تأسیسات الکتریکی

تعداد واحد: ۳ (نظری)
مدرس: کاظم وارثی (kzm.varesi@gmail.com)
پیش‌نیاز: تحلیل سیستم‌های انرژی الکتریکی ۱
هم‌نیاز: -
هدف: آشنایی با مهندسی روشنایی و تأسیسات الکتریکی

- روشنایی: تعریف و ماهیت نور، اشعه مادون قرمز و ماوراء بنفش، کمیت‌های نورسنجی، استانداردهای روشنایی، محاسبات روشنایی داخلی و خارجی.
- ساختمان و راه‌اندازی لامپ‌ها: رشته‌ای، فلورسنت، جیوه‌ای، سدیم، کم‌مصرف.
- ایمنی و حفاظت در تأسیسات الکتریکی.
- محاسبات سطح مقطع سیم و کابل و سیم‌کشی هوایی.
- فیوز و محاسبات آن.
- طراحی تابلو.
- برآورد بار و تقاضا برای بارهای صنعتی و تجاری.
- زمین کردن (الکتریکی و حفاظتی)، اندازه‌گیری مقاومت زمین، رله‌های زمین و سایر ادوات و رله‌های مرتبط.
- انواع سیستم‌های توزیع برق.
- سیستم‌های اضطراری.
- آشنایی با آسانسور و پله‌های برقی
- تصحیح ضریب قدرت در کارخانجات.
- سیستم‌های هشدار دهنده.
- سیستم‌های جریان ضعیف شامل آنتن و سیستم تلفن.
- آشنایی با نرم‌افزارهای مربوطه.
- پروژه

تأسیسات الکتریکی

❑ مراجع

[۱] مهندسی تأسیسات الکتریکی، دکتر حسن کلهر، شرکت سهامی انتشار، چاپ بیست و چهارم، ۱۳۹۵.
[۲] مهندسی روشنایی، دکتر حسن کلهر، شرکت سهامی انتشار، چاپ بیست و هشتم، ۱۳۹۵.
[۳] لامپ‌ها و محاسبات روشنایی فنی، محمدمهدی موحدی، چاپ چهارم، ۱۳۷۵.
[۴] روشنایی فنی (شاخهٔ: کاردانش، گروه تحصیلی: برق، زیرگروه: الکتروتکنیک، رشته‌های مهارتی: برق ساختمان)، محمدحسن اسلامی، شهرام خدادادی و علیرضا حجرگشت، ناشر: شرکت چاپ ونشر کتاب‌های درسی ایران، چاپ سوم، ۱۳۹۴.
[5] Mechanical and Electrical Equipment for Buildings [12th Edition], by: Walter T. Grondzik & Alison G. Kwok. Wiley, 2014.
[6] Electrical Installations Hand Book, Siemens I, II, III.
[7] The Lighting Handbook, Zumtobel Lighting GmbH, 5th edition, revised and updated: July 2017.

تأسیسات الکتریکی

❑ ارزیابی

- میان‌ترم: ۷ نمره
- تسلط و انجام پروژه با یکی از نرم‌افزارهای مهندسی تأسیسات یا روشنایی (مثلاً DIALux یا CalcuLUx): ۳ نمره
- پایان‌ترم: ۱۰ نمره
- حضور و غیاب: ۱ نمره (اضافی)

❖ لطفاً برای دریافت اطلاعات تکمیلی درباره این درس، به آدرس: **سایت دانشکده مهندسی برق، آموزش، دروس کارشناسی، تأسیسات الکتریکی** مراجعه بفرمایید.

روشنایی

✓ لزوم آموزش مهندسی روشنایی

- حس بینایی یکی از مهمترین حواس پنج‌گانه بشر می‌باشد.
- اجزای دستگاه بینایی خود را با نور محیط وفق می‌دهد.
- آثار سوء سیستم‌های روشنایی معیوب: خستگی چشم، سردرد، نقص بینایی، حوادث یا تصادفات ناشی از کمی نور، درخشندگی و یا چشم‌زدگی.
- بررسی مسائل روشنایی هر پروژه باید توسط متخصصان این زمینه صورت پذیرد.

❖ روشنایی رضایت‌بخش دارای خصوصیات زیر است:

۱. نور از نظر توزیع فرکانس‌ها مطلوب باشد.
۲. درخشندگی سطح در حد استاندارد باشد (باعث چشم‌زدگی نشود).
۳. (شدت) نور به حد کافی باشد.
۴. سایه‌های مزاحم تولید نشود.

