P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703
2007 ,(1), (3) :99-106

(JUAPS) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة

Open Access

دراسة احتمالية الانشطار كدالة لطاقة النيوترونات الساقطة (0.5 MeV – 2 MeV) للنوى الانشطارية المختلفة

هادي دويج زرزور

المعهد التقني/ الكوت

معلومات البحث:

تاريخ التسليم: ٢٠٠٧/٤/١٧
تاريخ القبول: ٢٠٠٧/١١/١٤
تاريخ النشر: ١٤/ ٦ / ٢٠١٢

DOI: 10.37652/juaps.2007.15624

الكلمات المفتاحية:

الانشطار ،
طاقة النيوترونات،
نوى انشطارية.

الخلاصة:

أن الهدف من الدراسة هو التعرف على سلوك احتمالية الانشطار كدالة لطاقة النيوترون الساقط لنوى انشطارية مختلفة هي : (^{231}Th، ^{233}Th، ^{235}U، ^{237}U، ^{239}U، ^{241}Pu ،^{243}Pu) وعند نفس المدى من الطاقات للنيوترونات الساقطة (0.5 MeV- 2 MeV). ان احتمالية الانشطار تعتبر عامل اساسي ومؤثر في حساب المقطع العرضي للانشطار للمواد الانشطارية، ومن خلال تلك الدراسة لوحظ ان احتمالية الانشطار للمواد الانشطارية وضمن مدى طاقة النيوترونات الساقطة (٠.٥ MeV – ٢ MeV) تتناقص بزيادة طاقة النيوترونات.في هذه الدراسة استنتجت العلاقات التجريبية بالاستعانة في طريقة الملائمة(Fitting Method) التي من خلالها يمكن التنبؤ أو معرفة قيمة احتمالية الانشطار كدالة لطاقة النيوترونات الساقطة (0.5MeV – 2 MeV) وللنوى الانشطارية المختلفة،وكمثال على ذلك العلاقة التجريبية لذرة الثوريوم $\left(Th^{231}\right)$: $P_{nf} = 0.1707e^{-0.6688E_n(MeV)}$.

المقدمة:

يتم حساب المقطع العرضي للانشطاربالاستعانة والاستفادة من تفاعلات الانتقال للمواد الانشطارية وهذه التفاعلات مثلاً : Pa^{234} $(^3He,P)$ Th^{232} .

كما أن طريقة حساب المقطع العرضي للانشطار تعتمد على عاملين اساسين هما احتمالية الانشطار(fission probability) وعلى المقطع العرضي لتكوين النواة المركبة (Compound nucleus formation cross section) والتي تعطى بالمعادلة التالية[2],[1]:

$$\sigma_{nf} = \sigma_c \times P_{nf} \quad \ldots\ldots(1)$$

حيث إن:

$\left(\sigma_{nf}\right)$: المقطع العرضي للانشطار

(σ_c) : المقطع العرضي لتكوين النواة المركبة

$\left(P_{nf}\right)$: احتمالية الانشطار التي تقاس باستخدام تفاعلات الانتقال للنواة المتهيجة وكما يلي :

$$P_{nf} = \sum_j P_{nf}\left(j^\pi\right) N\left(j^\pi\right) / \sum_j N\left(j^\pi\right) \quad \ldots\ldots(2)$$

حيث أن $\pi, (j)$ هو البرم والتماثل على للحالات النهائية للتفاعل نتيجة عملية

* Corresponding author at: Technical Institute / Kut, Iraq;

امتصاص النيوترون، كما ان (N) تمثل النواة التي قيد الدراسة. كما ان حساب المقطع العرضي لتكوين النواة المركبة يمكن حسابه من المعادلة التالية [3],[4] :.

$$\sigma_c = \pi\lambda^2 \frac{\Gamma_a \Gamma}{\left(E - E_0^*\right)^2 + \Gamma^2/4} \quad \text{.....(3)}$$

حيث يمثل Γ_a السمك الجزئي للانحلال باتجاه القناة لتكوين النواة المركبة ، و Γ السمك الكلي للحالة. و λ ثابت التحلل للنواة ذات طاقة تهيج $\left(E_0^*\right)$. كما وان Γ_a ، Γ تاخذ محددة حسب نوع النواة الام الداخلة في التفاعل والنواة الوليدة الناتجة من التفاعل النووي الانشطاري.

