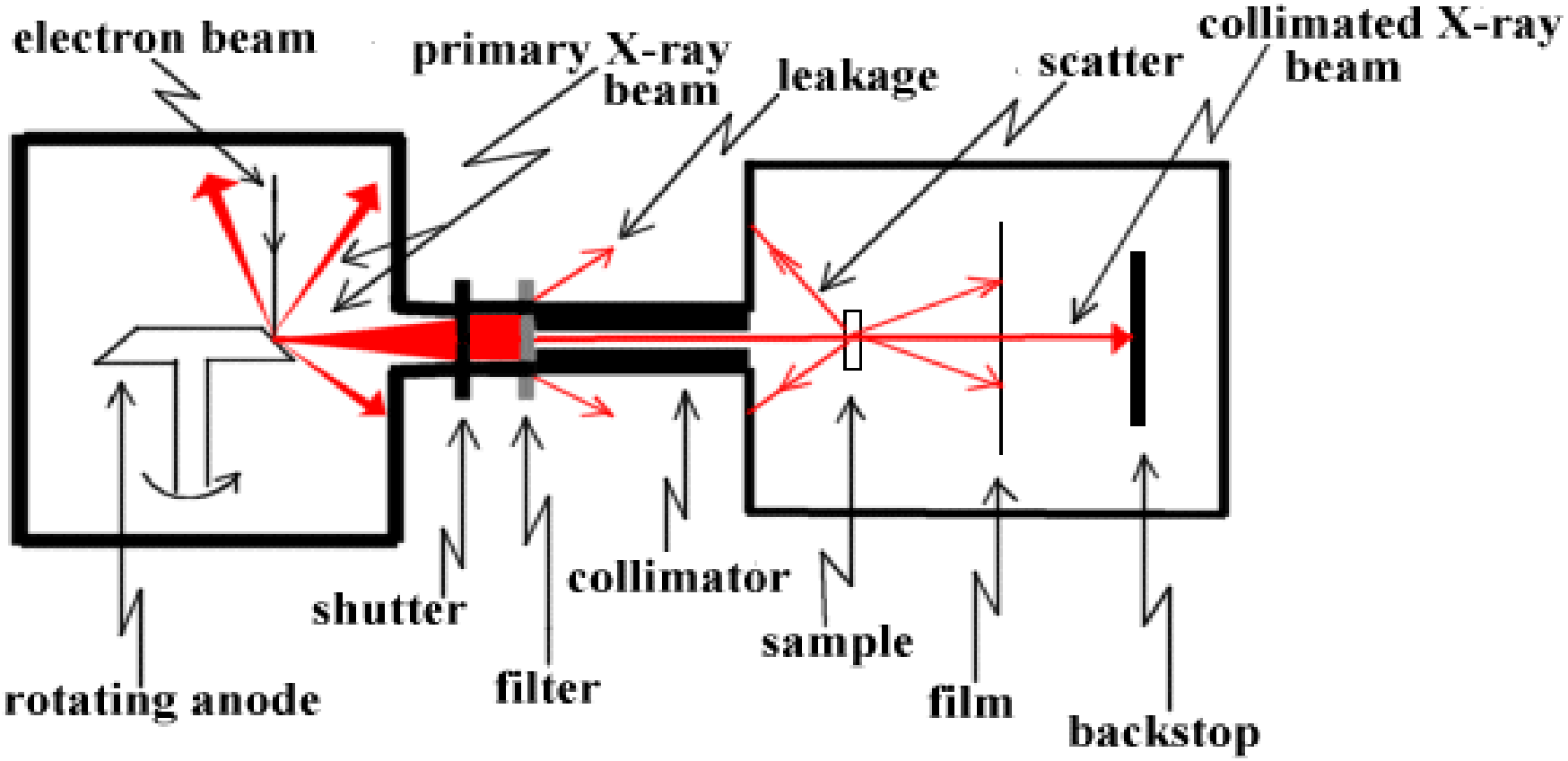
X-ray Leakage and Scatter



X-ray interaction with matter

1. Coherent Scattering
2. Photoelectric Effect
3. Compton Scattering
4. Pair Production
5. Photodisintegration .

Coherent Scattering (الاستيك)

- در این نوع برخورد ، مسیر تشعشع عوض می شود ولی طول موج و انرژی تغییر نمی کند.
- دو نوع برخورد الاستیک وجود دارد:

Thomson

برخورد با یک الکترون صورت می پذیرد.

