezzo attraversato ci permettono ad esempio di studiare il Sole o il campo magnetico terrestre. I raggi cosmici portano, con loro, una grandissima quantità di informazioni che possono aiutarci a conoscere meglio lo spazio.

b. Che energia hanno i raggi cosmici?

La maggior parte dei raggi cosmici ha carica positiva, infatti sia i protoni sia i nuclei sono carichi positivamente. Essi contengono, però, anche una piccola percentuale di elettroni, positroni, fotoni e altre particelle subatomiche.

I raggi cosmici non hanno tutti la stessa energia, anzi hanno energie che variano in un intervallo molto ampio (su più di 11 ordini di grandezza). L'unità di misura della loro energia è l'elettronvolt (eV) e va da circa 10^8 eV fino a 10^{20} eV. E' curioso sapere che l'energia del più grande acceleratore esistente, LHC del CERN di Ginevra, è di circa 10^{17} eV, 1000 volte meno energetico della massima energia osservata nei raggi cosmici. Infatti, si sono osservate particelle fino ad energie incredibilmente elevate, ben 10^{20} eV. Queste sono energie che, oggi, non siamo in grado di riprodurre con gli acceleratori che costruiamo. E non abbiamo ancora modelli definitivi per spiegare come sia possibile accelerare particelle fino a tali valori.

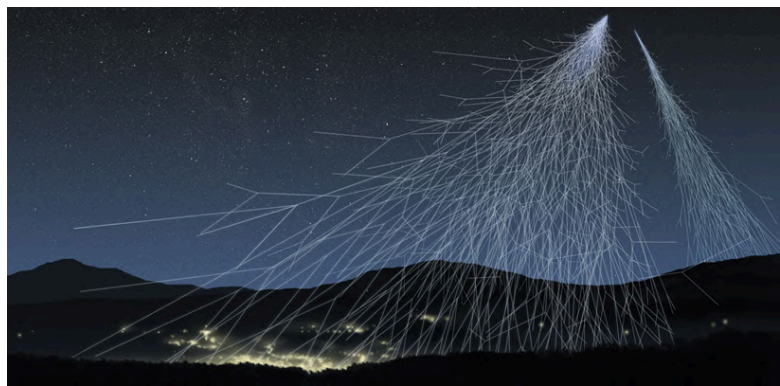


Molti raggi cosmici non raggiungono direttamente la superficie terrestre, ma interagiscono con gli atomi dell'alta atmosfera, e producono le cosiddette "cascate elettromagnetiche": veri e propri sciami di particelle.

Infine, sappiamo che il flusso di particelle diminuisce molto rapidamente con il crescere dell'energia. I raggi cosmici ad energia più bassa sono i più numerosi; il loro numero diminuisce all'aumentare dell'energia. Per questo motivo è molto difficile riuscire ad osservare i raggi cosmici di energia elevatissima. Nonostante questo, molti esperimenti cercano di rivelarli per poter rispondere alle domande: da dove vengono e da cosa sono prodotti?

c. Come possiamo rivelarli?

Quando i Raggi Cosmici entrano nell'atmosfera terrestre, collidono con i nuclei di cui essa è composta. In queste collisioni viene prodotto un gran numero di particelle che a loro volta interagiscono o decadono creandone delle altre. Il risultato è quello che viene chiamato "shower", ossia una specie di doccia di particelle. Molte di esse, soprattutto elettroni, muoni, fotoni e neutrini, arrivano fino alla superficie terrestre e vengono chiamate Raggi Cosmici secondari per distinguerli da quelli primari che hanno colpito l'atmosfera.



Per rivelare i raggi cosmici primari vengono svolti esperimenti posti su satelliti in orbita, che riescono a "catturare" i raggi cosmici (energie non troppo elevate) prima che essi interagiscano con l'atmosfera.

Per raggi cosmici ad alta energia vengono effettuati esperimenti sulla superficie terrestre o in laboratori sotterranei, rivelando i raggi cosmici secondari prodotti nell'interazione del raggio primario con l'atmosfera; dalle caratteristiche dello "shower" di particelle si può ricavare l'energia e la direzione del raggio cosmico primario.

