NFI/GE3.
Option « Nucléaire ».
Physique nucléaire et neutronique, Exercices sur les
sections efficaces.

F. Ravelet^a
^a *Arts et Metiers ParisTech, DynFluid,*
151 boulevard de l'Hôpital, 75013 Paris, France.
contact: florent.ravelet@ensam.eu

20 octobre 2017

1 Calcul de sections efficace pour un corps pur

Calculer la section efficace macroscopique d'absorption Σ_a d'un bloc d'Uranium 235 pur (données : $\sigma_a(^{235}\text{U}) = 683$ barns ; $\rho(^{235}\text{U}) = 18.7$ g.cm⁻³).

2 Calcul de libre parcours moyen

Pour un réacteur rapide refroidit au sodium, calculer le libre parcours moyen de neutrons de 100 keV dans du sodium liquide (données : $N_{\text{Na}} = 2.54 \times 10^{22}$ atomes.cm⁻³ ; $\sigma_s = 3.4$ barns ; $\sigma_a = 0$).

3 Calcul de section efficace pour une molécule

Pour le fluide primaire d'un REP, calculer Σ_a de l'eau légère H_2O . Comparer avec la section macroscopique de diffusion. En déduire le libre parcours moyen total dans l'eau (Données : $\rho = 1$ g.cm⁻³ ; $\sigma_a(\text{H}) = 0.33$ barn ; $\sigma_a(\text{O}) = 2.10^{-4}$ barn ; $\sigma_s(\text{H}) = 20$ barns).

4 Calcul de sections efficaces pour un combustible enrichi

Le combustible des REP est de l' UO_2 enrichi.

Sachant que la densité du dioxyde d'uranium UO_2 est $\rho = 10.6$ g.cm⁻³ et en utilisant les données du tableau 1, calculer les sections efficaces macroscopiques Σ_s , Σ_a , Σ_f de

	σ_a (barns)	σ_f (barns)	σ_s (barns)
^{235}U	680	580	13.8
^{238}U	2.7	0	8.9
^{16}O	0.27×10^{-3}	0	3.8

TABLE 1 – Sections efficaces microscopiques d’absorption, de fission et de diffusion pour des neutrons thermiques

^{235}U correspondant à un enrichissement en noyaux de 4.5%. En déduire les différents libre parcours moyen d’un neutron thermique dans cet UO_2 enrichi.

5 Libres parcours moyens entre neutrons rapides et thermiques

En reprenant les résultats des densités nucléaires calculés dans les exercices précédents, et avec le tableau 2, calculer tous les libres parcours moyens des neutrons rapides dans l’eau et ^{235}U enrichi à 4.5% de densité 10.6 g.cm^{-3} .

	σ_a (barns) thermiques	σ_a (barns) rapides	σ_f (barns) thermiques	σ_f (barns) rapides	σ_s (barns) thermiques	σ_s (barns) rapides
^{235}U	681	2.33	582	1.81	13.8	4
^{238}U	2.7	0.9	0.0	0.7	8.9	4
^{239}Pu	1011	2.3	742	1.8	7.7	5
H_2O	0.322	0.0	0.0	0.0	20.7	2

TABLE 2 – Sections efficaces microscopiques d’absorption, de fission et de diffusion pour des neutrons thermiques

Comparer les libres parcours moyens d’absorption aux dimensions des hétérogénéités rencontrés par les neutrons dans le cœur nucléaire :

- Diamètre moyen d’un crayon combustible : 8 mm ;
- Distance entre deux crayons combustible remplie d’ H_2O : entre 2 et 4 mm.

Que peut-on en conclure sur la répartition des neutrons dans un tel cœur ?