

فصل اول

● مفاهیم مقدماتی

● گسیل خود به خود، گسیل القایی و جذب

● مبانی نظری لیزر

● خواص باریکه های لیزر



لیزر

● لیزر مخفف عبارت light amplification by stimulated emission of radiation می باشد و به معنای تقویت نور توسط تشعشع تحریک شده است.



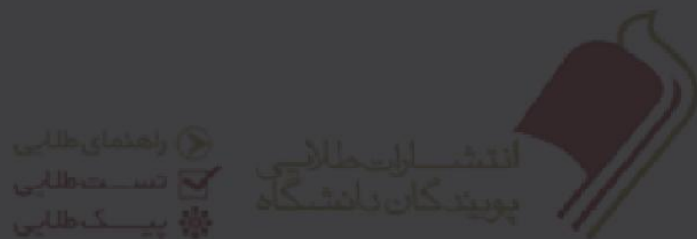
تاریخچه

● اولین لیزر جهان توسط تئودور مایمن اختراع گردید و از یاقوت در آن استفاده شده بود در سال ۱۹۶۲ پرو فسور علی جوان اولین لیزر گازی را به جهانیان معرفی نمود و بعدها نوع سوم و چهارم لیزرها که لیزرهای مایع و نیمه رسانا بودند اختراع شدند.



ویژگی نور لیزر

● نوری که توسط لیزر گسیل می گردد در یک سو وبسیار پر انرژی و درخشنده است که قدرت نفوذ بالایی نیز دارد بطوریکه در الماس فرو میرود . امروزه استفاده از لیزر در صنعت بعنوان جوش اورنده فلزات و بعنوان چاقوی جراحی بدون درد در پزشکی بسیار متداول است.



لیزرها سه قسمت اصلی دارند:

- 1- پمپ انرژی یا چشمه انرژی: که ممکن است این پمپ اپتیکی یا شیمیایی و یا حتی یک لیزر دیگر باشد.
- 2- ماده پایه و فعال که نام گذاری لیزر بواسطه ماده فعال صورت می گیرد.
- 3- مشدد کننده اپتیکی: شامل دو آینه بازتابنده کلی و جزئی می باشد

در لیزر از سه پدیده اساسی که نتیجه برهم کنش موج الکترومغناطیس (em) با ماده اند، استفاده میشود؛ یعنی:

1. فرایندهای گسیل خود به خود

2. گسیل القایی

3. جذب

گسیل خودبه خود

در یک اتم مفروض ، دو تراز 1 و 2 با انرژیهای E_1 و E_2 را در نظر می گیریم ($E_1 < E_2$).
اختلاف انرژی به صورت موج الکترومغناطیس گسیل می شود ، به آن گسیل خود به خود یا تابشی میگویند.

$$\nu = \frac{(E_1 - E_2)}{h}$$

که در آن h ثابت پلانک است.



● احتمال گسیل خود به خود به طریق زیر می تواند مشخص شود:

در لحظه t ، تعداد N_2 اتم (در واحد حجم) در تراز 2 وجود داشته باشد. آهنگ فرو افت این اتمها در اثر گسیل خود به خود، یعنی $(N \frac{d_2}{dt})_{sp}$ ، متناسب با N_2 است .



آهنگ فروافت

$$\left[\frac{dN_2}{dt} \right]_{sp} \Rightarrow AN_2$$

ضریب A را احتمال گسیل خود به خود و یا ضریب A اینشتین می نامند (اولین رابطه برای A را اینشتین با در نظر گرفتن قوانین ترمودینامیک به دست آورد). کمیت $\tau_{sp} = 1/A$ را طول عمر گسیل خود به خود می نامند .



گسیل القایی

اتم در ابتدا در تراز 2 این فرایند با اعمال موج الکترومغناطیسی فرودی صورت می گیرد، گسیل هراتم به صورت همفازبه موج فرودی افزوده می شود.

$$\left(\frac{dN_2}{dt} \right)_{st} = -W_{21}N_2$$

که $(dN_2 / dt)_{st}$ آهنگ گذارهای $2 \rightarrow 1$ در نتیجه گسیل القایی است و W_{21} احتمال گذار القایی نامیده می شود.

