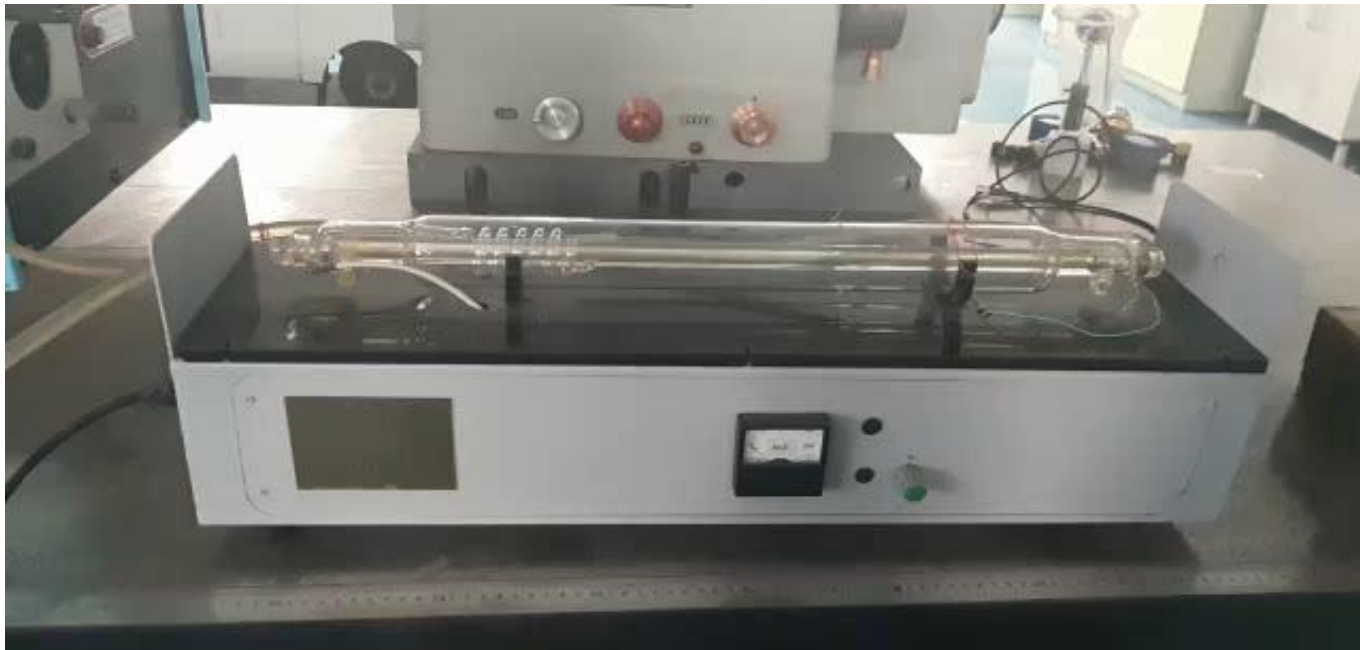


❖ جلسه دوم: لیزر (ساختار، انواع، کاربردها، طبقه بندی حفاظتی)



گردآورنده: Dr. Refahizadeh

دکتری فیزیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران

محقق و مدرس لیزر، مدرس رسمی دوره حفاظت در برابر اشعه

لیزر چگونه ساخته می شود؟

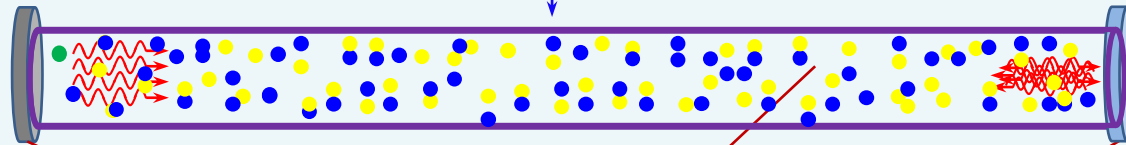
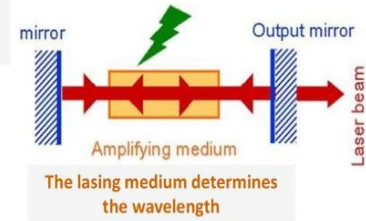
- تراز بالایی
- تراز پایینی

آینه‌ی پشتی
(بازتابنده‌ی کامل)

سیستم دمش یا پمپ

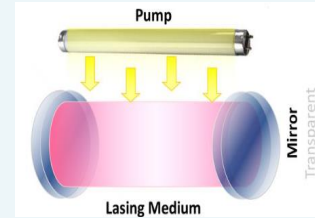
آینه‌ی جلویی
(نیمه بازتابنده)

The mirrors make up the optical resonator



محیط فعال

گسیل یا پرتو
لیزی



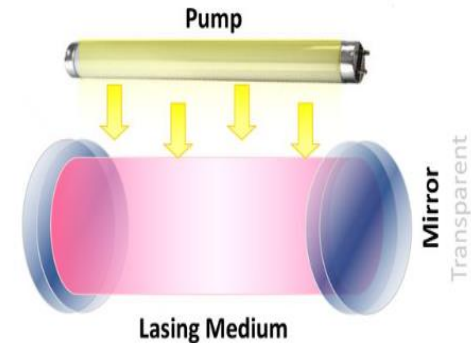
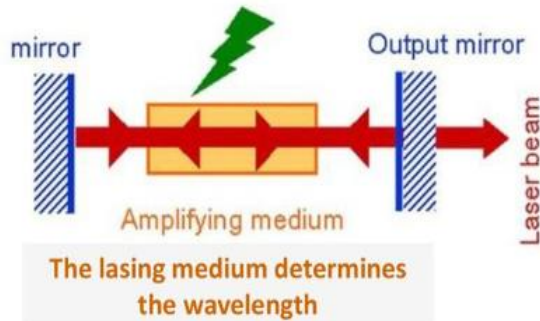
- ✓ کاواک
- ✓ تشدیدگر
- ✓ باز آواگر

- ۱- محیط فعال (ماده مناسب)
- ۲- سیستم دمش برای پمپاژ انرژی به درون محیط فعال و ارسال یا ایجاد پرتو اولیه
- ۳- تقویت پرتو با استفاده از کاواک نوسان شامل آینه پشتی تمام بازتابنده و آینه جلویی نیم بازتاب
- ۴- سیستم خنک کننده برای ایجاد شرایط استمرار عملکرد دستگاه

ساختمان
کلی
لیزرها

تنظیمات و انواع لیزر

The mirrors make up the optical resonator



❖ انواع لیزر:

Physical State



Gas

HeNe
Excimer
Argon



Solid

Ruby
Nd:YAG
Ti:Sapphire



Lasing Medium



Liquid

Dye

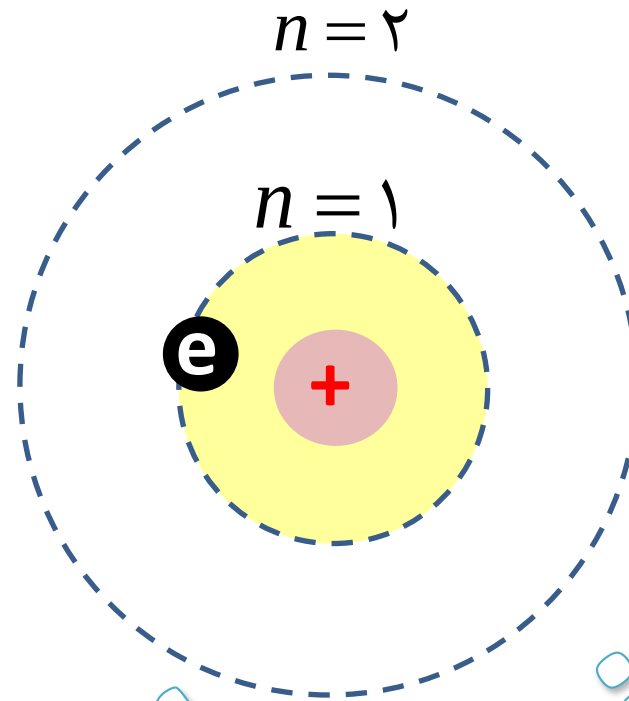


Semi

conductor

Diode

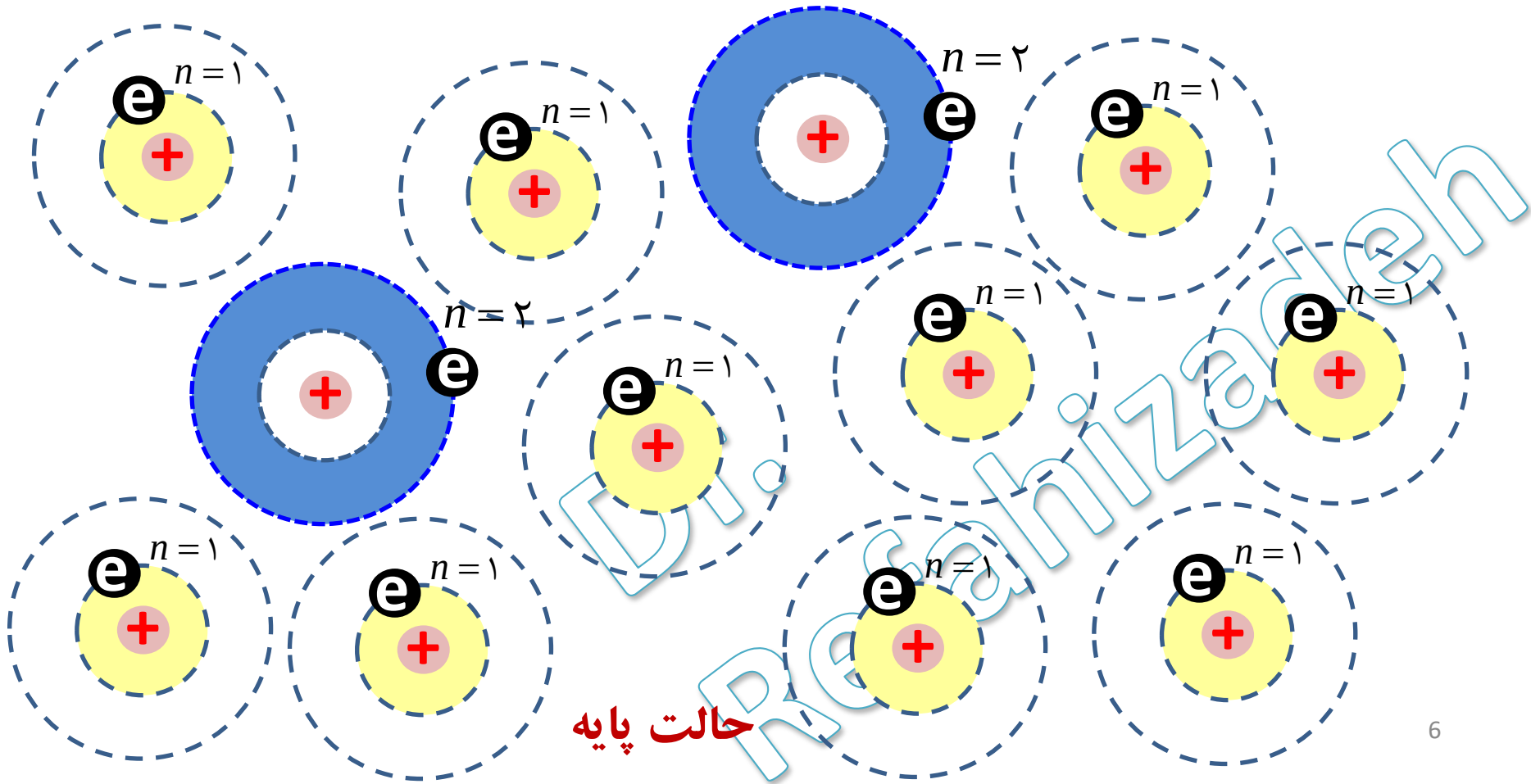
❖ حالت پایه:



