

## Lesson 2

## محاضرة رقم (2)

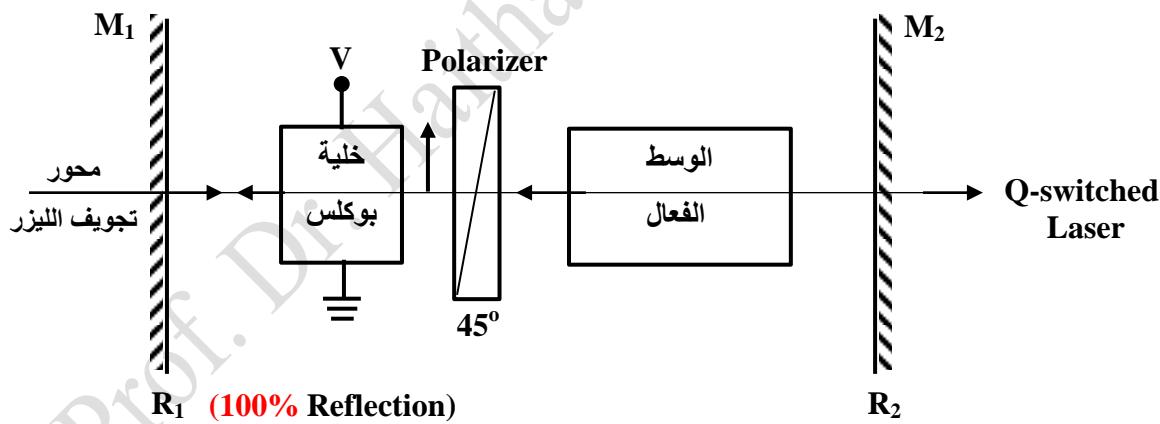
## مقرر فيزياء الليزر / ف ١٣

**الفصل الخامس:- تقنيات القدرة العالية High Power Techniques**

## طرق تقنيات ضبط عامل النوعية Q

## (1) ضبط عامل النوعية الفعال: Active Q-Switching

يتم ذلك عن طريق استخدام خلية بوكلس والتي تتكون من بلورة كهروضوئية تصبح ثنائية الانكسار تحت تأثير مجال كهربائي وكما مبين في الشكل (3):



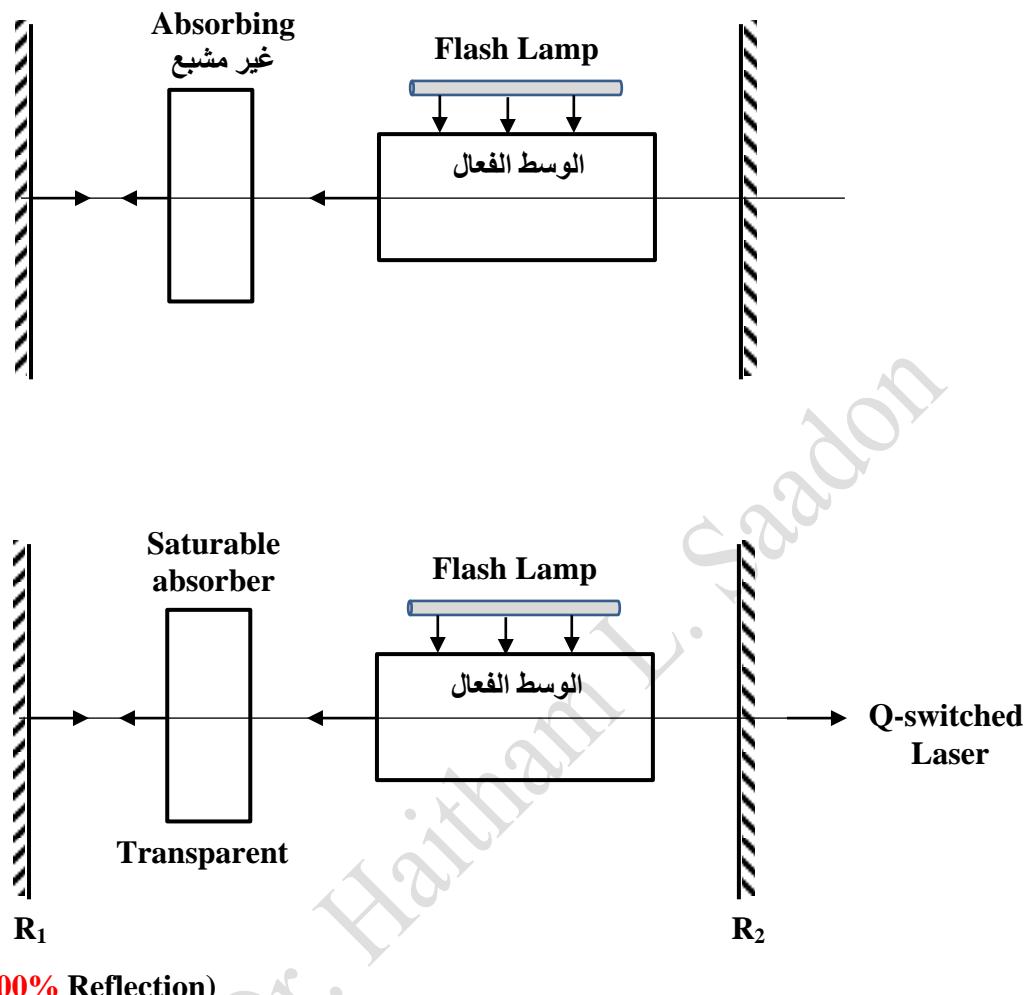
شكل (3)

