اندازه‌گیری پرتوهای غیریونساز

دلنواز فرودین

۱۳۹۳/۰۳/۱۸

مراحل کار اندازه‌گیری

- قبل از اندازه گیری؛ جمع آوری اطلاعات ضروری و آماده شدن برای اندازه‌گیری
- اندازه گیری؛ رعایت روش صحیح اندازه‌گیری و نکات حفاظتی
- پس از اندازه گیری؛ بررسی مقادیر به دست آمده و نتیجه‌گیری و گزارش نویسی

قبل از اندازه‌گیری

- تعیین هدف از اندازه‌گیری
- اطلاعات منابع پرتو
- اطلاعات افراد حاضر در محل
- تعیین تجهیزات اندازه‌گیری مورد نیاز
- تعیین نکات و تجهیزات حفاظتی مورد نیاز (حدود استاندارد)
- تعیین برنامه و روش کار (چک لیست، فرم)

قبل از اندازه‌گیری

- **برنامه و روش کار**
  - چک لیست
    - مراحل کار
    - آماده سازی تجهیزات
    - نکات حائز اهمیت
    - پایان کار و جمع آوری تجهیزات
  - فرم اندازه‌گیری
    - نتایج
    - حدودی که باید رعایت شود.

اندازه‌گیری

- جلسه اولیه
- تیم اندازه‌گیری آموزش دیده
- آماده سازی تجهیزات
- استفاده از تجهیزات حفاظتی
- اجرای برنامه و روش کار (طبق چک لیست)
- ثبت اطلاعات (در فرم)
- جلسه نهایی

پس از اندازه‌گیری

- محاسبات لازم
- ثبت نتایج
- ارزیابی نتایج (مقایسه با استاندارد)
- گزارش
- اقدامات اصلاحی

پرتوهای نوری- فرابنفش (UV)، فروسرخ (IR)

- هدف

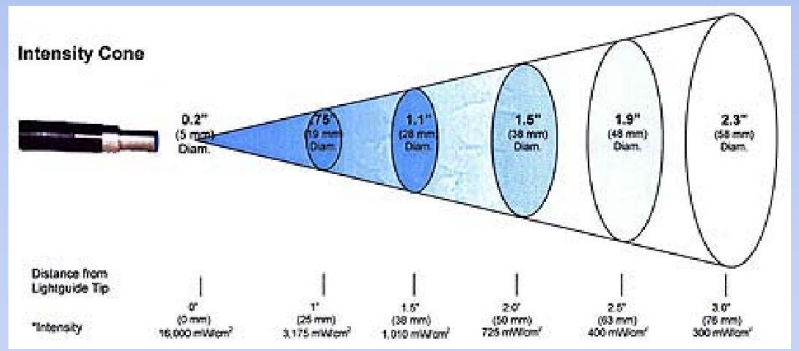
- مشخصات منابع
  - تعداد
  - طول موج‌ها
  - وضعیت نسبت به هم
  - حفاظ دارد یا خیر؟

پرتوهای نوری- فرابنفش (UV)، فروسرخ (IR)

- پرسنل
  - تعداد
- وضعیت هر یک نسبت به منابع (از چند منبع پرتوگیری می‌کنند؟)
- وضعیت تجهیزات حفاظتی موجود برای هر یک
- استانداردی که باید رعایت شود
- کمیت‌هایی که باید اندازه‌گیری شود
- **مراجعه حتمی به استاندارد**

پرتوهای فرابنفش (UV)

- کمیت مورد اندازه‌گیری
- **چگالی یا شدت پرتو، ایرادیانس**



انرژی گذرنده از واحد سطح عمود بر راستای انتشار پرتو در واحد زمان.یکای آن وات بر متر مربع می باشد.

- **چگالی یا شدت موثر پرتو، ایرادیانس موثر**
- حاصل‌ضرب چگالی(شدت) پرتو در ضریب تاثیر طول موج= چگالی(شدت) مؤثر پرتو
- چگالی(شدت) موثر کل= مجموع چگالی(شدت)های مؤثر

پرتوهای فرابنفش (UV)

ضرایب تاثیر

- **باید از استاندارد استخراج شود.**
  - عددی است بین صفر و یک
  - در طول موج ۲۷۰ نانومتر یک است.
  - در دیگر طول موج‌های فرابنفش از یک کم‌تر است.

