

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اصول و مفاهیم فیزیک پرتوی

بهنام اسدی

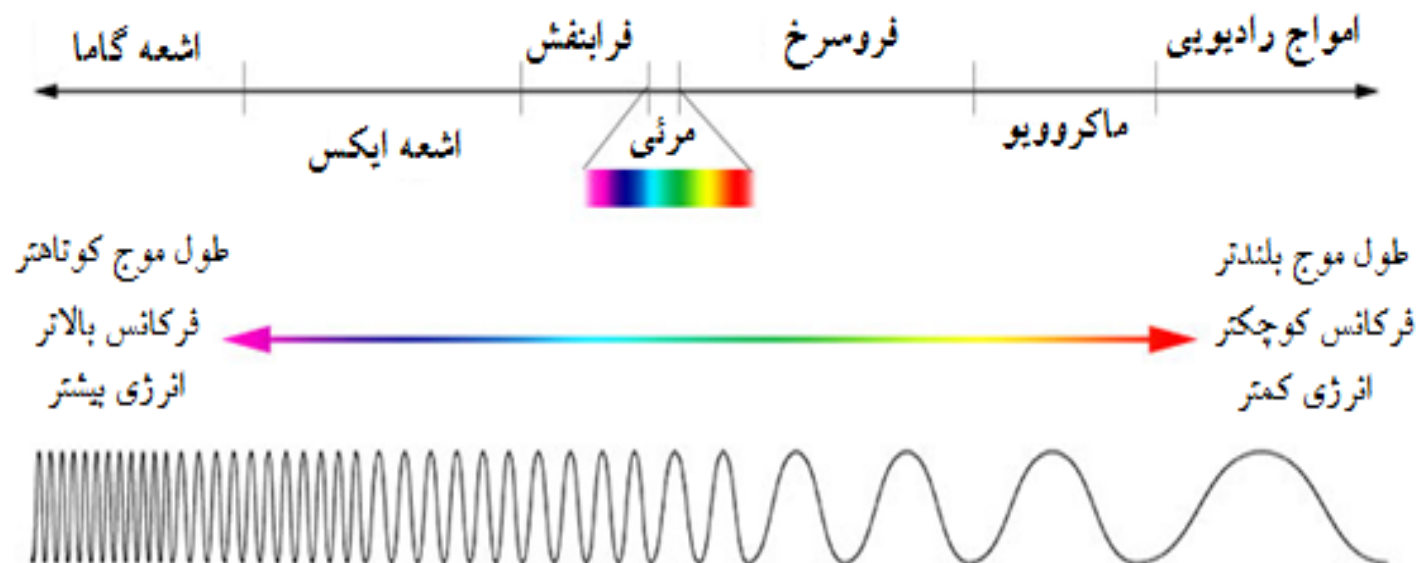


انستیتو پرتو پزشکی نوین

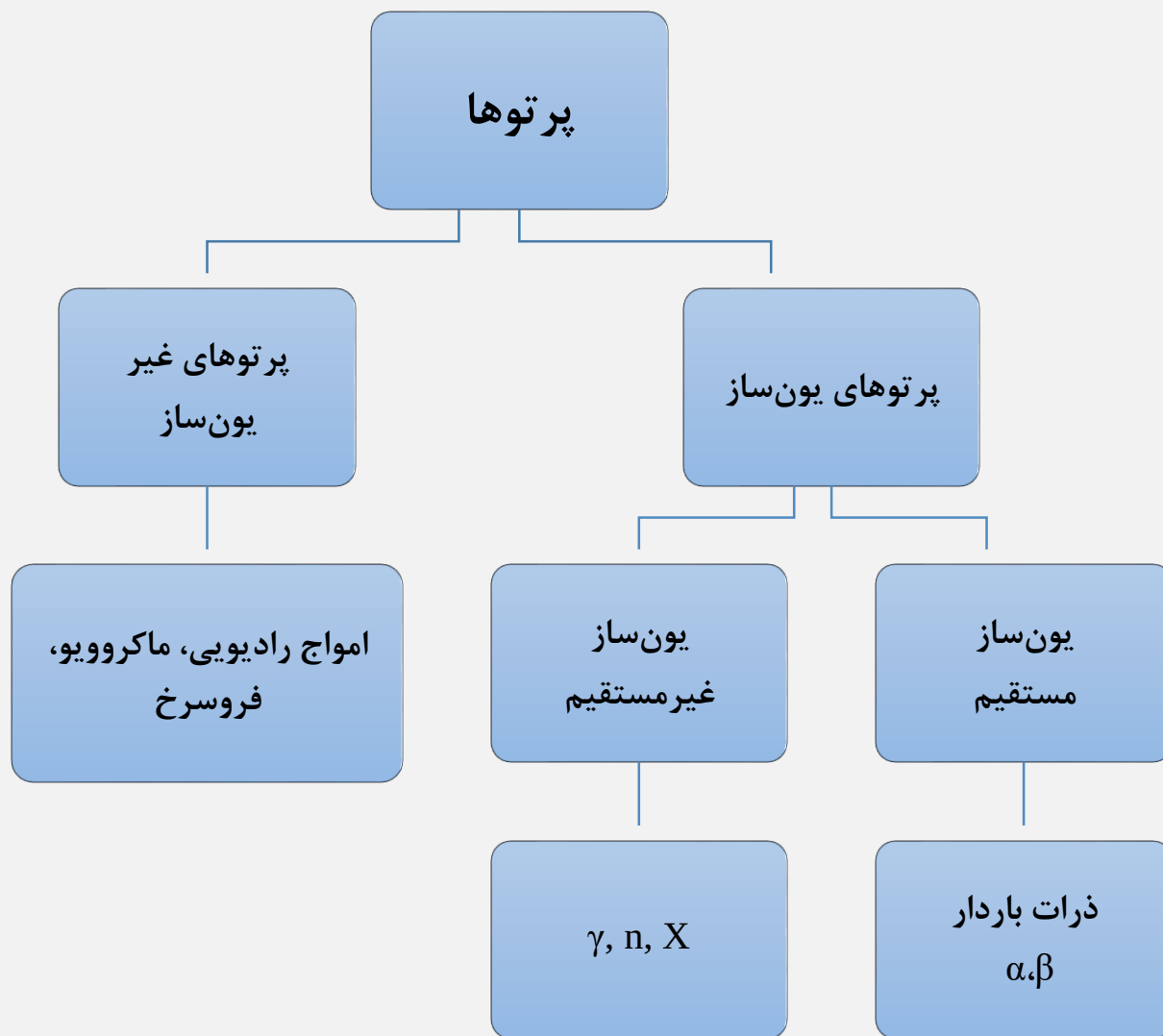
انواع پرتوها

پرتو الکترومغناطیسی:

انتشار میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی متغیر با زمان در فضا با سرعت نور است.



انواع پرتوها

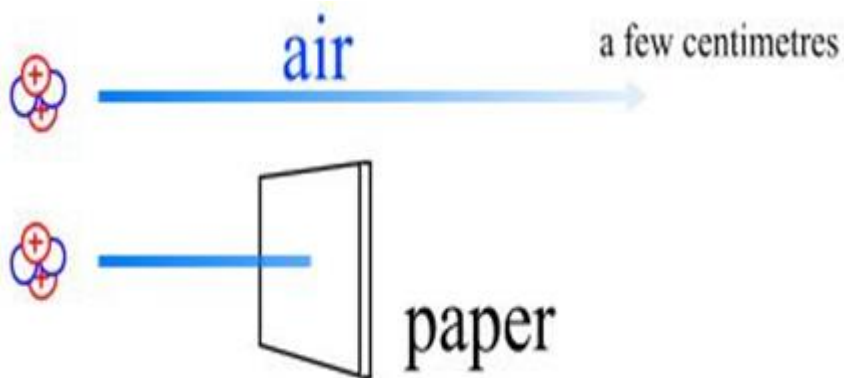


انواع پرتوها - ویژگی های پرتو آلفا

دامنه برد پرتو آلفا در هوا کوتاه است

در صورت برخورد با پوست یا کاغذ متوقف می شود

در صورت ورود به بدن خطرناک است



انواع پرتوها - ویژگی های پرتو بتا

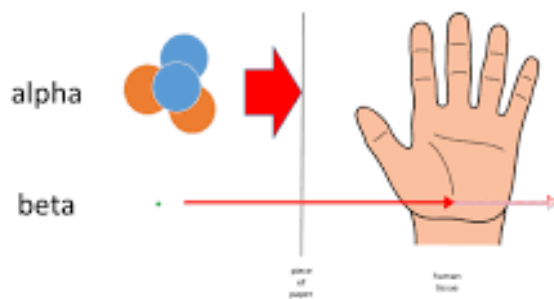
برد ذرات بتا در هوا حدود چند سانتی متر تا چند متر است

برد ذرات بتا از برد ذرات آلفا بیشتر می باشد.

پرتو بتا بیش از پرتو آلفا درون مواد یا بافت نفوذ می کند

در صورت برخورد با پلاستیک، شیشه و فلز متوقف می شود

Alpha vs Beta ionizing radiation



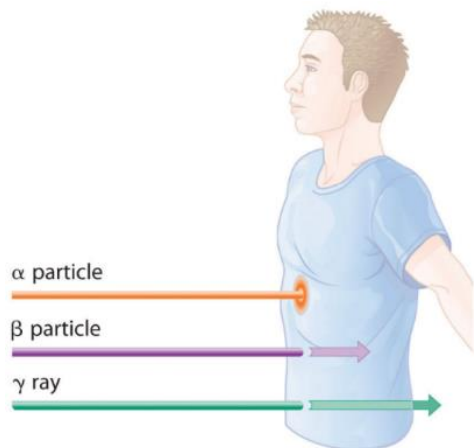
Alpha has 4,000-fold higher energy, but travels only a short distance and is blocked by a piece of paper (or skin)
Beta has lower energy, but can travel further [through paper/skin], stops with an inch or so of tissue [depending upon range]

انواع پرتوها - ویژگی های پرتو ایکس و گاما

از جنس امواج الکترو مغناطیسی هستند.