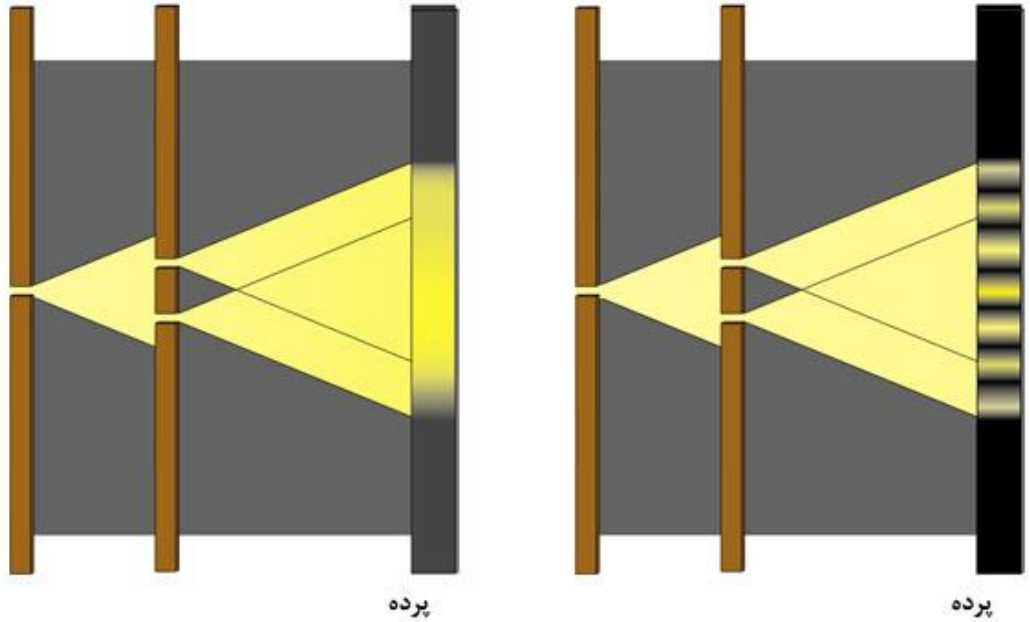
روشنایی

✓ ماهیت نور

- **ایزاک نیوتن (Isaac Newton): مطابق** نظریهٔ ذره‌ای نور که توسط نیوتن بیان شد، نور از ذرات خیلی کوچک تشکیل شده که از اجسام گداخته یا نورانی ساطع می‌شوند و که با حرکت در جهت خط مستقیم وارد چشم شده، روی آن تأثیر گذاشته و سبب بینایی می‌شوند.
- **کریستین هایگنز (Christiaan Huygens):** نظریهٔ موجی نور توسط دانشمند هلندی، هایگنز مطرح شد که طبق آن، نور از نوسانات مولکولی در جسم نورانی ناشی می‌شود که بصورت موج منتشر شده و در ورود به چشم روی عصب بینایی تأثیر می‌گذارد.
- **هاینریش رودلف هرتز (Heinrich Rudolf Hertz):** با کشف امواج الکترومغناطیسی توسط هرتز در سال ۱۸۸۸، امواج نورانی بصورت قسمت کوچکی از طیف وسیع امواج الکترومغناطیسی شناخته شد.