پرتوهای فرابنفش (UV)

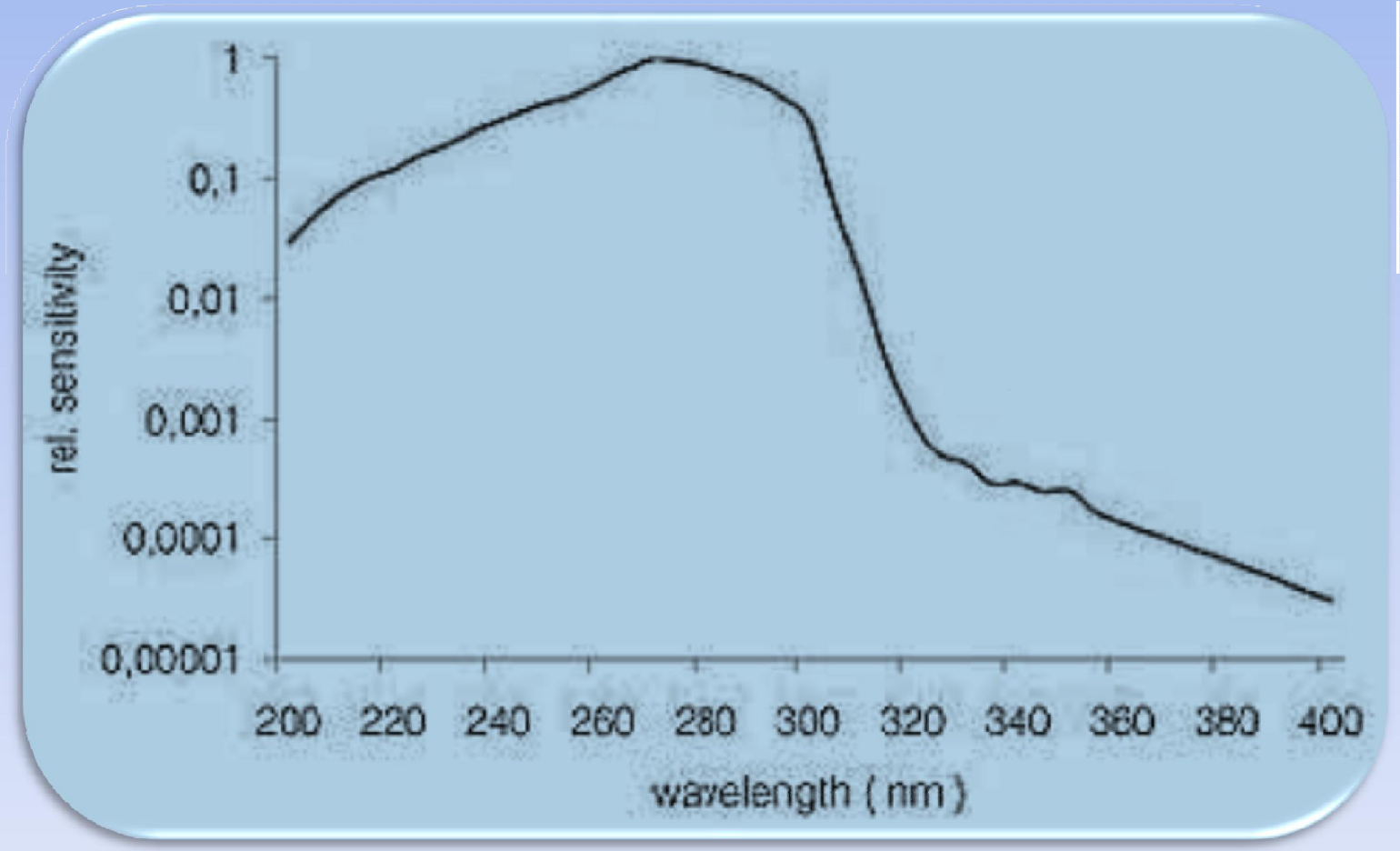
- چگالی یا شدت موثر کل
  - مشخصات پرتو در سه نقطه از محیط در جدول زیر داده شده است.