پرتو گاما و ایکس قدرت نفوذ پذیری بالایی دارد.

پرتو ایکس و گاما فقط از نظر منشاء تولید با هم متفاوت هستند.



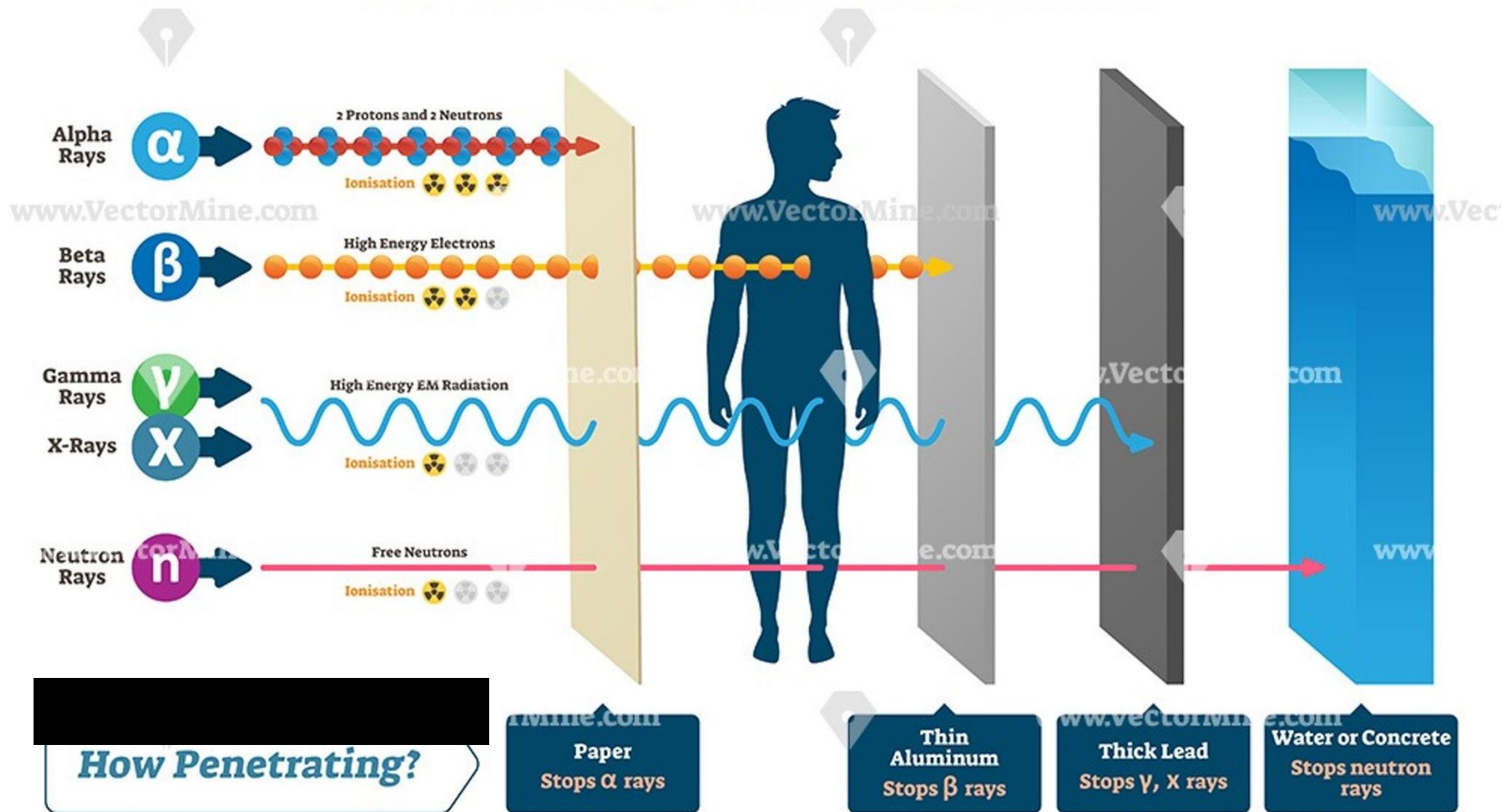
انواع پرتوها- ویژگی های پرتو های نوترون

از ذرات تشکیل دهنده هسته هستند.

بدون بار هستند.



