وقتی امواج با هم توافق داشته باشند ← برای تولید یک تصویر باید صفحه زیاد باشد

حلقه منظم باشند تا تداخل هم در گره‌ها و یکدیگر را کاملاً حذف کنند.

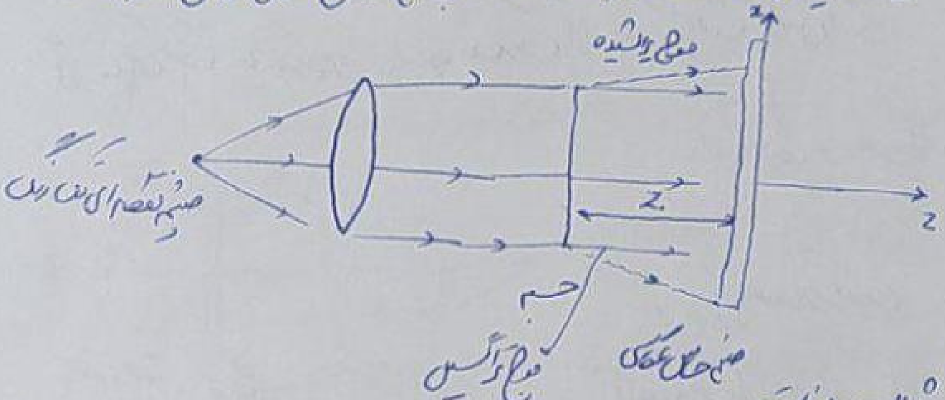
اگر هم موج نور ناشی از صفحه را با یک موج مرجع همدوس ترکیب کنیم ← نقش تداخل حاصل حاوی اطلاعات مربوط به روابط فازی

هر قسمت از جبهه موج صفحه با موج مرجع و در نتیجه با قسمت‌های دیگر است.

در عکس معمولی ← از عکس برای میزان کردن صفحه کدری تنظیم استفاده شود

- تمام نگاشت صفحه‌ای:

یک سیستم نوری که از آن جسم نازک با پرتو نور تک رنگ موازی شده و عمود بر صفحه حساس عکاسی رویش شده است.



نور رسیده به صفحه حساس عکاسی مرکب از دو موج است:

موج تراگسیل (عبوری) از جسم ← یک موج تخت است که دامنه‌اش از عبور از صفحه حساس عکاسی تغییر نمی‌کند.

← دامنه این موج را r در نظر می‌گیریم.

موج ضعیف پراشیده از جسم ← دامنه مختلط این موج در هر نقطه (x,y) از صفحه حساس عکاسی

↓

$O(x,y)$

$$|O(x,y)| \ll r$$

موج حاصل روی صفحه حساس عکاسی = مجموع دو دامنه مختلط

↓ شدت در هر نقطه

$$I(x,y) = |r + O(x,y)|^2 = r^2 + |O(x,y)|^2 + rO(x,y) + rO^*(x,y)$$

$O^*(x,y)$ مزدوج مختلط $O(x,y)$ است.

صفحه حساس عکاسی بعد از ظهور و ثبوت ← هولوگرام است.

↓

فیلمی است با طرح تداخلی ثبت شده بر آن.

نوع ماده حساس عکاسی و چگونگی پردازش آن

دامنه تراگسیلندگی نسبی = نسبت دامنه تراگسیلیده به دامنه فرودی در هر نقطه $\Rightarrow t = t_0 + \beta T I$

t_0: ثابت تراگسیلندگی زمینه

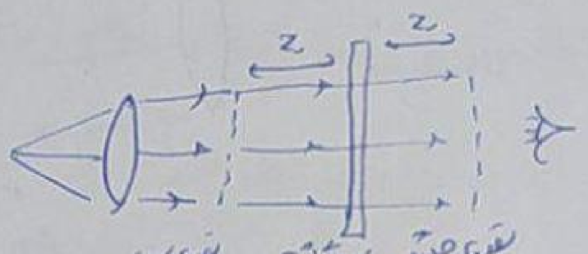
T: زمان نوردهی

دامنه تراگسیلندگی هولوگرام ⇐ $t(x,y) = t_0 + \beta T \left[r^2 + |O(x,y)|^2 + rO(x,y) + rO^*(x,y) \right]$

