

Master Physique Energie Transition Energétique

Examen - Neutronique

23 octobre 2014 $\approx 2h$

Evaluation du facteur antitrappe

On considère une solution homogène d'un sel d'uranium dans l'eau, qu'on assimile à un mélange d'hydrogène et d'uranium seulement, à raison de 20 atomes d'hydrogène pour un atome d'uranium. Pour simplifier le calcul du facteur antitrappe p , on suppose également que :

- l'uranium 238 n'a que trois résonances dans le domaine épithermique
- ces résonances sont isolées les unes des autres, c'est-à-dire peuvent être traitées indépendamment
- la diffusion par l'uranium 238 peut être négligée
- les sections efficaces de l'uranium 235 sont négligeables
- pour l'hydrogène, la section efficace d'absorption peut être négligée et la section efficace de diffusion est constante en énergie et égale à 20 barns.

1. En utilisant la formule de Breit et Wigner sans élargissement Doppler, calculer la section efficace $\sigma_{max,i}$ de capture par l'uranium 238 au pic de chacune des résonances.

Application numériques : la masse A de l'uranium 238 comparée à celle du neutron peut être considérée comme infinie ; le facteur de spin g est égal à 1 ; les paramètres de chacune des résonances sont, avec les notations classiques :

$$E_0 = 6.67eV; \quad \Gamma_n = 1.5meV; \quad \Gamma_\gamma = 25meV$$

$$E_0 = 20.9eV; \quad \Gamma_n = 8.7meV; \quad \Gamma_\gamma = 25meV$$

$$E_0 = 36.8eV; \quad \Gamma_n = 32meV; \quad \Gamma_\gamma = 25meV$$

2. En utilisant la formule du facteur antitrappe pour le cas "hydrogène", calculer les facteurs antitrappe p_i pour chacune des trois résonances, puis le facteur antitrappe global p .

Remarque : pour calculer les intégrales apparaissant dans les formules, on pourra remplacer dE/E par dE/E_0 et supposer que $x = 2(E - E_0)/\Gamma$ varie de $-\infty$ à $+\infty$

Rappels :

$$\sigma_{max} = g\pi \frac{\hbar^2}{2\mu E} \frac{\Gamma_n \Gamma_\gamma}{(E - E_0)^2 + \Gamma^2/4}$$

$$p = \exp\left(-\int \frac{\Sigma_a}{\Sigma_t} du\right)$$

$$\int \frac{dx}{a^2 + b^2 x^2} = \frac{1}{ab} \text{Arctan} \frac{bx}{a}$$

2014-2015

ENERGIE NUCLEAIRE
M2PE_nTE

Q1

Quel est le principal phénomène qui empêche la réalisation d'un cœur homogène à uranium naturel modéré au graphite ?

Q2

Un réacteur nucléaire de 1300 MW_e a un rendement global de 34%. Son facteur de charge (fraction du temps de fonctionnement à puissance nominale) est de 82%. On considère que les 2/3 de l'énergie produite le sont à partir de la fission de noyaux d'U235, chaque fission libérant 195 MeV. Déterminer la masse d'U235 fissionnée au bout d'une année de fonctionnement du réacteur.

Q3

Une usine d'enrichissement fournit 11,2 M.UTS/an par centrifugation. Le taux d'enrichissement étant de 3,4 % et celui de rejet de 0,26 %, calculer la masse d'uranium enrichi produite ainsi que la masse d'uranium naturel (à 0,71 % d'U235) traitée annuellement.

Q4

Pourquoi dit-on que le pilotage d'un réacteur nucléaire fonctionnant au plutonium est plus délicat que celui d'un réacteur fonctionnant à l'uranium ?

Q5

Si en un point du cœur d'un REP, la température se met à croître, citer les phénomènes qui peuvent la faire redescendre.

Q6

Un incident sur le circuit primaire d'un REP impose l'arrêt immédiat de celui-ci. Peut-on faire diverger à nouveau le cœur si la réparation a pris 10 h ? (Expliquer votre réponse)