

## الباب الثاني: أنواع الليزرات Types of Laser

- الليزرات الغازية Gas Lasers
- ليزرات المواد الصلبة Solid-state lasers
- ليزرات أشباه الموصلات Semiconductor lasers
- ليزرات الصبغة السائلة Dye lasers

الفصل الدراسي الثاني 1430 هـ

## ليزرات الحالة الصلبة

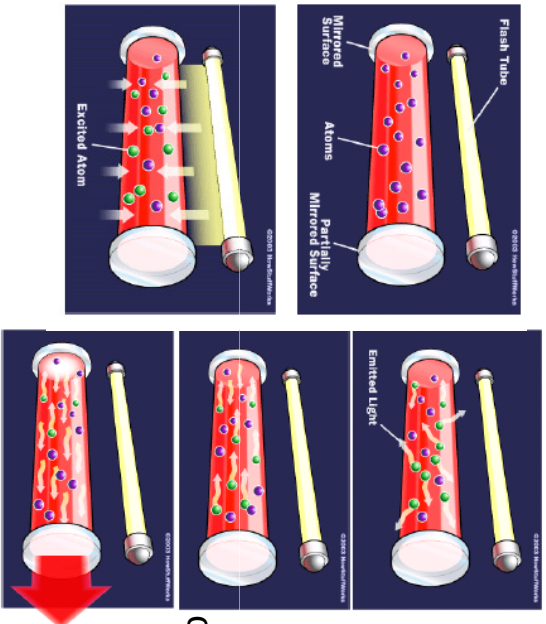
يتكون الوسط الفعال من بلورة شفافة قد تكون مركبة من مواد عازلة مطعمة بأيونات مادة أخرى تحل محل بعض الأيونات الأصلية في البلورة.  
مثال:

**Solid-state lasers** have lasing material distributed in a solid matrix (such as ruby or neodymium:yttrium-aluminum garnet "YAG").

الفصل الدراسي الثاني 1430 هـ

- مستويات الطاقة التي تشترك في عمليتي الامتصاص و الانبعاث تعود
- بينما تؤدي البلورة الأصلية وظيفه هامة كوسط مستقر تتوزع فيه الأيونات الفعالة
- وخواصها الفيزيائية كالتوصيلية و التمديدية الحرارية لها أثر كبير في

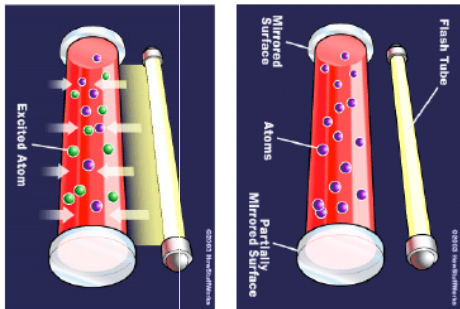
الفصل الدراسي الثاني 1430 هـ



### طرق الضخ في ليزرات المواد الصلبة:

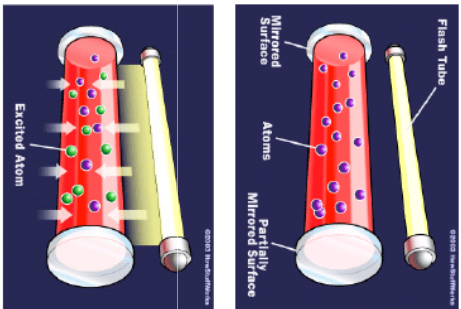
- يستخدم عادة أسلوب الامتصاص الضوئي لضخ الوسط الفعال الصلب
- يتم الضخ بأسلوب نبضي *pulse* أو مستمر *continuous wave*.
- يكون التشغيل النبضي أسهل من CW لأن كمية الحرارة التي تتراكم في العنصر النشط كمية الحرارة في التشغيل المستمر. ولذلك يكفي نظام تبريد بسيط.

الفصل الدراسي الثاني 1430 هـ



- يعد مصباح الزينون الومضي من أكثر مصادر الضخ الضوئي شيوعاً.
- وهي عبارة عن أنبوبة زجاجية من الكوارتز تحتوي على غاز الزينون أو الكريبتون تحت ضغط في نهايتي الأنبوبة

