

N° Fiche : 8

Difficulté : Moyenne

Niveau : **Lycée, classe de première Scientifique**

Les interactions fondamentales

► La Question qui tue :

Mise à part la gravitation, existe-t-il d'autres interactions dans l'Univers ?

► **Présentation** : Cette fiche présente les quatre interactions fondamentales. Si la gravitation et l'électromagnétisme ont des effets mesurables à notre échelle, les deux autres forces – interactions forte et faible – n'ont d'effet qu'au niveau de l'infiniment petit.

► Réf. Livre Passeport pour les deux infinis

- Les forces fondamentales; p 8-9
- De l'atome au noyau: p 12-13

► Réf. Revue Élémentaire

(<http://elementaire.web.lal.in2p3.fr/>)

- Numéro 1 : de l'atome au noyau
- Numéro 6 : le Modèle Standard
- Numéro 4 : la couleur des particules
- Numéro 2 : le neutron

1- Références au programme

Thème : Comprendre : Lois et modèles

2- Notions et Compétences

Cohésion et transformations de la matière

- Notions de particules élémentaires : les électrons sont des particules élémentaires, les neutrons et les protons sont constitués d'autres particules : les quarks.
- Interactions fondamentales : associer à chaque édifice organisé la ou les interactions fondamentales prédominantes. (A Connaître: loi gravitationnelle ; loi de Coulomb : analogies et différences)
- Cohésions du noyau et des nucléons : assurée par l'interaction forte.
- Interaction faible responsable de la désintégration radioactive de certains noyaux.

▪ Compétences transversales

- Savoir rechercher des informations dans un texte, les comprendre et les synthétiser.

▪ Prérequis

Utilisation des puissances de dix

- La structure de l'atome et du noyau
- Ordres de grandeur des dimensions de l'atome et du noyau
- Notion de force et représentation vectorielle.
- Force gravitationnelle : définition et expression de sa valeur
- Electricité
- Lumière

▪ Scénario

Séance d'une heure trente à deux heures : soit en classe entière ou en demi-groupe.

1. Une deuxième interaction qui agit à notre échelle ?

On part de la question suivante :

○ **Que connaissez-vous des phénomènes liés à la gravitation ?**

C'est une force toujours attractive, de ce fait il est impossible de s'en affranchir et de plus sa portée est infinie. Plus les corps considérés sont massifs, plus elle est grande.

a. **Est-ce suffisant pour tout expliquer dans l'Univers ?**

Exemples :

- un clou reste fixé sur l'aimant d'un réfrigérateur et pourtant il est attiré par la terre.

Quelle interaction explique ce phénomène? Que peut-on dire de son intensité par rapport à celle de la gravitation ?

- lorsque l'on frotte une baguette d'ébonite ou une règle en plexiglas sur un pull en laine, elle attire des petits bouts de papier qui s'élèvent vers la baguette et pourtant ils sont attirés par la terre.

Quelle interaction explique ce phénomène? Que peut-on dire de son intensité par rapport à celle de la gravitation ?

b. **Comparons ces deux interactions :**

- **Expression de ces deux interactions** (analogies et différences)
- **Calculer le rapport** : Force électrique / Force gravitationnelle dans le cas d'interaction proton/ proton ; et/ou proton/électron;

Conséquences :

- Quelle est la plus forte des deux interactions à courte portée ?

2. Comment expliquer la cohésion des noyaux atomiques ?

a. **De quoi est constitué le noyau ? Quelle est la charge électrique de ces particules ?**

Protons chargé positivement et neutrons électriquement neutres.

b. **La valeur de la force électrique entre 2 protons confinés dans un noyau est-elle importante ? Deux particules de même charge électrique s'attirent-elles ou se repoussent-elles ? Avec ces connaissances est-il possible d'expliquer l'existence (la cohésion) du noyau atomique ?**

Etant donné que l'interaction entre deux protons est répulsive et de valeur très élevée, comment expliquer le fait que les protons restent à une certaine distance les uns des autres dans le noyau ? (p.9)

c. **Comment appelle-t-on cette interaction qui permet la cohésion des noyaux ? A l'échelle du noyau, comparez sa valeur à celle de la force électrique.** (p.9)

Il s'agit de l'interaction forte. Comme son nom l'indique c'est l'interaction la plus intense, elle est mille fois plus importante que la force électromagnétique.

3. Existence d'une quatrième interaction responsable de la radioactivité β

Un neutron a une durée de vie de 15 min lorsqu'il est isolé hors du noyau, ce qui est une durée très longue à l'échelle de vie des particules.

Partons de la désintégration du neutron en : proton + électron + une particule supplémentaire.

- **L'interaction responsable de cette désintégration est-elle intense ? Comment s'appelle-t-elle ?**

Cette interaction est très faible, elle n'agit qu'à de très petites échelles. C'est l'interaction faible.

A l'échelle des particules sa valeur est cependant plus importante que l'interaction gravitationnelle.

4. Conclusion : Construire un tableau récapitulatif des différentes interactions qui gouvernent l'univers en les ordonnant par intensité décroissante et en précisant leur champ d'action prédominant.

▪ Matériel

- Dictionnaire ou encyclopédie.
- Règle en plexiglas, bâton d'ébonite
- Aimant sur un tableau
- Ordinateur+ accès internet

▪ Ressources et liens

- Revue élémentaire page numérique téléchargeable.

3- Mots-clefs

Interaction forte ou force forte, Interaction faible ou force faible, portée, attractive, répulsive, cohésion, quark, radioactivité

4- Prolongement de la séance

En partant de la désintégration du neutron, introduire la notion de stabilité du noyau. Recueillir et exploiter des informations sur la découverte des radioactivités naturelle (H. Becquerel) et artificielle (F. et I. Joliot-Curie). On précisera au cours de cette séance le sens des adjectifs « naturelle » et « artificielle »