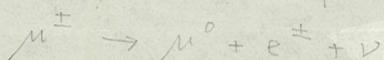


Mesons and Nucleons. O. Klein, Nature, 161, 897 (1948)
Institute för Mechanik och Matematisk Fysik
Stockholms Högskolas.

私は π メソンと nucleon について現在の知識を説明する為の合理的な
假説をば 注意したいと思う。この知識には Bristol group の実験も
含れる。その主な假説を下に述べよう。記号は Bristol group の
ものによる。

(1) 普通の cosmic π メソン (μ -メソン) は 中性のものも含めて, Fermi
統計に従う spin $\frac{1}{2}$ の粒子である。

~~荷電~~ 荷電 π メソンの decay は true β -process である。即ち



(2) π メソンの内の 相互作用は Yukawa 場を通じて行われる。
 π, ρ, ω の 荷電, Bose 統計, 整数スピン, 質量は 200 の order,
この種の場の粒子は 荷電をわつものだから, pair type の
相互作用が中心になる。これらの場の粒子の名前を
electro photon

と名付けておく。メソンという名は cosmic π メソンの為に行存したい。
 π メソンの一部は此の electro photon である。そしてこれは
penetrating shower の中に含まれる。

(3) π メソンは ρ と ω と mass の大きい π メソン粒子は 上の type の
場との相互作用に 基づいて支えられた π メソンの metastable な
compound state である。更に working hypothesis として
nucleon 自身も π メソンの stable な compound system である
と假定する。

この假説をもとに これに有利な事実と困難とについて述べよう。
先づ第一に any relativistic theory の有名な feature に出会う。即ち
構成要素の粒子のコンプトン波長以下の大きさの Compound system をつく
るということは total 困難である。現在の問題で このコンプトン波長は
核力の range の order である。N. Hu は この困難は s-state が最も大き
く p-d- ではそれ以下だといっている。このことから stable な compound
state は system は s-state に一コしか粒子を有さない と考えられる。
(s-state に二コ粒子があると、それらが相対論的場での強くなる。場の強さが非常に増大する。) 又 ⁽⁻¹⁾角運動量をもつ状態には一粒子当り
の binding energy が出来る丈高くなる ことが必要と考えられる。
相互作用について もっと詳しくのべずに 粒子の消散をいうのは困難
だが、17コの中性中間子から 中性子は 成立つ と仮定してみる。

この 17コは	s	---	1
	p	---	6
	d	---	10
			17

勿論 角運動量について 粒子をべつべつに分類しえるのは Hartree の
近似にもとづいて。しかし この場合は γ 近似と考えては
非常に これらの粒子の Kinetic Energy は高い。 $(\frac{h}{mc})^3$ の order の
体積の中にどぎ込められているから。この高い K.E を丁度するには
核力よりも遙に強い力を必要とする。併し 大抵の核力の理論で
は、核力の range の order の距離から中では 'cut off' をやるから
① 我々の場合にも 相互作用定数 g を特に高くしないで cut off を
violent でなくすれば"よい。

中性中間子の質量を m_ν とする,
 m_e は電子の rest mass,
 $m_\nu =$
 $m_\mu = 220 m_e$
 $m_\pi = 365 m_e$

$m_\nu = 120 m_e$,
 この値は Bristol の work から来た。

とすると $\pi \rightarrow \mu + \nu$
 して μ が 4.4 MeV をもち $m_\pi/m_\mu = 1.66$
 がうまく合う。

さて、中性子に π は
 ① $17 \times 120 m_e \rightarrow 1839 \sim 100 \text{ MeV}$

17
120
340
17
2040
1839
201

この Binding energy of Meson は Berkeley の実験
 に矛盾しない。

この仮定では 普通の π の decay は いわば すべての β -process
 の prototype になるから、
 $\tau = 2 \times 10^{-6} \text{ sec}$
 energy $\sim 100 \text{ m.e.v.}^2$

