



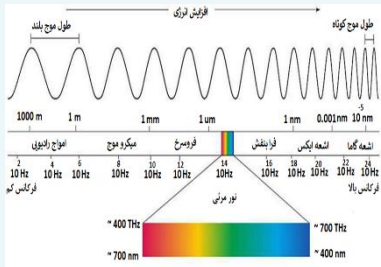
دوره حفاظت در برابر اشعه برای پرتوهای لیزر



گردآورنده: میترا رفاهی زاده

دکتری فیزیک دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران

محقق و مدرس لیزر، مدرس رسمی دوره حفاظت در برابر اشعه



□ اهداف حفاظت در برابر اشعه (طیف امواج الکترومغناطیسی)

□ لیزر چیست؟ (ساختار ، انواع ، کاربردها و طبقه بندی حفاظتی)



❑ خطرات و سوانح پرتوهای لیزر

❑ روش های حفاظتی لیزرها

□ قوانین، مقررات و مسئولیت ها در ارتباط با لیزر



❖ جلسه اول: اهداف حفاظت در برابر اشعه





اهمیت لیزر و دوره حفاظت



اهمیت لیزر و دوره حفاظت

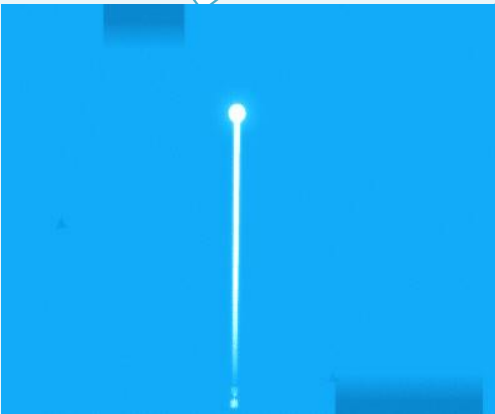




$$\text{سرعت اتومبیل} = 200 \frac{\text{Km}}{\text{h}} = 55 \text{ m/s}$$



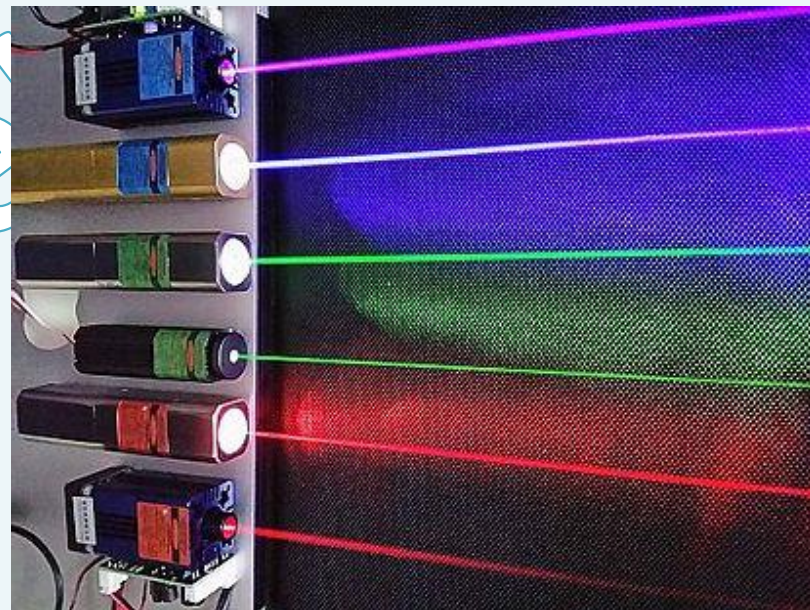
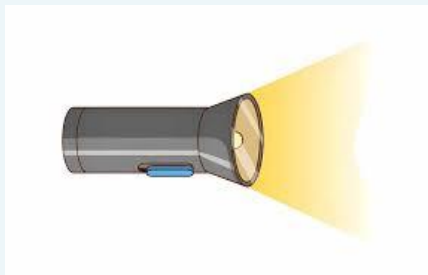
$$\text{سرعت هواپیما} = 2000 \frac{\text{Km}}{\text{h}} = 550 \text{ m/s}$$



$$\text{سرعت نور} = 300,000 \frac{\text{Km}}{\text{s}} = 300,000,000 \text{ m/s}$$



❖ لیزر، نور بسیار تقویت شده است.



❖ برای بهبود کیفیت زندگی، از مزایای تکنولوژی روز بهره
ببریم اما قبل از آن باید حتماً ایمنی را رعایت کنیم و مراقب
سلامتی خودمان باشیم.

❖ اثرات احتمالی:

این اثرات ممکن است با کمترین پرتوگیری اتفاق بیفتد یا هرگز رخ ندهد. به هر حال با افزایش میزان پرتوگیری، **احتمال** بروز این اثرات بالاتر می‌رود.

- به عنوان مثال قرارگرفتن در معرض نور شدید آفتاب، احتمال بروز سرطان پوست را افزایش می‌دهد. (اثر ناخواسته احتمالی)

❖ اثرات قطعی:

اثراتی از پرتو است که **قطعاً** در اثر پرتوگیری در میدان‌های بالاتر از آستانه، ظاهر می‌شود. همیشه یک حد آستانه پرتوگیری وجود دارد که پایین‌تر از آن، اثرات قطعی بروز نمی‌نماید.

- اگر پوست بیش از حد آستانه‌اش در معرض نور شدید آفتاب قرار بگیرد، حتماً آفتاب‌سوختگی رخ می‌دهد. (اثر ناخواسته قطعی)

+ اگر پوست به اندازه کافی در معرض نور خورشید باشد، ویتامین D⁹ در بدن ساخته می‌شود. (اثر مثبت قطعی)





❖ بهره گیری از اثرات قطعی پرتوها:

- استفاده از اشعه ایکس برای تعیین جای شکستگی استخوان.



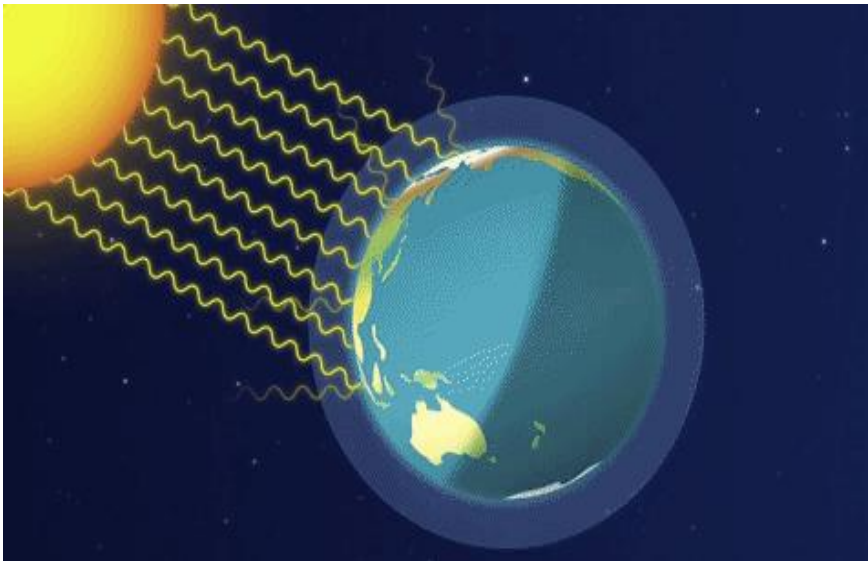
❖ جلوگیری از بروز اثرات ناخواسته قطعی پرتوها:

- در اتاق رادیولوژی فقط بیمار اجازه حضور دارد.

