

Deep River, 8 Maggio 1947

Caro Gian Carlo,

è ormai certo che sarò qui verso la metà di giugno e più tardi, quindi ti rinnovo l'invito a venire a Deep River (con costume da bagno), se vai al meeting di Montreal.

Sono poi arrivati, da un pezzo, i tuoi due lavori per il Phys. Rev. e li ho già dati a Clayton. Sono troppo elevati per me, ma ho, credo, ricavato il succo dal secondo. Grazie.

In occasione di seminari che ho voluto dare per avere una scusa per imparare un po' di raggi cosmici, ho avuto occasione di studiare per la prima volta un po' seriamente questo argomento. Ho studiato i vari vostri lavori italiani, il libro di Heisenberg che mi pare straordinariamente bello e chiaro, e un mucchio di altra roba. Il risultato è che 1) mi sono arrapato, come dicono a Roma, per i raggi cosmici e 2) ti attacco il seguente bottone e ti chiedo di dirmi senza complimenti se tutte le cose che seguono sono fregnacce.

Partendo dall'ipotesi che le esperienze recenti di Pancini, Piccioni e Conversi siano corrette (i mesotroni negativi hanno il tempo di disintegrarsi con emissione di elettroni quando sono fermati in elementi leggeri) e che non ci sia meccanismo che impedisca al mesotrone di avvicinarsi al nucleo in un tempo brevissimo, secondo il lavoro di Fermi, Weisscopf e Teller, si arriva al risultato che la probabilità di cattura del mesotrone dai nuclei è molto meno probabile (per un fattore di oltre  $10^{10}$ ) di quanto qualunque teoria basata sulle particelle di Yukawa richieda (Fermi etc, Wheeler). Le conseguenze sono:

1) L'interazione tra nucleoni e mesotroni è così debole ~~che~~ (d'ora in poi quando dirò mesotroni intenderò mesotroni carichi) che le forze risultanti dallo scambio di mesotroni sono del tutto insufficienti a ~~spiegare~~ rendere conto delle forze nucleari, proprio come le forze derivanti dalla trasformazione di neutrone in protone con emissione di elettrone e neutrino erano insufficienti nella preYukawa teoria dei raggi beta di Fermi. E' da notarsi che la probabilità sperimentale di cattura di un mesotrone da un nucleo è dell'ordine della probabilità di un ordinario processo di cattura  $\bar{K}$  (tenuto conto dell'energia e della differenza del volume dell'anello K e dell'orbita mesotronica più profonda). Similmente l'emissione di mesotroni prodotta da bombardamento di raggi gamma, che si può calcolare dall'esperienza di Piccioni etc, ha una probabilità dell'ordine della probabilità di indurre un processo beta con raggi gamma. E così via; se ne deduce una similarità tra processi beta e processi ~~che concernono~~ <sup>di</sup> l'assorbimento e di emissione di mesotroni, che, assumendo che non si tratti di una coincidenza, sembra di carattere fondamentale.

2) Una conseguenza immediata di quanto sopra è che l'interpretazione usuale del processo beta in due steps a) emissione di mesotrone in uno stato virtuale (processo "probabile") eb) disintegrazione del mesotrone con emissione di elettrone e neutrino (processo "improbabile"), perde ogni significato. Infatti il processo a) diventa così raro, che il processo beta interpretato come sopra diventerebbe troppo improbabile. Ne segue che il mesotrone non è più "The Particle" responsabile per il processo beta, ma piuttosto è un'entità instabile, come si sa dall'esperienza, su cui mi diletterò a dire alcune fregnacce speculative fra un momento. Per il momento mi sembra si possa dire che i processi beta nucleari si possano descrivere secondo la teoria dei raggi beta di Fermi, senza fare intervenire il mesotrone, e si deve riconoscere che le forze tra nucleoni che derivano dall'interazione "campo di Fermi", sono debolissime, cosicché le forze nucleari sono dovute a qualche altro tipo di interazione (mesoni neutri, o altro, ma non mesoni carichi).