اگر هولوگرام با باریکه موازی مشابه با باریکه مرجع هنگام ثبت روشن شود

↓

دامنه مختلط نور عبوری از هولوگرام:



$u(x,y) = r\,t(x,y)$

$= r(t_0 + \beta T r^2) + \beta T r|O(x,y)|^2$ — بسیار کوچک است (صرف نظر)

$r(t_0 + \beta T r^2)$: موج تضعیف شده مرجع

$+ \beta T r^2 O(x,y) + \beta T r^2 O^*(x,y)$

$\beta T r^2 O(x,y)$: بدون β موج پراشیده از جسم است.

↓

تصویری از جسم را در محل اولیه بازسازی می‌کند

↓

چون تصویر پشت هولوگرام تشکیل می‌شود و موج بازسازی شده به صورت واگرا [illegible]

تصویر مجازی است.

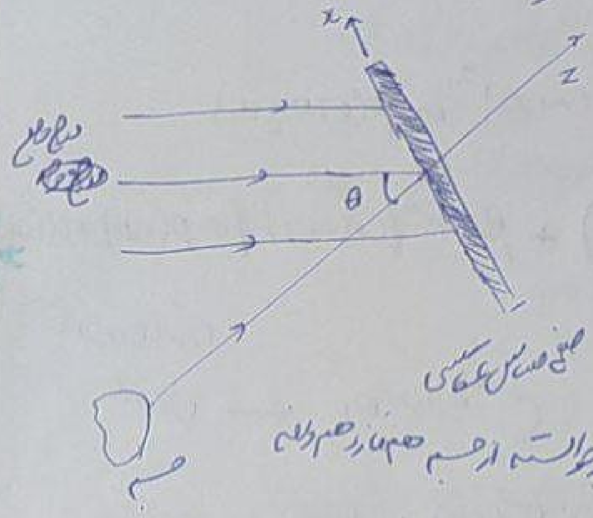
$\beta T r^2 O^*(x,y)$: شبیه موج پراشیده از جسم ولی مزدوج

اما با انحنای مخالف آن.

۹۱

ـ تمام‌نگاشت‌های باریکه محوری :

فرضاً باریکه مرجع تخت با باریکه موازی شده، با شدت ثابت از عامل چشمه روشن کننده جسم است.



در هر نقطه (x,y) از صفحه حساس عکاسی دامنه مختلط از باریکه مرجع

↓

$$r(x,y) = r\exp(i2\pi\gamma x)$$

$$\gamma = \frac{\sin\theta}{\lambda}$$

ـ دامنه عکاسی نقطه فاز با باریکه تغییر می‌کنند که باریکه پراکنده از جسم هم با دامنه و فاز متغیر تغییر می‌شوند

$$O(x,y) = |O(x,y)|\exp(-i\phi(x,y))$$

شدت:

$$I(x,y) = |r(x,y)+O(x,y)|^2 = |r(x,y)|^2 + |O(x,y)|^2$$

$$+ r|O(x,y)|\exp[-i\phi(x,y)]\exp(-i2\pi\gamma x)$$

$$+ r|O^*(x,y)|\exp[i\phi(x,y)]\exp(i2\pi\gamma x)$$

$$= r^2 + |O(x,y)|^2 + 2r|O(x,y)|\cos(2\pi\gamma x + \phi(x,y))$$

$t = t_0 + \beta T I$

با فرض اینکه دامنه عبوری تمام‌نگاشت عکاسی که روشن شده، تابع خطی از شدت باشد:

ضریب دامنه عبوری تمام‌نگاشت $\Rightarrow$

$$t(x,y) = t_0' + \beta T|O(x,y)|^2 + \beta T r|O(x,y)|\exp(-i\phi(x,y))\exp(-i2\pi\gamma x) + \beta T r|O^*(x,y)|\exp(i\phi(x,y))\exp(i2\pi\gamma x)$$