أن المعادلات ٣,٢,١ هي المعادلات التي يمكن بواستطها حساب المقطع العرضي للانشطار واحتمالية الانشطار لأي تفاعل انشطاري والتي من خلال تلك المعادلات وضعت نتائج الدراسات العالمية لبعض النوى الانشطارية التي تكون قيد دراستنا هذه لدراسة احتمالية الانشطار كدالة لطاقة النيوترون ، والتي تعتمد على طاقة النيوترونات الساقطة لان المقطع العرضي للانشطار $\left(\sigma_{nf}\right)$ يعتمد على احتمالية الانشطار $\left(P_{nf}\right)$ واحتمالية تكوين النواة المركبة (σ_c) الذي يعتمد بشكل اساسي على الطاقة (E).

النتائج

بالاستعانة بالنتائج المستخلصه من الدراسات العالمية في المختبرات العالمية والمنشورة (LA- 4198 , Los Alamos scientific laboratory) في السنوات السابقة[5] ، لعدم امكانية تحضير تلك النماذج وعدم امكانية اجراء عملية التشعيع لهذه النوى بسبب ظروف الحصار الظالم على قطرنا لذلك سوف نعتمد على نتائج المختبرات العالمية الاخرى والمنشورة عالمياً ، والتي تم فيها حساب المقطع العرضي للانشطار σ_{nf} وباستخدام والاستعانة بالمعادلة رقم[٣] يمكن حساب المقطع العرضي لتكوين النواة المركبة σ_c والمبين في الجدول رقم(١) .

وفي الجدول رقم (١) وبتطبيق المعادلة (١) ومعادلة (٢) تم حساب قيمة احتمالية الانشطار للمواد الانشطارية المبينة في الجدول رقم (٢) .

وبالاستعانة من النتائج التي حصلت عليها من الجدول (٢) يمكن رسم الشكل البياني الذي يعطي قيم احتمالية الانشطار كدالة لطاقة النيوترونات الساقطة (0.5 MeV – 2 MeV) وللنوى الانشطارية المختلفة (231Th، 233Th، 235U، 237U، 239U، 241Pu ،243Pu) والموضحة في الشكل (١).

لقد تم استنتاج المعادلات التجريبية بطريقة الملائمة (fitting method) وبلاستعانة من الشكل (١) ولمدى طاقة الساقطة 0.5 MeV – 2 MeV) وللنوى الانشطارية المختلفة وكما يلي:

$$Th^{231} \Rightarrow P_{nf} = 0.1707e^{-0.6688E_n(MeV)}$$

$$Th^{233} \Rightarrow P_{nf} = -0.187E_n(MeV) + 0.064$$

$$U^{235} \Rightarrow P_{nf} = -0.0636E_n(MeV) + 0.4835$$

$$Pu^{243} \Rightarrow P_{nf} = -0.0791E_n(MeV) + 0.5054$$

$$U^{237} \Rightarrow P_{nf} = 0.3186e^{-0.3322E_n(MeV)}$$

$$U^{239} \Rightarrow P_{nf} = -0.0447E_n(MeV) + 0.2246$$

$$Pu^{241} \Rightarrow P_{nf} = -0.0418E_n(MeV) + 0.5236$$

أن المعادلات أعلاه التي تم استنتاجها في هذا البحث تعطي فائدة في إمكانية التنبؤ ومعرفة مقدار احتمالية الانشطار كدالة لطاقة النيوترونات الساقطة للنوى الانشطارية المختلفة ضمن المدى 0.5 MeV – 2 (MeV) عند دراسة التفاعلات النووية الانشطارية.