Dr. Refahizadeh

❖ جمعیت الکترون در ترازها در حالت طبیعی:

✓ در حالت طبیعی یا پایه، الکترون در اکثر اتم ها در تراز پایه است. یعنی احتمال حضور الکترون در تراز پایه > احتمال حضور الکترون در ترازهای برانگیخته



❖ حالت برانگیخته:



$n = 2$

$n = 1$

e

+



$n = 2$

$n = 1$

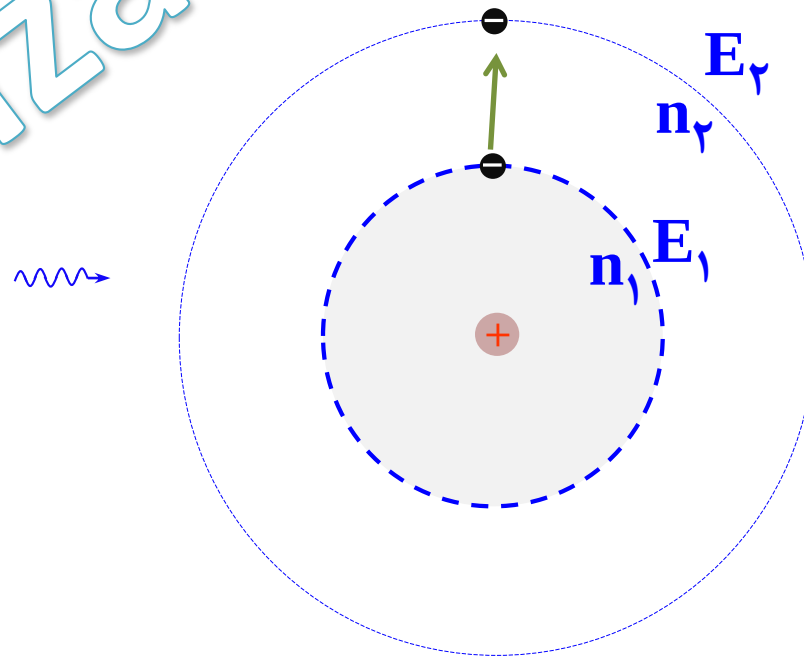
e

+



Dr. Refahizadeh

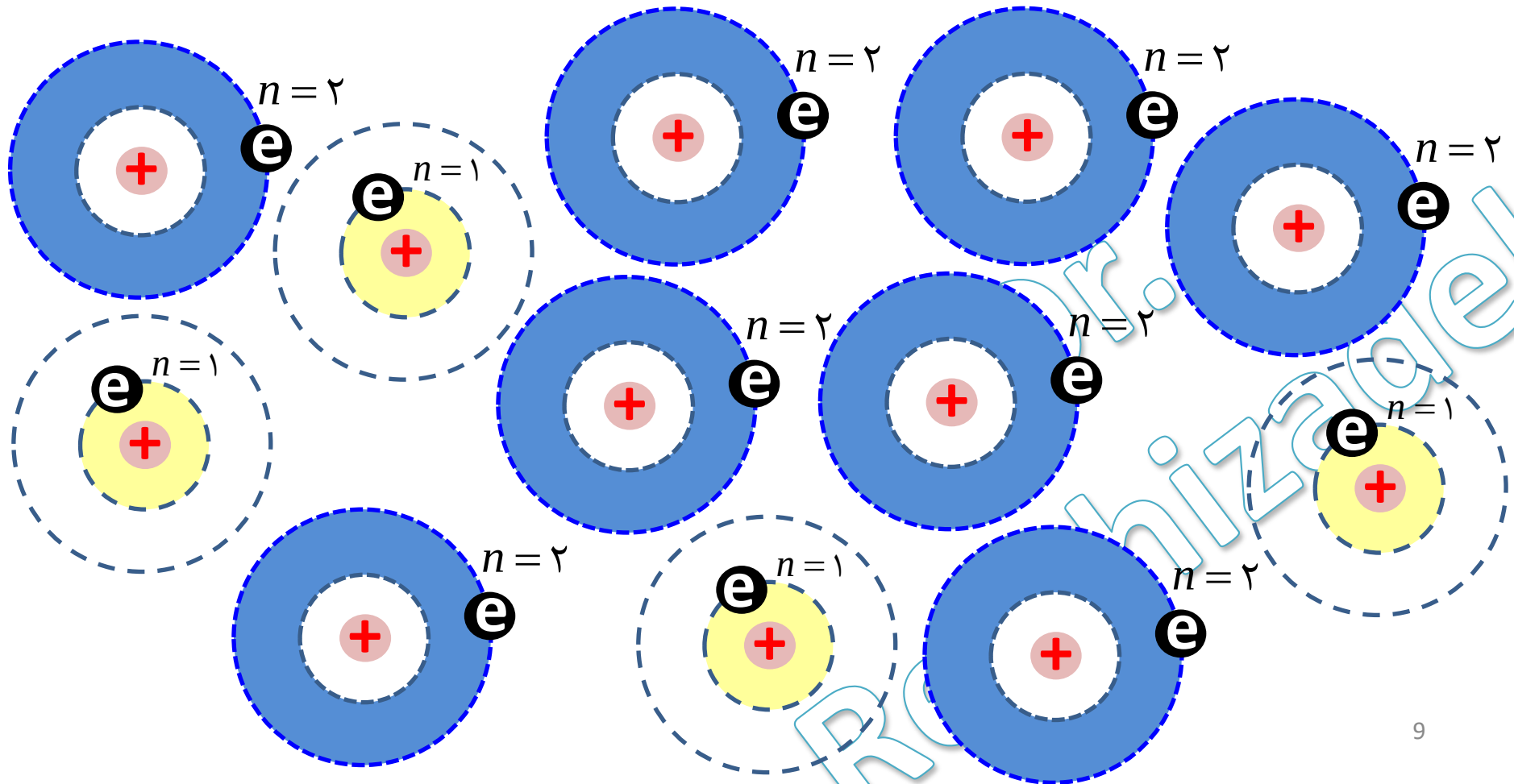
۱- فرآیند جذب



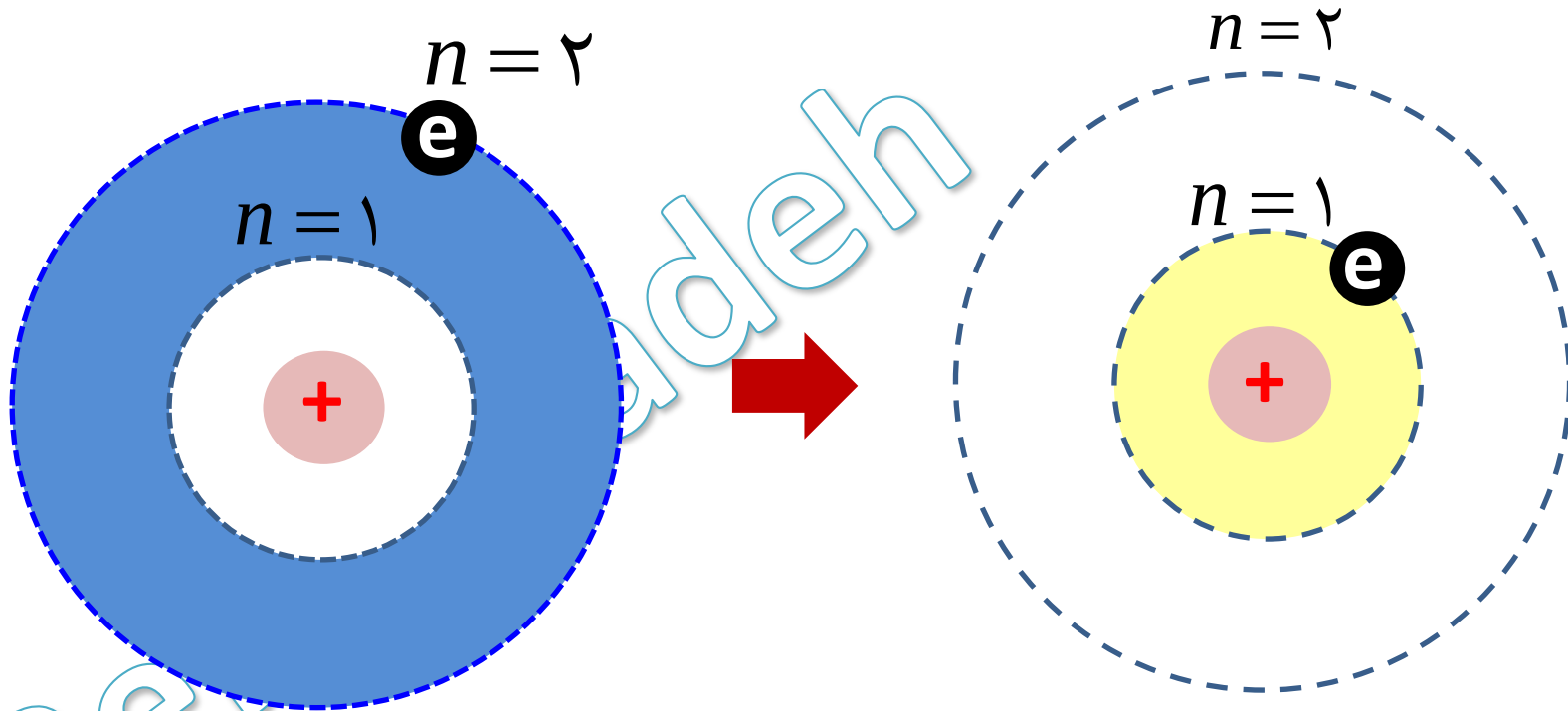
✓ در این فرآیند الکترون در ابتدا در تراز پایه است. وقتی در معرض فوتون با انرژی مناسب قرار می گیرد، فوتون را جذب کرده و به تراز برانگیخته می رود.