يلاحظ في الشكل (3) هناك منظومة ليزر وفيه عامل النوعية Q ويتكون من المستقطب وخليه بوكلس، بحيث يكون محور الانكسار المزدوج X وY في مستوى عمودي على محور تجويف الليزر. وان محور المستقطب يعمل زاوية مقدارها  $45^\circ$  مع محور الانكسار المزدوج.

لتوضيح ذلك، نتصور ان موجة ضوئية تنتشر من الوسط الفعال باتجاه المستقطب Polarizer وخلية بوكلس. فاذا كان المجال المسلط (الفولتية المسلطة) على خلية بوكلس ذات قيمة (1-5 kV) تقريبا، فان الانكسار المزدوج المتولد سوف يؤدي الى ان الضوء المستقطب خطيا الخارج من المستقطب سيتحول الى ضوء مستقطب دائريا بعد خروجه من خلية بوكلس. وبعد انعكاسه من المرآة  $M_1$  ، فان الضوء سيتحول مرة اخرى بواسطة خلية بوكلس الى ضوء مستقطب خطيا ويكون محور استقطابه الجديد عموديا على محور استقطابه الاول (اي يتغير بزاوية 90 درجة مع الاتجاه الاصلی). وعلى هذا الاساس فان الضوء لاينفذ من المستقطب مرة اخرى. وبهذه الحالة تم تحقيق فكرة ضبط عامل النوعية Q. اي يكون المفتاح Q مغلقا. وبعد فتح Q، اي بإزالة المجال المسلط (جعل المجال المسلط صفراء). وبذلك لا يكون للبلورة الكهروضوئية تاثير، حيث تعتبر البلورة مصدرا للخسارة ضمن تجويف الليزر، عند ذلك سينفذ الضوء بدون ان يتغير استقطابه. وهنا ان خلية بوكلس تعمل على تأخير حدوث فعل الليزر.