Auger, a cui partecipano anche ricercatori dei Laboratori del Gran Sasso, è l'esperimento più grande al mondo dedicato allo studio dei Raggi Cosmici di alta energia.

Gli esperimenti sotterranei possono rivelare solo i muoni e i neutrini secondari, dal momento che sono le uniche particelle che possono arrivare in profondità sotto terra o sotto una montagna. La superficie dell'esperimento deve essere tanto più grande quanto più elevata è l'energia dei raggi cosmici che si vogliono rivelare.

Possiamo, quindi, classificare due modalità differenti di misurazione:

- *diretta*, mandando i rivelatori fuori dall'atmosfera terrestre (o nei primissimi strati) per rivelare i raggi cosmici in modo diretto, prima che possano interagire con i nuclei dell'atmosfera e quindi che si trasformino in complessi sciame estesi;
- *indiretta*, disponendo appositi rivelatori sul suolo terrestre. In questo caso si misurano i prodotti secondari dell'interazione della particella primaria con i nuclei dell'atmosfera. Si osservano le componenti (particelle e radiazione) degli sciame atmosferici estesi, ma non direttamente il raggio cosmico primario.

E noi, come possiamo vedere l'invisibile?

Attorno a noi sono presenti miriadi di particelle elementari ad elevata velocità che sfrecciano ogni secondo attraverso il nostro corpo. Allo stesso modo, anche se non li vediamo, vi sono atomi di sostanze radioattive dappertutto, anche nell'aria che respiriamo.

Attraverso una camera a nebbia è possibile identificare tali particelle.

L'osservazione di tali particelle non è pericolosa, in quanto si tratta di osservare un sottile filo di vapore formatosi, in condizioni speciali, lungo la linea del loro percorso. Tale osservazione è effettuabile tramite, appunto, una camera a nebbia a diffusione (che può essere anche autocostruita), o tramite una camera a nebbia a espansione.

d. La camera a nebbia

Una camera a nebbia è un dispositivo a tenuta ermetica, contenente vapore di alcool isopropilico sovra-saturo, tanto concentrato da condensarsi non appena interviene qualcosa a cambiare le sue condizioni. Attraverso una camera a nebbia è, pertanto, possibile vedere la traccia dei movimenti delle particelle sotto forma di strisce bianche brillanti.

Quando il rivelatore è attraversato dalle particelle cosmiche, che sono elettricamente cariche, il vapore di alcool condensa in minutissime goccioline. La traccia delle particelle diventa così subito visibile sotto forma di tracce bianche, che si dissolvono nel giro di pochi secondi.

In pratica, ad intervalli di alcuni secondi, appariranno tracce nette, anche se provvisorie, in prossimità del fondo del dispositivo (nel suo interno). La maggior parte di queste tracce sono prodotte dalle particelle subatomiche espulse continuamente dalle sostanze radioattive che, pur in tracce piccolissime, si trovano dappertutto; oppure sono determinate dai frammenti degli atomi di gas che compongono l'aria, colpiti dai raggi cosmici, di cui è nota l'elevata energia.

Le particelle cariche causano la ionizzazione delle molecole di alcool isopropilico, le quali agiscono come nuclei di condensazione. La traccia bianca osservata è quindi un raggruppamento di gocce molto piccole di alcool isopropilico formate dalla condensazione improvvisa.

Secondo il metodo usato per portare il vapore alla sovrasaturazione le camere a nebbia possono essere a espansione oppure a diffusione.

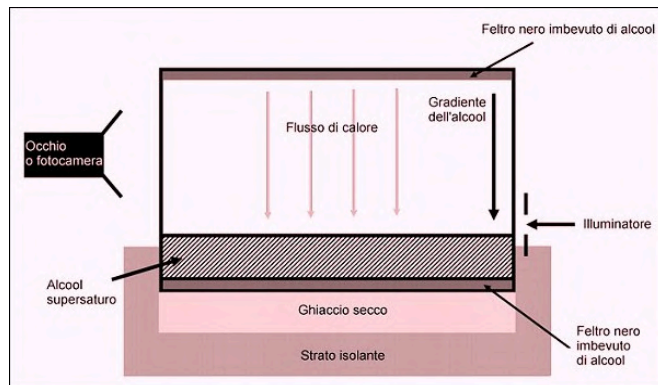
Camera a nebbia a espansione

Nella camera a nebbia a espansione la miscela di gas e vapore saturo viene sottoposta a una rapida espansione spostando un pistone o un diaframma di gomma e il conseguente abbassamento di temperatura provoca la sovrassaturazione; generalmente si usano delle miscele di aria, argon o elio con vapore d'acqua o di etanolo.