$t_0' = t_0 + \beta T r^2$

اگر عکس نگاشت مجدداً با موج امواج اصلی روشن شود دامنه موج عبوری برابر زیر می‌شود!

$$u(x,y) = r(x,y)\,t(x,y) =$$

$$t_0\, r \exp(i2\pi\alpha y x) + \beta T r\,|O(x,y)|^2 \exp(i2\pi\alpha y x) + \beta T r^2 \{O(x,y)\} \exp(-i\phi(x,y)) + \beta T r^2 \{O^*(x,y)\} \exp(i\phi) \exp(i4\pi\alpha y x)$$

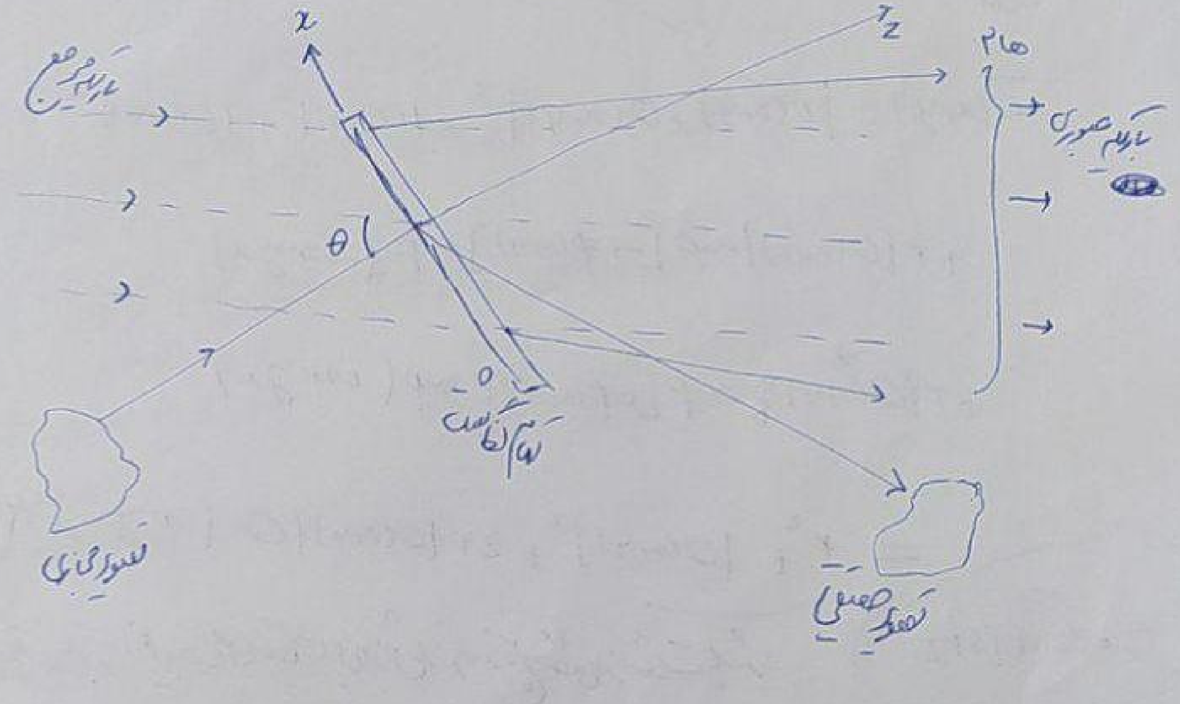
از سمت راست،

جمله اول ← باریکه عبوری راست مستقیم.

جمله دوم ← هاله‌ای است با زاویه فضایی که برابر با زاویه پراکنده شده و هم‌جهت با جمله اول را در بر می‌گیرد.

جمله سوم ← حامل موج جسم است ($O(x,y) = |O(x,y)|\,e^{-i\phi}$) که در یک ضریب $\beta T r^2$ ضرب شده است. که نشان‌دهنده تصویر مجازی را جسم در محل اولیه‌اش است.