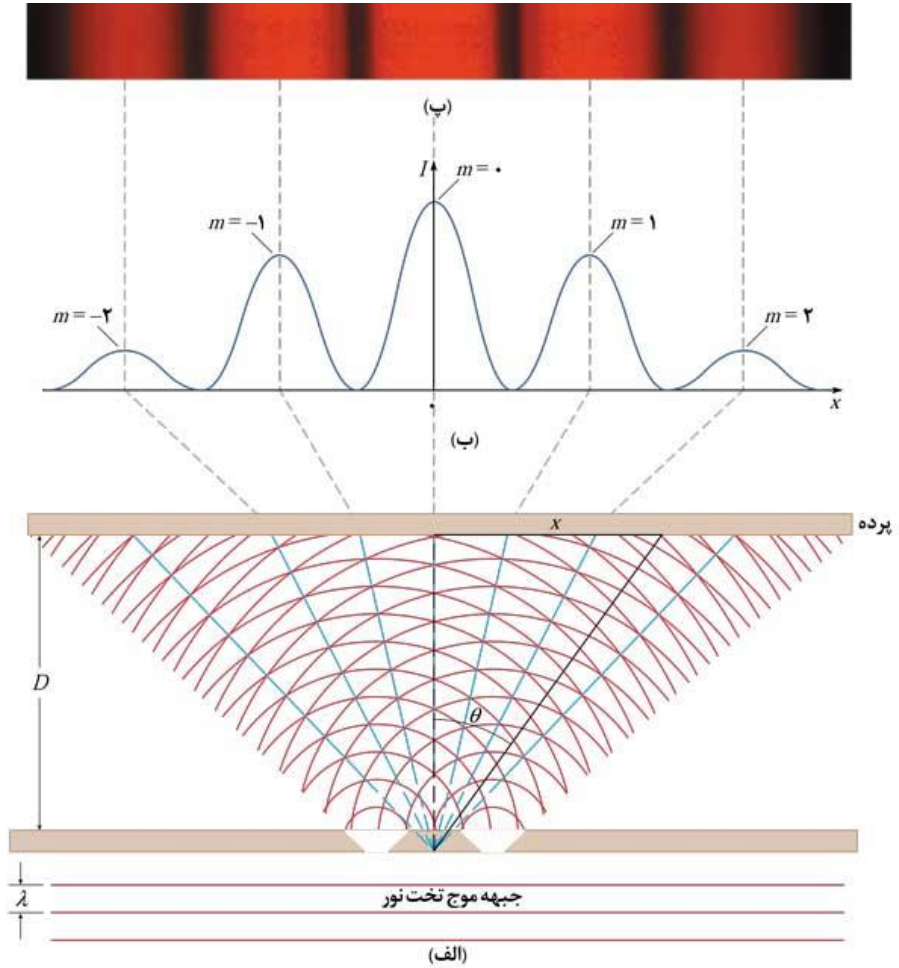
روشنایی

✓ آزمایش تداخل نور



نتیجه واقعی

پیش‌بینی اولیه



آزمایش تداخل نور

روشنایی

✓ ماهیت نور

- برخی نتایج **آزمایش فتوالکتریک** (صورت گرفته توسط هرتز)، با تئوری موجی بودن نور قابل توجیه نبود. در اثر فتوالکتریک، وقتی نور در بعضی طول موج‌های معین به سطح فلزی می‌تابد، سبب ساطع شدن الکترون از فلز و برقراری جریان برق می‌گردد. سرعت الکترون‌های آزاد شده تابع طول موج (فرکانس یا بسامد) است و اصلا بستگی به شدت نور تابیده ندارد.

- **ماکس پلانک (Max Planck):** نظریهٔ کوانتومی توسط دانشمند آلمانی، پلانک بیان گردید که صورت جدیدی از نظریهٔ ذره‌ای نور بود. مطابق آن، انرژی نورانی بصورت ذرات کوچک و مجزا از هم به نام فوتون تولید یا جذب می‌شود. انرژی هر فوتون از رابطه زیر حاصل می‌شود.

$W = hf$

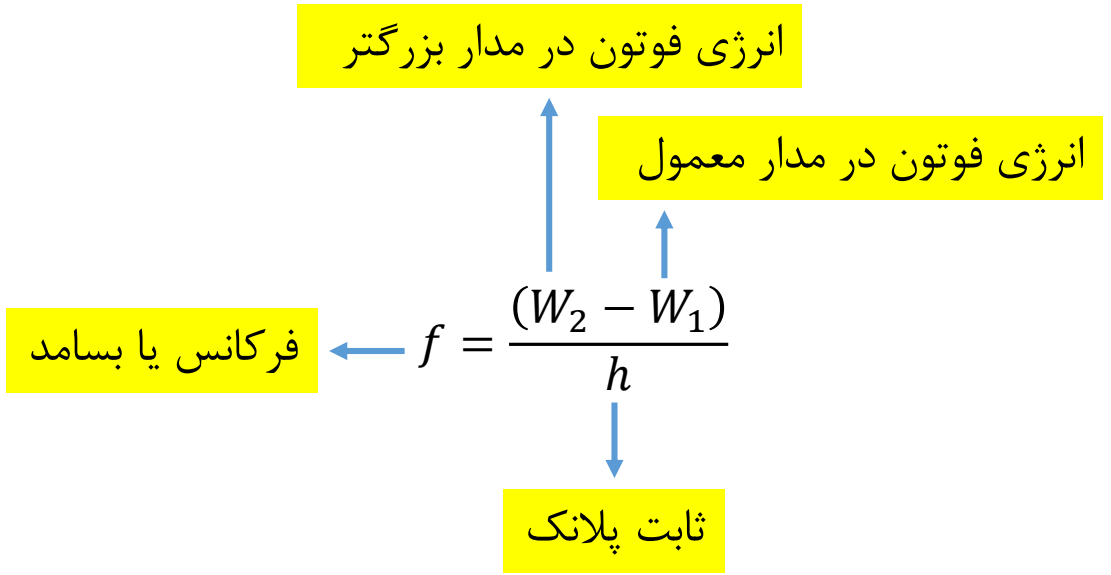
- W: انرژی فوتون (J)
- h: ثابت پلانک = $6.626\times10^{-34}\ J.sec$
- f: فرکانس یا بسامد

فرکانس بالا←انرژی فوتون بالا←آزادسازی و حرکت دادن الکترون

روشنایی

✓ ماهیت نور

- چگونگی تولید نور در تئوری کوانتوم: الکترون‌هایی که در مدارهای داخلی اتم هستند، بر اثر اخذ انرژی از یک عامل خارجی به مدارهای بعدی (شعاع بزرگتر) می‌روند. اما این وضع ناپایدار است و پس از حدود 10^{-7} الی 10^{-8} ثانیه، الکترون‌ها به مدار عادی خود بازمی‌گردند و انرژی اضافی به فوتونی که ساطع می‌شود داده می‌شود.