Camera a nebbia a diffusione

Nella camera a nebbia a diffusione si stabilisce un gradiente termico verticale riscaldando la parte superiore e raffreddandone il fondo. Il vapore introdotto dall'alto si raffredda diffondendo verso il basso; una regione della camera è sempre occupata da vapore soprassaturo: il passaggio di particelle ionizzanti in tale zona provoca quindi la formazione di tracce.

Le miscele di gas e vapore più usate sono quelle di etanolo e metanolo con aria, argon, azoto o idrogeno.



Informazioni fornite dalle camere a nebbia

La possibilità di registrare fotograficamente le tracce consente di ottenere dalle camere a nebbia importanti informazioni sugli eventi rivelati. Dalla densità delle goccioline di nebbia lungo la traccia è possibile risalire alla ionizzazione prodotta dalla particella, e quindi alla sua velocità; dalla lunghezza della traccia si può stabilirne anche l'energia.

Risulta relativamente facile, quindi, determinare quali sono le particelle che attraversando la nube di condensa producono impronte, le loro proprietà specifiche e la fonte dalla quale sono state prodotte.

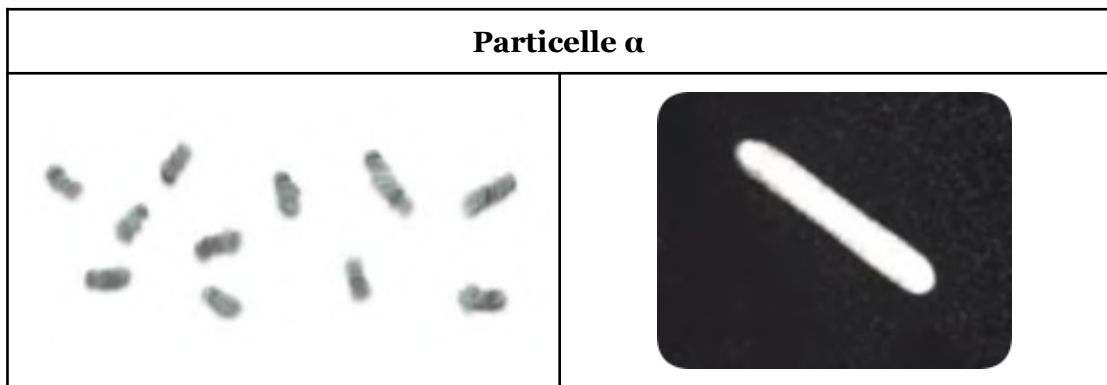
e. Tipologia di particelle

Molti tipi diversi di particelle elementari possono quindi passare attraverso la camera a nebbia. All'inizio, potrebbero essere difficili da vedere e riconoscere, ma con un po' di pazienza si possono distinguere i vari tipi di particelle in base alle tracce da esse lasciate.

Le tracce lasciate dalle particelle dipendono dal tipo di particella e dalla loro energia. Dall'osservazione possiamo distinguere:

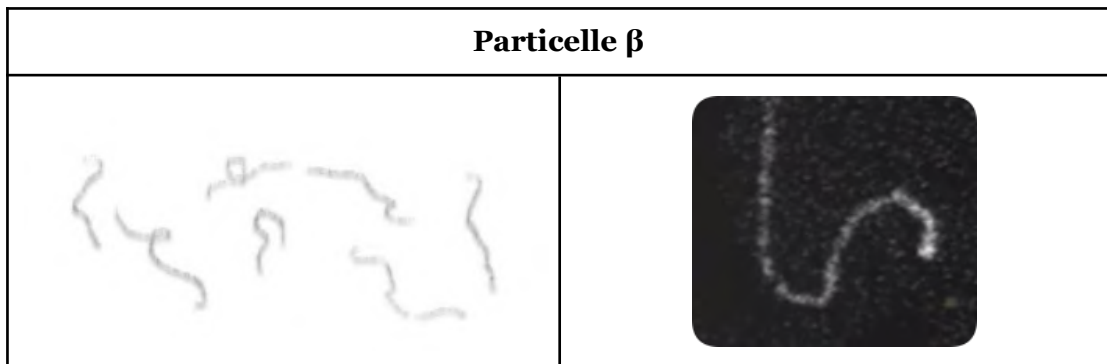
- **tracce corte e larghe: particelle α**