3) Una volta che il mesotrone non è più la Particella col p maiuscolo, per quel che si riferisce ai processi beta nucleari, c'è da domandarsi quanto giustificata sia l'ipotesi che la sua instabilità sia un processo beta, i.e. ~~XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX~~ che il mesotrone sia un "radioelemento" come tanti altri. Mi sembra allora che ci siano due alternative a) il mesotrone ha spin intero, nel qual caso la sua instabilità è un processo beta (emissione di un elettrone e di un neutrino) b) il mesotrone ha spin half integer, nel qual caso la sua instabilità non ha niente a che fare col processo beta, non involve un neutrino, e deve descriversi in altro modo; Tanto per dire qualcosa, diciamo che il mesotrone si disintegra con emissione di elettrone e di un fotone, <sup>oppure</sup> ~~con emissione di elettrone e neutrino con spin 0.~~ ~~non vede come un processo del genere possa avere una probabilità~~ ~~così piccola come 10<sup>-10</sup> ecc.~~ . Comunque si può fare un'esperienza abbastanza facile per vedere se l'elettrone di disintegrazione del mesotrone è accompagnato da un'altra radiazione capace di essere rilevata in un contatore. L'esperienza potrebbe consistere per es nel contare le coincidenze alla Rasetti, ritardate fra  $\pi$  1 e 10 microsecondi, tra l'evento che costituisce l'arrivo del mesotrone nell'assorbitore e il passaggio dell'elettrone di disintegrazione in un contatore. Il sistema di contatori che rivela gli elettroni di disintegrazione ritardati, però, è questa volta tale da permettere di osservare se l'elettrone è accompagnato da raggi gamma, per es.: misura di coincidenze "istantanee" tra elettrone e fotone di disintegrazione ritardate sull'evento che costituisce <sup>l'entrata</sup> ~~XXXXXXXXXXXX~~ del mesone nell'assorbitore. La cosa non è difficile perché un raggio gamma di 50 MeV si può rivelare con efficienza assai buona. Non mi consta che nessuno abbia fatto tale esperienza e mi faresti piacere a dirmi se tu credi che è assolutamente fatica sprecata, perché se no la farei volentieri qui.

Ho visto che Williams, Wick e altri, Ferretti hanno studiato il problema del rapporto tra il numero di mesoni al numero di decay electrons in equilibrio, e che dalle vostre

considerazioni uno può ottenere in linea di principio la frazione dell'energia di un mesotrone che si disintegra che va in radiazioni ionizzanti, e concludere quindi se il neutrino è emesso oppure no: mi pare però che le varie incertezze che entrano in tale calcolo impediscano di risolvere definitivamente il problema ora come ora. *Inoltre nel processo di assorbimento potrebbe essere emessi un elettrone e una particella neutra di spin 0 come un fotone.*

4) Se il mesotrone ha spin half integer, i processi di assorbimento e emissione di mesotrone dai nuclei sarebbero accompagnati da emissione di neutrini. Il mesotrone è allora una specie di isomero dell'elettrone; il fatto che ci sono i mesotrone fra i raggi cosmici sarebbe dovuto ~~ai fatti~~ alla produzione di coppie di mesotrone, così come la produzione di coppie di elettroni positivo e negativo è probabile, mentre la produzione di raggi beta è improbabile.