❖ پیشگیری از بروز اثرات ناخواسته احتمالی پرتوها:

- در اتاق رادیولوژی تابش اشعه ایکس فقط به ناحیه مشخص انجام می شود.

❖ امواج الکترومغناطیسی امواجی هستند که خورشید به فضای اطرافش میفرستد و سرعتشون در خلا ۳۰۰ هزار کیلومتر در ثانیه است.



طیف امواج الکترومغناطیسی



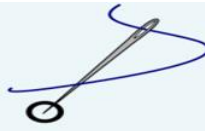
ساختمان ها



قد نسان



پروانه ها



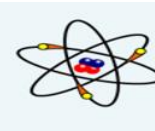
نوک سوزن



سلول ها



مولکولها



اتم ها



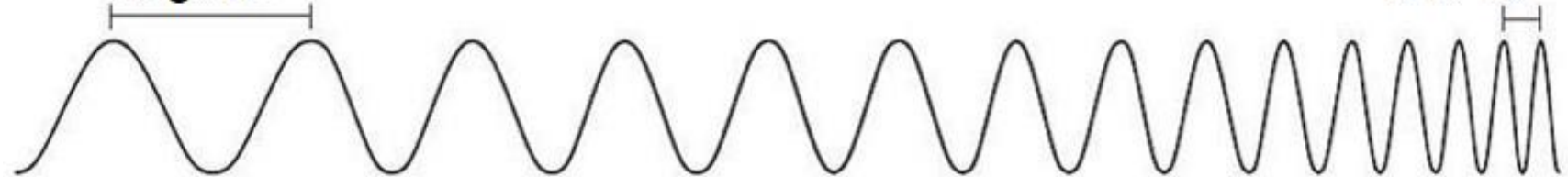
هسته اتم

سایز طول موج:

افزایش انرژی

طول موج بلند

طول موج کوتاه



1000 m

1 m

1 mm

1 μ m

1 nm

0.001 nm

10 nm⁻⁵

امواج رادیویی

میکرو موج

فروسرخ

نور مرئی

فرا بنفش

اشعه ایکس

اشعه گاما

2
10 Hz

4
10 Hz

6
10 Hz

8
10 Hz

10
10 Hz

12
10 Hz

14
10 Hz

16
10 Hz

18
10 Hz

20
10 Hz

22
10 Hz

24
10 Hz

فرکانس کم

فرکانس بالا

نور مرئی

~ 400 THz

~ 700 THz

~ 700 nm

~ 400 nm

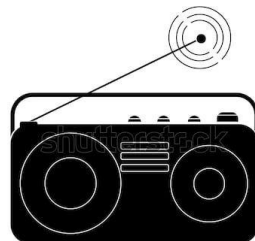
❖ امواج رادیویی:



سایز طول موج
(ساختمان‌ها)



مثال: فرستنده و
گیرنده رایویی



❖ میکروموج ها:



سایز طول موج
(پروانه)



ماکروویو خانگی

❖ فرسرخ یا IR:

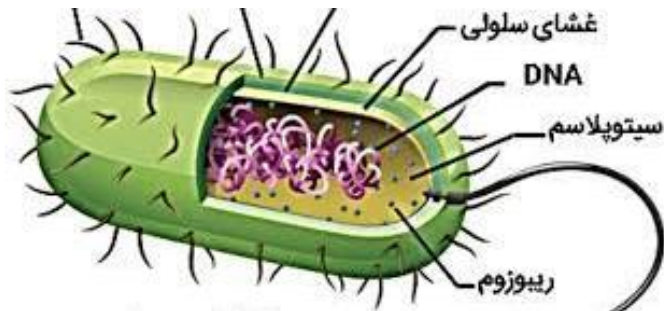


سایز طول موج
(نوک سوزن)



دستگاه فیزیوتراپی

❖ نور مرئی یا Visible:

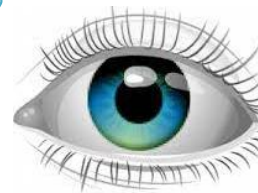


سایز طول موج
(سلول/باکتری)

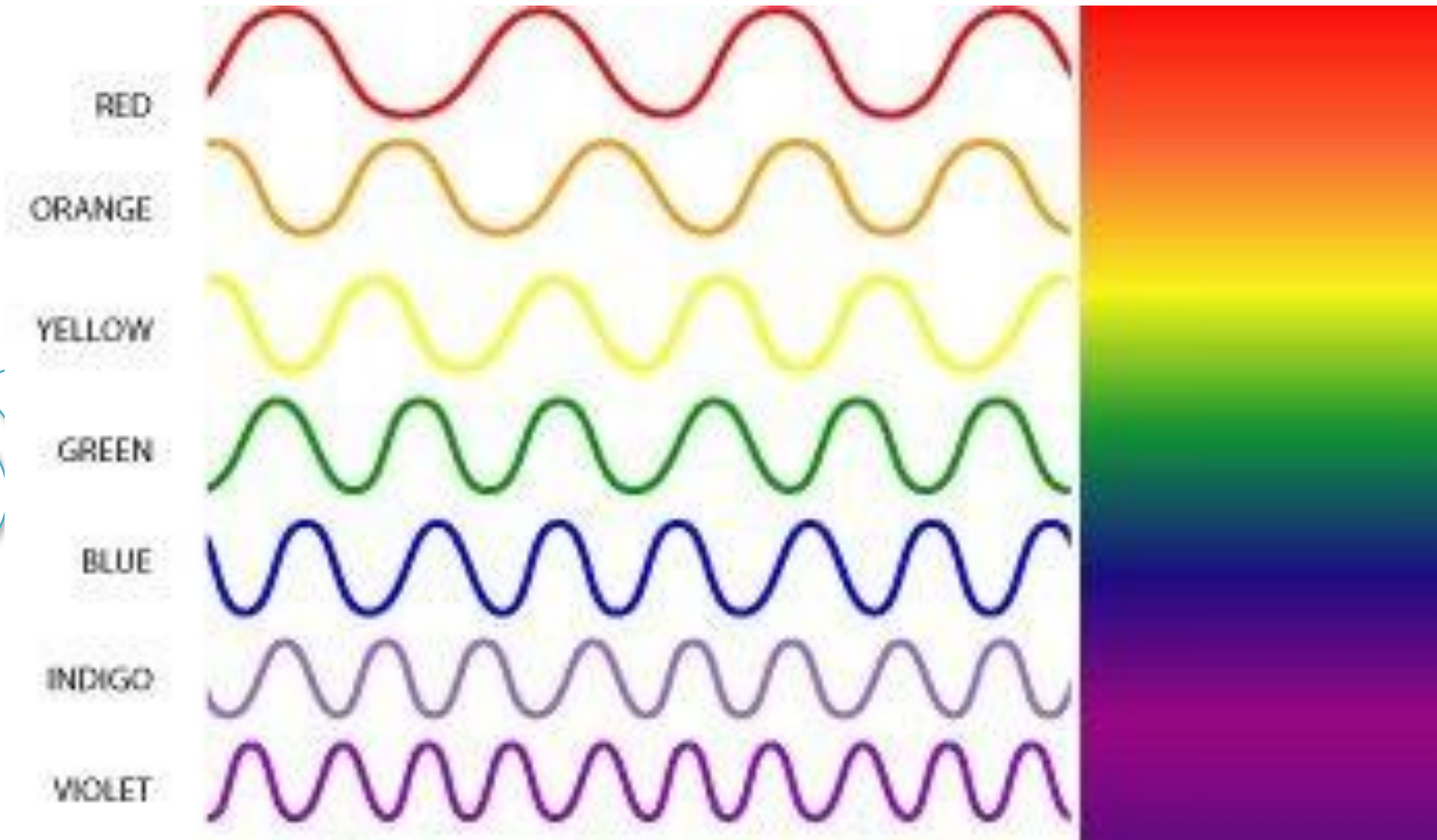


لامپ های رنگی

$$\lambda = 400-750 \text{ nm}$$



موج و امواج الكتر ومغناطیسی



□ طول موج (λ): یکی از ویژگی های مهم موج، است.

