


Physics Academy

Laser Physics

Introduction to Laser Essentials

Lecture 3




Dr. Hazem Falah Sakeek

www.hazemsakeek.com

www.physicsacademy.org

Physics Academy

LASER Properties




LASER	L ight A mplification S timulated E mission R adiation
--------------	---

DANGER

LASER LIGHT-AVOID
DIRECT EYE EXPOSURE

CLASS II, IIIa, IIIb, IV
LASER PRODUCTS



Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

2

Physics Academy

Properties of LASER

شعاع الليزر يمتلك خصائص تميزه عن أية مصدر من مصادر الإشعاع الكهرومغناطيسي وهذه الخصائص هي :

1. Monochromaticity.	هذه الخصائص جعلت لشعاع الليزر العديد من التطبيقات في كافة المجالات
2. Directionality.	
3. Coherence.	


- These three properties make it more of a hazard than ordinary light.
- Laser light can deposit a great deal of energy within a very small area.

Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

3

Physics Academy

Properties of LASER: Monochromatic



Monochromatic
The light emitted from a laser is *monochromatic*, it is of one wavelength (color).

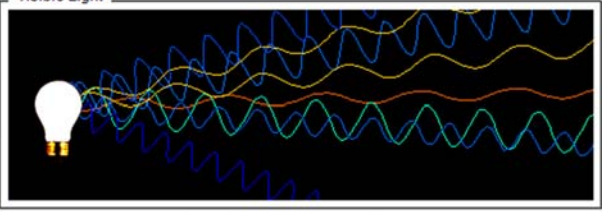
In contrast, ordinary white light is a combination of many different wavelengths (colors).

Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

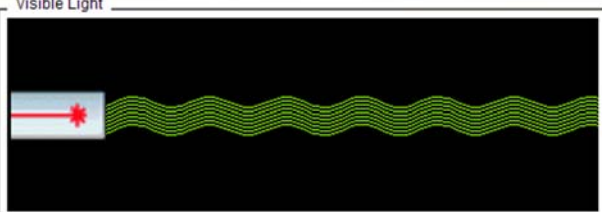
4

Physics Academy

Visible Light



Visible Light



تعني أن الليزر أحادي اللون وهذا ما يميزه عن الضوء العادي حيث أن بتحليل الضوء الأبيض الصادر من الشمس أو من مصباح ضوئي فإنه يحتوي على العديد من الأطوال الموجية، كما هو واضح عند تحليل الضوء باستخدام المنشور Prism

Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

5

Physics Academy

Properties of LASER: Directional

Directional

Lasers emit light that is highly *directional*.

It is emitted as a narrow beam in a specific direction.

Ordinary light (sun, light bulb, a candle), is emitted in many directions away from the source.



الضوء الصادر عن الليزر له اتجاه واحد بحيود مهمل بالمقارنة بالضوء الصادر من مصباح كهربائي حيث أن الضوء العادي ينبعث في كافة الاتجاهات وحيود كبير.

Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

6

Physics Academy

Properties of LASER: Coherence

حيث أن الشعاع الكهرومغناطيسي يمتلك خاصية موجية يمكن وصفها بالمعادلة التالية:

$$y = A \cos (wt+f)$$

A = Amplitude .
w = Angular Frequency .
f = Initial Phase of the wave (Describe the starting point in time of the oscillation).
(wt+f) = Phase of the wave.

الخاصية الفيزيائية Coherent تعني أن هنالك علاقة ثابتة في فرق الطور بين الأمواج المتداخلة مما تسبب في ظاهرة التراكب البناء.

Coherent waves are waves that maintain the relative phase between them .

Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

7

Physics Academy

Properties of LASER: Coherence

الشكل التالي يوضح كيف أن ثلاث موجات لها نفس الطور Phase تعطي تراكب بناء Constructive بينما تلك التي تخلف في الطور تكون المحصلة هي تلاشي الموجة.Destructive.

Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

8

Physics Academy

تفتيت حصوة بواسطة الليزر



Dr. Hazem Falah Sakeek

9

Physics Academy

Laser Radiation Properties

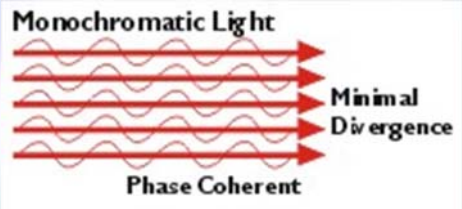
In Summary: Laser Radiation Properties

1. **Very small divergence of the beam.** The beam is almost a **parallel beam** and move in **one direction in space - Directionality.** .

2. High degree of **monochromaticity.** The radiation is almost one wavelength, as can be measured by the **very narrow spectral width.**

3. **Coherence.**


The combination of these properties gives the laser radiation many advantages, like achieving **very high power densities**, not available from other sources.



Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

10

Physics Academy

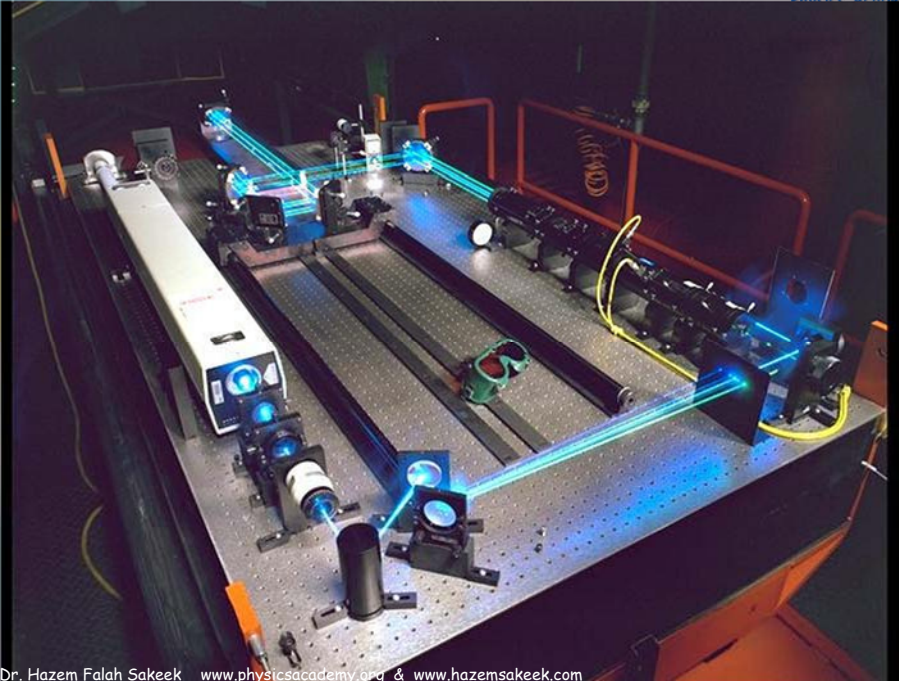


How does a laser work?

Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

11

Physics Academy



Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

Physics Academy

المكونات الاساسية لجهاز الليزر

In order for most laser to operate, three basic conditions must be satisfied

- (1) **The active medium**: Collections of atoms, molecules or ions in the form of solid or liquid or gas.
- (2) **population inversion**
- (3) **Optical feed back**

Energy input by pumping

Total reflector

Partial reflector

Amplifying medium

Laser cavity

Output beam

Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

13

Physics Academy

How the First Ruby Laser Works


سنعرض فكرة عمل أول ليزر تم اكتشافه وهو Ruby Laser لتوضيح العناصر الأساسية لمبدأ عمل الليزر قبل الشروع في دراسة تأثير كل عنصر على حدى. في الشكل التالي نلاحظ ساق بلورة الياقوت محاطاً بأنبوب الفلاش الحلزوني وهو مصدر الطاقة التي ستعمل على إثارة الذرات. كما نلاحظ شعاع الليزر الأحمر.

Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

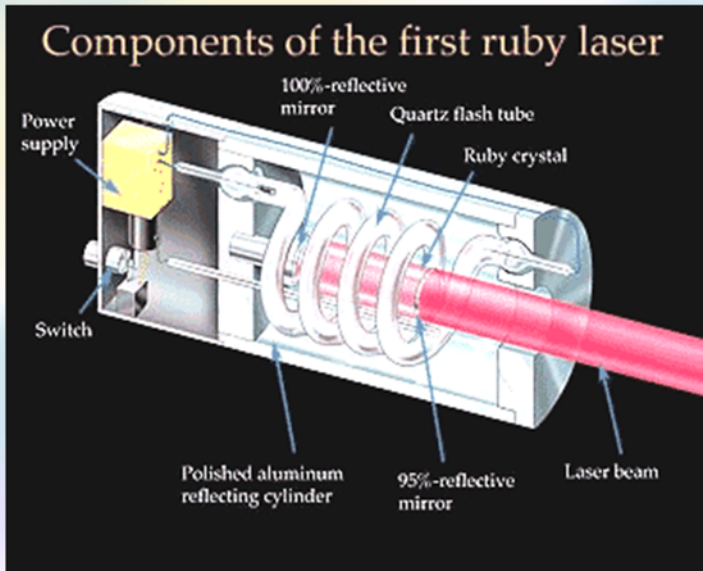
14

Physics Academy

مراحل انتاج شعاع الليزر تقسم إلى اربعة مراحل هي




Components of the first ruby laser



Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com 15

Physics Academy



Dr. Hazem Falah Sakeek 16

Physics Academy

Excitation

المرحلة الأولى

High-voltage electricity causes the quartz flash tube to emit an intense burst of light, exciting some of the atoms in the ruby crystal to higher energy levels.

Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

17

Physics Academy

Photon Emission

المرحلة الثانية

At a specific energy level, some atoms emit photons.

At first the photons are emitted in all directions.

Photons from one atom stimulate emission of photons from other atoms and the light intensity is rapidly amplified.

Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

18

Physics Academy

Amplification

المرحلة الثالثة

Mirrors at each end reflect the photons back and forth, continuing this process of stimulated emission and amplification.

Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

19

Physics Academy

Laser Beam

المرحلة الرابعة

The photons leave through the partially silvered mirror at one end. This is laser light.

Dr. Hazem Falah Sakeek www.physicsacademy.org & www.hazemsakeek.com

20

Physics Academy

A man in a grey suit and dark tie is pointing his right hand towards a large screen. The screen displays a glowing, hourglass-shaped object with a blue and purple gradient, resembling a plasma or light effect. The background of the screen is dark.

Dr. Hazem Falah Sakeek

21