❖ وارونی جمعیت یا وارونی انبوهی

✓ در شرایط وارونی انبوهی ، الکترون در بیشتر اتم ها در تراز برانگیخته است.
احتمال حضور الکترون در تراز پایه > احتمال حضور الکترون در ترازهای برانگیخته

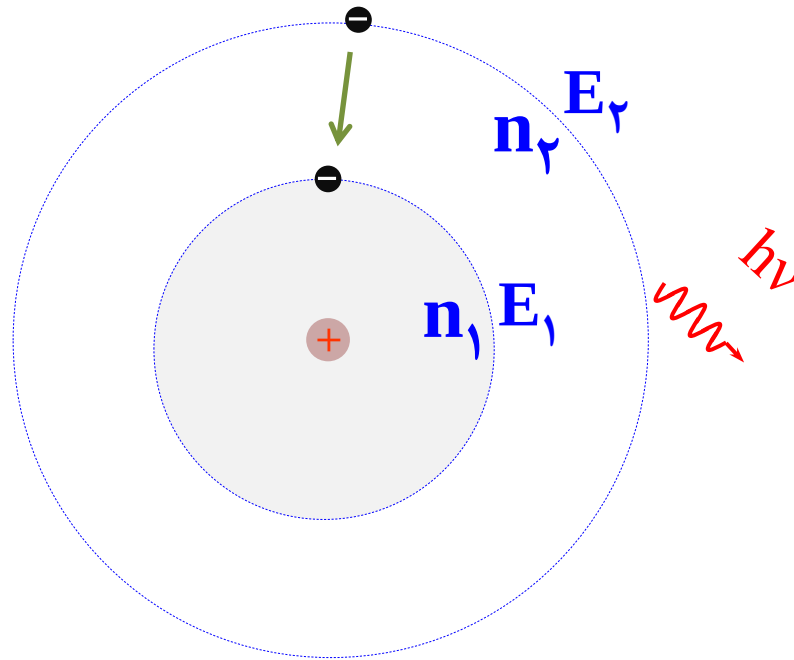


اتم برانگیخته



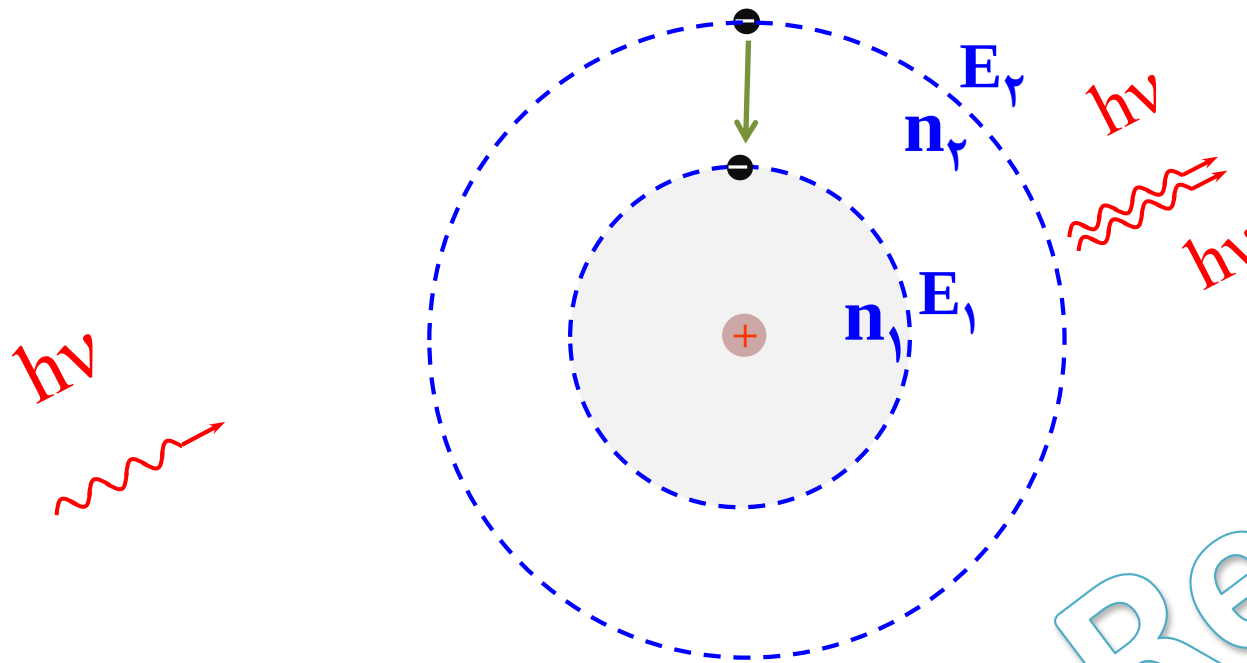
الکترون در اتم برانگیخته، بعد از مدت کوتاهی، انرژی خود را از دست می دهد و به تراز پایه برمی گردد.

۲- فرآیند گسیل خود به خودی



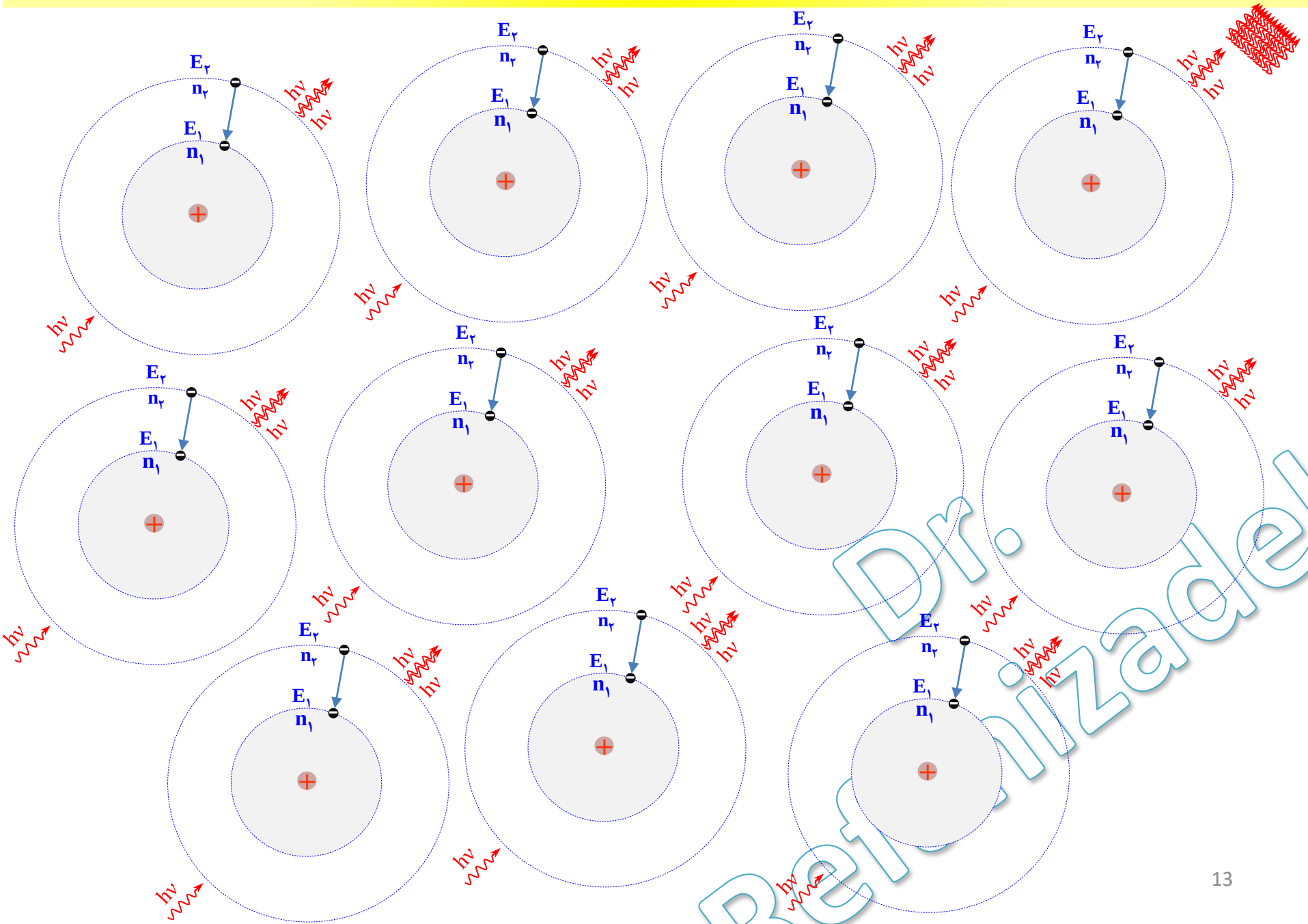
- ✓ الکترونی که در تراز برانگیخته است. پس از مدت بسیار کوتاهی به طور خودبه خودی، انرژی اضافی خود را به شکل یک فوتون گسیل کرده و به تراز پایه می رود.
- ✓ در گسیل خود به خودی، کنترلی بر جهت حرکت فوتون گسیل شده وجود ندارد.

۳- فرآیند گسیل القایی یا گسیل واداشته



✓ الکترون در ابتدا در تراز برانگیخته است. وقتی در معرض فوتون اولیه با انرژی مناسب قرار می گیرد، انرژی اضافی خود را به شکل یک فوتون همسان و هم جهت با فوتون اولیه گسیل کرده و به تراز پایه می رود. انگار الکترون به وسیله فوتون اولیه وادار می شود به تراز پایه برگردد و یک فوتون همسان گسیل کند.

لیزر چیست؟



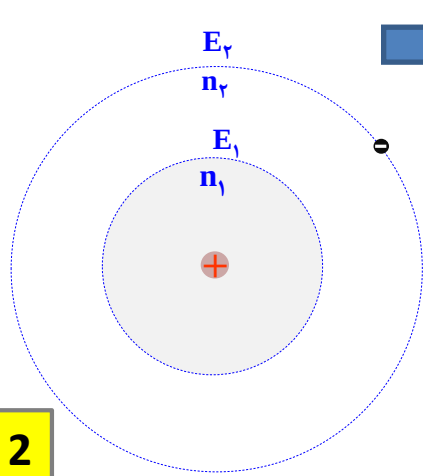
Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation



L A S E R

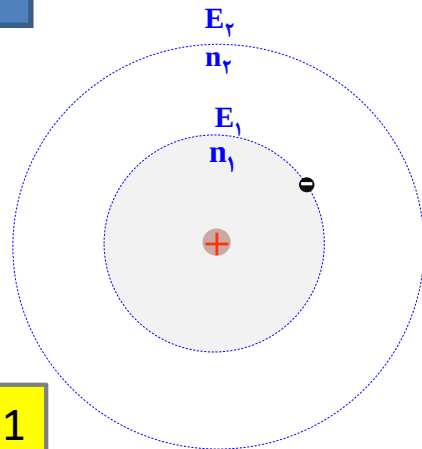
تقویت نور با بهره گیری از تابش گسیل القایی

لیزر چگونه ساخته می شود؟



2

✓ باید به ماده انرژی دهیم تا الکترونهای زیادی به تراز بالاتر روند. (دمش/پمپ)



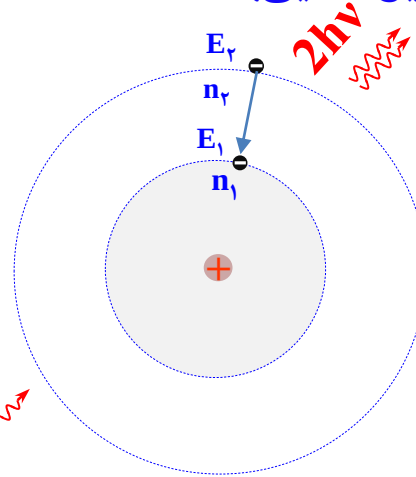
1

✓ مقداری ماده مناسب نیاز داریم. (محیط فعال)



3

✓ با عبور فوتون مناسب، الکترونها را وادار کنیم هماهنگ به تراز پایه برگردند و انرژی گسیل کنند. (گسیل القایی)

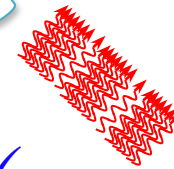


4

✓ گسیل القایی ایجاد شده را تقویت کنیم.