المناقشة:

تعتبر عملية حساب احتمالية الانشطار احد العوامل المهمة والمؤثرة في حساب المقطع العرضي للانشطار الذي يعبر عن احتمالية حدوث التفاعل النووي بالانشطار ، حيث ان هذه الاحتمالية تعتمد على قواعد الانتقال (selection rule) اعتماداً على حالات الزخم الزاوي الكلي وتحقيق قانوني حفظ الزخم الزاوي وحفظ التناظر ، وقد تم رسم احتمالية الانشطار كدالة لطاقة النيوترون الساقط وللعدد من العناصر النووية الانشطارية وكما مبين في الشكل رقم(٢) وللحالات (A, B, C, D, E, F, H) على التوالي ، والذي من خلاله نلاحظ ان احتمالية الانشطار تتناقص بزيادة طاقة النيوترونات الساقطة وللنوى الانشطارية المختلفة وهذا يعني ان احتمالية تكوين النواة المركبة للتفاعل (σ_c) ذات قيمة قليلة التي بواسطتها يمكن ان تتحل تلك النواة بطريقة الانشطار ، ومن ملاحظة ذلك من خلال المعادلة (٢) التي تبين ان احتمالية الانشطار تعتمد على الزخم الزاوي الكلي للتفاعل ومقدار حفظ التناظر ولغرض ان تتحل النواة بالانشطار يجب تحقيق قوانين حفظ الزخم الزاوي الكلي وقانون حفظ التناظر ، او قد يأخذ التفاعل مساراً اخراً غير الانشطار بما يتوافق مع قوانين الحفظ،كذلك وجود اختلاف بين المنحنيات المرسومة في الشكل رقم (٢) وهذا يمكن تفسيرة على اساس ان طاقة النيوترون الساقط اذا كانت احادية فان احتمالية الانشطار Pnf لكل نواة تكون مختلفة عن الاخرى ونتيجة لذلك نلاحظ ان الرسوم البيانية تكون مختلفة لكل نواة انشطارية .

References

[1] M. petit, M. Aiche, Determination of The neutron cross _ section for 233pa from 0.5 MeV to 10 MeV, CEN Bodeaux, Bp 120, 33175 France (from internet 2002)

[2] J.D Cramen and H.C. Britt, neutron fission cross_ section for 231Th- 232Th- 235U and 243Pu from 0.5 MeV to 2.25 MeV using (t,pf) Reactions, Nuclear Science and Engineering 41 (1970) 177-187.

[3] Harald enge, "Introduction to nuclear physics" Addison- Wesley publishing company, (1983).

[4] J.csikai "hand book of fast neutron generators" volume 2, Inc., florida, (1987).

[5] C.L.Dunford and P.F.Rose "neutron cross section" volume 2, (1988).

جدول ١ : المقطع العرضي لتكوين النواة الانشطارية

Target Nucleus	Th^{231}	Th^{233}	U^{235}	U^{237}	U^{239}	Pu^{241}	Pu^{243}
E_n (MeV)	σ_c (b)	σ_c (b)	σ_c (b)	σ_c (b)	σ_c (b)	σ_c (b)	σ_c (b)
0.5	3.65	3.65	3.65	3.65	3.66	3.66	3.67
0.6	3.62	3.63	3.63	3.64	3.64	3.64	3.65
0.7	3.61	3.62	3.62	3.63	3.63	3.63	3.64
0.8	3.62	3.63	3.63	3.63	3.64	3.63	3.65
1.0	3.63	3.64	3.63	3.64	3.65	3.65	3.66
1.25	3.78	3.69	3.67	3.67	3.68	3.69	3.69
1.5	3.72	3.73	3.70	3.70	3.71	3.72	3.72
1.75	3.73	3.74	3.70	3.70	3.72	3.72	3.72
2	3.75	3.76	3.71	3.70	3.72	3.72	3.73