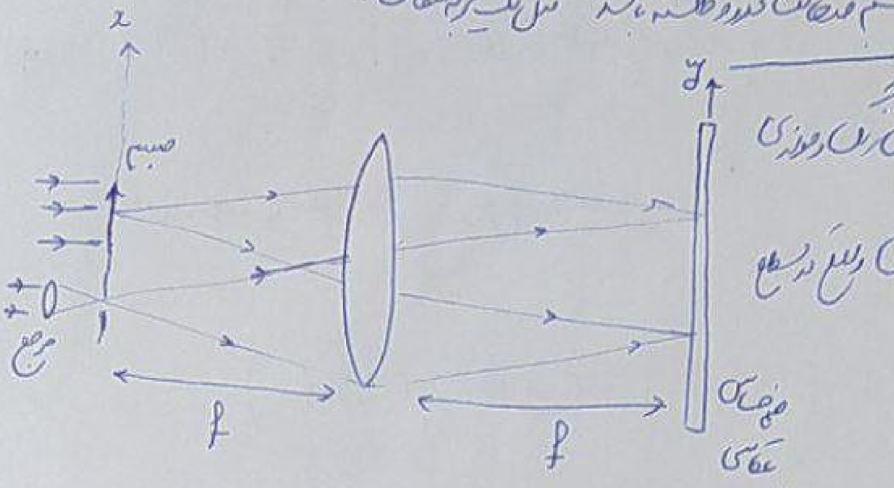
جمله چهارم ← تصویر مزدوج است که تصویر حقیقی است.



(۱۵)

- تمام‌نگاشت فوریه: یکی از پیکربندی‌های حالت خاص تمام‌نگاشت‌هایی است که در آن امواج مختلف الواصل به تداخل می‌رسند تبدیلات فوریه جسم اصلی و مرجع باشند.

← لازمه آن این است که جسم مختصات محدود داشته باشد. مثل یک برگه شفاف



جسم در کانون عدسی قرار دارد. با یک باریکه نور موازی روشن می‌کنند. موج مرجع نیز از یک چشمه نقطه‌ای واقع در سطح کانونی عدسی تامین می‌شود.

تمام‌نگاشت در روی یک فیلم عکاسی در صفحه کانونی عدسی ثبت می‌شود

$O(x,y) \rightarrow$ دامنه مختلط موجی که از سطح جسم تابش می‌شود $\Rightarrow$ دامنه این موج در صفحه عکاسی $\Rightarrow O(y,\eta) = \mathcal{F}\{O(x,y)\}$

تبدیل فوریه

باریکه مرجع از یک چشمه نقطه‌ای واقع در کانون عدسی:

$\delta(x+b, y) \Leftarrow$ دامنه مختلط موجی که این چشمه نقطه‌ای ارسال می‌کند

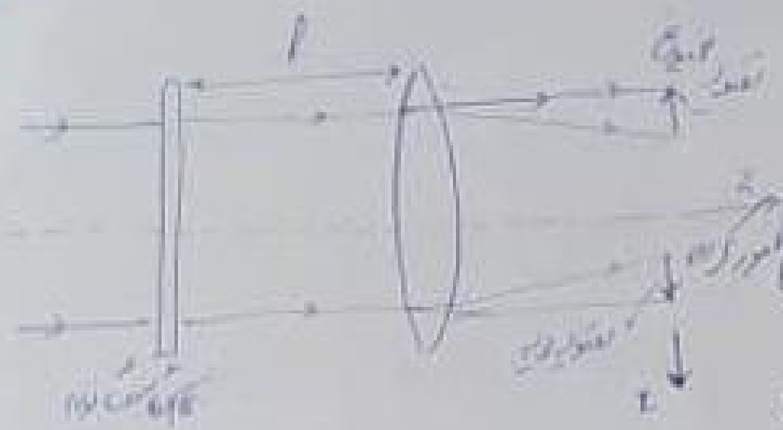
$x = -b$, $y = 0$ ← محل چشمه نقطه‌ای

دامنه مختلط موج مرجع روی صفحه عکاسی $\Rightarrow R(y,\eta) = \exp(-i2\pi y b)$

شدت نقش تداخل حاصل از این دو موج $\Rightarrow I(y,\eta) = |O(y,\eta) + R(y,\eta)|^2$

$$= |O(y,\eta)|^2 + 1 + O(y,\eta)\exp(i2\pi y b) + O^*(y,\eta)\exp(-i2\pi y b)$$

برای بازسازی تصویر، تمام‌نگاشت ثبت شده ظهور شده باید در [illegible] کانونی عدسی مشابهی قرار گیرد و با یک باریکه نور موازی روشن گردد