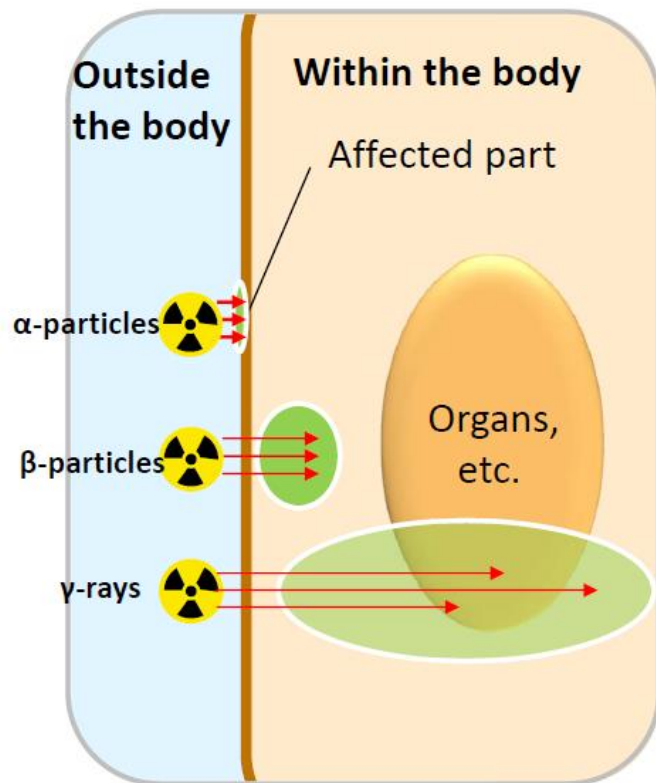
قدرت نفوذ پرتوها



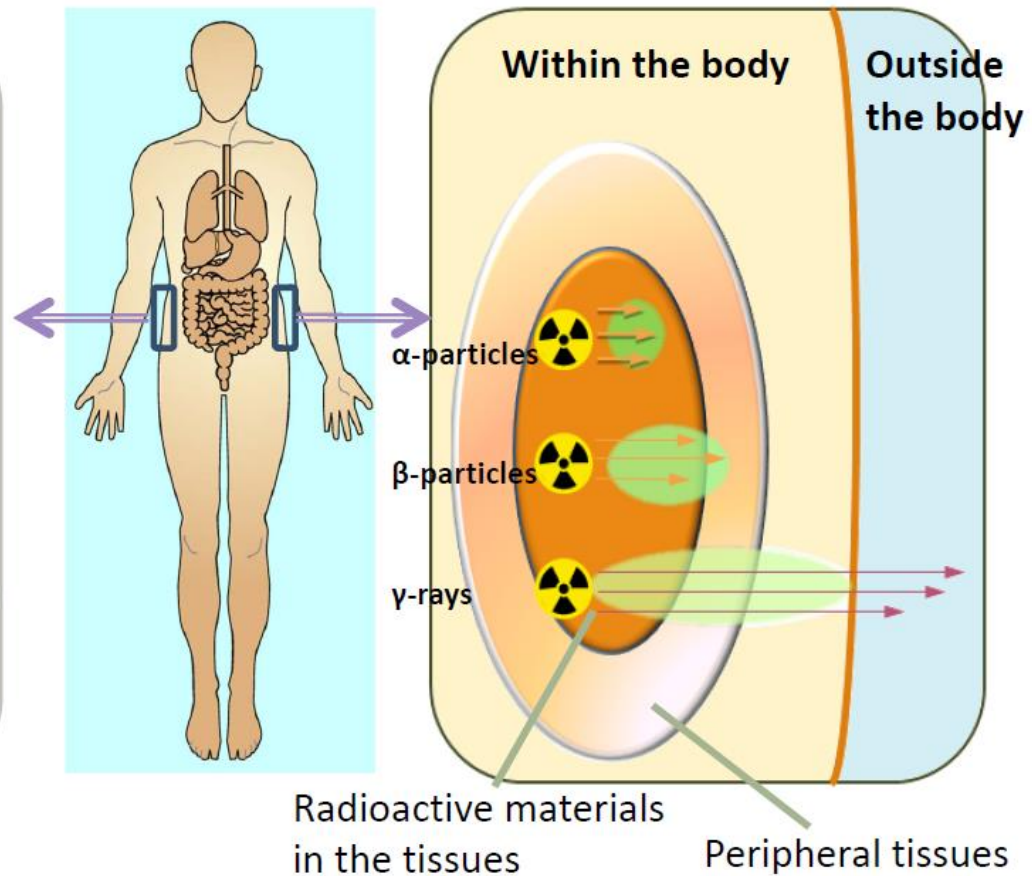


مقایسه اثرات پرتوها در پرتوگیری داخلی و خارجی

When radioactive materials are located outside the body



When radioactive materials are located within the body





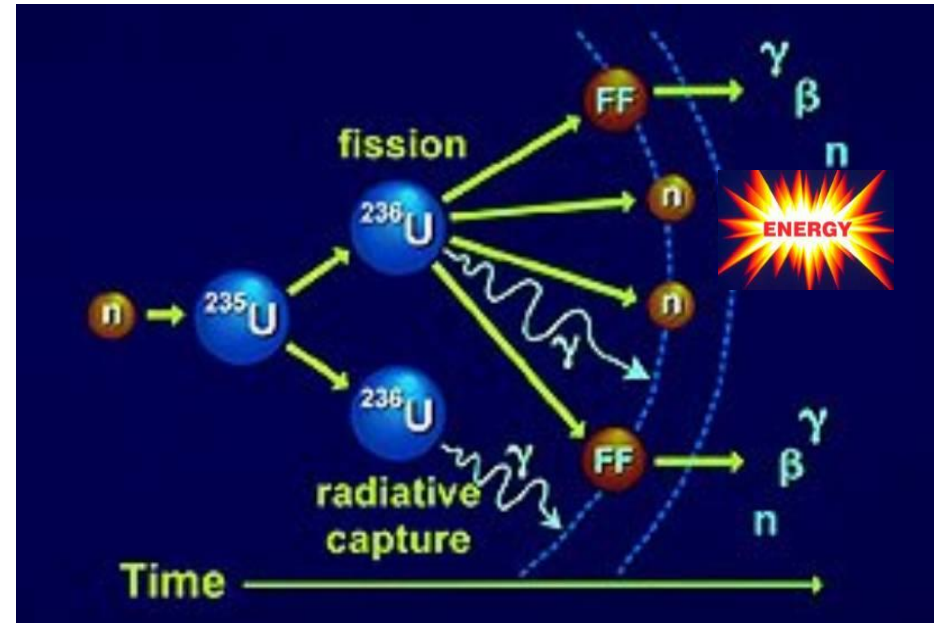
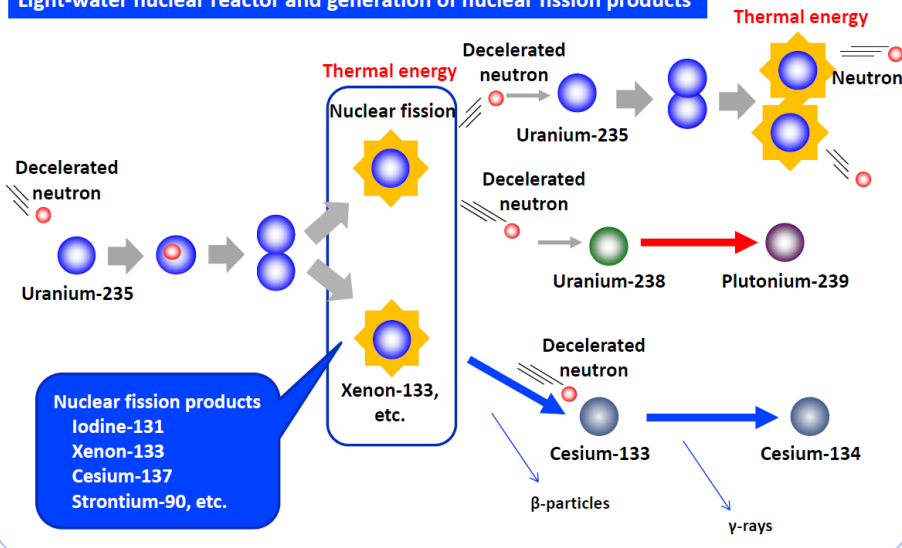
• مواد رادیواکتیو

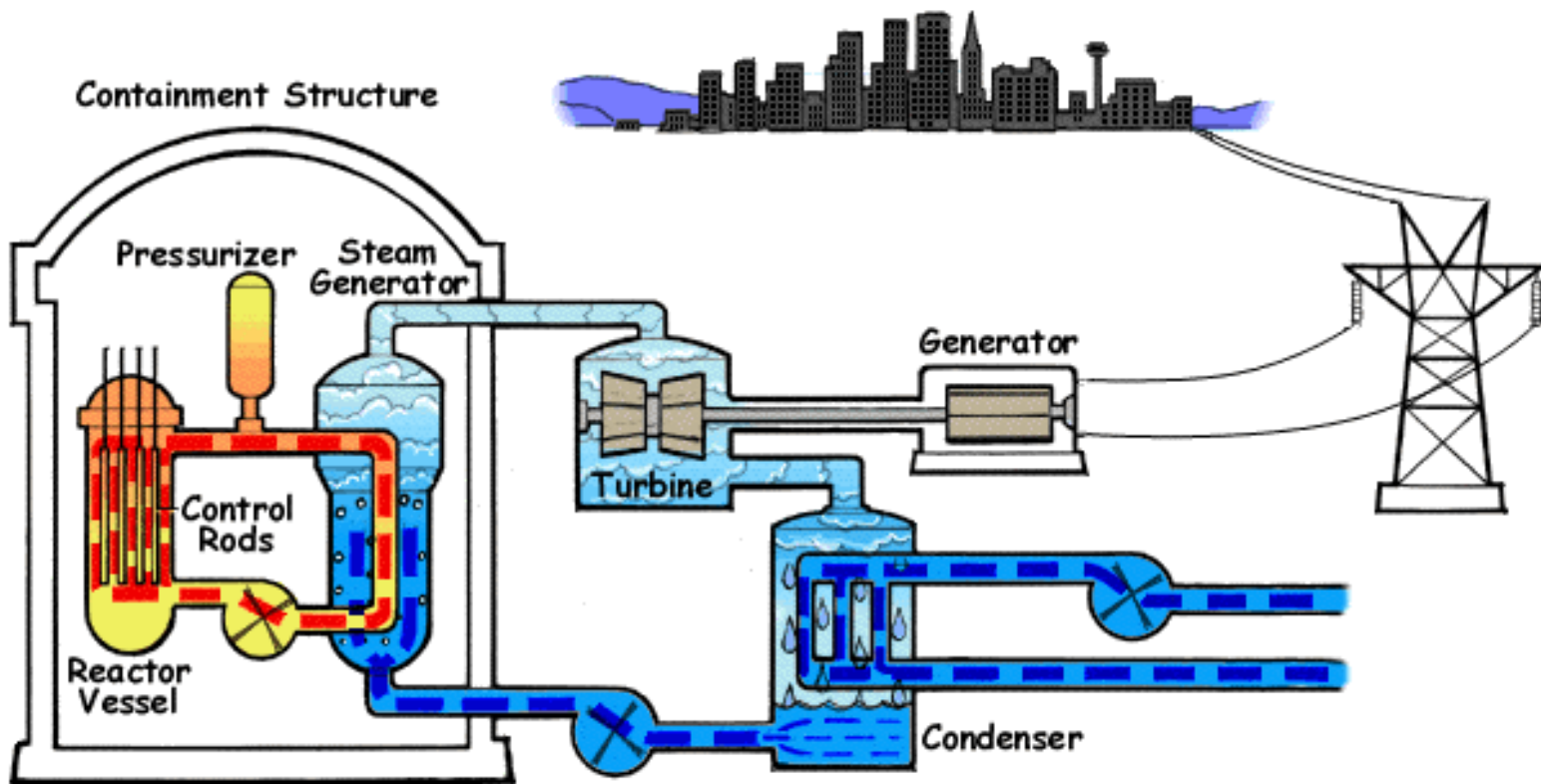


• مولد پرتو



Light-water nuclear reactor and generation of nuclear fission products





Pressurized Water Nuclear Reactor – PWR



پرتوزایی (اکتیویته)

نیمه عمر

پرتوگیری

دز

پرتوزایی

• تعداد هسته‌های واپاشیده در واحد زمان را اکتیویته یا پرتوزایی می‌نامند.

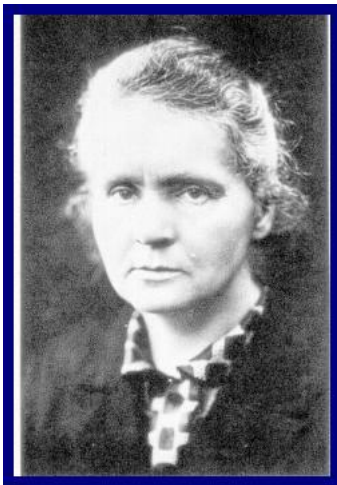
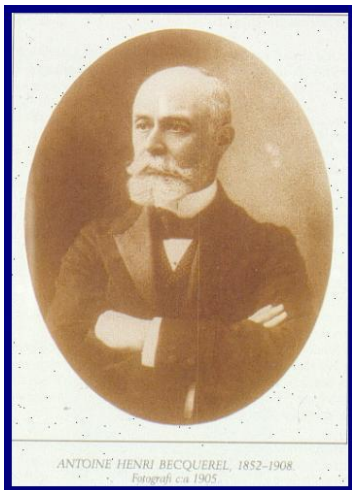
• واحد اصلی سنجش اکتیویته بکرل می‌باشد .

• یک بکرل عبارت است از احتمال واپاشی یک هسته در واحد زمان (ثانیه).

• کوری واحد بزرگتری برای سنجش اکتیویته می‌باشد.

• یک کوری حدود ۳۷ میلیارد برابر یک بکرل است.

• یک کوری برابر با اکتیویته یک گرم رادیم می‌باشد.

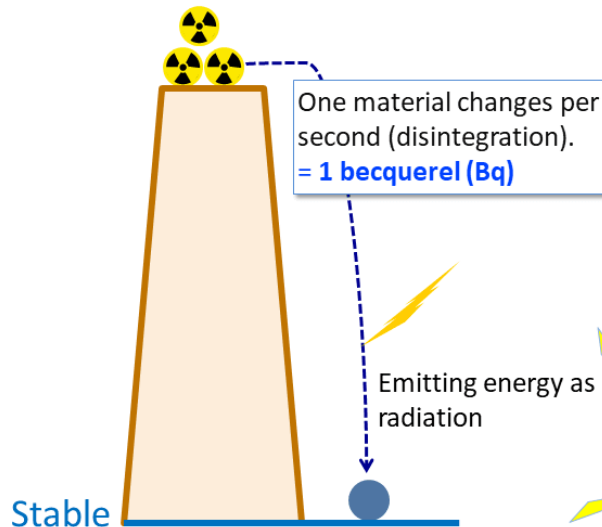


بکرل عموماً واحد بسیار کوچکی است بطوریکه:

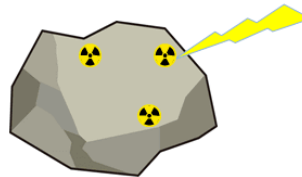
➤ حدود ۳۰۰۰ بکرل اکتیویته ناشی از منابع طبیعی پرتوزا در داخل بدن انسان وجود دارد.

