



Simposio in onore di Romano Bizzarri

Cattura di muoni nella camera ad elio

Ubaldo Dore

Roma "La Sapienza" - 10 febbraio 2004

La mia presentazione riguarderà:

Lo studio della cattura di mesoni μ^- in He^4

Lo studio di questo processo fu fatto usando la camera ad Elio della sezione di Roma dell'INFN e quindi la prima parte della mia presentazione sarà una rapida storia e descrizione di questa camera.

Questa camera ad elio e la camera nazionale ad idrogeno furono le sole camere fredde costruite in Italia.

La camera a bolle ad elio

La costruzione di una camera a bolle ad Elio fu proposta da Romano Bizzarri, Enrico Di Capua e Giancarlo Moneti nel 1956.

Il progetto prese corpo negli anni successivi con il continuo incoraggiamento di Edoardo Amaldi.

La costruzione ebbe luogo presso i Laboratori Nazionali di Frascati e fu terminata nel 1959.

Caratteristiche tecniche:

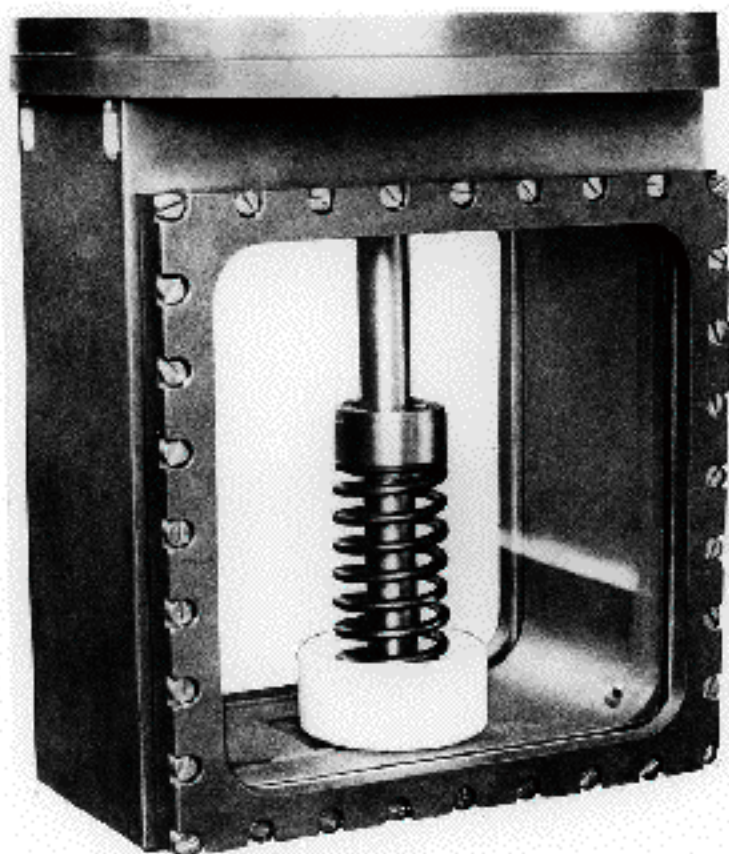
temperatura di funzionamento 3.5-3.8°K

volume sensibile 4.2 litri (massima dimensione nel mondo)

