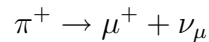


Wstęp do fizyki jądra i cząstek - seria 1

*Termin: wykład 22.02.2005.
Proszę pamiętać o porządknej dyskusji*

Zadanie 1 W oddziaływaniu cząstek promieniowania kosmicznego z jądrami tlenu i azotu w górnych warstwach atmosfery powstają mezony π , piony. Mezon π^+ rozpada się w reakcji



na miuon μ^+ i neutrino mionowe ν_μ . Znaleźć czas życia mezonu π^+ w tablicach własności cząstek. Zakładając że mezony wylatują przy produkcji ze średnią prędkością $v = 2,769 \cdot 10^8$ m/s obliczyć czas życia mezonu π^+ w układzie związanym z Ziemią, średnią drogę jaką przebędzie π^+ od momentu powstania do momentu rozpadu w tym układzie.

(HKSW t1, II.43)¹

Zadanie 2 Bombardując w akceleratorze folię aluminiową protonami można wyprodukować szybkie mezony π^+ . Zakładając że mezony wylatują z folii ze średnią prędkością $v = \sqrt{0,9999}c$ znaleźć jaka część wyprodukowanych mezonów dotrze do detektora w odległości $d = 54$ m.

Wskazówka: w układzie związanym z poruszającą się wiązką mezonów π^+ liczba mezonów w wiązce maleje w czasie zgodnie z prawem rozpadu $N(t) = N_0 e^{-t/T}$, gdzie T jest czasem życia mezonów π^+ . Jak wygląda ta zależność widziana przez obserwatora w układzie laboratoryjnym? Dlaczego?

(HKSW t1, II.45)

¹Hennel, Krzyżanowski, Szuszkiewicz, Wódkiewicz, Zadania i problemy z fizyki, tom 1, zadanie II.43

π^0

$$I^G(J^{PC}) = 1^-(0^{-+})$$

Mass $m = 134.9766 \pm 0.0006$ MeV (S = 1.1)

$m_{\pi^\pm} - m_{\pi^0} = 4.5936 \pm 0.0005$ MeV

Mean life $\tau = (8.4 \pm 0.6) \times 10^{-17}$ s (S = 3.0)

$c\tau = 25.1$ nm

π^0 DECAY MODES	Fraction (Γ_i/Γ)	Scale factor/ Confidence level	p (MeV/c)
2γ	$(98.798 \pm 0.032) \%$	S=1.1	67
$e^+ e^- \gamma$	$(1.198 \pm 0.032) \%$	S=1.1	67
γ positronium	$(1.82 \pm 0.29) \times 10^{-9}$		67
$e^+ e^+ e^- e^-$	$(3.14 \pm 0.30) \times 10^{-5}$		67
$e^+ e^-$	$(6.2 \pm 0.5) \times 10^{-8}$		67
4γ	< 2	$\times 10^{-8}$ CL=90%	67
$\nu\bar{\nu}$	[e] < 8.3	$\times 10^{-7}$ CL=90%	67
$\nu_e \bar{\nu}_e$	< 1.7	$\times 10^{-6}$ CL=90%	67
$\nu_\mu \bar{\nu}_\mu$	< 3.1	$\times 10^{-6}$ CL=90%	67
$\nu_\tau \bar{\nu}_\tau$	< 2.1	$\times 10^{-6}$ CL=90%	67
Charge conjugation (C) or Lepton Family number (LF) violating modes			
3γ	C < 3.1	$\times 10^{-8}$ CL=90%	67
$\mu^+ e^- + e^- \mu^+$	LF < 1.72	$\times 10^{-8}$ CL=90%	26

η

$$I^G(J^{PC}) = 0^+(0^{-+})$$

Mass $m = 547.30 \pm 0.12$ MeV

Full width $\Gamma = 1.18 \pm 0.11$ keV [f] (S = 1.8)

C-nonconserving decay parameters

$\pi^+ \pi^- \pi^0$ Left-right asymmetry = $(0.09 \pm 0.17) \times 10^{-2}$

$\pi^+ \pi^- \pi^0$ Sextant asymmetry = $(0.18 \pm 0.16) \times 10^{-2}$

$\pi^+ \pi^- \pi^0$ Quadrant asymmetry = $(-0.17 \pm 0.17) \times 10^{-2}$

$\pi^+ \pi^- \gamma$ Left-right asymmetry = $(0.9 \pm 0.4) \times 10^{-2}$

$\pi^+ \pi^- \gamma$ β (D-wave) = 0.05 ± 0.06 (S = 1.5)

Dalitz plot parameter

$\pi^0 \pi^0 \pi^0$ $\alpha = -0.039 \pm 0.015$

η DECAY MODES	Fraction (Γ_i/Γ)	Scale factor/ Confidence level	p (MeV/c)
--------------------	--------------------------------	-----------------------------------	----------------

LIGHT UNFLAVORED MESONS ($S = C = B = 0$)

For $I = 1$ (π, ρ, ω): $u\bar{d}, (u\bar{u}-d\bar{d})/\sqrt{2}, d\bar{u}$;
for $I = 0$ ($\eta, \eta', h, h', \phi, f, f'$): $c_1(u\bar{u} + d\bar{d}) + c_2(s\bar{s})$

π^\pm

$$I^G(J^P) = 1^-(0^-)$$

Mass $m = 139.57018 \pm 0.00035$ MeV ($S = 1.2$)

Mean life $\tau = (2.6033 \pm 0.0005) \times 10^{-8}$ s ($S = 1.2$)

$c\tau = 7.8045$ m

$\pi^\pm \rightarrow \ell^\pm \nu \gamma$ form factors [a]

$$F_V = 0.017 \pm 0.008$$

$$F_A = 0.0116 \pm 0.0016 \quad (S = 1.3)$$

$$R = 0.059^{+0.009}_{-0.008}$$

π^- modes are charge conjugates of the modes below.

π^+ DECAY MODES	Fraction (Γ_i/Γ)	Confidence level	p (MeV/c)
$\mu^+ \nu_\mu$	[b] (99.98770 \pm 0.00004) %		30
$\mu^+ \nu_\mu \gamma$	[c] (2.00 \pm 0.25) $\times 10^{-4}$		30
$e^+ \nu_e$	[b] (1.230 \pm 0.004) $\times 10^{-4}$		70
$e^+ \nu_e \gamma$	[c] (1.61 \pm 0.23) $\times 10^{-7}$		70
$e^+ \nu_e \pi^0$	(1.025 \pm 0.034) $\times 10^{-8}$		4
$e^+ \nu_e e^+ e^-$	(3.2 \pm 0.5) $\times 10^{-9}$		70
$e^+ \nu_e \nu \bar{\nu}$	< 5 $\times 10^{-6}$	90%	70
Lepton Family number (LF) or Lepton number (L) violating modes			
$\mu^+ \bar{\nu}_e$	L [d] < 1.5	$\times 10^{-3}$ 90%	30
$\mu^+ \nu_e$	LF [d] < 8.0	$\times 10^{-3}$ 90%	30
$\mu^- e^+ e^+ \nu$	LF < 1.6	$\times 10^{-6}$ 90%	30