

## *Phys487 Mid-Term Exam*

### Problem 1: Comprehension

- a. Why thermal neutrons are important in reactor physics  
لماذا النيوترونات الحرارية مهمة في فيزياء المفاعلات
- b. What is the difference between absorption and capture? Give case when they are equivalent and a case when they are different.  
ما هو الفرق بين الأبر و الامتصاص. متى يكون متساويان و متى لا.
- c. What is the cause of the attenuation of the beam intensity of neutrons when it passes through matter?  
ما هو سبب تناقص شدة الحزمة النيوترونية اذا مرت عبر مادة ما
- d. What is the physical meaning of moderation in a thermal nuclear reactor.  
ما هو التفسير الفيزيائي للتهديئة في المفاعلات النووية الحرارية
- e. What represents the average lethargy decrement per collision.  
ماذا يمثل متوسط تناقص الليطارجي في الصدمة الواحدة
- f. Give the factors that make a material a good moderator and explain why.  
ما هي العوامل التي تجعل مادة معينة مهدىء جيد. اشرح لماذا

Solve at least four out of the five following problems. If you solve all of them you have a bonus!.

فيما يلي خمس مسائل. أجيب على أربع منها على الأقل. اذا أجبت عليها كلها, لك درجات زائدة.

### Problem 2:

Calculate the average number of fission neutrons per thermal neutron absorption in an enriched Uranium mixture which contains the  $U^{235}$  and  $U^{238}$  isotopes in a 1: 10 ratio. Consider that the average number of neutrons per fission for  $U^{235}$  is  $\nu = 2.43$ .

أحسب متوسط عدد نيوترونات الانشطار لكل امتصاص لنيوترون حراري لليورانيوم المخصب.

**Problem 3 :**

A nuclear reactor has an initial fuel inventory of 2500 grams of  $U^{235}$ . If the average thermal neutron flux in the reactor is  $4 \times 10^{12}$  neutrons/cm<sup>2</sup> sec, find how long it will take for 5 grams of  $U^{235}$  to be “burnt up”. Consider also burn-up through radiative capture.

$$\rho^{U^{235}} = 19.05 \text{ gram / cm}^3$$

في مفاعل نووي, يوجد مخزون ابتدائي من اليورانيوم 235 قدره 2500 غرام. اذا كان متوسط تدفق النيوترونات الحرارية في المفاعل هو  $4 \times 10^{12}$  نيوترون اسم<sup>2</sup> ثانية, أحسب ما المدة الزمنية اللازمة لاحتراق 5 غرام من اليورانيوم 235, بالأخذ في الحسبان الأسر الشعاعي.

**Problem 4:**

A gold foil ( $Au^{197}$ ) of 1.5 cm<sup>2</sup> area and 300 mg/cm<sup>2</sup> areal density is irradiated with a neutron flux of  $10^{12}$  neutrons/cm<sup>2</sup> sec for 1 hour. Subsequent measurements indicate that, in all,  $49 \times 10^{13}$   $Au^{197}$  nuclei have been transmuted. Calculate the neutron absorption cross section of this nuclide.

Consider the mass of 1 mole of  $Au^{197}$  is 197 grams

ورقة رقيقة من الذهب مساحتها 1.5 سم<sup>2</sup> وكثافتها المساحية هي 300 ميليغرام/سم<sup>2</sup>. نسلط عليها تدفق من النيوترونات قدره  $10^{12}$  نيوترون اسم<sup>2</sup> ثانية لمدة ساعة واحدة. بعدها مباشرة نقوم بقياسات فوجد أن  $49 \times 10^{13}$  نواة من الذهب قد تحولت طبيعتها. أحسب المقطع الفعال لامتنصاص النيوترونات, باعتبار أن الكتلة المولية للذهب تساوي 197 غرام.

**Problem 5:**

How much  $U^{235}$  is consumed by a reactor during one year's operation at a constant power output of 1000 kw, if we consider that each fission releases around 200 Mev. Mass of 1 mole of  $U^{235}$  is 235 grams.

كم استهلك من اليورانيوم 235 في مفاعل خلال سنة واحدة من الشغل اذا كان قيمة الطاقة المنتجة هي 1000 كيلواط, اذا اعتبرنا أن الطاقة الناتجة في انشطار نواة وحيدة يساوي 200 ميغا الكترون فولط. الكتلة المولية لليورانيوم 235 هي 235 غرام

**Problem 6:**

Calculate the number of collisions required to reduce fast fission neutrons with an average initial energy of 2 Mev to an energy  $E_f = 0.025 \text{ ev}$  in a Be moderator assembly, if the average lethargy decrement per collision for equals 0.209.

What would be the energy of neutrons that have made 40 collisions with Be nuclei, starting with an initial energy of 2 Mev.

أحسب عدد الاصطدامات اللازمة لخفض طاقة الكترون من 2 ميغا أف الى 0.025 أف في مهدأ من ال Be اذا كان متوسط انخفاض اليتارجي في كل اصطدام يساوي 0.209.  
كم تكون قيمة طاقة النيوترونات التي اصطدمت 40 صدمة مع أنوية ال , اذا كانت طاقتها الابتدائية تساوي 2 ميغا أف.

Some useful equations and quantity values

$$\bar{E} = \frac{3}{2}kT \quad (\bar{v}^2)^{1/2} = v_{rms} = \left(\frac{3kT}{m}\right)^{1/2}$$

$$\Delta T = T_n - T = 0.89T \cdot A \cdot \left(\frac{\sum_a}{\sum_s}\right)$$

$$\bar{\sigma}^T = \frac{\pi^{1/2}}{2} \left(\frac{293.6}{T}\right)^{1/2} \text{ ("not } 1/v \text{ factor)} \sigma_{p(2200)}^0$$

$$\frac{E_1}{E_0} = \frac{v_1^2}{v_c^2} = \frac{1 + A^2 + 2A \cos \phi}{(1 + A)^2}$$

$$\frac{(A-1)^2}{(1+A)^2} = \alpha$$

$$\cos \theta = \frac{1 + A \cos \phi}{(1 + A^2 + 2A \cos \phi)^{1/2}}$$

$$\overline{\left(\frac{\Delta E}{E}\right)} = \left(\frac{E - E_0}{E}\right) = \left(\frac{1 - \alpha}{2}\right)$$

$$\xi = \log\left(\frac{E_0}{E}\right) = \frac{\int_E^{E_0} \log\left(\frac{E_0}{E}\right) P(E) dE}{\int_E^{E_0} P(E) dE}$$

$$sdp = \frac{\xi}{\lambda_s} \quad rm = \frac{sdp}{\sum_a} = \xi \frac{\sum_s}{\sum_a}$$

	$\sigma_c$	$\sigma_f$	$\sigma_s$
U <sup>233</sup>	57	523	
U <sup>235</sup>	101	582	10
U <sup>238</sup>	2.73	0	8.3
U (natural)	3.5	4.18	8.3
Pu <sup>239</sup>	286	742	11