➤ در معاینات پزشکی هسته‌ای اکتیویته رادیوداروهای مورد استفاده بین ۲۰ ۰۰۰ ۰۰۰ Bq تا ۱۰۰۰ ۰۰۰ ۰۰۰ Bq است.

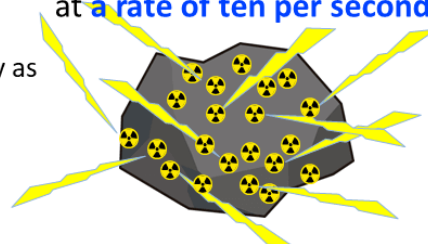
Radionuclides are in an unstable condition.



1 becquerel: Disintegrating at a rate of one per second



10 becquerel: Disintegrating at a rate of ten per second



- Lightbulb = Has the ability to emit light



- **Radioactive materials** = Have the ability to emit radiation (**radioactivity**)



Becquerel (Bq)

► Unit of radioactivity

Conversion factor

Sievert (Sv)

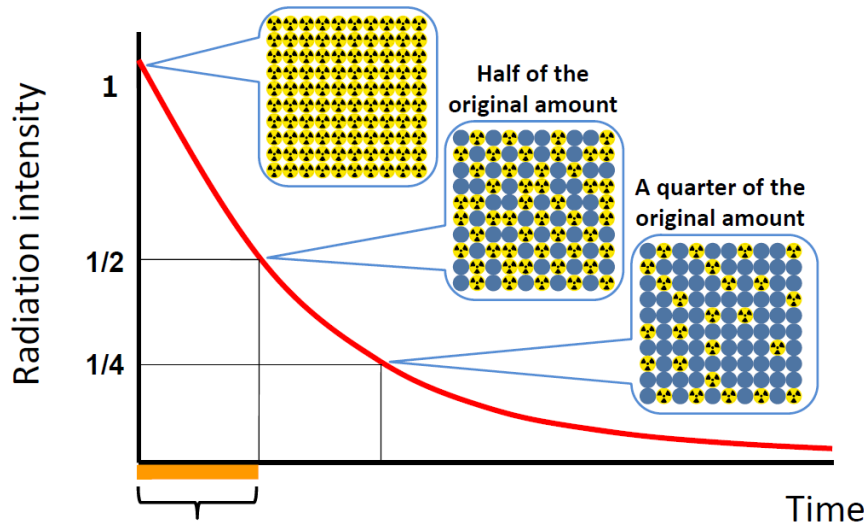
► Unit of radiation exposure dose that a person receives

*Sievert is associated with radiation effects.

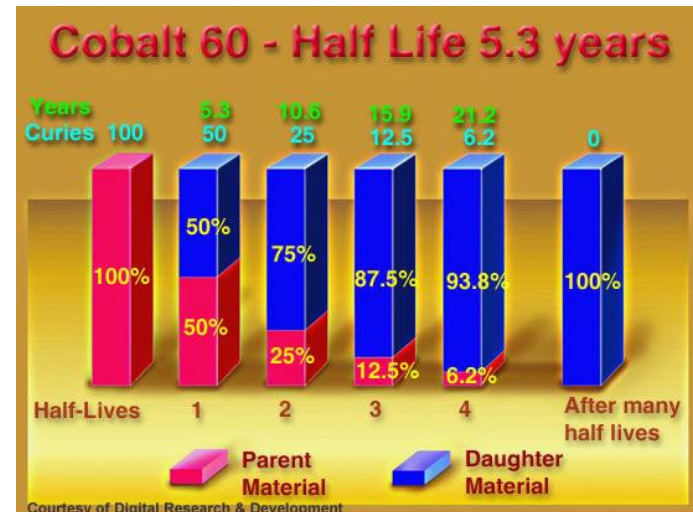


مدت زمانی که طول می کشد تا نیمی از اتم ها یا هسته های یک ایزوتوپ واپاشی نمایند.

در نیمه عمر بعدی، مجددا نصف اتم های باقیمانده واپاشی می کنند.

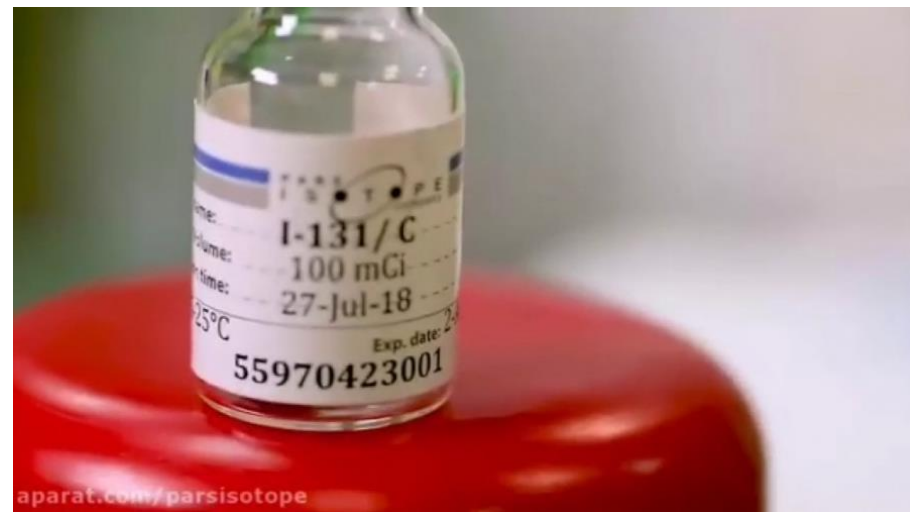
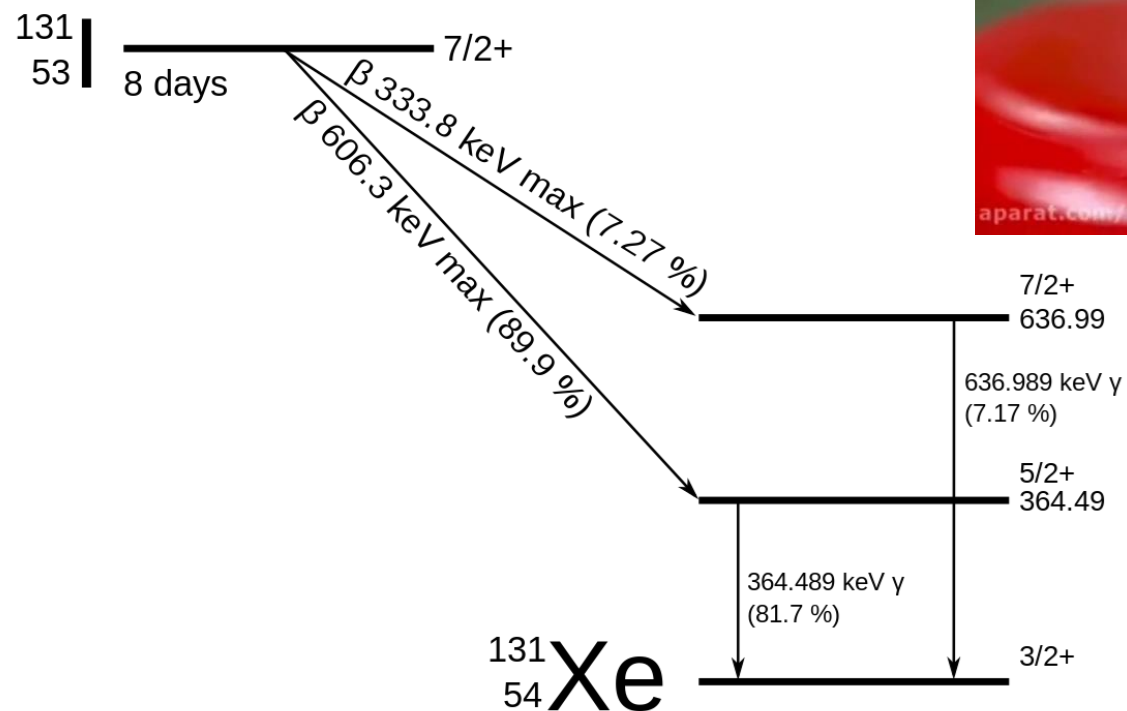


Time required for the amount of the radionuclides to reduce to half = (physical) half-life

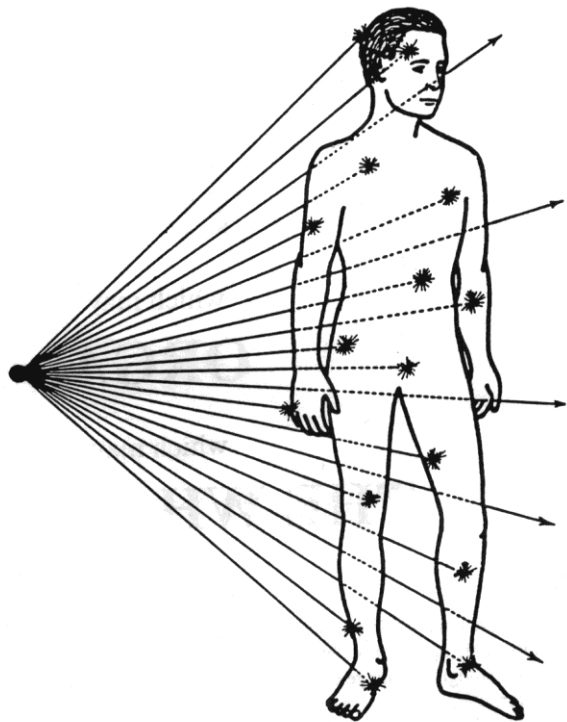




<u>Substance</u>	<u>Half Life</u>	<u>Emit</u>	<u>Use</u>
Americium 241	458 years	α, γ	Smoke Detectors
Cobalt 60	5.3 years	β, γ	Medical Therapy
Plutonium 238	86.4 years	α	Thermoelectric Gen.
Plutonium 239	24,400 yrs	α	Reactors and Weapons
Radium 226	1,602 yrs	α	Medical Therapy
Uranium 238	millions yrs	α, β, γ	Reactors and Weapons
Iridium 192	74 days	β, γ	Industrial Radiography
Iodine 131	8 days	β, γ	Medical Therapy



مفاهیم پرتوگیری و دز



پرتوگیری و دز در رابطه با برخورد تابش به بدن انسان معنی پیدا می کند.

