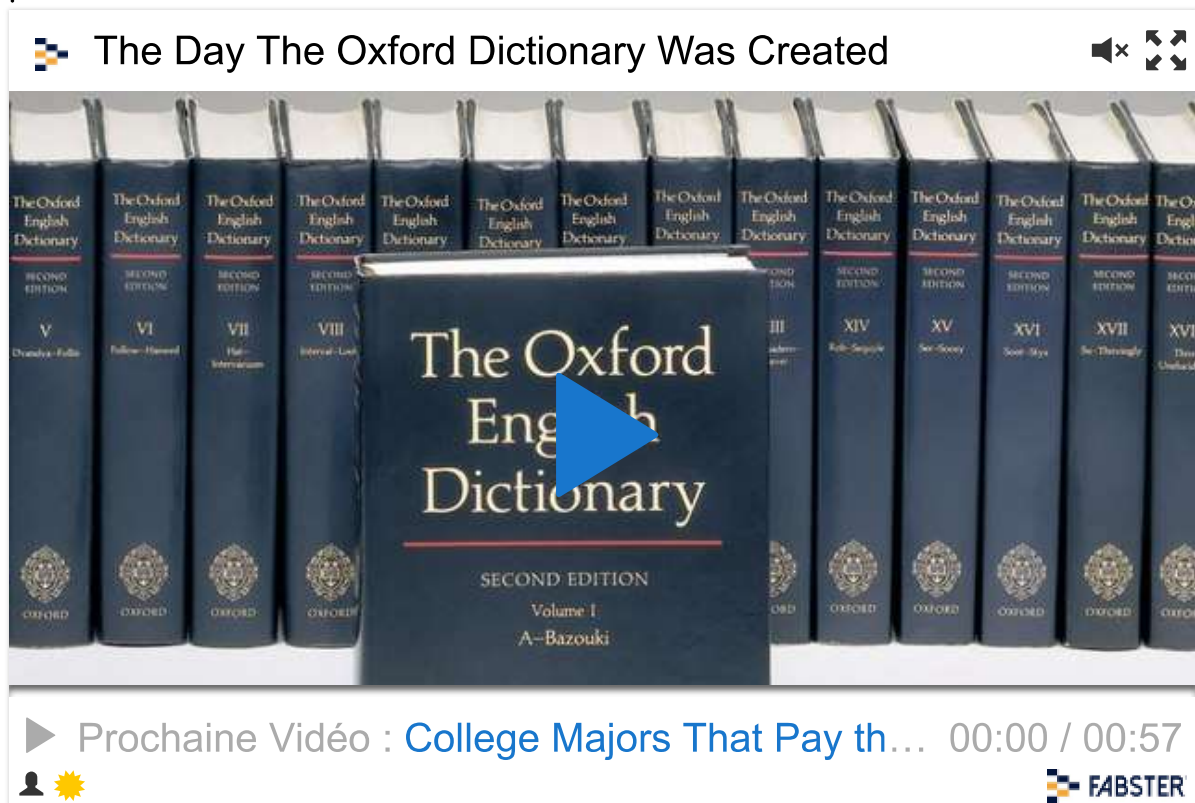


Aurélien 10/04/06

D'après bac S Inde 2006

Fusion deutérium tritium

En poursuivant votre navigation sur ce site, vous acceptez l'utilisation de Cookies vous proposant des publicités adaptées à vos centres d'intérêts.



fusion deutérium tritium (4pts)

La fusion nucléaire, c'est le Diable et le Bon Dieu !

Le Bon Dieu dans les étoiles où elle fait naître tous les atomes, jusqu'à ceux de la vie. Mais le Diable sur Terre où elle fut utilisée à fabriquer des bombes qui pourraient tout anéantir, à commencer par la vie.

Mais alors que le diable de la destruction thermonucléaire semble rentrer dans sa boîte, la fusion nucléaire contrôlée dans les réacteurs civils ouvre des perspectives de développement économique durable à très long terme.

Paul-Henri Rebut, L'énergie des étoiles - la fusion nucléaire contrôlée. Editions Odile Jacob 1999 (dos de couverture).

Notations utilisées: Particules ou noyaux A_ZX ; Masse de la particule ou du noyau : $m({}^A_ZX)$; Energie de liaison du noyau : $E_L({}^A_ZX)$.

I- Isotopie

1. Qu'appelle-t-on isotopes ?

2. Dans la littérature scientifique, on mentionne souvent : le deutérium D dont le noyau contient 1 proton et 1 neutron ; le tritium T dont le noyau contient 1 proton et 2 neutrons. Comment doit-on noter (dans la notation) les noyaux D et T ? A quel élément chimique appartiennent-ils ?

II- Radioactivité

1. Qu'est-ce qu'un noyau radioactif ?
2. Le tritium T est radioactif β^- . Ecrire l'équation de la désintégration de T.
3. Le tritium T a une demie-vie $t_{1/2} = 12$ ans. Que signifie cette affirmation ?

III- Fusion de noyaux

1. Qu'appelle-t-on réaction nucléaire de fusion ?
2. écrire l'équation nucléaire de la fusion DT, c'est-à-dire de la fusion entre un noyau de deutérium et un noyau de tritium, au cours de laquelle se forme un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$. Exprimer l'énergie ΔE qui peut être libérée par cette réaction en fonction des énergies de masse des particules (ou des noyaux) qui interviennent.
3. Exprimer la masse $m({}^A_Z\text{X})$ du noyau ${}^A_Z\text{X}$ en fonction de m_p , m_n , Z , A et de l'énergie de liaison $E_L({}^A_Z\text{X})$. Pour la réaction de fusion envisagée, en déduire l'expression de ΔE en fonction des énergies de liaison.
4. On donne les valeurs des énergies de liaison des noyaux suivants : $E_L(\text{D}) = 2,224 \text{ MeV}$; $E_L(\text{T}) = 8,481 \text{ MeV}$; $E_L({}^4_2\text{He}) = 28,29 \text{ MeV}$. Calculer numériquement la valeur de ΔE .

