

① Opérateurs isospin

$$[H_F, I] = 0$$

$$[H_F, I_3] = 0$$

charge conservée $[H_F, Q]$

$$[H_F, Q] = 0$$

$$\text{et } Q = I_3 + \frac{Y}{2} \quad Y = B + S + E + B +$$

et comme Y est conservée.

I_3 est conservé par EM.

→ $[H_F, I_3] = 0$ (mais a priori non)

$[H_F, I] \neq 0$ car sinon l'interaction EM aurait conservé I, et ce n'est pas le cas.

② isospin en physique nucléaire

1) à 2 particules $I = \frac{1}{2} \otimes \frac{1}{2} = 0 \oplus 1$

à 3 ——— $\frac{1}{2} \otimes \frac{1}{2} \otimes \frac{1}{2} = (0 \otimes \frac{1}{2}) \oplus (1 \otimes \frac{1}{2}) = \frac{1}{2} \oplus (\frac{1}{2} \oplus \frac{3}{2}) \rightarrow \frac{1}{2} \text{ ou } \frac{3}{2}$

4 ——— 0 ou 1 ou 2

A nucléons

A pair : $I = 0 \rightarrow \frac{A}{2}$

A impair : $I = \frac{1}{2} \rightarrow \frac{A}{2}$

$$I_3 = \frac{Z-N}{2} \quad (I_3 \leq I)$$

2) Deuteron = $|np\rangle = |D\rangle$

$I = 0$ ou 1 à priori

$|D\rangle = |00\rangle$ ou $|10\rangle$

$|nn\rangle = |1-1\rangle$ $|pp\rangle = |1,1\rangle \rightarrow$ ce cas n'existe pas donc

$|D\rangle = |00\rangle$

3) 4 nucléons $\Rightarrow I = 0, 1, 2$

	${}^4_0\text{n}$	${}^4_1\text{H}$	${}^4_2\text{He}$	${}^4_3\text{Li}$	${}^4_4\text{Be}$
I_3	-2	-1	0	1	2
I à priori	2	2, 1	2, 1, 0	1, 2	2

si ${}^4_0\text{n} \nrightarrow {}^4_4\text{Be} \nrightarrow$

si ${}^4_3\text{Li} \nrightarrow {}^4_0\text{n}, {}^4_1\text{H}, {}^4_2\text{He} \nrightarrow$

$\hookrightarrow {}^4_2\text{He} = |00\rangle$

$$4) \begin{pmatrix} 13 \\ 6 \end{pmatrix} C = |0, 0\rangle$$

$$1^{14} N = |0, \frac{1}{2}\rangle$$

③ Isospin en physique des particules

$$\sigma_{i \rightarrow f}^{IF} \propto |\langle f | H | i \rangle|^2$$

Dans l'espace d'isospin (I, I_3) , $\sigma_{i \rightarrow f}^{IF} \propto |f_I|^2 \equiv |\langle I, M_H | I, M \rangle|^2$

1) $p \rightarrow \pi\pi$

$$I(p) = 1 \quad I(\pi) = 1 \quad I_3(\pi^+, \pi^0, \pi^-) = 1, 0, -1$$

$$I_3^{(i)} = 0 ; I_3^{(f)} = 0$$

$$I^{(i)} = 1 ; I^{(f)} = 0, 1, 2 \Rightarrow 1 \text{ OK}$$

$$|\pi^+ \pi^-\rangle = |1, +1\rangle \otimes |1, -1\rangle = |1, 1; 1, -1\rangle$$

$$= \frac{1}{\sqrt{6}} |2, 0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}} |1, 0\rangle + \frac{1}{\sqrt{3}} |0, 0\rangle$$

$$|\pi^0, \pi^0\rangle = |1, 0\rangle \otimes |1, 0\rangle = |1, 1; 0, 0\rangle$$

$$= \sqrt{\frac{2}{3}} |2, 0\rangle + 0 |1, 0\rangle - \frac{1}{\sqrt{3}} |0, 0\rangle$$

Or l'hamiltonien ne connecte que 2 états identiques. Et comme

$$\langle 1, 0 | \pi^0, \pi^0 \rangle = 0 \rightarrow \varepsilon \text{ ne marche pas.}$$

2) $K^- p \rightarrow \Sigma^0 \pi^0$ (1)

$K^- p \rightarrow \Sigma^+ \pi^-$ (2)

*) $|p\rangle = |\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\rangle$ $|K^-\rangle = |\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\rangle$
↑ ↑
 $I=0$ $\frac{1}{2} - \frac{1}{2}$

*) Σ 3 états $|\Sigma^0\rangle = |1, 0\rangle$ $|\Sigma^+\rangle = |1, 1\rangle$

*) π ——— $|\pi^0\rangle = |1, 0\rangle$ $|\pi^-\rangle = |1, -1\rangle$

$$|K^- p\rangle = |\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\rangle \otimes |\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\rangle = \text{ouais } I_3 = 0$$

$$|\Sigma^0 \pi^0\rangle = |1, 0\rangle \otimes |1, 0\rangle \text{ ouais ouais } I_3 = 0$$

idem (2)

Ce processus passe par $I=0$ ou $I=1$ par conservation de l'isospin.

3) $|K^- p\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}} (|1, 0\rangle - |0, 0\rangle)$

$$|\Sigma^0 \pi^0\rangle = \sqrt{\frac{2}{3}} |2, 0\rangle + 0 |1, 0\rangle - \frac{1}{\sqrt{3}} |0, 0\rangle$$

$$|\Sigma^+ \pi^- \rangle = \frac{1}{\sqrt{6}} |2, 0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}} |1, 0\rangle + \frac{1}{\sqrt{3}} |0, 0\rangle$$

⇓

(1) $I=0$ uniquement

(2) $I=0$ ou 1

$$\sigma_1 \propto \left| \frac{1}{\sqrt{6}} \langle 00 | H_F | 00 \rangle \right|^2$$

$$\propto \frac{1}{6} |f_0|^2$$

$$\sigma_4 \propto \left| \frac{1}{2} f_1 + \frac{1}{\sqrt{6}} f_0 \right|^2$$

si $I=1$ domine :

$$\sigma_1 \propto 0 \quad \sigma_2 \propto \frac{1}{4} |f_1|^2$$

si $I=0$ domine

$$\sigma_1 \propto \frac{1}{6} |f_0|^2 \quad \sigma_2 \propto \frac{1}{6} |f_0|^2 \rightarrow \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \approx 1$$

si on échange k et $p \rightarrow p_0$ dans l'écriture

$$\hookrightarrow \sigma_2 \propto \left| \frac{1}{2} \langle 10 | H_F | 10 \rangle + \frac{1}{\sqrt{6}} \langle 00 | H_F | 00 \rangle \right|^2$$

\parallel
 $-f_0 \rightarrow$ on retombe sur nos pieds.

4) Il s'agit de

$$\left. \begin{array}{l} \frac{I^+}{2} \\ \frac{I^-}{2} \end{array} \right\} I = \frac{3}{2} \rightarrow \text{état excité de } \Delta^{++}$$