➤ طول موج از جنس طول است.

➤ واحد طول موج، نانومتر (nm) است.

$$\lambda = 430 \text{ nm}$$



$$\lambda = 650 \text{ nm}$$



$$\lambda = 400-750 \text{ nm}$$



□ طول موج امواج مرئی:

□ طول موج با نماد

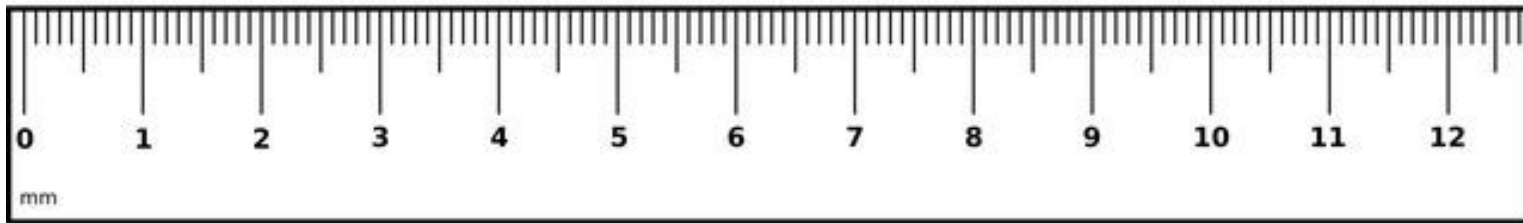
لاندا (λ)

نمایش داده می شود.

$\lambda = 500 \text{ nm}$

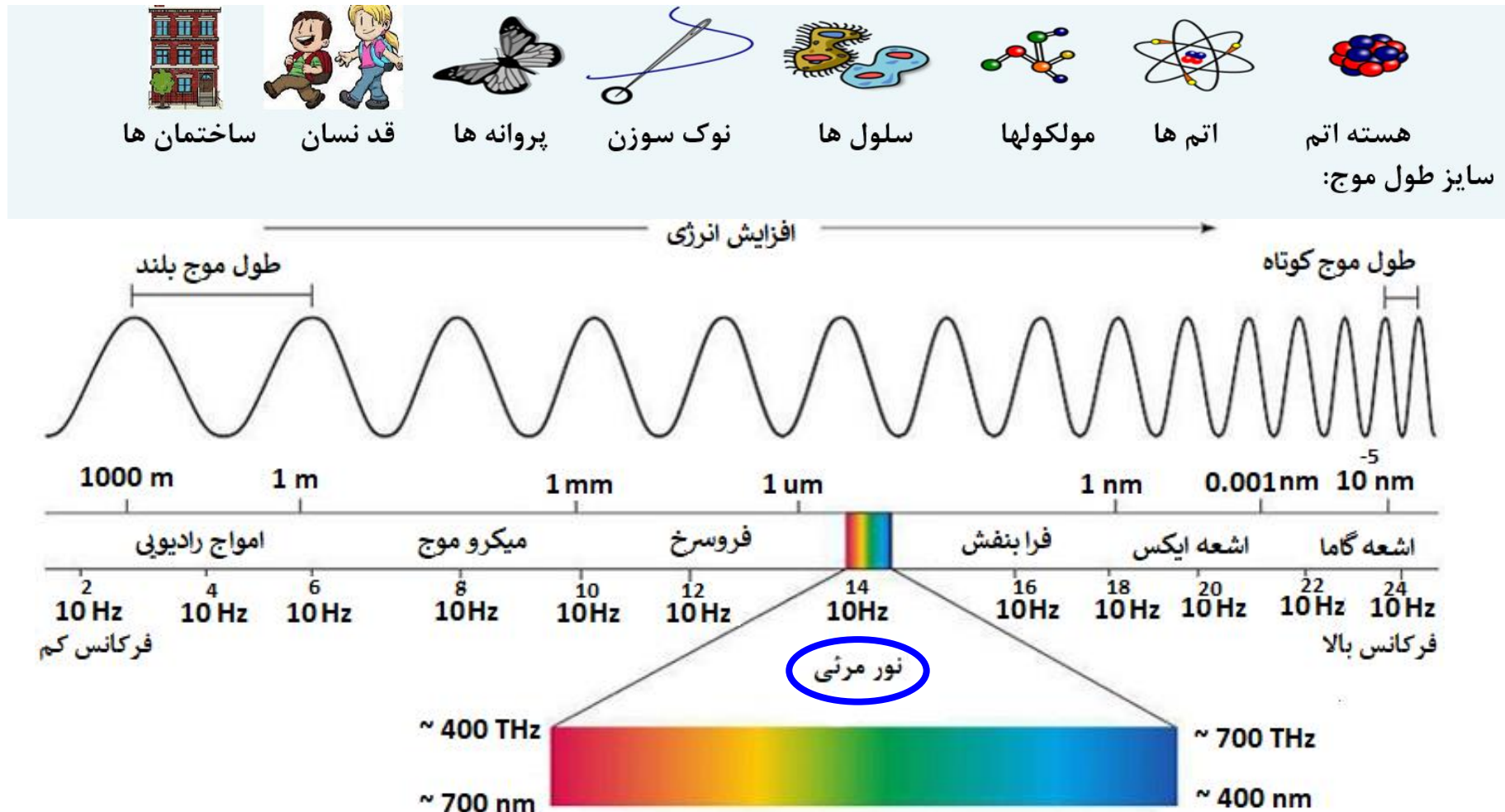
500 nm

□ اندازه یک نانومتر:



$$\text{یک میلیمتر} = \frac{\text{یک نانومتر}}{1,000,000}$$

طیف امواج الکترومغناطیسی



□ کدام بخش از طیف الکترومغناطیسی قابل دیدن است؟

❖ فرا بنفش یا UV:



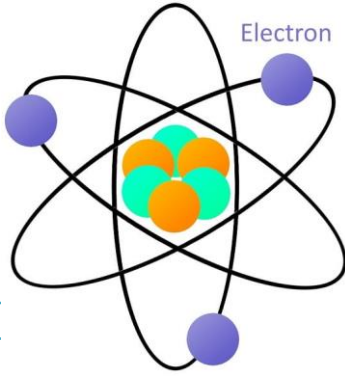
لامپ های فلورسنت
(مهتابی)



سایز طول موج
(مولکول ها)