[illegible]

$u(x_\eta,\eta) = t_b + \beta T I(x_\eta,\eta)$ [illegible]

[illegible]

$u(x,y) = \mathcal{F}\{u(x_\eta,\eta)\} = \mathcal{F}\{t_b + \beta T I(x_\eta,\eta)\}$

$1 + O^2 + O\exp(\ldots) + O^*\exp(\ldots)$

[illegible]

$(x_\eta,\eta) \to (x,y)$

$u(x,y) = \mathcal{F}\{(t_b + \beta T)1 + \beta T O^2 + \beta T O\exp(\ldots) + \beta T O^*\exp(\ldots)\}$

$= (t_b + \beta T)\delta(x,y) + \beta T O(x,y) \otimes O^*(x,y) + \beta T O(x-b,y) + \beta T O^*(-x+b,y)$

[illegible]

جمله اول ← [illegible]

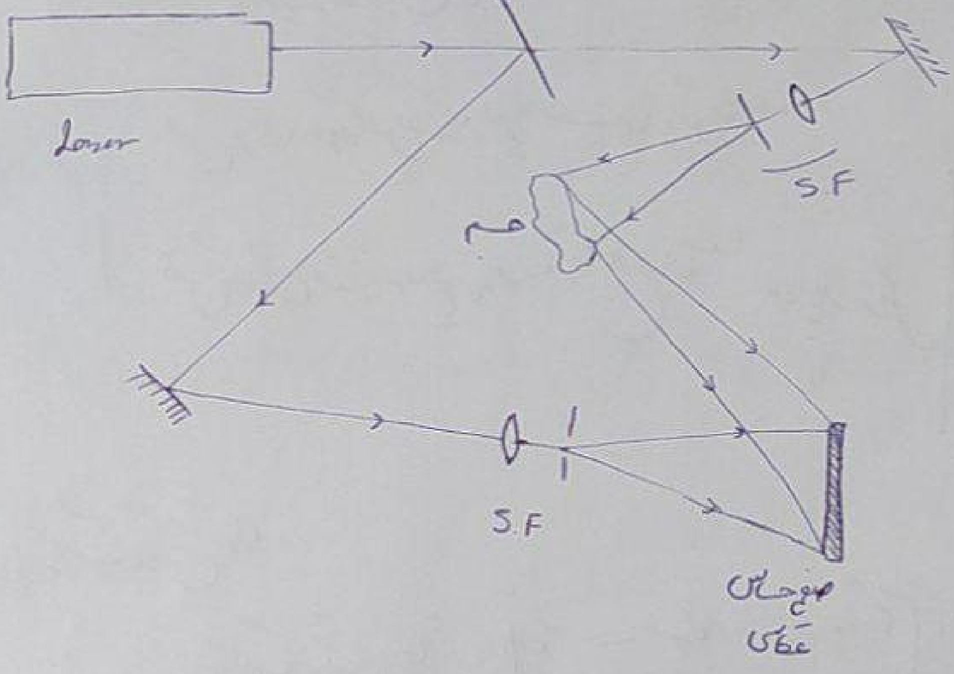
جمله دوم ← [illegible]

جمله سوم ← [illegible]

جمله چهارم ← [illegible]

[illegible]

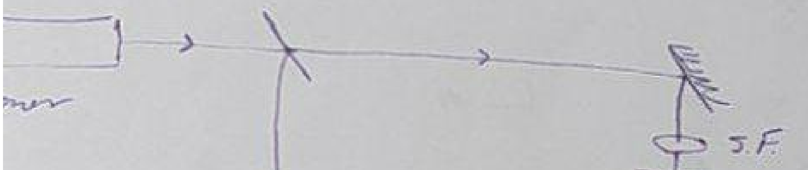
- هولوگرافی عبوری :