sono particelle alfa, una combinazione di due protoni e due neutroni, ovvero un nucleo di elio. Le particelle alfa, voluminose e a bassa energia, lasciano nella nebbia tracce più corte ma più forti. In natura, le fonti di radiazioni alfa sono l'uranio, il radio o il radon. Il radon è un elemento radioattivo presente in natura, nell'aria in concentrazioni molto basse. Non sono raggi cosmici.



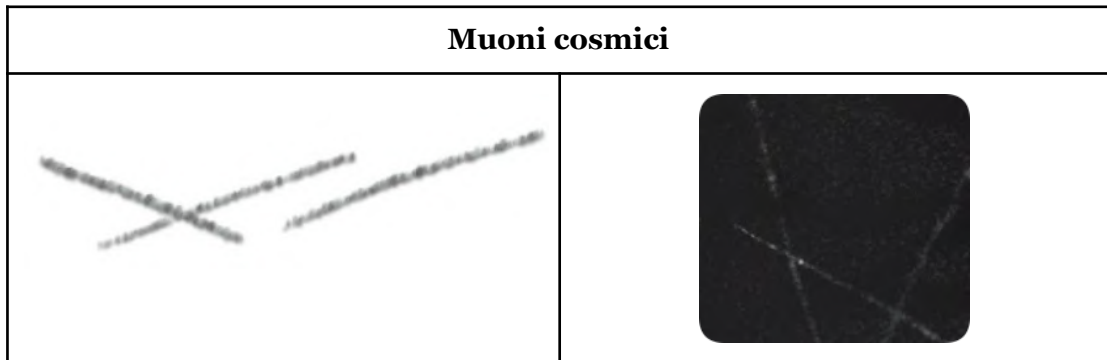
- **zig-zag e riccioli (elettroni o positroni): particelle β (elettroni)**

il positrone è dotato di carica positiva, mentre l'elettrone è dotato di carica negativa. Elettroni e positroni vengono creati quando un raggio cosmico si scontra contro le molecole atmosferiche. Gli elettroni e i positroni sono particelle leggere e rimbalzano quando colpiscono le molecole d'aria, dando luogo a tracce sottili a volte rettilinee o con percorsi accidentati (zig-zag e riccioli), a seconda che siano diffuse o meno.



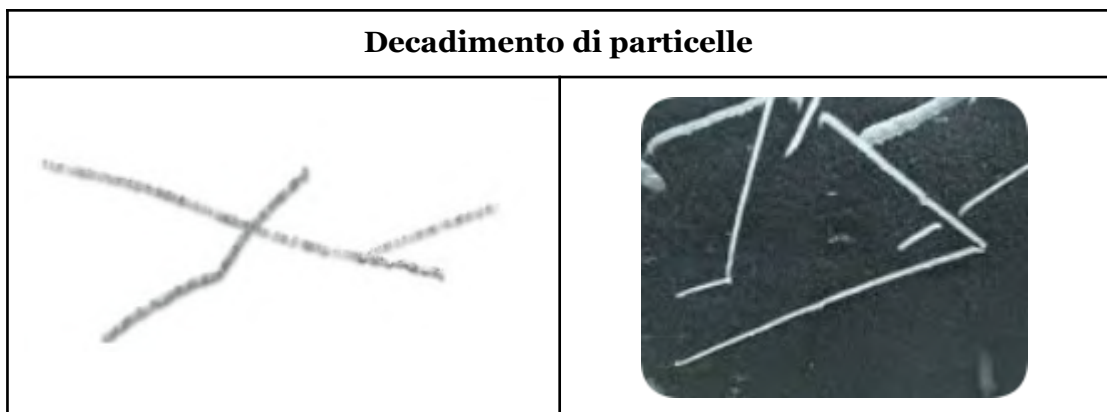
- **tracce lunghe e dritte: particelle molto energetiche prodotte dai muoni cosmici**

sono le tracce più evidenti, lunghe e rettilinee. Vengono prodotti quando un raggio cosmico si scontra con una molecola atmosferica nelle zone più alte dell'atmosfera terrestre. Poiché sono così massicci, i muoni percorrono tranquillamente la loro strada attraverso l'aria e lasciano tracce pulite e diritte nel rivelatore di particelle.