Raleigh

برخورد با همه الکترونهای یک اتم صورت می پذیرد

Photoelectric Effect :

- در این نوع برخورد، اغلب انرژی فوتون صرف جدا کردن الکترون، از لایه ها شده و بقیه انرژی بصورت انرژی جنبشی الکترون آزاد شده بکار می رود تا الکترون به خارج پرتاب شود.

- برخود فتوالکترویک دارای سه محصول می باشد:
- 1- Negative ion(فتوالکترون)
- 2- Positive ion(اتم بدون الکترون)
- ۳- Charactristic Radiation (X-ray)

Photoelectric Effect :

- (این نوع برخورد متناسب با عدد اتمی و انرزی می باشد).
- بهمین دلیل بیشترین احتمال فتوالکتریک در لایه K اتفاق می افتد.
- همچنین بیشترین احتمال فتوالکتریک زمانی است که انرژی فوتون مساوی یا کمی بزرگتر از انرژی اتصال لایه باشد
- و با افزایش انرژی احتمالش کاهش می یابد

$$\frac{z^3}{E^3} = \frac{z^3}{(hf)^3}$$

$$\frac{z^3}{E^3} = \frac{z^3}{(hf)^3}$$

Photoelectric Effect

- از نقطه نظر کیفیت تصویر، تشعشع فتوالکتریک ارجح است زیرا :
- ۱- اسکتر ندارد و کنتراست طبیعی بافت تشدید می شود.
- ۲- چون با توان ۳ عدد اتمی بستگی دارد ، کنتراست حاصل از ضریب جذب بافتهائی که ترکیبات و عناصر مختلف دارند زیاد است.

- از نقطه نظر تشعشع بیمار، فتوالکتریک مناسب نیست زیرا اکثر تشعشع جذب بدن می شود و جهت رفع این مشکل بهتر است انرژی فوتون (kvp) بالا استفاده کرد .

Compton Scattering

- در این نوع برخورد، بخشی از انرژی فوتون بصورت اسکتر پراکنده می شود وبخشی دیگر بصورت انرژی جنبشی تبدیل می شود.

- احتمال این برخورد با افزایش انرژی کاهش می یابد (در حد انرژی تشخیصی) و با عدد اتمی رابطه مشخصی ندارد بلکه با چگالی و با تعداد الکترونها در واحد جرم بستگی مستقیم دارد.

$$\mu \propto \frac{1}{E}$$

Pair Production

- فوتون های پر انرژی (بالاتر از**1.02 Mev**) که به نزدیک هسته برخورد می کنند یک جفت ذره یا الکترون باردار بنام نگاترون **Negatron** و پوزیترون **Positron** ایجاد می کنند.
- پوزیترون وقتی متوقف شد و با الکترون برخورد کرده و حاصل آن دو فوتون **Mev** ۰/۵۱۱ در جهت عکس می باشد.

(Linear Attenuation-Coefficient)
ضریب کاهش خطی

- ضریب کاهش خطی (μ) به معنی احتمال کاهش فوتون در یک سانتی متر ضخـــامت یک ماده می باشـد.

- μ برای بافت نرم 0.35 cm-1 تا 0.16 cm-1 است.

ضریب کاهش جرمـی

- μ بستگی به **density** مواد نیز دارد، لذا جهت رفع این وابستگی، ضریب کاهش جرمـی را تعریف می کنند.