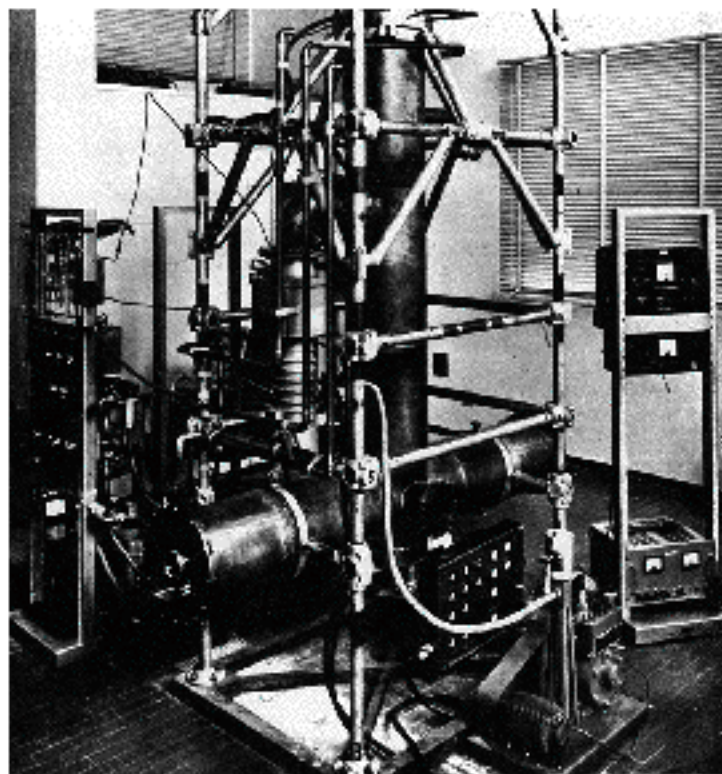
ciclo di ripetizione 1 hertz

Consumo di elio liquido 2 l/h

Dopo un technical run all'elettrosincrotrone di Frascati la camera fu trasportata al CERN dove nel 1960 fu esposta al fascio di mesoni μ .



Il corpo della camera.
La camera è stata fotografata
con il pistone di espansione
appoggiato sul fondo.



Una visione
di insieme
nei laboratori
di Frascati.



Una foto di
tracce
nella camera.

A FOUR LITERS LIQUID HELIUM BUBBLE CHAMBER

E. DI CAPUA, U. DORE, G. C. GIALANELLA, P. GUIDONI, I. LAAKSO*

Istituto di Fisica dell'Università - Roma Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Roma

and

G. C. MONETI

Istituto di Fisica dell'Università - Roma Laboratori Nazionali del C.N.E.N. - Frascati

Received 4 December 1961

A helium chamber is described which has a useful volume of 4.2 liters. The chamber can be operated at 1 expansion per second in a magnetic field of 17 kgauss. The static liquid helium

consumption is 1.6 lt/h; the dynamic consumption is 4.3×10^{-4} lt per expansion. The variation with temperature of the sensitivity to minimum ionizing particles is shown.

Frontespizio del lavoro che descrive le caratteristiche tecniche della camera.

Tra gli autori voglio ricordare con affetto **ILKKA LAAKSO** prematuramente scomparso e il cui contributo alla costruzione fu di primo ordine.

Voglio ancora ricordare il contributo essenziale dato dai tecnici **A. Della Ciana, M. Camerini e F. Cerquitella.**

La cattura μ

Un mesone μ^- portato a riposo in un materiale entra nell'orbita di un atomo formando un atomo mesico.

A questo punto sono possibili due processi:

A) Decadimento $\mu^- \rightarrow e \nu_{\mu} \nu_e$

B) Cattura nucleare $\mu^- + p \rightarrow n + \nu_{\mu}$

La probabilità di cattura dipenderà dalle dimensioni del nucleo e dal numero di protoni in esso contenuto.

Ci si aspetta quindi che la probabilità di cattura cresca rapidamente collo zeta del nucleo.

Per $Z=10$ i due processi sono equiprobabili.

Per bassi zeta la probabilità di cattura è molto piccola rispetto alla probabilità di decadimento.

Per l' He^4 ci si aspetta circa un fattore mille in favore del decadimento. Al momento dell'esperimento c'era però un esperimento che misurava una probabilità di un fattore 4 rispetto alle aspettative teoriche.

L'esperimento

a) Il fascio

Fascio di mesoni μ dal sincrociclotrone del CERN

b) Il rivelatore

La camera ad elio

I mesoni venivano portati ad arrestarsi al centro della camera.

Venivano fermati 8 muoni/foto.

Si trattava di ottenere direttamente il rapporto

$\Lambda(\text{cattura}) / \Lambda(\text{decadimento})$ mediante la misura del rapporto tra i numeri di:

- 1) arresti di mesoni senza emissione di elettroni
- 2) arresti di mesoni con emissione di elettroni

Il film ripreso fu analizzato nel laboratorio di analisi fotogrammi della sezione di Roma.

Risultati dello scanning:

eventi di decadimento 123 k

possibili eventi di cattura 309

Fu eseguito un doppio scanning ($\epsilon=97\%$).

Il conteggio degli elettroni fu ottenuto per campionamento.

Prima di dare però il rapporto $\Lambda(\text{cattura})/\Lambda(\text{decadimento})$ bisognava misurare i fondi dovuti a catture nucleari di π^- di contaminazione del fascio.

Altre origini di fondi davano un contributo trascurabile.

Tra questi bisogna ricordare l'arresto di protoni di bassa energia prodotti nel materiale a monte della camera. Questo effetto fu studiato sperimentalmente mediante misure di scattering multiplo e trovato trascurabile.

Cattura di π^- in He^4

Nel 20% dei casi i mesoni π negativi catturati producono un trizio nello stato finale secondo la reazione



Il trizio è monocromatico e produce un traccia di 27 mm in elio liquido.

