وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة قاصدي مرباح ورقلة
كلية الرياضيات و علوم المادة
قسم علوم المادة
تخصص فيزياء إشعاعية

LANEREZA

تعيين المقاطع الفعالة للإصدار لأيون الإيربيوم في بعض أنواع الزجاج

من إعداد :
صندالي فطيمة الزهرة
sandali.fatima1993@gmail.com
ذكار صليحة
dokkar .saliha@gmail.com

الأستاذ : بن طويلة عمر
bentouila@gmail.com

ملخص

يهدف هذا العمل إلى تعيين المقاطع الفعالة للإصدار لأيون الإيربيوم في زجاج هالوجينوفوسفاتي،و ذلك من خلال إيجاد طيف الإصدار انطلاقا من طيف الامتصاص.

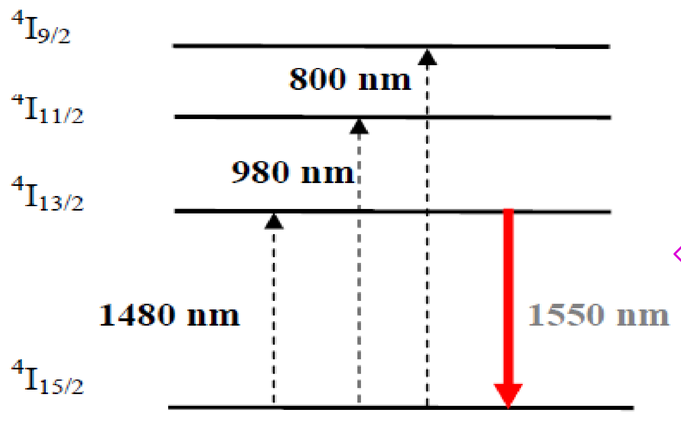
الكلمات المفتاحية: العناصر الترابية النادرة ، الإيربيوم ، الزجاج المطعم ،المقطع الفعال ،الليزر.

مقدمة

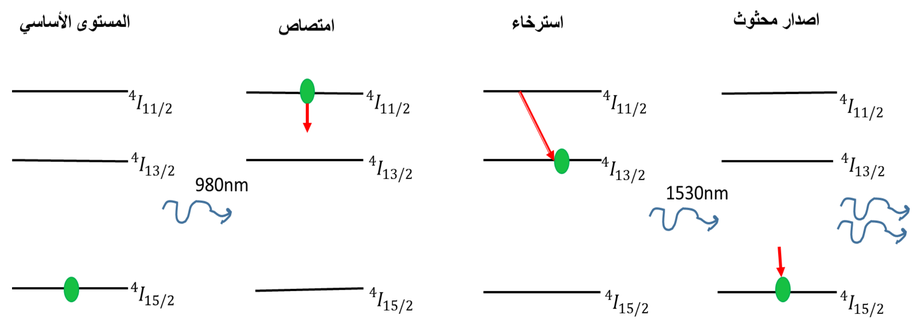
إن العناصر الترابية النادرة ، خاصة عنصر الايربيوم (Er)، تتميز بعدد من الخصائص البصرية المهمة ، التي تؤهلها لأن تدخل في العديد من الاستخدامات و تلعب دورا هام في تطوير تكنلوجيا الاتصالات البصرية ، و تظهر هذه الأخيرة انبعاثات محفزة في حالة اضافتها إلى مادة زجاجية أو أي مادة صلبة بلورية نظرا لانتقالاتها الضوئية العديدة ضمن المجال المرئي و تحت الأحمر و هذا ما يعرف بالتطعيم[1]. إن الدراسة الطيفية للزجاج المطعم بالعناصر الترابية النادرة مهمة جدا لتحسين أداء الليزر وتعطي معلومات عن مختلف الوسائط الطيفية كالمقطع الفعال للإصدار و الامتصاص ،وهي من بين أهم الوسائط لإنجاز المركبات الضوئية الفعالة[2] ،والهدف من هذا العمل هو تعيين المقاطع الفعالة للإصدار لأيون الإيربيوم في زجاج هالوجينوفوسفاتي.

الإيربيوم (دراسة طيفية)[3]

التوزيع الأيوني	العنصر	z
$[Xe]\ 4f^{11}$	الإيربيوم (Er)	68



الشكل.(1) :مخطط لمستويات الطاقة لأيون الإيربيومEr^{+3}



الشكل(2) : آليات تفاعل أيون الإيربيومEr^{+3}مع الإشعاع الكهرومغناطيسي عند الانتقال $^4I_{13/2} \longrightarrow {}^4I_{15/2}$

نظرية ماك كومبر (McCumber) [4]:

وضعت هذه الطريقة من طرف ماك كومبر ،و تعتمد على حساب المقاطع الفعالة للإصدار انطلاقا من طيف الامتصاص.

يحسب المقطع الفعال للامتصاص في الزجاج المدروس لأيون الإيربيوم عند الانتقال $^4I_{15/2} \longrightarrow {}^4I_{13/2}$ بالعلاقة التالية[5]:

$$\alpha(\lambda) = \frac{ln10}{l}.\rho\ (\lambda) \qquad , \qquad \sigma_a(\lambda) = \frac{\alpha(\lambda)}{N}$$

حيث :

$\alpha(\lambda)$:معامل الامتصاص(cm^{-1}).

l:سمك العينة (l=5mm).

$\rho\ (\lambda)$:الكثافة الضوئية (cm^{-1}) .

N :تركيز العينة$(N=2.91\times 10^{20} cm^{-3})$.