と普通の β -decay から推定される値とが 良く一致する必要がある。

$F(\epsilon) \dots$ Fermi function,
 $\sim \epsilon^5/50,$

② $\tau F(\epsilon) \sim 667$.
 これは大抵よい程度である。

$\epsilon = 100$ は π decay の キリバコ 実験の data と合う。
 (この考えは J. Blaton の π メソンを μ^0 と μ^\pm から成る compound system)
 であるといふのと 一致する。この場合には μ^0, μ^\pm は Bose の
 Fermitype, (electron-neutrino pair) の force で結ばれると考え。
 又 π の life-time に相当する相互作用の定数は Fermi の original)
 theory のそれに一致する。Konopinski 4)

陽子をば 17コのメソンからできている。かつ charge は 1 とする、
Yukawa 場との 強い相互作用 によって この charge は 個々のメソン
に属するのではなくて 全陽子系に属する。 非荷電メソンは
中性メソンより 約 100 me 重い。 (このことと 中性子の 質量が
陽子の 質量より 1.5 me 重いこと、 <sup>(これを 消すには どうすればよいが、
どう関係させるか)?)</sup>

その説明は、 一コの electrophoton の交換による 相互作用が
unlike particle の間の相互作用であり、これが like particles
の場合の pair interaction に 附加されるものと 考える。
この相互作用の 常数 g をば、今内題の mass の差を 消すに
する ようにとる。すると electronic charge e の 合理的な
値が これから 導かれることを 示そう。

核子の 大きさ ^{向きの} は 力の range またはそれ以下であろうから、

この effect を 各の charge が electric charge が g である N コの
粒子より成る球のポテンシャル エネルギーが $-g$ の electric charge の
一コの粒子を 附加することによって どれを減するかを 評価しよう。

この 値は

$$\frac{3}{5} \frac{2N+1}{a} g^2,$$

a は この球の radius とする、 $N=16$, とすれば

$$\frac{3}{5} \frac{33g^2}{a} \approx 100 m_e c^2 = 100 \frac{e^2}{a_0}$$

a_0 は electron radius, $\therefore g^2 \approx 5 \frac{a}{a_0} e^2$. 原子核の size として $1.2 \times 10^{-13} \text{ cm}$
(upper limit)

$$a_0 = 2.8 \times 10^{-13} \text{ cm}, \quad \therefore \boxed{g^2 \lesssim 2 e^2}$$

コシカ
イオン

メソンと electrophoton の、核による capture は ことなる、
electro photon は 大抵 Yukawa の original の idea に よつて
ける。 但し nucleon の代りに メソンが electrophoton を
吸収する役をする。 他方 メソンは K-capture の
ふうにして吸収される²⁾ ~~又は~~ 中性中間子と neutrino pair
を emit して、か又は Dirac type の annihilation process
による。 B. Bruno は かなりの確率をもつという、

electro-photon については これは nucleon に対する Yukawa particle と同じ
関係をもつとする。 electro-photon の 出きるのは Bremsstrahlung
例えば 速い nucleon 又は μ 子の ショートツによる。又 μ 子は この
electro-photon によって pair になって 創成される。これは penetrating
shower の中で 一役を演じる。 他方 早い粒子と 核の中の ショートツ
は 核子の 破壊を来す。 それによって π - μ 子の ような metastable
compound system が 作られるかもしれない。 この process において
+ 粒子が 過剰になる。 勿論 electro photon と μ 子の つよい 相互作用に
よって - 粒子も できようか。 併し、+ μ 子と - μ 子 は e^+ と e^- の
ように rest mass energy の 二倍 位の energy gap によって 分離
される。 フリウの 中性子が proton と 又 かんげい が 深い ように。
中性中子には 二種類 かが 予想される。 一方は + μ 子 又は 他方
- μ 子 又は かんげい する。 これらは スピオン にかんして 反対の sense
の magnetic moments を 夫々 もつと 思われる。

核子内の 相互作用については 核子の 自然な radius が 入る 為 多少
補正を要する。 即ち 核子内は 10^{-13}cm での 強い 斥力 が 働く。