- سیستم هولوگرافی ← پایداری
← باریکه گوسی
← میز اپتیکی

- زمان نوردهی

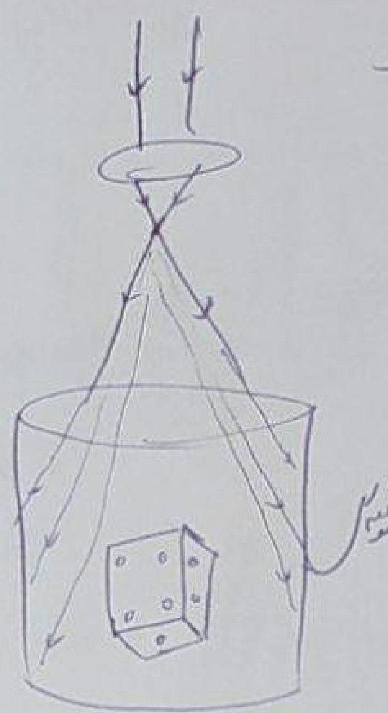
- هولوگرافی انعکاسی :



- امواج پراکنده جسم از سوی مخالف با صفحه حساس
به نور برخورد می‌کنند و چون ضخامت لایه حساس
به نور نوعاً بین 6 تا 15 میکرون است
فریزهای تداخلی در داخل لایه در امولسیون در حدود
نصف طول موج از یکدیگر تشکیل می‌شوند.

- هولوگرافی تمام‌نما ← هولوگرام‌هایی که می‌توانند به صورت کامل 360 درجه جسم را به صورت ثبت کنند به هم نمای کامل ...
مورد نظر است.
← از تمام زوایای با چهار جهت اطراف جسم

جسم را درون یک محفظه استوانه‌ای که صفحه حساس عکاسی در سطح داخلی آن قرار دارد



باریکه همگرا شده لیزر از بالا به آن می‌تابد.

بخش بزرگ باریکه همگرا شده لیزر جسم را روشن می‌کند.

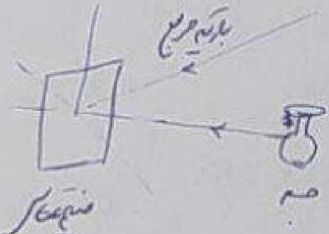
بخش خارجی مستقیماً به صفحه می‌تابد و باریکه مرجع را می‌سازد

- تمام‌نگاشت رنگین کمانی:

تمام‌نگاشت رنگین کمانی یک تمام‌نگاشت عبوری است که هنگامی که با نور سفید روشن می‌شود

تصویری رنگی به رنگ‌های رنگین کمان تولید می‌کند.

ابتدا تمام‌نگاشت معمولی ثبت می‌شود



الف)

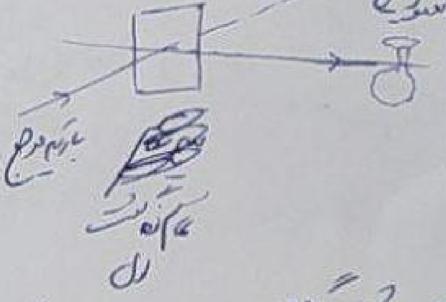
تمام‌نگاشت اصلی (H1) را

با نور مرجع [illegible] روشن شود

تصویر حقیقی از جسم به دست [illegible]

[illegible]

ب- تصویر حقیقی



ج) تمام‌نگاشت H2 از تصویر حقیقی H1 ثبت می‌گردد [illegible] تصویر حقیقی تشکیل شده از H1 روی آن قرار می‌گیرد.

نور مرجع برای H2 نور همگرا است و صفحه حساس عکاسی در محل تصویر حقیقی

قرار داده شود.

