PHY6650A
Devoir #7
À remettre avant 20h le vendredi 4 décembre.

1. Désintégration du t:
a) Calculer le taux de la désintégration $t \to bW^+$. On garde m_t et M_W mais on peut négliger m_b. Donner une valeur numérique pour ce taux.

Le couplage $W\bar{t}b$ est

$$i\,\frac{g}{2\sqrt{2}}\,\gamma^\mu(1-\gamma_5)V_{tb}^* \ ,$$

avec $|V_{tb}| \simeq 1$.

b) Question hypothétique: supposons que $M_W \gg m_t$ (au lieu de 80 GeV). Dans ce cas, la désintégration $t \to bW^+$ n'est plus possible.

(i) Une désintégration possible est $t \to b\mu^+\nu_\mu$. Quelle est son taux (on néglige toutes les masses finales)? Indice: aucun calcul n'est nécessaire (nous avons déjà fait un calcul similaire).

(ii) Dans la limite où $|V_{tb}| \simeq 1$, quels seraient tous les modes de désintégration du t au niveau des arbres? Quel est le rapport des taux de ces modes de désintégration? Je cherche une réponse de la forme

$$\Gamma(\text{mode 1}) : \Gamma(\text{mode 2}) : \Gamma(\text{mode 3}) : ... = 1 : A : B : ... \ ,$$

où A, B, ... sont des expressions algébriques (et non numériques). Remarque: on peut négliger les masses de tous les fermions legers.

2. Nouvelle physique:
Dans le MS, le courant chargé est purement $(V-A)\times(V-A) \Longrightarrow$ l'interaction à 4 fermions prend la forme

$$-\frac{g^2}{2M_W^2}\bar{\psi}_1\gamma^\mu\gamma_L\psi_2\bar{\psi}_3\gamma_\mu\gamma_L\psi_4 \ ,$$

où $\gamma_L \equiv \frac{1}{2}(1-\gamma_5)$. Cette interaction s'applique à des processus comme la diffusion $f_2f_4 \to f_1f_3$. Elle est obtenue à partir du diagramme où le W est échangé en canal t.

Dans le MS, les bosons couplent à $f\bar{f}$ (fermion-antifermion). Dans des modèles de la nouvelle physique, il existe des bosons que couplent à ff, brisant le nombre fermionique. Leurs couplages sont similaires aux termes de masse de Majorana, qui brisent aussi le nombre fermionique. Pour $f_2f_4 \to f_1f_3$, on peut avoir l'échange d'un tel nouveau boson en canal s. Par exemple, une possible nouvelle interaction scalaire est

$$\bar{\psi}_{1L}\psi^c_{3L}\overline{\psi^c_{4L}}\psi_{2L} \ ,$$

où $\psi_L \equiv \gamma_L\psi$ et $\psi^c \equiv C\,\bar{\psi}^T$, avec $C = i\gamma^2\gamma^0$. En utilisant la même démarche que pour les transformations de Fierz (devoir #2), montrez que cette interaction est proportionelle à celle du MS, $\bar{\psi}_1\gamma^\mu\gamma_L\psi_2\bar{\psi}_3\gamma_\mu\gamma_L\psi_4$ $[(V-A)\times(V-A)]$.