IV- Conditions de la fusion DT

La fusion n'a lieu que si les deux noyaux sont en contact.

1. Les noyaux D et T se repoussent. Pourquoi ?
2. Pour que la fusion ait lieu, il faut que les noyaux D et T entrent en contact. Celui-ci n'est possible que si l'agitation thermique, c'est-à-dire l'énergie cinétique E_C des noyaux, est suffisamment importante : $E_C > 0,35 \text{ MeV}$. Quantitativement, la température absolue T (en kelvins) des noyaux est proportionnelle à leur énergie cinétique : on admet qu'à une énergie cinétique de 1 eV correspond une température de 7700 K. Quelle doit être la température minimale des noyaux pour que la fusion ait lieu ?
3. La température interne du Soleil n'est que de $15 \cdot 10^6 \text{ K}$. Quelle conclusion vous inspire la comparaison de ces deux températures ?

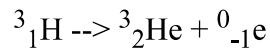
corrigé

isotopes : deux noyaux qui ne diffèrent que par leur nombre de neutrons ; ils ont le même nombre de charge Z

le deutérium D dont le noyau contient 1 proton et 1 neutron : ${}^2_1\text{H}$; le tritium T dont le noyau contient 1 proton et 2 neutrons : ${}^3_1\text{H}$. D et T sont des isotopes de l'élément chimique hydrogène.

noyau radioactif: noyau instable susceptible de conduire par fusion (pour les plus petits) ou fission (pour les noyaux lourds) à un ou des noyaux plus stables ; cette réaction nucléaire libère de l'énergie et s'accompagne de l'émission de particules α , β , γ .

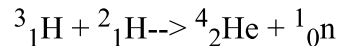
Le tritium T est radioactif β^- : équation de la désintégration de T



Le tritium T a une demie-vie $t_{1/2} = 12$ ans : au bout de 12 ans la moitié des noyaux initialement présents se sont désintégrés.

réaction nucléaire de fusion : deux petits noyaux instables conduisent à un seul noyau stable en libérant de l'énergie.

équation nucléaire de la fusion entre un noyau de deutérium et un noyau de tritium, au cours de laquelle se forme un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$:



énergie ΔE qui peut être libérée par cette réaction en fonction des énergies de masse des particules (ou des noyaux) qui interviennent :

$$\Delta E = \Delta m c^2 = [m({}^4_2\text{He}) + m({}^1_0\text{n}) - m({}^3_1\text{H}) - m({}^2_1\text{H})] c^2$$

masse $m({}^A_Z\text{X})$ du noyau ${}^A_Z\text{X}$ en fonction de m_p , m_n , Z , A et de l'énergie de liaison $E_L({}^A_Z\text{X})$:

On appelle défaut de masse d'un noyau la différence entre la masse totale des A nucléons séparés (Z protons et $A-Z$ neutrons), au repos et la masse du noyau formé, au repos : $\Delta m = m({}^A_Z\text{X}) - (Zm_p + (A-Z)m_n)$

$$m({}^A_Z\text{X}) = (Zm_p + (A-Z)m_n) + \Delta m \text{ avec } \Delta m < 0$$

on appelle énergie de liaison notée E_L d'un noyau l'énergie que doit fournir le milieu extérieur pour séparer ce noyau au repos en ses nucléons libres au repos.

$$E_L({}^A_Z\text{X}) = |\Delta m| c^2$$

$$E_L({}^A_Z\text{X}) / c^2 = (Zm_p + (A-Z)m_n) - m({}^A_Z\text{X})$$

$$m({}^A_Z\text{X}) = (Zm_p + (A-Z)m_n) - E_L({}^A_Z\text{X}) / c^2$$

Pour la réaction de fusion envisagée, expression de ΔE en fonction des énergies de liaison :

$$\Delta E = -[E_L({}^4_2\text{He}) - E_L(\text{T}) - E_L(\text{D})] = 28,29 - 8,481 - 2,224 = \textcolor{red}{-17,58 \text{ MeV}}.$$

le signe - indique que l'énergie est libérée dans le milieu extérieur.

Les noyaux D et T se repoussent : chaque noyau contient des protons positifs ; des charges de même signe se repoussent.

Quantitativement, la température absolue T (en kelvins) des noyaux est proportionnelle à leur énergie cinétique $T = a E_C$ avec "a" constante de proportionnalité.

une énergie cinétique de 1 eV correspond une température de 7700 K

l'énergie cinétique E_C des noyaux, doit être suffisamment importante : $E_C > 0,35 \text{ MeV}$. ($3,5 \cdot 10^5 \text{ eV}$)

température minimale des noyaux pour que la fusion ait lieu : $3,5 \cdot 10^5 \cdot 7700 = 2,7 \cdot 10^9 \text{ K}$

La température interne du Soleil n'est que de $15 \cdot 10^6 \text{ K}$.

Dans le soleil, d'autres types de fusion, que celle évoquée ici, doivent se produire.

[retour](#) - [menu](#)