الف- در کدام نقطه شدت مؤثر پرتو بیش تر است؟

ب- شدت موثر کل چقدر است؟

طول موج(نانومتر)	شدت(وات بر مترمربع)	ضریب تاثیر
۲۷۰	۵	۱
۲۴۰	۲۰	۰/۳
۳۱۰	۱۰۰	۰/۰۱۵

پرتوهای فرابنفش (UV)



پرتوهای فرابنفش (UV)
حدود پرتوگیری

- محاسبه شدت موثر کل

- $E_{eff} = \sum_{\lambda 1}^{\lambda 2} E_\lambda \times S_\lambda \times \Delta\lambda$

- $E_{eff} \times t \leq 30 \qquad J/m^2$

پرتوهای فرابنفش (UV)
حدود پرتوگیری

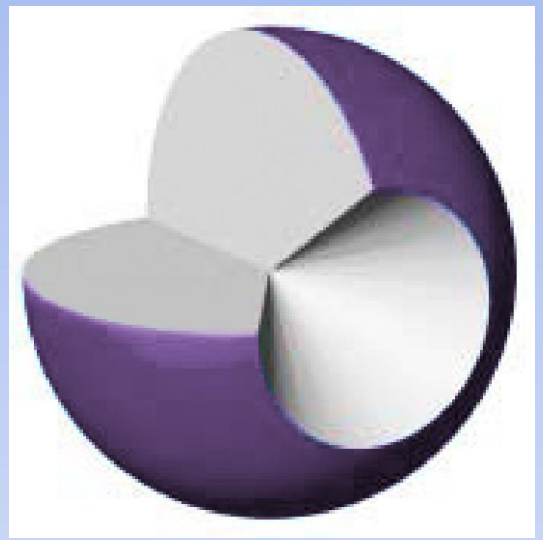
- در محدوده ۳۱۵ الی ۴۰۰ نانومتر

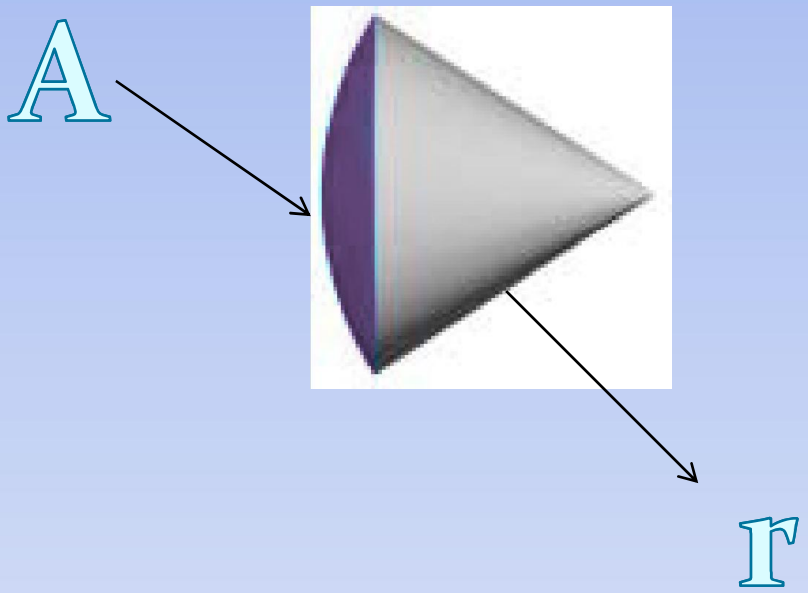
- $t \leq 1000\ S$
  - $E_T \times t \leq 1 \frac{j}{cm^2}$

- $t > 1000\ S$
  - $E \leq 1\ mW/cm^2$

پرتوهای فروسرخ (IR)

تعریف زاویه فضایی





- $\Omega = A/r^2$

پرتوهای فروسرخ (IR)
کمیت مورد اندازه‌گیری

تابندگی(رادیانس)

- توان تابشی از واحد سطح یک منبع تابش کننده در واحد زاویهٔ فضایی . تابندگی معادل شار خارج شده از واحد سطح در واحد زاویهٔ فضایی است. تابندگی برای منبع نور تعریف می شود.یکای آن در سیستم بین المللی یکا ها (SI) وات بر مترمربع بر استرادیان است.

