



Devoir transformations nucléaires seconde

Cet exercice bilan aborde plusieurs notions du programme de physique-chimie de la classe de seconde, sur l'écriture scientifique, les chiffres significatifs (notés CS dans l'exercice), la radioactivité, l'énergie et la culture scientifique.

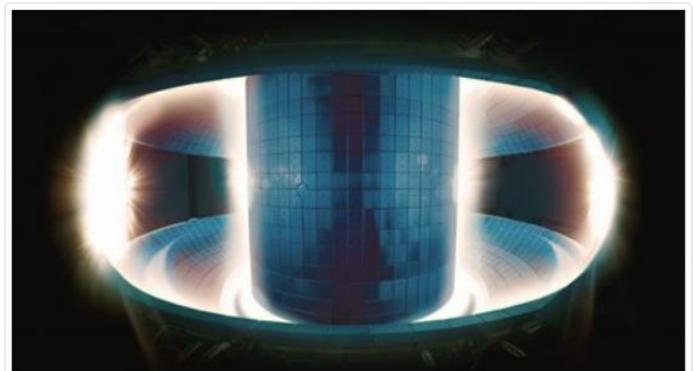
Toutes les réponses doivent être rédigées et justifiées. On donnera toujours les expressions littérales avant les calculs numériques.

Document sur le fonctionnement d'ITER (d'après iter.org)

ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor et en latin le « chemin ») est l'un des projets les plus ambitieux au monde dans le domaine de l'énergie. En France, dans le département des Bouches-du-Rhône, 35 pays sont engagés dans la construction du plus grand tokamak jamais conçu, une machine qui doit démontrer que la fusion — l'énergie du Soleil et des étoiles — peut être utilisée comme source d'énergie à grande échelle, non émettrice de CO_2 , pour produire de l'électricité.

Dans les profondeurs du Soleil, où les réactions de fusion prennent naissance, la température atteint 15 millions de degrés celsius. Au cœur du plasma d'ITER, elle sera de l'ordre de 150 millions de degrés en moyenne.

Aucun objet physique ne peut « contenir » un tel milieu, porté à une telle température. Si le plasma à 150 millions de degrés (mais très ténu) entrerait en contact avec une quelconque partie de la machine, cette partie serait superficiellement endommagée. Mais il y aurait plus grave, et plus lourd de conséquences : le plasma, en dépit de sa température infernale, se refroidirait quasi instantanément, interdisant toute possibilité de fusion.



A cet obstacle fondamental, les « bouteilles magnétiques », dont les tokamaks sont les héritiers, ont fourni dès les années 1950 un début de solution. Dans ce dispositif, sans cesse amélioré depuis, le plasma est confiné par des champs magnétiques très intenses, générés par de puissants électro-aimants.

1/ Exprimer la température au cœur du plasma d'ITER en écriture scientifique. On conservera 3 CS.

.....
.....

2/ Combien de fois cette température est-elle plus élevée que celle dans les profondeurs du soleil ?

.....
.....

3/ Dans une autre partie d'un article sur ITER on peut lire « L'objectif principal d'ITER est de générer des plasmas en combustion, et d'en comprendre le comportement. Dans un plasma en combustion, l'énergie libérée par le noyau d'hélium issu de la réaction de fusion deutérium-tritium est suffisante pour entretenir la température du milieu. »

Le deutérium et le tritium sont des isotopes de du protium ${}^1_1\text{H}$.

a/ De quel(s) particule(s) est composé le noyau de protium ?

.....
.....

b/ Rappeler la définition de noyaux isotopes.

.....
.....
.....

c/ Le deutérium possède 1 neutron de plus que le protium et le tritium possède 1 neutron de plus que le deutérium. Donner les notations symboliques des noyaux de deutérium et de tritium.

.....
.....
.....

4/ En se basant sur les données précédentes et le fait que la fusion fait réagir un noyau de deutérium avec un de tritium pour former un noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$ et une particule que l'on déterminera ensuite, que vous pouvez noter n, écrire l'équation correspondante à la fusion deutérium-tritium.

.....
.....

5/ À l'aide du nombre de charge et du nombre de masse de la particule émise lors de la fusion, déterminer sa nature. Elle sera nommée particule pour la suite de l'exercice.

.....
.....

6/ D'après le site https://fr.wikipedia.org/wiki/Fusion_deut%C3%A9rium-tritium : « Lors d'une réaction deutérium-tritium, une énergie de 17,6 MeV est libérée et répartie entre le noyau d'hélium et la particule ». Le MeV (mégaélectronvolt) est une sous unité de l'électronvolt qui est une unité adaptée en physique nucléaire. L'unité classique dans le système international de l'énergie est le joules (J).

On rappelle que le préfixe Méga correspond à une multiplication par 10^6 et que $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$.

a/ Montrer que 17,6 MeV correspondent à $2,82 \times 10^{-12} \text{ J}$.

.....
.....
.....

b/ Lors de la fusion, la particule émise récupère 80% de cette énergie sous forme d'énergie cinétique. Quelle est l'énergie cinétique de la particule ?

.....
.....
.....

c/ Le texte précise dans une autre partie « La particule émise se déplace à environ 17% de la vitesse de la lumière. »

Rappel de la formule de calcul de l'énergie cinétique $E_C = \frac{1}{2}mv^2$

Masse de la particule : $1,675 \times 10^{-27}$ kg.

Vitesse de la lumière dans le vide $c = 3,0 \times 10^8$ m/s

Vérifier l'affirmation du texte.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....