

Physique des particules - TD 1

1 Unités naturelles

En physique des particules on utilise le système d'unités dit "naturelles" tel que : $\hbar = c = 1$ (sans dimension). et en général on choisit le MeV ou le GeV comme unité d'énergie.

1. Quelle est-la dimension d'une longueur dans ce système d'unité. Déterminez la valeur d'un mètre.
2. Même questions pour le temps et la seconde.
3. Les section efficaces sont données en barns ($1b = 10^{-24}cm^2$), que vaut $1pb$ en unités naturelles ?
4. Quelle est l'échelle de longueur correspondant à une énergie de 14 TeV (énergie des collisions proton-proton au LHC). Commenter la nature des collisions réalisées.

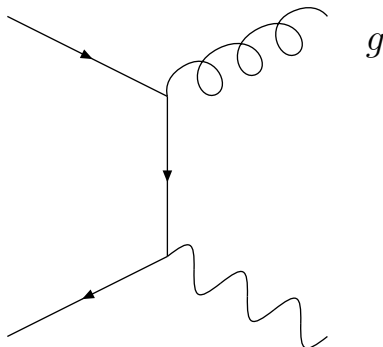
2 Gravitation

On va tenter de comparer classiquement l'énergie potentielle gravitationnelle et électrostatique pour un système de deux quark top.

1. Rappelez la masse, la charge et la durée de vie du quark top.
2. On considère une paire de quarks top séparés d'une longueur correspondant à leur durée de vie. Déterminer cette longueur.
3. Calculez l'énergie potentielle gravitationnelle d'un des quark dans le potentiel du second.
4. Meme question pour l'énergie potentielle electrostatique. Conclusion.

3 Diagrammes de Feynman des processus $W+1$ parton

1. Complétez le diagramme de Feynman pour $q\bar{q}' \rightarrow W^+g$ où q et q' représentent des quarks de saveurs différentes est le suivant en indiquant :



- la nature de chaque particule (q, W, \dots).
- la charge électrique de chaque particule.
- la ou les charges de couleur de chaque particule (choisissez une configuration parmi les différentes possibles).

2. Quelles sont les interactions en jeu à chaque vertex ? A quelle grandeur chaque vertex est-il proportionnel ?
3. Donner les diagrammes de Feynman pour le processus $qg \rightarrow W^- q'$.
4. Quelle est la dépendance de la section efficace de production en fonction des constantes de couplages des interactions électromagnétique (α_{EM}), forte (α_s) et faible (α_{weak}).
5. Les processus considérés ici sont de type $W+1$ parton. On pourrait considérer des processus $W+2$ partons, $W+3$ partons ... Quel est l'ordre de grandeur du rapport des sections efficaces $\sigma_{W+1 \text{ parton}} / \sigma_{W+n \text{ partons}}$ en fonction de n.

4 Diagrammes de Feynman

Donnez le ou les diagrammes de Feynman les plus simples (en indiquant si besoin les différentes charges) pour les processus suivants :

1 : $q\bar{q} \rightarrow e^+e^-$ (Drell-Yan)

2 : $\gamma e^- \rightarrow \gamma e^-$ (Diffusion Compton)

3 : $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$

4 : $gg \rightarrow Wqg$

5 : $qg \rightarrow Wt$

6 : $gg \rightarrow Wq\bar{q}'$

7 : $b \rightarrow s\gamma$ (diagramme "pingouin")

8 : $H \rightarrow b\bar{b}$ (H = boson de Higgs)

9 : $H \rightarrow \gamma\gamma$

10 : $q\bar{q}' \rightarrow WH$

11 : $q\bar{q}' \rightarrow ZH$

12 : $gg \rightarrow t\bar{t}H$

5 Quelques processus

Classez les différents processus suivants selon le type d'interaction : forte, électromagnétique ou faible. Si plusieurs couplages sont possible, déterminez le processus dominant.

1 : $\pi^- + p \rightarrow \pi^+ + \pi^- + n$

2 : $\gamma + p \rightarrow \pi^+ + n$

3 : $\nu_\mu + n \rightarrow \mu^- + p$

4 : $\pi^0 \rightarrow e^+ + e^- + e^+ + e^-$

5 : $p + \bar{p} \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^0$

6 : $\tau^- \rightarrow \pi^+ + \nu_\tau$

7 : $D^- \rightarrow K^+ + \pi^- + \pi^-$

8 : $\Lambda + p \rightarrow K^- + p + p$