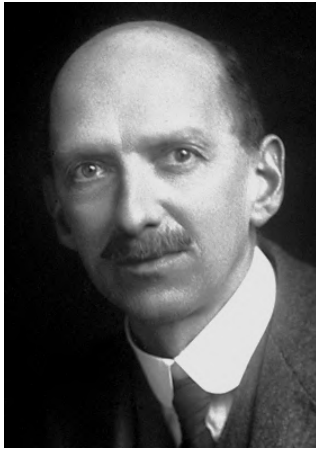
- **tracce biforcute: decadimento di particelle**

se le tracce si dividono in due (biforcute) si tratta di un decadimento di particelle. Molte particelle elementari sono instabili e decadono in particelle più stabili. Si potrebbe favorire il fenomeno ponendo vicino alla parete della camera a nebbia (o al suo interno) una sorgente debolmente radioattiva.



f. Storia

La camera a nebbia è uno dei più antichi rivelatori di particelle che ha portato a molte importanti scoperte nella storia della fisica delle particelle. E' addirittura stata coinvolta in due premi Nobel. Ripercorriamo, quindi, la sua storia.



La paternità della camera a nebbia è riconosciuta a Charles Thomson Rees Wilson (1869 – 1959), un fisico scozzese che studiava la formazione delle nubi ed i fenomeni ottici nell'aria umida. Attraverso i suoi esperimenti fu il primo scienziato ad aver inventato un rivelatore di particelle anche se, quando ideò la camera a nebbia ad espansione, non aveva ancora immaginato che lo strumento potesse essere usato per studiare le radiazioni.

Per comprendere l'importanza della scoperta, dobbiamo attendere Ernest Rutherford (1871 - 1937), il quale ha trovato la spiegazione della natura della radioattività e ha mostrato che produce due tipi di radiazioni, da lui chiamate raggi α e β . In seguito a questa scoperta Wilson tornò, nel 1910, alla sua camera a nebbia, questa volta con un nuovo obiettivo: farne uno strumento utile per cercare le particelle cariche.

Nel 1911, quindici anni dopo aver inventato la camera a nebbia, Wilson fu il primo studioso a osservare e fotografare il moto di singole particelle α e β . Descrisse le scie prodotte dagli elettroni come "piccoli ciuffi e fili di nuvole". Mostrò, quindi, la sua scoperta al fisico W.H. Bragg, che per primo aveva previsto che la particella alfa avrebbe dovuto rallentare gradualmente prima di fermarsi all'improvviso, interagendo con più forza alla fine del proprio cammino e producendo una traccia di condensa di spessore e opacità crescenti con il rallentamento e l'arresto della particella.

Gradualmente i ricercatori di tutto il mondo adottarono la camera a nebbia, modificandola per renderla più utile, scoprendo e imparando a distinguere l'aspetto delle diverse scie e a stabilire le proprietà delle particelle.

Nel 1927 Wilson vinse il Premio Nobel per la fisica.

Qualche anno più tardi, Carl Anderson (1905 – 1991), fisico americano, fece altre importanti scoperte. Anderson aveva già utilizzato una camera a nebbia durante il suo percorso di studi e aveva scoperto che usare vapori di alcool al posto del vapore acqueo rendeva le tracce più luminose e facili da fotografare. Iniziò dunque a costruire un nuovo tipo di camera a nebbia.

Al centro del dispositivo c'era la camera a nebbia ed era circondata da tubi di rame che conducevano l'elettricità per creare un grande elettromagnete. I tubi erano vuoti e vi scorreva dell'acqua per raffreddare il magnete ed evitare che fondesse. Tenendo conto anche delle aste di ferro per dirigere il campo magnetico, l'esperimento aveva le dimensioni di un'utilitaria e pesava più o meno due tonnellate. La camera era visibile attraverso un'apertura a uno dei capi del magnete, dove una macchina fotografica scattava istantanee delle tracce lasciate dalle particelle.