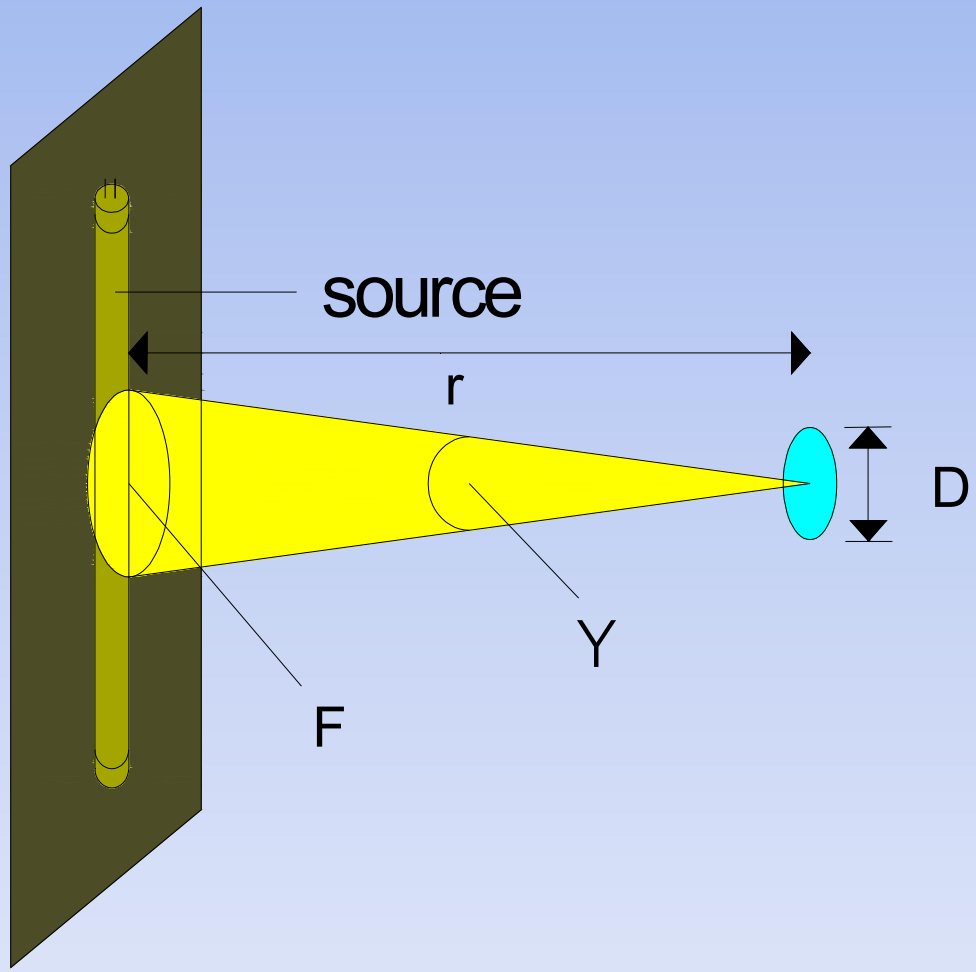
$$L = \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_\lambda \times \Delta\lambda$$

پرتوهای فروسرخ (IR)

- **طریقه تعیین تابندگی**

به ترتیب زیرعمل کنید:

- شدت یاچگالی را با شرایط شکل صفحه بعد در نقطه مورد نظر اندازه گیری کنید(E).
- بافرمول زیر رادیانس یا L را محاسبه کنید.
- $L=E.4r^2/\pi F^2$
- درفرمول فوق اگر به جای E شدت در یک طول موج قرار گیرد، مقدار L در همان طول موج محاسبه می شود.