جدول ٢ : احتمالية الانشطار للمواد الانشطارية

Target Nucleus	Th^{231}	Th^{233}	U^{235}	U^{237}	U^{239}	Pu^{241}	Pu^{243}
E_n (MeV)	P_{nf}	P_{nf}	P_{nf}	P_{nf}	P_{nf}	P_{nf}	P_{nf}
0.5	0.21	0.058	0.49	0.24	0.21	0.52	0.49
0.6	0.108	0.060	0.44	0.24	0.20	0.49	0.49
0.7	0.097	0.051	0.43	0.42	0.19	0.48	0.43
0.8	0.082	0.045	0.42	0.22	0.19	0.48	0.41

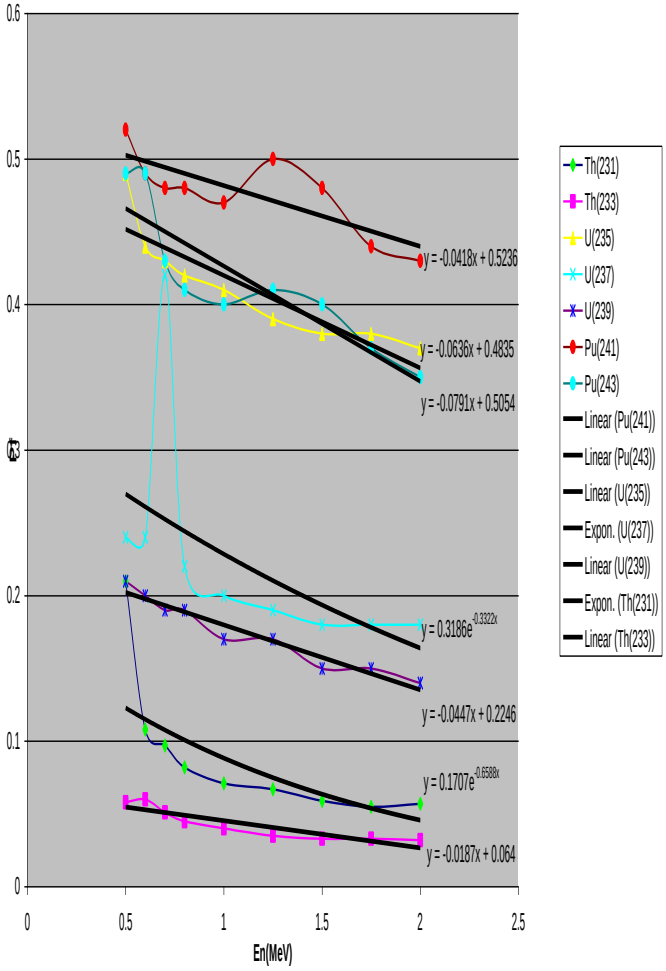
P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703
2007 ,(1), (3) :99-106