$$\left(\mu_{Water} > \mu_{ice} > \mu_{Steam} \right)$$

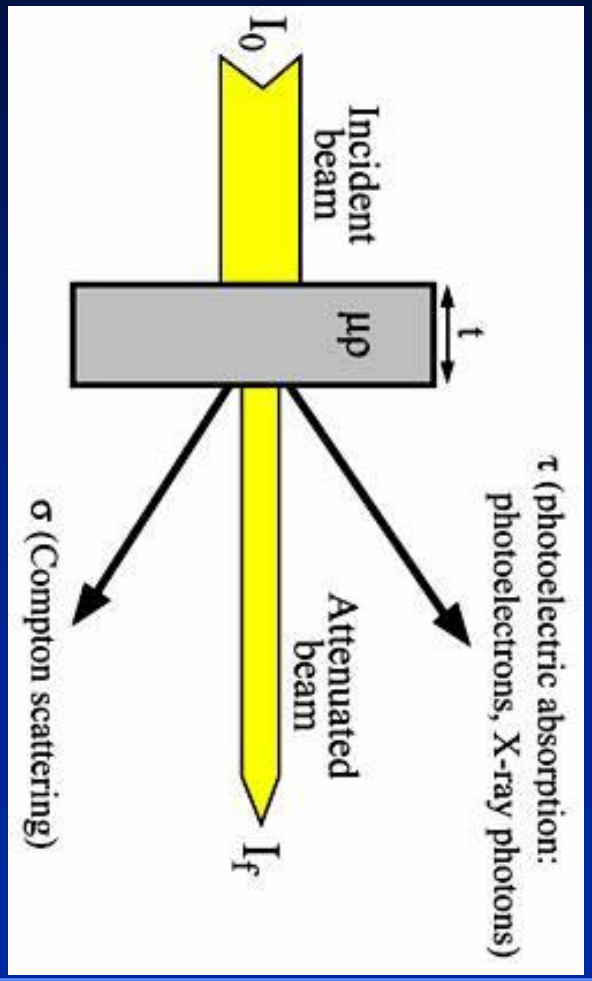
- واحد ضریب جذب جرمی بدینصورت است :

