

1. Particle Data Group によると Z 粒子の崩壊分岐比は,

$$Z \rightarrow \ell\bar{\ell} \quad (\ell = e, \mu, \tau) \quad \sim 3\%$$

$$Z \rightarrow \text{invisible} (\nu_e\bar{\nu}_e + \nu_\mu\bar{\nu}_\mu + \nu_\tau\bar{\nu}_\tau) \quad \sim 20\%$$

$$Z \rightarrow u\bar{u} \quad (u = u, c) \quad 11.6\%$$

$$Z \rightarrow d\bar{d} \quad (d = d, s, b) \quad 15.6\%$$

となっている. 以下の表を完成させて, 崩壊分岐比を説明せよ. ($\sin^2\theta_W \sim 0.23$)

lepton, quark はそれぞれ三世代あり, quark は, colorが三種類あることに注意せよ.

(但し, Z は質量の大小関係から top quark 対には崩壊できないため, up-type quarkの実効的な世代数に注意.)

	T_3	Q	$L \equiv T_3 - \sin^2\theta_W Q ^2$	$R \equiv \sin^2\theta_W Q ^2$	$\Gamma \equiv L + R$	$\Gamma \times N_{\text{color}} \times N_{\text{generation}}$	$\frac{\Gamma \times N_{\text{color}}}{\text{sum}}$
ν_ℓ	1/2	0	$(1/2)^2 = 0.25$	0	0.25	$0.25 \times 1 \times 3 = 0.75$	
ℓ							
u							
d							
						sum=	

レポート問題No.1～6の各回最低1問を選び回答してください.

過去のレポート問題は, <http://hep-www.px.tsukuba.ac.jp/~yuji/class/ppclass/> にあります.

レポート提出締切: 10月末まで 提出場所: 自D208

レポートは返却しないので, 必要なら提出前に各自でコピーを取っておいてください.

1. Branching fraction of each decay mode of Z boson is shown as below by Particle Data Group

$Z \rightarrow \ell\bar{\ell}$ ($\ell = e, \mu, \tau$)	$\sim 3\%$
$Z \rightarrow \text{invisible}(\nu_e\bar{\nu}_e + \nu_\mu\bar{\nu}_\mu + \nu_\tau\bar{\nu}_\tau)$	$\sim 20\%$
$Z \rightarrow u\bar{u}$ ($u = u, c$)	11.6%
$Z \rightarrow d\bar{d}$ ($d = d, s, b$)	15.6%

Complete the following table to account for the branching fractions. ($\sin^2\theta_W \sim 0.23$)

Note that leptons and quarks have three generation and quarks have three colors as well.

(Also note that up-type quarks have effectively two generations since Z cannot decay into a top quark pair)

	T_3	Q	$L \equiv T_3 - \sin^2\theta_W Q ^2$	$R \equiv \sin^2\theta_W Q ^2$	$\Gamma \equiv L + R$	$\Gamma \times N_{\text{color}} \times N_{\text{generation}}$	$\frac{\Gamma \times N_{\text{color}}}{\text{sum}}$
ν_ℓ	$1/2$	0	$(1/2)^2 = 0.25$	0	0.25	$0.25 \times 1 \times 3 = 0.75$	
ℓ							
u							
d							
sum=							