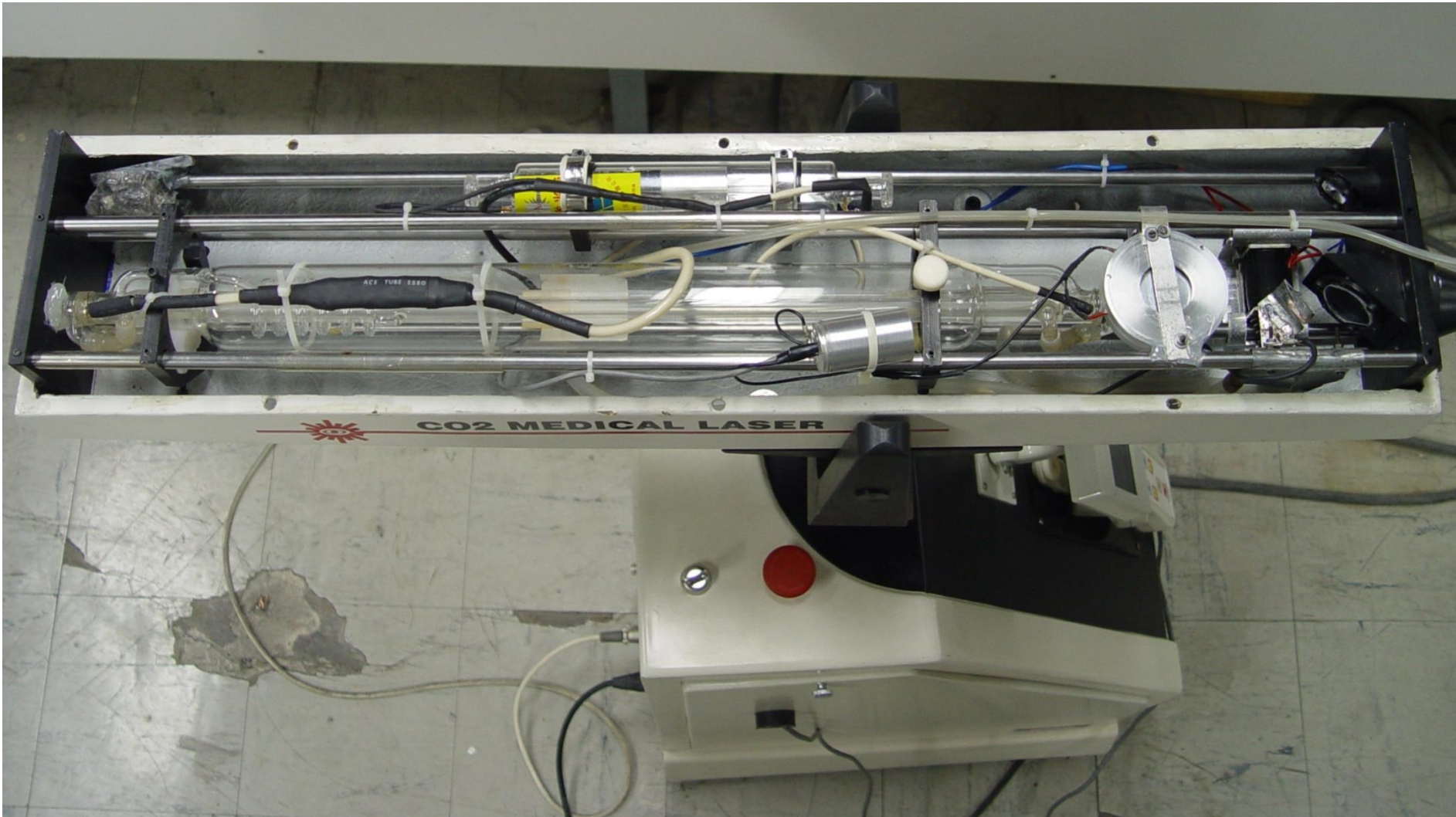
5



✓ سیستم را خنک کنیم تا این پدیده ها بتواند به صورت مستمر ادامه یابد.



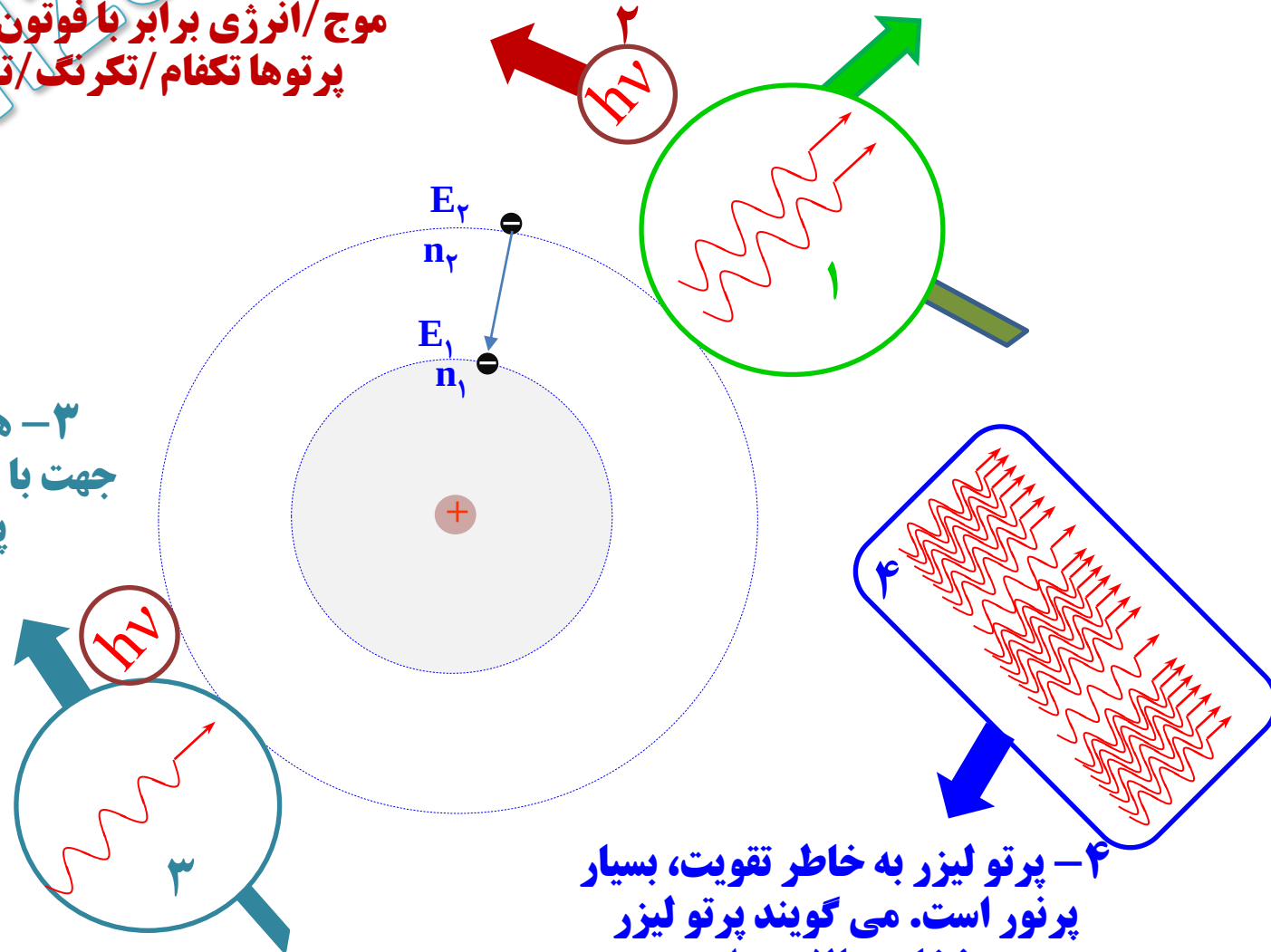
لیزر چگونه ساخته می شود؟



ویژگی پرتوهای لیزی

۱- فوتونهای ایجاد شده به صورت کاملاً هماهنگ با فوتون اولیه هستند، می گویند پرتو لیزر همدوس است.

۲- همه فوتون های ایجاد شده بسامد/ طول موج/ انرژی برابر با فوتون اولیه دارند. می گویند پرتوها تکفام/ تکرنگ/ تک طول موج هستند.

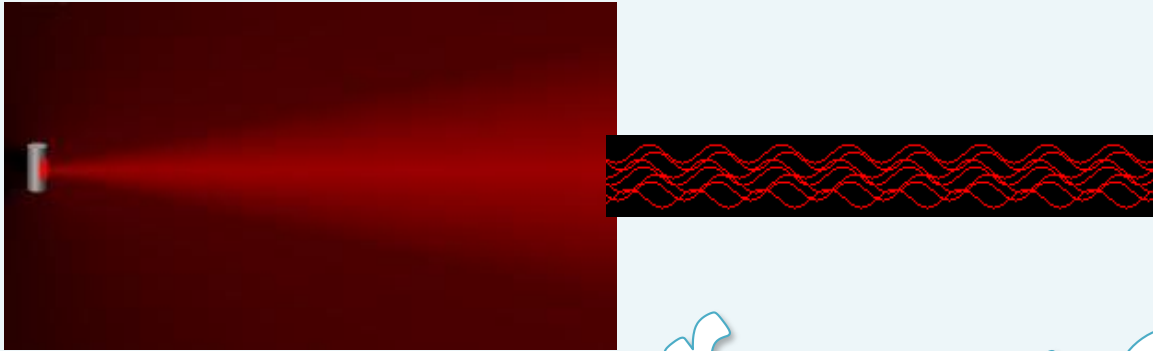


۳- همه فوتونهای ایجاد شده هم جهت با فوتون اولیه هستند. می گویند پرتو لیزر جهتمند است.

۴- پرتو لیزر به خاطر تقویت، بسیار پر نور است. می گویند پرتو لیزر درخشایی بالایی دارد.

❖ ویژگی های پرتوهای لیزی

چراغ قوه



لیزر



✓ همدوسی

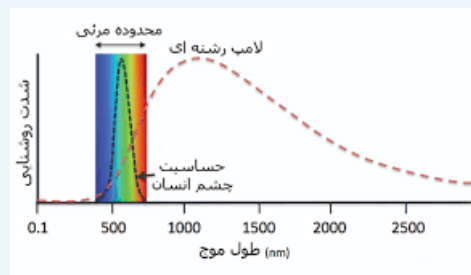
✓ تکفامی

✓ جهت مندی

✓ درخشایی

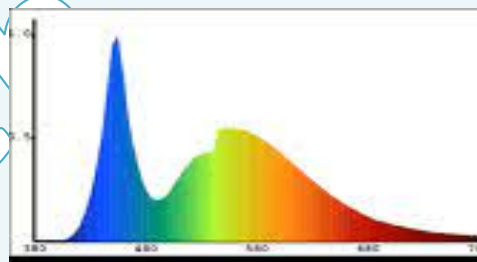


Lamps



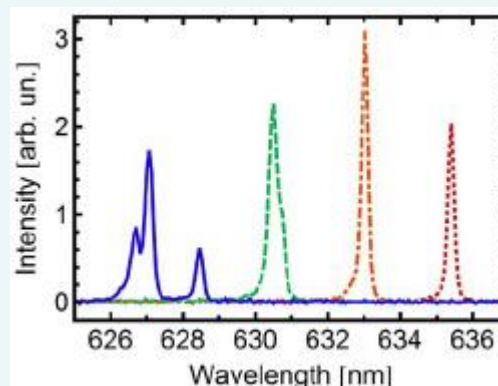
شامل همه طول
موج های
مرئی و فروسرخ

Light Emitted Diode (LED)



شامل همه
طول موج های مرئی

Laser



تکفام: هر لیزر
فقط یک طول موج

لیزر پیوسته:

✓ طول موج (نانومتر)

✓ توان (وات)

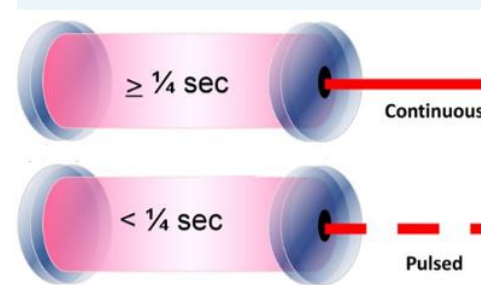
لیزر پالسی:

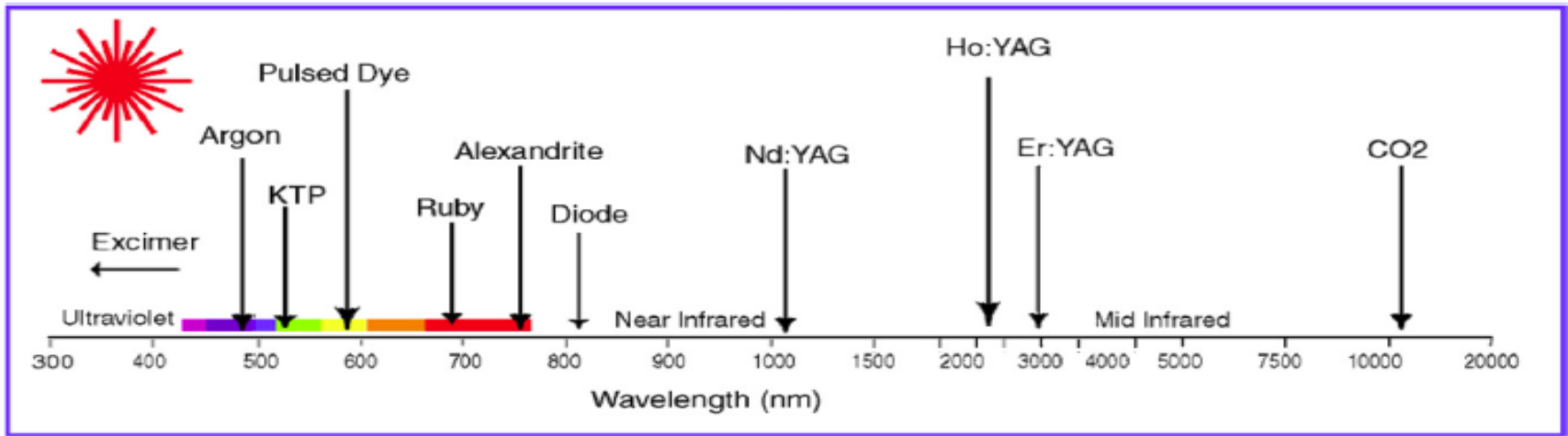
✓ طول موج (نانومتر)

✓ فرکانس (هرتز)

✓ فلوئنس (ژول بر سانتیمتر مربع)

✓ پهنای پالس (میلی ثانیه / میکروثانیه / نانو ثانیه)





❖ ماده فعال ❖ چگونگی عملکرد ❖ نوع دمش ❖ طول موج گسیلی ❖ کاربرد

✓ پژوهشی

✓ پزشکی

✓ صنعتی

✓ نظامی

✓ فروسرخ

✓ مرئی

✓ فرابنفش

✓ ایکس

✓ الکتریکی

✓ اپتیکی

✓ شیمیایی

✓ پیوسته

✓ پالسی

✓ نیم پیوسته

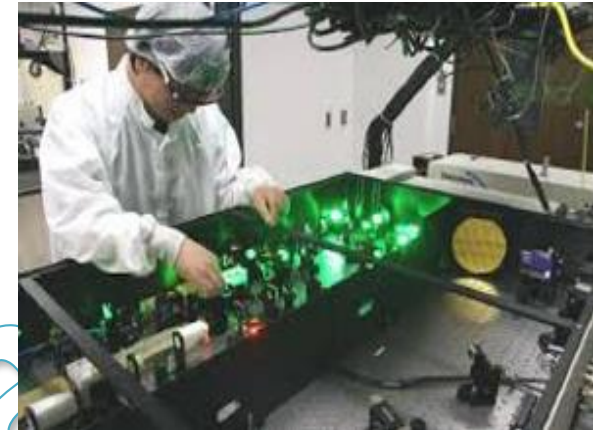
✓ حالت جامد

✓ مایع (رزینه‌ای)

✓ گازی

✓ نیمرسانا

کاربردهای لیزر



□ تعمیر و نگهداری



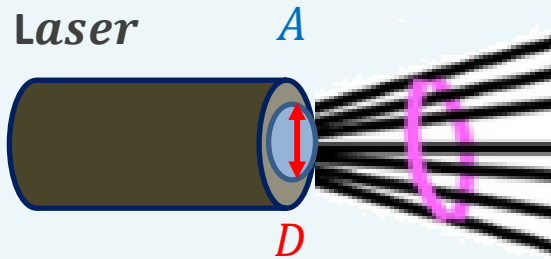
ضربه
لرزش
برخورد

مکانیکی

رطوبت
گرد و غبار

الکتریکی

نگهداری عمومی



❖ تعریف شدت لیزر:

- اگر توان لیزر: P بر حسب وات (W)
- قطر دایره سطح مقطع لیزر: D بر حسب متر (m)
- مساحت دایره سطح مقطع باریکه لیزر A بر حسب مترمربع برابر است با:

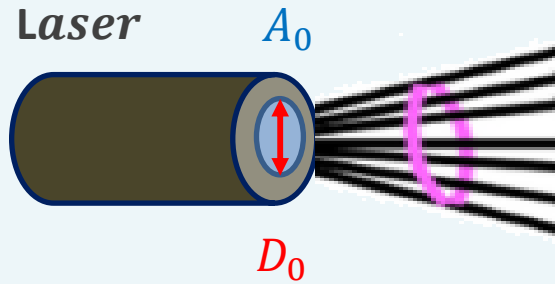
$$A = \pi D^2 / 4$$

➤ شدت لیزر برابر است با: توان لیزر تقسیم بر مساحت دایره سطح مقطع باریکه لیزر

➤ شدت لیزر با I نشان داده می شود و بر حسب وات بر مترمربع به دست می آید.

$$I (laser) = \frac{P (W)}{A (m^2)} = I \left(\frac{W}{m^2} \right)$$

مثال ۱:



- اگر توان لیزر یک لیزر ۳ وات (W) و
- قطر لیزر درست در دهانه خروجی D_0 برابر ۲ میلیمتر باشد،

➤ شدت لیزر (I) در دهانه، بر حسب وات بر مترمربع (W/m^2) و بر حسب میلی وات بر سانتیمتر مربع (mW/cm^2) چقدر است؟

$$I(laser) = \frac{P(W)}{A(m^2)} = I\left(\frac{W}{m^2}\right)$$

$$P(W) = 3 \text{ W} \quad \updownarrow D(laser) = 2 \text{ mm} \quad I_0\left(\frac{W}{m^2}\right) = ? \quad I_0\left(\frac{mW}{cm^2}\right) = ?$$

$$A_0 = \pi D_0^2 / 4 = 3 \text{ mm}^2 = 3 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

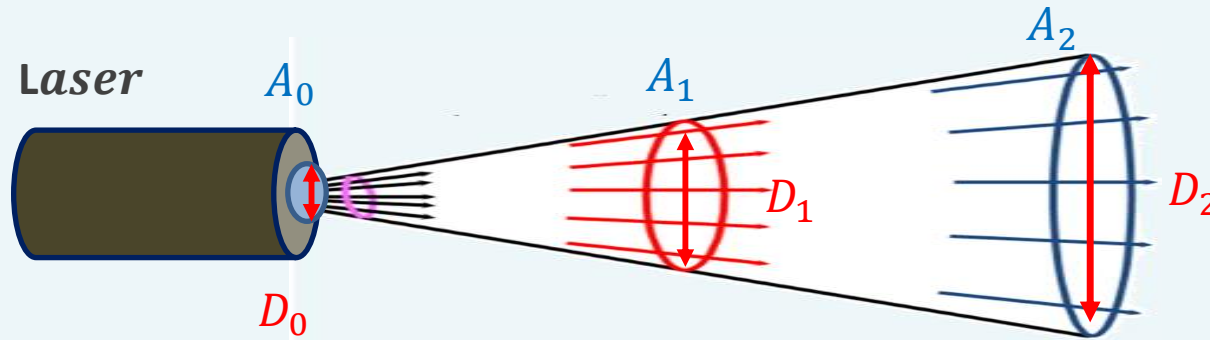
$$I_0(laser) = \frac{P}{A_0} = \frac{3}{3} * 10^6 \left(\frac{W}{m^2}\right) = 10^6 \left(\frac{W}{m^2}\right) = 1,000,000 \left(\frac{W}{m^2}\right)$$

▪ نکته: برای به دست آوردن شدت لیزر بر حسب (mW/cm^2):

شدت بر حسب $\frac{W}{m^2}$ را به دست میاریم و یکی از توان ده آن کم می کنیم.

$$I(laser) = 10^6 (W/m^2) = 10^5 (mW/cm^2) = 100,000 (mW/cm^2)$$

مثال ۲:



➤ با توجه به شکل بالا، شدت لیزر (I) در فاصله یک متری و دو متری از دهانه لیزر بر حسب (W/m^2) چقدر است؟

$$I(laser) = \frac{P(W)}{A(m^2)} = I\left(\frac{W}{m^2}\right)$$

✓ به خاطر واگرایی لیزر، با فاصله گرفتن از دهانه خروجی لیزر، شدت لیزر کاهش می یابد.

$$P(laser) = 3 \text{ W} \quad \updownarrow D_1 = 4 \text{ mm} \quad \updownarrow D_2 = 6 \text{ mm}$$

$$I_1\left(\frac{W}{m^2}\right) = ? \quad I_2\left(\frac{W}{m^2}\right) = ?$$

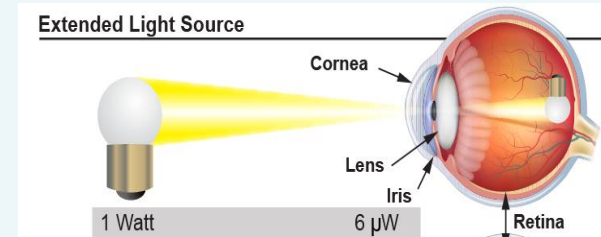
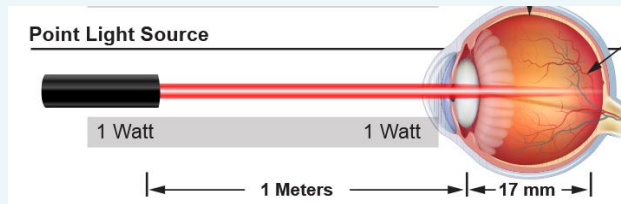
$$A_1 = \pi D_1^2 / 4 = 12 \text{ mm}^2 = 12 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$I_1 = \frac{P}{A_1} = \frac{3}{12} * 10^6 \left(\frac{W}{m^2}\right) = 0.25 * 10^6 \left(\frac{W}{m^2}\right) = 250,000 \left(\frac{W}{m^2}\right)$$

$$A_2 = \pi D_2^2 / 4 = 27 \text{ mm}^2 = 27 * 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$I_2 = \frac{P}{A_2} = \frac{3}{27} * 10^6 \left(\frac{W}{m^2}\right) = 0.111 * 10^6 \left(\frac{W}{m^2}\right) = 111,000 \left(\frac{W}{m^2}\right)$$