الفصل الدراسي الثاني 1430 هـ

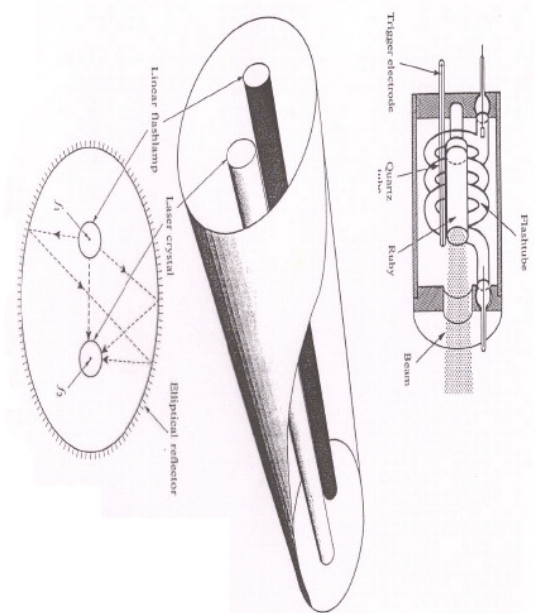


- تجري عملية تأيين للغاز بواسطة فرق الجهد العالي (كيف؟)
- وبذلك يصبح موصلًا وبالتالي يحدث تفرغ سريع للمكثف خلال الأنبوبة.
- ونتيجة لذلك يحدث اصدار ومضة ضوئي ذات شدة عالية جداً.
- قد يؤدي تحطيم الأنبوبة ولذلك يمكن وضع ملف حثي في دائرة المكثف لتبطين عملية التفريغ.

الفصل الدراسي الثاني 1430 هـ

تم عمل عدة تصاميم لغرفة الرنين لضمان أفضل استفادة من المصباح الضوئي سواءً كان شكله خطياً أو حلزونياً.

الشكل (1)



الشكل (2)

الفصل الدراسي الثاني 1430 هـ

## فقد فريزل Fresnel Losses

- يمكن حساب الجزء المفقود من الشعاع في كل عبور عن كل وسط فاصل بالعلاقة:

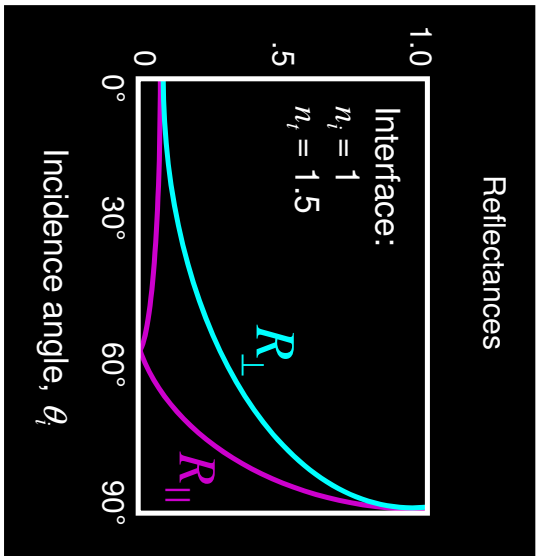
$$R_{fl} = [(n-1)^2 / (n+1)^2]$$

معامل انكسار مادة القضييب : n

- مثال: في ليزر الياج، معامل الانكسار للمادة الليزرية  $n=1.82$  عند الطول الموجي  $1.06\mu\text{m}$ . ماهو مقدار الجزء المفقود من الشعاع للدورة الكاملة؟

$$=0.338$$

الفصل الدراسي الثاني 1430 هـ

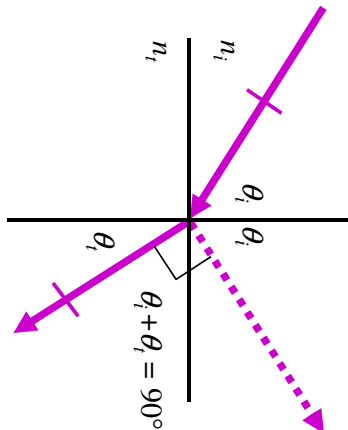


- يمكن التخلص من هذا الفقد وذلك لاتجاه معين من الاستقطاب، يقطع نهائي القضييب بزاوية مائلة عن المحور بما يسمى زاوية بروستر.
- تتغير العاكسية عند الحد الفاصل مع تغير .

في حالة شعاع مستقطب مواز لمستوى السقوط يكون هناك زاوية سقوط واحدة لا يحدث فيها أحي انعكاس تسمى

الفصل الدراسي الثاني 1430 هـ

## Brewster's Angle زاوية بروستر



$$\tan(\theta_i) = \frac{n_t}{n_i}$$

معامل انكسار الوسط المنتقلة  
 معامل انكسار الوسط المنتقلة  
 $n_i$

ماهي زاوية بروستر المستخدمة في ليزر الياح؟

ملاحظة: ميل نهائي قضيب الليزر بزاوية بروستر

A complex trigonometric calculation reveals that the reflection coefficient for parallel-polarized light goes to zero for Brewster's angle incidence,  $\tan(\theta_i) = n_t/n_i$

## ليزر الياقوت

Invented in 1960 by Ted Maiman at Hughes Research Labs, it was the first laser. Ruby is a three-level system, so you have to hit it hard.

