فصل اول

- مفاهيم مقدماتي
- گسيل خود به خود،گسيل القايي و جذب
- مباني نظري ليزر
- خواص باريكه هاي ليزر

www.bookgolden.com

لیزر

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

www.bookgolden.com

تاریخچه

- اولین لیزر جهان توسط تئودور مایمن اختراع گرذید و از یاقوت در ان استفاده شده بود در سال ۱۹۶۲ پرو فسورعلی جوان اولین لیزر گازی را به جهانیان معرفی نمود وبعدها نوع سوم وچهارم لیزرها که لیزرهای مایع ونیمه رسانا بودند اختراع شدند.

www.bookgolden.com

ویژگی نورلیزر

- 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 چا قوی جراحی بدون درد در پزشکی بسیار متداول است.

www.bookgolden.com

لیزر ها سه قسمت اصلی دارند:

- 1-پمپ انر ژی یا چشمه انرژی: که ممکن است این پمپ اپتیکی یا شیمیا یی و یاحتی یک لیزر دیگر باشد.
- ۲- ماد پایه وفعال که نام گذاری لیزر بواسطه ماده فعال صو رت می گیرد .
- ۳- مشدد کننده اپتیکی : شامل دو اینه بازتابنده کلی و جزئی می باشد

www.bookgolden.com

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

1. فرایندهای گسیل خود به خود
2. گسیل القایی
3. جذب

www.bookgolden.com

گسیل خودبه خود

در یک اتم مفروض ،دوتراز 1و2 با انرژیهای E_1و E_2را 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 درآن hثابت پلانک است.

www.bookgolden.com

- احتمال گسیل خود به خود به طریق زیر می تواند مشخص شود:
در لحظه t،تعدادN_2اتم (در واحد حجم) در تراز 2 وجود داشته باشد .آهنگ فرو افت این اتمها در اثر گسیل خود به خود ، یعنی $(N\ d_2/dt)sp$،متناسب با N_2است .

www.bookgolden.com

آهنگ فروافت

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

- ضریب Aرا احتمال گسیل خود به خود و یا ضریب Aاینشتین 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 .

www.bookgolden.com

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→1 در نتیجه گسیل القایی است و W_{21} احتمال گذار القایی نامیده می شود.

www.bookgolden.com

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.

راهنمای طلایی
تست طلایی
بیک طلایی
انتشارات طلایی پویندگان دانشگاه
www.bookgolden.com

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.

راهنمای طلایی
تست طلایی
پیک طلایی
انتشارات طلایی
پویندگان دانشگاه
www.bookgolden.com

مبانی نظری لیزر

- اگر موجی تخت با شدتی متناظر با شارفوتون F در امتداد محور Zاز ماده عبور کند،
- $d F = \sigma F (N_2 - N_1) dz$
- 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.

www.bookgolden.com

- درحالت ترازمندی گرمایی، N^e_1 و N^e_2 انبوهی دو تراز در ترازمندی گرمایی

$$\frac{Ne1}{Ne1} = \exp\left(-\frac{(E2-E1)}{kT}\right)$$

- ماده به عنوان یک جذب کننده در فرکانس v

www.bookgolden.com

- چنانچه فرکانس گذار v= (E2-E1)/h در ناحیه میکرو موج واقع شود،تقویت کننده،تقویت کننده میزر نامیده می شود.واژه میزر ،به معنای تقویت میکروموج به وسیله گسیل القایی تابش

www.bookgolden.com

تقویت کننده لیزر

- چنانچه فرکانس گذار ۷ در ناحیه اپتیکی قرار گیرد به آن تقویت کننده،تقویت کننده لیزر گفته می شود .واژه لیزر با جایگزینی حرف Lبه جای حرف M انتخاب شده است.

www.bookgolden.com

- آستانه $R_1R_2\exp[2\sigma (N_2-N_1)l]=1$ ؛
- R_1 و R_2 توان بازتابندگی دو آینه اند.
- وارونی بحرانی

$$(N_2-N_1)_c = -\frac{\mathrm{Ln}(R_1R_2)}{2\sigma l}$$

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

www.bookgolden.com

طراحی دمش (پمپ کردن)

- ($N_1=N_2$) ،فرایندهای جذب و گسیل القایی یکدیگر را خنثی می کنند.
- ماده شفاف
- اشباع دوترازی

www.bookgolden.com

- فرایندی که اتمها رااز تراز 1به تراز 3 (در طرح سه ترازی) و یا از تراز0به تراز3 (درطرح چهارترازی) ارتقا میدهد دمش نامیده می شود.

www.bookgolden.com

روشهای دمش :

- نوعی لامپ به اندازه قوی.
- تخلیه الکتریکی در محیط فعال.

$$\left(\frac{dN_2}{dt}\right)_P = W_P N_g$$

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

www.bookgolden.com

خواص باریکه های لیزر

- تکفامی
- همدوسی
- جهتمندی
- درخشایی

www.bookgolden.com

تکفامی

- تنها موج الکترومغناطیسی با فرکانس v که از رابطه می آید می تواند تقویت شود.
- چون آرایش دو آینه ای کاواک تشدیدی تشکیل می دهد،نوسان تنها در فرکانسهای تشدید این کاواک انجام می پذیرد.

www.bookgolden.com

همدوسی فضایی

- برای تعریف همدوسی فضایی دو نقطه p_1 و p_2 را که درلحظه $t=0$ روی جبهه موج یک موج الکترومغناطیسی قرار دارند در نظر می گیریم و فرض می کنیم$E_1(t)$ و $E_2(t)$ میدانهای الکتریکی متناظردرآن دو نقطه با شند بنا به تعریف اختلاف فاز دو میدان در لحظه، $t=0$ ، صفر است .

www.bookgolden.com

همدوسی کامل

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

www.bookgolden.com

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 می گوییم موج دارای همدوسی پاره ای فضایی است و برای هر نقطه P،می توانیم سطح همدوسی$S_e(P)$ را معرفی کنیم .

راهنمای طلایی
تست طلایی
پیک طلایی
انتشارات طلایی
پویندگان دانشگاه
www.bookgolden.com

جهتمندی

- همدوسی کامل فضایی
- باریکه دارای واگرایی محدود Θ_d

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

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

www.bookgolden.com

- 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.

www.bookgolden.com

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 dΩدر امتداد oo۰ گسیل می شود.

www.bookgolden.com

وابستگی درخشایی

- $dP=B\cos\Theta\, ds\, d\Omega$
- Θ زاویه بین امتداد oo' و عمود n بر سطح چشمه است.
- کمیت B عموما"به مختصات قطبی Θ و φ امتداد oo' و همچنین به نقطه o بستگی خواهد داشت.
- اگر B مستقل از Θ و φباشد،چشمه را چشمه همسانگرد میگویند(چشمه لامبرت).

www.bookgolden.com

فصل دوم

- بر هم کنش تابش با ماده
- خلاصه نظریه تابش جسم سیاه
- جذب و گسیل القایی
- رهیافت ها

www.bookgolden.com

برهم کنش تابش با ماده

خلاصه نظریه تابش جسم سیاه :

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

www.bookgolden.com