الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة قاصدي مرباح – ورقلة –

كلية الرياضيات و علوم المادة

قسم الفيزياء

تخصص فيزياء الإشعاعات, كاشف و بصريات الكترونية

الطالبة: بوحنيك سعاد

المشرف: الأستاذ بن طويلة عمر

# نمذجة ليزر الإيتربيوم في الزجاج

**ملخص:**

الهدف من هذا العمل هو نمذجة ليزر الإيتربيوم في الزجاج, من أجل هذا قمنا في البداية بدراسة عامة حول الليزر و المضخمات الضوئية ثم تطرقنا إلى مطيافية العناصر الترابية النادرة التي تستعمل في تطعيم الزجاج للحصول على مفعول الليزر.

الكلمات المفتاحية: نمذجة – ليزر الإيتربيوم – زجاج مطعم – ايونات ترابية نادرة

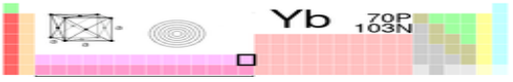
## مقدمة:

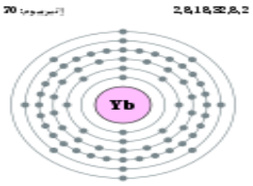
الليزر هو عبارة عن شعاع ضوئي يملك العديد من الخصائص التي يختلف بها عن الضوء العادي و له عدة أنواع يمكن إستخدامها في عدة مجالات مثل مجال الإتصالات ألا وهي ليزرات الزجاج المطعم بأيونات العناصر الترابية النادرة, حيث اشتهرت هذه الأخيرة بإظهارها إنبعاثات محفزة في حالة إضافتها إلى مادة زجاجية أو أي مادة صلبة بلورية و هذا ما يعرف بالتطعيم, تتميز أيونات العناصر الترابية النادرة بانتقالات ضوئية عل مجال واسع من الأطوال الموجية الذي يمتد من الأشعة فوق البنفسجية إلى ما تحت الحمراء, كما أنها تمتلك مستويات طاقوية غير مستقرة و التي تسهل انقلاب التعداد و بالتالي الحصول على مفعول الليزر.

تمكن الباحثون من تطعيم الألياف الزجاجية ببعض أيونات العناصر الترابية النادرة مثل $Yb^3$ للحصول على مضخمات ذات كسب مرتفع, كما تمكن من استعمالها كوسط فعال لإنتاج ليزرات الليف البصري, و من هذه الليزرات ليزر الليف البصري المطعم بالإيتربيوم (YDFL).

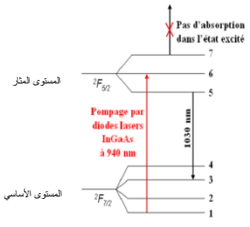
## النموذج النظري

**أيون الإيتربيوم: التوزيع الإلكتروني** $[Xe]\ 4f^{14}\ 6s^2$



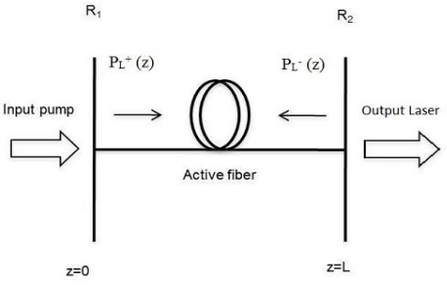

**بنية مستويات الطاقة: يمتلك أيون الإيتربيوم مستويين طاقويين أساسيين**



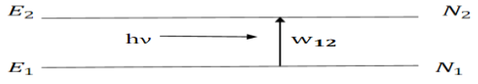

* المستوى الأساسي و المستوى المثار و الفرق الطاقوي بينهما في حدود 10000/cm مما يجعل هذا الأيون من بين العناصر الترابية النادرة مثاليا للإصدار الليزري.

* مدة حياة المستوى المثار في حدود $10^{-3}$ sec.

**تصميم التجويف**




**معادلات التعداد:** ليكن $N_1(t)$ و $N_2(t)$ تعداد المستويين الطاقويين للحالة الأساسية و المثارة على الترتيب.




$$\frac{dN_1}{dt} = -(R_{12} + W_{12})N_1 + (R_{21} + W_{21} + A_{21})N_2$$

$$\frac{dN_2}{dt} = (R_{12} + W_{12})N_1 - (R_{21} + W_{21} + R_{21})N_2$$

*الحفاظ التعداد:

$$N_1 + N_2 = N$$

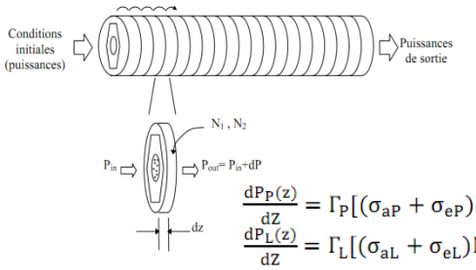
الحالة الإستقرارية:

$$\frac{dN_i}{dt} = 0,$$

$W_{12}$ : إحتمالية الإثارة في وحدة الزمن. $A_{21}$ : احتمالية الانبعاث التلقائي لوحدة الزمن, و يُعرف بمعامل آينشتاين فيُعطى بـ $(s^{-1})$

R : ضخ الإنتقال

**معادلات الإستطاعة**




$$\frac{dP_P(z)}{dz} = \Gamma_P[(\sigma_{aP} + \sigma_{eP})N_2 - \sigma_{aP}N]P_P(z)$$

$$\frac{dP_L(z)}{dz} = \Gamma_L[(\sigma_{aL} + \sigma_{eL})N_2 - \sigma_{aL}N]P_L(z)$$

الشروط الحدودية:

$$P_L^+(0) = R_1 P_L^-(0)$$

$$P_L^-(L) = R_2 P_L^+(L)$$

**حوصلة:**

قمنا في هذا العمل بتقديم النموذج النظري لنمذجة ليزر الإيتربيوم في الزجاج و ذلك من خلال معادلات التعداد و معادلات الإستطاعة, و سنقوم بحل هذه المعادلات كخطوة لاحقة ضمن النموذج التطبيقي.

**قائمة المراجع:**

Bertrand Morasse, 2006

DEPARTEMENT DE PHYSIQUE, DE GENIE PHYSIQUE ET D'OPTIQUE
FACULTE DES SCIENCES ET DE GENIE
UNIVERSITE LAVAL
QUEBEC

Advances in Physics Theories and Applications
ISSN 2224-719X (Paper) ISSN 2225-0638 (Online)
Vol.52, 2016

The Analytical Solution and Numerical Simulation for Ytterbium-Doped Silica Glass Fiber Laser Output Power

Dr.Mudhir Shihab Ahmed  Kanar Nabeel Jalil*

Department of physics, College of education for pure science-Ibn Al-Haitham, Baghdad University, Baghdad / Iraq