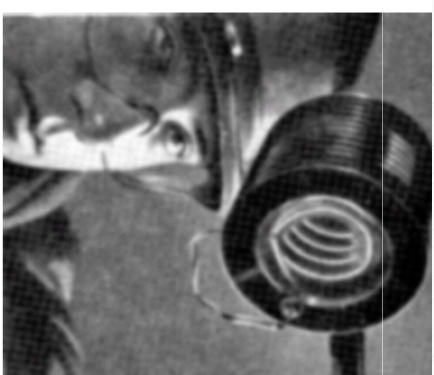
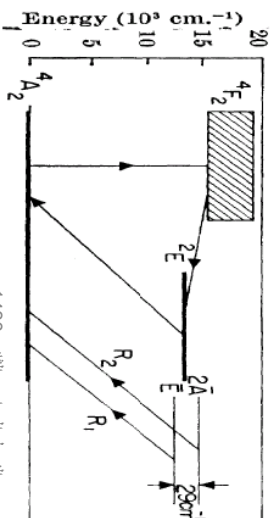
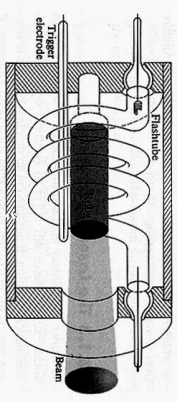
No. 4736 August 6, 1960

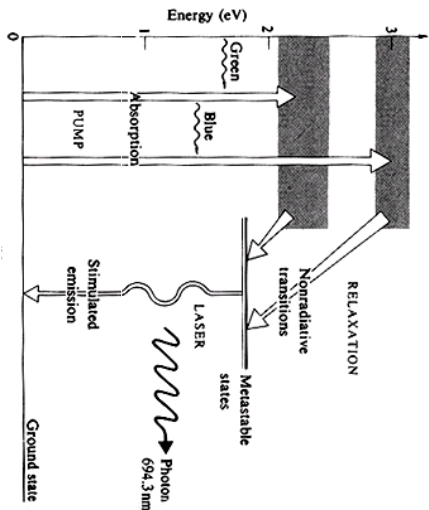
Hughes Research Laboratories,  
 A Division of Hughes Aircraft Co.,

NATURE  
 T. H. MAIMAN

### Stimulated Optical Radiation in Ruby

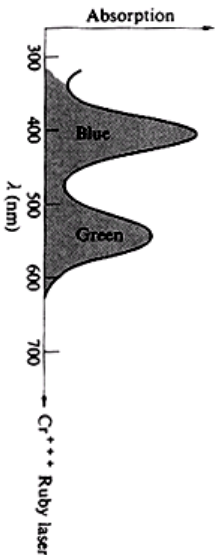
Schawlow and Townes<sup>1</sup> have proposed a technique for the generation of very monochromatic radiation in the infra-red optical region of the spectrum using an alkali vapour as the active medium. Javan,<sup>2</sup> and Sanders<sup>3</sup> have discussed proposals involving electron-excited gaseous systems. In this laboratory, an optical pumping technique has been successfully applied to a fluorescent solid resulting in the attainment of negative temperatures and stimulated optical emission at a wave-length of 6943 Å.; the active material used was ruby (chromium in corundum).





يتميز ليزر الياقوت بأهمية تاريخية وذلك بسبب أنه أول ليزر تم الحصول عليه بنجاح. الياقوت يتكون من أكسيد الألومنيوم ومطعم بـ  $\text{Cr}^{3+}$  بنسبة حوالي 0.05% وزناً. الأشعة المنبعثة ناتجة من مستويات الطاقة الياقوت عبارة عن نظام ثلاثي.

Ruby lasers have historical importance because they were the first successful laser to operate. Ruby consists of  $\text{Cr}^{3+}$  ions doped into crystalline  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (sapphire) at a typical concentration of around 0.05% by weight. The  $\text{Al}_2\text{O}_3$  host crystal is colourless. The light is emitted by transitions of the  $\text{Cr}^{3+}$  impurities. Ruby is a *three level laser*. (See Laser Physics 3). The level scheme is shown below.