source
r
D
Y
F

پرتوهای فروسرخ (IR)
کمیت مورد اندازه‌گیری

- **تابندگی(رادیانس) موثر، L_{eff}**

$$L_{eff=} \sum_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_\lambda . R(\lambda). \Delta\lambda$$

- $L\lambda$، تابندگی در طول موج λ
- $R(\lambda)$،ضریب خطر ناکی طول موج λبرای شبکیه
- λ_1 و λ_2، طول موج‌هایی است که تابندگی موثر بین آن‌ها به‌دست می‌آید.
- یکای تابندگی موثر در سیستم بین المللی یکاها وات بر مترمربع بر استرادیان است.

پرتوهای فروسرخ (IR)
حدود پرتوگیری

- $t \leq 1000\ s$

$$\sum_{770}^{3000} E_{\lambda}.\Delta\lambda \leq 1.8t^{-0.75}\ \mathrm{W/cm^2}$$

- $t > 1000\ S$

$$\sum_{770}^{3000} E_{\lambda}.\Delta\lambda \leq 0.01\ \mathrm{W/cm^2}$$

پرتوهای فروسرخ (IR)

- $t \leq 810\ S, L_{eff}\ in: \frac{mW}{cm^2}, \propto in: mrad$

$$\sum_{770}^{1400} L_{\lambda}.R\lambda.\Delta\lambda \leq \frac{3.2}{\alpha \times t^{.0.25}}$$

- $t > 810\ S, L_{eff}\ in: \frac{mW}{cm^2}, \propto in: mrad$

$$\sum_{770}^{1400} L_{\lambda}.R\lambda.\Delta\lambda \leq \frac{6}{\alpha}$$

پرتوهای فروسرخ (IR)
حدود پرتوگیری

- R_λ باید از استاندارد استخراج شود. مقدار آن :

  - در ۷۰۰ نانومتر برابر با ۱ است.
  - در ۱۰۵۰ نانومتر برابر با ۲/۰ است.
  - در ۱۴۰۰ نانومتر برابر با ۰۲/۰ است.

پرتوهای فروسرخ (IR)

- **تعیین زاویه دید منبع**

α، زاویه رویت منبع نور، r فاصله چشم از منبع و D_L بعد متوسط منبع نور است.

$$\alpha = \frac{D_L}{r}$$

پرتوهای فرابنفش (UV)- فروسرخ (IR)

- **تجهیزات اندازه‌گیری**
  - رادیومتر
  - اسپکترورادیومتر

پرتوهای فرابنفش (UV)- فروسرخ (IR)

- **اسپکتروراديومترها**
- اندازه گیری چگالی پرتو در هر طول موج؛
- تهیه طیف؛
- شدت و شدت موثر هر دو قابل تعیین؛
- معمولا بسیار گران‌قیمت؛
- نیاز به آموزش برای کاربرد دستگاه؛
- دقت بسیار خوب.

پرتوهای فرابنفش (UV)- فروسرخ (IR)

- **رادیومترها**
- اندازه‌گیری چگالی پرتو در محدوده‌های از پیش تعیین شده‌ی طول موج؛
- شدت یا شدت موثر؛
- ارزان‌قیمت تر از اسپکتروورادیومترها؛
- کاربرد ساده‌تر از اسپکتروورادیومترها؛
- دقت کمتر از اسپکتروورادیومترها- ولی عموما دارای دقت کافی در عمل.

پرتوهای فرابنفش (UV)- فروسرخ (IR)

- **تجهیزات حفاظتی**
  - عینک
  - دستکش
  - ماسک صورت

پرتوهای فرابنفش (UV)- فروسرخ (IR)

در اغلب اندازه‌گیری‌ها به همراه داشتن یک وسیله اندازه‌گیری طول ضروری است!