روشنایی

✓ ماهیت نور

نتیجه‌گیری: تئوری کوانتوم نحوه تولید و جذب نور را بخوبی توضیح می‌دهد اما قادر به توجیه برخی رفتار آن در فضا (نظیر تداخل) نیست. بنابراین، هر دو تئوری کوانتوم و موجی برای توضیح کامل رفتار نور لازم است. معمولاً در مواردی که کنش/واکنش نور با اجسام مطرح است (مثل اثر فتوالکتریک و رؤیت توسط چشم)، نور را متشکل از ذرات فوتون در نظر می‌گیریم و در مواردی که انتشار، انعکاس و تضعیف آن مطرح است، آن را بصورت موج بررسی می‌کنیم.

روشنایی

✓ طیف انرژی تشعشی

نظریهٔ موجی نور، امکان رسم منحنی انرژی تشعشعی برحسب طول موج (یا فرکانس) نور را میسر می‌سازد. اصطلاحاً به طبقه بندی تشعشعات نوری بر مبنای طول موج یا فرکانس، " طیف " گفته می شود.

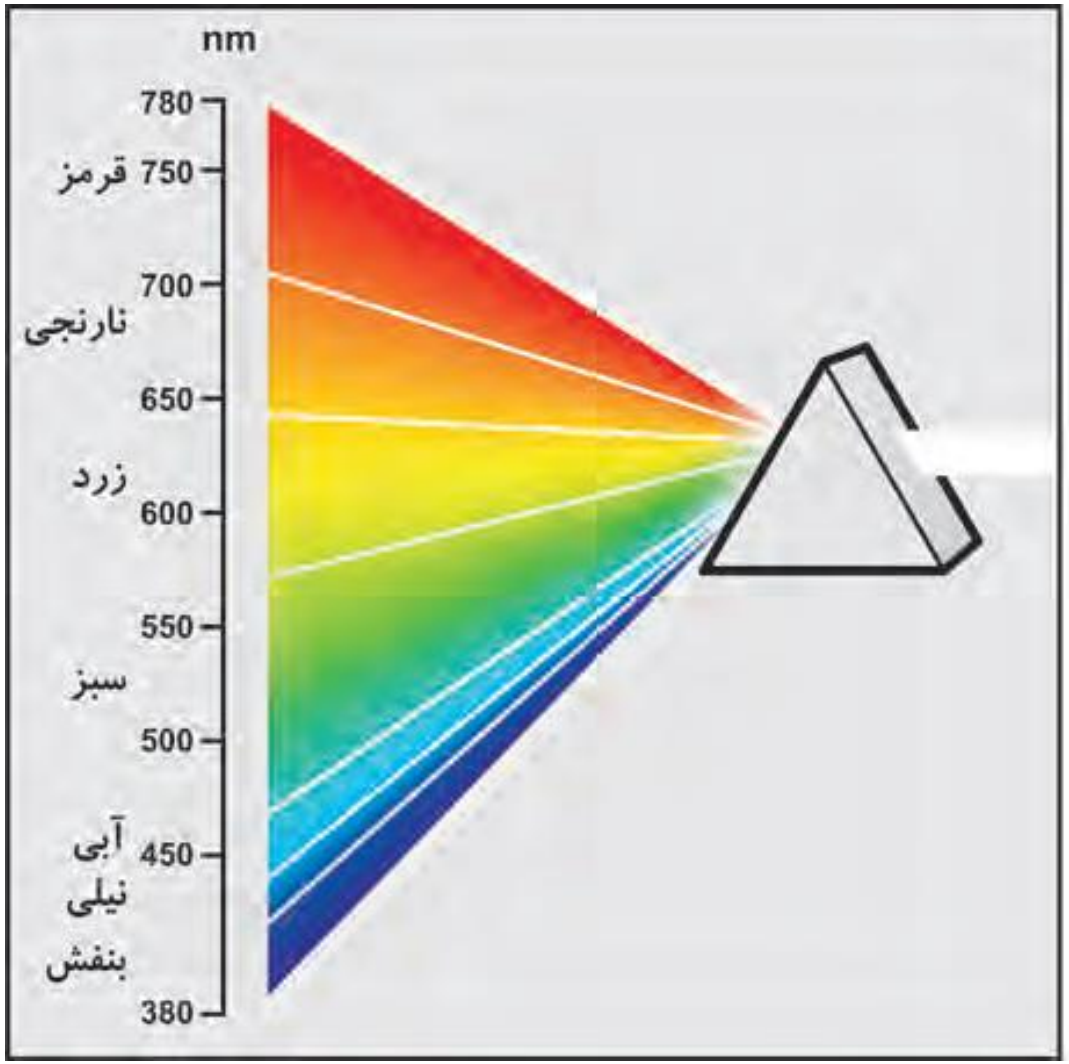
تشعشات موجود در محیط

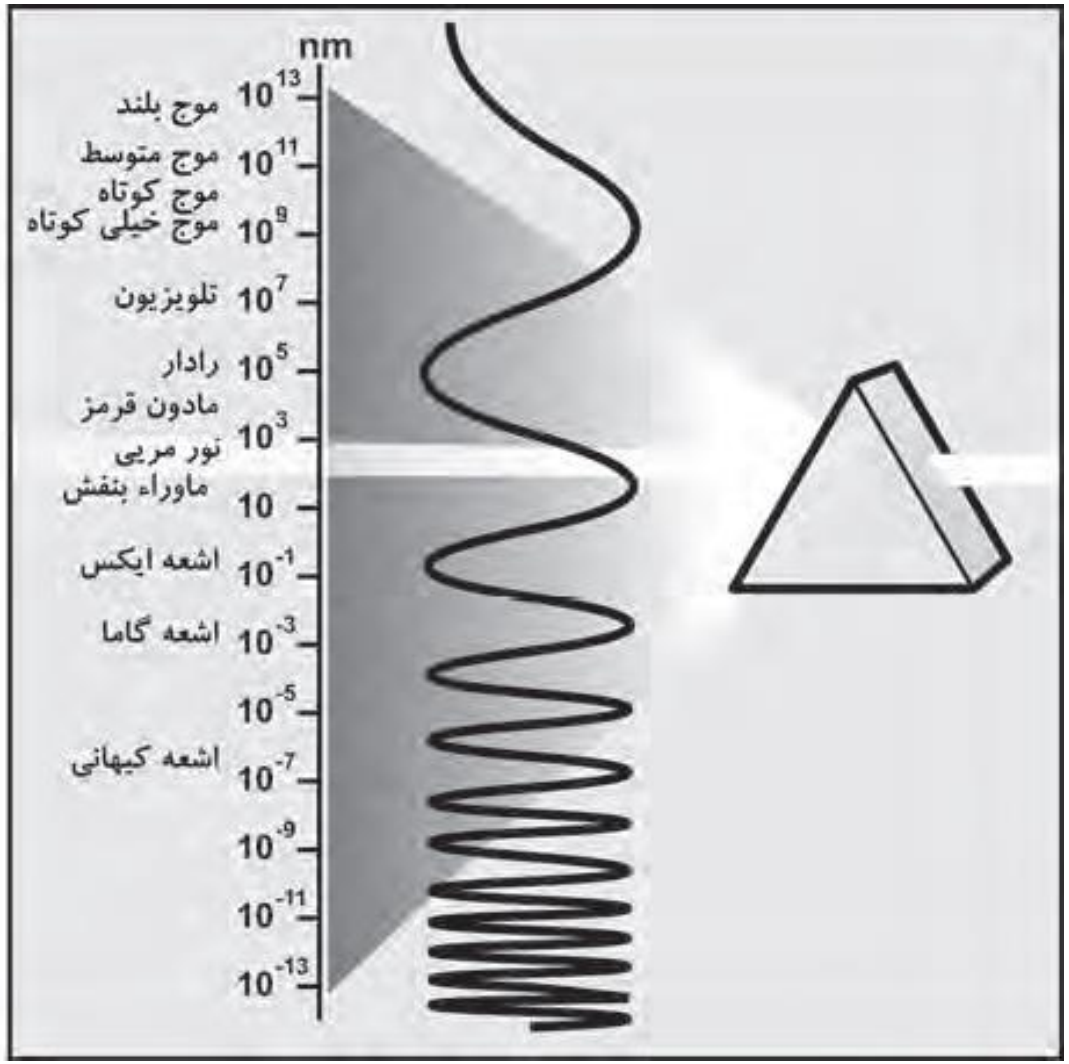
نور مرئی: به تشعشعی گویند که به وسیلهٔ چشم به صورت نور احساس می شود.

نور نامرئی: به تشعشاتی که توسط چشم احساس نشود، نامرئی گفته می‌شود.