به عبارتی پرتوگیری میزان اصابت تابش به انسان را نشان می دهد.

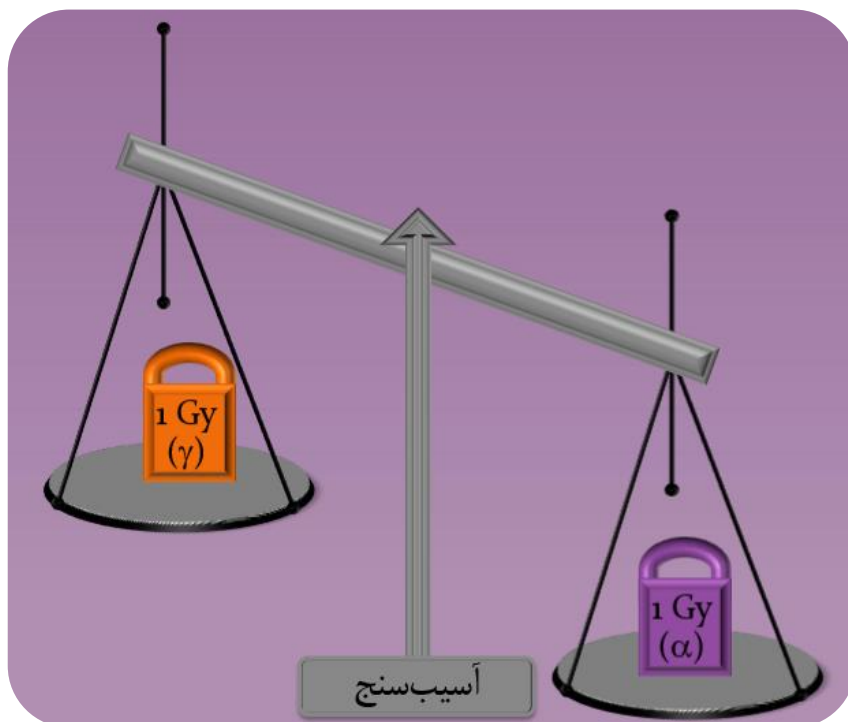
برخورد تابش با بدن می تواند منجر به انتقال انرژی به اجزاء بافت گردد.

انتقال انرژی می تواند باعث آسیب به سلول ها شود

رابطه آسیب با نوع پرتو

$\neq 1 \text{ Gy (گاما/ایکس)}$ $\neq 1 \text{ Gy (آلفا)}$ $\neq 1 \text{ Gy (بتا)}$
 1 Gy (نوترون)

مثلاً یون سازی یک گری دز جذبی آلفا از یون سازی یک گری دز جذبی گاما بیش تر است.



تعاریف دز

دز جذبی:

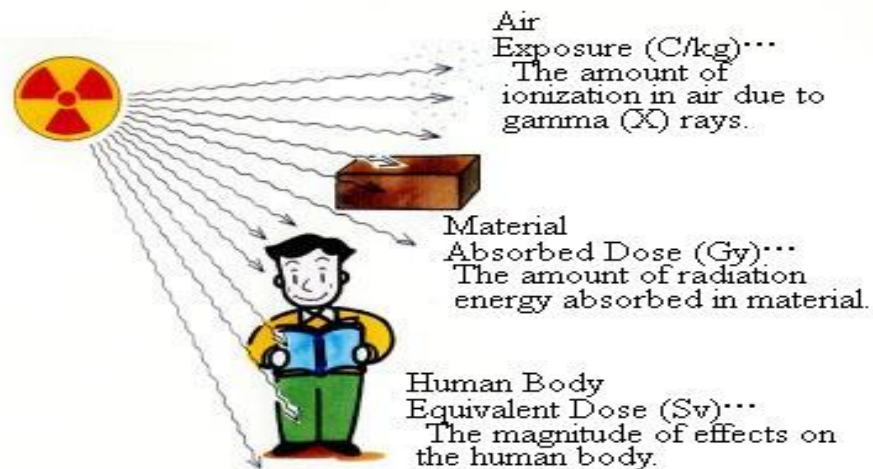
دز جذبی که با (D) نشان داده می شود کمیتی است که انرژی جذب شده از کلیه پرتوها در واحد جرم هر ماده را اندازه گیری می کند.

دز معادل:

میزان اثر بیولوژیک پرتو در یک بافت معین با کمیت دز معادل بیان می شود.

دز مؤثر:

حساسیت به تابش بافت ها و اندام های مختلف باهم فرق دارد؛ پس اگر کل بدن در معرض تابش قرار گیرد، آسیبی که به اندام های مختلف می رسد یکسان نخواهد بود.



ضرایب توزین بافتی

w_T	بافت یا اندام	w_T	بافت یا اندام
۰/۰۵	کبد	۰/۲	غدد تناسلی
۰/۰۵	مری	۰/۱۲	مغز استخوان
۰/۰۵	تیروئید	۰/۱۲	کولن
۰/۰۱	پوست	۰/۱۲	ریه
۰/۰۱	سطح استخوان	۰/۱۲	معدہ
۰/۰۵	بقیه‌ی اعضا	۰/۰۵	مثانه
		۰/۰۵	پستان



Equivalent dose (Sv) = Radiation weighting factor w_R $\times$ Absorbed dose (Gy)

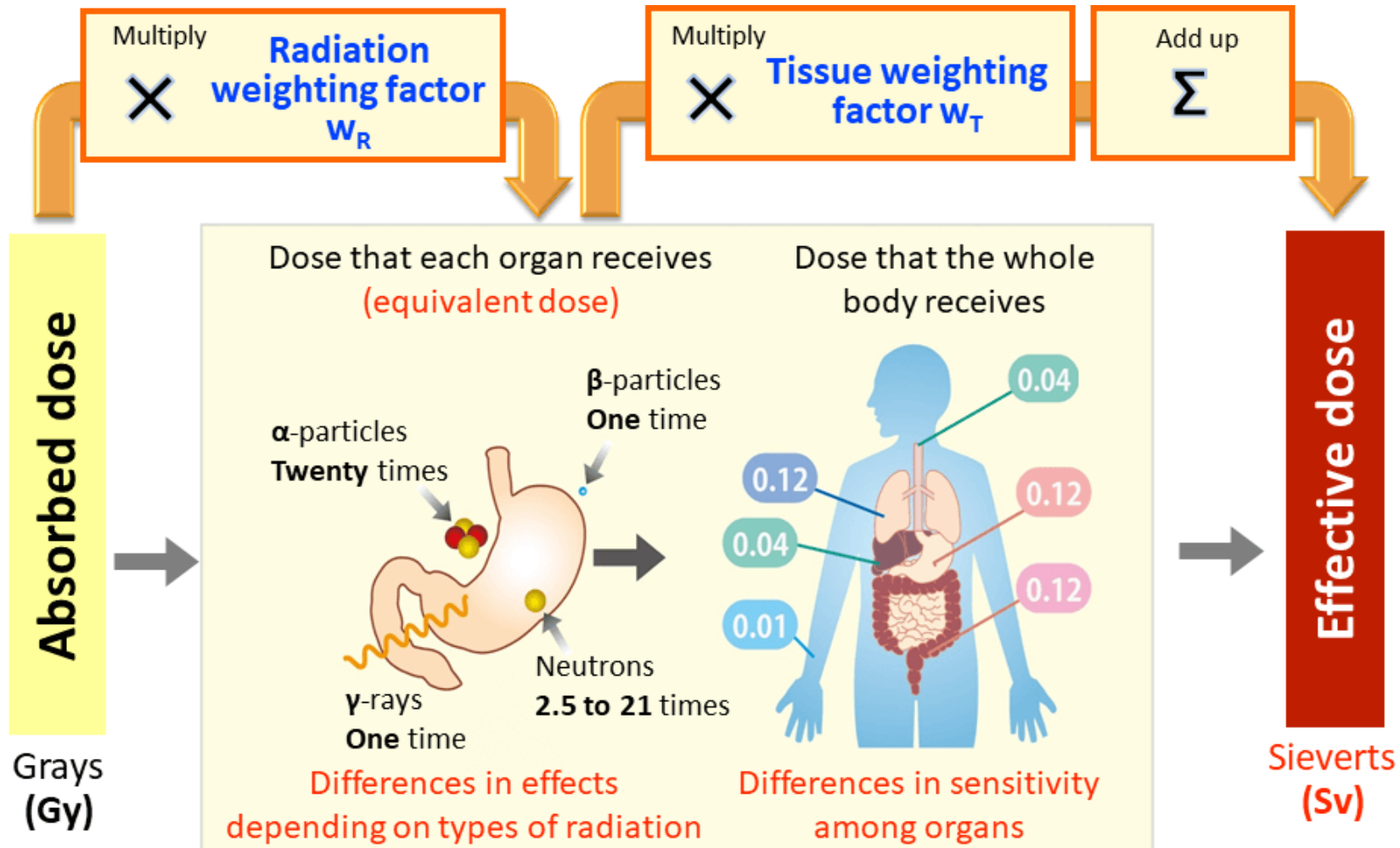
Type of radiation	Tissue weighting factor w_R
γ -rays, X-rays, β -particles	1
Proton beams	2
α -particles, heavy ions	20
Neutron beams	2.5~21