پرتوهای رادیویی

- هدف

- مشخصات منابع
  - تعداد
  - فرکانس‌ها
  - وضعیت نسبت به هم
  - حفاظ دارد یا خیر؟

پرتوهای رادیویی

- پرسنل، مردم
  - تعداد پرسنل، گروه‌های مردم
  - وضعیت هر یک نسبت به منابع (از چند منبع پرتوگیری می‌کنند؟)
  - تجهیزات حفاظتی ندارند!
  - استانداردی که باید رعایت شود
  - کمیت‌هایی که باید اندازه‌گیری شود
  - **مراجعه حتمی به استاندارد**

پرتوهای رادیویی

اندازه‌گیری کاملاً تخصصی است!

- **احتمال آسیب دیدن افراد هست!**
- **احتمال آسیب دیدن تجهیزات هست!**
- **باید کاملاً به خصوصیات منابع و سیستم‌های رادیویی، امواج و نحوه انتشار آن‌ها، محاسبات مربوط به آنتن‌ها و امواج تسلط داشت!**

پرتوهای رادیویی

کمیت‌های مورد اندازه‌گیری

- درفرکانس‌های کم‌تر از ۳۰۰ مگاهرتز
  - E (ولت بر متر) **و** H(آمپر بر متر)

- درفرکانس‌های بیش‌تر از ۳۰۰ مگاهرتز
  - E (ولت بر متر) **یا** H (آمپر بر متر) یا S (وات بر متر مربع)

پرتوهای رادیویی

حدود پرتوگیری

- مراجعه به استاندارد
- جزئیات زیاد
- مراجعه به ضوابط کار با پرتوهای رادیویی و مایکروویو

پرتوهای رادیویی
حدود پرتوگیری- مردم

Frequency	E(V/m)	H(A/m)	S(W/m^2)	زمان متوسط گیری (دقیقه)
0.3-1 MHz	87	0.73/f	---	6
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0.73/f	---	6
10- 400 MHz	28	0.073	2	6
400-2000 MHz	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	f/200	6
2-300 GHz	61	0.16	10	6; f>10GHz:$68/f^{1.05}$

پرتوهای رادیویی

حدود پرتوگیری- پرتوکاران

Frequency	E(V/m)	H(A/m)	S(W/m^2)	زمان متوسط گیری (دقیقه)
0.3-1 MHz	610	1.6/f	---	6
1-10 MHz	610/f	1.6/f	---	6
10- 400 MHz	61	0.16	10	6
400-2000 MHz	$3f^{1/2}$	$0.008f^{1/2}$	f/40	6
2-300 GHz	137	0.36	50	6; f>10GHz:$68/f^{1.05}$

پرتوهای رادیویی
دستگاه مانیتور محیطی

پرتوهای رادیویی

انواع دستگاه های اندازه گیری

پرتوهای رادیویی

انواع دستگاه های اندازه گیری

پرتوهای رادیویی

انواع دستگاه های اندازه گیری

- پروب‌های مخصوص اندازه‌گیری E و H فرق دارد.

پرتوهای رادیویی
انواع دستگاه های اندازه گیری

- هر دستگاهی برای اندازه‌گیری مناسب نیست!

پرتوهای رادیویی

کالیبراسیون تجهیزات اندازه‌گیری

- معمولاً سالانه
- بر اساس راهنمای سازنده
- بعد از تعمیرات

پرتوهای رادیویی

- میدان‌های ترکیبی
  - چند فرکانس هم‌زمان در محیط موجود است.

- مقدار کل اندازه گیری شده در یک بازه فرکانسی کم‌تر از کم‌ترین حد در آن بازه فرکانسی حد[illegible] است.
- در غیر این صورت:

میدان مختلط (ادامه)

- در میدان مختلط فرمول زیر باید برقرار باشد.

$$\sum_{f=۳۰۰KHz}^{۳۰۰GHz} R_f \leq ۱$$

- f= فرکانس هایی که در آن ها میدان اندازه گیری شده است.
- R_f=مربع نسبت شدت میدان اندازه گیری شده به حد آن در فرکانس f یا
- R_f=نسبت چگالی توان اندازه گیری شده به حد آن در فرکانس f

با تشکر از توجه شما

پایان