برای موج تخت الکترومغناطیسی

$$W_{21} = \sigma_{21} F$$

F شار فوتون موج فرودی است و σ_{21} کمیتی است که دارای ابعاد سطح است و سطح مقطع گسیل القایی نامیده می شود.



جذب

اتم در ابتدا در تراز 1
موجی الکترومغناطیس با فرکانس ν به ماده برخورد کند.

آهنگ جذب W_{12}

$$\frac{dN_1}{dt} = -W_{12}N_1$$

$$W_{12} = \sigma_{12}F$$

σ_{12} سطح مشخصه ای است (سطح مقطع جذب) که فقط به نوع بخصوص گذار بستگی دارد.

مبانی نظری لیزر

• اگر موجی تخت با شدتی متناظر با شار فوتون F در امتداد محور Z از ماده عبور کند،

$$dF = \sigma F (N_2 - N_1) dz$$

• اگر $N_2 > N_1$ ، ماده مثل یک تقویت کننده رفتار می کند.

• اگر $N_2 < N_1$ ، رفتار ماده به صورت یک جذب کننده خواهد بود.



در حالت ترازمندی گرمایی، N_1^e و N_2^e انبوهی دو تراز در ترازمندی گرمایی

$$\frac{N_2^e}{N_1^e} = \exp\left(-\frac{E_2 - E_1}{kT}\right)$$

ماده به عنوان یک جذب کننده در فرکانس ν

• چنانچه فرکانس گذار $\nu = (E_2 - E_1)/h$ در ناحیه میکرو موج واقع شود، تقویت کننده، تقویت کننده میزر نامیده می شود. واژه میزر، به معنای تقویت میکرو موج به وسیله گسیل القایی تابش

تقویت کننده لیزر

• چنانچه فرکانس گذار ν در ناحیه اپتیکی قرار گیرد به آن تقویت کننده، تقویت کننده لیزر گفته می شود. واژه لیزر با جایگزینی حرف L به جای حرف M انتخاب شده است.

- آستانه $R_1 R_2 \exp[2 \sigma (N_2 - N_1)] = 1$ ؛
- R_1 و R_2 توان بازتابندگی دو آینه اند.
- وارونی بحرانی

$$(N_2 - N_1)_c = - \frac{\ln(R_1 R_2)}{2\sigma}$$

- هنگامی که وارونی بحرانی حاصل شود؛ از گسیل خودبه خود نوسان به وجود خواهد آمد.

طراحی دمش (پمپ کردن)

• فرایندهای جذب و گسیل القایی یکدیگر را خنثی می کنند.

• ماده شفاف

• اشباع دوترازی

● فرایندی که اتمها را از تراز 1 به تراز 3 (در طرح سه تراز) و یا از تراز 0 به تراز 3 (در طرح چهارترازی) ارتقا میدهد دمش نامیده می شود.



روشهای دمش :

• نوعی لامپ به اندازه قوی.

• تخلیه الکتریکی در محیط فعال.

$$\frac{dN_2}{dt} = W_p N_g$$

• N_g انبوهی تراز پایه و W_p ضریبی است که آهنگ دمش نامیده می شود.

خواص باریکه های لیزر

● تکفامی

● همدوسی

● جهتندی

● درخشایی

راهنمای طلایی
تسهیل طلایی
پیک طلایی

انتشارات مطالعاتی
پویندگان دانشگاه



www.bookgolden.com

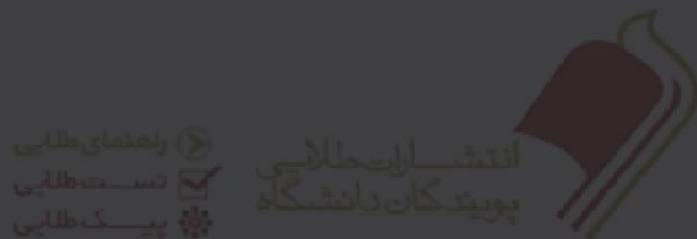
تکفامی

• تنها موج الکترومغناطیسی با فرکانس ν که از رابطه می آید می تواند تقویت شود.

