كيف تعمل الأشياء

٣ـ الليزر الكيميائي

إعداد د. عطية بن علي الغامدي

الليزر الكيميائي هو نوع من الليزرات الغازية التي تنتج عن طريق التفاعل الكيميائي بين العناصر الغازية. وهو مثال مهم لتحول الطاقة الكيميائية الناتجة من تفاعل الغازات إلى طاقة كهرومغناطيسية كبيرة، وبالتالي فإن شعاع الليزر الكيميائي له قدرات عالية تصل إلى ٣٠٠ كيلووات في بعض الأحيان.

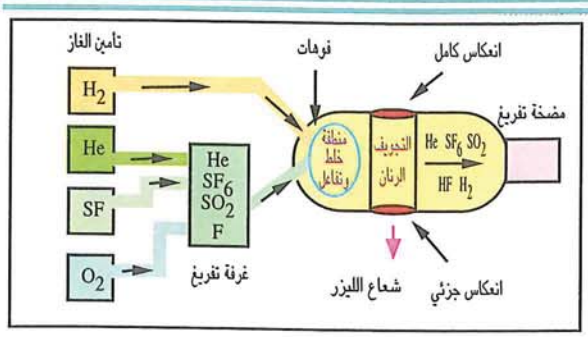
يستخدم الليزر الكيميائي بصفة أساس في التطبيقات العسكرية، مثل: إنتاج مدفع يعمل بالليزر يمكن استخدامه لتدمير هدف على بعد عشرة كيلو مترات، ويتم في مثل هذا النوع من المدافع استخدام مرآة بقطر ٧٠ سم، لتركيز أشعة الليزر المنتجة حتى تستطيع إصابة الهدف بدقة متناهية.

أنواع الليزرات الكيميائية

هناك عدة من أنواع الليزرات الكيميائية، من أهمها: ليزر فلوريد الهيدروجين، وفلوريد الديوتيريوم واليود وغيرها، ويوضح جدول (١) التفاعلات الكيميائية والطول الموجي لمجموعة من الليزرات الكيميائية.

مصدر الليزر	التفاعل	الطول الموجي (ميكرومتر)
اليود (I)	$O_2 + I \rightarrow O_2 + I^*$ (بالانتقال)	١,٣
فلوريد الهيدروجين (HF)	$F + H_2 \rightarrow HF^* + H_2$	٢,٦ ـ ٢,٥
	$H + F_2 \rightarrow HF^* + F_2$	٢,٦ ـ ٢,٥
كلوريد الهيدروجين (HCl)	$H + Cl_2 \rightarrow HCl^* + Cl$	٣,٥ ـ ٤,١
فلوريد الديوتيريم (DF)	$F + D_2 \rightarrow DF^* + D$	٣,٥ ـ ٤,١
بروميد الهيدروجين (HBr)	$H + Br_2 \rightarrow HBr^* + Br$	٤,٠ ـ ٤,٧
أول أكسيد الكربون (CO)	$CS + O \rightarrow CO^* + S$	٤,٩ ـ ٥,٨
ثاني أكسيد الكربون (CO_2)	$DF^* + CO_2 \rightarrow CO_2^* + DF$ (بالانتقال)	١٠,٠ ـ ١١,٠

جدول (١) التفاعلات والطول الموجي لمجموعة من الليزرات الكيميائية.



● شكل (١) طريقة عمل فلوريد الهيدروجين.

والطول الموجي لمجموعة من الليزرات الكيميائية.

يستخدم ليزر فلوريد الهيدروجين في نطاق الأشعة تحت الحمراء التي تمتص بشدة في الغلاف الجوي، بينما يستخدم ليزر فلوريد الديوتيريوم ـ بسبب اختراقه الجيد للغلاف الجوي ـ في تطبيقات عدة، ولكن يعاب عليه انخفاض الكفاءة وتكلفته العالية. من جانب آخر يمتاز ليزر اليود بأن له طول موجي قصير ـ ١,٣ ميكرومتر ـ ناتج بسبب الانتقالات الإلكترونية التي تضخ بوساطة انتقال الطاقة من جزيئات الأكسجين المستثارة في التفاعل الكيميائي، جدول (١).

