

لیزر چیست؟

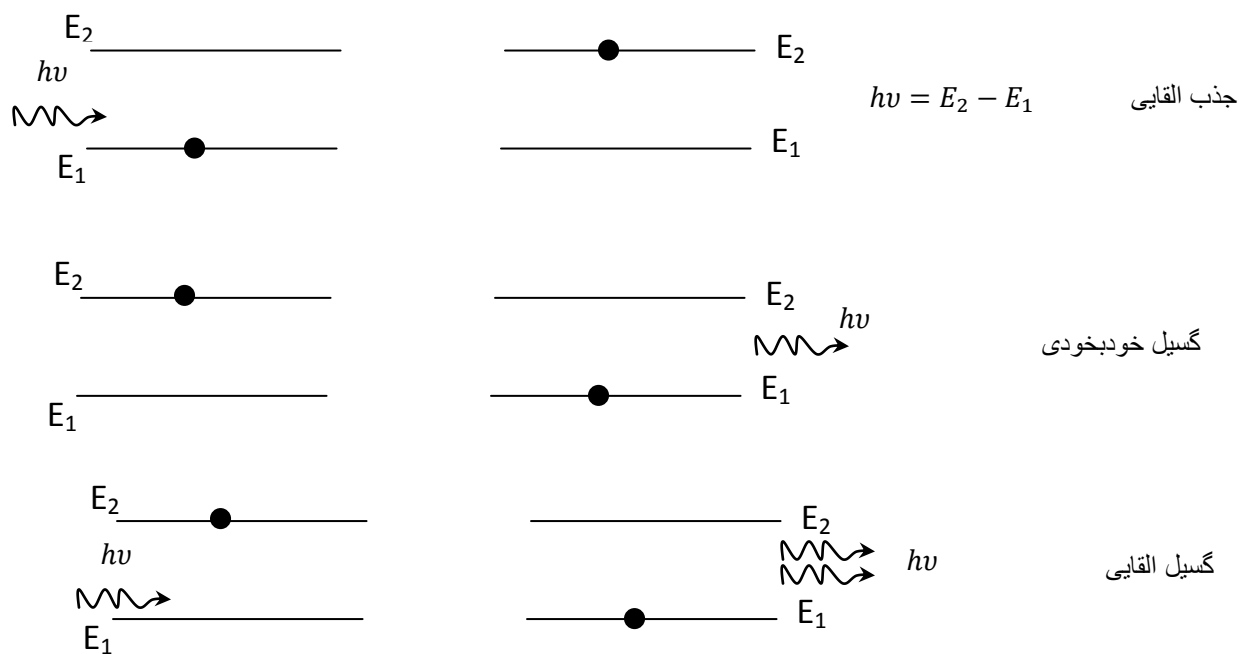
از نظر لغتی لیزر یا Laser مخفف این کلمات

«Light amplification by stimulated emission of radiation»

به معنای تقویت نور بوسیله امواج تحریک شده می باشد. لیزر بر اساس پدیده رزونانس کار می کند. خروجی لیزر یک میدان مغناطیسی همسان است. در یک اشعه همسان انرژی الکترومغناطیسی، همه امواج دارای یک فرکانس و فاز هستند.

