

« Des Particules aux Noyaux »

Notions nécessaires de **L3** pour ce cours :

- Bases de mécanique quantique (tronc commun L3PF)
- Bases de relativité restreinte (tronc commun L3PF)

Complémentarité avec les modules du **M1PF** :

- Option: « Électrodyn. Classique et Quantique »
(2nde quantification du champ de spin 1 => Th. Quant. des Champs)
- Option: « Astrophysique (I & II) »
- Module commun: « Atomes et Molécules »

Outils introduits pour les **M2** (CFP, NPAC, APIM, SC,...) :

- Equations de Klein-Gordon et de Dirac
- Notions sur les particules - hadrons - noyaux

Plan de Cours

I) Relations Fondamentales

A – Equations de Maxwell covariantes [=> particules]
(Rappels)

B – Equation de Klein-Gordon [=> particules, noyaux]
= Equation de Schrodinger relativiste

C – Equation de Dirac [=> particules, noyaux]
= Equation de Schrodinger relativiste avec spin (1/2)
=> Matrices de Dirac, spineurs, conjugaison de charge

D – Règle d'or de Fermi [=> particules, hadrons, noyaux]
Méthode des perturbations
Amplitude de probabilité de réactions

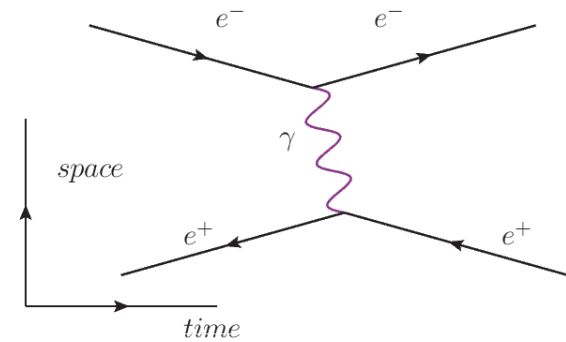
II) Particules Élémentaires

A – Calcul d'amplitude de réactions

Exemple de l'interaction électrodyn. : Eq. K.-Gordon modifiée

Diagrammes de Feynman [=> hadrons, noyaux]

Diffusion (électron-muon, $e^- e^-$, $e^- e^+$)



B – Quantité mesurable : section efficace [=> hadrons, noyaux]

Lien : amplitude / taux de transition / nombre d'évènements

Cinématique relativiste (conservation du moment, référentiel c.d.m.)

C – Phénoménologie du Modèle Standard

Zoologie : particules (quarks / leptons, bosons de jauge, Higgs)

Interactions (électromagnétique, faible et forte) [=> hadrons, noyaux]

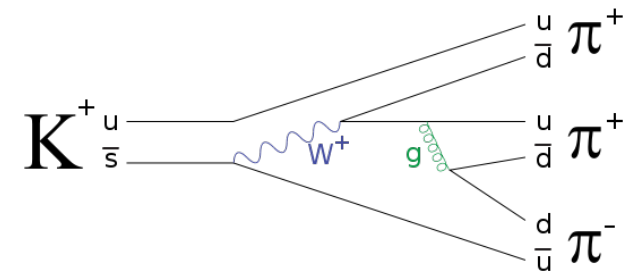
Accélérateurs : LEP, Tevatron, LHC, HL-LHC, ILC,...

III) Hadrons

A – Confinement des quarks (interaction forte)

B – Composition de (iso-)spin, couleur, saveur [=> noyaux]

C – Phénoménologie des Mésons & Baryons (diag. de Feynman)



IV) Noyaux

A – Confinement des protons/neutrons (interaction forte)

Interaction nucléon-nucléon via des mésons (Eq. Klein-Gordon)

Potentiel en champ moyen, structure en couche

Couplage Spin-Orbite (effet relativiste : Eq. Dirac)

B – Etats nucléaires

Composition de (iso-)spin des nucléons (comme en III)

Localisation : Halo, liquide quantique, amas, cristal nucléaire

Densités et formes des noyaux

C – Phénoménologie

Radioactivités : (règle d'or de Fermi, diagrammes de Feynman)

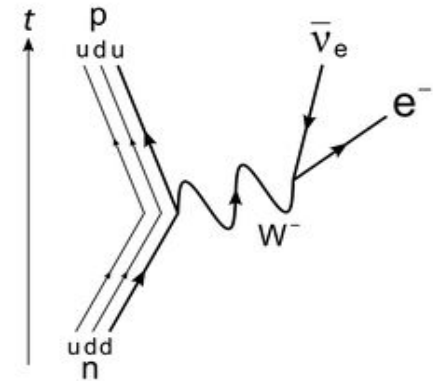
Désintégrations électromagnétique, faible et forte (interactions du MS)