(*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة

Open Access

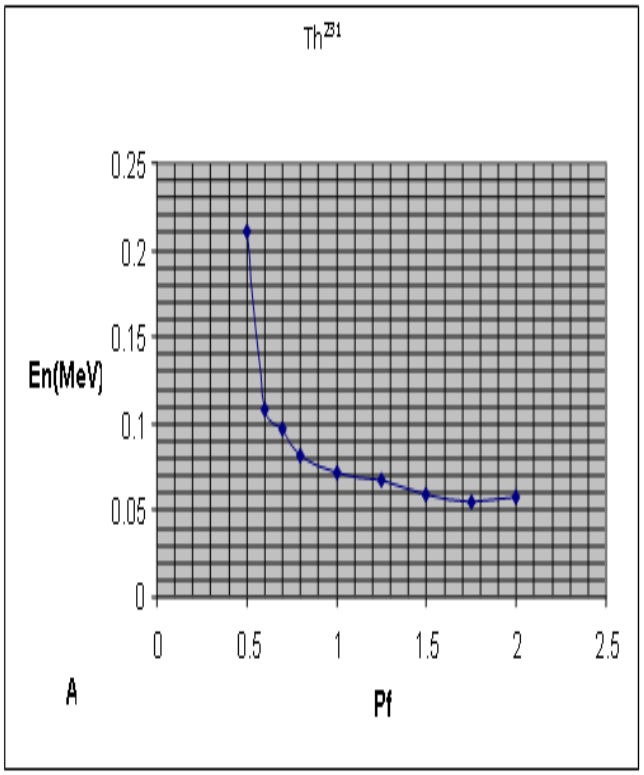
1.0	0.071	0.040	0.41	0.20	0.17	0.47	0.40
1.25	0.067	0.035	0.39	0.19	0.17	0.50	0.41
1.5	0.059	0.033	0.38	0.18	0.15	0.48	0.40
1.75	0.055	0.033	0.38	0.18	0.15	0.44	0.37
2	0.057	0.032	0.37	0.18	0.14	0.43	0.35

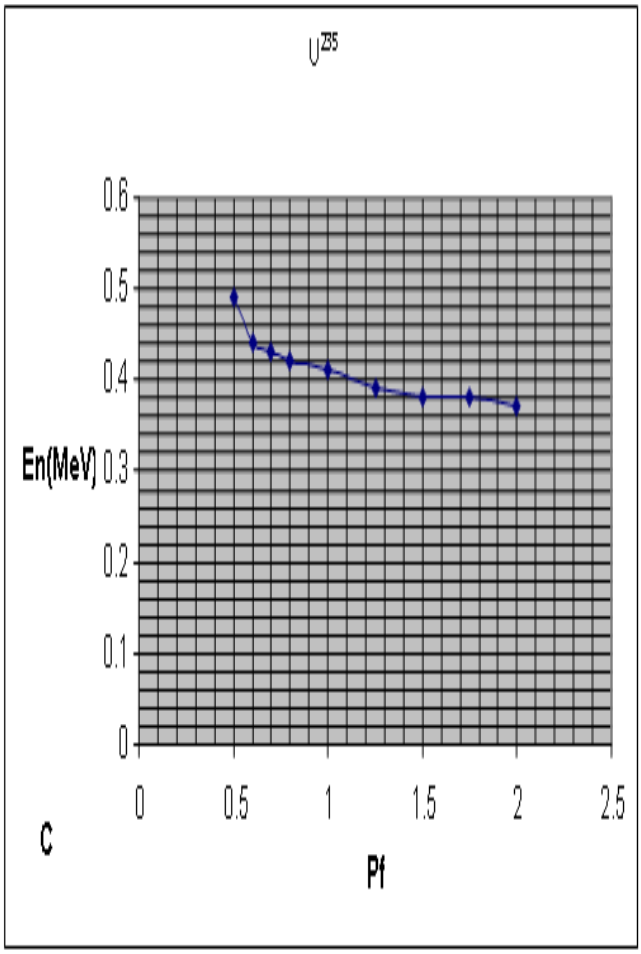
شكل (١)يبين احتمالية الانشطار كدالة لطاقة النترونات الساقطة بأستخدام معادلة الملائمة (Fitting equation)

