Bac S Pondichéry 2011 EXERCICE 3 : Laser Mégajoule (4 points)

*« Dans une cavité en or de quelques millimètres de long, on place une micro-bille contenant quelques dixièmes de milligrammes d'atomes de la famille de l'hydrogène: 0,40 mg de deutérium et une masse **M** de tritium. Les faisceaux laser de longueur d'onde λ égale à 351 nm convergent dans la cavité en émettant une énergie de 1,8 MJ et sont absorbés par les parois qui jouent le rôle d'un four. Dans la micro-bille, de la taille d'un grain de riz, la température et la pression augmentent jusqu'à atteindre les conditions pour la fusion. À ce stade, la matière est un mélange d'atomes, d'ions et d'électrons. Grâce à l'intense agitation thermique au centre de la micro-bille, les noyaux de même charge électrique de deutérium et de tritium, qui naturellement se repoussent, viennent en contact et se combinent dans un temps très court pour former un noyau d'hélium en libérant un neutron. En se produisant simultanément un grand nombre de fois, cette réaction libère un fort dégagement d'énergie. »*

d'après http://aquitaine.unicnam.net/spip.php?article13

Données :

Noyaux	Neutron	Electron	Deutérium	Tritium	Hélium
Symbole	${}^{1}_{0}n$	${}^{0}_{-1}e$	${}^{2}_{1}H$	${}^{3}_{1}H$	${}^{4}_{2}He$
Masse en u	1,00866	0,00055	2,01355	3,01355	4,00150

Unité de masse atomique : 1 u = 1,660 54.10^{-27} kg

Électron - volt : 1 eV = 1,60.10^{-19} J

Vitesse de la lumière dans le vide : c = 3,00.10^{8} m.s^{-1}

Constante de Planck : h = 6,62.10^{-34} J.s

Constante d'Avogadro : N_A = 6,02.10^{23} mol^{-1}

Questions générales sur la radioactivité

3.1. Donner la nature de l'interaction dont il est question dans l'extrait suivant : «...les noyaux de même charge électrique de deutérium et de tritium, qui naturellement se repoussent...».

3.2. Rappeler la nature de l'interaction assurant la cohésion du noyau.

3.3. Le tritium et le deutérium sont des noyaux radioactifs.

3.3.1. Qu'est-ce qu'un-noyau radioactif ?

3.3.2. Donner la composition des noyaux de deutérium et de tritium. Comment nomme-t-on de tels noyaux ?

3.3.3. Le noyau de tritium est radioactif β^-. Écrire l'équation de sa désintégration en rappelant les lois de conservation utilisées.

3.4. Le noyau de tritium a une demie-vie $t_{1/2}$ = 12 ans.
Une source contient N = $6{,}02.10^{23}$ noyaux de tritium à la date t = 0.
Combien en contient-elle à la date t = 6 ans ?

3.5. À quel domaine des ondes électromagnétiques, la radiation émise par les lasers utilisés appartient-elle ?

3.6. Exprimer puis calculer la différence d'énergie ΔE de la transition à l'origine du rayonnement laser en fonction de h, c et la longueur d'onde λ.

Étude de la réaction de fusion

3.7. Écrire l'équation de la réaction de fusion mise en œuvre dans la micro-bille du laser Mégajoule.

3.8. Quelle masse **M** de tritium doit-on mettre dans la micro bille pour que les 0,40 mg de deutérium soient totalement consommés lors de la réaction de fusion ?

3.9. Exprimer l'énergie libérée par cette fusion en fonction des masses des noyaux et des particules mise en jeu. Calculer cette énergie en joule et en mégaélectronvolt (MeV).

3.10. Dans le cas du Laser Mégajoule, calculer, en joule, l'énergie libérée pour la réaction de fusion impliquant 0,40 mg de deutérium.

3.11. En tenant compte de l'énergie nécessaire au déclenchement de la fusion, justifier l'intérêt du procédé décrit dans le texte introductif.