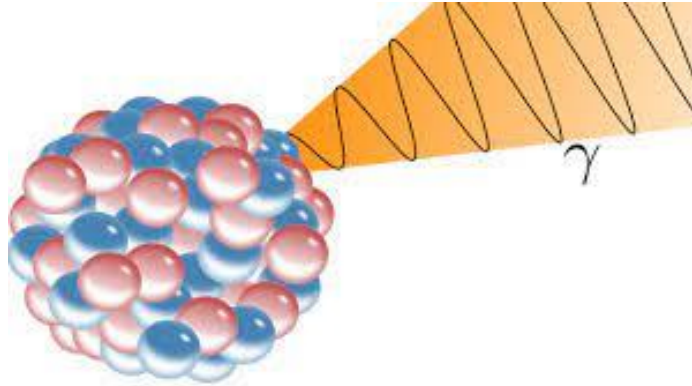
❖ اشعه ایکس:

سایز طول موج
(اتم ها)



تصویربرداری رادیولوژی

❖ اشعه گاما:



سایز طول موج
(هسته اتم)



دستگاه های پرتو درمانی

طیف امواج الکترومغناطیسی



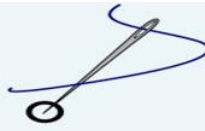
ساختمان ها



قد نسان



پروانه ها



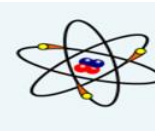
نوک سوزن



سلول ها



مولکولها



اتم ها



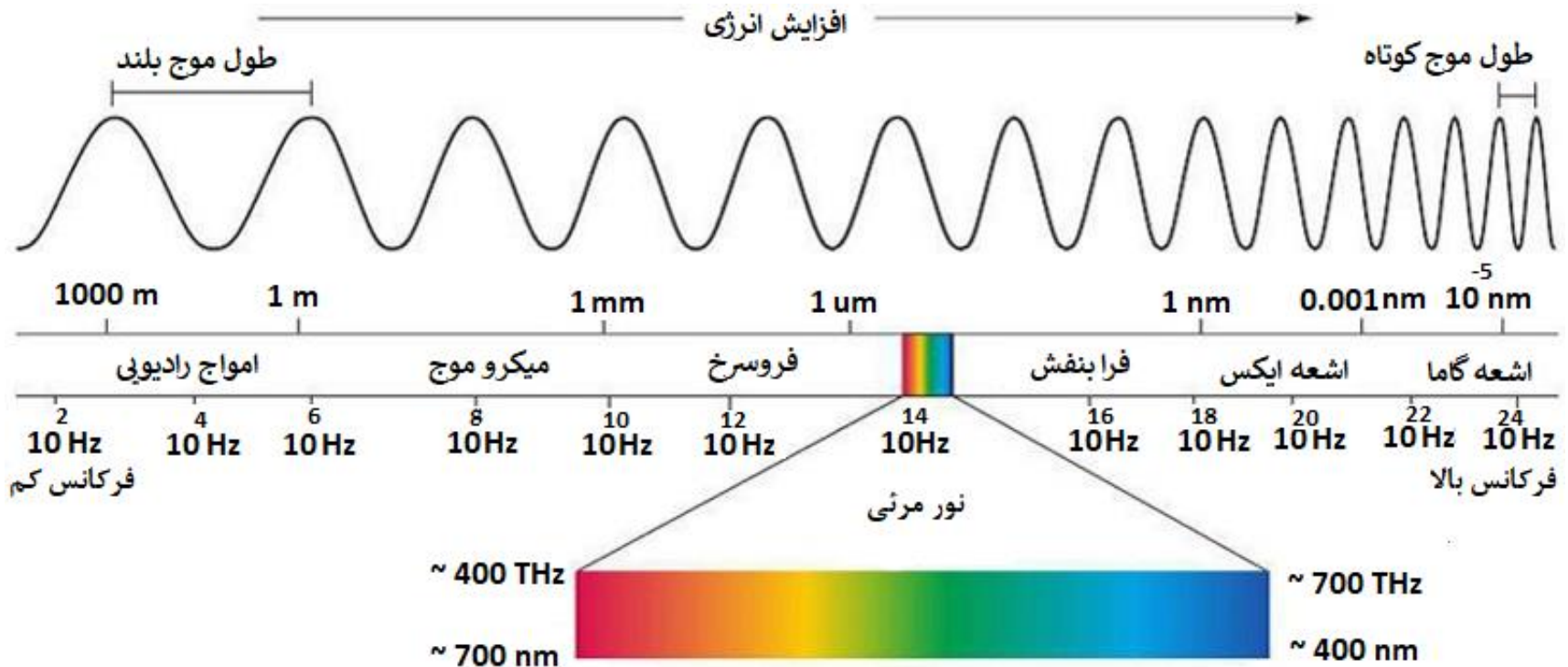
هسته اتم

سایز طول موج:

افزایش انرژی

طول موج بلند

طول موج کوتاه



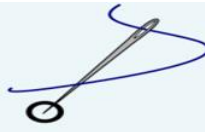
طیف امواج الکترومغناطیسی



قد نسان



پروانه ها



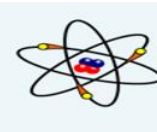
نوڪ سوزن



سلول ها



مولکولہا

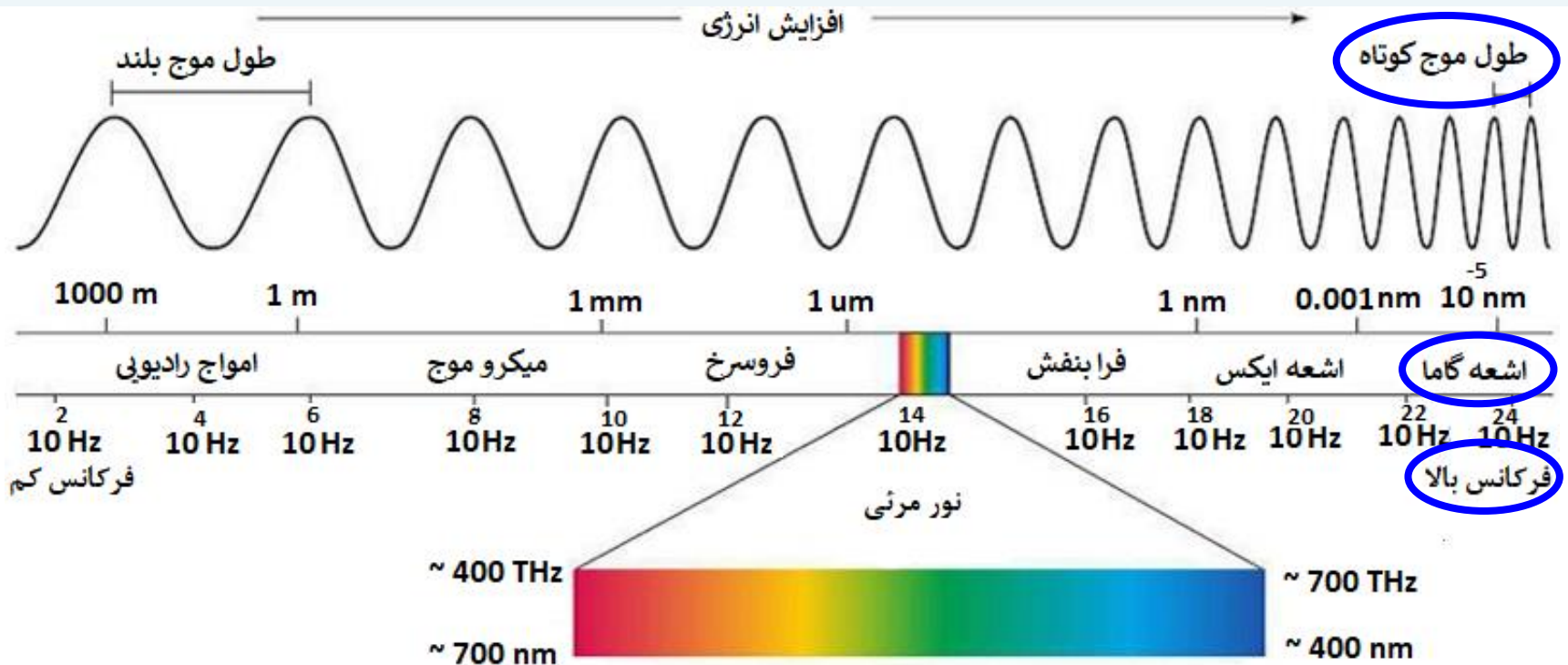


اتم ها



هسته اتم

سایز طول موج:

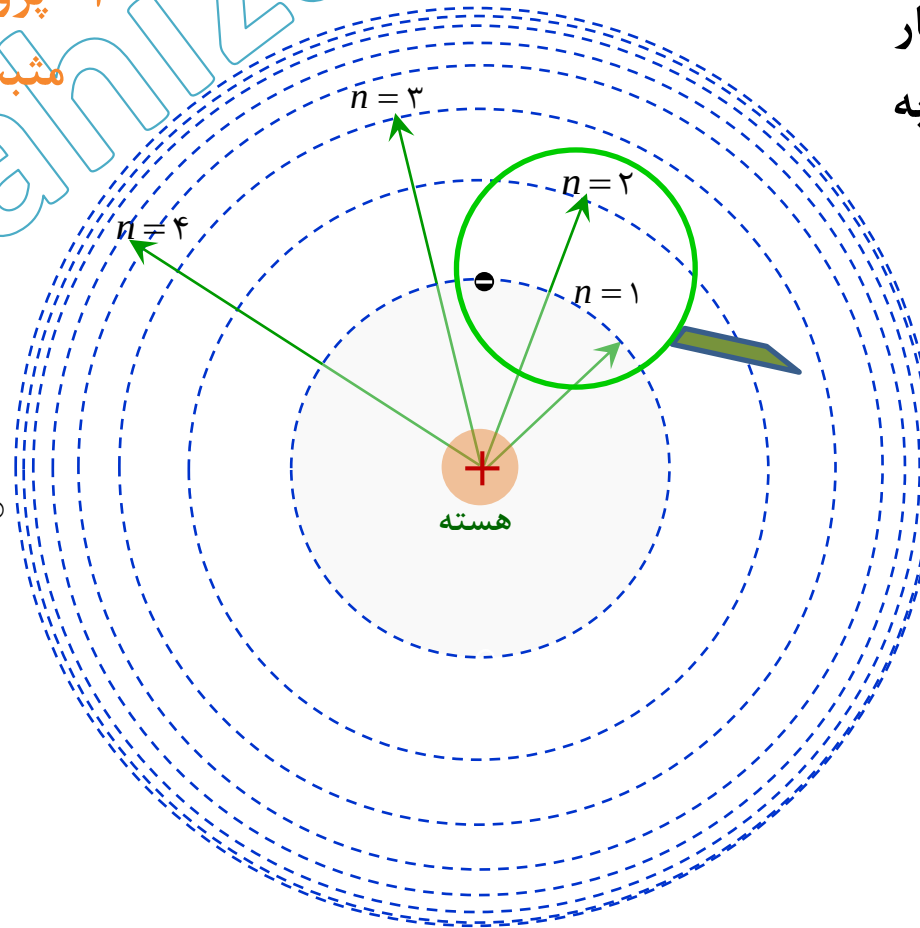


$$\uparrow E = h\nu \uparrow = \frac{hc}{\lambda \downarrow}$$

❖ ساختار اتم:

۲- الکترونها سبکند و با بار منفی در ترازهای مختلف به دور هسته می چرخند.

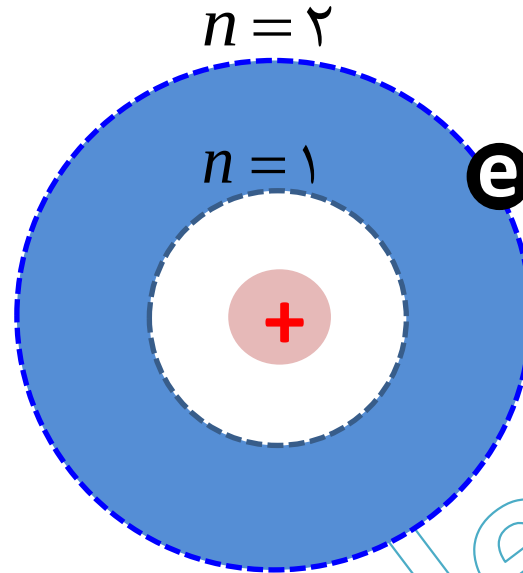
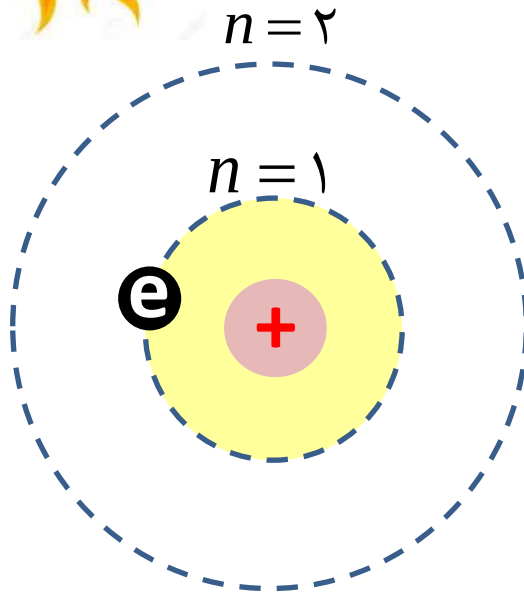
۴- نوترونها هم مثل پروتونها سنگینند و در هسته قرار گرفته اند اما خنثی هستند. یعنی بار مثبت و منفی ندارند و فقط اتم را سنگین می کنند. به مجموع تعداد پروتون و نوترون موجود در هسته عدد جرمی گفته می شود. (A).



۱- پروتونها سنگینند و با بار مثبت در هسته اتم قرار گرفته اند.

۳- تعداد پروتونها در هسته، جنس ماده را مشخص میکند. به تعداد پروتونهای هسته، عدد اتمی گفته می شود (Z).