Anderson scoprì che quindici delle 1300 fotografie mostravano tracce corrispondenti a particelle con carica positiva e una massa simile a quella dell'elettrone.

All'inizio, le chiamò semplicemente “particelle positive facilmente deviabili”, ma quando finì di scrivere le sue osservazioni credeva di aver scoperto un tipo di particella elementare del tutto nuovo che battezzò positrone.

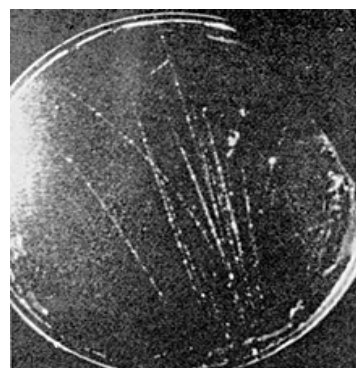
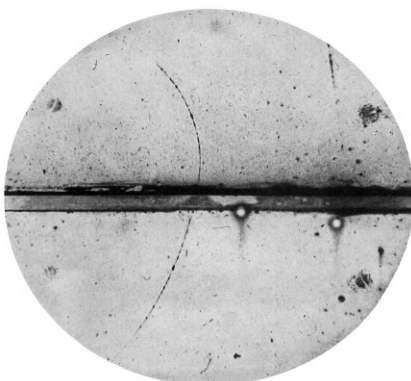
Ciò che Anderson non sapeva era che un paio di anni prima, nel 1928, il fisico inglese Paul Dirac aveva previsto, esclusivamente attraverso ragionamenti matematici, la possibile esistenza dei positroni.

Nel 1936, all'età di trentasei anni, anche Anderson ricevette il premio Nobel.

Con il suo tentativo, Anderson aveva fatto un notevole passo avanti usando la camera a nebbia per studiare i raggi cosmici. La scoperta del positrone lasciava intendere si sarebbero potuti utilizzare i raggi cosmici per scoprire particelle ancora sconosciute, e che la natura era più ricca di quanto si fosse mai pensato.



Camera a Nebbia di Anderson



Raggi camera a nebbia di Anderson

2. ESPERIMENTO

a. Obiettivi

L'obiettivo del nostro esperimento è costruire una camera a nebbia a diffusione e visualizzare, distinguere e analizzare le tracce lasciate dalle particelle. Inoltre, ci incuriosisce cercare di comprendere il movimento che queste particelle seguono e come si comportano in questo ambiente specifico.

b. Materiali

- scatola trasparente (38.5 x 23 x 17.5 cm)
- teglia dal fondo scuro: superficie di metallo sufficientemente grande da fare da coperchio alla scatola trasparente (29 x 40 cm - spessore 5 mm)
- feltro grande come il fondo della base della scatola (35 x 19.5 cm)
- ghiaccio secco
- alcool isopropilico (99,9%)
- chiodi
- luci LED
- scatola di polistirolo (39 x 32.5 cm)
- nastro adesivo

c. Ipotesi

Da questo esperimento ci aspettiamo risultati diversi a seconda del materiale che utilizzeremo. Ad esempio, differenti quantità di alcool isopropilico o di ghiaccio secco, secondo noi, potrebbero comportare un cambiamento significativo nella visualizzazione o meno delle tracce di particelle elettricamente cariche.

Inoltre, ci aspettiamo che un mancato isolamento della scatola trasparente possa compromettere il risultato.

Ci aspettiamo di osservare chiaramente le tre differenti particelle, ossia alfa, beta e muoni cosmici.

d. Procedimento

Abbiamo effettuato due diversi procedimenti. Il primo utilizzando una scatola trasparente, il secondo utilizzando una piastra di Petri. Di seguito descriveremo entrambi gli esperimenti.

Procedimento Scatola Trasparente

Per la costruzione della nostra camera a nebbia, come prima cosa, abbiamo cercato di procurare tutto il materiale di cui avevamo bisogno: scatola trasparente, feltro, teglia e vasca di polistirolo.