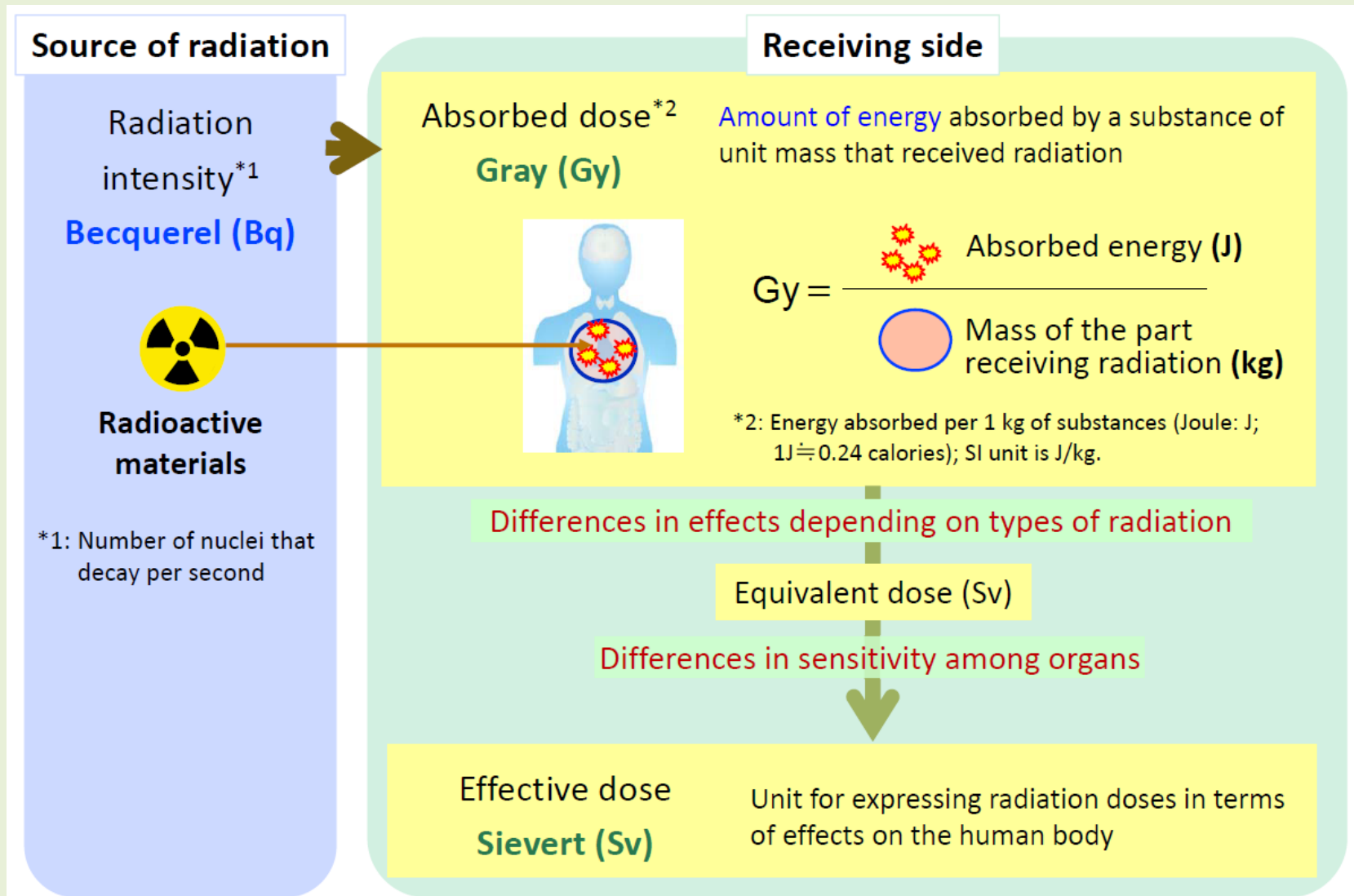
Effective dose (Sv) = Σ (Tissue weighting factor w_T $\times$ Equivalent dose)

Tissue	Tissue weighting factor w_T
Red bone marrow, colon, lungs, stomach, breasts	0.12
Gonad	0.08
Bladder, esophagus, liver, thyroid	0.04
Bone surface, brain, salivary gland, skin	0.01
Total of the remaining tissues	0.12

Sv: sieverts; Gy: grays

Source: 2007 Recommendations of the ICRP





یكاهای اندازه گیری

Created with Sparko | VideoScribe | www.sparko.com

RADIATION UNITS



UNIT OF RADIATION EXPOSURE

ROENTGEN

AMOUNT OF RADIATION REQUIRED TO
LIBERATE 0.0001 CULOMB PER
KG OF AIR AT SEA LEVEL & 15°C



RADIATION ABSORBED DOSE

AMOUNT OF RADIATION REQUIRED TO
LIBERATE 0.0001 CULOMB PER
KG OF AIR AT SEA LEVEL & 15°C

RAD

GRAY (SI UNIT)

1 Gray = 100 rad



EQUIVALENT DOSE

WILL TAKE QUALITY FACTOR

REPRESENTS BIOLOGICAL IMPACT OF
RADIATION TYPES OF IRRADIATION

Rad X Quality Factor = Rem

Gray X Quality Factor = Sievert

alpha, gamma, x-rays, beta, neutrons, protons, etc.



EFFECTIVE DOSE

ASSUMES PROPORTIONAL RISK OF STOCHASTIC
EFFECT TO INDIVIDUAL TISSUES/ORGANS
COMPARED TO WHOLE BODY RADIATION

Conversion from rad to Gray: 1 rad = 0.01 Gy

DOSE

**CONVENTIONAL
UNITS**

SI UNITS

**EXPOSURE
DOSE**

ROENTGEN

COULOMB/KG

**RADIATION
ABSORBED
DOSE**

RAD

GRAY

**EQUIVALENT
DOSE**

REM

SIEVERT

**EFFECTIVE
DOSE**

—

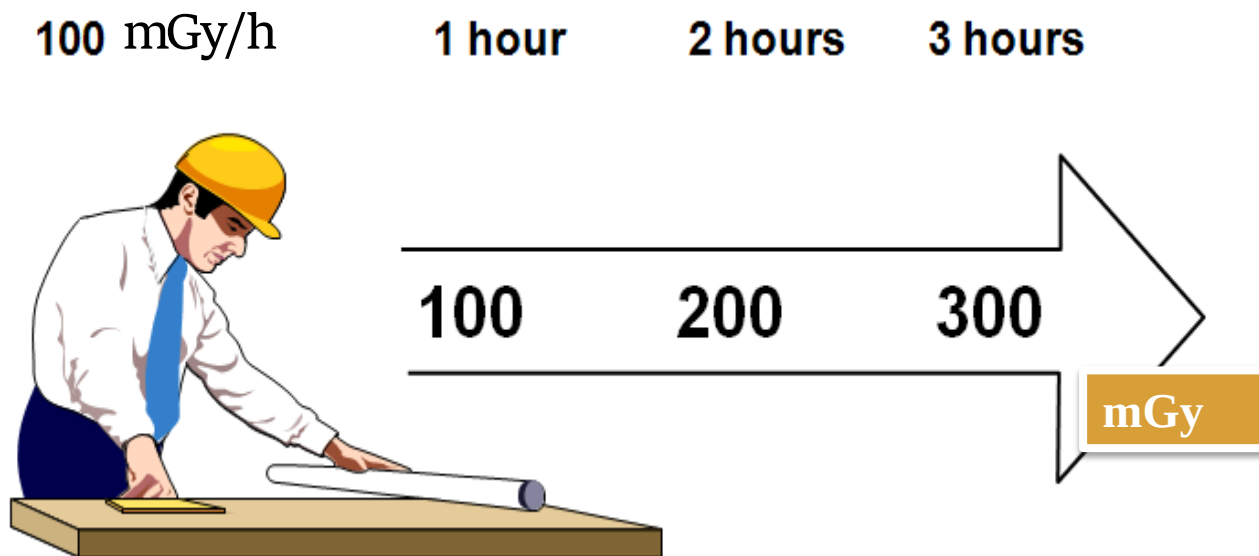
SIEVERT

$$1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad} \Rightarrow 1 \text{ rad} = 10^{-2} \text{ Gy}$$

$$1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem} \Rightarrow 1 \text{ rem} = 10^{-2} \text{ Sv}$$

آهنگ دز

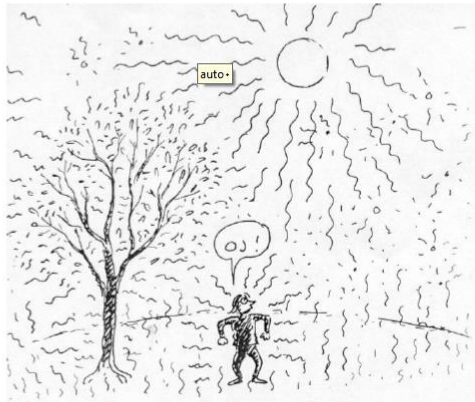
میزان دز در واحد زمان را آهنگ دز می نامند و واحد آن $\mu\text{Sv/h}$ ، Sv/h ، Gy/min ، Gy/h یا Gy/s می باشد.