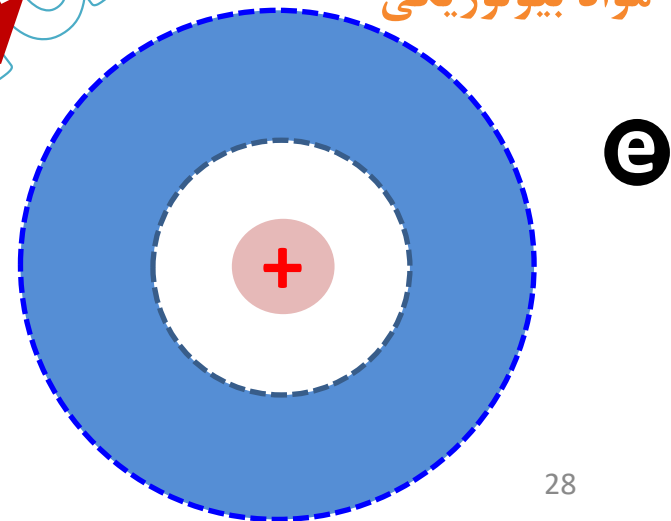
❖ **حالت برانگیخته:** اثرات گرمایی و شیمیایی ایجاد می شود.



❖ **حالت یونیزه:**

یونسازی و تخریب

مواد بیولوژیکی



تقسیم‌بندی پرتوهای یونساز

✓ اشعه گاما / اشعه ایکس / امواج کیهانی

یونساز غیر مستقیم:

+ پاریک ذرات α و β

یونساز مستقیم:

پرتوهای یونساز:

انرژی: بیشتر از ۱۲/۴ الکترون ولت

طول موج کمتر از ۱۰۰ نانومتر

فرکانس بیشتر از ۳ پتاهرتز

□ حفاظت در برابر پرتوهای یونساز:

✓ کنترل‌های مهندسی: توجه به خصوصیات معماری ساختمان و استفاده از

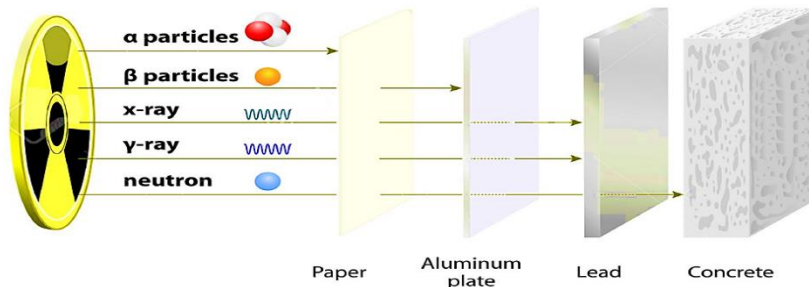
حفاظ‌های جاذب در دیوارها

✓ کنترل‌های اجرایی: استفاده از آشکارسازهای محیطی و بهره‌گیری از

آموزش‌های لازم در زمینه اثرات و خطرات اشعه یونساز

✓ وسایل حفاظت شخصی: استفاده از روپوش‌های سربی، دستکش، عینک و

پیشبند مخصوص



❖ پرتوهای غیر یونساز:

پرتوهای
فرا بنفش، مرئی و
فروسرخ را جمعاً
پرتوهای نوری
می خوانند.

ردیف	نوع پرتو	فرکانس Hz	طول موج در هوا
۱	فرا بنفش ^a (UV)	$3 \times 10^{15} - 7.5 \times 10^{14}$	۴۰۰ - ۱۰۰ nm
۲	نور مرئی ^b (VS)	$7.5 \times 10^{14} - 3.85 \times 10^{14}$	۷۸۰ - ۴۰۰ nm
۳	فروسرخ ^c (IR)	$3.85 \times 10^{14} - 3.1 \times 10^{11}$	۱۰ ^۶ - ۷۸۰ nm
۴	مایکروویو ^d (MW)	$3.1 \times 10^{11} - 3.1 \times 10^8$	۱۰۰۰ - ۱ mm
۵	رادیویی ^e (RF)	$3.1 \times 10^8 - 3.1 \times 10^5$	۱۰۰۰ - ۱ m
۶	فرکانس کم ^f (LF)	$3.1 \times 10^5 - 3.1 \times 10^4$	۱۰ - ۱۰ km
۷	فرکانس بسیار کم ^g (VLF)	$3.1 \times 10^4 - 300$	۱۰۰۰ - ۱۰ km
۸	فرکانس فوق العاده کم ^h (ELF)	< ۳۰۰	> ۱۰۰۰ km
۹	میدان مغناطیسی ثابت ⁱ (DC)	۰	-----
۱۰	فراصوت ^j (US)	> ۲۰۰۰۰	-----

^a Ultraviolet radiation
^b Visible radiation
^c Infrared radiation
^d Microwave radiation
^e Radiofrequency radiation
^f Low frequency radiation
^g Very low frequency radiation
^h Extremely low frequency radiation
ⁱ Direct Current
^j Ultrasound

❖ پرتوهای غیریونساز به بیان دیگر:

نوع پرتو	نام اختصاری	بسامد	طول موج
فرابنفش	UV (UltraViolet)	750 THz- 3 PHz	100-400 nm
نور مرئی	VS (ViSible)	384 -750 THz	400-780 nm
فروسرخ	IR (InfraRed)	300 GHz- 384 THz	780 nm- 1 mm
میکروویو	MW (MicroWave)	300 MHz- 300 GHz	1 mm- 1 m
رادیویی	RF (RadioFrequency)	300 kHz- 300 MHz	1 m-1 km
بسامد کم	LF (Low-Frequency)	30 - 300 kHz	1-10 km
بسامد بسیار کم	VLF (Very-Low-Frequency)	300 Hz- 30 kHz	10-1000 km
بسامد به شدت کم	ELF (Extreme-Low-Frequency)	کمتر از 300 Hz	بیشتر از 1000 km
مافوق صوت	US (Ultra-Sound)	بیشتر از 20 kHz	

نکته: به پرتوهای فرابنفش، مرئی و فروسرخ، **جمعاً پرتوهای نوری** گفته می‌شود.



❖ فرابنفش یا UV: Ultraviolet

- ✓ طول موج: ۱۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر ($\lambda = 100 - 400 \text{ nm}$)
- ✓ فرکانس: ۷۵۰ تراهرتز تا ۳ پتا هرتز ($f = 750 \text{ THz} - 3 \text{ PHz}$)
- ✓ کاربرد: دستگاه سولار
- ✓ دسته‌بندی: فرابنفش نزدیک (UVA)، فرابنفش میانی (UVB)، فرابنفش دور (UVC)
- ✓ فرابنفش نزدیک: (نزدیک به مرئی - UVA)، طول موج ۳۱۵ تا ۴۰۰ نانومتر
- ✓ فرابنفش میانی - UVB: طول موج ۲۸۰ تا ۳۱۵ نانومتر
- ✓ فرابنفش دور - UVC: طول موج ۱۰۰ تا ۲۸۰ نانومتر - در اوزون جذب می‌شود.