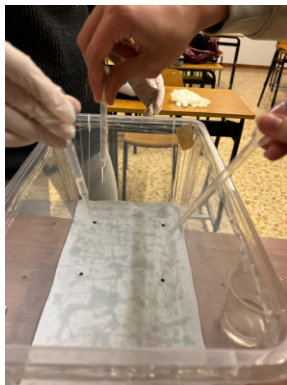
Per fare in modo che il feltro imbevuto di alcool isopropilico potesse restare attaccato alla parte superiore della scatola abbiamo optato per fare dei buchi. Abbiamo quindi effettuato sei fori, disposti in due colonne.

Ci siamo aiutati con un chiodo, un accendino (per riscaldare la punta del chiodo in modo che potesse trapassare completamente la plastica) e delle pinze per tenere fermo il chiodo, in modo che ci permettesse di applicare la forza necessaria.

Successivamente, abbiamo fatto dei buchi sul feltro che corrispondessero ai buchi fatti sulla scatola, sempre con il chiodo riscaldato.



Come contenitore per isolare il ghiaccio secco, abbiamo usato una scatola di polistirolo, che abbiamo ritagliato a nostro favore e, durante l'esperimento, riempito, appunto, di ghiaccio secco. Sopra la scatola di polistirolo abbiamo posizionato la teglia.

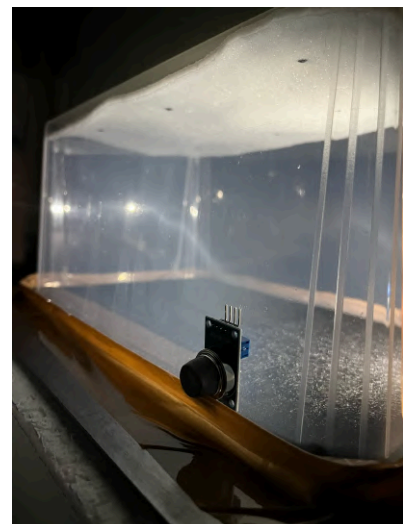
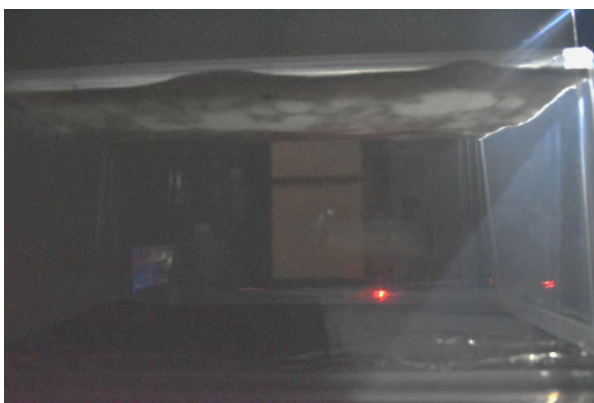


Per iniziare l'esperimento abbiamo imbevuto il feltro, alla base della scatola, con alcool isopropilico (99,9%); abbiamo rovesciato la scatola e l'abbiamo posizionato sopra l'apposita teglia.



Abbiamo posizionato le luci LED lungo il bordo della scatola ed abbiamo spento le luci della stanza.

Dopo circa 5 minuti il ghiaccio secco aveva raffreddato la teglia. Abbiamo posizionato una telecamera per riprendere le immagini delle particelle.



Procedimento piastra di Petri

Abbiamo replicato lo stesso esperimento con una piastra di Petri, apportando delle piccole modifiche al procedimento. Inizialmente, abbiamo sostituito il feltro con un foglio di carta nero, ritagliandolo seguendo la forma della piastra in modo da ricoprire tutta la base e il contorno della piastra trasparente.

Dopo aver fatto assorbire l'alcool isopropilico alla base di carta, abbiamo appoggiato quest'ultima al fondo della piastra, ed inserito il foglio di carta che la contorna.

Successivamente abbiamo chiuso il tutto con il coperchio della piastra ed appoggiata direttamente a contatto con il ghiaccio secco.

Abbiamo spento la luce della stanza e usato le luci LED per illuminare la piastra.