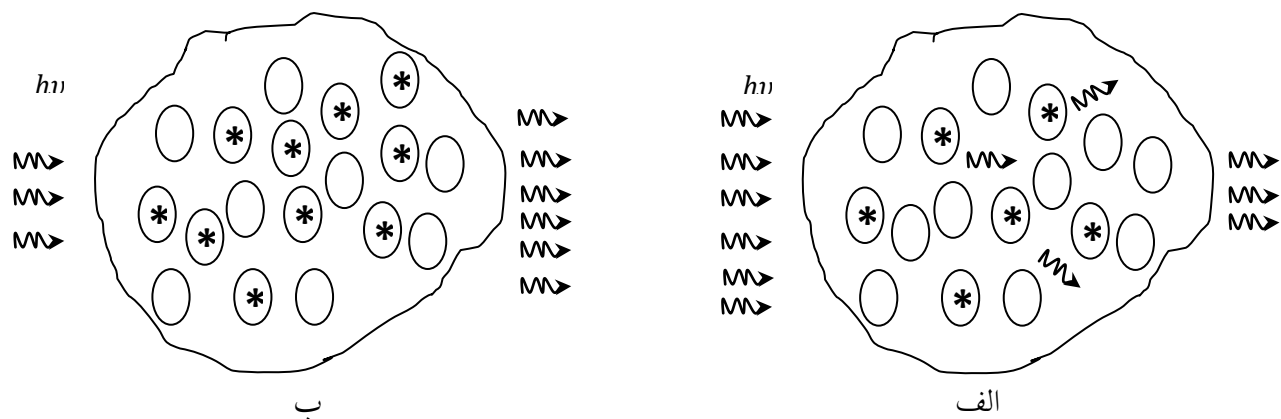
برهم کنش نور با ماده

هر اتم و مولکولی ترازهای انرژی ناپیوسته دارد به عبارت دیگر هر اتم و یا مولکولی می تواند انرژیهای مشخصی را جذب و یا تابش کند. وقتی با تابش نور و یا ذرات دیگر به اتم انرژی داده می شود اتم از تراز با انرژی کمتر به تراز با انرژی بیشتر می رود. اگر انرژی تحریک اتم به اندازه اختلاف انرژی دو تراز باشد می گوییم جذب القایی صورت می گیرد. اگر بر اتمی که در تراز تحریک E_1 قرار دارد فوتونی با انرژی $h\nu$ فرود



شکل 1- جذب و گسیل القایی

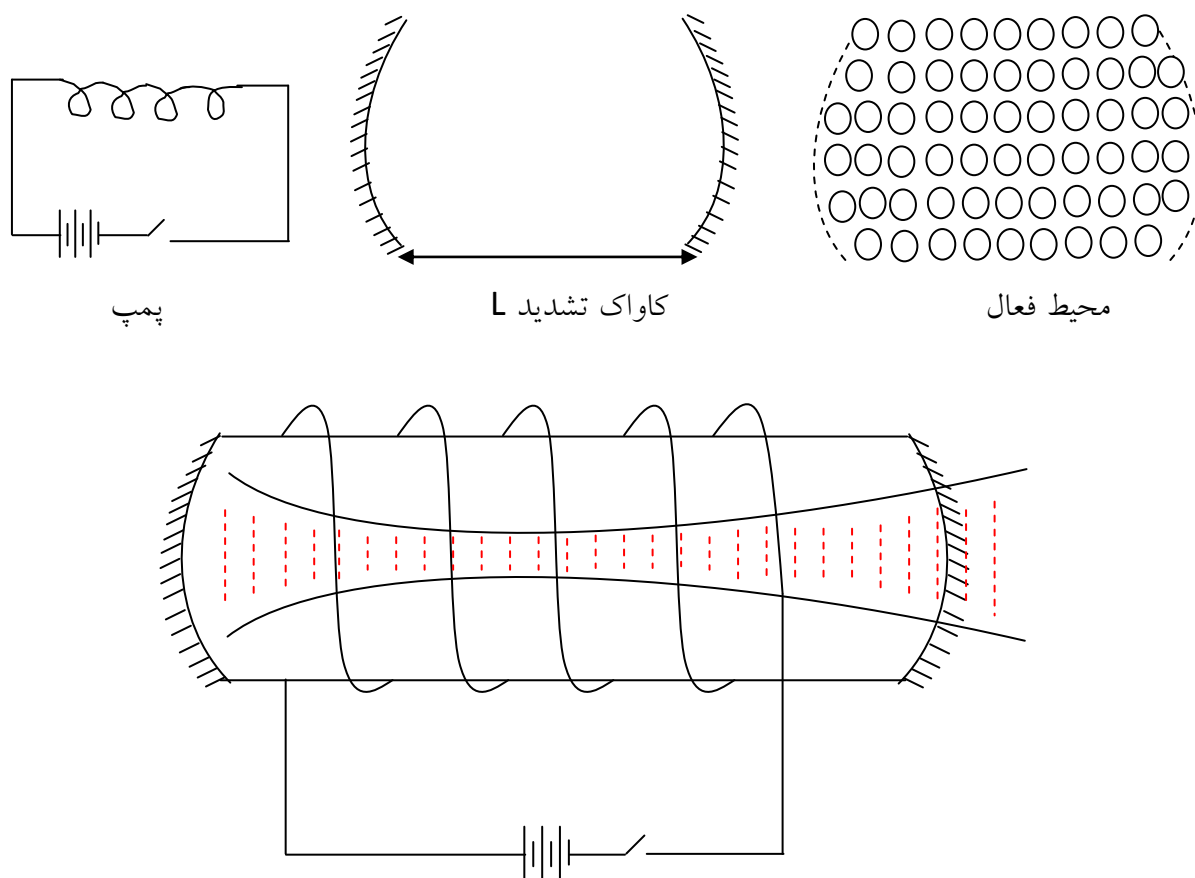
بباید اتم انرژی تحریک خود را در راستای فوتون فرودی از دست می دهد و دو فوتون مشابه ایجاد می شود، این اتفاق را گسیل القایی می نامند. فرض کنید به محفظه ای حاوی اتمهایی با دو تراز انرژی E_1 و E_2 ($E_2 > E_1$) نوری که فوتونهای آن انرژی $h\nu = E_2 - E_1$ دارند فرود بیاید. در حالت عادی تعداد اتمهایی که در تراز انرژی E_1 هستند به مراتب بیشتر از تعداد اتمهایی است که در تراز تحریک شده E_2 قرار دارند. بنابراین اگر یک دسته فوتون با انرژی $h\nu$ بر محفظه فرود بیاید احتمال برخورد آنها با اتمهای تحریک نشده خیلی بیشتر از اتمهای تحریک شده است. از این رو از تعداد فوتونهای دسته کاسته می شود و می گوئیم نور جذب شده است.