يحسب المقطع الفعال للإصدار انطلاقا من علاقة ماك كومبر:

$$\sigma_e = \sigma_a \frac{Z_e}{Z_u} \exp\left(\frac{E_{zl}-h\nu}{k_B\,T}\right)$$ حيث :

T درجة الحرارة T=300K ، h ثابت بلانك: $(h=4.135667\times 10^{-15} ev.s)$

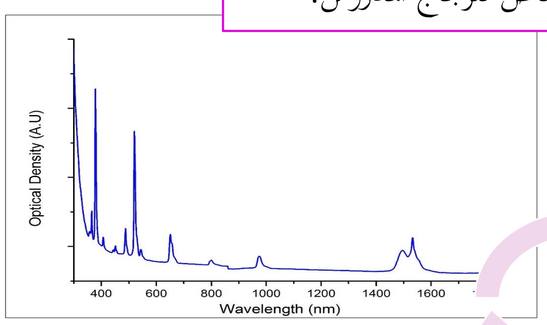
k_Bثابت بولتزمان $(k_B= 8.617\times 10^{-5}\ ev.k^{-1})$

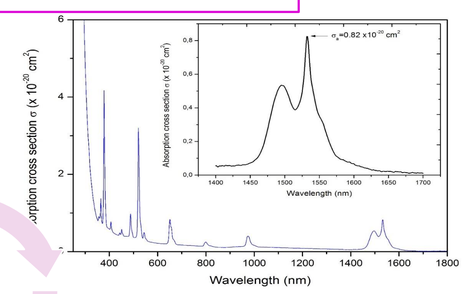
$\frac{Z_e}{Z_u} = 1$: (دوال التوزيع)

$E_{zl}(1532nm) = 6527cm^{-1}$

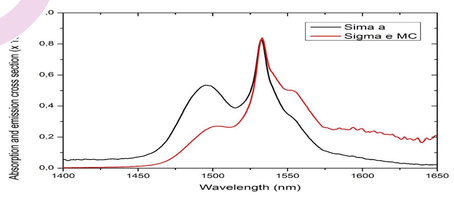
c=3× 10^8m/s(سرعة الضوء في الفراغ).

الشكل (3):طيف الامتصاص للزجاج المدروس.





الشكل (4):طيف الإمتصاص والإصدار للزجاج المدروس.



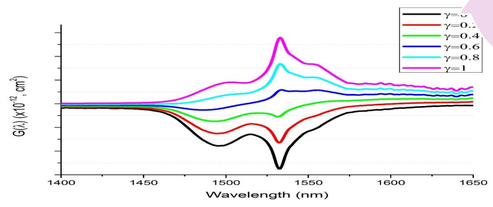
يمثل المنحنى التالي طيف الإصدار الذي تحصلنا عليه انطلاقا من الطيف التجريبي للامتصاص بطريقة ماك كومبر .

الربح G:

$I=G\ I_0$

$G=\gamma\ \sigma_e(\lambda)-(1-\gamma)\ \sigma_a(\lambda)$ ،$\gamma = \frac{N}{N_T}$: حيث

γ:معدل انقلاب التعداد



الشكل (5): منحنى المقطع الفعال للربح

يمثل المنحنى تغيرات المقطع الفعال للربح بدلالة الطول الموجي λ المتحصل عليه عند معدلات انقلاب تعداد مختلفة حيث نلاحظ أن الربح موجب إبتداءاً من قيمγ أكبر من 0,4، وبالتالي فإنه يمكننا القول أن هذا الزجاج يمكن أن يستعمل كمادة ليزرية.

خاتمة

قمنا في هذا العمل بتعيين المقطع الفعال للإصدار لأيون الإيربيوم في زجاج هالوجينوفوسفاتي، ورأينا أنه يمكن إيجاد المقطع الفعال للإصدار عند الانتقال المدروس من خلال حسابنا للمقطع الفعال للامتصاص و ذلك استنادا على نظرية ماك كومبر . أيضا من خلال النتائج التي تحصلنا عليها ، وجدنا أنه عندما يكون معدل انقلاب التعداد γ مساويا لقيم أكبر من 0,4 ، فإن المقطع الفعال للربح عند الطول الموجي 1530 نانومتر يصبح موجبا ،ممَا يجعلنا نتنبأ بقدرة هذا الزجاج المطعم بالإيربيوم على التضخيم الضوئي للإصدار عند هذا الطول الموجي .

المراجع

[1]-A. Beggas, " Etat d'art des verres dopes aux ions terres rares (Application Amplificateur Optique)", Mémoire de Magister, Centre Universitaire d'El- Oued 2010.
[2]-K.E.AIADI et O.BENTOUILA, « synthese generale sur les verres dopes terres rares tenant compte de la concentration en ions actifs et les parametres spectroscopiques » , Annales de la Faculté des Sciences et des Sciences de l'Ingénieur. Vol. 1 N°2/2007.
[3]-H. HAQUIN, « Verres et guides d'onde de fluorozirconates dopés Er3+ ou Tm3+ -Applications a l'amplification optique- »,Thèse de Doctorat de l'universite de rennes 1.(2003)
[4]-V. Moizan, "Etude de l'amplification laser en bande II dans les fibres de verres chalcogénures", Thèse de Doctorat, Université de Rennes I, (2008).
[5] –O.Bentouila , « Etude de l'effet des terres rares dans les verres Applications : laser et amplificateurs optique », Mémoir de Magistére ,Université de Ouargla ,(2005).