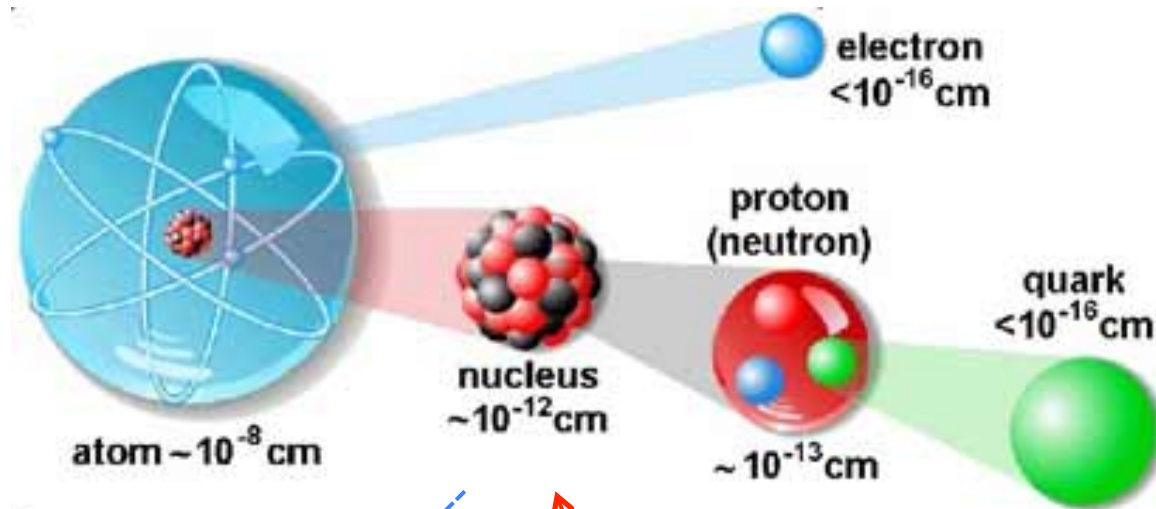
Noyaux exotiques en accélérateurs : GANIL, Riken, ISOLDE... (sections efficaces)

D – Astrophysique nucléaire

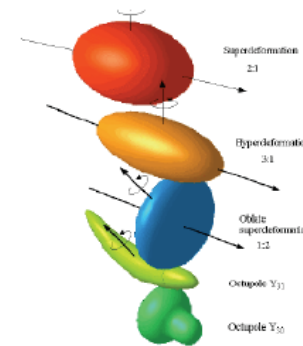
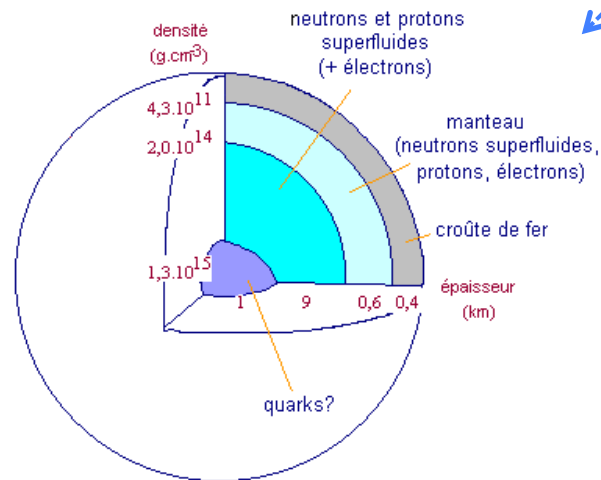
Nucléosynthèse du Big-Bang, rayons cosmiques (HE)

Etoiles (à neutrons) et supernovae





L'intérieur d'une étoile à neutrons



Aspects liés non inclus (?)

- mécanisme du Higgs (Découverte en 2012, Prix Nobel en 2013)
- matière noire (Astro-particules)
- histoire de l'univers
- supersymétrie
- dimensions spatiales supplémentaires
- ...

Responsabilités

- Membre du Conseil de Laboratoire et Responsable des stages au LPT
- Membre de CCSU (assesseur) et Départ. de Physique à Paris Sud
- Membre de CNU 29, et, du Bureau de l'Institut Univ. de France

- Responsable de la Section Physique du double cursus de M2 entre Paris Sud et l'Univ. Polytechnique de Tomsk (Russie) => Filière en cours d'élaboration
- Membre du Jury d'admission au Magistère de PF de Paris Sud
- Jury pour oraux de stages (M1-GP, M2-NPAC), Portes ouvertes de Paris Sud
- Cours d'Amphi de Mécanique & Energie en L1 au Portail MPI
- Participation à la création du M1 international 'General Physics' à Paris Sud :
 - création/gestion du site internet + participation bibliothèque en ligne
 - création de 3 Modules de Cours-TD (responsabilité de l'un d'eux) avec rédaction de 3 Polycopiés de notes de cours
 - membre du Bureau du M1, et, du Jury de sélection (recrutement des étudiants)