پرتوگیری طبیعی

متوسط پرتوگیری سالیانه از منابع طبیعی
($2.4 \text{ mSv}\cdot\text{y}^{-1}$)

کیهان:
($0.4 \text{ mSv}\cdot\text{y}$)

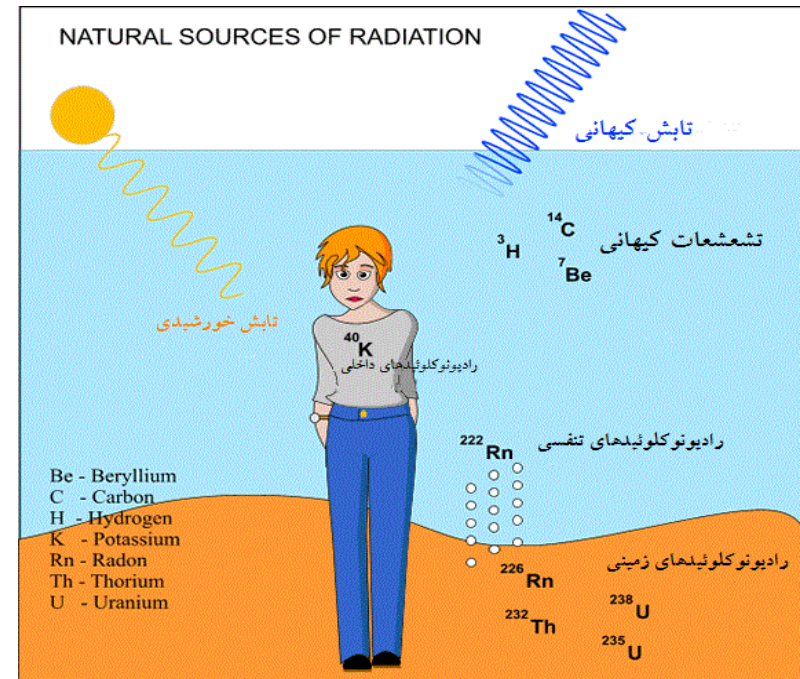


پوسته زمین: ($0.5 \text{ mSv}\cdot\text{y}^{-1}$)

پرتوگیری داخلی:

• استنشاق: ($1.2 \text{ mSv}\cdot\text{y}$)

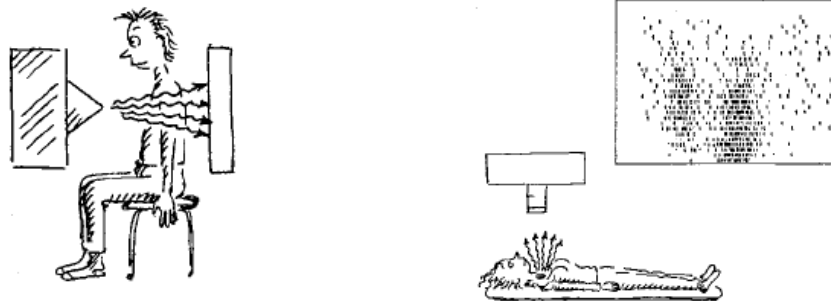
• خوردن: ($0.3 \text{ mSv}\cdot\text{y}$)





منابع مصنوعی پرتو

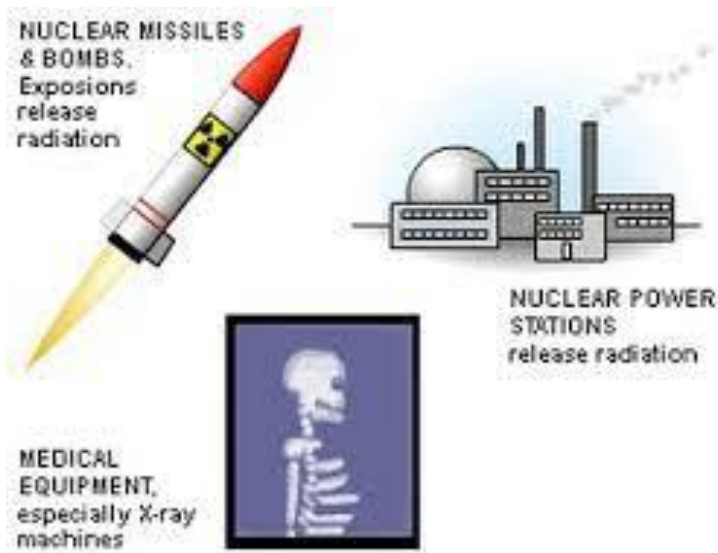
منابع مورد استفاده در پزشکی



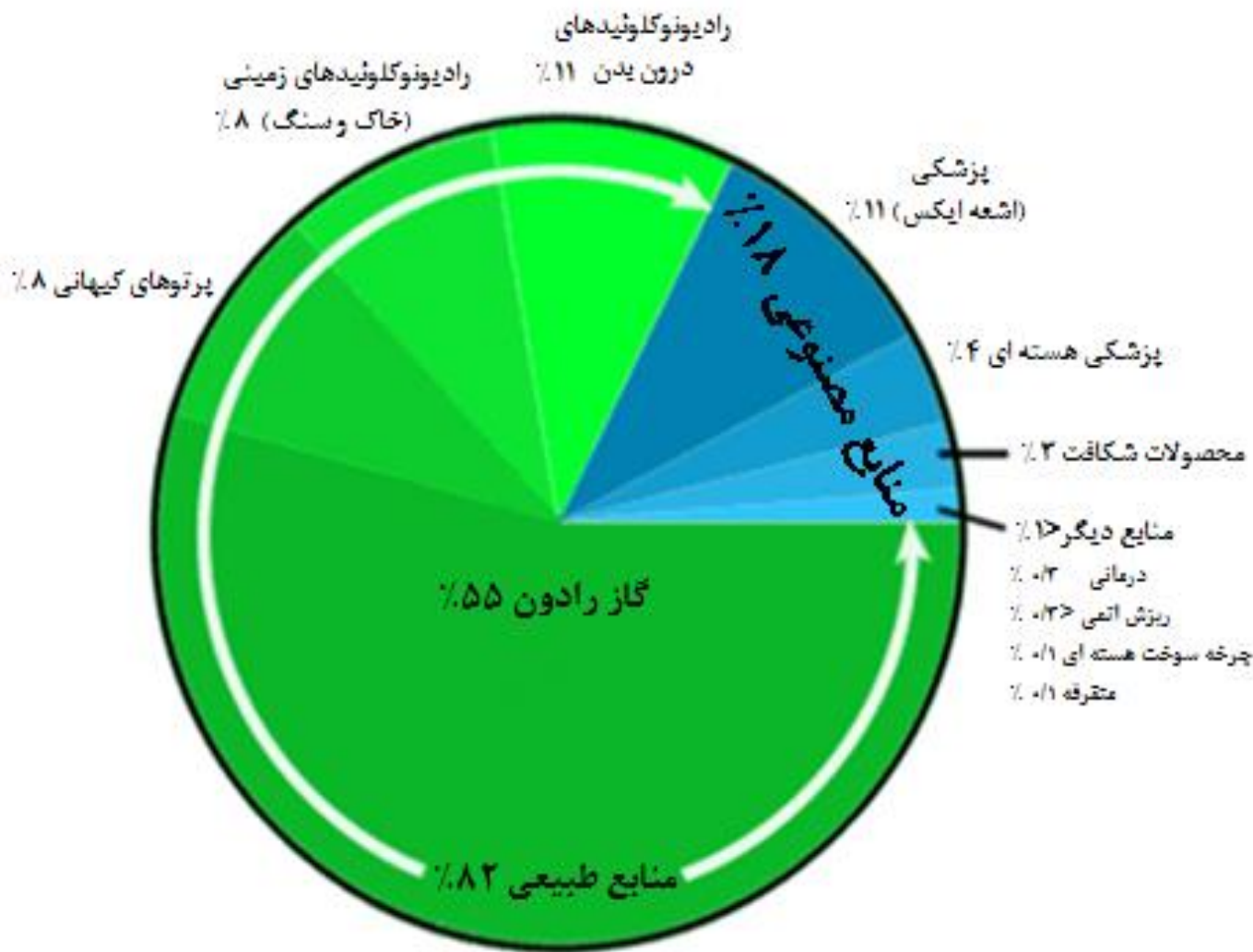
متوسط پرتوگیری سالیانه
(0.4 mSv y^{-1})



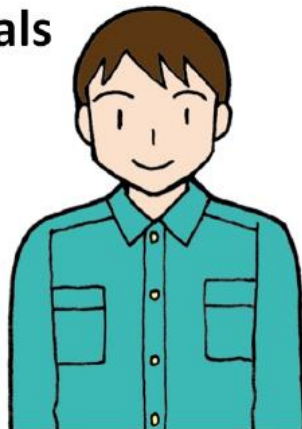
- ✓ مولدهای اشعه ایکس و شتابدهنده‌های ذرات
- ✓ پزشکی هسته‌ای (رادیو داروها)
- ✓ محصولات شکافت تولید شده در سوخت مصرف شده راکتورها
- ✓ ریزش اتمی
- ✓ چرخه سوخت هسته‌ای



سهم منابع مختلف در پرتوگیری مردم عادی



Radioactive materials in the body



When body weight is 60kg

Potassium-40	※ 1	4,000Bq
Carbon-14	※ 2	2,500Bq
Rubidium-87	※ 1	500Bq
Tritium	※ 2	100Bq
Lead and polonium	※ 3	20Bq

- ※ 1 Nuclides originating from the Earth
- ※ 2 Nuclides derived from N-14 originating from cosmic rays
- ※ 3 Nuclides of the uranium series originating from the Earth

Radioactivity concentrations (Potassium-40) in foods



Rice: 30; Milk: 50; Beef: 100; Fish: 100; Dry milk: 200; Spinach: 200;
Potato chips: 400; Green tea: 600; Dried shiitake: 700; Dried kelp: 2,000 (Bq/kg)

Bq: becquerels Bq/kg: becquerels/kilogram

حد دز پرتوگیری شغلی

میانگین دز موثر در ۵ سال متوالی 20 mSv/y

دز موثر سالیانه 50 mSv/y

دز معادل در عدسی چشم 150 mSv/y

دز معادل در دست، پا و پوست 500 mSv/y

حد دز پرتوگیری مردم

▶ دز موثر سالیانه 1 mSv/y

▶ دز موثر تا 5 mSv در یکسال می تواند قابل قبول باشد مشروط بر اینکه میانگین پرتوگیری سالیانه از 1 mSv/y تجاوز نکند.