- تمام گسست توری های دامنه ای نازک:

ضریب عبور یک توری دامنه ای نازک → $t(x) = t_0 + \Delta t \cos kx$

t_0 ↓ ضریب عبور متوسط

Δt ↓ دامنه تغییرات متناوب ، $k = 2\pi/\Lambda$

Λ ← دوره فاصله بین فریزها

دامنه شدت هر یک از دو مرتبه پراش = $1/4$ دامنه تابشی است

↓

بازده پراش نسبی $\eta_{max} = 0.0625$

↓ $(1/4)^2$

- توری های فازی نازک:

دامنه عبوری توری فازی نازک → $t(x) = \exp(-i\phi_0)\exp[-i\Delta\phi \cos kx]$

ϕ_0 ضریب ثابت و $\Delta\phi$ دامنه تغییرات فاز.

اگر از ضریب ثابت فاز چشم پوشی کرد → $t(x) = \sum i^n J_n(\Delta\phi) \exp(inkx)$

J_n ← تابع بسل نوع اول از مرتبه n.

با رژیم نازک به تمام گسست تعداد پراش ← به چندین مرتبه پراش پدید می شود.

دامنه پراش مرتبه n ام با مقدار تابع بسل $J_n(\Delta\phi)$ متناسب است

تنها مرتبه اول پراش در تصویر اصلی تاثیرگذار است ← بازده پراش توری فازی

↓

$\eta = J_1^2(\Delta\phi)$ → دامنه پراش مرتبه اول با مقدار بسل کمتر نسبت افزایش و سپس کاهش می یابد.

متن سوم:

- تحلیل لایه های چندگانه

روابطی که از نظریه EM لازم داریم را یادآوری می کنیم

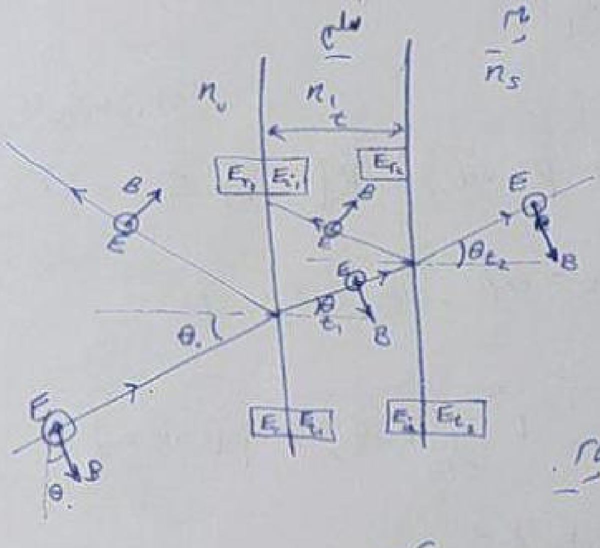
انرژی که یک موج الکترومغناطیس تحت آن انتقال می یابد بردار پوینتینگ است → $S = \varepsilon_0 c^2 E \times B$ → سرعت نور در خلاء برابر است

$E = vB \quad , \quad v = c/n \quad , \quad c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$

ε_0 و μ_0 به ترتیب گذردهی و تراوایی فضای آزاد

$$B = \frac{E}{v} = \left(\frac{n}{c}\right) E = n\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}\, E$$

- ماتریس تبدیل:



E در راستای عمود بر صفحه

⊙ بیرون سو

- E_{r_1} ← مجموع تمام بازتاب های چندگانه در سطح مرزی اول

در فرایند خروج از لایه

- E_{t_2} ← مجموع تمام بازتاب های چندگانه در سطح مرزی دوم را به دست می آید

- لایه جنس رنگ مرز در نظر گرفته نمی شود → ضخامت لایه از مرتبه طول موج نور است -

↓

احتمال اینکه بازتاب های چندگانه بازتابیده و عبور کرده از لایه با طول همدوس باشند

همدوسی نور تعیین کننده کوچک بودن ها باشد.

↓

بازتاب ها اساساً همدوس باشند

- مولفه های مماسی میدان E و B در دو طرف سطح مرزی پیوسته است. (اثری که به دلیل وجود سطح به هم می خورد)