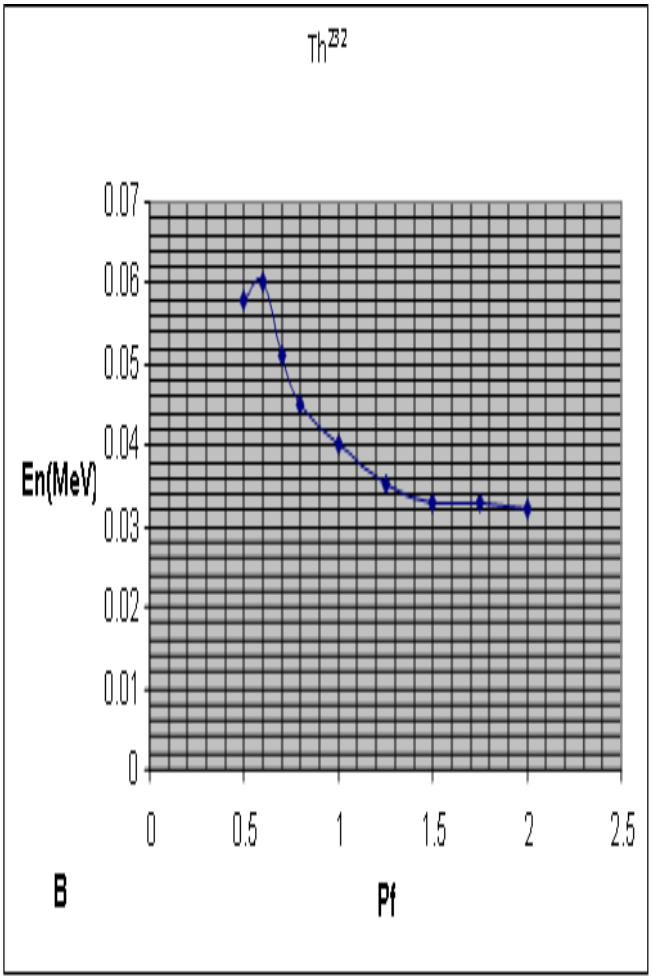


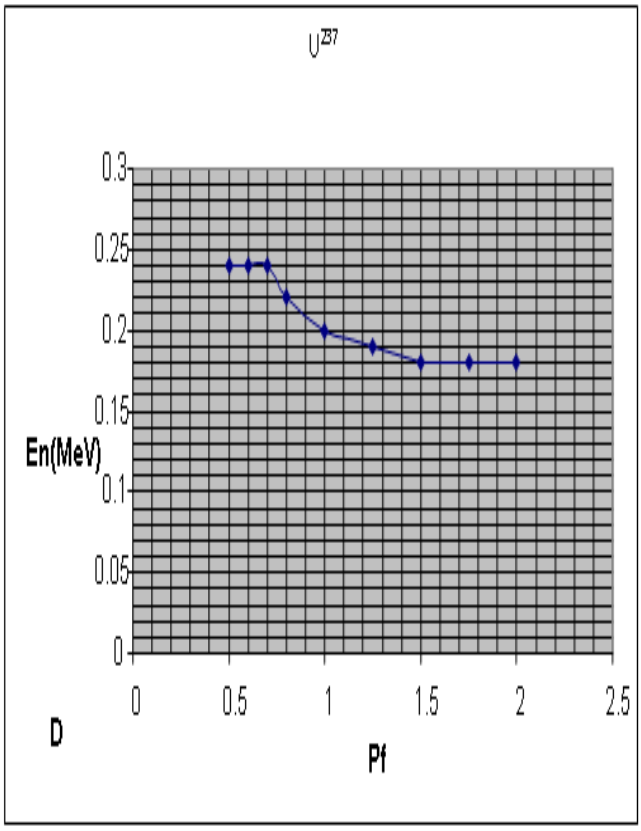
الشكل رقم (٢) :احتمالية الانشطار كدالة لطاقة النيوترونات الساقطة للنوى الانشطارية المختلفة (a)

