حساب المقاطع الفعالة لعملية التأين بالتصادم الإلكتروني للبلازما المنتجة من طرف الليزر
تطبيق على بلازما الهليوم و ايونات O^{+6} , C^{+4}

حريز بلقاسم منال[1]، قدة الحبيب[1]

[1] مخبر LEVRES ، قسم الفيزياء، كلية العلوم الدقيقة، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي 39000، الوادي

E-mail:manel.hariz08@gmail

الملخص:

في بداية الستينات اهتم العديد من الباحثين والعلماء في فيزياء البلازما على دراسة التفاعل بين الليزر والمادة، إذ وجد أن هذا التفاعل يؤدي إلى إنتاج بلازما. وتعد الآليات الذرية الأساسية مهمة في معالجة انبعاثات و تشخيص البلازما، ومن أهمها عملية التأين بالتصادم الالكتروني. حيث أردنا من خلال هذا العمل التحكم في حساب المقاطع الفعالة لهذه العملية لبعض أنواع البلازما منها: بلازما الهليوم والشبيه بالهليوم منها C^{+4}, O^{+6} ، وذلك باختيار برنامج FAC [1]. حيث يعتمد على هذا الأخير في حساب المقاطع الفعالة التي من خلالها نقوم كذلك باستنتاج معدل التأين بالتصادم الإلكتروني. حيث بينت النتائج المتحصل عليها للمقاطع الفعالة لبلازما الهيليوم والشبيه بالهليوم منها C^{+4}, O^{+6} في مختلف المجالات الطاقوية لإلكترونات الصدم مقارنة بالنتائج المتحصل عليها من طرف Tawara and Kato توافقا مقبولا[2].

M.HARIZ e-mail: manel. Hariz08@gmail.com

1.المقدمة

تعتبر عملية التاين بالتصادم الالكتروني من اهم العمليات الأساسية في تشخيص و نمذجة البلازما. ولفهم ظاهرة التأين بالتصادم الإلكتروني وجب معرفة حساب أهم المعطيات الذريه لهذه العملية من بينها: المقاطع الفعالة، معدل التأين... حيث كانت هناك العديد من البحوث التي اجريت من اجل دراسة و تحسين نظرية التاين بالتصادم الالكتروني للذرات والجزيئات مع تقديم نظريات و أساليب تقريبية و تجريبية لتحديد المقاطع الفعالة و معاملات معدل التأين بالتصادم الالكتروني. بدا الحساب النظري من اجل تحديد المقاطع الفعالة في عام 1912 من قبل "Thomson" [3]. ثم سردت الكثير من المنشورات من طرف العديد من الباحثين منهم "Bethe" سنة 1930[3] ، "Secton" في سنة 1959 [3]، "Trefftez" و اخرون سنة 1963 [4]، "Yong" و آخرون سنة 1965 [4] من أجل التحسين في نظريات المقاطع الفعالة [5]. كما انه درس إنتاج القيم التجريبية سنة 1975عن طريق" Presnyakov "الذي اظهر العلاقة بين المقاطع

الفعالة لـــ "Coulomb-Born" وصيغة "Seaton ". و قدم"Burgess وآخرون سنة 1977 [5] تطورات في المقاطع الفعالة التجريبية للتأين بالتصادم الإلكتروني.

2.الجانب النظري:

يعتبر التأين كعملية تفاعل بين الذرة و الإلكترون الحر أو بين الايون و الإلكترون الحر الذي يتبعه نشر للإلكترون الحر و إزالة إلكترون اخرمن الايون أو الذرة و يعبر عنه بالعلاقة التالية[6]:

$$(Z , N) + e \rightarrow (Z , N - 1) + e + e \qquad (1)$$

حيث (Z , N) يمثل أيون ذي الشحنة و إلكترون.

تعددت الأساليب في حساب المقاطع الفعالة بالتصادم الإلكتروني مع زيادة الدقة، أما الحساب النظري للمقطع الفعال بالتصادم الإلكتروني معقد جدا نظرا لأن الحساب يكمن في ثلاثة أجسام بعد حدوث عملية التصادم، لكن في الآونة الأخيرة ظهرت عدة برامج لحـساب المقطع الفعـــال الذي يعتمد على تقريب النسبي للموجة المشوهة بالتصادم الإلكتروني منها برنامج FAC [1].

3.حساب المقاطع الفعالة لعملية التأين بالتصادم الإلكتروني

3. 1. طريقة الحساب:

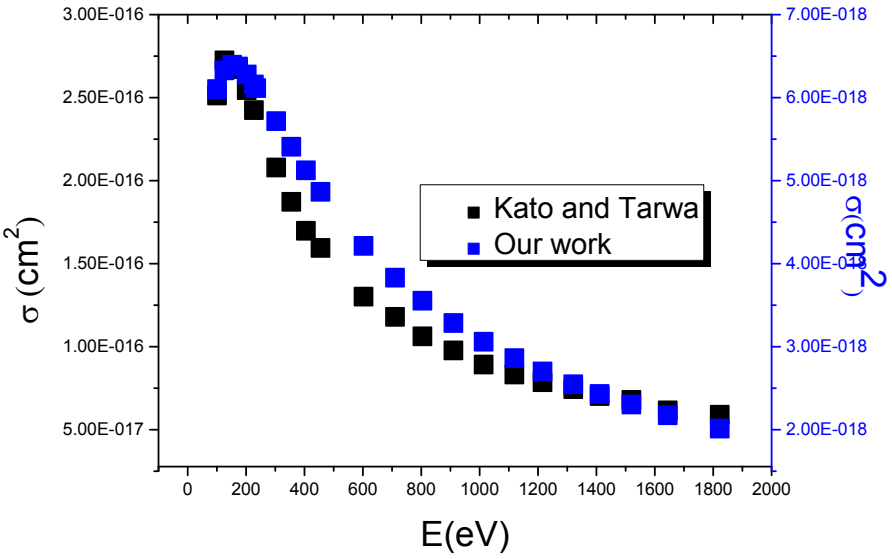
اعتمدنا في حسابنا للمقطع الفعال بالتصادم الإلكتروني لذرة الهليوم وذرة الكربون وذرة الأوكسجين الشبيهتان بالهليوم عن طريق برنامج FAC في مختلف المجالات الطاقوية ومقارنتها بنتائج تجريبية للباحثينTawara[2] and Kato .

4.النتائج والمناقشة

يوضح الجدول (1) بعض قيم نتائج المقطع الفعال لعملية التأين بالتصادم الإلكتروني لذرة الهليوم و الشكل (1) يقدم هذه النتائج على شكل رسم توضيحي.

الجدول(1): نتائج المقاطع الفعالة لذرة الهليوم.

E(eV)	$\sigma_{K.T}(cm^2)$	$\sigma_{FAC}(cm^2)$
9.11E+02	9.76E-17	3.28E-18
1.01E+03	8.91E-17	3.06E-18
1. 12E+03	8.31E-17	2.86E-18
1.22E+03	7.86E-17	2.70E-18

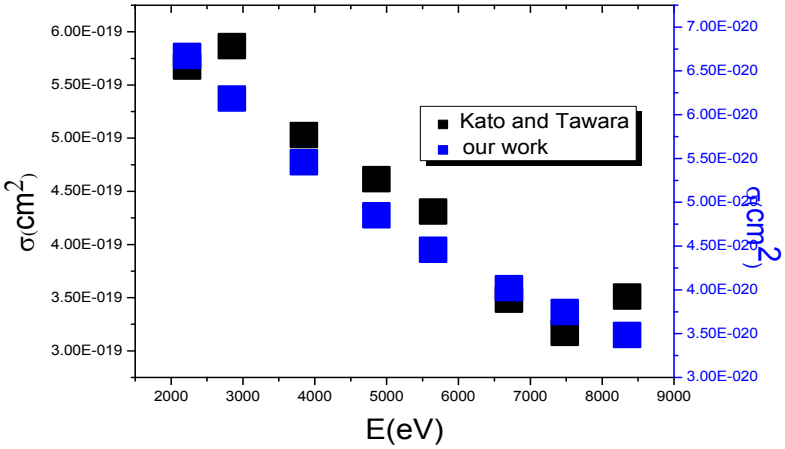


الشكل(1): المقاطع الفعالة لذرة الهليوم.

لقد بينت النتائج التي تم الحصول عليها في حساب المقاطع الفعالة لذرة الهليوم في المجال الطاقوي eV [100-2000] عن طريق برنامج FAC ومقارنتها بنتائج التجريبية للباحثين kato and Tawara [2] توافقا كبيرا حيث في المجال الطاقوي [100- 400] و [1200-2000] المقاطع الفعالة لذرة الهليوم ببرنامج FAC منطبقة مع النتائج التجريبية أما في المجال الطاقوي [400-600] فكان الاختلاف في المقاطع الفعالة بالنسبة إلى برنامج FAC والنتائج التجريبية بمقدار10%. وفي المجال [600-800] كان الاختلاف بنسبة 5%. أما في المجـــال [800-900] فكان مقدار الاختلاف 2% وفي المجال [1000 -900] فكانت نسبة الاختلاف 0.001% ويعتبر هذا الاختلاف مقبولا جدا خاصة عند طاقات التأين القريبة من الطاقة الفعلية لتأين الهليوم والتي تعادل 24.6eV.

الجدول(2): نتائج حساب المقاطع الفعالة لذره الكربون الشبيه بالهليوم

E(eV)	$\sigma_{k,T}$(cm^2)	σ_{FAC}(cm^2)
4.36E+02	2.99E-19	2.37E-19
4.85E+02	2.66E-19	2.42E-19
9.79E+02	1.17E-18	2.45E-19
1.18E+03	1.63E-18	2.36E-19