▶ دز معادل در عدسی چشم 15 mSv/y

▶ دز معادل در دست، پا و پوست 50 mSv/y

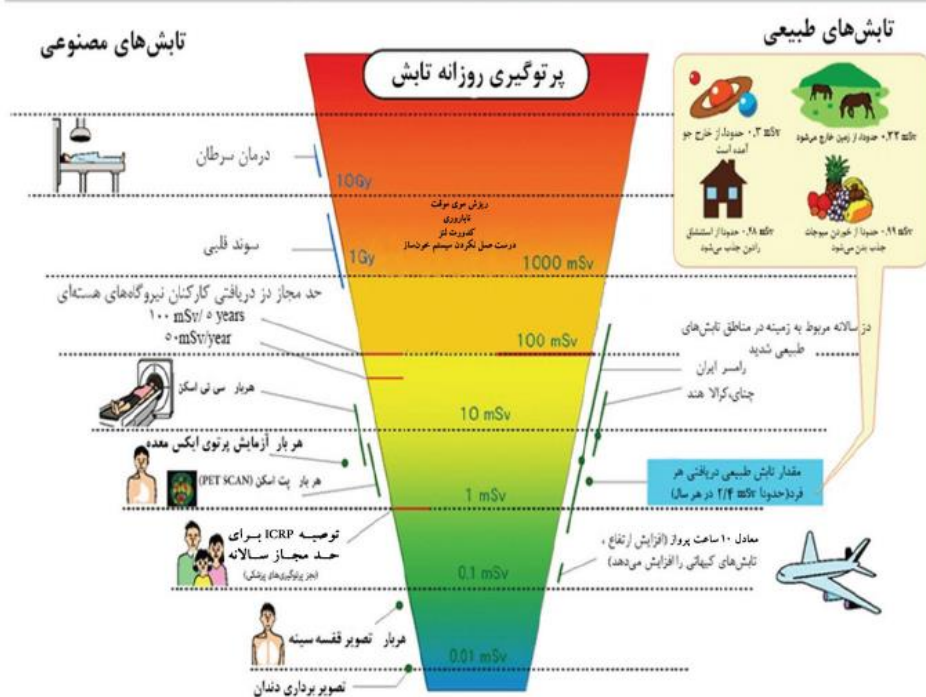
حدود و آستانه‌های دز در شرایط اضطراری

اقدامات	دز موثر mSv
عملیات نجات از مرگ	<500
پیشگیری از بروز آسیب‌های جدی جلوگیری از پرتوگیری جمعی جلوگیری از وقوع فاجعه	<100
عملیات بازیابی کوتاه مدت (تعمیر و نگهداری قسمت‌های دیگر سایت) اعمال اقدامات حفاظتی فوری مانیتورینگ و نمونه‌برداری	<50
عملیات بازیابی بلند مدت (رفع آلودگی) اقداماتی که مستقیماً با سانحه مرتبط نباشد	در حد پرتوگیری شغلی

مقایسه مقادیر دز



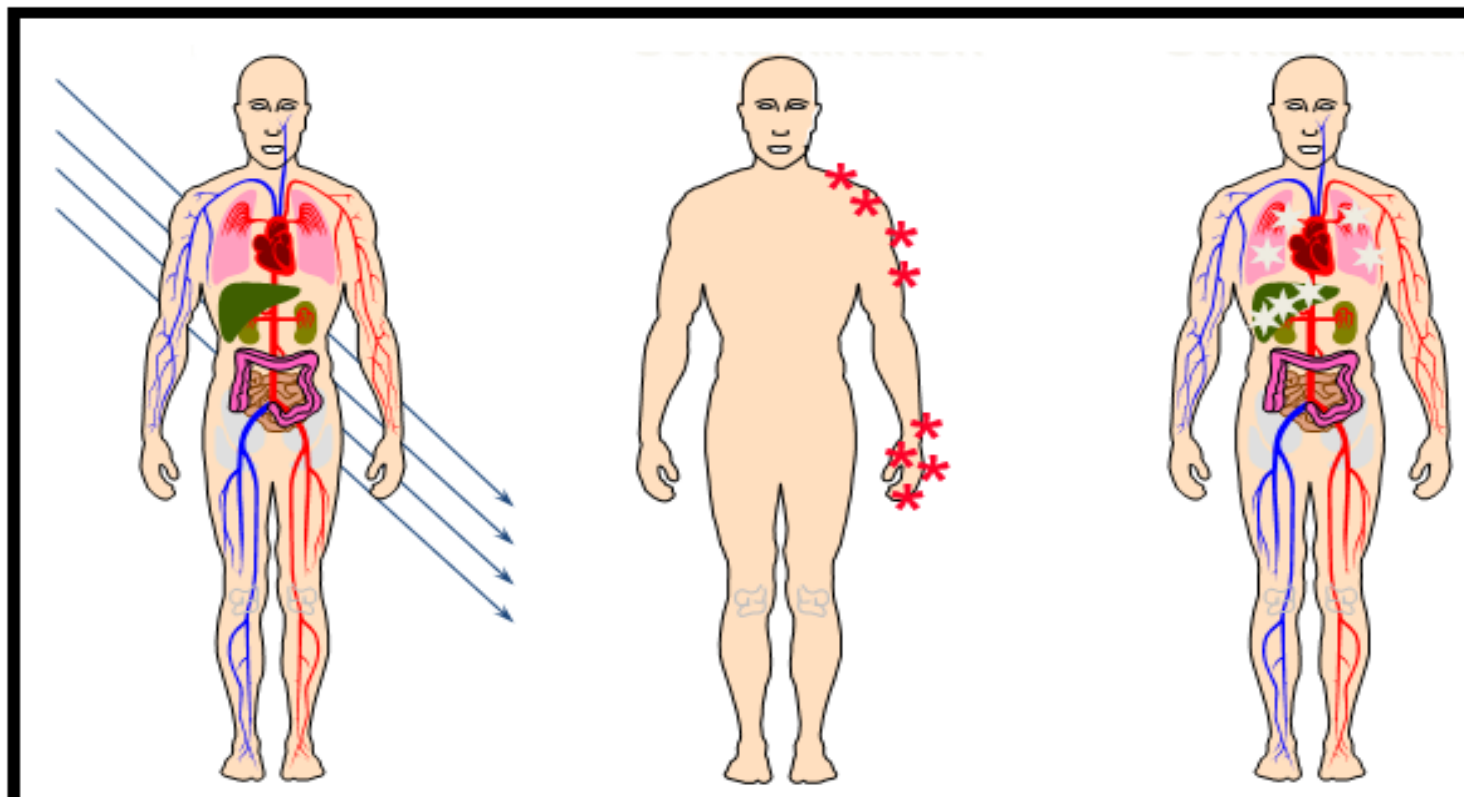
مقایسه دزهای پرتوگیری







سوال



دوره آموزشی سطح یک پاسخ پزشکی به حوادث پرتوی

مجموعه حاضر - دوره سطح ۱ پاسخ پزشکی به حوادث پرتوی - که بخشی از آموزش های لازم برای کارکنان پزشکی فوریت های پرتوی است، به سفارش قرارگاه پدافند پرتوی سازمان پدافند غیر عامل کشور و توسط انستیتو پرتو پزشکی نوین با بهره گیری از منابع علمی آژانس بین المللی انرژی اتمی تهیه و ارائه شده است.



سازمان پدافند غیر عامل
قرارگاه پدافند پرتوی کشور



انستیتو پرتو پزشکی نوین

دوره آموزشی سطح یک پاسخ پزشکی به حوادث پرتوی

دوره سطح ۱ پاسخ پزشکی به حوادث پرتوی

۱ - تاریخچه و معرفی حوادث پرتوی

۲ - اصول و مفاهیم فیزیک پرتوی

۳ - دزیمتری و آلودگی سنجی فیزیکی

۴ - اثرات زیست شناختی پرتوهای یونساز

۵ - اصول حفاظت فردی

۶ - اصول برنامه ریزی و آمادگی پاسخ پزشکی

۷ - آلودگی خارجی و رفع آلودگی خارجی

۸ - آلودگی داخلی

۹ - سندرم حاد پرتوی

۱۰ - دزیمتری بیولوژیک

۱۱ - آسیب های موضعی ناشی از پرتو

۱۲ - آسیب های پرتوی مرکب

۱۳ - آثار روانشناختی فوریت های پرتوی

۱۴ - آثار روانی - اجتماعی در فوریت های پرتوی

۱۵ - مدیریت پاسخ پزشکی پیش بیمارستانی

۱۶ - مدیریت پاسخ پزشکی بیمارستانی

۱۷ - درس های آموخته شده از حوادث پرتوی

با تشکر