شکل 2-الف جذب القایی ب- گسیل القایی

در حالت عادی وقتی به محفظه ای که دارای اتم در دو تراز E_1 و E_2 است فوتونهایی با انرژی $h\nu = E_2 - E_1$ وارد می شود. چون تعداد اتمها در تراز تحریک نشده N_1 خیلی بیشتر از تعداد اتمها در تراز تحریک شده E_2 ، N_2 است. از تعداد فوتونهایی که در راستای انتشار فوتونها حرکت می کنند کم می شود بنابراین می گوئیم محفظه نور جذب کرده است شکل 2-الف. اگر تمهیداتی اتخاذ شود که تعداد اتمهای تحریک شده در تراز E_2 از تعداد اتمها در تراز E_1 بیشتر شود، یعنی $N_2 > N_1$ ، در این صورت می گویند جمعیت وارون شده است. در چنین حالتی فوتونها، ضمن عبور از محفظه شانس بیشتری دارند که با اتمهای تحریک شده مواجه شوند و آنها را به گسیل القایی وادارند. بنابراین تعداد فوتونهای دسته ضمن عبور از محفظه افزایش می یابد یعنی نور تقویت می شود شکل 2-ب. اساس کار لیزرها بر این پدیده استوار است. در لیزرها

یک محیط فعال، گاز، جامد و یا مایع داریم که با دمیدن انرژی مناسب به آن، بین دو تراز از ترازهای انرژی آن جمعیت وارون ایجاد می‌کنند. چون ضریب تقویت معمولاً خیلی ضعیف است از یک محفظه تشدید جهت ازدیاد طول مسیر تقویت استفاده می‌کنند که به آن کاواک تشدید می‌گویند. کاواک تشدید معمولاً از دو آینه کاو با ضریب بازتاب زیاد تشکیل می‌شود. بنابراین، سه جزء اصلی یک لیزر پمپ، محیط فعال و کاواک تشدید است که در شکل 3 بطور جدا از هم و سوار شده در یک لیزر آورده شده است.

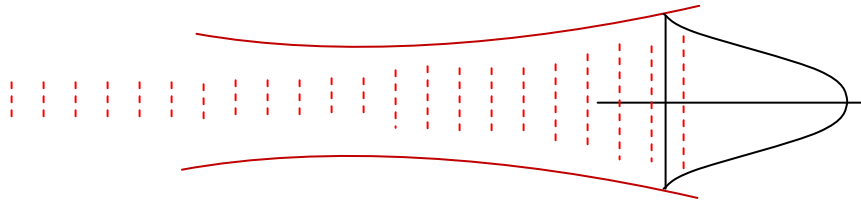


شکل 3- اجزاء اصلی یک لیزر

ویژگیهای باریکه لیزر

چون در تقویت نور لیزر فوتونهایی که مجاور محور کاواک تشدید لیزر حرکت می‌کنند به سبب بازتابهای متعدد از آینه‌های کاواک نسبت به فوتونهایی که با محور کاواک زاویه می‌سازند احتمال تقویت بیشتری دارند،

توزیع شدت در مقطع باریکه لیزر ثابت نیست و معمولاً بطور نمایی (گوسی) کاهش می‌یابد، شکل 4. بنابراین، باریکه لیزر با واگرایی کم توزیع شدت گوسی دارد. در مرکز باریکه شدت بسیار زیاد و در فاصله کمی از محور باریکه شدت بسیار کم است. چون واگرایی باریکه لیزر کم است با سیستم عدسی مناسب می‌توان نور لیزر را در سطحی با ابعاد طول موج نور کانونی کرد و شدت در واحد سطح را بسیار زیاد کرد. این کار باعث



شکل 4- توزیع شدت در مقطع باریکه لیزر

ایجاد میدان الکترومغناطیسی شدید برای انواع برهم کنشها می‌شود. بطور خلاصه ویژگیهای باریکه لیزر عبارتند از تکفامی زیاد (همدوسی طولی بلند)، همدوسی عرضی بسیار خوب، چون نور آن عملاً موازی است، توزیع شدت گوسی و قابلیت کانونی شدن شدید. به سبب داشتن این خواص لیزرها کاربردهای متنوع و متعددی پیدا کرده‌اند.