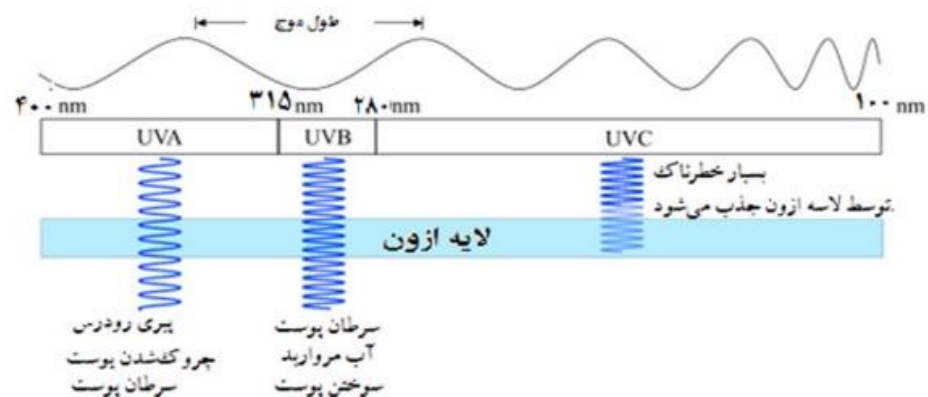


پرتوهای فرابنفش

❑ اثرات بیولوژیکی پرتوهای فرابنفش بر پوست:

- غالباً اثرات فتوشیمیایی ایجاد می کنند.
- نفوذ آنها در پوست تنها 0.1 تا یک میلیمتر است و عمده تا در پوست و چشم جذب می شوند.
- در پوست: UVA بیشترین نفوذ به پوست را دارد و باعث پیری زودرس، چروک شدن و سرطان پوست می شود. UVB نفوذ کمتری به پوست دارد و موجب سوختن پوست و سرطان پوست می شود. UVC بسیار خطرناک است اما خوشبختانه در اوزون جذب می شود.

اثرات بیولوژیکی UV بر پوست
آفتاب سوختگی، تیره شدن رنگ پوست
ایجاد شیارهای عمیق در پوست
ایجاد واکنشهای حساسیت به نور
افزایش احتمال به سرطان پوست



❑ اثرات بیولوژیکی پرتوهای فرابنفش بر چشم:

- غالباً اثرات فتوشیمیایی ایجاد می کنند.
- نفوذ آنها در پوست تنها 0.1 تا یک میلیمتر است و عمدتاً در پوست و چشم جذب می شوند.
- در چشم: UVA به نور مرئی نزدیک است و به شبکیه می رسد. می تواند باعث آسیب به شبکیه و آب مروارید می شود. UVB نفوذ کمتری به چشم دارد و باعث سوختن قرنیه چشم می شود.

اثرات بیولوژیکی UV بر چشم
ایجاد ورم ملتحمه
ایجاد سوختگی شبکیه
ایجاد آب مروارید





□ حفاظت در برابر پرتوهای فرابنفش:

✓ حدود پرتوگیری در استاندارد ملی ۸۵۶۷، میزان پرتو در محل قرار گرفتن افراد نباید از این حدود بالاتر باشد.

✓ انواع شیشه، پرتوهای فرابنفش با طول موجهای کمتر از ۳۰۰ نانومتر را به خوبی جذب می کنند (حفاظ های شیشه ای مناسب است).

✓ اغلب اجسامی که در برابر نور مرئی کدر هستند، مانع عبور پرتوهای فرابنفش

می شوند، (حفاظ کدر برای UVA موثر است).

✓ در مواردی که شدت پرتوهای فرابنفش زیاد است (مثلا در جوشکاری)، استفاده از عینک مخصوص ضروری است.

✓ استفاده از لباسهای آستین بلند و کاملا پوشیده برای کار با پرتوهای فرابنفش توصیه شده است.

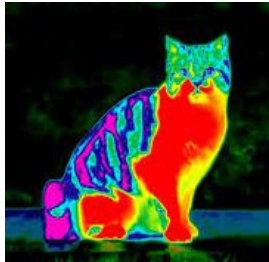


❖ نور مرئی یا Visible:

- ✓ طول موج: ۴۰۰ تا ۷۸۰ نانومتر ($\lambda = 400 - 780 \text{ nm}$)
- ✓ فرکانس: ۳۰۰ گیگا تا ۳۸۴ تراهرتز ($f = 384 - 750 \text{ THz}$)
- ✓ منبع: خورشید، لامپ‌های رنگی
- اثرات بیولوژیکی پرتوهای نور مرئی:

- هم اثرات گرمایی و هم اثرات فتوشیمیایی دارند.
- چشم: به طور طبیعی در برابر نور شدید چشم بسته و سر بر گردانده می‌شود.
به هر حال در مقابل نور آذرخشی ممکن است چشم آسیب ببیند.
- در نور زیاد در دراز مدت، ممکن است شبکه آسیب ببیند و افراد در سن بالا دچار آب مروارید می‌شوند.

❖ فروسرخ یا IR: (Infrared)

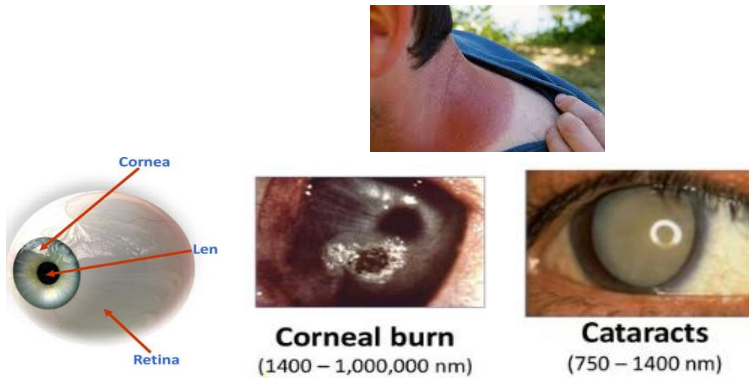


- ✓ طول موج: ۷۸۰ نانومتر تا یک میلیمتر ($\lambda = 780 - 10^6 \text{ nm}$)
- ✓ فرکانس: ۳۰۰ گیگا تا ۳۸۴ تراهرتز ($f = 300 \text{ GHz} - 384 \text{ THz}$)
- ✓ کاربرد: دستگاه فیزیوتراپی، سونا خشک، کنترل تلویزیون، دوربین های دید در شب
- ✓ دسته بندی: فروسرخ نزدیک (IRA)، فروسرخ میانی (IRB)، فروسرخ دور (IRC)
- ✓ فروسرخ نزدیک: (نزدیک به مرئی-IRA)، طول موج ۷۸۰ تا ۱۴۰۰ نانومتر
- ✓ فروسرخ میانی-IRB: طول موج ۱۴۰۰ تا ۳۰۰۰ نانومتر
- ✓ فروسرخ دور-IRC: طول موج ۳۰۰۰ نانومتر تا یک میلیمتر



❑ اثرات بیولوژیکی پرتوهای فروسرخ:

- غالباً اثرات گرمایی دارند.
- چون انرژی کمی دارند نمی‌توانند اثرات شیمیایی ایجاد کنند.
- نفوذ آنها در پوست ۳ میلیمتر است و عمدتاً در پوست و چشم جذب می‌شوند.
- در پوست: تیره شدن و ایجاد سوختگی
- در چشم: IRA به نور مرئی نزدیک است و به شبکیه می‌رسد. می‌تواند باعث آسیب به شبکیه و آب مروارید می‌شود. IRB و IRC نفوذ کمتری به چشم دارد و باعث سوختن قرنیه چشم می‌شود.



پرتوهای فروسرخ

□ حفاظت در برابر پرتوهای فروسرخ:

✓ استاندارد ملی ۸۵۶۷ برای منابع پرتوهای فروسرخ حدودی را مشخص نموده است. بنابراین باید شدت پرتو از این حدود کمتر باشد.

✓ اغلب پرتوهای فروسرخ توسط آب به خوبی جذب می شوند.

✓ انواع شیشه، پرتوهای فروسرخ با طول موجهای بیشتر از ۴ میکرون را جذب می کند و شیشه های خاصی قادر به جذب پرتوهای فروسرخ با طول موجهای ۱-۲ میکرون هستند.