Abbiamo posizionato anche in questo caso una telecamere per riprendere le immagini.



e. Descrizione dei risultati

Durante gli esperimenti abbiamo annotato quello che accadeva osservando l'esperimento. Abbiamo riassunto le diverse prove nella tabella sottostante:

	ghiaccio secco (kg)	alcol isopropilico (ml)	isolamento	particelle osservate
Prima Prova (scatola)	2.3	100	non isolato	nessuna
Seconda Prova (scatola)	2.3	170	nastro adesivo	nessuna
Terza Prova (piastra di Petri)	5	quantità sufficiente per bagnare il cartoncino	non isolato	possibili particelle α e muoni

Nell'esperimento con la scatola trasparente, purtroppo, non siamo riusciti a vedere particelle. Abbiamo ipotizzato le seguenti cause:

- Il ghiaccio secco non era a contatto diretto con la teglia, non permettendo di raggiungere le corrette temperature che permettessero di rendere l'alcool contenuto nel feltro un gas supersaturo;
- La teglia non era di colore nero ma grigio e questo potrebbe aver reso più difficile la visione delle particelle;
- La scatola non era sufficientemente trasparente e anche questo fattore potrebbe aver reso più difficile la visione delle particelle.

Nei tempi previsti di produzione del ghiaccio secco, purtroppo, non siamo riusciti a riprodurre abbastanza volte l'esperimento, e ad apportare le modifiche che avevamo pensato, come sostituire la scatola in plastica con una in vetro, rendere più scuro il colore della lastra attraverso una vernice, garantire la corretta temperatura rendendo più calda la parte sopra della scatola.

A differenza dell'esperimento della scatola, l'esperimento con la piastra di Petri ci ha portato dei risultati che siamo riusciti ad apprezzare solo dopo aver guardato con attenzione i video che avevamo realizzato.

Dall'analisi delle immagini siamo riusciti a vedere probabili tracce di particelle α e muoni. Nei video che abbiamo realizzato è ben visibile anche il movimento delle particelle. Dai video abbiamo ricavato alcune immagini che riportiamo qui sotto:



In questa sequenza di foto si può notare lo spostamento della particella. Nel video vediamo distintamente la traccia comparire e poi sparire poco dopo.

3. CONCLUSIONI

Attraverso questa edizione di "ScienzaFirenze" abbiamo avuto l'opportunità di sperimentare un approccio di tipo scientifico, di metterci in gioco e di realizzare la costruzione di una camera a nebbia in laboratorio. Abbiamo approfondito con curiosità l'argomento dei raggi cosmici e atteso e ricercato con interesse le loro tracce.

Le sfide riscontrate nella costruzione del modellino, in particolare quello della scatola trasparente, ci hanno permesso di capire quanto la ricerca sia fatta anche di prove, di errori, di analisi e di osservazione. Questa esperienza ha suscitato in noi la curiosità di approfondire di più l'argomento, di ripetere l'esperimento, stimolando il desiderio di comprendere in modo più completo questo fenomeno.

Inoltre, consideriamo la possibilità di futuri approfondimenti e ricerche per ampliare la nostra conoscenza in questo affascinante ambito scientifico.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Dodici esperimenti che hanno cambiato il mondo. Allo scoperta della materia dell'universo, Suzie Sheehy, Bollati Boringhieri, 2022

<https://www.youtube.com/watch?v=VZ2uvuVE5hk>

<https://blog.deascuola.it/articoli/come-costruire-una-camera-a-nebbia#:~:text=Proviamo%20a%20costruire%20una%20camera,senza%20utilizzare%20detergenti%20o%20acqua.>

<https://www.esperimentanda.com/come-costruire-una-camera-a-nebbia-a-diffusione-con-ghiaccio-secco-per-rivelare-particelle-subatomiche/>

<https://web.infn.it/OCRA/cosa-sono-i-raggi-cosmici/>

<https://www.youtube.com/watch?v=znTCH1W6z3E>

<https://www.media.inaf.it/2017/07/25/raggi-cosmici/#:~:text=I%20raggi%20cosmici%20sono%20particelle%20>

<https://www.chimica-online.it/download/camera-a-nebbia.htm>

<https://nuledo.com/it/>