روشنایی

✓ طیف انرژی تشعشی



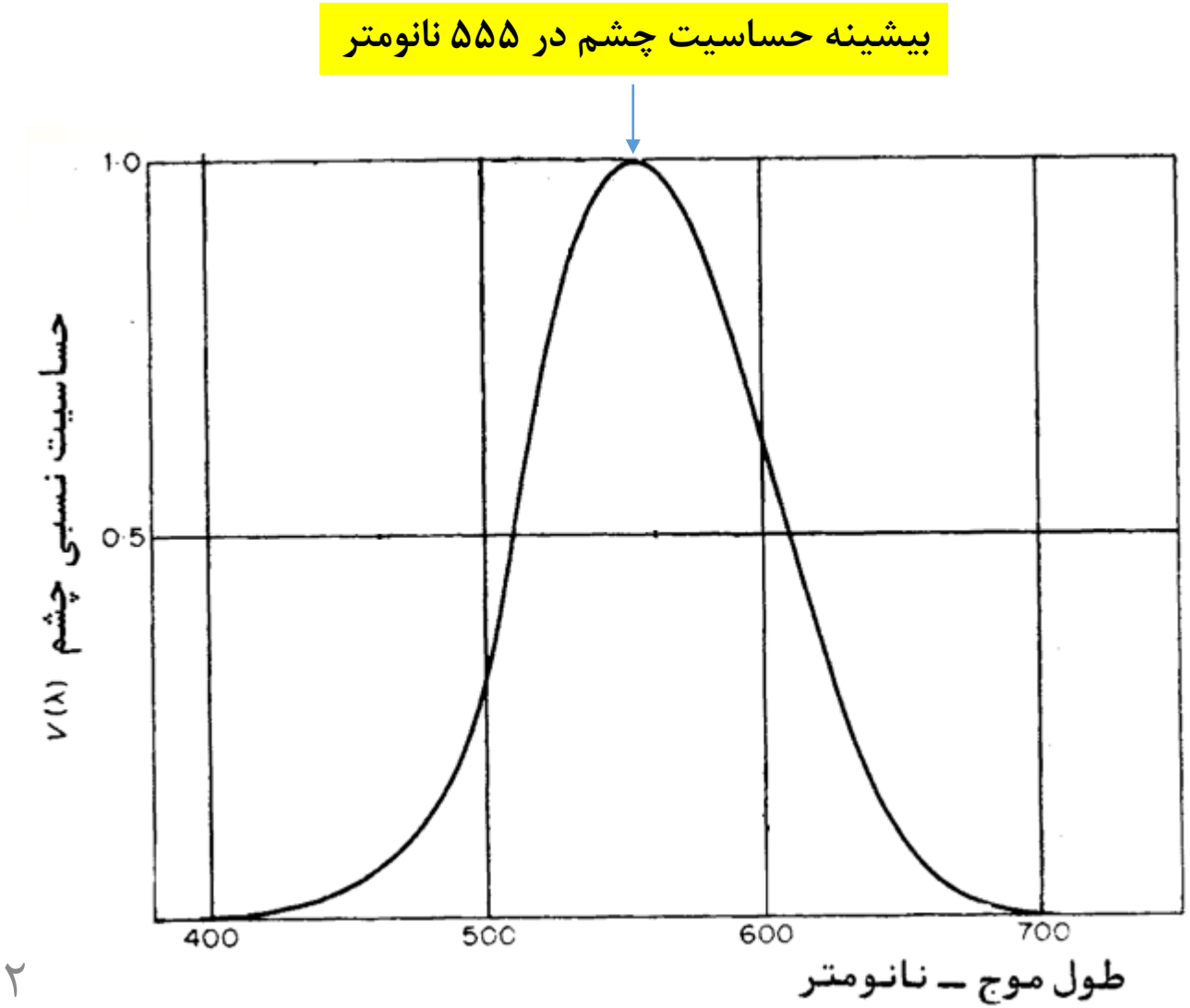


روشنایی

✓ حساسیت نسبی چشم

اثر طول موج‌های مختلف موج نور در ایجاد احساس بینایی متفاوت است. چشم انسان حداکثر حساسیت خود را در طول موج ۵۵۵ نانومتر دارد.

به همین دلیل، در اکثر موارد از لامپ‌های با نور **زرد** رنگ در خودروها استفاده می‌شود تا حین حرکت در شب، چشم رانندگان مقابل به راحتی امکان تشخیص خودروهای مقابل را داشته باشند.



روشنایی

✓ انتشار نور

- در محیط‌های یکنواخت، امواج نور در خط راست حرکت می‌کنند.
- در محیط‌های غیرهادی ($\sigma=0$) انتشار موج بصورت بدون تضعیف صورت می‌گیرد، اما در محیط‌های هادی ($\sigma\neq0$) انتشار موج با تضعیف دامنه موج صورت می‌گیرد.
- سرعت انتشار موج در هر محیط بستگی به ضرایب نفوذپذیری الکتریکی ϵ، ضریب نفوذپذیری مغناطیسی μ و ضریب هدایت σ دارد.
- در محیط‌های غیرهادی، سرعت انتشار موج از رابطه زیر بدست می‌آید:

در محیط خلأ

$\epsilon_0 = \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9}$

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$

سرعت انتشار موج ← $v = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}}$ → $v = 3 \times 10^8\ (m/s)$

روشنایی

✓ انتشار نور

- در اغلب محیط‌های عملی، سرعت انتشار موج از رابطه زیر بدست می‌آید:

سرعت انتشار موج ← $v = \frac{1}{\sqrt{\mu\epsilon}}$ ($\epsilon = \epsilon_r\epsilon_0$, $\mu = \mu_0$) → $v = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{\epsilon_r}}\ (m/s)$

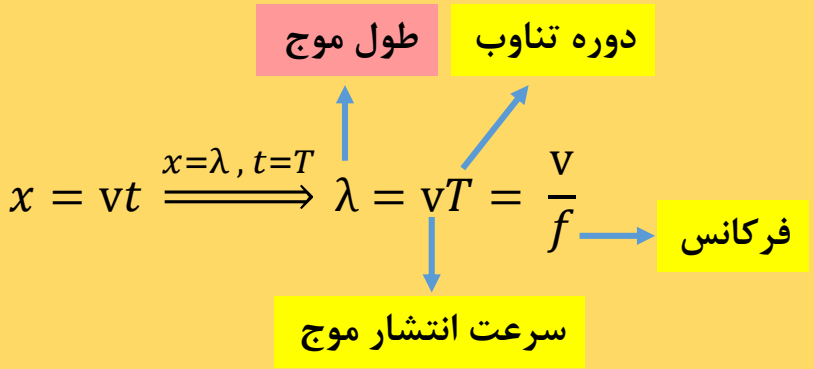
- $\sqrt{\epsilon_r}$ را معمولاً با n نشان می‌دهیم که به ضریب شکست نور در محیط معروف است.