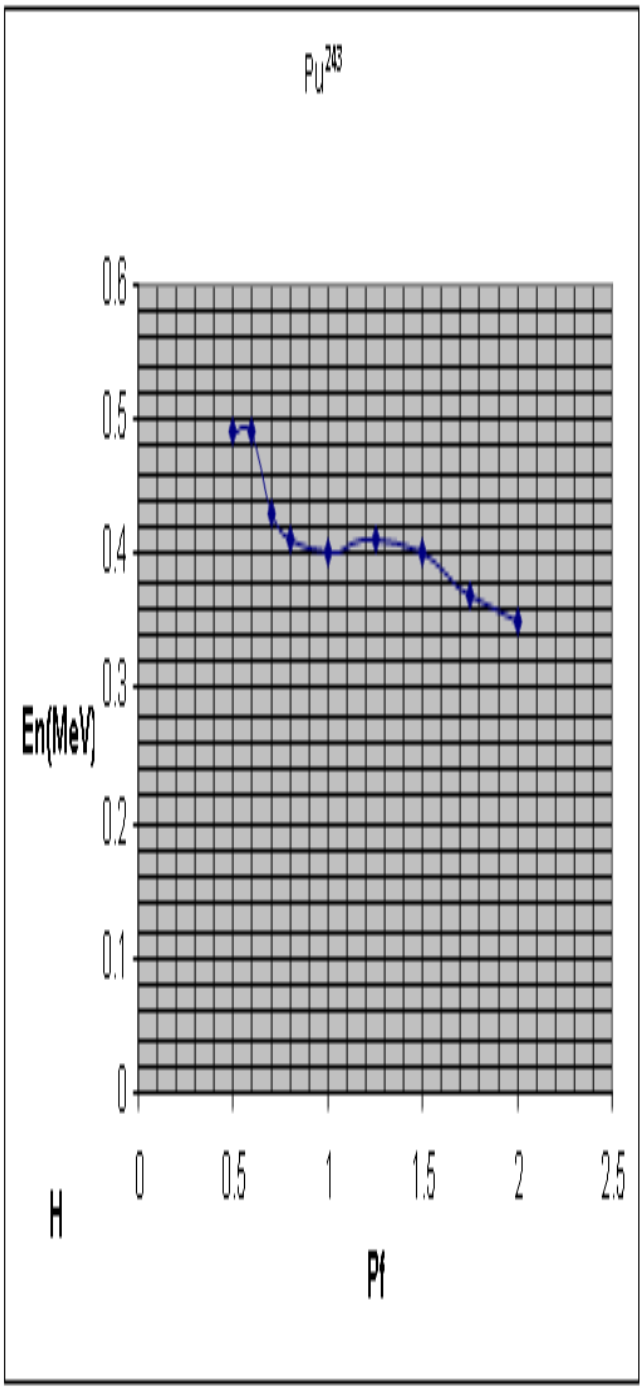
P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703 (*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2007 ,(1), (3) :99-106