طريقة عمل الليزر الكيميائي

لاتختلف طريقة عمل الليزرات الكيميائية بعضها عن بعض. وفيما يلي شرح لطريقة عمل ليزر فلوريد الهيدروجين كأحد الأمثلة على عمل الليزر الكيميائي.

يمتاز ليزر فلوريد الهيدروجين بأنه متوفر تجارياً، وله قدرات منخفضة، ويعمل بانتقالات جزيئية تتذبذب على مجموعة من الخطوط في نطاق ٢,٦ ـ ٣,٣ ميكرومتر معطياً قدرات ليزرية أكثر من عشر كيلو وات، وطاقات نبضية تقدر بعشرات الكيلو جول، وبكفاءة أكثر من ٤٠٪، يوضح شكل (١) طريقة عمل فلوريد الهيدروجين، وذلك كما يلي:

ـ دخول غازي الهيدروجين والفلور إلى غرفة التفاعل من خلال فوهتين، حيث يختلطان لتشكيل غاز فلوريد الهيدروجين في حالة الاستثارة الاهتزازية.

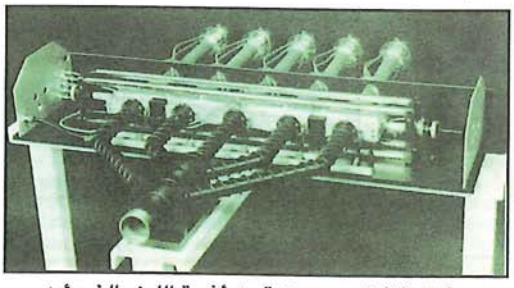
ـ تدفق غاز فلوريد الهيدروجين سريعاً من خلال الفوهات ليعبر منطقة التفاعل إلى منطقة التجويف الرنان.

ـ انبعاث فوتونات أشعة الليزر تحت الحمراء في فوهة التجويف الرنان، حيث تنبعث الجزيئات المستثارة بعملية الإنبعاث الحثي، بعدها يتم التخلص من الغاز بوساطة الضخ.

ـ يتم تزويد غازي الهيدروجين والفلور عن طريق مفاعلين، أحدهما يزود غاز الهيدروجين النقي، أما الآخر فيزود غاز الفلور النقي، وبسبب سمية غاز الفلور فإنه يستخدم على شكل غاز سلفوهيسكات الفلور (SF_6) الأكثر أماناً وأسهل استخداماً، ويتم إنتاج غاز الفلور المستثار من (SF_6) بوساطة التفريغ الكهربائي في وجود غاز الأكسجين، ويكون الناتج غاز الفلور المستثار مع غاز ثاني أكسيد الكبريت، ويضاف غاز الهليوم إلى الخليط المتدفق كغاز مجفف.

ـ يحدد التجويف الرنان ـ طوله ما بين ٦٠ ـ ١٠٠ سم ـ بزوج من المرايا المتقابلة، إحداهن عاكسة بنسبة ١٠٠٪، والأخرى عاكسة بنسبة أقل ـ ٩٥٪ ـ لإنفاذ شعاع الليزر.

مما يجدر ذكره أن الأشكال التجارية لليزرات الكيميائية تأتي على وحدات بحيث يكون تدفق الغاز فيها على التوازي بالنسبة للتجويف الرنان الذي يأتي على التوالي، ويوضح شكل (٢)، ليزر كيميائي مكون من خمس وحدات غازية متوازية بعضهما ببعض ومرتبطة بخمسة وحدات تجويف متسلسلة على التوالي.



● شكل (٢) توجيه حزمة من أشعة الليزر الضوئيه