*certo*

5) C'è un'altra cosa che vorrei spiegare e questo che sto per dire è la palla più grossa di tutte; Mesotrone si disintegra o interagiscono con i nuclei con probabilità non troppo differenti, quando sono vicini ai nuclei. Un tipo di interazione nucleare che era stato postulato spesso è stato osservato recentemente in placche da Perkins (Nature), Powell e Occhialini (Nature) e da autori russi (N.Y Times !), ed è la produzione di stars. Ora guardando la bibliografia su lavori con camera di Wilson si vede che ci sono alcune foto, (direi 4 almeno, trascurando le dubbie), in cui un mesotrone si ferma nel gas e non si vede che succeda niente. Se si fosse generata una stella si sarebbe vista quasi certamente, e, d'altra parte l'emissione di un raggio gamma è molto improbabile on general grounds da un nucleo eccitato a 100 MeV. Si deve concludere che c'è un processo con probabilità dell'ordine o più grande <sup>di quello</sup> dell'assorbimento con produzione di una star, che non si vede nella camera di Wilson. Questo deve essere un processo in cui non si forma un nucleo in uno stato molto eccitato. Pare a me che questo processo sia molto naturale: consiste nell'assorbimento del mesone negativo con emissione di un neutrino di grande energia (100 MeV), con il conseguente risultato che il nucleo Z-1 non è prodotto in uno stato di grande eccitazione: che non si osservi il rinculo del neutrino è molto ~~non~~ facile a spiegarsi, specialmente se si considera che l'assorbimento del mesotrone avviene a una certa distanza dalla fine della traccia del mesotrone (del resto tale rinculo forse potrebbe osservarsi, in azoto è dell'ordine di 300000 eV, e non ho osservato abbastanza bene le foto per decidere che non si vede con certezza). Da considerazioni di analogia con processi beta invertiti, mi pare che il processo di assorbimento che porta al nucleo Z-1 non eccitato dovrebbe essere più probabile di quello che porta al nucleo Z-1 molto eccitato (star), nonostante la enorme densità di livelli nel secondo caso. La ragione fisica è che la probabilità di assorbimento <sup>cresce</sup> ~~si aumenta~~ probabilmente con una elevata potenza dell'energia del neutrino emesso, coeteris paribus, e d'altra parte, l'aumento della densità di livelli con la eccitazione, che a prima vista sembra favorire il secondo caso, è compensato dalla diminuzione dell'elemento di matrice per in media

transizioni a livelli eccitati. E con questo ho finito il bottone (quasi). In sostanza te lo ho attaccato perché volevo schiarirmi le idee(1) e qui non c'è nessun fisico teorico che possa aiutarmi.

Qui ora io ho un mucchio da fare e parecchi esperimenti in ballo, alcuni in progetto altri più o meno avanzati. Il guaio è che ho poco tempo proprio per le cose che mi interessano di più. Credo però che entro uno o due mesi la situazione migliorerà in questo senso.

A proposito, tu che sei uno specialista in ionizzazioni potresti aiutarmi col seguente problema: quale è il range in He (elio) di un protone di 500 eV? e quanta <sup>paia</sup> ~~paia~~ di ioni produrrà in tutto? se produce più di 5 <sup>paia</sup> ~~paia~~ di ioni, potremmo fare qui una esperienza tostissima, ma ho paura che un protone di 500 eV ionizzi pochissimo. E una quantità molto difficile a misurare, e mi faresti un grandissimo piacere se potessi azzardare un guess. L'esperienza è una storia troppo lunga a raccontare ~~storia~~ e te la racconterò, se mi puoi guess quanto ti ho chiesto sopra, in una lettera spero meno noiosa della presente.

Ricordati che se venivi a Montreal vi prometto belle passeggiate in auto nelle Laurentides, una catena di colline, con Caythi etc. assai bella; Deep River, d'oltre poote, è bello d'estate.

Hai notizie di Amaldi? Ho ricevuto una lunga lettera di Bernardini, che per il momento pare stia in Italia. Forse una spedizione estiva, quest'estate, in montagna, e si affetterà di avere illustri visitors (Pauli, Heisenberg, Rossi, Feyn).

Tanti saluti affettuosi da Bruno.

P.S1) Io non so nulla di Franco. Tu ne sai nulla?

P.S2) Sai mica dirmi se i ragazzi di Roma hanno misurato, separatamente, la vita media di mesoni negativi a riposo, in elementi leggeri. Dovrebbe apparire come più breve di quella per mesoni positivi, naturalmente, e diversa in diversi elementi, ~~naturalmente~~ a causa della assorbimento nucleare.