✓ باید از تاباندن غیرضروری پرتو حتی المقدور جلوگیری شود. (سد مسیر پرتو با آجر نسوز)

✓ استفاده از عینک مخصوص توسط افرادی که مرتباً در مجاورت سطوح داغ مانند فلزات ذوب شده، شیشه و غیره کار می کنند، توصیه می شود.

✓ استفاده از پوشش نسوز و لباس آستین دار در مجاورت کوره ها و منابع فروسرخ



□ تعریف منبع:

✓ منبع هر عامل تولید یا انتشار پرتوی غیر یونساز است که بتواند باعث پرتوگیری شود.

✓ دو دسته منبع وجود دارد: منابع باز و منابع بسته.

✓ **منابع باز:** این دستگاه‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که پرتوهای غیر یونساز را در محیط اطراف منتشر سازند. مثل دکل‌های تقویت آنتن موبایل یا دکل‌های فشار قوی برق.

✓ برای منابع باز باید سه ناحیه کاملاً مشخص باشد: ناحیه ممنوع، ناحیه تحت کنترل و ناحیه آزاد

✓ حد استاندارد پرتوگیری پرتوهای غیر یونساز در استاندارد ۸۵۶۷ آمده است.

✓ برای اندازه‌گیری میزان پرتو از دستگاه رادیومتر یا اسپکترومتر استفاده می‌شود.

✓ **منابع بسته:** هدف اصلی در این وسایل، انتشار پرتو در محیط خارج نیست اما ممکن است در اطراف آنها امواج غیر یونساز وجود داشته باشد. در روال تولید استاندارد، میزان نشت امواج به اطراف کمتر از حد استاندارد است. هنگام تعمیر این دستگاه‌ها باید روش‌های حفاظتی مناسب به کار گرفته شود.



منبع باز



منبع بسته



❖ امواج رادیویی: Radio Frequency (RF)

طول موج: ۱ تا ۱۰۰۰ متر ($\lambda = 1-1000 \text{ m}$)

فرکانس: ۳۰۰ کیلو تا ۳۰۰ مگا هرتز ($f = 300\text{kHz}-300 \text{ MHz}$)

کاربرد: رادیو، تلویزیون، آنتن‌های رادیویی و تلویزیونی

❖ میکروموج ها: Microwave (MW)

طول موج: ۱ تا ۱۰۰۰ میلیمتر ($\lambda = 1-1000 \text{ mm}$)

فرکانس: ۳۰۰ مگا تا ۳۰۰ گیگا هرتز ($f = 300\text{MHz}-300 \text{ GHz}$)

کاربرد: فرهای مایکروویو خانگی، تلفن همراه، مودم وایفای



□ تعریف کمیت SAR:

برای بررسی اثر این امواج بر بافت بدن، کمیت SAR به صورت زیر تعریف می شود:

✓ مقدار انرژی جذب شده (J) در واحد جرم (Kg) در واحد زمان (s)

$$\text{SAR} = \text{نرخ مخصوص جذب انرژی} = \frac{\text{انرژی}}{\text{زمان} \cdot \text{جرم}} = \frac{J}{\text{kg} \cdot \text{s}} = \frac{W}{\text{kg}}$$

✓ ۴۲ سارهای بالاتر از $4 \frac{W}{\text{kg}}$ برای عموم مردم خطرناک است.

آنتن تلفن همراه و نحوه پخش موج



❑ اثرات بیولوژیکی پرتوهای RF/MW :

❑ این اثرات به چند دسته تقسیم می شوند :

- اثرات گرمایی (آب مروارید در چشم، بروز اختلال در سیستم تنظیم حرارت بدن)
- القای جریان و اثرات مزمن بر سیستم عصبی (تأثیر بر سیستم عصبی و ایمنی، قلب و عروق و...)
- سایر اثرات (مانند افزایش احتمال بروز سرطان)

❑ حفاظت در برابر پرتوهای مایکروویو و رادیویی:

- ✓ کنترل مهندسی (دقت در طراحی تشکیلات RF/MW تا عموم مردم در میدانهای غیرمجاز قرار نگیرند و شدت میدانهای الکترومغناطیسی در محل کار کارکنان کمتر از حد استاندارد داده شده برای این میدانها باشد).
- ✓ کنترل اجرایی (هنگام بازرسی، تعمیر و یا سرویس در میدانهای با شدت بالاتر از حدود استاندارد، زمان قرار گرفتن در میدان باید کنترل شود. برای این منظور روابط و جدولهای خاصی وجود دارد که افراد مزبور باید از آنها اطلاع داشته باشند - کد ملی ۸۵۶۷)
- ✓ کنترل حفاظتی (هنگام تعمیر، بازرسی و ... از تجهیزات حفاظتی مناسب بهره گرفته شود).

❖ میدانهای مغناطیسی با فرکانس کم Low Frequency (LF)

طول موج: ۱ تا ۱۰ کیلومتر ($\lambda = 1-10 \text{ km}$)

فرکانس: ۳۰ تا ۳۰۰ کیلو هرتز ($f = 30-300 \text{ kHz}$)

❖ میدانهای مغناطیسی با فرکانس بسیار کم Very Low Frequency (VLF)

طول موج: ۱ تا ۱۰ کیلومتر ($\lambda = 10-1000 \text{ km}$)

فرکانس: ۳۰۰ هرتز تا ۳۰ کیلو هرتز ($f = 300 \text{ Hz}-30 \text{ kHz}$)

❖ میدانهای مغناطیسی با فرکانس فوق العاده کم Extreme Low Frequency (ELF)

طول موج: بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر ($\lambda > 1000 \text{ km}$)

فرکانس: کمتر از ۳۰۰ هرتز ($f < 300 \text{ Hz}$)

اثرات این امواج بر بدن نسبت به سایر پرتوهای غیر یونساز کمتر است و نیز حفاظت در برابر آنها در موارد بسیار خاص ضرورت می یابد.

□ اصول و مقررات کلی مرتبط با حفاظت در برابر پرتوهای غیریونساز:

- ✓ عدم ارسال پرتوهای غیریونساز در موارد غیرضروری و کاهش سطح پرتو تا حداقل ممکن در تمام موارد
- ✓ توجه به اصول و مقررات حفاظت در برابر پرتوهای غیریونساز موجود در محل کار
- ✓ آشنایی کلیه کارکنان با پرتوهای غیریونساز به خطرات بالقوه این پرتوها و خطرات احتمالی آنها در صورت عدم رعایت مقررات حفاظت در برابر پرتو
- ✓ استفاده از علائم خطر مناسب روی وسائل تولیدکننده یا استفاده کننده از پرتوهای غیریونساز و در محل استفاده از آنها و جلب توجه کارکنان به علائم و رعایت کلیه نکات ایمنی ذکر شده
- ✓ مشخص کردن ناحیه هایی که ورود به آنها برای عموم مردم با کارکنان ممنوع است و کنترل ورود به این نواحی
- ✓ توجه به دستورالعملهای مربوط به نحوه استفاده از دستگاههای و تجهیزات تعمیر یا سرویس دستگاههای مولد پرتوهای غیریونساز توسط افرادی آگاه و مسئول مراجعه به پزشک در صورت پرتوگیری
- ✓ استفاده از وسائل حفاظت شخصی که استفاده از آنها الزامی است.



سپاس از توجه شما