مثال ۳:



$$P(\text{laser}) = P(\text{lamp}) = 1W$$

$$D(\text{laser}) = 2 \text{ mm} \quad r(\text{lamp}) = 1 \text{ m}$$



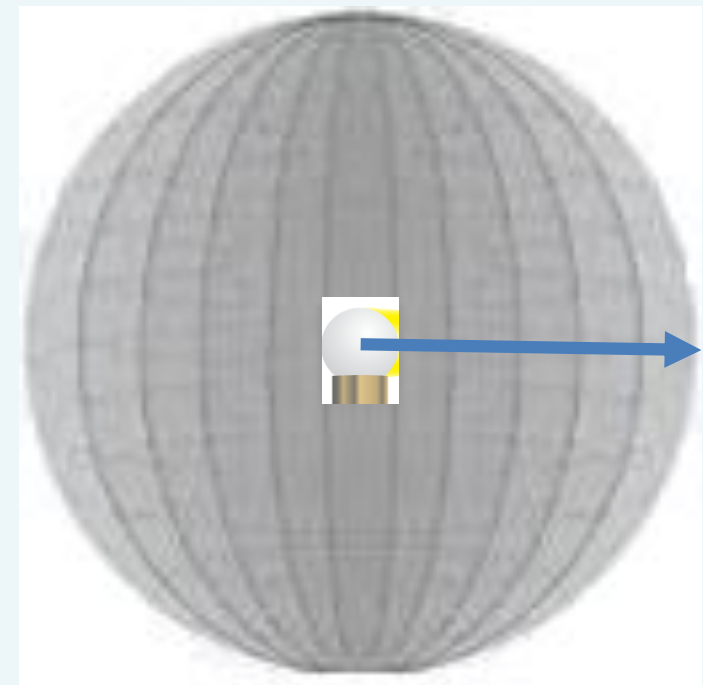
$$A(\text{laser}) = \pi D^2 / 4 = 3 \text{ mm}^2$$

$$I(\text{laser}) = \frac{P}{A(\text{laser})} = \frac{1}{3} * 10^6 = 330,000 \text{ W/m}^2$$

$$A(\text{lamp}) = 4\pi r^2 = 12 \text{ m}^2$$

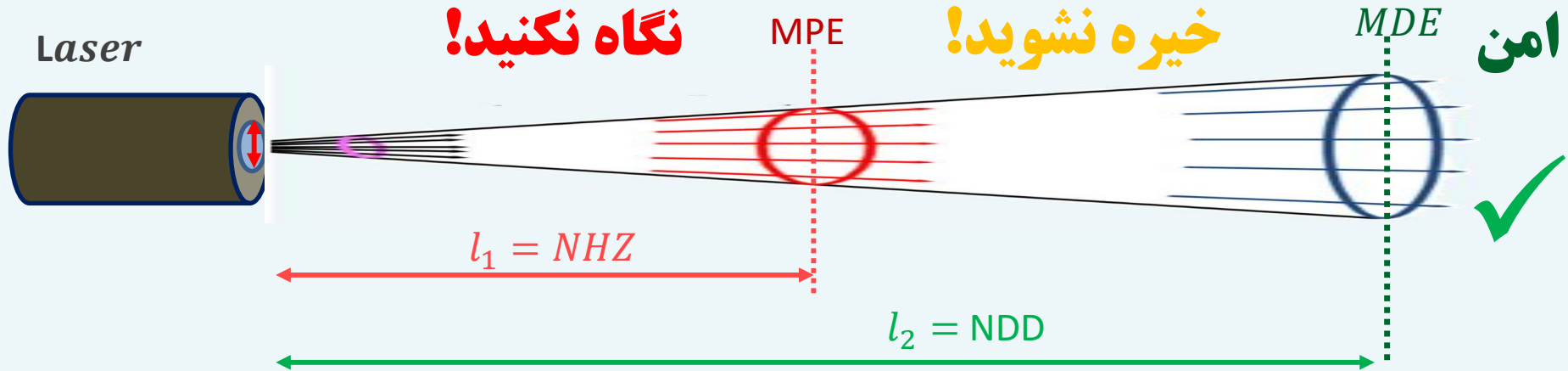
$$I(\text{lamp}) = \frac{P}{A(\text{lamp})} = \frac{1}{12} \text{ W/m}^2$$

$$I(\text{laser}) / I(\text{lamp}) = 4 * 10^6 = 4,000,000$$



✓ شدت لیزر، ۴ میلیون برابر شدت لامپ معمولی با توان مشابه است!!

❖ محاسبه ناحیه آسیب لیزر NHZ :



- توان لیزر P (W)، قطر باریکه در دهانه لیزر D (cm) و زاویه واگرایی لیزر θ (rad) را در راهنمای کاربری لیزر پیدا کنید.

$$MPE = \frac{P}{A} = \frac{4P}{\pi D_{MPE}^2} / cm^2$$

برای MPE که شدت بیشینه برای پرتوگیری مجاز است
Maximum Permissible Exposure داریم:

$$NHZ = \frac{\sqrt{\frac{4P}{MPE}} - D}{\theta} (cm)$$

اگر D_{MPE} را از رابطه بالا به دست بیاوریم و در رابطه زاویه واگرایی بگذاریم، NHZ یا ناحیه اسمی آسیب که در آن فاصله چشم در معرض آسیب جدی است از رابطه مقابل به دست می آید:

- ✓ فاصله خطر به واگرایی لیزر وابسته است. هر چه واگرایی لیزر بیشتر باشد، ناحیه آسیب لیزر، کمتر است.

□ شدت موثر لیزر:

✓ طول موج‌های مختلف در بدن به صورت یکسان تاثیرگذار نیستند و حساسیت بدن برای آنها متفاوت است.

✓ بنابراین اگر بخواهیم درباره تاثیر یک لیزر روی بافت بدن صحبت کنیم باید یک عامل با نام ضریب تاثیر را هم در نظر بگیریم.

✓ ضریب تاثیر یک عدد بین صفر و یک است و در استانداردها برای هر طول موج مشخص شده است.

✓ استاندارد مهم در این زمینه استاندارد با کد ملی ۲۰۶۱۰ هست که موضوع آن "پرتوگیری از تابش‌های لیزری ۱۸۰ تا ۳۰۰۰ نانومتر" است.

✓ **شدت موثر لیزر = شدت لیزر × ضریب تاثیر آن بر بافت بدن**

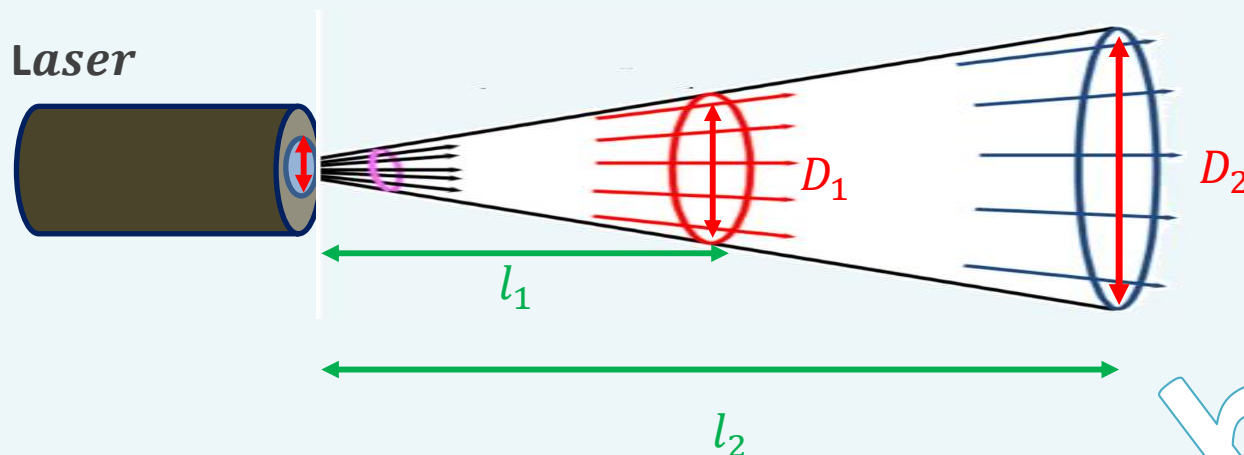
□ شدت موثر لیزر:

برابر است با شدت لیزر $\times$ ضریب تاثیر آن بر بافت بدن

مثال ۴: در جدول زیر شدت موثر برای سه طول موج مشخص شده و میزان خطر آنها برای بافت زنده درجه بندی شده است.

شماره ستون	۱	۲	۳
طول موج (nm)	۳۱۰	۲۴۰	۲۷۰
ضریب تأثیر	۰/۰۱۵	۰/۰۳	۱
شدت اولیه (W/m^2)	۲۵۰	۱۰۰	۲۰
شدت مؤثر	۳/۷۵	۳	۲۰
درجه بندی خطر برای بافت	خطر متوسط	کمترین خطر	بیشترین خطر

❖ واگرایی لیزر:

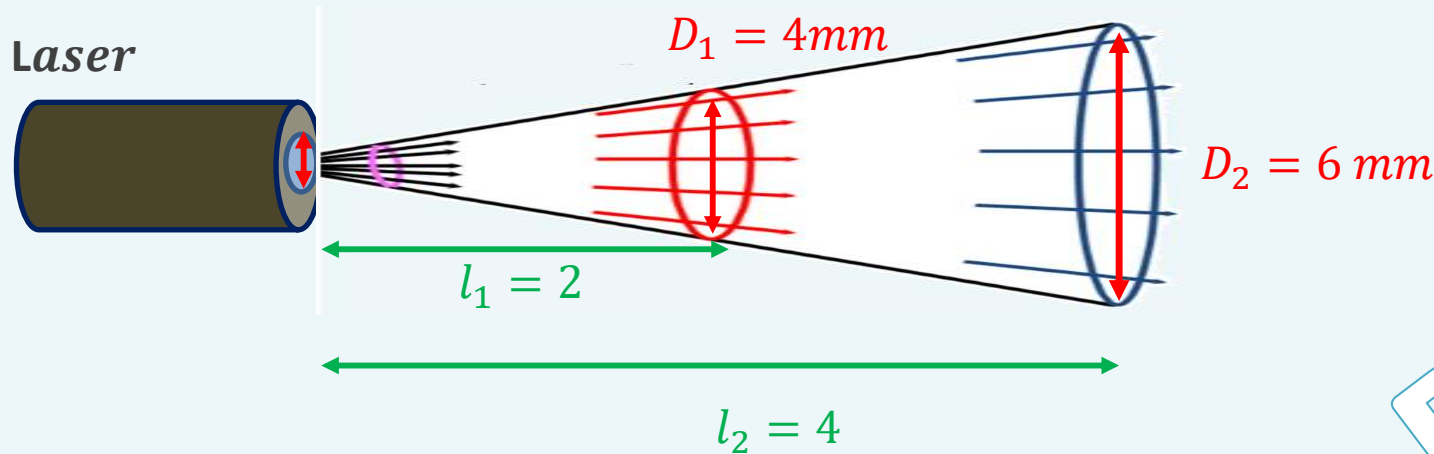


- اگر در فاصله l_1 و l_2 از دهانه خروجی لیزر، قطر دایره سطح مقطع لیزر برابر D_1 و D_2 باشد، زاویه واگرایی لیزر که با θ (تتا) نشان داده می شود به صورت زیر تعریف می شود:

➤ زاویه واگرایی لیزر:

$$\theta (laser) = \frac{D_2 - D_1 (mm)}{l_2 - l_1 (m)} = \theta (mrad)$$

- در این رابطه اگر قطرهای بر حسب میلیمتر و فاصله بر حسب متر قرار داده شود، زاویه واگرایی بر حسب میلی رادیان به دست می آید.