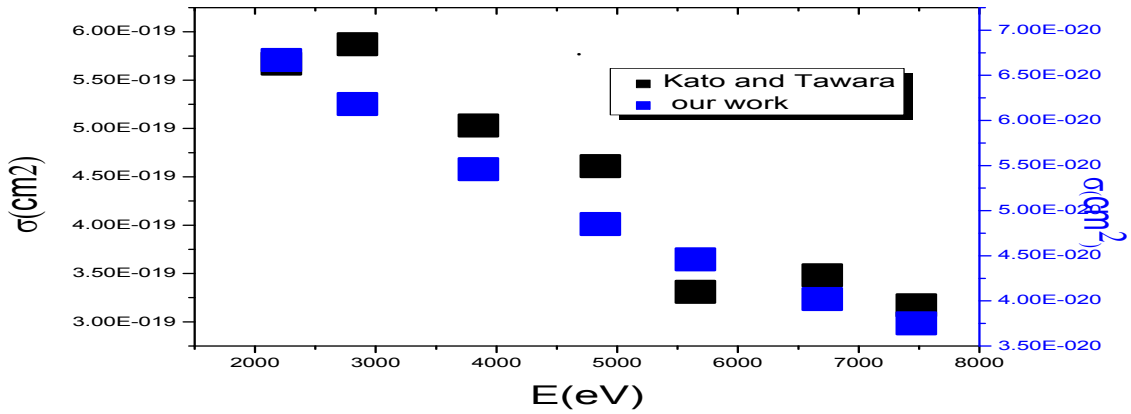


الشكل (2): المقطع الفعال لذرة الكربون الشبيه بالهليوم

توضح النتائج التي توصلنا إليها في حساب المقاطع الفعالة لذرة الكربون الشبيه بالهليوم في المجال [436- 8012] عن طريق برنامج FAC و مقارنتها بالنتائج التجريبية للباحثين kato and Tawara [2] تناسبا ملحوظا بحيث عند قيم الطاقات E= 436eV و E = 6500eV E =4780eV المقاطع الفعالة متطابقة وعند قيمة الطاقة 979eV فكانت نسبة الاختلاف 0.01% وعند باقي الطاقات كانت نسبة الاختلاف 10% .ويعتبر هذا الاختلاف كذالك مقبولا جدا خاصة عند طاقات التأين القريبة من الطاقة الفعلية لتأين الكربون الشبيه بالهليوم والتي تعادل 478eV.

الجدول (3): حساب المقاطع الفعالة لذرة الأوكسجين الشبيه بالهليوم

E(eV)	$\sigma_{k,T}$ (cm^2)	σ_{FAC}(cm^2)
2.22E+03	5.67E-19	6.67E-20
2.85E+03	5.87E-19	6.18E-20
3.85E+03	5.03E-19	5.46E-20
4.86E+03	4.61E-19	4.85E-20



الشكل (3): المقطع الفعال لذرة الأوكسجين الشبيه بالهليوم.

تظهر النتائج المتحصل عليها في حساب المقاطع الفعالة لذرة الأوكسجين الشبيه بالهليوم في المجال [2022-7048] تلاءما ملحوظا في جميع قيم طاقات إلكترون الصدم بالنسبة للبرنامج FAC ونتائج التجريبية للباحثين kato and Tawara [2] فعند طاقة الصدم 2220eV، 6700eV، 7480eV كانت نتائج متطابقة لكلاهما. أما عند قيمتي طاقة الصدم 2850eV، 4860eV فكانت نسبة الاختلاف بينهما 20% وعند طاقة الصدم 3850eV فكانت النسبة % 10، أما عند طاقة الصدم 5650eV فكانت النسبة الاختلاف بينهما 5%. ويعتبر هذا الاختلاف كذالك مقبولا خاصة عند طاقات التأين القريبة من الطاقة الفعلية لتأين الأوكسجين الشبيه بالهليوم والتي تعادل 739eV [8] .

الخاتمة:

إن النتائج المتحصل عليها في حساب المقاطع الفعالة بواسطة برنامج FAC لعملية التأين بالتصادم الإلكتروني لذرة الهليوم والكربون و الأوكسجين الشبيهان بالهليوم أعطت نتائج مقبولة مع النتائج التجريبية المنشورة.

المراجع:

[1] M. F. Gu, Review Synthèse, The flexible atomic code, Can. J. Phys. vol.86 (2008).

[2] H. Tawara, M. Kato, Electron Impact Ionization Data For Atoms and Ions, NIFS.DATA.51.1999.

[3] A. Burgess, H.P .Summers, D.M .Cochrane and R.W.P .Mcwhirter, Crosssections for ionization of positive ions by electron impact, Mon. Not. R. astr . Soc. (1977).

[4] H. Suno and T. Kato, Cross Section Database for Carbon Atoms and Ions: Electron-impact Ionization, Excitation, and Charge Exchange in Collisions with Hydrogen Atoms, NIFS-Data-91 (2004).

[5]T. D. Mark and G. H. Dunn, Electron Impact Ionization, Springer Verlag Wien-New York (January 1985).

[6]W. Demtröder, Atoms, Molecules and Photons An Introduction to Atomic, Molecular and Quantum Physics, (2006).

[7] T. D. Mark and G. H. Dunn, Electron Impact Ionization, Springer Verlag Wien-New York (January 1985).

[8] M. Arnod, R. Rothenfluge, an updated evaluation of recombination and ionization rates (1985).