

# 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<sub>n</sub>TE

**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<sub>e</sub> 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)