Misurata la probabilità di questo processo con un fascio di π^- , il contributo degli eventi dovuti a cattura può essere sottratto.

La figura mostra lo spettro di range dei rinculi ottenuto con un fascio di π^- :

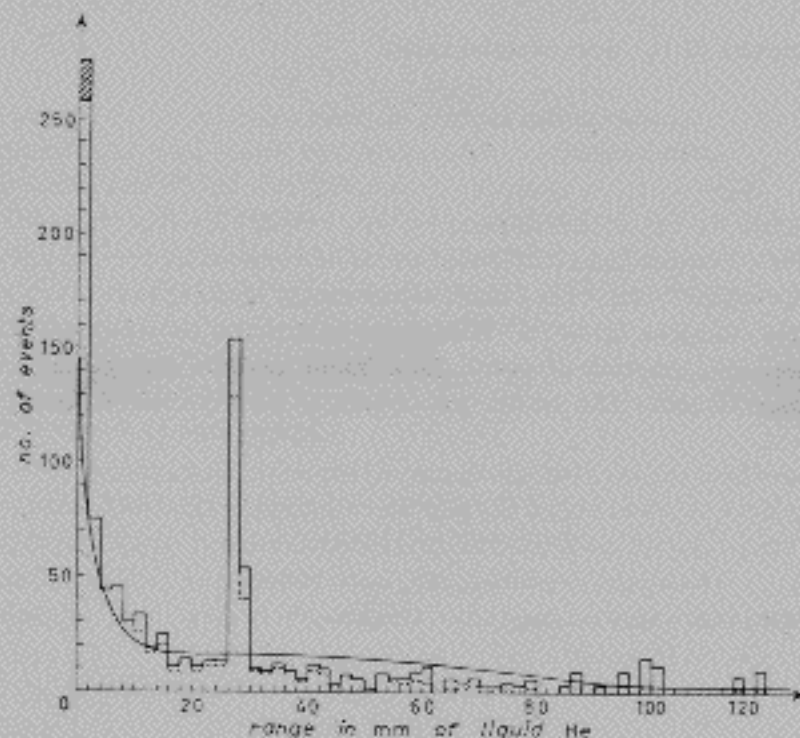


Fig. 4. - Range spectrum of events from pion exposure. The weighted spectrum (full

Distribuzione
dei rinculi
nella Cattura di π
tutta la massa
del π va in energia dei
frammenti nucleari.
Nella cattura μ
gran parte della massa
va in energia del
neutrino.

Risultati finali

decadimenti	123 k
eventi senza elettrone di decadimento	309
fondo di cattura π	216
eventi di cattura μ	93

Eventi di decadimento

da cui $\Lambda(\text{cattura})/\Lambda(\text{decadimento})=0.76 \cdot 10^{-3}$

da cui usando il ben noto valore di $\Lambda(\text{decadimento})$

$$\Lambda(\text{cattura})=343 \pm 72 \text{ s}^{-1}$$

Questo valore è in buon accordo con le previsioni teoriche e con un analogo risultato sperimentale (M. Block Conf di Siena 1963).

R. BIZZARRI, *et al.*
16 Settembre 1964
Il Nuovo Cimento
Serie X, Vol. 33, pag. 1497-1508

Experimental Determination of the Total Capture Rate of Negative Muons in ${}^4\text{He}$.

R. BIZZARRI, E. DI CAPUA, U. DORE,
G. GIALANELLA, P. GUIDONI and I. LAAKSO (*)

Istituto di Fisica dell'Università - Roma
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare - Sezione di Roma

(ricevuto il 25 Marzo 1964)

Summary. — The total rate for nuclear capture of negative muons in ${}^4\text{He}$ has been measured in the Rome University liquid-helium bubble chamber. A rate of $(336 \pm 75) \text{ s}^{-1}$ is obtained in agreement with the theoretical predictions. The nuclear recoil spectrum from 903 captures of negative pions is also given.

Questo è il frontespizio del lavoro finale
sulla cattura del μ , pubblicato nel 1964.

Risultati preliminari erano stati presentati
alla conferenza di Siena del 1963.

EPILOGO

Durante la progettazione e costruzione della camera molti possibili esperimenti fossero stati progettati sfruttando le proprietà dell'elio,
ad esempio:

- A) produzione di iperframmenti nella cattura di mesoni K-
- B) Misura della polarizzazione del protone di rinculo nella fotoproduzione di mesoni π greco.

Ma questi progetti non ebbero seguito.

Con il lavoro precedente così terminava il progetto 'Camera ad elio'.

Era durato meno di dieci anni ed io che ci ho partecipato penso che sia stata, tutto sommato, una esperienza positiva.