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho}$$

$$\frac{cm^{-1}}{gm/cm^3} = cm^2/gm$$

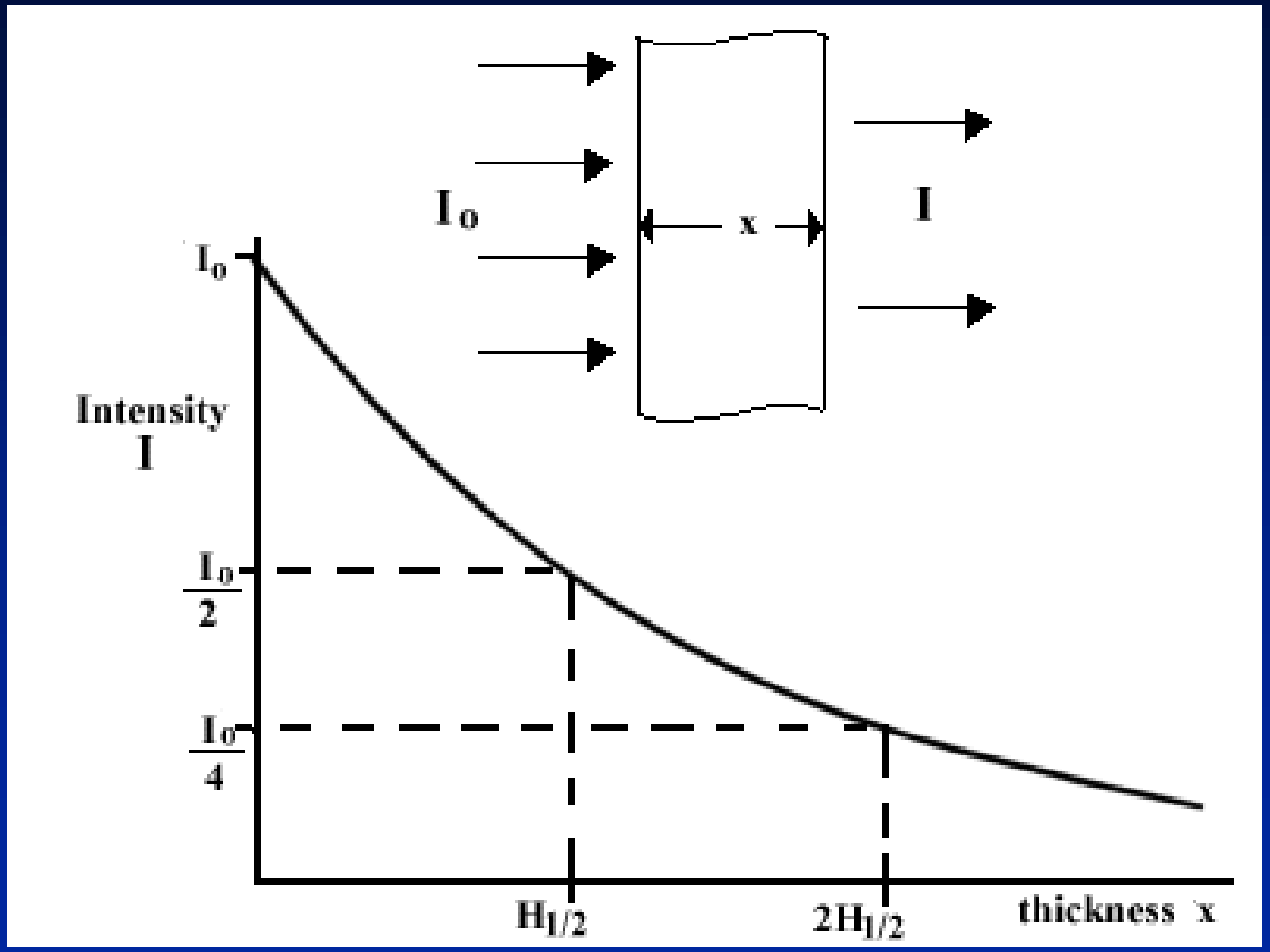
ضریب کاهش نمائی

- با افزایش ضخامت دیگر m خطی نیست و رابطه نما ئی است



$$I = I_0 \, e^{-\mu x}$$

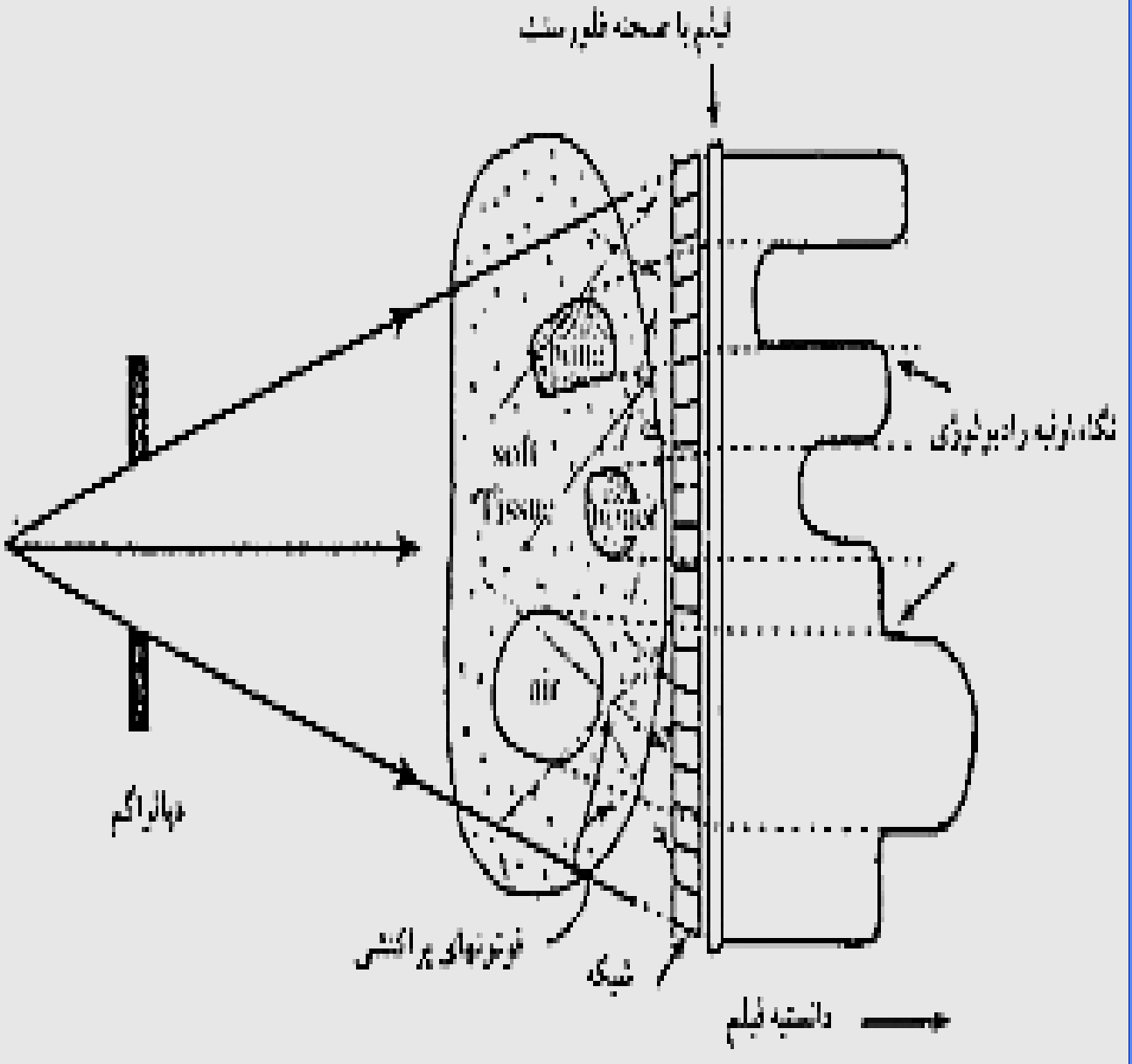
Xray Attenuation in thickness



کنتراست

وقتی شدت تشعشع X، وارد بدن انسان می شود سه حالت اتفاق می افتد:

- ۱- انرژی بطور مستقیم از بدن عبور کرده و بدون جذب از وسط ساختار بافت ها می گذرد.
- ۲- انرژی بطور کامل جذب شده و بدلیل جذب فتوالکتریک هیچ انرژی عبور نمی کند.
- ۳- بخشی از انرژی جذب شده و بقیه بصورت Scatter پراکنده می شوند. این حالت سوم بیشترین نفع را برای کنتراست بافت نرم تصویر دارد.


فیلم با صفحه فلورسنت
نگاه لوله رادیوگرافی
soft
Tissue
bone
air
میدان اگم
فوتونهای پراکنش
شبح
دانسیته فیلم

محاسبه کنتراست

- کنتراست رابطه بین دو اکسپوز، شدت تشعشع و یا نور را نشان می دهد و تمایز و تشخیص دو بافت مجاور و حد فاصل آنها را امکان پذیر می سازد.

$$C_r = \ln\left(I_1/I_0\right)$$

محاسبه کنتراست یک تومور روی بافت سالم

اگر توموری به ضخامت Δx و ضریب جذب μ در روی بافتی به ضخامت x و ضریب جذب μ داشته باشیم کنتراست حاصل از تومور:

$$C_r = -\mu\Delta x$$

فاکتورهائی که در کنتراست مؤثر هستند :

- ۱- ضریب جذب خطی استخوان بیشتر از بافت نرم است. بنابر کنتراست جزئیات داخل استخوان بهتر از کنتراست جزئیات داخل بافت نرم است.
- ۲- کنتراست هر دو استخوان و بافت نرم با افزایش انرژی بالا کاهش می یابد.
- ۳- کنتراست (اختلاف ضریب جذب) بین استخوان و بافت نرم با افزایش انرژی، کاهش می یابد.
- ٤- وقتی کنتراست بالا بین بافتهـــای نرم نیاز است از مواد کنتراست زا مثل باریم، تزریق هوا و تزریق ید استفاده می شود.

کمیت و کیفیت پرتو ایکس

- تعداد فوتون های ایکس **mA**
- زمان تشعشع پرتو ایکس s

$$Quantity \approx mA.s.kV^2.k$$

- انرژی فوتون های ایکس kVp

$$Quality \approx kV$$

Radiation Exposure of x-ray tube

- – مقدار شارژ حاصل از تشعشع یونیزاسون در جرم هوا را **Exposure** گویند و براساس کولن در کیلوگرم **c/kg** بیان می شود.

- – واحد قدیمی آن **Roentgen** می باشد.
- یک رونتگن، مقدار اشعه **X** یا گامائی است که تا ایجاد $2.58*10^{-4}$ کولن بار در یک کیلوگرم هوا بکند.

- – برای تشعشع در زمان محدود مثل رادیوگرافی **1mR** ایجاد دانسیته فتوگرافی حدود **1.0** می نماید.