

LP n° 42 Titre : Fusion, fission

Présentée par : Julie Malaure

Rapport écrit par : JB Bourjade

Correcteur : Elias Khan

Date : 12/10/2018

Bibliographie de la leçon :

Titre	Auteurs	Éditeur	Année
Physique nucléaire	C Le Sech, C Ngo	Dunod	2010
Le monde subatomique	L Valentin	Herman	1995
La fusion nucléaire	A Benuzzi-Mounaix	Belin	2008

Plan détaillé

Introduction : atomes insécables

I Noyau atomique et stabilité

1) Structure du noyau

Proton, neutron, A nombre de masse

Masses proton, neutron -> Transition masse pour des particules libres pour atome ?

2) Défaut de masse et énergie de liaison

Exemple He

Défaut de masse => énergie de liaison

Courbe d'Aston -> Transition courbe empirique Explication ?

3) Modèle de la goutte liquide

Incluant explication des termes avec dessins et slide

Courbe montrant l'énergie des termes sur la courbe d'Aston pour arriver à l'énergie volumique -> Transition : Aston juste pour les atomes les plus stables. Pour les autres ?

4) Vallée de la stabilité et radioactivité

Vallée en énergie de liaison

Stabilité et temps de demi-vie

Vallée en demi-vie (avec Aston)

Radioactivité β

Radioactivité α

Vallée par type de radioactivité -> Transition Aston en fusion/stable/fission Rmq fission spontanée

II Fission

1) Transurannien

Noyau fissile, noyau fertile -> Transition pourquoi ?

2) Conditions de fission

Variation d'énergie de masse

Barrière de fission

Distribution de fragments

Spontané vs induit -> Transition induit => dans les réacteurs nucléaires

3) Réacteurs nucléaires

Réaction

Réaction en chaîne

Coefficient de multiplication neutronique et comment

Schéma de principe centrale

Transition : Courbe d'Aston

III Fusion

1 Fusion dans les étoiles -> Transition Fusion contrôlée ?

2 Quels noyaux ?

3 Conditions de fusion

Barrière coulombienne

Section efficace

Condition de triple produit

Confinement magnétique, confinement inertiel

Conclusion énergie importante, exploitée de manière contrôlée pour la fission, pas encore pour la fusion

Questions posées par l'enseignant

Formule de la goutte liquide : Semi-empirique ? D'où viennent les coefficients ?

Vallée en énergie de liaison : courbe par nucléon ?

Détailler stabilité en fonction de la parité de A

Dimension du noyau ? Rien à voir avec le rayon de Bohr

Lien radioactivité β et capture électronique

Pourquoi radioactivité α surtout pour les atomes lourds ? Idem fission spontanée ? Par le modèle de la goutte liquide ? Paramètre de fissionabilité

Nom physicien qui a découvert la fission ? Comment ils s'en sont rendu compte ?

Barrière de fission : une bosse ou deux bosses ? Approximation ?

Expliquer l'asymétrie de la distribution de fragments

$K > 1$ bombe atomique ? Tchernobyl explosion nucléaire ?

He dans les étoiles formées par fusion ? Quand ?

Fusion spontanée ?

Pourquoi production d'énergie dans la fusion ? Malgré énergie de répulsion coulombienne ?

Est-ce que l'énergie thermique est supérieure à la barrière coulombienne dans la fusion spontanée ?

Commentaires donnés par l'enseignant

Plan honnête, partie 1 importante

Défaut de masse à sauter, se focaliser directement sur l'énergie de liaison

Bien préciser que l'énergie de liaison est par nucléon (en particulier

Appariment important (en particulier pour la fusion) et à expliquer (analogie superfluide ou supraconductivité)

Mentionner absolument interactions forte, faible, EM

Discussion sur la vallée de la stabilité pas vraiment utile

Fission :

Manque différence entre neutrons rapides et neutrons lents (et impacts sur la section efficace) : absolument indispensable

Relier Q avec l'énergie de liaison et la courbe d'Aston

Fusion :

A dire dans le Big-Bang, dans les étoiles, sur Terre

Passer plus de temps sur les étoiles, donner au moins un cycle

Taux de réaction, section efficace et comment expliquer cela la température idéale pour la fusion

Triple produit bien, montrer le lien avec la section efficace (ou ne pas en parler)

Peut-être trop de slides, en particulier slides redondantes

Partie réservée au correcteur

Avis sur le plan présenté

Plan conventionnel mais efficace.

Enlever la partie défaut de masse, mais garder énergie de liaison

Enlever presque toute la partie I)4) pour ne laisser que Aston et la discussion reliée

Concepts clés de la leçon

Noyau et interactions fondamentales

Effet de couches, noyaux magiques

Analogie noyau/fluide : goutte liquide

Appariement

Fission spontanée et induite (par n lents et rapides)

Centrale : combustible, modérateur, caloporteur, contrôle

Déchets : refroidissement et stockage

Fusion : barrière Coulombienne

Nucléosynthèse primordiale et stellaire

Confinement Inertiel vs. magnétique

Concepts secondaires mais intéressants

Rôle de l'appariement dans la fission

Cycle fertile/fissile

Bombes A et H

Neutrons retardés

Température de fonctionnement de Tokamak et taux de réaction

Calculer la hauteur de la barrière Coulombienne

Calculer l'énergie libérée par 1kg de ^{235}U

Le réacteur naturel du site d'Oklo

Points délicats dans la leçon

Identifier les points pertinents dans la partie structure nucléaire

Réussir à faire des calculs d'ordre de grandeur

Relier la partie fission à la première partie sur la structure des noyaux. De même pour la fusion

Exposer les aspects technologiques pertinents de la production d'énergie en gardant une hauteur de vue.

De même pour la partie fusion

Bibliographie conseillée

Le monde subatomique de L. Valentin pour la partie structure du noyau

Physique nucléaire de Le Sech et Ngo, particulièrement le chapitre 10 pour la partie fission