• چون آرایش دو آینه ای کاواک تشدید می تشکیل می دهد، نوسان تنها در فرکانسهای تشدید این کاواک انجام می پذیرد.

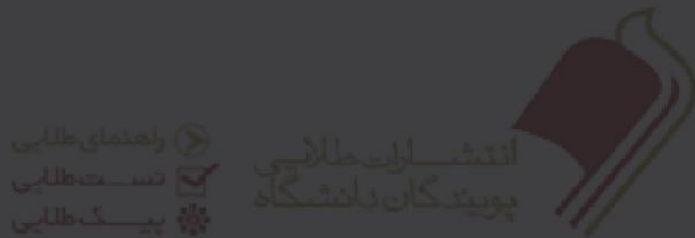
همدوسی فضایی

• برای تعریف همدوسی فضایی دو نقطه p_1 و p_2 را که در لحظه $t=0$ روی جبهه موج یک موج الکترومغناطیسی قرار دارند در نظر می‌گیریم و فرض می‌کنیم $E_1(t)$ و $E_2(t)$ میدانهای الکتریکی متناظر در آن دو نقطه باشند بنا به تعریف اختلاف فاز دو میدان در لحظه $t=0$ ، صفر است.



همدوسی کامل

• اکنون اگر این اختلاف در هر لحظه $0 < t$ ، صفر باقی بماند می‌گوییم بین دو نقطه یک همدوسی کامل برقرار است. چنانچه برای هر دو نقطه دلخواه جبهه موج الکترومغناطیسی چنین وضعیتی برقرار باشد می‌گوییم موج دارای همدوسی کامل فضایی است.



همدوسی پاره ای فضایی

• در عمل، اگر بخواهیم همبستگی فازی خوبی داشته باشیم برای هر نقطه p_1 ، نقطه p_2 باید در سطحی محدود اطراف p_1 قرار گیرد. در این مورد می‌گوییم موج دارای همدوسی پاره ای فضایی است و برای هر نقطه P ، می‌توانیم سطح همدوسی $S_e(P)$ را معرفی کنیم.



جهتمندی

• همدوسی کامل فضایی

• باریکه دارای واگرایی محدود θ_d

$$\theta_d = \frac{\lambda \beta}{D}$$

• در آن λ و D به ترتیب طول موج و قطر باریکه اند. β ضریب عددی از مرتبه واحد است که مقدار آن به شکل توزیع دامنه و به طرز تعریف واگرایی و قطر باریکه بستگی دارد.



- همدوسی پاره ای فضایی
- برای نقاط واقع در سطح همدوسی Se
- واگرایی باریکه

$$\theta_c = \frac{\lambda \beta}{[S_c]^{1/2}}$$

- بازهم β یک ضریب عددی از مرتبه واحد است.



درخشایی

- درخشایی یک چشمه امواج الکترومغناطیسی عبارت است از توان گسیل شده از واحد سطح چشمه در واحد زاویه فضایی.
- توان dp را که توسط ds در زاویه فضایی $d\Omega$ در امتداد 00° گسیل می شود.

وابستگی درخشایی

$$dP = B \cos\theta \, ds \, d\Omega$$

- θ زاویه بین امتداد $00'$ و عمود n بر سطح چشمه است.
- کمیت B عموماً به مختصات قطبی θ و φ امتداد $00'$ و همچنین به نقطه O بستگی خواهد داشت.
- اگر B مستقل از θ و φ باشد، چشمه را چشمه همسانگرد میگویند (چشمه لامبرت).

فصل دوم

• بر هم کنش تابش با ماده

• خلاصه نظریه تابش جسم سیاه

• جذب و گسیل القایی

• رهیافت ها



برهم کنش تابش با ماده

خلاصه نظریه تابش جسم سیاه :

کاواکی که با محیط دی الکتریک همسانگرد و همگن پر شده است. در دمای ثابت T به طور پیوسته انرژی به صورت تابش الکترومغناطیسی گسیل و یا دریافت می کند.