• اللون الأحمر للياقوت بسبب أن المادة

تتأثر بالإلكترونات بواسطة مصباح ومضي إلى

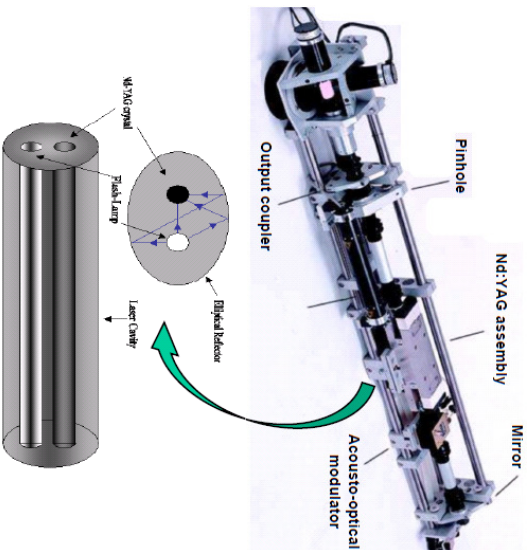
المستويات الأعلى من المستويات المستقرة للكروم. وعند هبوطها إلى حالة الاستقرار تعطي مجموعة من الفوتونات مكونة شعاع الليزر.

- تضخ أيونات  $\text{Cr}^{3+}$  بامتصاصها اللون إلى  
فإنها ترتفع إلى المستوى باللون

- يحتوي الشعاع الخارج على طولين موجيين كلاهما في المنطقة المرئية
- تعتبر كفاءة هذا النوع من الليزر قليلة ( نظام ثلاثي) والتي تحول غالبية طاقة الضخ إلى حرارة يهدد تراكمها انفجار الليزر إذا لم يتوفر لها نظام تبريد جيد.
- قدرة هذا النوع من الليزرات تكون في حدود وتكون على شكل نبضات تستمر النبضة في حدود والطاقة في حدود

الفصل الدراسي الثاني 1430 هـ

## ليزر النيدميوم ياج Nd:YAG Laser



- ياج YAG اسم مختصر لمادة Yttrium Amuminium Granet .  
تحتل أيونات مكان أيونات الياتربوم في داخل التركيب البلوري لمادة YAG بنسبة % 1.5 .  
الانبعاث الليزري الرئيسي يحدث عند الطول الموجي

Neodymium ions form the basis for a series of high power solid state lasers. In the two most common variants, the Nd<sup>3+</sup> ions are doped into either Yttrium Aluminium Garnet (YAG) crystals or into a phosphate glass host. These two lasers are known as either Nd:YAG or Nd:glass. The main laser transition is in the near infrared at 1.06 μm. The wavelength does not change much on varying the host.

الفصل الدراسي الثاني 1430 هـ



يستخدم مصباح الزينون الومضي في عملية  
الضخ فيؤدي امتصاص الضوء الصادر من  
المصباح إلى إثارة أيونات النيديوم إلى  
مستويات أعلى من المستويات المستقرة.  
يتم الانتقال الليزري بين المستويين



The diagram above shows the level scheme for the Nd<sup>3+</sup> lasers, which are *four-level lasers*. Electrons are excited to the pump bands by absorption of photons from a powerful flashlamp or from a diode laser operating around 800 nm. The electrons rapidly relax to the upper laser level by phonon emission. Lasing then occurs on the <sup>4</sup>F<sub>3/2</sub> → <sup>4</sup>I<sub>11/2</sub> transition. The electrons return to the ground state by rapid non-radiative decay by phonon emission.

The Nd:YAG laser emits infrared light at 1064 nm.

الفصل الدراسي الثاني 1430 هـ

- في حالة الليزر المستمر CW يمكن الحصول على طول موجي في النطاق 700 – 900 nm بقدرة قد تصل إلى عدة مئات من الوات 100W بكفاءة صغيرة %0.1-2
- في حالة النبضات، يمكن الحصول على 1 J in 10ns  
P=

As with the ruby laser, the lifetime of the upper laser level is long: 0.2 – 0.3 ms, depending on the host. This allows the storage of large amounts of energy. Continuous Nd:YAG lasers can easily give 20–30 W, while pulsed versions can give energies up to 1 J in 10 ns. The pulse energies possible from Nd:glass lasers are even higher, although they can only operate at lower repetition rates. The Lawrence Livermore Lab in California uses Nd:glass lasers for fusion research. The pulse energy in these systems is ~10 kJ. With pulse durations in the 10 ns range, this gives peak powers of 10<sup>12</sup> W.

Nd lasers are extensively used in industry for cutting applications, and in medicine for laser surgery. They are very rugged and can be used in extreme conditions (eg onboard military aircraft). Frequency-doubled Nd:YAG lasers are now commonly used for pumping tunable lasers. (See below)