Rozpad kaonu: Když čas běží jen jedním směrem

18.07.2001 - Moderní fyzika je lehce rozklížená podle náhledu na plynutí času. Zatímco kvantová a relativistická fyzika s trochou nadsázky čas vůbec neberou na vědomí, termodynamika je růstem entropie a nevratnými ději naopak posedlá. Přesto však v kvantovém světě existují i jednosměrné děje. Zatím jediným případem tohoto druhu (tedy proces, kdy je ve světě mikročástic narušena časová symetrie) je tzv. rozpad kaonu s dlouhou dobou života. Cronin a Fitch obdrželi za tento pokus Nobelovu cenu za fyziku za rok 1980.
Nejprve by bylo dobré uvést, že veškeré známé probíhající děje stojí na tzv. CPT symetrii; příslušný zákon vypracoval v roce 1955 Wolfgang Pauli. Jinak řečeno, pokud obrátíte hodnoty C, P a T, děj může opět proběhnout.

Přičemž:
C symetrie je změna znaménka elektrického náboje
P symetrie je inverze parity, tedy prostorové souřadnice se mění na své zrcadlové obrazy
T symetrie je obrácení směru času

U drtivé většiny jevů není poslední faktor vůbec zapotřebí, jevy jsou CP symetrické. Při rozpadu kaonu na záporný pion, pozitron a neutrino dojde však právě k porušení CP symetrie. Protože však CPT symetrie jako celek musí dále platit, vyplývá z pokusu, že při rozpadu kaonu musí dojít také k porušení T symetrie - časové. Proces je tedy nevratný a jako jediná z přeměn nemůže údajně probíhat oběma směry.
Protože díky další symetrii, tentokrát přes konstantu neurčitosti, je čas svázán s energií, znamená narušení časové symetrie také narušení symetrie ve vztahu k energii. Jinak řečeno, na mikroúrovni tedy nemusí za všech okolností platit ani takový postulát, jakým je zákon zachování energie.
Pavel Houser

.-.-.-.-.-.-.-.-.-.
Literatura popisuje rozpad kaonu plus na pí plus $K^+ = \pi^+ + \nu_e + \nu_e^-$ třemi způsoby.
Ve všech třech případech se v kaonu $K^+\{s^-u\}$ kvark $\underline{u}$ nezmění, mění se pouze kvark $\underline{s^-}$ na $\underline{d^-}$, tedy takto : (černými písmenky budou označeny vstupní a výstupní produkty)

a) $s^- \to W^+ + t^-$ (1.1)
$W^+ \to e^+ + \nu_e$
$t^- \to W^- + d^-$
$W^- + e^+ \to \nu_e^-$

b) $s^- \to W^+ + t^-$
$t^- \to Z^o + t^-$
$Z^o \to \nu_e + \nu_e^-$
$t^- + W^+ \to d^-$

c) $s^- \to W^+ + t^-$
$W^+ \to Z^o + W^+$ (1.3)

$$\mathrm{Z}^{o} \;\to\; \nu_e + \nu_e^-$$

$$t^- + \mathrm{W}^+ \;\to\; d^- \qquad (1.2)$$

Moje úvaha :

Něco není vpořádku mezi (1.1) a (1.2) i s (1.3)….vysvětlí mi to někdo ?

$$K^+ = \pi^+ + \nu_e + \nu_e^- \qquad \frac{x^2 . t^1}{x^2 . t^1} = \frac{x^1 . t^1}{x^1 . t^1} . \frac{x^0 . t^1}{x^0 . t^0} . \frac{x^0 . t^0}{x^0 . t^1} \qquad \begin{matrix} 3\ 3 \\ 3\ 3 \end{matrix}$$

- - - - - - - - - - - - - - - - - - -

a)

$$s^- \to \mathrm{W}^+ + t^- \qquad \frac{x^1 . t^{4/3}}{x^2 . t^{2/3}} = \frac{x^2 . t^2}{x^2 . t^2} . \frac{x^2 . t^{10/3}}{x^3 . t^{8/3}} \qquad \begin{matrix} 6\ 6 \\ 6\ 6 \end{matrix}$$

$$\mathrm{W}^+ \to e^+ + \nu_e \qquad \frac{x^2 . t^2}{x^2 . t^2} = \frac{x^2 . t^1}{x^2 . t^2} . \frac{x^0 . t^1}{x^0 . t^0} \qquad \begin{matrix} 4\ 4 \\ 4\ 4 \end{matrix}$$

$$t^- \to \mathrm{W}^- + d^- \qquad \frac{x^2 . t^{10/3}}{x^3 . t^{8/3}} = \frac{x^2 . t^1}{x^2 . t^1} . \frac{x^0 . t^{4/3}}{x^1 . t^{2/3}} \qquad \begin{matrix} 5\ 5 \\ 5\ 5 \end{matrix}$$

$$\mathrm{W}^- + e^+ \to \nu_e^- \qquad \frac{x^2. t^1}{x^2. t^1} . \frac{x^2. t^1}{x^2. t^2} = \frac{x^0. t^0}{x^0. t^1} \qquad \begin{matrix} 4\ 3 \\ 4\ 3 \end{matrix} \quad ?$$