با توجه به شکل بالا، زاویه واگرایی این لیزر چقدر است؟

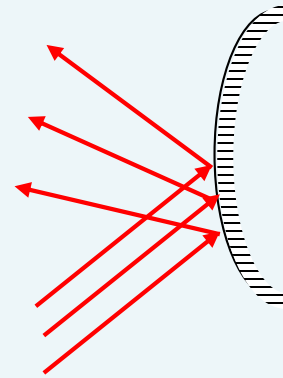
$$\theta \text{ (laser)} = \frac{D_2 - D_1 (\text{mm})}{l_2 - l_1 (\text{m})} = \theta (\text{mrad})$$

$$\theta \text{ (laser)} = \frac{6 - 4 (\text{mm})}{4 - 2 (\text{m})} = \frac{2 (\text{mm})}{2 (\text{m})} = 1 (\text{mrad})$$

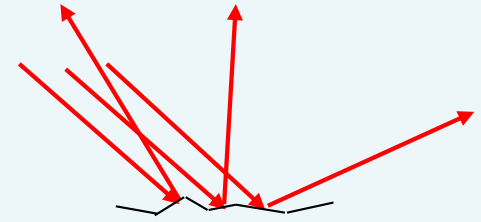
□ نکته درباره واگرایی:

واگرایی یک لیزر اثر بسیار زیادی در تغییر میزان شدت یک لیزر دارد. بنابراین پارامتر مهمی است که نشان می‌دهد در هر فاصله‌ای پرتو لیزر چه اندازه خطرناک یا ایمن است.

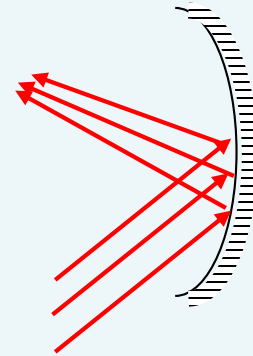
□ پرتوهای پراکنده (کناری) لیزر



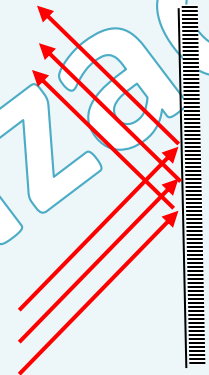
بازتاب منظم (واگرا)



بازتاب نامنظم



بازتاب منظم (همگرا)



بازتاب منظم (تخت)

□ در مورد لیزر، حتی پرتوهای پراکنده (کناری) خطرناک است.

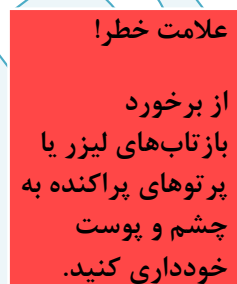
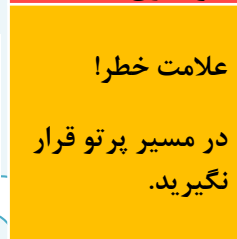
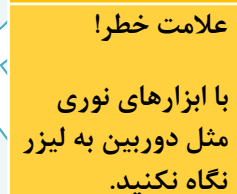
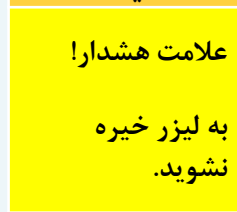
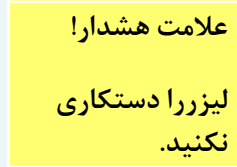
□ حدود پرتوگیری شغلی:

- ✓ حدود پرتوگیری مجاز از باریکه اصلی لیزر در استاندارد ملی ۲۰۶۱۰ مشخص شده است.
- ✓ حدود پرتوگیری مجاز از پرتوهای پراکنده نیز در استاندارد ملی ۸۵۶۷ آمده است.
- ✓ در صورت کار با لیزر گازکربنیک که از لیزرهای مادون قرمز (فروسرخ) است، حدود پرتوگیری مجاز برابر ۱۰۰۰ وات بر مترمربع است.

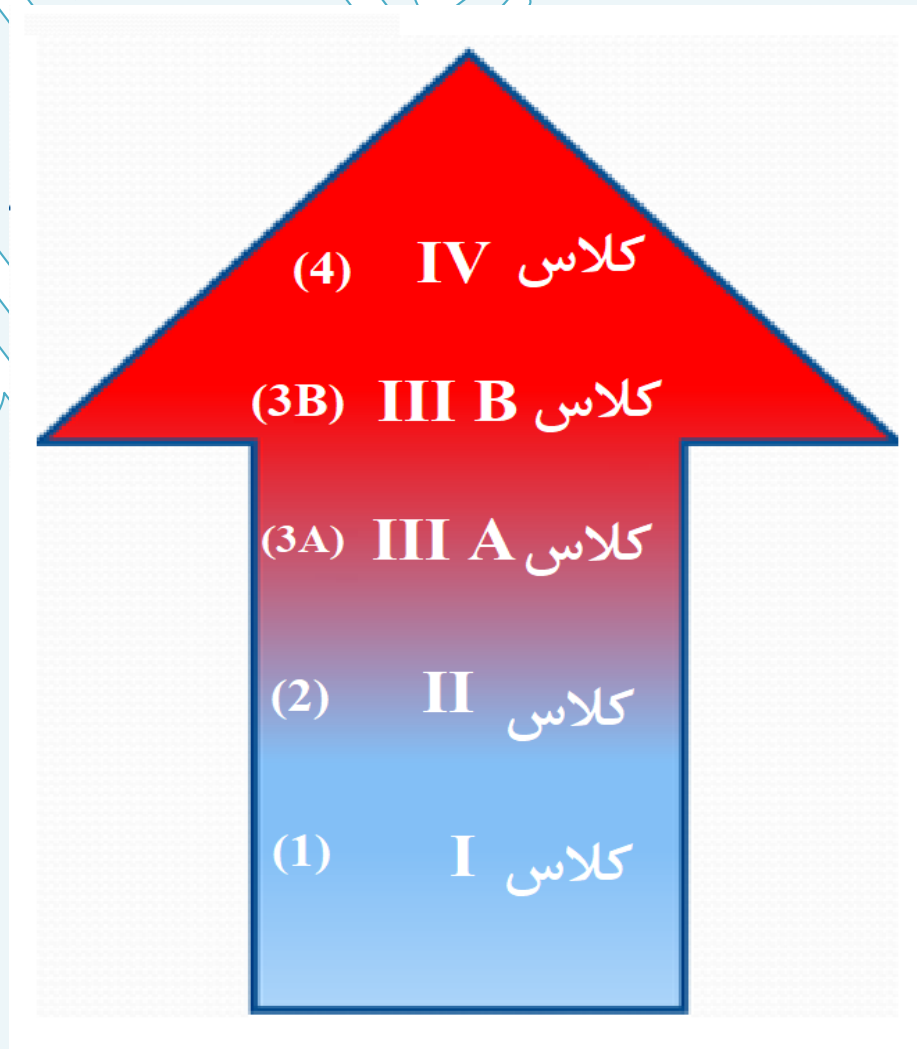
□ حدود پرتوگیری مردم:

- ✓ مردم نباید هرگز در مسیر باریکه لیزر قرار گیرند و حدود پرتوگیری مجاز برای آنها در استاندارد ۸۵۶۷ مشخص می شود.
- ✓ در صورت وجود پرتوهای پراکنده لیزر گازکربنیک در محیط میران آن باید کمتر از ۱۰۰۰ وات بر مترمربع باشد.

دسته بندی لیزرها از دیدگاه حفاظت

 DANGER VISIBLE LASER RADIATION: AVOID EYE OR SKIN EXPOSURE TO DIRECT OR SCATTERED RADIATION Argon Ion Wavelength: 488-514 nm Output Power: 5 W CLASS IV LASER PRODUCT	علامت خطر! از برخورد بازتاب‌های لیزر یا پرتوهای پراکنده به چشم و پوست خودداری کنید.	پرتوهای مستقیم، بازتابها یا پرتوهای پراکنده برای چشم و پوست بسیار خطرناک است. ممکن است ایجاد آتش‌سوزی کند. می‌تواند آلاینده هوا و یا تشعشعات پلاسما ایجاد کند.	لیزرهای صنعتی و پزشکی	لیزر پیوسته با توان بیش از 500 mW یا لیزر پالسی با انرژی بیشتر از 125 mJ با پهنای 0.25 ثانیه	لیزرها با توان و انرژی بالا	کلاس IV کلاس 4
 DANGER LASER RADIATION AVOID DIRECT EXPOSURE TO BEAM CLASS III B LASER PRODUCT	علامت خطر! در مسیر پرتو قرار نگیرید.	پرتوهای مستقیم و بازتاب آینه‌ای آن خطرناک است. پرتوهای پراکنده معمولاً خطرناک نیست. آتش‌شوزی ایجاد نمی‌کند اما می‌توانند پوست را بسوزانند. اگر لیزر در محیط جداگانه نیست، باید ناحیه اسمی آسیب کاملاً مشخص شود. NHZ	لیزر فیزیوتراپی	لیزر پیوسته با توان 5- 500 mW یا لیزر پالسی با انرژی کمتر از 125 mJ با پهنای 0.25 ثانیه	لیزرها با توان و انرژی متوسط	کلاس III B کلاس 3B
 DANGER LASER RADIATION AVOID DIRECT EYE EXPOSURE CLASS 3a LASER	علامت خطر! با ابزارهای نوری مثل دوربین به لیزر نگاه نکنید.	احتمالاً با نگاه کمتر از ۰/۲۵ ثانیه به چشم آسیب نمیرسد. با ابزارهای نوری مثل عدسی آسیب‌رسان هستند. عموماً پرتوهای پراکنده خطرناک نیستند.	لیزر پوینتر	توان بین 1 تا 5 میلی وات 1-5 mW	لیزرهای با توان کم	کلاس III A کلاس 3A
 CAUTION Laser Radiation Do Not Stare Into Beam Helium Neon Laser 1 milliwatt max/cw CLASS II LASER PRODUCT	علامت هشدار! به لیزر خیره نشوید.	اگر کمتر از ۰/۲۵ ثانیه به آن نگاه شود به چشم آسیب نمیرسد. چشم به طور طبیعی با پلک زدن و بسته شدن از خود محافظت می‌نماید. هنگام نگاه خیره آسیب‌رسان هستند.	بارکدخوان لیزری	توان کمتر از یک میلی وات	لیزرهای مرئی پیوسته با توان بسیار کم	کلاس II کلاس 2
 CAUTION Class 1 laser product	علامت هشدار! لیزر را دستکاری نکنید.	در شرایط کارعادی، نمی‌توانند به چشم آسیب برسانند. در صورت باز شدن دستگاه، کلاس لیزر بالاتر می‌رود.	پرینترهای لیزری و CD- Rom	توان کمتر از ۴ میلی وات	لیزرهای بسته پیوسته	کلاس I کلاس 1
کلاس لیزر	توضیح	توان / انرژی	مثال	ملاحظات حفاظتی	نمونه برچسب	

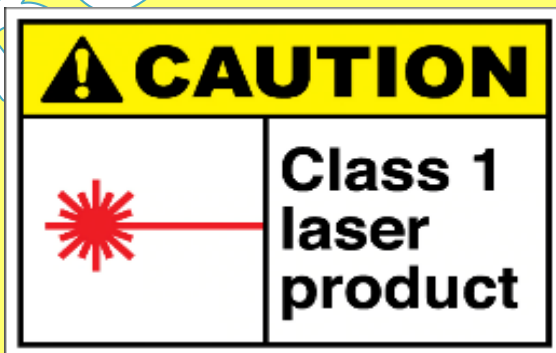
طبقه بندی حفاظتی لیزرها بر اساس استاندارد ANSI-Z 136.1



□ لیزرهای کلاس ۱



- لیزرهای بسته پیوسته
- با توان کمتر از ۴ میلی وات
- مثل پرینترهای لیزری و CD-Rom
- در شرایط کارعادی، نمی‌توانند به چشم آسیب برسانند. در صورت باز شدن دستگاه، کلاس لیزر بالاتر می‌رود.
- برچسب دستگاه: علامت هشدار! لیزر را دستکاری نکنید.