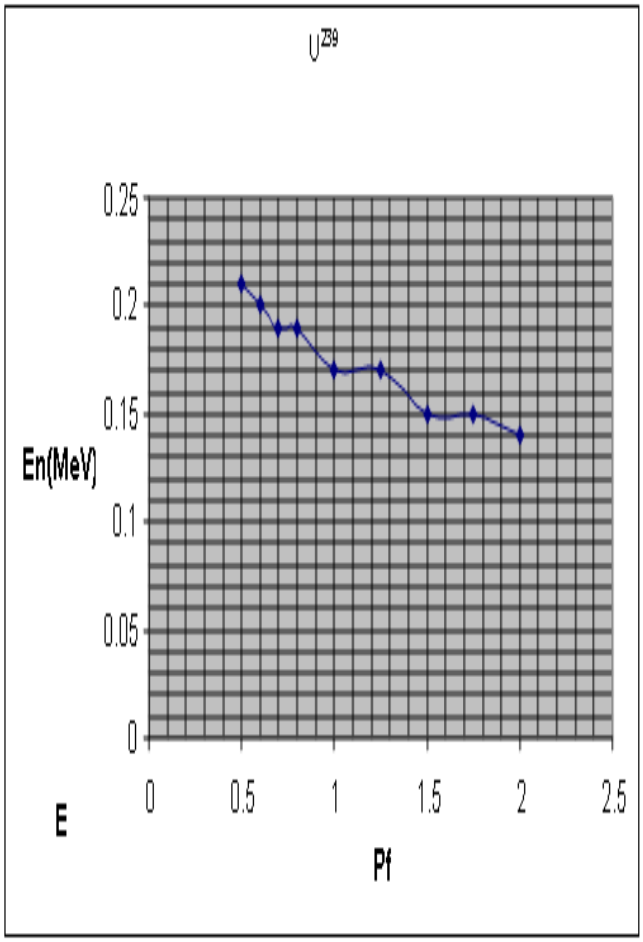


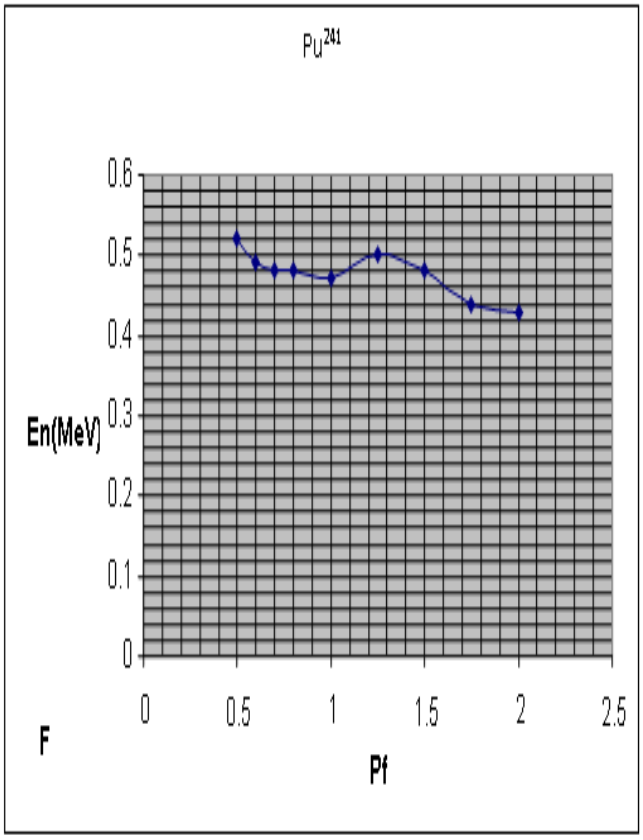







Pu243
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
En(MeV)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
Pf
H


U239
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0
En(MeV)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
Pf
E


Pu241
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
En(MeV)
0
0.5
1
1.5
2
2.5
Pf
F

P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703 (*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2007 ,(1), (3) :99-106

P- ISSN 1991-8941 , E-ISSN 2706-6703 (*JUAPS*) مجلة جامعة الانبار للعلوم الصرفة Open Access
2007 ,(1), (3) :99-106

Study of the fission probability as function of energy of (0.5MeV-2MeV) on various fissing nucleus

Hadi Dawyich Zirzur

E.mailL scicool@yahoo.com

Abstract

The aim of this study is to know the behavior of fission probability as function of neutrons energy of various fission nucleuses (^{231}Th, ^{233}Th, ^{235}U, ^{237}U, ^{239}U, ^{241}Pu, ^{243}Pu) at the same energy range of descending neutrons (0.5 MeV to 2 MeV). The fission probability is considered as a principal effective factor in measuring the fission cross section of fissing materials. In this work we found that, the fissing materials at the energy range of descending neutrons decreased as a result of increasing neutron energy. In this study, I conclude the empirical relations by the fitting method in which the probability fission value can be estimated as a function for neutrons energy (0.5MeV-2MeV) and for various fission nucleuses, for instant the empirical formula for thorium atom $\left(Th^{231}\right)$ as below:

$$P_{nf} = 0.1707e^{-0.6688E_n(MeV)}$$