b)

$$s^- \to \mathrm{W}^+ + t^- \qquad \frac{x^1 . t^{4/3}}{x^2 . t^{2/3}} = \frac{x^2 . t^2}{x^2 . t^2} . \frac{x^2 . t^{10/3}}{x^3 . t^{8/3}} \qquad \begin{matrix} 6\ 6 \\ 6\ 6 \end{matrix}$$

$$t^- \to \mathrm{Z}^{o} + t^- \qquad \frac{x^2 . t^{10/3}}{x^3 . t^{8/3}} = \frac{x^1 . t^0}{x^1 . t^0} . \frac{x^2 . t^{10/3}}{x^3 . t^{8/3}} \qquad \begin{matrix} 6\ 6 \\ 6\ 6 \end{matrix}$$

$$\mathrm{Z}^{o} \to \nu_e + \nu_e^- \qquad \frac{x^1 . t^0}{x^1 . t^0} = \frac{x^0 . t^1}{x^0 . t^0} . \frac{x^0 . t^0}{x^0 . t^1} \qquad \begin{matrix} 1\ 1 \\ 1\ 1 \end{matrix}$$

$$t^- + \mathrm{W}^+ \to d^- \qquad \frac{x^2. t^{10/3}}{x^3. t^{8/3}} . \frac{x^2. t^2}{x^2. t^2} = \frac{x^0. t^{4/3}}{x^1. t^{2/3}} \qquad \begin{matrix} 5\ 6 \\ 5\ 6 \end{matrix} \quad ?$$

$$x^1 . t^{4/3} \qquad x^2 . t^2 \qquad x^2 . t^{10/3} \qquad 6\ 6$$

c) $s^- \rightarrow W^+ + t^-$ $\quad \dfrac{}{x^2 . t^{2/3}} = \dfrac{}{x^2 . t^2} . \dfrac{}{x^3 . t^{8/3}}$ $\quad$ 6 6

$W^+ \rightarrow Z^o + W^+$ $\quad \dfrac{x^2 . t^2}{x^2 . t^2} = \dfrac{x^1 . t^0}{x^1 . t^0} . \dfrac{x^2 . t^2}{x^2 . t^2}$ $\quad \dfrac{5\ 4}{5\ 4}$?

$Z^o \rightarrow \nu_e + \nu_e^-$ $\quad \dfrac{x^1 . t^0}{x^1 . t^0} = \dfrac{x^0 . t^1}{x^0 . t^0} . \dfrac{x^0 . t^0}{x^0 . t^1}$ $\quad \dfrac{1\ 1}{1\ 1}$

$t^- + W^+ \rightarrow d^-$ $\quad \dfrac{x^2. t^{10/3}}{x^3. t^{8/3}} . \dfrac{x^2. t^2}{x^2. t^2} = \dfrac{x^0. t^{4/3}}{x^1. t^{2/3}}$ $\quad \dfrac{5\ 6}{5\ 6}$?

(U U⁻) $\quad \dfrac{x^1.t^{-1/3}}{x^0.t^{+1/3}} . \dfrac{x^0.t^{+1/3}}{x^1.t^{-1/3}} = \dfrac{x^1.t^0}{x^1.t^0}$ $\quad \omega^o \equiv \eta^o \qquad \rho^- \equiv \pi^-$

(D⁻ U) $\quad \dfrac{x^0.t^{4/3}}{x^1.t^{2/3}} . \dfrac{x^1.t^{-1/3}}{x^0.t^{+1/3}} = \dfrac{x^1.t^1}{x^1.t^1}$ $\quad \rho^{+-} \equiv \pi^{+-} \qquad \omega^o \equiv \eta^o \ ; \ \rho^o \equiv \pi^o$

(D D⁻) $\quad \dfrac{x^1.t^{2/3}}{x^0.t^{4/3}} . \dfrac{x^0.t^{4/3}}{x^1.t^{2/3}} = \dfrac{x^1.t^2}{x^1.t^2}$ $\quad \rho^o \equiv \pi^o \qquad \rho^+ \equiv \pi^+$

(U S⁻) $\quad \dfrac{x^1.t^{-1/3}}{x^0.t^{+1/3}} . \dfrac{x^1.t^{4/3}}{x^2.t^{2/3}} = \dfrac{x^2.t^1}{x^2.t^1}$ $\quad {}^*K^{+-} \equiv K^{+-}$

(C⁻ U) $\quad \dfrac{x^1.t^{7/3}}{x^2.t^{5/3}} . \dfrac{x^1.t^{-1/3}}{x^0.t^{+1/3}} = \dfrac{x^2.t^2}{x^2.t^2}$ $\quad {}^*D^0 \equiv D^0$

(D S⁻) $\quad \dfrac{x^1.t^{2/3}}{x^0.t^{4/3}} . \dfrac{x^1.t^{4/3}}{x^2.t^{2/3}} = \dfrac{x^2.t^2}{x^2.t^2}$ $\quad {}^*K^0 \equiv K^0$