□ لیزرهای کلاس II



- لیزرهای مرئی پیوسته با توان بسیار کم
- با توان کمتر از یک میلی وات
- بارکدخوان لیزری
- اگر کمتر از ۰/۲۵ ثانیه به آن نگاه شود به چشم آسیب نمی‌رسد. چشم به طور طبیعی با پلک زدن و بسته شدن از خود محافظت می‌نماید. هنگام نگاه خیره آسیب‌رسان هستند.
- برچسب دستگاه: علامت هشدار! به لیزر خیره



□ لیزرهای کلاس III A (3A)



- لیزرهای با توان کم
- توان ۱ تا ۵ میلی وات
- لیزر هلیوم-نئون آموزشی
- احتمالاً با نگاه کمتر از ۰/۲۵ ثانیه به چشم آسیب نمیرسد. با ابزارهای نوری مثل عدسی آسیب‌رسان هستند. عموماً پرتوهای پراکنده خطرناک نیستند.
- برچسب دستگاه: با ابزارهای نوری مثل دوربین به لیزر نگاه نکنید.





□ لیزرهای کلاس III B (3B)

- لیزرها با توان و انرژی متوسط

- لیزر پیوسته با توان ۵-۵۰۰ mW

- یا لیزر پالسی با انرژی کمتر از ۱۲۵ میلی ژول با پهنای ۰.۲۵ ثانیه

- لیزر پوینتر

- پرتوهای مستقیم و بازتاب آینه‌ای آن خطرناک است.

- پرتوهای پراکنده معمولاً خطرناک نیست. آتش‌شوزی ایجاد نمی‌کند اما

می‌توانند پوست را بسوزانند.

- اگر لیزر در محیط جداگانه نیست، باید ناحیه اسمی آسیب یعنی NHZ

کاملاً مشخص شود.

- برچسب دستگاه: علامت خطر! در مسیر پرتو قرار نگیرید.



□ لیزرهای کلاس IV (4)



- لیزرها با توان و انرژی بالا
- لیزر پیوسته با توان بیش از ۵۰۰ میلی وات
- یا لیزر پالسی با انرژی بیش از ۱۲۵ میلی ژول با پهنای ۰.۲۵ ثانیه
- لیزر رفع موهای زائد
- پرتوهای مستقیم، بازتابها یا پرتوهای پراکنده برای چشم و پوست بسیار خطرناک است. ممکن است ایجاد آتش سوزی کند.
- می تواند آلاینده هوا و یا تشعشعات پلاسما ایجاد کند.

- برچسب دستگاه: علامت خطر! از برخورد بازتابهای لیزر یا پرتوهای پراکنده به چشم و پوست خودداری کنید.



دسته بندی لیزرها از دیدگاه حفاظت

 علامت خطر! از برخورد بازتاب‌های لیزر یا پرتوهای پراکنده به چشم و پوست خودداری کنید.	پرتوهای مستقیم، بازتابها یا پرتوهای پراکنده برای چشم و پوست بسیار خطرناک است. ممکن است ایجاد آتش‌سوزی کند. می‌تواند آلاینده هوا و یا تشعشعات پلاسما ایجاد کند.	لیزرهای صنعتی و پزشکی	لیزر پیوسته با توان بیش از 500 mW یا لیزر پالسی با انرژی بیشتر از 125 mJ با پهنای 0.25 ثانیه	لیزرها با توان و انرژی بالا	کلاس IV کلاس 4
 علامت خطر! در مسیر پرتو قرار نگیرید.	پرتوهای مستقیم و بازتاب آینه‌ای آن خطرناک است. پرتوهای پراکنده معمولاً خطرناک نیست. آتش‌سوزی ایجاد نمی‌کند اما می‌توانند پوست را بسوزانند. اگر لیزر در محیط جداگانه نیست، باید ناحیه اسمی آسیب کاملاً مشخص شود. NHZ	لیزر فیزیوتراپی	لیزر پیوسته با توان 5-500 mW یا لیزر پالسی با انرژی کمتر از 125 mJ با پهنای 0.25 ثانیه	لیزرها با توان و انرژی متوسط	کلاس III B کلاس 3B
 علامت خطر! با ابزارهای نوری مثل دوربین به لیزر نگاه نکنید.	احتمالاً با نگاه کمتر از ۰/۲۵ ثانیه به چشم آسیب نمیرسد. با ابزارهای نوری مثل عدسی آسیب‌رسان هستند. عموماً پرتوهای پراکنده خطرناک نیستند.	لیزر پوینتر	توان بین 1 تا 5 میلی وات 1-5 mW	لیزرهای با توان کم	کلاس III A کلاس 3A
 علامت هشدار! به لیزر خیره نشوید.	اگر کمتر از ۰/۲۵ ثانیه به آن نگاه شود به چشم آسیب نمیرسد. چشم به طور طبیعی با پلک زدن و بسته شدن از خود محافظت می‌نماید. هنگام نگاه خیره آسیب‌رسان هستند.	بارکدخوان لیزری	توان کمتر از یک میلی وات	لیزرهای مرئی پیوسته با توان بسیار کم	کلاس II کلاس 2
 علامت هشدار! لیزر را دستکاری نکنید.	در شرایط کارعادی، نمی‌توانند به چشم آسیب برسانند. در صورت باز شدن دستگاه، کلاس لیزر بالاتر می‌رود.	پرینترهای لیزری و CD-Rom	توان کمتر از ۴ میلی وات	لیزرهای بسته پیوسته	کلاس I کلاس 1
نمونه برچسب	ملاحظات حفاظتی	مثال	توان / انرژی	توضیح	کلاس لیزر

طبقه بندی حفاظتی لیزرها بر اساس استاندارد ANSI-Z 136.1

✓ داشتن راهنمای کاربری استاندارد



دستگاه لیزر دایود لومینا

لیزر دایود لومینا DM 808

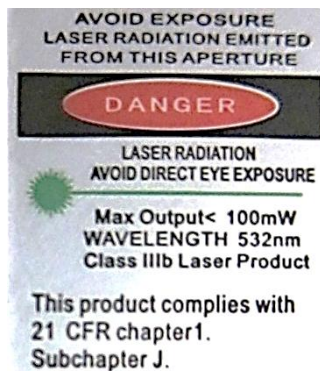
[illegible]

Model: DM808	
System Specification	
Wavelength	808 nm
Input Power	2000W
Max Fluence	85 J/cm ²
Spot Size	18 * 18 mm ²
Frequency	1-6Hz - 10Hz
Pulse Duration	11ms - 100ms
Electrical Requirement	220VAC 50-60
Laser Class	4
Electrical Safety Class	1



✓ داشتن برچسب ویژگی‌های لیزر

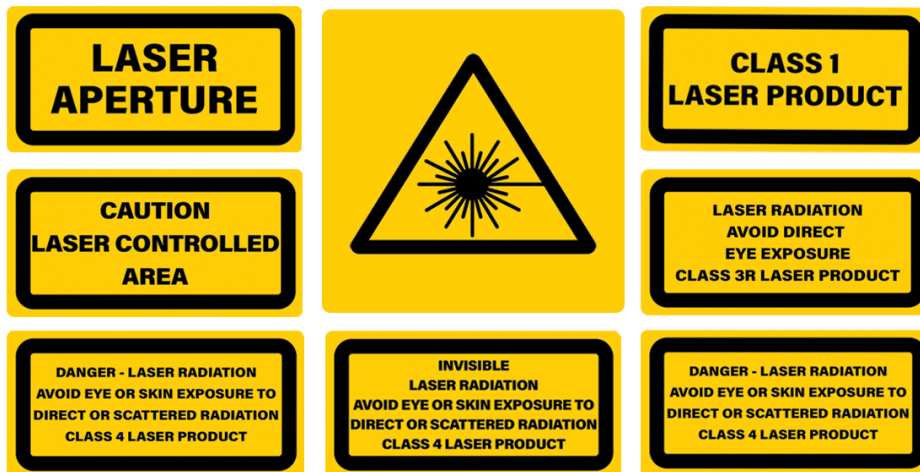
✓ داشتن برچسب هشدار و خطر مناسب



303 light laser operating instructions

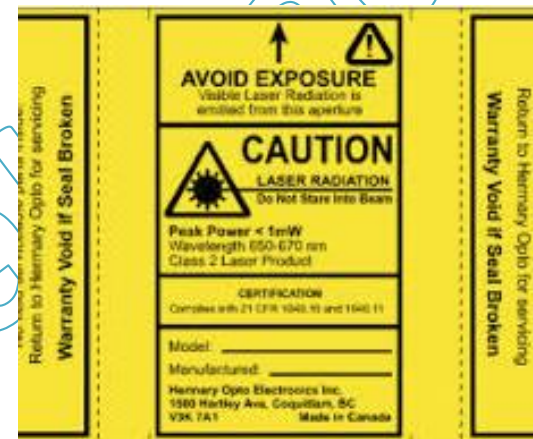
Rank: Class 111A
 Material: hard aluminum
 Surface treatment: anticathode oxidation treatment
 On-off mode: the middle switch press
 Battery: 18650 rechargeable battery
 Wavelength: 532nm 650nm
 Output power: 100mw
 Start-up time: <10 seconds
 Working Voltage: DC3.7V
 Fixed focus.
 Battery installation: Open the laser back cover, battery cathode toward the inside (head orientation), the anode at the switch (the tail direction).
 Opening laser:
 Use the key to open the switch lock in the tail, the green button notify us the laser is turn on, and the red button notice us it turn off.

Notice:
 1. Laser is harmful to the human eye, Please don't direct people's eyes, Please save place cannot come into contact with the local children.
 2. The working time should not be too long (Should not be more than 5 minutes, Reached after 5 minutes should be stop 2 minutes may continue to work.) , too long will cause the body heat, if the body heat, the body completely cool before continuing operation.
 3. can't be thumped and dropped.
 4. prohibit taking it to apart.



✓ داشتن برچسب محل خروج پرتو لیزر

✓ داشتن کلید اینترلاک



✓ داشتن فیوز قطع خودکار

✓ داشتن کلید اورژانسی



✓ داشتن سوئیچ روشن و خاموش



✓ داشتن چراغ نشانگر روشن بودن لیزر



➤ ویژگی های لیزرهای استاندارد

- ✓ برچسب مشخص کننده کلاس لیزر، طول موج و توان خروجی
- ✓ کتاب راهنما که روش درست کار با لیزر در آن آمده باشد
- ✓ قفل ایمنی (به ویژه برای لیزرهای کلاس IIIB و IV) به گونه ای که بتوان در شرایط استفاده از لیزر آن را قفل کرد و سوئیچ را برداشت تا افراد غیر مسئول نتوانند آن را روشن کنند
- ✓ نمایشگر مشخص کننده روشن یا خاموش بودن لیزر
- ✓ کلید قطع خودکار، تا در صورت باز شدن حفاظ لیزر و احتمال پرتوگیری افراد، تابش پرتو لیزری به صورت خودکار قطع شود
- ✓ علامت هشدار مناسب و علامت روی محل خروج نور لیزر، برای معلوم بودن مسیر خروجی پرتو

لیزری



پروز باشید