

基本粒子導論(期中考) (Oct. 30, 2007)

- ① 在 SI unit 中  $c = 299\,792\,458 \text{ m.s}^{-1}$   
 20%  $\hbar = 6.582 \times 10^{-22} \text{ MeV.s}$  ( $\text{MeV} = 10^6 \text{ eV}$ )  
 在自然單位中, 我們令  $c = \hbar = 1$

找出在自然單位中以  $\text{GeV}$  ( $= 10^9 \text{ eV}$ ), 對  
 (a)  $1 \text{ fb}$  ( $= 10^{-39} \text{ cm}^2$ ) (b) 及電耦極大小 ( $e \cdot \text{cm}$ ) 的表示 ( $e$  是電子的電荷)

- ② 下列那些反應可以發生或不能發生, 並分別說明其理由.

10%

- (a)  $\pi^0 \rightarrow e^+ e^-$   
 (b)  $e^- + p \rightarrow n + \nu_e$   
 (c)  $\mu^+ \rightarrow e^+ + e^- + e^+$   
 (d)  $K^0 + n \rightarrow \Lambda + \pi^0$   
 (e)  $\Xi^0 \rightarrow \Lambda + \pi^0$

- ③ 找出下列反應相對應的 Feynman diagrams:

20%

弱作用

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$$

$$\Lambda \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$$

$$K^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$$

$$\pi^+ \rightarrow \pi^0 + e^+ + \nu_e$$

強作用

$$\omega^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$$

$$\rho^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^-$$

$$\Delta^{++} \rightarrow p + \pi^+$$

- ④ 畫出所有可能的 tree-level Feynman diagrams 可以產生  $e^+ e^- \rightarrow \nu_e e^+ W^-$

15%

- ⑤ 有一靜止的中子  $N$ , 我們需要最少多少能量的質子  $p$  撞擊它才可以產生  $p(e) + N \rightarrow p + N + p + \bar{p} + N + \bar{N}$  的反應?

15%

- ⑥ 一個  $\pi^-$  以能量  $E$  行進時因弱作用力衰變成  $\mu^-$  及  $\bar{\nu}_\mu$   
 $\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu$ , 我們看見所產生  $\mu^-$  的能量上下限為何?  
 (假設  $\nu$  的質量可以完全忽略)

10%

- ⑦ 到目前為止, 對這門課有什麼感想及建議?

10%

質量單位是  $\text{MeV}/c^2$

Lepton	Charge	Mass
$e$	-1	0.511003
$\nu_e$	0	0
$\mu$	-1	105.659
$\nu_\mu$	0	0
$\tau$	-1	1784
$\nu_\tau$	0	0

(spin =  $\frac{1}{2}$ )

Baryon	Quark content	Charge	Mass
$N \begin{cases} p \\ n \end{cases}$	$uud$ $udd$	+1 0	938.280 939.573
$\Lambda$	$uds$	0	1115.6
$\Sigma^+$	$uus$	+1	1189.4
$\Sigma^0$	$uds$	0	1192.5
$\Sigma^-$	$dds$	-1	1197.3
$\Xi^0$	$uss$	0	1314.9
$\Xi^-$	$dss$	-1	1321.3
$\Lambda_c^+$	$udc$	+1	2281

(spin =  $\frac{1}{2}$ )

Baryon	Quark content	Charge	Mass
$\Delta$	$uuu, uud, udd, ddd$	+2, +1, 0, -1	1232
$\Sigma^*$	$uus, uds, dds$	+1, 0, -1	1385
$\Xi^*$	$uss, dss$	0, -1	1533
$\Omega^-$	$sss$	-1	1672

(spin =  $\frac{3}{2}$ )

Meson	Quark content	Charge	Mass
$\pi^+$	$u\bar{d}, d\bar{u}$	+1, -1	139.569
$\pi^0$	$(u\bar{u} - d\bar{d})/\sqrt{2}$	0	134.964
$K^+$	$u\bar{s}, s\bar{u}$	+1, -1	493.67
$K^0, \bar{K}^0$	$d\bar{s}, s\bar{d}$	0, 0	497.72
$\eta$	$(u\bar{u} + d\bar{d} - 2s\bar{s})/\sqrt{6}$	0	548.8
$\eta'$	$(u\bar{u} + d\bar{d} + s\bar{s})/\sqrt{3}$	0	957.6
$D^+$	$c\bar{d}, d\bar{c}$	+1, -1	1869
$D^0, \bar{D}^0$	$c\bar{u}, u\bar{c}$	0, 0	1865
$F^+$ (now $D_s^+$ )	$c\bar{s}, s\bar{c}$	+1, -1	1971
$B^+$	$u\bar{b}, b\bar{u}$	+1, -1	5271
$B^0, \bar{B}^0$	$d\bar{b}, b\bar{d}$	0, 0	5275
$\eta_c$	$c\bar{c}$	0	2981

(spin = 0)

Meson	Quark content	Charge	Mass
$\rho$	$u\bar{d}, d\bar{u}, (u\bar{u} - d\bar{d})/\sqrt{2}$	+1, -1, 0	770
$K^*$	$u\bar{s}, s\bar{u}, d\bar{s}, s\bar{d}$	+1, -1, 0, 0	892
$\omega$	$(u\bar{u} + d\bar{d})/\sqrt{2}$	0	783
$\phi$	$s\bar{s}$	0	1020
$J/\psi$	$c\bar{c}$	0	3097
$D^*$	$c\bar{d}, d\bar{c}, c\bar{u}, u\bar{c}$	+1, -1, 0, 0	2010
$\Upsilon$	$b\bar{b}$	0	9460

(spin = 1)

photon ( $\gamma$ )

charge = 0, mass = 0, spin = 1