これは 散乱問題 に 言いまよう ともつと 又 核力の 飽和の問題 にも 言いま
うする。 又 核子が 17 の 粒子の compound system であるとすれば
核子内の 力の 相互作用力の 強さは μ 子場よりも かなり fundamental で
なくなる。 β -decay の 湯川理論は electro-photon と interact する
 μ 子にも apply できようから、 electro-photon の life は μ 子の life より
ずっと 短くなる。 そこで electro-photon の みつからぬ 理由が 説明できる。
又 cosmic μ 子 の mass の ちる のも $>$ に 原因をもつともいえる。

核力の場と電磁場と重力場の相対論的場のリソンの一般化と考える

読みによつて μ_c : charged Dirac particle の mass
 μ_n : それに対する neutral particle

$$\mu_c = \sqrt{\mu_n^2 + \mu^2}$$

3.
 μ を electro photon の mass とする。この式は 電子の mass に対する self-energy の effect を 示している。又 μ_c と μ_n に対する上の他から $\mu \sim 185 m_e$ である。

この理論によると核子をつくつたり、又それをいくらかこわしたりすることは核をつくつたりこわしたりするのに必要な条件より宇宙のわかつている部分で行われる条件がちがうよりもつとちがつて条件をゆ界としよう。例えば核子を μ ソンに 壊してど分割するには少なくとも $kT \sim 100 \text{ MeV}$ 必要である。この温度では、 μ ソン pairs の mass density は 普通の Fermi 分布式から計算すると原子核の内部における値に近づくであろう。

最後に μ ソンと electro photon の間の強い相互作用を 仮定すると 及び力の range と比肩しえる コンプトン波長の大いさを仮定すること は 我々が 個々の粒子から成る系について 言及し得る程度に いることになる事を 強調したい。しかしこのことは α priori に 我々の 仮定を かわるものではない。

註、上の論文をかいた後には σ ヌソンの mass $\sim 300 m_e$ くらいのことか判った。
 (Berkeley) これか star をつくり又 これか 核からでてくるから
 真の Yukawa particle 又は electro photon である。 σ と π が
 ほぼ同じなら 上の note の 変更は必要だ。 これは又後にのべよう。

反対!

$$m_\sigma < m_\nu + m_\mu$$

|
neutral meson

$$m_\pi > m_\nu + m_\mu \text{ の筈 と思う。}$$

例えば ~~$m_\pi > m_\nu + m_\mu$~~
 $m_\pi > 340 m_e > m_\mu$.

と思う。これは現在の exp に矛盾しない。

σ ヌソンは μ ヌソンの pair を spontaneous にばつくりたい。
 核の中の場の中なら エネルギー が許す限り可能だ。
 (Berkeley condition の通り)。 かりして Berkeley で μ ヌソンの
 多数にできた説明ができる。 この条件で 最も起り
 易いのは σ ヌソンの Bremsstrahlung にある 余りまであるから。
 π -decay の observed case は nucleons の break-up で
 あり、その energy quanta は (collision time に 対して)
 nucleon の 結合エネルギー (assumed) と同じ order であるから
 決り互できる 程度の カツリツさをもつ。

以上で π の 同等 π ヌソンや nucleon の 構造についての 仮定は別として、

$$\mu \text{ ヌソンは } \pi/2, \text{ ordinary } \beta\text{-decay を 成す。}$$

ということは、no. 10 の rel. fd. theory の σ ヌソン theory の
 (上の note の 基本の考えとして ~~良略~~ 本稿) 協同の問題にも 大きい けいをもつ と思う。 この故に

electro-photon の mass については 早に order 丈しか この
 note では いみをもてない と考えて頂きたい。

1. Leprince-Ringuet, L., and L'Heritier, M., J. Phys. Radium (8) 7, 66, 69 (46)
2. Rochester, G.D., and Butler, C.C., Nature, 160, 855 (1947)
3. Weisskopf, V., P. R. 72, 155 (47), Pontecorvo, B., P. R. 72, 246 (1947)
4. Klein, O., Ark. and Mat. Ast. O. Pys., 34A, No. 1. (46)
5. Konopinski, R.M. P. 15, 207 (1943)