- در محیط‌های دارای تلفات ($\sigma \neq 0$) در طی انتشار، دامنه موج کاهش می‌یابد. ضریب تضعیف با ضریب هدایت و فرکانس موج افزایش می‌یابد.
- امواج نوری به دلیل فرکانس خیلی بالا نمی‌توانند حتی در هادی‌ها با ضریب هدایت کم نفوذ کنند و انرژی آن‌ها سریعاً به حرارت تبدیل می‌شود.

روشنایی

✓ انتشار نور

- امواج نوری به دلیل فرکانس خیلی بالا نمی‌توانند حتی در هادی‌ها با ضریب هدایت کم نفوذ کنند و انرژی آن‌ها سریعاً به حرارت تبدیل می‌شود.
- فاصله‌ای که طی آن موج در حال انتشار، یک سیکل کامل تغییرات را طی می‌کند طول موج λ نامیده می‌شود، که از رابطه زیر بدست می‌آید:

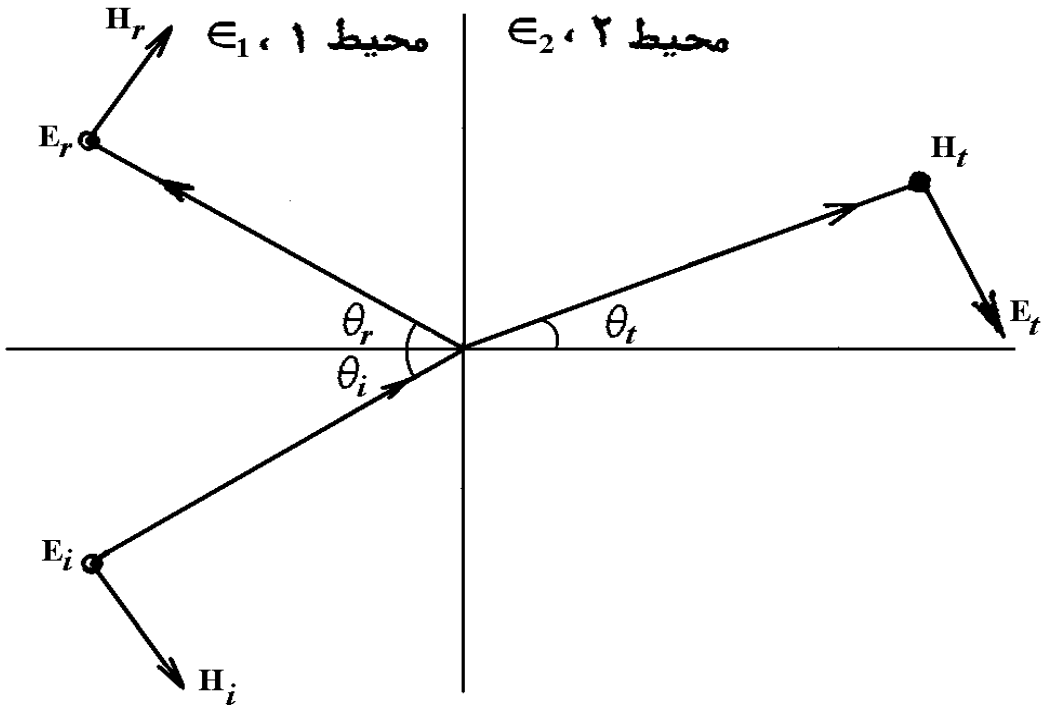


- فرکانس موج توسط منبع نور تعیین می‌شود و در محیط‌های مختلف تغییر نمی‌کند.
- طول موج تابع ضرایب محیط است که موجب تغییر سرعت انتشار در محیط‌های مختلف می‌شود.