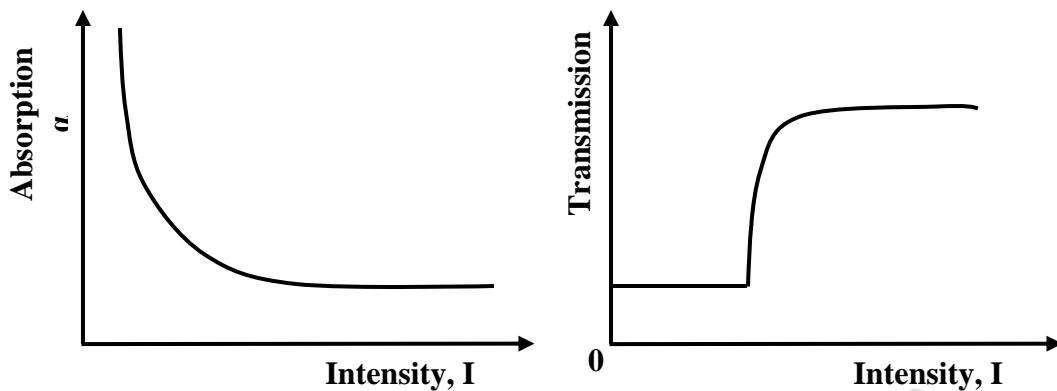
## (2) ضبط عامل النوعية العابر: Passive Q-Switching

يتم ذلك عن طريق استخدام صبغة كيميائية مشبعة Saturable dye او استخدام مايسى ماص مشبع من خلال وضع غشاء رقيق او خلية تحتوي على محلول ماص مشبع داخل تجويف الليزر، اي ان الصبغة لها القابلية على الاشباع ويتم تطبيقها على ليزر الياقوت او ليزر النيوديميوم وكما مبين في الشكل (4).



شكل (4)

يلاحظ في الشكل (4) هناك عامل النوعية العابر والذي يتكون من ماص مشبع Saturable absorber والذي يوضع داخل تجويف الليزر، وبالتحديد يكون بين الوسط الفعال والمرآة العاكسة 100% . الماص المشبع هو مادة يكون فيها الامتصاص يقل بزيادة شدة الضوء وكما مبين في الشكل (5):



شكل (5)

لتوضيح ذلك، نتصور مادة ممثلة بغشاء رقيق ماص مشبع او خلية تحتوي على محلول وفيه صبغة لها قابلية الاشباع له ذروة امتصاص عند طول موجي ينطوي على طول موجة الليزر ، قد ادخل او ادخلت داخل تجويف الليزر (مرنان الليزر). في بداية الضخ (الاثارة) تكون المادة معتمة نتيجة توفر عدد كبير من الذرات الغير مثارة والتي تستطيع امتصاص الضوء. عملية الضخ سوف تزداد حتى الربح (التحصيل) في الوسط الفعال يتغلب من الخسارة بسبب الامتصاص في المادة . بعد ذلك يبدأ الليzer ليبعث ضوء قليل. كمية الضوء القليلة تصل الى الاشباع Bleached ، وبذلك فان المادة الماصلة المشبعة سوف تصبح شفافة اي المفتاح يكون مفتوح)، وبهذه اللحظة فانه سوف يحصل تكبير للأشعة والحصول على نبضة علامة. بعد الحصول على النبضة، تعود المادة بسرعة الى حالتها الممتدة لتكون جاهزة مرة اخرى لنبضة اخرى.

### ملاحظات:

١- هذه التقنية تكون رخيصة الثمن مقارنة مع عامل النوعية الفعال لكن المادة المستخدمة تستطيع ان تتسبّع Bleached بواسطة التشعيع بالضوء. لكن مساوئ هذه التقنية ان عمر عامل النوعية او

عمر المفتاح Q لا يمكن السيطرة عليه.

٢- تأثير الـ Bleaching للمادة بواسطة الضوء هو تأثير لاختي ويمكن ان يوضح من خلال تفاعل الضوء مع المادة اي من خلال معادلات المنسوب الليزرية لمستويين للطاقة  $E_1$  و  $E_2$  وتعدادهما  $N_1$  و  $N_2$  على التوالي.

أي لفهم التأثير اللاخطي، تعتبر ان الماص المشبع مثل بنظام مستويين للطاقة  $E_1$  و  $E_2$  وتعدادهما  $N_1$  و  $N_2$  على التوالي. عندما يتفاعل الضوء مع المادة فان هناك ثلات ظواهر تحدث وهي الانبعاث التلقائي والمحفز وعملية الامتصاص.

- ٣- مساوى الماص المشبع هو غير مستقر لزمن طويل يمكن ان يستخدم في تطبيقات الليزر.