

PARTIE MÉCANIQUE, THERMODYNAMIQUE ET CHIMIE (durée conseillée 1 h 15 mn)

LES 2 PARTIES SONT INDÉPENDANTES

1 - Fusion nucléaire : Deutérium-Tritium

1.1 - Qu'est-ce que la fusion nucléaire ?

1.2 - Le tableau ci-dessous donne l'énergie de liaison par nucléon (E_l/A) des noyaux considérés, A étant leur nombre de masse.

Noyau	E_l/A (MeV/nucléon)
${}^2_1\text{H}$	-1,112
${}^3_1\text{H}$	-2,827
${}^4_2\text{He}$	-7,073

1.2.1 - Pourquoi la fusion des noyaux de deutérium ${}^2_1\text{H}$ et de tritium ${}^3_1\text{H}$ pour former le noyau d'hélium ${}^4_2\text{He}$ est-elle possible ? Justifier la réponse par le calcul.

1.2.2 - Écrire la réaction de fusion correspondante.

1.2.3 - Calculer l'énergie libérée par la réaction de fusion.

1.3 - On cherche à ce que les neutrons produits par la fusion soient capturés par les noyaux de Lithium ${}^6_3\text{Li}$ situés dans la couverture du réacteur. Cette réaction régénère du tritium et produit de l'hélium.

Écrire la réaction permettant la régénération du tritium.

1.4 - La fusion d'un kilogramme d'un mélange homogène deutérium-tritium fournit une énergie $Q = 430.10^{12}\text{J}$. La puissance du réacteur est de 500 MW. En déduire la masse de combustible consommée par seconde.

1.5 - Le tritium a une demi-vie $T = 12,33$ ans. L'activité de 1 kg de tritium est 500.10^{15} Bq.

1.5.1 - Rappeler la loi de décroissance radioactive relative au nombre de noyaux présents dans l'échantillon.

1.5.2 - Calculer la constante radioactive λ du tritium.

1.5.3 - A l'aide de la valeur de l'activité donnée ci-dessus, calculer le nombre de noyaux radioactifs présents dans un 1 kg de tritium.

2 - Transfert de chaleur

Considérons un matériau constitué par une plaque de liège comprimé d'épaisseur e , dont les faces, parallèles, sont maintenues aux températures θ_c et θ_f .

2.1 - A partir de la loi de Fourier ($J = -\lambda \frac{d\theta}{dx}$) établir l'expression du rapport $k = \frac{\Delta\theta}{J}$ où J est le flux thermique par unité de surface (ou encore densité de flux) et $\Delta\theta$ l'écart de température entre les deux faces.

2.2 - On utilise une plaque de liège de 10 cm d'épaisseur. Sachant que $J = 6$ mW/cm² pour une différence de température de 20 degrés, calculer la valeur du rapport k en W⁻¹.K.m².

2.3 - Quelle serait l'épaisseur de liège nécessaire pour maintenir le même flux si la différence de température était de 50 degrés ?