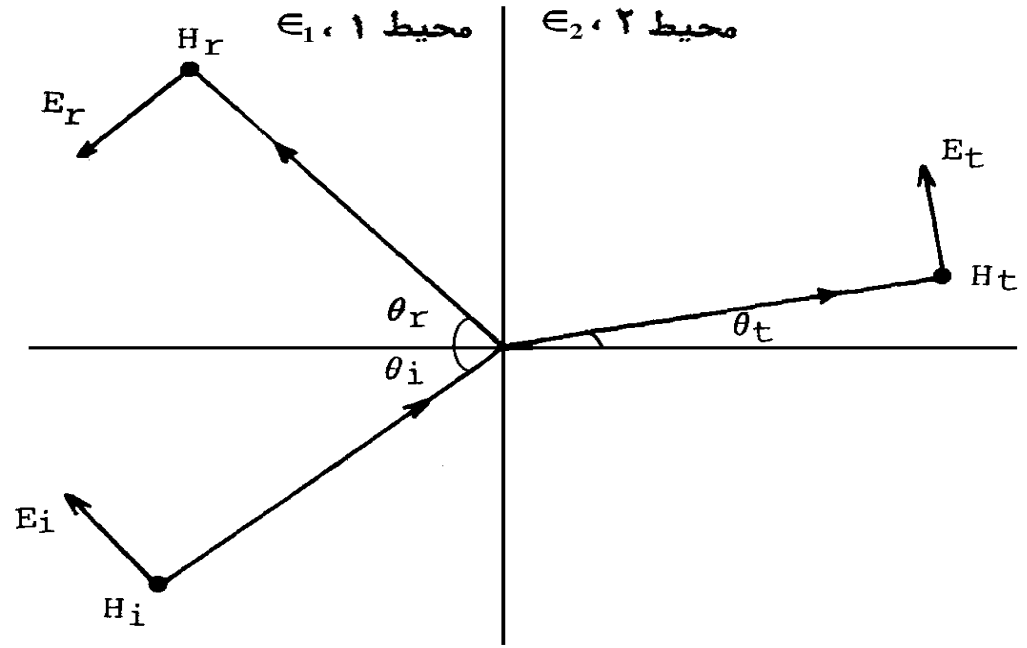
روشنایی

✓ انعکاس و انتقال نور در برخورد به سطح مشترک دو محیط مختلف

- در صورت تابش نور به سطح مشترک کاملاً صاف بین دو محیط مختلف (دارای پارامترهای مختلف)، بخشی از آن منعکس و بخش دیگری از آن از سطح مشترک عبور می‌کند و به محیط دوم منتقل می‌شود. میزان انعکاس و انتقال بستگی به پارامترهای دو محیط، زاویه تابش و پلاریزاسیون موج دارد.



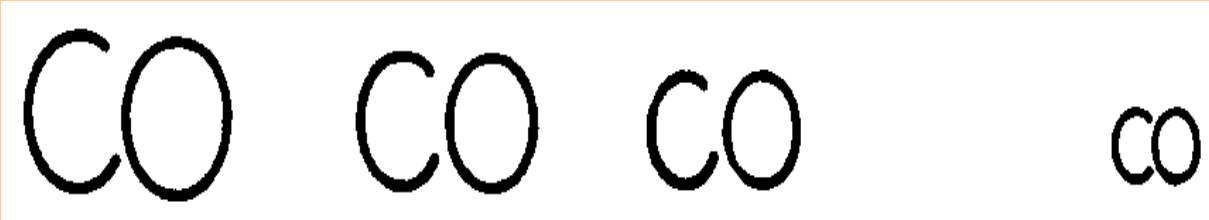
انعکاس و انتقال موج با پلاریزاسیون عمودی



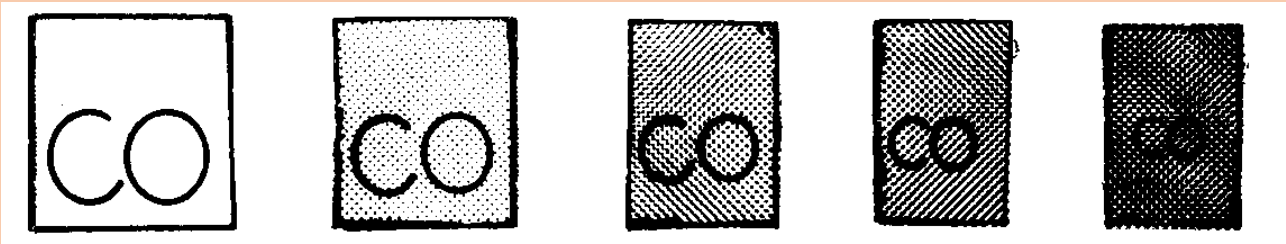
انعکاس و انتقال موج با پلاریزاسیون موازی

روشنایی

✓ عوامل اصلی در رؤیت و ارزیابی کمی آن‌ها



- اندازه جسم: هر چه ابعاد بزرگ‌تر، رؤیت بهتر.
- کنتراست (اختلاف روشنی بین جسم و اطراف آن): هر چه اختلاف کمتر شود رؤیت مشکل‌تر می‌شود.



- میزان روشنایی منعکس شده یا ساطع شده از جسم: با کم شدن این عامل، رؤیت مشکل‌تر می‌شود.
- زمان رؤیت: با طولانی‌تر شدن مدت زمان رؤیت، انرژی روشنایی بیشتری وارد چشم شده و فرایند رؤیت بهتر صورت می‌پذیرد.