

# Physique des particules – TD1

Antoine Bourget, [www.antoinebourget.org/teaching/particules/](http://www.antoinebourget.org/teaching/particules/)

---

## Exercice 1 : diagrammes de Feynman

Parmi les processus suivants, expliquer s'ils sont permis par le modèle standard ou non. S'ils le sont, dessiner un diagramme de Feynman correspondant, s'ils ne le sont pas, expliquer pourquoi. On rappelle les contenus en quarks des différents hadrons:  $\pi^+ \leftrightarrow u\bar{d}$ ,  $\pi^0 \leftrightarrow u\bar{u}$ ,  $\Delta^+ \leftrightarrow uud$ ,  $\Sigma^0 \leftrightarrow uds$ ,  $\Lambda^0 \leftrightarrow uds$ .

1.  $n \rightarrow p + e^-$
2.  $\mu^- \rightarrow e^+ + e^+ + e^-$
3.  $\pi^0 \rightarrow \gamma$
4.  $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma$
5.  $\pi^0 \rightarrow \gamma + \gamma + \gamma$
6.  $\nu_\tau + p \rightarrow \mu^- + n$
7.  $\nu_\tau + p \rightarrow \tau^+ + n$
8.  $\Sigma^0 \rightarrow \Lambda^0 + \gamma$
9.  $\Delta^+ \rightarrow n + \pi^+$
10.  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu$
11.  $\pi^+ + \pi^- \rightarrow n + \pi^0$

On admet que les particules  $\Sigma^0$ ,  $\Delta^+$  et  $\pi^+$  se désintègrent prioritairement suivant les processus 8, 9, 10 ci-dessus. Classer ces particules par durée de vie croissante.

## Exercice 2 : combinatoire

Compter le nombre  $d_n$  de diagrammes de Feynman en QED pour le processus  $e^+ \rightarrow e^+$  en faisant usage de  $2n$  vertex d'interaction, pour  $n = 0, 1, 2$  (et  $n = 3$  pour les plus téméraires).

(Très difficile) On peut montrer que  $\sum_{n=0}^{\infty} d_n x^{n+1} = 1 - \left(1 + \sum_{k=1}^{\infty} (2k-1)!! x^k\right)^{-1}$ .

### Exercice 3 : Désintégration du baryon $\Lambda^0$

Dans un accélérateur de particule, un baryon  $\Lambda^0$  (composé des quarks  $uds$ ) est produit au point de collision. A 35 cm de ce point de collision, il se désintègre en  $\Lambda^0 \longrightarrow \pi^- + p$ , et on mesure les impulsions du pion (0,75 GeV) et du proton (4,25 GeV), ainsi que l'angle formé par les trajectoires de ces deux particules (9 degrés). On rappelle que la masse du pion est de 139,6 MeV et celle du proton est 938,3 MeV.

1. Rappeler comment sont effectuées ces mesures expérimentales.
2. Dessiner un diagramme de Feynman pour cette désintégration.
3. Calculer les vitesses du pion et du proton.
4. Calculer la masse du  $\Lambda^0$  à partir de ces données expérimentales.
5. Calculer la durée de vie du  $\Lambda^0$ . La comparer avec la durée de vie du baryon  $\Delta^+$ , qui est de l'ordre de  $10^{-23}$  secondes.